



Ciencias Holguín
ISSN: 1027-2127
revista@cigetholguin.cu
Centro de Información y Gestión Tecnológica de
Holguín
Cuba

La mejora de la productividad del trabajo en entidades de mantenimiento automotor

Martínez-Vivar, Rodobaldo; Sánchez-Rodríguez, Alexander; Infante-Díaz, Yailin; Fernández-Ochoa, Yandi

La mejora de la productividad del trabajo en entidades de mantenimiento automotor

Ciencias Holguín, vol. 25, núm. 2, 2019

Centro de Información y Gestión Tecnológica de Holguín, Cuba

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181559111005>

Esta licencia permite a otros entremezclar, ajustar y construir a partir de su obra con fines no comerciales, y aunque en sus nuevas creaciones deban reconocerle su autoría y no puedan ser utilizadas de manera comercial, no tienen que estar bajo una licencia con los mismos términos.



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

La mejora de la productividad del trabajo en entidades de mantenimiento automotor

The improvement of work productivity in automotive maintenance entities

Rodolfo Martínez-Vivar 1
Universidad UTE, Ecuador
rodolfo.martinez@ute.edu.ec

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181559111005>

Alexander Sánchez-Rodríguez 2
Universidad UTE, Ecuador
alexander.sanchez@ute.edu.ec

Yailin Infante-Díaz 3
Universidad UTE, Ecuador

Yandi Fernández-Ochoa 4
Universidad UTE, Ecuador
yandi.fernandez@ute.edu.ec

Recepción: 16 Noviembre 2018
Aprobación: 21 Febrero 2019
Publicación: 30 Abril 2019

RESUMEN:

El objetivo de la presente investigación radica en desarrollar un procedimiento integral, con un enfoque holístico, que permita la mejora de la productividad en el trabajo en el objeto de estudio práctico, a través de las herramientas de la organización científica del trabajo. Entre los principales resultados se puede destacar que la reparación de aire acondicionado de vehículos posee una ineficiente capacidad de reacción, al tiempo que su capacidad limitante oscila alrededor de ocho vehículos diarios. Lo cual, posterior a las mejoras implementadas de orden extensivo, se logró el aumento de las capacidades instaladas, pudiéndose aumentar la capacidad del servicio en diez vehículos al día, todo lo cual contribuyó con un aumento del 100% de la productividad.

PALABRAS CLAVE: Organización del trabajo, Productividad, Mantenimiento automotriz, Reservas productivas.

ABSTRACT:

The objective of this research is to develop an integral procedure with a holistic approach which allows the improvement of productivity at work in the object of practical study through the tools of the scientific organization of work. Among the main

NOTAS DE AUTOR

- 1 DrC. Rodolfo Martínez Vivar, rodolfo.martinez@ute.edu.ec. Ingeniero Industrial, Doctor en Ciencias Técnicas (PhD) por la Universidad de Holguín, Cuba. Profesor Titular en la Facultad de Ciencias Económicas y Negocios, Universidad Tecnológica Equinoccial, sede Santo Domingo, Ecuador. Su labor profesional se ha desarrollado durante más de 12 años en labores de consultoría y docencia en diversas materias relacionadas con las ciencias empresariales, como Gestión de Talento Humano, Logística y Gestión de Operaciones. Cuenta con al menos 40 publicaciones indexadas.
- 2 DrC. Alexander Sánchez Rodríguez, alexander.sanchez@ute.edu.ec. Ingeniero Industrial, Doctor en Ciencias Empresariales (PhD) por la Universidad de Valladolid, España. Profesor Titular en la Facultad de Ciencias Económicas y Negocios, Universidad Tecnológica Equinoccial, sede Santo Domingo, Ecuador. Su labor profesional se ha desarrollado durante 20 años en labores de consultoría y docencia en diversas materias relacionadas con las ciencias empresariales, como Gestión de la Talento Humano y Calidad. Cuenta con al menos 30 publicaciones indexadas.
- 3 MSc. Yailin Infante Díaz: Ingeniero Industrial, y Máster en Comercio por la Universidad de Holguín. Temas de investigación vinculados con: La gestión comercial, gestión de recursos humanos y gestión de la calidad. Con más de 5 años de experiencia en la docencia y más de 10 como gerente en varios establecimientos.
- 4 MSc. Yandi Fernández Ochoa, yandi.fernandez@ute.edu.ec. Graduado de Ingeniería Informática y Máster en Matemática Aplicada e Informática para la Administración por la Universidad de Holguín, Cuba. Profesor titular en la Facultad de Ingeniería e Industrias de la Universidad UTE, sede Santo Domingo. Su labor profesional se ha desarrollado durante más de 12 años en labores de docencia en diversas materias relacionadas con las Matemáticas y la Informática. Ha publicado varios artículos en revistas indexadas.

