

MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN

ARTÍCULO ORIGINAL

Evaluación de la gestión del mantenimiento y la reparación de los tractores mediante indicadores

Evaluation of the management of the maintenance and repair of the tractors by means of indicators

Ing. Andy Azoy CapoteI, Dr.C. Manuel Fernández SánchezI, Dr.C. Liudmila ShkiliovaII

^I Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Boyeros, La Habana, Cuba.

^{II} Universidad Técnica de Manabí, Provincia de Manabí, República de Ecuador.

RESUMEN. Las Unidades Empresariales de Base Integrales de Servicios Técnicos (UEBIST) constituyen desde el año 2009 un nuevo eslabón dentro de la actual estructura organizativa de las empresas agropecuarias del Ministerio de la Agricultura (Minag). Su funcionamiento exitoso depende, en gran medida, de la implementación de nuevos mecanismos para la gestión, especialmente en lo referido al mantenimiento técnico y la reparación, lo cual puede lograrse mediante indicadores. El presente trabajo se plantea como objetivo mostrar los resultados de la aplicación de una metodología que tiene como fin evaluar la gestión del mantenimiento y la reparación de los tractores mediante cuatro indicadores de gestión: Tiempo Medio entre Fallas, Tiempo Medio Para la Reparación, Disponibilidad de Equipos y Costo Para la Eliminación de las Fallas. La metodología se aplicó en las condiciones particulares de la UEBIST de la Empresa Agropecuaria de Artemisa. Como resultado se determinó que los valores obtenidos para cada uno de los indicadores evaluados se encuentran por debajo de los valores recomendados por la bibliografía especializada. Tomando en consideración estos resultados, se elaboró un plan de acción para elevar el nivel de las actividades relacionadas con el mantenimiento técnico y la reparación.

Palabras clave: medios de control, información, planificación, organización.

ABSTRACT. The Integral Managerial Base Units of Technical Services (UEBIST) constitute from 2009 a new link inside the current organizational structure of the agricultural companies of the Ministry of the Agriculture (Minag). Their successful operation depends, in great measure, of the implementation of new mechanisms for the management, especially in technical maintenance and repair of agricultural machines, which can be achieved by means of indicators. The present study has the objective to show the results of the application of a methodology to evaluate the management of the maintenance and repair of the tractors considering four management indicators: Mean Time Among Failures, Mean Time for the Repair, Readiness of Machines and Cost for the Elimination of the Fails. The methodology was applied under the peculiar conditions of the UEBIST of the Agricultural Company of Artemisa. As a result it was settled down that the values obtained for each one of the evaluated indicators are below the values recommended by the specialized bibliography. Taking in consideration these results, an action plan was elaborated to elevate the level of the activities related with the technical maintenance and the repair of agricultural machinery.

Keywords: control means, information, planning, organization.

INTRODUCCIÓN

La evaluación del mantenimiento dentro de una organización permite analizar el cumplimiento de los objetivos trazados, el estado de los trabajos y posibilita identificar los aspectos sobre los cuales es necesario trabajar para hacer más eficiente esta actividad, y desarrollar las acciones para la mejora continua¹. Todo esto puede lograrse con la ayuda de

indicadores, los cuales tienen como función principal evaluar el comportamiento operacional de las instalaciones, sistemas, equipos, dispositivos y componentes, permitiendo implementar un plan de mantenimiento orientado a perfeccionar dicha labor (Amendola, 2004; Catalán, 2007).

