

**ARTÍCULO ORIGINAL**

# Adaptabilidad de la cosechadora de arroz Laverda 225 REV para las operaciones de Mantenimientos Técnicos

## *Adaptability of the Laverda 225 REV harvester machine for the technical maintenance operation*

Osmany Fernández Abreu<sup>1</sup> y Liudmila Shkiliova<sup>2</sup>

**RESUMEN.** Dentro de las cosechadoras que fueron introducidas en el Complejo Agroindustrial Arrocerero (CAI) “Los Palacios”, en el año 2008 se encuentra una cosechadora de arroz Laverda 225 REV de procedencia italiana. El objetivo de la presente investigación es determinar el nivel de adaptabilidad de la cosechadora Laverda 225 REV para los mantenimientos técnicos diario y MT-1, así como la comodidad de trabajo del personal durante su ejecución en las condiciones del CAI Arrocerero “Los Palacios”.

**Palabras clave:** cosechadora, fiabilidad, mantenimiento

**ABSTRACT.** Inside of the harvester machine that was introduce on the Rice Agroindustrial Complex “Los Palacios”, in the 2008 there are an rice harvester machine Laverda 225 REV come from Italy. The objective of the present research is determiner the level of adaptability of the harvester machine Laverda 225 REV for the daily technical maintenance and technical maintenance 1 (MT-1), besides the performance of work personal during his operating in the Rice Agrindustrial Complex “Los Palacios”.

**Keywords:** harvester machine, reability, maintenance

### INTRODUCCIÓN

El mantenimiento es un factor clave en el incremento de la productividad, al reducir el número de paradas, en la disminución de los costos y conseguir que las máquinas funcionen correctamente, según especificaciones. A su vez la ejecución de las operaciones de mantenimientos técnicos en gran medida depende de la adaptación de la máquina para ser mantenida, es decir de la mantenibilidad de la misma (Blanchard, 2006).

La mantenibilidad en un alto grado depende del diseño de las máquinas y consiste en la facilidad que la misma brinda para prevenir y descubrir las causas del surgimiento de las fallas y deterioros, así como la eliminación de sus consecuencias mediante la realización de los mantenimientos técnicos y las reparaciones. En cuanto menos tiempo se gasta en los trabajos

de mantenimiento y reparación, es más alto el nivel de mantenibilidad (Shkiliova, 2010).

La mantenibilidad de la técnica agrícola en gran medida depende del acceso a los puntos de mantenimiento, facilidad de desmontaje, intercambiabilidad de agregados y conjuntos; adaptación para el control y mediciones; la posibilidad de utilizar el equipamiento unificado para el mantenimiento y reparación, etc., aspectos que se desarrollan en el proceso de diseño y a los cuales no siempre se presta una adecuada atención

Para mantener el buen estado de capacidad de trabajo de las máquinas agrícolas, es imprescindible prestar una especial atención a los mantenimientos técnicos diarios y mantenimiento periódico (programado) MT-1. Estudios realizados indican que al efectuarse el mantenimiento técnico diario, en el tiempo establecido y todas las operaciones

**Recibido** 25/10/10, aprobado 30/01/12, trabajo 28/12, artículo original.

<sup>1</sup> Ing. Especialista, Complejo Agroindustrial Arrocerero “Los Palacios”

<sup>2</sup> Prof. Titular Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, CP: 32700, E-✉: liudmila@isch.edu.cu.

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.

previstas, el flujo de fallas de las máquinas disminuye en un 50%, en condiciones medias de explotación, lo cual posibilita la reducción de los gastos por conceptos de reparaciones y a la vez mano de obra (Shkiliova, 2010; Fernández y Shkiliova, 2006).

El diseño y la construcción de las cosechadoras de grano en los últimos años se han perfeccionado mucho, incluyendo la disminución de la gran cantidad de puntos de lubricación con difícil acceso y regulaciones, sin embargo todavía las cosechadoras modernas tienen una cantidad significativa de puntos a servir y de regulación. Hay que tener en cuenta, que la realización de las operaciones de engrase y regulación, según las reglas establecidas, pero en posiciones incómodas, influye negativamente a la salud de los obreros y disminuye la productividad de su trabajo.

Debido a esto, durante el diseño o perfeccionamiento de las máquinas nuevas es necesario tener en cuenta la ubicación racional de los puntos que necesitan el mantenimiento para prevenir las posiciones incómodas de trabajo de los obreros, que provocan cansancio, gasto de energía y aumentan el tiempo de trabajo (Shkiliova, 2010).