results it can be highlighted that the repair of air conditioning of vehicles has an inefficient reaction capacity, while its limiting capacity oscillates around eight vehicles per day. After the implemented improvements of extensive order, the increase of the installed capacities was achieved, being able to increase the capacity of the service to ten vehicles a day, all of which contributed with an increase of 100% of the productivity.

KEYWORDS: Organization of work, Productivity, Automotive maintenance, Productive reserves.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, a partir de la elevada agresividad de los mercados, ha determinado la necesidad de estudiar a profundidad las vías que contribuyan con la optimización de los recursos, tanto humanos, tecnológicos como financieros y con ello permitir incrementar los niveles de productividad, (De Miguel Guzmán, 2006; Gonzáles Álvarez, 2012; Martínez Vivar, Sánchez Rodríguez, García Vidal, & Pérez Campdesuñer, 2016; Maynard, 1985; Lao León, Vega de la Cruz, Marrero Delgado & Pérez Pravia, 2017; Salvendy, 2007), se observa esta cualidad, como la capacidad que tienen los procesos de mejorar ininterrumpidamente (Martínez Vivar, Sánchez Rodríguez, Marrero Fornaris, Pérez Campdesuñer, & García Vidal, 2018).

La afirmación anterior, determina la importancia para sobrevivir en los mercados, de estudiar con seriedad científica aquellas herramientas que contribuyan con la mejora de los indicadores productivos, máxime si estas mejoras se observan asociadas a bajos costos económicos de implementación (Martínez Vivar, Sánchez Rodríguez, Pérez Campdesuñer, & García Vidal (2018).

La organización del trabajo (OT), constituye un subsistema complejo, cuya meta esencial es la adecuación del hombre al trabajo y como consecuencia el mejoramiento productivo. Este subsistema ha sido objeto de estudio de diversos autores, entre los que se destacan: Marsán Castellanos y otros (1987), Maynard (1996), Niebel (1997), Nieves Julbe (2006), De Miguel Guzmán (2006), Martínez Vivar (2013), Sánchez Rodríguez, Marrero Fornaris, Pérez Campdesuñer, & García Vidal (2018) y Deshmukh (2014), quienes entre otros, han desarrollado guías de acción para conducir estudios sobre la temática, destacándose de modo general, la carencia al menos de modo explícito, de la integración de las diferentes herramientas de la OT que contribuyan con el mejoramiento de los indicadores de productividad. Aspectos que, en este material, se intentarán abordar, como parte del objetivo de desarrollo de esta investigación.

En la literatura contemporánea se exhibe una variada cantidad de enfoques sobre la organización del trabajo (OT), se destacan autores como Marsán Castellanos y otros (1987), Maynard (1996) y Niebel (1997), los que, fundamentalmente se orientan hacia la organización científica del trabajo; contribuyendo al cimiento para los estudios posteriores sobre la temática.

Con el objetivo de analizar el estado del arte sobre los diferentes enfoques consultados sobre la OT, en lo adelante, se construye para la comparación de los mismos, una matriz de datos, en función de las variables identificadas por el autor como necesarias para un estudio de OT, procesándose de esta manera la información y efectuándose un análisis de Conglomerado Jerárquico.

El dendrograma resultado del análisis desarrollado, Figura 1, es la consecuencia del análisis con un corte en el nivel 20, donde se muestra la presencia de dos grandes grupos: el primero, integrado por autores como: Marzán (1987), Bustillo (1994), Puchol (1994), Quiñones (2011); los que presentan sus propuestas en la última década del pasado siglo e inicios de esta, se acentúa en sus aportes un enfoque más metodológico y filosófico que técnico, sin lograr la suficiente profundización en el cómo actuar.