Al respecto, autores como Galvao, (1998); Tavares, (1998); De Gusmão, (2001); Torres, (2005); Christensen, (2006; 2007; 2008), reportan más de 110 indicadores o variables que permiten

¹ GONZÁLEZ, C.: Determinación de la disponibilidad de las cosechadoras de arroz New Holland TC- 57 en las condiciones del CAI Arrocerero "Los Palacios", 98pp., Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero en Mecanización Agropecuaria), Universidad Agraria de La Habana, 2012

evaluar el mantenimiento técnico y la reparación considerando diferentes aspectos, sin embargo, otros autores como Alfonso *et al.*, (2006); Zabiski, (2006); plantean lo difícil que resulta su evaluación en la práctica a través de todos estos indicadores, debido a que no existe una definición clara de la importancia que cada uno de ellos tiene y su grado de influencia en las metas de la organización. Es por eso que Hernández *et al.*, (2001); Galli, (2003) y otros² afirman que para garantizar el éxito en la evaluación del mantenimiento técnico y la reparación, los indicadores a utilizar deben ser pocos, para no ser redundantes en algunas actividades y quitar atención a aquellos que sí lo son y que su selección debe estar en correspondencia con el estado real de los procesos, el desempeño, objetivos y estrategias de la organización, lo cual será una fuente confiable para tomar decisiones en base a los problemas o deficiencias encontradas.

En el caso particular de Cuba y específicamente en la esfera del mantenimiento y la reparación del sector agrícola, la gestión del mantenimiento técnico y la reparación se evalúa en base un solo indicador: el coeficiente de disponibilidad técnica, calculado el final de cada mes a través de un método de observación momentánea, el cual no permite conocer el verdadero comportamiento de la maquinaria en las condiciones reales de su explotación ni la efectividad de las acciones de mantenimiento³.

Con vista a solucionar esta problemática Azoy (2014), desarrolló una metodología que tiene como fin evaluar la gestión de mantenimiento y la reparación en las UEBIST a través del cálculo de cuatro indicadores de gestión: Tiempo Medio Entre Fallas, Tiempo Medio Para la Reparación, Disponibilidad de Equipos y Costo Para la Eliminación de las Fallas. De ahí que el siguiente trabajo tenga como objetivo mostrar los resultados de la aplicación de esta metodología en las condiciones particulares de la UEBIST de la Empresa Agropecuaria de Artemisa, además de elaborar un plan de acción para elevar el nivel de las actividades relacionadas con el mantenimiento técnico y la reparación.

MÉTODOS

El trabajo se realizó en las condiciones particulares de la UEBIST de la Empresa Agropecuaria de Artemisa, y estuvo dirigido a determinar los indicadores Tiempo Medio entre Falla (TMEF), Tiempo Medio para la Reparación (TMPR), Disponibilidad de Equipos (DISP) y Costo Para la Eliminación de las Fallas (COEF) para las marcas de tractores Belarús-892, Belarús-510, T-150K y K-700.

Para ello se tomó como fuente primaria de información las órdenes de trabajo al taller y las tarjetas de control de consumo de combustible durante los años 2014 y 2015. Del primero de estos medios de control se tomaron los datos relacionados con: cantidad de total de fallas (NTMC), tiempo para eliminar las fallas (HTMC) y costo para eliminar la fallas (COEF). De las tarjetas de consumo de combustible se determinó la carga de trabajo mensual en horas (HROP).

Tomando como base la información primaria, y siguiendo los pasos descritos en la metodología desarrollada por Azoy (2014), se calculó para cada mes del año y para cada tractor evaluado los valores de los indicadores mencionados con anterioridad. Posteriormente se realizó un análisis descriptivo de los valores de los indicadores calculados para cada tractor mediante el paquete estadístico Statgraphics Plus 5.1, determinándose los principales estadígrafos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tablas 1 y 2 se muestran los valores mensuales de los indicadores Tiempo Medio entre Fallas, Tiempo Medio para la Reparación, Disponibilidad de Equipo y Costo para la Eliminación de las Fallas de los tractores Belarús-892, Belarús-510, T-150K y K-700.

