



Factores que limitan la conversión de operadores de maquinaria pesada en agentes de mantenimiento autónomo

Factors limiting the conversion of heavy machinery operators to autonomous maintenance agents

Fatores que limitam a conversão de operadores de máquinas pesadas em agentes de manutenção autônomos

Karen Xiomara Sosa-Zambrano ^I
ksosa8948@utm.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-7250-0069>

Luis Felipe Sabando-Piguave ^{II}
luis.sabando@utm.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-7054-0550>

Correspondencia: ksosa8948@utm.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

***Recibido:** 15 de diciembre de 2021 ***Aceptado:** 30 de diciembre de 2021 * **Publicado:** 27 de enero de 2022

- I. Estudiante del Programa Académico con Trayectoria de Investigación en Mantenimiento Industrial, Instituto de Postgrado, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.
- II. Docente del Departamento de Ing. Mecánica, Facultad de Ciencias Matemáticas Físicas y Químicas, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.

Resumen

En el presente artículo, se realizó la determinación de los factores que influyen en la aplicación del mantenimiento autónomo en la industria de la maquinaria pesada; es por esto la importancia de hacer la revisión sistemática acerca del estado del arte del mantenimiento autónomo, verificando de forma gradual la realización y aporte de nuevos conocimientos basados en problemas identificados directamente con la maquinaria pesada; siendo así, se llegó a que, actualmente la mayoría de las organizaciones se preocupan por adoptar estrategias de mejora de procesos como la calidad y el mejoramiento continuo, según (Ardila, 2016), y el alcance que ha tenido este tema controversial para operadores y dueños de maquinarias, permite ser objetivo al realizar un análisis de los alcances y limitaciones, abordando principalmente la investigación en el sector de la industria caminera. Así mismo, incluye los factores influyentes en las actividades de mantenimiento autónomo en la industria de la maquinaria pesada; cuyo objetivo principal es indagar sobre investigaciones previas con respecto a la aplicación de tareas de mantenimiento en los equipos camineros.

Es pertinente garantizar la investigación, sin embargo, en la práctica industrial no se conocen a los factores tecnológicos que influyen de una manera objetiva y en muchas empresas lo aplican de manera empírica, buscando alcanzar los beneficios que el TPM (Mantenimiento Productivo Total) ofrece y que se reportan en la literatura. Por ello en este artículo se presentan los resultados de una encuesta aplicada a 21 operadores de maquinaria pesada, a quienes se cuestionó en relación a los conocimientos que tengan según su experiencia profesional. Teniendo como resultado que el factor más influyente en este artículo es el conocimiento que tiene los operarios encuestados.

Palabras claves: Mantenimiento Autónomo; TMP; Conocimiento.

Summary

In this article, a determination was made of the factors that influence the application of autonomous maintenance in the heavy machinery industry; This is why it is important to carry out a systematic review about the state of the art of autonomous maintenance, gradually verifying the realization and contribution of new knowledge based on problems directly identified with heavy machinery; Thus, it was reached that, currently most organizations are concerned with adopting process improvement strategies such as quality and continuous improvement, according to (Ardila, 2016), and the scope that this controversial issue has had for operators and owners of machinery, allows

to be objective when carrying out an analysis of the scope and limitations, mainly addressing research in the trucking industry sector. Likewise, it includes the influencing factors in autonomous maintenance activities in the heavy machinery industry; whose main objective is to inquire about previous research regarding the application of autonomous maintenance in the heavy machinery industry.

It is pertinent to guarantee the research, however, in industrial practice the technological factors that influence in an objective way are not known and in many companies they apply it empirically, seeking to achieve the benefits that TPM (Total Productive Maintenance) offers and that are reported in the literature. For this reason, this article presents the results of a survey applied to 21 heavy machinery operators, who were questioned regarding the knowledge they have according to their professional experience. As a result, the most influential factor in this article is the knowledge that the surveyed operators have.

Keywords: Autonomous Maintenance; TMP; Knowledge.

Resumo

Neste artigo foi realizada a determinação dos fatores que influenciam a aplicação da manutenção autônoma na indústria de máquinas pesadas; Daí a importância de revisar sistematicamente o estado da arte da manutenção autônoma, verificando gradativamente a realização e contribuição de novos conhecimentos baseados em problemas diretamente identificados com máquinas pesadas; Sendo assim, chegou-se a que, atualmente, a maioria das organizações se preocupa em adotar estratégias de melhoria de processos como qualidade e melhoria contínua, conforme (Ardila, 2016), e a abrangência que esse assunto polêmico tem tido para operadores e proprietários de máquinas, permite ser objetivo ao realizar uma análise do alcance e limitações, abordando principalmente pesquisas no setor da indústria rodoviária. Da mesma forma, inclui os fatores que influenciam as atividades de manutenção autônoma na indústria de máquinas pesadas; cujo principal objetivo é indagar sobre pesquisas anteriores sobre a aplicação de tarefas de manutenção em equipamentos rodoviários.