En condiciones de Cuba prácticamente no se han realizado las investigaciones sobre esta temática de gran importancia para el aseguramiento de la capacidad de trabajo de la maquinaria agrícola en general, y de las cosechadoras de arroz, en particular, en las condiciones reales de la producción. Teniendo en cuenta lo anterior, a partir del año 2009 en las condiciones del CAI Arrocero Los Palacios, se iniciaron las investigaciones sobre disponibilidad realizadas por Shkiliova *et al.* (2011), de las cosechadoras de arroz de diferentes modelos (New Holland L-520, L-624, L-626, TC-57 y Laverda 225 REV) de procedencia de Italia y de Brasil (Herrera, E; Shkiliova, L., 2010); (Shkiliova, L., *et al.* 2011). En el presente trabajo se exponen los resultados de la investigación sobre el nivel de la adaptabilidad de la cosechadora Laverda 225 REV para los mantenimientos técnicos diario y MT-1, así como la comodidad de trabajo del personal durante su ejecución en las condiciones del CAI Arrocero “Los Palacios”.

## MÉTODOS

La investigación experimental se realizó en la Unidad Empresarial de Base Integral de Servicios Técnicos (UE-BIST) perteneciente al CAI Arrocero “Los Palacios”, en la provincia de Pinar del Río, durante el periodo abril-mayo del año 2011. La recogida de la información primaria sobre el cumplimiento de los mantenimientos técnicos diarios y MT-1 y adaptabilidad de la cosechadora Laverda 225 REV para el mantenimiento y comodidad de trabajo del personal, se realizó en las condiciones de producción, en las primeras horas de la jornada laboral, de 8:00 a 10:00 a.m. Durante la investigación se aplicaron los métodos científicos de la observación, el cronometraje del tiempo de ejecución de las operaciones auxiliares y principales de mantenimientos técnicos y la entrevista con los operadores.

El nivel de la adaptabilidad para el servicio técnico se

determinó a través de cálculo de los indicadores cuantitativos de mantenibilidad que caracterizan la adaptación del diseño de las máquinas para las operaciones de mantenimientos técnicos, que son los siguientes (Ermolov, 1982):

**Coefficiente de comodidad de la posición:** relación de la cantidad total de posiciones cómodas durante la realización de los trabajos y la cantidad total de posiciones posibles.

$$KC^p = \frac{C^{pc}}{C^{TPP}} \quad (1)$$

donde:

$C^{pc}$ - cantidad de posiciones cómodas;

$C^{TPP}$ - cantidad total de posiciones posibles.

**Coefficiente de accesibilidad:** tiene en cuenta la laboriosidad total de las operaciones auxiliares (preparación de la máquina, trabajos del arme-desarme, etc.), que es necesario realizar durante la eliminación de las fallas y mantenimientos técnicos.

$$K_{AMT} = \frac{L^p_{MT}}{(L^p_{MT} + L^A_{AM})} \quad (2)$$

donde:

$L^p_{MT}$ -Laboriosidad de trabajos principales, hombre-h;

$L^A_{AM}$ -Laboriosidad de trabajos auxiliares, hombre-h.

Durante el análisis de este coeficiente hay que tener en cuenta que cada tipo de atención técnica que se realice en cada equipo tiene su laboriosidad. La laboriosidad se define como la norma de tiempo que establece el promedio de tiempo que se demora la realización de la actividad de servicio técnico por un obrero, teniendo en cuenta el desarrollo tecnológico alcanzado en los talleres tipo; se mide en hombre-horas. Esta norma se debe revisar cada cinco años.

La laboriosidad de los mantenimientos depende de diferentes factores, entre los cuales se puede destacar:

1. El diseño de los equipos.
2. El estado técnico de los equipos, su nivel tecnológico; instrumentos a utilizar.
3. La organización del proceso tecnológico de los mantenimientos técnicos.
4. La calificación y preparación del personal (Fernández, M., *et al.* 2011).