TABLA 1. Valores mensuales de los indicadores TMEF, TMPR, DISP y COEF. Año 2014

Tractor, marca		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Belarús- 892	TMEF	65	47	59	45	41	37	44	71	56	64	66	95
	TMPR	17	15	17	16	10	14	15	11	4	16	11	16
	DISP	79	75	77	74	80	73	75	87	93	80	86	86
	COEF	127	215	274	111	48	144	34	59	100	378	162	157
Belarús- 510	TMEF	56	99	187	38	38	147	48	60	52	39	32	47
	TMPR	13	11	19	11	11	18	9	9	11	10	9	11
	DISP	81	90	91	77	77	89	84	87	83	80	78	81
	COEF	31	81	31	143	253	59	120	55	132	239	235	149
T-150K	TMEF	65	61	46	28	34	40	41	49	29	75	52	74
	TMPR	14	8	19	19	19	12	7	13	12	15	17	17
	DISP	83	89	71	59	65	77	85	79	70	84	75	82
	COEF	210	224	121	245	343	79	105	132	554	166	366	68

² YORI, E.: Función estratégica del Mantenimiento, objetivos, organización y planeamiento, 4to Congreso Uruguayo de Mantenimiento, 2008.

³ FERNÁNDEZ, S. M.: Perfeccionamiento de la Gestión de los Mantenimiento y Reparaciones en las Unidades Empresariales de Base Integrales de Servicios Técnicos, 133pp., Tesis (en opción al grado de Doctor en Ciencias Técnicas Agropecuarias), Centro de Mecanización Agropecuaria, Universidad Agraria de La Habana. Mayabeque, 2013.

Tractor, marca		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
K-700	TMEF	17	26	55	56	17	53	87	109	40	44	56	84
	TMPR	18	17	19	15	16	14	16	14	12	15	13	16
	DISP	49	61	75	78	51	79	84	89	77	75	81	84
	COEF	376	470	138	315	210	209	196	184	139	272	334	477

TABLA 2. Valores mensuales de los indicadores TMEF, TMPR, DISP y COEF. Año 2015

Tractor, marca		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Belarús- 892	TMEF	64	45	37	32	58	46	43	44	59	46	33	30
	TMPR	16	16	15	13	10	10	10	14	12	14	19	15
	DISP	80	74	71	71	85	83	81	75	83	77	63	66
	COEF	180	362	372	223	123	212	81	39	156	519	292	361
Belarús- 510	TMEF	65	37	52	43	50	53	41	51	38	52	44	38
	TMPR	16	14	19	10	14	14	15	16	16	18	12	14
	DISP	80	73	73	82	78	79	74	77	70	74	78	73
	COEF	86	220	73	135	327	90	168	158	211	330	345	261
T-150 K	TMEF	47	69	63	25	18	46	29	61	26	52	25	44
	TMPR	19	17	20	12	14	15	19	16	13	21	14	16
	DISP	72	80	76	67	57	76	60	79	66	71	64	73
	COEF	268	313	161	365	537	115	169	141	691	241	777	114
K-700	TMEF	23	25	36	30	43	42	23	33	46	49	64	27
	TMPR	17	16	16	16	12	16	17	14	19	19	20	20
	DISP	57	61	69	64	78	73	57	70	70	72	76	57
	COEF	611	567	162	303	354	308	178	320	286	304	393	588

Los valores mostrados en las Tablas 1 y 2 fueron procesados estadísticamente mediante el paquete estadístico Statgraphics Plus 5.1. Se realizó un análisis descriptivo de las variables calculándose los principales estadígrafos (Tabla 3).

El procesamiento estadístico de la información primaria y su análisis mostró los siguientes resultados:

De acuerdo con los valores de las desviaciones estándares obtenidos para cada indicador, existe una gran dispersión. De ahí que los datos no cumplan normalidad y homogeneidad de varianza.

Los coeficientes de variación obtenidos demuestran la variabilidad que existe entre los datos y la media de cada indicador.

El valor medio anual del indicador Tiempo Medio Entre Fallas para los tractores Belarús-892, Belarús-510, T-150K y K-700 en el período de investigación tomó valores de $48,5 \pm 2,28$; $51,75 \pm 3,97$; $44,16 \pm 4,27$ y $40,33 \pm 3,37$ horas respectivamente.