É pertinente garantir a investigação, porém, na prática industrial os fatores tecnológicos que a influenciam objetivamente não são conhecidos e em muitas empresas aplicam-se empiricamente, buscando alcançar os benefícios que o TPM (Total Productive Maintenance) oferece e que são relatados na literatura. Por esse motivo, este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa

aplicada a 21 operadores de máquinas pesadas, que foram questionados em relação aos seus conhecimentos de acordo com sua experiência profissional. Tendo como resultado que o fator mais influente neste artigo é o conhecimento que os operadores pesquisados possuem.

Palavras-chave: Manutenção Autônoma; TMP; Conhecimento.

Introducción

La industria caminera ecuatoriana tiene como objeto fundamental la construcción de caminos o carreteras, aunque también tienen una participación en obras de la ingeniería civil e hidráulicas, pues su maquinaria puede desarrollar varias operaciones, como son: el corte, remoción, elevación, transporte de tierras y demás.

Dentro de la actividad caminera la maquinaria pesada se agrupan una gran cantidad de equipos cuya adquisición posee costos elevados dada la especificidad de las labores que realizan y las difíciles condiciones de trabajo, por lo que demandan de una mayor atención en su mantenimiento para garantizar su durabilidad y disponibilidad.

La mayoría de estos métodos y procedimientos han sido implementado con éxito en sector de la producción industrial, los cuales se han adecuado al contexto o condiciones de operación de la maquinaria pesada de la industria caminera.

En el ámbito mundial este tipo de actividad comprende el mantenimiento periódico de la maquinaria como un medio de atención periódica o rutinaria, cada determinada hora de funcionamiento del equipo, en el cual se hacen ajustes y en caso de ser necesario se realizan reposiciones de partes o piezas por término de vida útil o estar fuera de especificación.

En Ecuador este tipo de actividad caminera en muchos de los casos contratan a terceros para la actividad del mantenimiento, imposibilitando que los operadores puedan hacer labores de mantenimiento periódicos o preventivos, incluyendo roturas o averías menores, pues temas de garantía y cláusulas legales impiden la realización de esta actividad.

Cuando existe una falla o desperfecto el operador reporta una anomalía de la maquinaria pesada que informa al supervisor de maquinaria, siendo este el encargado de comunicar a los encargados en la oficina de la empresa los cuáles se encargan de pedir el servicio a la empresa contratada, o en el mejor de los casos el mecánico de la empresa vaya al lugar donde se encuentra la máquina.

Esta problemática trae como consecuencia la disminución de la disponibilidad de la maquinaria dado el incremento de paradas por averías, aumento de los costos de operación e inventarios, (Bocanegra Alfaro and Calvo Vega, 2016)

Uno de los pilares del TPM es el mantenimiento autónomo el cual tiene como función evitar el deterioro del equipo, mediante chequeos y actividades no especializadas realizadas diariamente por el operador de la maquinaria, llevando al equipo a su estado ideal a través de tales como la inspecciones, limpieza, lubricación, ajustes menores, estudios de mejoras, y análisis de fallas, entre otras (Baluch, 2017), es decir el operador se convierte en un agente de mantenimiento autónomo (Chan et al., 2005).

Entre los beneficios del mantenimiento autónomo se destaca que los operadores se familiarizan con las herramientas y procedimientos, se involucran en el proceso de mantenimiento periódico, volviendo al operador en un ente más confiable y capacitado para la ejecución de mantenimientos. A pesar de las demostradas ventajas que ha traído la implementación del TPM en el sector industrial, a saber, en las empresas camineras ecuatorianas, no se ha implementado esta filosofía de mantenimiento, de igual forma no se han realizado estudios que identifiquen los factores que limitan su implementación en dichas empresas.

Haciendo un análisis exhaustivo acerca del mantenimiento básico que se puede realizar por los usuarios del mismo, y que consiste en una serie de tareas elementales (tomas de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, etc.) para lo que no es necesaria una gran formación (Caina, 2011) se tomaron en cuenta estos aspectos y se decide realizar el presente trabajo que tiene como objetivo determinar los factores que limitan la implementación del mantenimiento autónomo de la maquinaria pesada en la industria caminera.

Materiales y Métodos

El estudio de este tipo de trabajos de investigación, tienen diversos métodos por los cuales se presenta e identifican los resultados; en consecuencia, son varias las metodologías utilizadas para realizar la investigación.