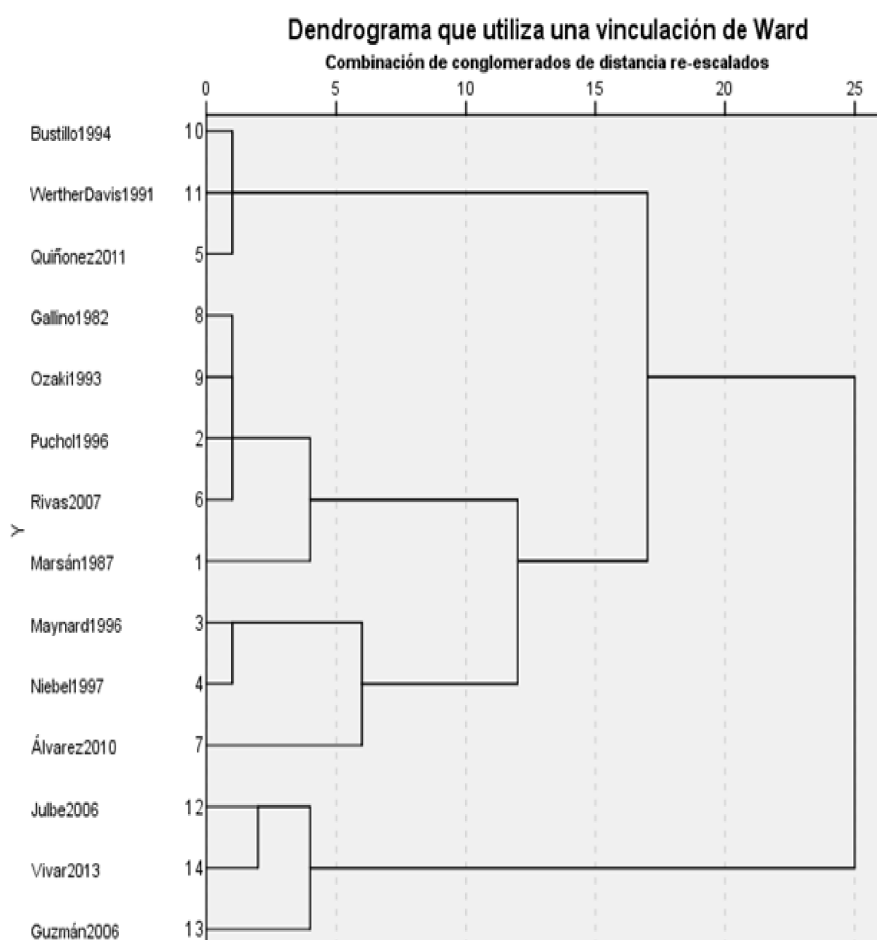


FIGURA 1.
Dendrograma que utiliza una vinculación de Ward

Al tiempo que la profundidad de las variables tratadas varía entre ellos. De igual manera se destaca Marsán Castellanos et al. (1987), Maynard (1996) y Niebel (1997) un carácter marcadamente cuantitativo, se ofrece un amplio conjunto de técnicas para el desarrollo de este proceso, obviándose los elementos cualitativos con una visión operativa que limita los análisis desde lo estratégico y su control.

El segundo grupo contempla a los autores Álvarez Díaz (2010), Nieves Julbe (2006), De Miguel Guzmán (2006), Martínez Vivar (2013); propuestas más acercadas a la integración de los elementos evaluados, se incorpora un detallado carácter metodológico e integral en sus propuestas fundamentalmente desarrollado por Nieves Julbe (2006), de igual manera se destaca un adecuado enfoque de procesos para los análisis que se desarrollan, al tiempo que el enfoque sistémico y estratégico matizan como elementos fundamentales en sus propuestas.

Los aspectos anteriores matizan los elementos tanto positivos como negativos de los enfoques consultados, observándose en su generalidad, la necesidad de contar con un procedimiento que contribuya con la integración de las herramientas de OT, que permita la optimización de los indicadores de productividad empresariales

MATERIALES Y MÉTODOS

A partir de los análisis realizados como parte de los aspectos teóricos anteriores, se propone el siguiente procedimiento general para la mejora de la productividad del trabajo en entidades de mantenimiento automotor.