El incumplimiento del plan de mantenimientos técnicos elaborado por la unidad, fue uno de los factores determinantes sobre los valores obtenidos para este indicador. Se observó que de un total 822 mantenimientos técnicos planificados (534 MT-1, 264 MT-2 y 24 MT-3) solo aparecen registrados en las órdenes de trabajo al taller un total 19 mantenimientos técnicos, todos MT-2. Esto representa solo el 2,31% del cumplimiento del plan.

La cifra anterior nos indica que los mantenimientos técnicos no se están ejecutando según lo planificado (lo cual influye decisivamente sobre la ocurrencia y frecuencia de aparición

de las fallas). En los casos en que los mantenimientos técnicos fueron realizados, se desconocen las operaciones tecnológicas ejecutadas y si estas se corresponden con las recomendadas por los fabricantes, dado que en las órdenes de trabajo no se reflejan las mismas.

Todo lo antes expresado nos señala que en la unidad los mantenimientos técnicos o no se realizan o no existe un debido control de estas actividades.

El valor medio anual del indicador Tiempo Medio Para la Reparación para los tractores Belarús-892, Belarús-510, T-150K y K-700 alcanzó valores de $13,66 \pm 0,76$; $13,33 \pm 0,65$; $15,16 \pm 0,60$ y $16,41 \pm 0,39$ horas respectivamente.

La falta de piezas de recambio y de insumos necesarios para la eliminación de las fallas constituyó uno de los factores que incidió sobre los altos valores obtenidos para este indicador, así como la carencia de medios de diagnóstico para detectar las fallas. También la insuficiente cantidad y variedad de herramientas manuales fue otro de los factores que incremento el tiempo dedicado a la eliminación de las fallas.

La Disponibilidad de Equipos para las marca de tractores Belarús-892, Belarús-510, T-150K y K-700 en el período de observación alcanzó valores medios anuales de 0,77; 0,79; 0,73 y 0,69 respectivamente. Estos valores se encuentran por debajo del valor recomendado ($\geq 0,80$) por la bibliografía especializada⁴, por lo que se consideran bajos, sobre todo para los tractores Belarús 892 y Belarús 510 los cuales no han arribado aun a los 7 años de explotación.

⁴ DAQUINTA, A.: Mantenimiento y Reparación de la Maquinaria Agrícola. Ed. Félix Varela, La Habana, 2008.

Las pérdidas de tiempo debido a las fallas en relación con el tiempo limpio total en que los tractores realizan el trabajo útil fueron como promedio de 23, 21, 27 y 39 % en los dos años observados respectivamente.

El indicador Costo para la Eliminación de las Fallas para los tractores Belarús-892, Belarús-510, T-150K y K-700 alcanzó valores medios anuales de $394,03 \pm 68,30$; $327,66 \pm 50,51$; $542,08 \pm 105,13$ y $641,16 \pm 75,01$ pesos respectivamente.

TABLA 3. Principales estadígrafos de los indicadores TMEF, TMPR, DISP y COEF

Estadígrafos	INDICADORES															
	Belarús-892				Belarús-510				T-150 K				K-700			
	TMEF	TMPR	DISP	COEF	TMEF	TMPR	DISP	COEF	TMEF	TMPR	DISP	COEF	TMEF	TMPR	DISP	COEF
Cantidad de datos	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Media	48,5	13,66	77,83	394,03	51,75	13,33	79,16	327,66	44,16	15,16	73	542,08	40,33	16,41	69,83	641,16
Varianza	62,81	6,96	19,60	55983,7	189,84	5,15	5,60	30620,8	219,42	4,33	49,27	132647	136,42	1,90	57,24	67523,4
Desviación Estándar	7,92	2,64	4,42	236,60	13,77	2,26	2,36	174,98	14,81	2,08	7,01	364,20	11,68	1,37	7,56	259,85
Error estándar	2,28	0,76	1,27	68,30	3,97	0,65	0,68	50,51	4,27	0,60	2,02	105,13	3,37	0,39	2,18	75,01
Mínimo	37	8	72	98	37	10	75	104	23	12	60	182	20	14	53	300
Máximo	65	17	87	897	79	19	84	580	65	19	84	1245	60	19	79	1065
Coefficiente de Variación	16,34	0,76	5,68	60,04	26,62	17,02	2,99	53,40	3,53	13,72	9,61	67,18	28,95	8,39	10,83	40,52