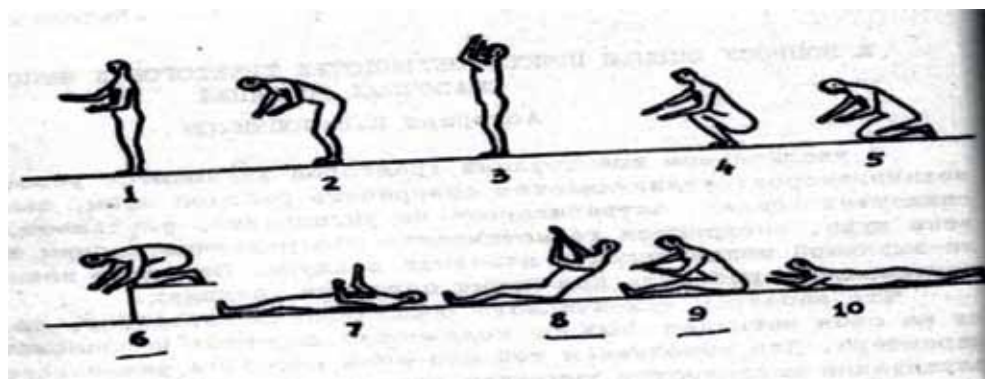
**Coefficiente de la tensión de trabajo durante las operaciones de lubricación ( $A_i$ ):** caracteriza en cuántas veces más se gasta la energía del obrero durante la realización de las operaciones de lubricación en una posición dada en comparación con la ejecución del mismo volumen del trabajo pero en la posición 1, que se considera más cómoda (Fig. 1). La máquina está más adaptada para los mantenimientos técnicos cuando su coeficiente ( $A_i$ ) se toma valor cercano a 1.

$$A_i = \sum A_{it} \cdot t_i / \sum t_i \quad (3)$$

donde:

$A_{it}$  - indicador de la tensión de las operaciones de lubricación en la posición i; se toma de la Tabla 1;

$t_i$  - tiempo de trabajo en la posición i, s.



Fuente: A. Kopchikov, 1980.  
 FIGURA 1. Posiciones principales de trabajo de los obreros durante los mantenimientos técnicos.

**TABLA 1. Indicadores de tensión de trabajo de los obreros en diferentes posiciones de trabajo**

Indicadores	Posiciones									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tiempo, s	7,0	9,0	10,7	10,3	8,5	13,6	10,8	12,3	10,6	10,5
Presión arterial, máx./min.	120/70	120/70	125/70	120/70	120/70	130/75	125/70	130/75	125/75	120/70
Frecuencia del pulso en min.	72	75	80	85	82	100	90	95	92	85
Gastos de energía, kcal/h	20	30	35	40	35	80	50	70	70	50
Indicador de la tensión de trabajo	1,0	1,5	1,75	2,0	1,75	4,0	2,5	3,5	2,5	2,0

Fuente: A. Kopchikov, 1980

**Coefficiente de peso de las unidades de ensamblaje (UE)**

**a desmontar:** Caracteriza la facilidad de desmontaje de la estructura de la máquina. Es la relación de la cantidad de las UE, el peso de los cuales no supera el valor límite establecido para un desmontaje manual y de las UE a desmontar durante la eliminación de las fallas, MT reparaciones que se realizan en el proceso de explotación.

En dependencia de la realización de uno u otro tipo del mantenimiento técnico programado, este coeficiente se determina o no. A menudo durante los mantenimiento técnico diario y MT-1 no es necesario realizar los trabajos de desmontaje de la estructura de la máquina y por tanto este coeficiente no se calcula.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El cálculo de los indicadores cuantitativos que caracterizan la adaptabilidad del diseño de las cosechadora de arroz Laverda 225 REV para las operaciones de mantenimientos técnicos diarios y MT-1, se realizó por las expresiones (1), (2) y (3), utilizando la información obtenida durante la observación, el cronometraje del tiempo de ejecución de las operaciones auxiliares y principales de mantenimientos técnicos y la entrevista con los operadores.

**Coefficiente de comodidad de la posición durante las operaciones de lubricación.**

El cálculo de este coeficiente se realiza por la expresión (1), basándose en la información asentada en la Tabla 2 sobre la cantidad de puntos a lubricar en cada posición.

**TABLA 2. Distribución de la cantidad de puntos lubricados en las determinadas posiciones en la cosechadora Laverda 225 REV**

Mttos	Posiciones										Total de puntos a lubricar	Total de puntos que se lubrican (observación)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
10 h	2											2	2
75 h	7	7	6	3	-	-	-					23	23
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>25</b>	<b>25</b>

Según la entrevista al operador, fue determinado que las posiciones más cómodas son las 1 y 2. Basándose en la información de la Tabla 2, obtenida mediante el método de observación, se calculó el coeficiente de comodidad de la posición durante las operaciones de lubricación  $KC_{lub}^p$ .

$$KC_{lub}^p = 16/25 = 0,64$$

El valor de este coeficiente es relativamente alto, ya que más de 60 % de las operaciones de lubricación se realizan en las posiciones muy cómoda y cómoda, lo que permite realizar las operaciones con calidad y abarcar un 100 % de los puntos de lubricación.