La metodología que se empleó, tiene como fin definir los factores que limitan la conversión del operador en realizar tareas de mantenimiento en su maquinaria, además del estudio de tablas y utilización del cálculo de la disponibilidad, para verificar si es factible, además, que si el operador realiza el mantenimiento autónomo mejore el rendimiento y eficiencia de la maquinaria.

Se utilizó además como base de la investigación, el resultado de entrevistas con profesionales, tabulación de encuestas a operadores que actualmente se encuentran laborando en su respectiva maquinaria pesada y que reportan los mantenimientos realizados en una determinada bitácora en el período establecido de los 4 cursos durante los años 2019-2021.

Según la investigación de (Herbas Torrico and Rocha Gonzales, 2018) sugiere que elija o desarrolle un diseño metodológico que sea el más apropiado para su investigación. Es preciso que existan razones muy fuertes para seleccionar un tipo particular de diseño metodológico.

Estas metodologías consisten en aquellos datos que se recolectaron durante el proceso de investigación, y que serán analizados con la metodología de recolección de datos.

Metodología para la selección de los candidatos.

En relación con la cantidad de operadores, se consultaron 21 candidatos entre los operadores seleccionados. Se garantizó la heterogeneidad de los candidatos a expertos pues los mismos, son escogidos entre los que se encuentran laborando, y así mismo quienes realicen tareas de mantenimiento en sus maquinarias y quienes no; mediante el método de valoración de la encuesta, dirigiéndonos directamente al campo de la maquinaria pesada, involucrando sectorialmente a expertos y operadores de maquinaria pesada y mecánicos, los cuales laboran en empresas camineras e industrias, y donde se apertura el tema del mantenimiento autónomo y a la investigación en sí.

Tabla 1 Candidatos a expertos

No. Operador	Experiencia (en años)	Empresa	Título a obtener en SOME C
Op1	5	Cantera Megarok	Excavadora
Op2	5	Cantera Megarok	Excavadora
Op3	6	Cervecería Nacional	Montacargas
Op4	6	Cervecería Nacional	Montacargas
Op5	3	Manabí Vial	Retroexcavadora
Op6	3	Manabí Vial	Retroexcavadora
Op7	3	Manabí Vial	Retroexcavadora
Op8	5	Gad El Empalme	Excavadora
Op9	6	Gob. Provincial de Manabí	Excavadora
Op10	8	Gob. Provincial de Manabí	Retroexcavadora
Op11	8	Gob. Provincial de Manabí	Excavadora
Op12	3	TPM Manta	Cargadora
Op13	10	Safarimar S. A	Cargadora frontal
Op14	10	Safarimar S. A	Cargadora Frontal
Op15	9	Safarimar S. A	Cargadora frontal
Op16	8	Gob. Provincial de Manabí	Retroexcavadora

Op17	8	Grúas Pattison	Grúa telescópica
Op18	9	Lundin Gold	Cargadora de perfil bajo
Op19	9	TPM Manta	Excavadora
Op20	6	Almesa	Montacargas
Op21	7	Almesa	Montacargas

Fuente: Elaboración Propia

Los instrumentos utilizados en esta investigación son aplicables para la deducción y observación de determinados datos que se requieren para poder calcular la disponibilidad y conocer los factores que limitan al operador para realizar las tareas de mantenimiento, entre estos instrumentos se encuentran los siguientes:

- Manuales del fabricante de las maquinarias involucradas dentro de la investigación y manuales de operación de las mismas.
- Reportes mensuales de fallas en un período histórico basado desde el primer trimestre del año 2019 hasta el tercer trimestre del año 2021.
- Reportes de mantenimientos correctivos realizados durante el período de investigación.
- Órdenes de trabajo y resumen de actividades de mantenimiento realizadas en el período de estudio.
- Entrevistas realizadas a profesionales del campo caminero y maquinaria pesada.
- Evidencias fotográficas.

Metodología para la recogida de la información

Como instrumento para la recolección de la información en la fase de campo se recurre al método de encuesta, la cual se aplica directamente a los operadores mecánicos como los principales actores encargados de las actividades de mantenimiento y operación de la maquinaria en dichas empresas. De igual forma se entrevistaron a los directivos encargados de la toma de decisiones con respecto a esta actividad en las empresas camineras.

Para el caso de los operadores se realizó una encuesta estructurada a partir de la elaboración de un cuestionario, la cual se confeccionó siguiendo el método de consulta a expertos según metodología de preferencia (Herrera Suárez et al., 2010a), mediante la cual estos expertos opinan y realizan

aportes valiosos para la determinación y análisis de los factores que influyen directamente en que el operador no pueda ser un ente de mantenimiento autónomo.