Propuestas y acciones para el perfeccionamiento de la gestión en la Unidad Empresarial de Base Integral de Servicios Técnicos de Artemisa

- Como parte de los resultados obtenidos se elaboró una propuesta de medidas con vista a perfeccionar la gestión en la UEBIST de la Empresa Agropecuaria de Artemisa, la cual se muestra a continuación:
- Planificar de manera estratégica la explotación de los medios mecanizados utilizando para ello el programa automatizado AnaExplo, teniendo en cuenta la demanda de los diferentes tipos de servicios a prestar. Esto permitirá obtener la información sobre carga de trabajo anual para las diferentes marcas de tractores en explotación, dato esencial para elaborar el plan anual de mantenimientos técnicos y reparaciones y determinar el volumen de los trabajos a realizar, del número de obreros necesarios y de las necesidades de piezas de recambio e insumos para cumplir en tiempo estas actividades.
- Dotar al personal técnico de la documentación técnica necesaria para la ejecución de los trabajos de mantenimientos técnicos y reparaciones (guías de mantenimiento técnicos, cartas de lubricación, tablas de periodicidad, etc.) y cumplir con lo establecido en dicha documentación, realizando las operaciones técnicas recomendadas para cada caso y en el tiempo establecido. Esto será una de las vías para aumentar la fiabilidad técnica de los equipos y disminuir el número de entradas de los mismos al taller por la ocurrencia de fallas.
- Dotar de los medios de diagnóstico técnico necesarios para los trabajos de mantenimiento técnicos y reparaciones. Esto posibilitará detectar con mayor seguridad y rapidez las causas de las fallas y disminuirá el tiempo de parada de los tractores durante el proceso de reparación o eliminación de las fallas.
- Elaborar y ejecutar de manera sistemática los planes para la superación y actualización técnica del personal directamente

vinculado al proceso productivo. Esto será un factor que asegurará la calidad de los trabajos.

- Se debe realizar un análisis de la plantilla en este taller en base a un estudio de carga y capacidad para cada puesto de trabajo según las funciones que se realizan, lo que permitirá determinar los trabajadores necesarios para desarrollar los diferentes procesos productivos que se realizan. Para ello se debe tener en cuenta los cálculos realizados y las disposiciones del Ministerio del Trabajo y Seguridad Social.
- Chequear sistemáticamente la información plasmada en los medios establecidos por el Minag para el control del trabajo de la maquinaria (órdenes de trabajo al taller, tarjetas de consumo de combustible y lubricantes, reporte diario de trabajo de la maquinaria), velando por su calidad y fiabilidad.
- Utilizar la información plasmada en los medios de control para evaluar el comportamiento del parque mecanizado durante su explotación y la efectividad de los trabajos de mantenimientos técnicos y reparaciones.
- Realizar un levantamiento de las máquinas herramientas, equipos tecnológicos, instrumentos de medición y herramientas manuales existentes en la unidad, definiendo para aquellos casos que lo ameriten, las posibles partes o piezas para la recuperación de su estado de capacidad de trabajo. En caso contrario, definir los que necesiten su total restitución.