- I. **Fase 1. Preparación inicial.** Tiene como objetivo garantizar la participación y colaboración de la alta dirección y trabajadores, en las diferentes tareas a desarrollar.
- II. **Fase 2.** Análisis de los elementos de organización del trabajo. Su objetivo es diagnosticar los elementos de organización del trabajo. Para realizar el diagnóstico de la organización del trabajo, se decide por el grupo de expertos, a cuál o cuáles procesos deben ser estudiados. Se recomienda iniciar el estudio de los procesos claves, ya que son los que determinan el cumplimiento de los objetivos organizacionales.
- III. **Fase 3.** Ajuste de las medidas técnico organizativo para la mejora de los elementos de organización del trabajo en el proceso seleccionado. Cuyo objetivo radica en desarrollar las medidas que garanticen el aprovechamiento de los incrementos productivos en el proceso objeto de estudio.

RESULTADOS

Fase 1. Preparación inicial

En esta fase se prepararon las condiciones para el desarrollo práctico de la investigación, lográndose la selección del equipo de trabajo, la capacitación y la comunicación de las acciones a desarrollar a las áreas implicadas.

Paso 1. Selección del equipo de trabajo. - Acorde con el carácter de la investigación a desarrollar, así como también la necesidad informativa para el desarrollo del estudio, se decidió seleccionar como parte del equipo de trabajo a: gerente, responsable de talento humano y responsable del área de producción. Con los cuales se sostuvieron varios encuentros para explicar las intenciones del estudio y las técnicas a emplear.

Paso 2. Capacitación del equipo de trabajo. - De conjunto con el equipo de trabajo seleccionado, se desarrollaron dos talleres de capacitación, con el objetivo de explicar el procedimiento a utilizar y su utilidad práctica, así como los posibles resultados a alcanzar.

Paso 3. Comunicar a los trabajadores el desarrollo del estudio.- Después de la conformación el equipo de trabajo se procedió a informar sobre la realización del estudio a las áreas productivas de la imprenta, lo cual se lo realizó a través de una socialización en una reunión general con los trabajadores, de esta manera se pretende que todos los miembros de la organización sean partícipes de la investigación y puedan aportar ideas para el mejoramiento de problemas existentes y dar posibles soluciones a los mismos.

Fase 2. Análisis de los elementos de organización del trabajo

Paso 1. Identificación y descripción de los procesos operativos que se desarrollan. Para la identificación de los procesos operativos que se desarrollan, se revisaron los documentos normativos por los cuales se rige la empresa para su desempeño, así como las descripciones de procesos actuales.

- **Instalación de aire acondicionado automotriz.** Se prepara un día antes los accesorios e implementos que se necesitan para la instalación, una vez que el vehículo ingresa a la empresa se realiza una orden de recepción y se verifica las condiciones del vehículo en las que ingresa incluidos los datos del cliente. Se procede a la instalación que durara siete horas. Al finalizar se realizan las pruebas necesarias.
- **Mantenimiento de aire acondicionado automotriz.** Ingresado el vehículo se realiza una orden de recepción del estado del vehículo incluyendo los datos del cliente, se procede al mantenimiento

que durara entre 3 horas incluyendo limpieza en la parte interna y externa del sistema de aire acondicionado y también un control de frío y presión.

- **Reparación de aire acondicionado automotriz.** Se realiza una orden de recepción del estado en el que ingresa el vehículo. Antes de iniciar la reparación se revisa e inspecciona que tipo de reparación es necesario realizar y si se encuentran en stock los accesorios a cambiar, luego de realizada la reparación se hacen pruebas de control de fuga, presiones y frío. La reparación puede durar 2.5 horas.

Paso 2. Selección del servicio a estudiar. Para la selección del o los procesos u operaciones a analizar se debe tener presente, la identificación del aporte de valor al producto o servicio final, la incidencia en los indicadores de productividad del trabajo, entre otros elementos que determinen la necesidad de orientar los esfuerzos hacia la solución de determinado problema que incida en significativa medida en los resultados. De manera general se debe analizar lo siguiente:

Capacidad de reacción (Tr): Asegurar en un plazo (cada vez menor), la producción que se demanda en los surtidos, volumen, calidad y costos que exigen.

$\bar{X}$: Media de las observaciones.

σ : Desviación típica de las observaciones.

Entonces, para evaluar el indicador basado en el tiempo medio de reacción utilizamos la siguiente formula:

$$Tr = \bar{X} + \sigma$$

Donde: $\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$ es el plazo promedio de entrega, y; $\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$ es la desviación típica del plazo promedio de entrega.