Metodología para la validación de la encuesta

La actual investigación midió los resultados de la encuesta aplicada a futuros operadores de diversas maquinarias pesadas (Retroexcavadora, Motoniveladora, Grúa, Montacargas, etc.), además del método de la entrevista a varios profesionales asociados al campo de la industria de la maquinaria pesada y equipos camineros, analizando los factores que limitan al operador a realizar un trabajo de mantenimiento preventivo evitando así fallas mayores, la observación se la realizó en la ciudad de Portoviejo, en el lugar donde se realizan las prácticas de campo del “SOMECE” de Manabí, analizando el desempeño de cada uno de los involucrados, así mismo, se tomó como referencia las empresas en las cuales estos laboraban.

En la tabla 3, se muestran las preguntas incluidas en el cuestionario validado por el grupo de expertos para entrevistar a los operadores y mecánicos de la maquinaria operada en la industria caminera.

Tabla 2 Preguntas a formular en la entrevista-cuestionario estandarizada.

No	PREGUNTAS
1	Tiempo de experiencia en maquinaria pesada
2	Empresa en la que labora (en caso de que se encuentre laborando)
3	Título a obtener (maquinaria que opera)
4	¿Sabe ud realizar un mantenimiento preventivo a su maquinaria?
5	En caso de que su respuesta fuera si, en la empresa donde labora, ¿lo dejan realizar este mantenimiento en la misma?
6	¿Cuál es su porcentaje de conocimiento sobre el mantenimiento mecánico?
7	¿Sabe ud. lo que es el mantenimiento autónomo?
9	En caso de que se presente algún fallo en su maquinaria, ¿podría ud. reconocer donde se encuentra esta falla?
10	¿Conoce ud los tiempos de reparación de los diversos fallos de su maquinaria?
11	¿Reconoce los costos aproximados de los repuestos mecánicos de su maquinaria?

Fuente: Elaboración propia

Resultados y Discusión

Los resultados obtenidos se exponen en los siguientes apartados, iniciando la confección del diagrama de Ishikawa, seguida de los resultados y discusión de las características sobre los factores que limitan la implementación de mantenimientos autónomos.

Con la finalidad de comprobar los factores que impiden la conversión de agentes de mantenimiento a los operadores, se procede a ejecutar el elemento de la encuesta, el cual se aplicó en dos ocasiones a los operadores que participaron de la investigación. Los resultados de la misma se obtuvieron por medio de un formulario de Google, y se procesaron por medio de tablas de Excel y Word, además de los gráficos estadísticos de los dos softwares.

Resultados de la determinación de los factores limitantes en mantenimientos Autónomo a la maquinaria pesada en la industria caminera.

Existe una carencia del término de mantenimiento autónomo en los operadores con licencia Tipo “G”, y es así como se llegó a determinar que la disponibilidad en las maquinarias refleja un bajo porcentaje, incluyendo los indicadores de mantenimiento aplicados en la investigación, y estos representan paros no programados, retrasos en las obras, costos elevados en mantenimiento (por costos de mantenimiento correctivo), y de esta manera se describen las maquinarias y empresas con las cuales se procedió a realizar la investigación dentro del período determinado.

Según el criterio de los expertos los factores que limitan la implementación del mantenimiento autónomo en la maquinaria pesada de las empresas camineras ecuatorianas están relacionados con factores del tipo humano, organizativos y materiales (Figura1).

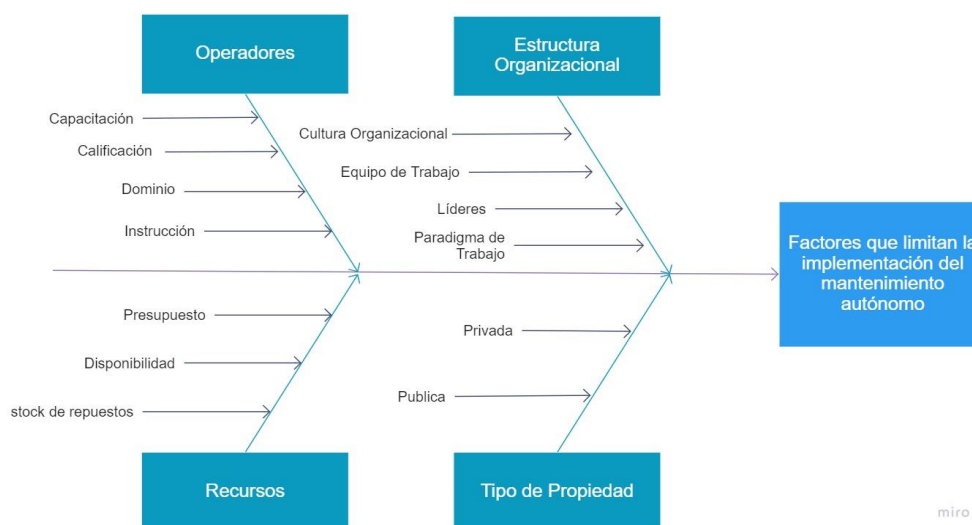


Figura 1. Diagrama causa-efecto de los factores que limitan la introducción del TPM en la maquinaria pesada de las empresas camineras objeto de estudio.