**Coefficiente de accesibilidad** durante las operaciones de mantenimientos técnicos diarios y MT-1, se calcula por la ecuación (2) y a partir de los datos de cronometraje de de la máquina. Los tiempos promedios de ejecución de las operaciones auxiliares y principales corresponden a las laboriosidades de las mismas, ya que se ejecutan por una persona en las condiciones tipo de producción.

En la Tabla 3 se brindan los valores de las laboriosidades de los trabajos auxiliar y principal de los mantenimientos técnicos diarios y MT-1.

**TABLA 3. Tiempos promedios de ejecución de las operaciones auxiliar y principal de mantenimientos y laboriosidad de las operaciones**

Equipos tiempos promedios	Tiempo promedio de ejecución, h		
	Operación auxiliar	Operación principal	
	Limpieza	Lubricación	Ajuste+regulaciones
Laverda 225 REV	0,30	0,37	0,38

Basándose en los datos de la Tabla 3, el coeficiente de accesibilidad es igual a:

$$K_{AMT} = (0,37 + 0,38)/(0,30 + 0,37 + 0,38) = 0,74$$

$$K_{AMT} = 0,74$$

Según las referencias bibliográficas de Ermolov (1982) y Topilin (1984), se considera un nivel de accesibilidad aceptable para estos tipos de mantenimientos técnicos, existiendo la posibilidad de su elevación mediante el mejoramiento de las herramientas de trabajo y preparación del personal.

**Coefficiente de la tensión de trabajo durante las operaciones de lubricación (A<sub>t</sub>)** se calcula por la expresión (3) a partir del cronometraje del tiempo realización de las operaciones de lubricación en una posición dada y la determinación de su valor promedio para cada posición, así como del valor del indicador A<sub>ii</sub> de la tensión de las operaciones de lubricación en la posición i; (Tabla 4)

$$A_t = (1 \cdot 3,81 + 1,5 \cdot 4,04 + 1,75 \cdot 3,98 + 2 \cdot 5,04)/(3,81 + 4,04 + 3,98 + 5,04) = 26,92/16,87 = 1,6$$

$$A_t = 1,6$$

**TABLA 4. Tiempos promedios de ejecución de las operaciones de lubricación e indicadores de tensión de trabajo de los obreros en diferentes posiciones de trabajo**

Indicadores	Posiciones									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Laverda 225 REV Tiempo, t <sub>i</sub> , s	3,81	4,04	3,98	5,04	-	-	-	-	-	-
Indicador de la tensión de trabajo, A <sub>ii</sub>	1,0	1,5	1,75	2,0	-	-	-	-	-	-

La máquina está más adaptada para los mantenimientos técnicos cuando su coeficiente (A<sub>t</sub>) se toma valor cercano a 1. En caso de la cosechadora de arroz Laverda 225 REV en las condiciones reales de producción de la UEB IST el coeficiente de la tensión de trabajo durante las operaciones de lubricación A<sub>t</sub> = 1,6 se encuentra entre niveles alto (1,0) y medio (2,0), en lo que incide la ubicación de los puntos de lubricación, pero principalmente las herramientas de trabajo.

A continuación se muestra en la Tabla 5 el resumen del cálculo de los distintos coeficientes para la cosechadora Laverda 225 REV.

**TABLA 5. Resumen del cálculo de los coeficientes en la cosechadora Laverda 225 REV**

Coefficiente	Valor de los coeficientes de la cosechadora Laverda 225 REV
K <sup>p</sup> <sub>lub.</sub>	0,64- relativamente alto
K <sub>AMT</sub>	0,74 -aceptable
A <sub>t</sub>	1,6-relativamente alto

El análisis de los resultados de la investigación sobre la determinación del nivel de adaptabilidad de la cosechadora Laverda 225 REV para los mantenimientos técnicos diario y MT-1, así como la comodidad de trabajo del personal durante su ejecución en las condiciones del CAI Arroceros “Los Palacios”, permite concluir que el diseño de la cosechadora permite alcanzar un alto nivel de adaptabilidad y comodidad de trabajo para dichos mantenimientos, que en las condiciones reales de la producción disminuye principalmente a causa de no disponer de las herramientas de trabajo mas adecuadas.

### CONCLUSIONES

- En las condiciones de producción se pudo observar que el operador de la cosechadora Laverda 225 REV cumple rigurosamente con la periodicidad de los mantenimientos técnicos y atiende el 100% de los puntos de lubricación.
- El coeficiente de comodidad de la posición durante las operaciones de lubricación K<sup>p</sup><sub>lub.</sub> en la Laverda 225 REV es de

0,64. El valor de este coeficiente es relativamente alto, ya que más de 60 % de las operaciones de lubricación se realizan en las posiciones muy cómoda y cómoda.