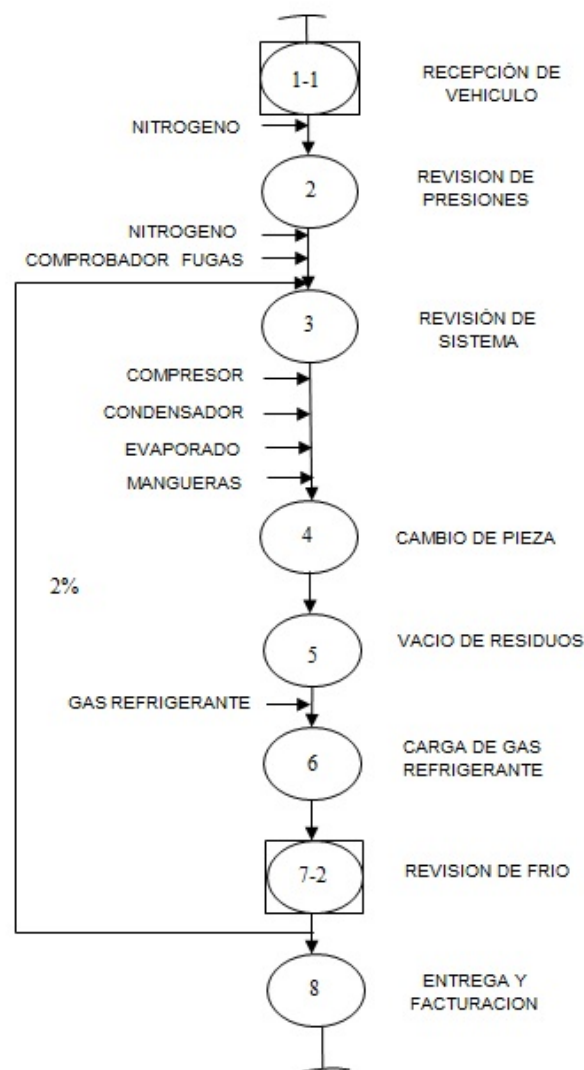


FIGURA 2.
Flujograma OTIDA del proceso de servicio seleccionado

Plan del servicio: Para cada servicio se ha asignado un tiempo plan de entrega del vehículo, los cuales son los siguientes:

- Servicio de instalación de aire acondicionado automotriz, tiempo plan 7 horas. El resultado calculado de fue de 6,36 horas y como es < 7 horas, se puede plantear que existe una adecuada capacidad de reacción para este servicio.
- Servicio de reparación de aire acondicionado automotriz, tiempo plan 3 horas. La evaluación de este servicio obtuvo un valor de 3,46 horas, observándose superior al planificado de 3 horas, por lo cual existe una baja capacidad de reacción, por lo tanto se incumple el plan de tiempo programado de la reparación de aire acondicionado para vehículo.
- Servicio de mantenimiento de aire acondicionado automotriz, tiempo plan 2,3 horas. Para el servicio de mantenimiento se obtuvo un Tr de 1,74 horas lo cual evidencia una buena capacidad de reacción.

Los análisis anteriores, sugieren la necesidad de estudiar el servicio de reparación de aire acondicionado automotriz, dada su baja capacidad de reacción para responder ante las necesidades de los clientes.

Paso 3. Descripción del servicio seleccionado. En la figura 2 se muestra el diagrama OTIDA del servicio seleccionado. El diagrama OTIDA que anteriormente se explicita, además de contribuir con el entendimiento del desarrollo del flujo de servicio del taller, permite realizar los siguientes análisis de carga capacidad del sistema.

La determinación de las capacidades productivas se realizó para cada una de las operaciones y utilizando las siguientes fórmulas:

$$Cu = \frac{Vh}{\text{min-op}} * \frac{\text{min}}{d} * \text{MOI} \quad y \quad CT = \frac{Vh}{d-\text{op}} * N^{\circ}\text{op}$$

Donde:

CU = Capacidad unitaria;

CT = Capacidad total;

OP = Operación;

N°op = Número de operario;

Vh = Vehículos;

D = Día;

min = Minutos.