Según el juicio de los expertos, la limitación de los mantenimientos autónomos la presenta el operador, al ser una de las causas principales que influyen en la ejecución de los mantenimientos autónomos. Sin embargo, para minimizar la limitación. Finalmente se elabora el diagrama causa-efecto donde se representa de forma esquemática las causas fundamentales que limitan la introducción del TPM en la maquinaria pesada de las empresas camineras ecuatorianas. (Figura 1). Según la investigación, se procede a evaluar los indicadores de mantenimiento de las maquinarias seleccionadas dentro de la encuesta que se realizó a los operadores del Somec de Manabí que se encontraban laborando en el período 2019-2020 y 2020-2021.

Caracterización de los factores que limitan la introducción del TPM en las empresas camineras ecuatorianas.

Estructura Organizacional

A menudo, los conceptos de estructura y diseño organizacionales se ven como sinónimos. Normalmente la estructura organizacional es “representada por un organigrama formal que muestra las relaciones de autoridad, los canales formales de autoridad, los grupos formales de trabajo, los departamentos o divisiones y las líneas formales de responsabilidad” (...) además, “describe las relaciones internas, la división de mano de obra y el medio de coordinar la actividad dentro de la organización”(Hodge, 2003)

Según Carlos Moreno los factores que influyen en la estructura organizacional son. La tecnología elegida, Goodman (citado por (Hall, 1996)) considera que tecnología es “la actuación o cambio de un objeto de un estado a otro... el objeto puede ser un ser viviente, un símbolo, o un objeto inanimado”.

Otro de los factores influyente es el entorno que rodea a la organización. El ambiente también incluye factores como las mezclas raciales y étnicas que, de alguna manera, condicionan los valores institucionales que rodean a la organización. Para él, “los cambios en los valores se incorporan a la organización desde afuera”. Adicionalmente, el ambiente también puede hacer referencia sobre lo competitivo del mercado: entre más competencia, existe un mayor control y coordinación estructural, y a menor competencia, existe mayor holgura organizacional (Hall, 1996); el ambiente influye en el mantenimiento autónomo de tal manera que entre más complejo es el medio ambiente de una organización, más descentralizada necesita ser su estructura; entre más diversificados son

los mercados de una organización, mayor es la propensión a dividirlos en unidades sustentadas en mercados, o en divisiones, dadas las favorables economías de escala.

Empresas como Almesa, Megarok, Epagran, Gob. Provincial de Manabí, Seafman, Tpm, son partícipes de manera indirecta con los operadores que se notificaron en la encuesta, operadores en formación que ya en la actualidad son profesionales con menciones de diferentes maquinarias pesadas; entre las cuales se encuentran: Cargador Frontal, Excavadora, Grúa Telescópica, Montacarguista, Motoniveladora, entre otras.

Operadores

EL termino operador o equipo de operarios, se refiere a cualquier persona que tenga la oportunidad de observar el equipo o que está haciendo este en cualquier momento de sus actividades diarias normales, y que pueda reportar si esta falla. Las fallas pueden ser observadas por personas con diferentes puntos de vista. Incluidos operarios, conductores, inspectores de calidad, constructores, supervisores y hasta los inquilinos de edificios.(Moubray, 2004)

En este caso, analizando los resultados obtenidos de la encuesta realizada, los operadores en formación tienen la responsabilidad de que la disponibilidad de la maquinaria se encuentre a más del 85% inclusive aún, después de realizado el mantenimiento ya sea preventivo o correctivo, como funcionarios, operadores y más aún como observadores.

El observador debe ser capaz de reconocer la condición como falla, debe entender y aceptar que realizar los reportes de fallas es parte de su trabajo, debe tener acceso y conocimiento del procedimiento que presenta las fallas.

Si nos proyectamos a una conversión en el método aplicativo y mantenedor por parte del operador, se sugiere que desde el punto de vista de las escuelas formadoras de operadores y mecánicos de maquinaria pesada y según resultados obtenidos en encuestas los estudiantes en formación deben tener al menos un 50% de conocimiento del mantenimiento preventivo y un 30% del mantenimiento correctivo de su maquinaria; apoyándose en sustitución y reparación, además de la experiencia obtenida en base a los equipos por los que hubiese pasado.