CONCLUSIONES

- Los resultados de la aplicación de la metodología para evaluar la gestión del mantenimiento y la reparación en las condiciones particulares de la Unidad Empresarial de Base Integral de Servicios Técnicos de Artemisa demostró que los valores de los indicadores calculados se encuentran por debajo de los recomendados por la bibliografía especializada.
- Sobre la base de los resultados alcanzados, se elaboró una propuesta de medidas para el perfeccionamiento de la gestión del mantenimiento y la reparación en el área de estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFONSO, A.: *¿Cómo medir la gestión del mantenimiento en la empresa?*, [en línea] 2006. Disponible en: www.gestiopolis.com [Consulta: 8 de mayo 2012].
- AMENDOLA, L.: *Indicadores de confiabilidad, propulsores en la gestión del mantenimiento*. Universidad Politécnica Valencia España, [en línea] 2004. Disponible en: www.mantenimientomundial.com/[Consulta: 19 de marzo 2011].
- AZOY, C. A.: "Método para el cálculo de indicadores de mantenimiento", *Revista Ingeniería Agrícola*, ISSN: 2306-1545, E-ISSN: 2227-8761, 4(4): 45-49, 2014.
- CATALÁN, F.: *Metodologías y criterios de mantenibilidad aplicados a la organización y planificación del proceso de mantenimiento de equipo electrónico de impresión*, [en línea] 2007. Disponible en: biblioteca.usac.edu [Consulta: 10 de enero 2013].
- CHRISTENSEN, H. C.: *Curso Indicadores & Reportes para Mantenimiento y Producción*, [en línea] 2008. Disponible en: www.clubdemantenimiento.com.ar/[Consulta: febrero 2012].
- CHRISTENSEN, H. C.: "Indicadores de Mantenimiento", *Revista Club de Mantenimiento*, No. 17 (6): 4-5, [en línea] 2006. Disponible en: www.clubdemantenimiento.com.ar [Consulta: junio 2011].
- CHRISTENSEN, H. C.: "Indicadores de Mantenimiento", *Revista Club de Mantenimiento*, No. 18 (6): 8-9, [en línea] 2007. Disponible en: www.clubdemantenimiento.com.ar [Consulta: junio 2011].
- CRUZ, H. E., PÉREZ, N. E.: "Sistema de cálculo de indicadores para el mantenimiento", *Revista Club de Mantenimiento No. 6* [en línea] septiembre 2001, Disponible en: www.clubdemantenimiento.com.ar [Consulta: junio 2011].
- DAQUINTA, A.: *Mantenimiento y Reparación de la Maquinaria Agrícola*, Ed. Félix Varela, ISBN-959-258-811-2, La Habana, Cuba, 2008.
- DE GUSMÃO, C. A.: "Índices de Desempenho da Manutenção: Um Enfoque Prático", *Revista Manter No.4: 13-17*, [en línea] 2001, Disponible en: www.mantenimientomundial.com [Consulta: 10 de enero 2012].
- GALLI, L.: "La trampa de los indicadores", *Revista Énfasis Logística*. Edición No37, Julio, [en línea] 2003, Disponible en: www.enfasis.com [Consulta: 22 de septiembre 2009].
- GALVAO, M.: "El Ingeniero de Mantenimiento", *Revista Mantenimiento No 29* [en línea] 1998, Disponible en: www.mantencion.com [Consulta: 22 de septiembre 2009].
- TAVARES, A.: "Índices de mantenimiento", *Revista Manutencao y qualidade*, 19: 20-23, [en línea] 1998, Disponible en: www.confiabilidade.net [Consulta: 10 de enero 2015].
- TORRES, D. L.: *Mantenimiento. Su implementación y gestión*, [en línea] 2005, Disponible en: www.mantenimientomundial.com [Consulta: 10 de enero 2009].
- ZABISKI, D. E.: *Indicadores que no indican. Nota Técnica No110*, [en línea] 2006, Disponible en: www.cujae.edu.cu/centros/ceim [Consulta: 10 de Abril 2011].

Recibido: 22/06/2015.

Aprobado: 04/03/2016.

Andy Azoy Capote, Especialista, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, Carretera Fontanar Wajay, km 2½, Reparto Abel Santamaría, Boyeros, La Habana, Cuba. Teléfono (53-7) 6 94-1907, 694-1939; Correo electrónico: dptomecan7@iagric.cu

Manuel Fernández Sánchez, Correo electrónico: jdptomecan@iagric.cu

Liudmila Shkiliova, Correo electrónico: lshkiliova@utm.edu.ec

Nota: La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.