$$\begin{aligned} \text{Operación 1: } Cu_{op1} &= \frac{1 Vh}{10\text{min-op}} * \frac{450 \text{ min}}{1d} * 0,85 = 38 \quad y \quad CT_{op1} = \frac{38Vh}{d-\text{op}} * 1\text{op} = 38 \\ \text{Operación 2: } Cu_{op2} &= \frac{1 Vh}{10\text{min-op}} * \frac{450 \text{ min}}{1d} * 0,85 = 38 \quad y \quad CT_{op2} = \frac{38Vh}{d-\text{op}} * 1\text{op} = 38 \\ \text{Operación 3: } Cu_{op3} &= \frac{1 Vh}{30\text{min-op}} * \frac{450 \text{ min}}{1d} * 0,85 = 13 \quad y \quad CT_{op3} = \frac{13Vh}{d-\text{op}} * 1\text{op} = 13 \\ \text{Operación 4: } Cu_{op4} &= \frac{1 Vh}{45\text{min-op}} * \frac{450 \text{ min}}{1d} * 0,85 = 9 \quad y \quad CT_{op4} = \frac{9Vh}{d-\text{op}} * 1\text{op} = 9 \\ \text{Operación 5: } Cu_{op5} &= \frac{1 Vh}{30\text{min-op}} * \frac{450 \text{ min}}{1d} * 0,85 = 13 \quad y \quad CT_{op5} = \frac{13Vh}{d-\text{op}} * 1\text{op} = 13 \\ \text{Operación 6: } Cu_{op6} &= \frac{1 Vh}{30\text{min-op}} * \frac{450 \text{ min}}{1d} * 0,85 = 13 \quad y \quad CT_{op6} = \frac{13Vh}{d-\text{op}} * 1\text{op} = 13 \\ \text{Operación 7: } Cu_{op7} &= \frac{1 Vh}{10\text{min-op}} * \frac{450 \text{ min}}{1d} * 0,85 = 40 \quad y \quad CT_{op7} = \frac{40Vh}{d-\text{op}} * 1\text{op} = 40 \\ \text{Operación 8: } Cu_{op8} &= \frac{1 Vh}{8\text{min-op}} * \frac{450 \text{ min}}{1d} * 0,85 = 48 \quad y \quad CT_{op8} = \frac{48Vh}{d-\text{op}} * 1\text{op} = 48 \end{aligned}$$

La modelación matemática de las cargas de trabajo se realizó como se detalla a continuación:

$$Q_1 = Q_2 \text{ o } Q_1 = \text{Nitrógeno}$$

$$Q_3 = Q_2 + 2\%Q_7 \text{ o } Q_3 = \text{Nitrógeno} + 2\%Q_7$$

$$\text{o } Q_3 = \text{Comprobador de fugas} + 2\%Q_7$$

$$Q_4 = Q_3 \text{ o } Q_4 = \text{Compresor} \text{ o } Q_4 = \text{Condensador} \text{ o } Q_4 = \text{Evaporador} \text{ o } Q_4 = \text{Mangueras}$$

$$Q_5 = Q_4$$

$$Q_6 = Q_5 \text{ o } Q_6 = \text{Gas refrigerante}$$

$$\text{Si } Q_7 = Q_6; \text{ entonces: } Q_7 = Q_3 \quad Q_3 = Q_2 + 2\% Q_3 \quad Q_3 = \frac{Q_2}{0.98}$$

$$Q_3 = \frac{\text{Nitrógeno}}{0.98} \quad Q_3 = \frac{\text{Comprobador de fuga}}{0.98}$$

$$Q_8 = Q_7 - 2\% Q_7$$

$$Q_8 = 0.98 * Q_7$$

Luego de determinadas las capacidades del sistema y modeladas matemáticamente las cargas de trabajo, se procede al ajuste a la capacidad limitante:

$$CL=CT_4=Q_4=9 \text{ vehículos/mes.}$$

TABLA 1.
Ajuste a capacidad limitante.

Nº	Operación	Q (vehículos/mes)	</>	CT (vehículos/mes)	Criterio
1	$Q_5 = 9$	9 vehículos/mes	<	13	Subutilizada
2	$Q_6 = 9$	9 vehículos/mes	<	13	Subutilizada
3	$Q_7 = 9$	9 vehículos/mes	<	40	Subutilizada
4	$Q_8 = 9 * 0,98$	8,82 vehículos/mes	<	48	Subutilizada

Fase 3. Ajuste de las medidas técnico organizativo para la mejora de los elementos de organización del trabajo en el proceso seleccionado

Según el análisis anterior, se puede plantear que la capacidad productiva del taller, de acuerdo con el ajuste a la capacidad limitante es de 8 reparaciones diarias. En lo adelante, y en consecuencia con la demanda del taller, se procede con la implementación del plan de reparación de aire acondicionado de vehículos, el cual se estableció en 10 vehículos al día.