Recursos

Los principales problemas para la realización del mantenimiento técnico en esta empresa están relacionados con la calidad de los materiales y su cantidad, pues la mayoría de los encuestados afirman que la cantidad de estos es insuficiente para satisfacer las necesidades locales. El 50% de los entrevistados afirma que los materiales empleados no tienen la calidad necesaria. La mayoría

de los repuestos empleados se producen de manera local, empleando materiales reciclados de otros aperos, sin importar sus características o naturaleza. (Herrera Suárez et al., 2010b)

El factor económico juega un papel importante en el mantenimiento autónomo de la maquinaria agrícola, ya que no solo afecta en el tiempo que las máquinas están produciendo, sino en la reputación de la empresa, pues si por una falla no se puede utilizar una maquina agrícola se pierde tiempo, clientes, contratos y tiene que pagar penalizaciones.

Con la aplicación de la observación de campo, y toma de datos de bitácoras e historial de fallos de las maquinarias pesadas expuestas con anticipación, se puede denotar la diferencia en la disponibilidad de equipos camineros y maquinaria pesada, que operan y en su caso un sector de la muestra de operadores realiza tareas de mantenimiento.

Y de esta manera, una vez que se conocieron los datos de la tabla 1 en su histórico, se procede a analizar la disponibilidad de las maquinarias pesadas (tabla 3.3), en las que se realizan tareas de mantenimiento por parte del operador y en las que existe un departamento encargado de los planes de mantenimiento.

Tabla 3 Disponibilidad de maquinarias pesadas antes de implementación de Mantenimiento Autónomo
MAQUINARIAS MANTENIDAS POR OPERADORES

CÓDIGO	HORAS DE SERVICIO	HISTORIAL FALLAS	HORAS MANTENIMIENTO	DISPONIBILIDAD
MUTP30	62	3	10	0.861
CDWM200	75	3	10	0.882
PCCS75 III1	85	4	11	0.885
PCCS75 III5	45	2	8	0.849
MCCT120H8	96	4	11	0.897
MCCT120H1	81	4	10	0.890
CJD644-b	92	2	11	0.893
PCCSW20E1	96	2	10	0.906
PCCSW20E5	95	2	12	0.888
CFS638	80	2	10	0.889
RXJBC3CX1	85	3	10	0.895
RXJBC3CX3	120	4	12	0.909
				0.887

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4 Disponibilidad de maquinarias pesadas después de implementación de Mantenimiento Autónomo

MAQUINARIAS MANTENIDAS POR OPERADORES				
CÓDIGO	HORAS DE SERVICIO	HISTORIAL FALLAS	HORAS MANTENIMIENTO	DISPONIBILIDAD
MUTP30	86	2	8	0.915
CDWM200	89	3	9	0.908
PCCS75 III1	60	2	8	0.882
PCCS75 III5	102	3	8	0.927
MCCT120H8	96	3	8	0.923
MCCT120H1	98	2	10	0.907
CJD644-b	98	2	9	0.916
PCCSW20E1	103	2	10	0.912
PCCSW20E5	92	2	8	0.920
CFS638	92	3	9	0.911
RXJBC3CX1	110	3	11	0.909
RXJBC3CX3	86	2	8	0.910
				0.915