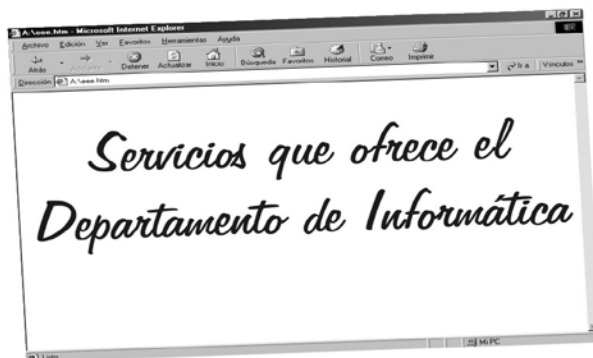
- El coeficiente de accesibilidad en la Laverda 225 REV es de 0,74 y se considera un nivel aceptable para estos tipos de mantenimientos técnicos, existiendo la posibilidad de su elevación mediante el mejoramiento de las herramientas de trabajo.

- El coeficiente de la tensión de trabajo durante las operaciones de lubricación en la Laverda 225 REV es de 1,6, posee un nivel relativamente alto, en lo que incide en parte la ubicación de los puntos de lubricación y principalmente las herramientas de trabajo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BLANCHARD, S.: *Ingeniería logística. Monografías de ingeniería de sistemas. Cuarta edición. [en línea] Madrid, España, Disponible en: [www.freelibros.com/2008/09/ingenieria-logistica.html](http://www.freelibros.com/2008/09/ingenieria-logistica.html). [Consulta: 10 de dic. 2008].*
2. ERMOLOV, L: *Fundamentos de la fiabilidad de la técnica agrícola*, 271pp., Ed. "Kolos", Moscú, 1980.
3. FERNÁNDEZ, M. Y L. SHKILIOVA: "Los servicios técnicos y los medios de producción en un taller de empresa agropecuaria. Su estado actual e incidencia sobre los indicadores de mantenimiento", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 15(ESP): 72-76, 2006.
4. FERNÁNDEZ, S. M.; L. SHKILIOVA y J. SUÁREZ: *Talleres y Asistencia Técnica*, 91pp., Libro ISBN 978-959-285-014-9, Ediciones MINAG. La Habana, Cuba, 2011.
5. HERRERA, E. Y L. SHKILIOVA: Base metodológica para el cálculo de mantenibilidad de las cosechadoras de arroz en las condiciones del CAI "Los Palacios", En: **V Conferencia de Ingeniería Agrícola de La Habana, AgrIng'2010**, CD-ROM ISBN 978-959-16-1214-42010, La Habana, 2010.
6. KOPCHIKOV, A.: *Informes MIISP*, tomo VIII, vol. 4. Moscú. Rusia, 1980.
7. SHKILIOVA, L.: Diseño y mantenibilidad de la maquinaria agrícola. Autora. En: **V Conferencia de Ingeniería Agrícola de La Habana, AgrIng'2010**, CD-ROM ISBN 978-959-16-1214-42010, La Habana, 2010.
8. SHKILIOVA, L.; O. FERNÁNDEZ y Y. MARTÍNEZ: Determinación de los indicadores que caracterizan la adaptabilidad del diseño de las cosechadoras de arroz New Holland TC-57 para los mantenimientos técnicos. CD-ROM En: **Congreso Internacional de las Ciencias Agropecuarias "Agrociencias'2011", en marco del evento AgrIng'2011**, ISBN 978-959-16-1367-7. Cuba, 2011.
9. SHKILIOVA, L.; Y. RIBET Y C. GONZÁLEZ: "Disponibilidad de las cosechadoras de arroz New Holland TC-57 durante el periodo de garantía en las condiciones del Complejo Agroindustrial Arrocerero "Los Palacios" *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 20(4): 63-68, 2011.
10. TOPILIN, G. Y V. ZABRODSKII: *Capacidad de trabajo de tractores*, 303pp., Ed. "Kolos", Moscú, 1984.

# Universidad Agraria de La Habana



## Diseño y montaje de Proyectos de Redes

## Diseño y montaje de Proyectos de Informática Educativa

*Cursos*

Diseño de Páginas WEB  
Programación bajo ambiente WEB  
Programación bajo ambiente Windows  
Sistema de información geográfica  
Diseño de multimedias  
Teleclases

*Para mayor información:* E\_mail: [dmedina@isch.edu.cu](mailto:dmedina@isch.edu.cu)