Después de ajustar las medidas técnico organizativas se procedió a recalcular la capacidad productiva con un muestreo de 0,90.

$$\begin{aligned}
\text{Operación 1: } Cu_{op1} &= \frac{1 \text{ Vh}}{10 \text{ min-Op}} * \frac{450 \text{ min}}{1 \text{ d}} * 0,90 = 41 \quad y \quad CT_{op1} = \frac{41 \text{ Vh}}{d-Op} * 10p = 41 \\
\text{Operación 2: } Cu_{op2} &= \frac{1 \text{ Vh}}{10 \text{ min-Op}} * \frac{450 \text{ min}}{1 \text{ d}} * 0,90 = 41 \quad y \quad CT_{op2} = \frac{41 \text{ Vh}}{d-Op} * 10p = 41 \\
\text{Operación 3: } Cu_{op3} &= \frac{1 \text{ Vh}}{30 \text{ min-Op}} * \frac{450 \text{ min}}{1 \text{ d}} * 0,90 = 41 \quad y \quad CT_{op3} = \frac{14 \text{ Vh}}{d-Op} * 10p = 41 \\
\text{Operación 4: } Cu_{op4} &= \frac{1 \text{ Vh}}{45 \text{ min-Op}} * \frac{450 \text{ min}}{1 \text{ d}} * 0,90 = 9 \quad y \quad CT_{op4} = \frac{9 \text{ Vh}}{d-Op} * 10p = 9 \\
\text{Operación 5: } Cu_{op5} &= \frac{1 \text{ Vh}}{30 \text{ min-Op}} * \frac{450 \text{ min}}{1 \text{ d}} * 0,90 = 14 \quad y \quad CT_{op5} = \frac{14 \text{ Vh}}{d-Op} * 10p = 14 \\
\text{Operación 6: } Cu_{op6} &= \frac{1 \text{ Vh}}{30 \text{ min-Op}} * \frac{450 \text{ min}}{1 \text{ d}} * 0,90 = 14 \quad y \quad CT_{op6} = \frac{14 \text{ Vh}}{d-Op} * 10p = 14 \\
\text{Operación 7: } Cu_{op7} &= \frac{1 \text{ Vh}}{10 \text{ min-Op}} * \frac{450 \text{ min}}{1 \text{ d}} * 0,90 = 41 \quad y \quad CT_{op7} = \frac{41 \text{ Vh}}{d-Op} * 10p = 41 \\
\text{Operación 8: } Cu_{op8} &= \frac{1 \text{ Vh}}{8 \text{ min-Op}} * \frac{450 \text{ min}}{1 \text{ d}} * 0,90 = 51 \quad y \quad CT_{op8} = \frac{51 \text{ Vh}}{d-Op} * 10p = 51
\end{aligned}$$

Tabla 2.

Nº	Operación	Q (vehículos/día)	</>	CT (vehículos/mes)	Criterio
1	$Q_8 = 10$	10 vehículos/día	<	51	Subutilizada
2	$Q_7 = 10/0,98$	10,2 vehículos/día	<	41	Subutilizada
3	$Q_6 = 10/0,98$	10,2 vehículos/día	<	14	Subutilizada
4	$Q_5 = 10/0,98$	10,2 vehículos/día	<	14	Subutilizada
5	$Q_4 = 10/0,98$	10,2 vehículos/día	>	9	Cuello de botella
6	$Q_3 = 10/0,98$	10,2 vehículos/día	<	41	Subutilizada
7	$Q_2 = 10,2 - 0,2$	10,18 vehículos/día	<	41	Subutilizada
8	$Q_1 = 10,2 - 0,2$	10,18 vehículos/día	<	41	Subutilizada

Implementación del plan de reparación de aire acondicionado de vehículos.

De acuerdo con las nuevas exigencias productivas, se procedió a la determinación de los recursos materiales necesarios, como se describe a continuación:

Nitrógeno:

$$Ni_{op2} = 10,18 \text{ vehículo/día} * 200 \text{ lb} = 2036 \text{ lb/día}$$

$$Ni_{op3} = 10,20 \text{ vehículo/día} * 200 \text{ lb/vehículo} = 2040 \text{ lb/día}$$

Se utilizaría un total de 4076 libras de Nitrógeno en el día.