Fuente: Elaboración propia

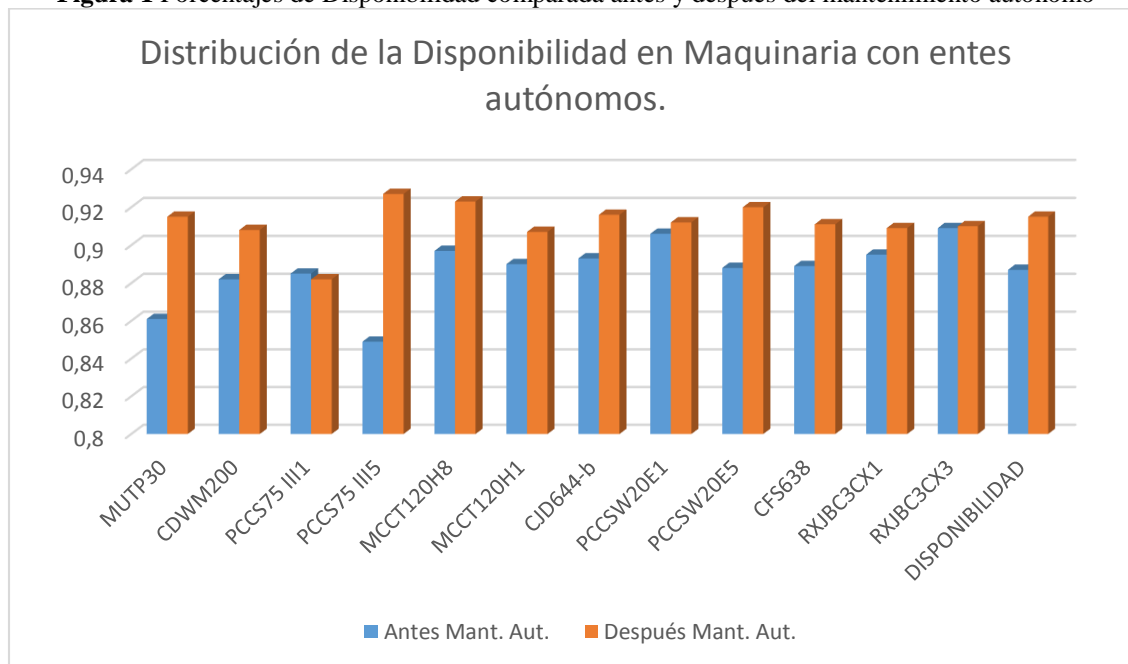
Tabla 5 Disponibilidad de maquinarias operadas en departamentos de mantenimiento

MAQUINARIAS OPERADAS CON DEP. DE MANTENIMIENTO				
CÓDIGO	HORAS DE SERVICIO	HISTORIAL FALLAS	HORAS MANTENIMIENTO	DISPONIBILIDAD
EXCT320C	87	2	15	0.853
EXHCT3201	89	3	10	0.899
EXHCT3202	75	2	13	0.852
MCCT262B1	65	3	16	0.802
MCCT262B2	52	3	14	0.788
MCCT262B3	65	2	12	0.844
MCCT120H8	89	3	10	0.899
MCCT120H1	76	3	8	0.905
CFVL120E	78	3	8	0.907
				0.861

Fuente: Elaboración propia

De la misma manera, se complementa a la tabla los gráficos estadísticos, como se observa en la figura 1, y se pueden interpretar los resultados como acciones a tomar con el mantenimiento autónomo.

Figura 1 Porcentajes de Disponibilidad comparada antes y después del mantenimiento autónomo



Al analizar el porcentaje de disponibilidad de la figura 1, durante el período 2019, donde aún los operadores no cumplían con el proceso de capacitación para implementar el Mantenimiento Autónomo, se encuentra un porcentaje de disponibilidad del 88.7% involucrando a los operadores que se toman como muestra para la investigación, inmediatamente se retoma la búsqueda de información y capacitación a los operadores, y siendo evaluados tanto ellos como las maquinarias, se procede a revisar la bitácora, para el cálculo de la disponibilidad luego de la implementación del Mantenimiento Autónomo, donde se observa un incremento y una mejora del porcentaje de disponibilidad en el grupo de maquinarias, con un 91.5% verificando así que se cumple una de las propuesta de la investigación, ya que al mejorar la disponibilidad en maquinarias donde el operador en sí realiza las tareas del mantenimiento, se van estableciendo los factores limitantes al mismo.

- Factores limitantes sociales:
 - Resistencia y oposición al cambio.

- Mala gestión para el involucramiento del operador.
- Mala comunicación entre operador, mantenedor y dueño de la maquinaria.
- Falta de compromiso del operador.
- Escasez de motivación.
- Factores limitantes de competencia:
 - Insuficiencia de capacitaciones para los procesos.
 - Pobre adaptación a nuevas tecnologías.
 - Desconocimiento de procesos de tareas de mantenimiento.
 - El operador desconoce los planes de mantenimiento de la maquinaria, incluyendo la gestión de inspecciones.
- Factores limitantes de entorno:
 - El operador no cumple y desconoce los protocolos de seguridad.
 - Desconocimiento de funciones del personal.
 - Pobre gestión en distribución de herramientas e insumos.

Estos factores que se analizaron individualmente, son asociados a las observaciones de campo y a la respuesta del operador frente a diversas maniobras y determinados procesos; además; nos dice (Gómez-Vargas & García Alsina, 2015) en su investigación que, la ambición es un factor que influye los procesos del ciclo de conocimiento, en la medida en que las personas tengan la disposición para interiorizar una cultura de conocimiento, es decir hábitos para identificar, crear, almacenar, compartir y usar el conocimiento.; en este caso aplicable a la ambición que tenga el operador como disposición para realizar el mantenimiento.

Conclusiones

Una vez analizados y discutidos los resultados se arriba a las siguientes conclusiones:

- La metodología plateada para la selección de los expertos garantizó la conformación de un grupo con grandes conocimientos y trayectoria tanto académica como práctica, para evaluar el problema de los factores que limitan la implementación del mantenimiento autónomo de la maquinaria pesada en la industria caminera.

- Los factores que mayor influencia tienen en la limitación de la implementación del mantenimiento autónomo son: las condiciones de explotación; la estructura organizacional, los recursos con los que se cuentan, el tipo de instalaciones o propiedad que se posea, y sobre todo la calidad y el número de operadores con los que se cuenta.
- En la mayoría de los casos los factores que influyen en la limitación de la implantación del mantenimiento autónomo están efectuados por factores humanos, organizativos, tecnológicos y materiales, siendo todos estos solubles por lo general;
- Los resultados obtenidos dejan sentadas las bases para posteriormente emplearlos para la toma de decisiones, y poner en prácticas la solución al problema investigado.

Recomendaciones

Una vez culminado el proceso de investigación, se analizaron los índices pertinentes del mantenimiento autónomo, y los factores que afectan al operador para cumplir estas tareas:

- Es primordial que se realicen más investigaciones sobre mejoras que disminuyan los factores que limitan al operador a la conversión para agentes de mantenimiento autónomo, existen aportes muy buenos sobre mantenimiento autónomo aplicados en industrias, que derivan a exploraciones prometedoras para un futuro promisorio en instancias de mantenimiento.
- Mejorar las redacciones y toma de datos para las determinadas bitácoras, en los departamentos de mantenimiento y con respecto a las inspecciones que realicen los operadores, que son parte fundamental para el cálculo de los indicadores, y para verificar las diferentes paras, sean estas programadas o no programadas, por qué se producen y como disminuirlas.
- Generar e implementar planes y capacitaciones, para preparar al operador, y que de esta manera si las circunstancias así lo requieran, aplique tareas de mantenimiento, y aumente la disponibilidad de las maquinarias pesadas o en su caso en las industrias en general, además del conocimiento sobre cuidado y manejo de las herramientas.
- Es primordial obtener datos reales y llevar una bitácora de procedimientos, para poder entender por qué el operador debería estar en condiciones de realizar mantenimientos preventivos, y como puede mejorar la disponibilidad de la misma.

Referencias

1. Ardila, J.G., Ardila. M.I., Rodríguez, D. & Hincapié, D.A. La gerencia del mantenimiento: una revisión. . Dimensión Empresarial. 2016.
2. Bocanegra Alfaro, M.B.; Calvo Vega, L.N. Implementación de herramientas de mantenimiento autónomo para incrementar eficiencia y eliminar perdidas en la planta de producción Mondelez.(Tesis parcial). 2016.
3. Baluch, N. Evaluación del desempeño de la gestión de mantenimiento: medición de la efectividad general de los equipos en las plantas de beneficio de aceite de palma de Malasia. Revista Palmas. 2017 01/18;37(0):69-78.
4. Chan, F.T.S.; Lau, H.C.W.; Ip, R.W.L.; Chan, H.K.; Kong, S. Implementation of total productive maintenance: A case study. International Journal of Production Economics. 2005 2005/01/28/;95(1):71-94.
5. Caina, H.G.E. Estudio del mantenimiento para maquinaria pesada y su incidencia en la producción en la empresa Alvarado Ortiz Constructores Cia. Ltda. en el cantón Ambato. [Ambato]: Universidad Técnica de Ambato; 2011. 216 p.
6. Herbas Torrico, B.C.; Rocha Gonzales, E.A. Metodología científica para la realización de investigaciones de mercado e investigaciones sociales cuantitativas %J Revista Perspectivas. 2018:123-160.
7. Herrera Suárez, M.; Iglesias Coronel, C.E.; Contreras Milán, Y.; López Bravo, E.; Sánchez Iznaga, Á. Análisis de los factores que inciden en el desgaste de los órganos de trabajo de los aperos de labranza. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. 2010a;19:01-09.
8. Hodge, B.J.A.W.P.G.L.M. Teoría de la organización : un enfoque estratégico. Madrid: Pearson Prentice Hall; 2003.
9. Hall, R.H.D.Q.A. Organizaciones : estructuras, procesos y resultados. México: Prentice Hall Hispanoamericana; 1996.
10. Moubray, J. Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad. Vol. Segundo; 2004. 330 p.
11. Herrera Suárez, M.; Iglesias Coronel, C.E.; Contreras Milán, Y.; López Bravo, E.; Sánchez Iznaga, Á. Análisis de los factores que inciden en el desgaste de los órganos de trabajo de los aperos de labranza %J Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. 2010b;19:01-09.

©2022 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).