Comprobador de fugas:

$$CF_{op3} = 10,20 \text{ vehículo/día} * 0,5 \text{ onzas/vehículo} = 5,1 \text{ onzas/día}$$

Se utilizará un total de 5,1 onzas de comprobador de fugas en el día en 10 vehículos

Compresor:

$$\text{Compresor}_{op4} = 10,20 \text{ vehículo/día} * 1 \text{ compresor/vehículo} = 10 \text{ compresor/día}$$

Condensador:

$$\text{Condensador}_{op4} = 10,20 \text{ vehículo/día} * 1 \text{ condensador/vehículo} = 10 \text{ condensador/día}$$

Evaporador:

$$\text{Evaporador}_{op4} = 10,20 \text{ vehículo/día} * 1 \text{ evaporador/vehículo} = 10 \text{ evaporador/día}$$

Manguera:

$$\text{Manguera}_{op4} = 10,20 \text{ vehículo/día} * 1 \text{ manguera/vehículo} = 10 \text{ manguera/día}$$

Gas refrigerante R-134:

$$\text{Gas refrigerante}_{op6} = 10,20 \text{ vehículo/día} * 2 \text{ lb/vehículo} = 20,40 \text{ lb/día}$$

De igual modo se procede a determinar los recursos humanos necesarios para los ajustes realizados.

TABLA 3.
Determinación de número de operarios y equipos.

OP	C.U	C.T	Q	% Utilizado	Nºeq-ob c	Nºeq-ob d	Nºeq-ob a
1	41	41	10,18	24,83	0,25	1	1
2	41	41	10,18	24,83	0,25	0	1
3	41	41	10,20	24,88	0,25	0	1
4	9	9	10,20	113,33	1,13	2	1
5	14	14	10,20	72,86	0,73	0	1
6	14	14	10,20	72,86	0,73	1	1
7	41	41	10,20	24,88	0,25	0	1
8	51	51	10	19,61	0,20	1	1
TOTAL						5	8

Leyenda: OP= Operación; CU= Capacidad unitaria; CT= Capacidad total; Q= Carga; Nºeq-ob c= Número de equipos u obreros calculados; Nºeq-ob d= Número de equipos u obreros decididos; Nºeq-ob a= Número de equipos u obreros actuales.

De acuerdo con lo expuesto en la tabla anterior se ha considerado que para la OP1 se debe contar con la presencia de un solo operario el mismo que se encargará de realizar la OP2, por tal razón en esta operación no se ha decidido por otro operario y tampoco en la OP3. En la OP4 se ha decidido que se debe contar con la presencia de dos operarios, los mismos que se encargaran de la OP5, requiriéndose de un 1 operario para poder realizar la OP6 el mismo que se encargará de la OP7. Finalmente, se requiere un operario para la OP8. Contándose con una plantilla total de 5 operarios, lográndose una mejora en la división y cooperación del trabajo y como consecuencia una mejora significativa en el indicador de productividad, según se muestra a continuación.

Productividad 1 (PT1):

$$PT_1 = \frac{8 \text{ vehículos/día}}{8 \text{ trabajador/día}} = 1 \text{ vehículo/trabajador}$$

Productividad 2 (PT2):

$$PT_2 = \frac{10 \text{ vehículos/día}}{5 \text{ trabajador/día}} = 2 \text{ vehículos/trabajador}$$

Dinámica de PT (ΔPT):

$$\Delta PT = \frac{PT_2 - PT_1}{PT_1} * 100 = 100\%$$

CONCLUSIONES

Las herramientas de OT resultan, significativamente reconocidas por diversos autores como un potencial necesario para el incremento de los niveles de productividad. Al tiempo que en la literatura consultada se pueden observar carencias, que inciden, al menos de modo explícito, para la integración metodológica de los diversos enfoques estudiados.

Se desarrolló un procedimiento, el cual involucra tres fases las mismas que parten desde la selección y preparación del equipo de trabajo, caracterización de la organización con su capital de trabajo y procesos, para continuar con el análisis de cada uno de los elementos de la organización y presentar un diagnóstico de manera que se pueda establecer un conjunto de medidas técnico organizativas para el mejoramiento de los procesos. Todo ello bajo la aplicación combinada de diferentes técnicas de la OT, que conducen a la mejora continua de la productividad en el trabajo.

Se logró, luego de la aplicación del procedimiento diseñado, la determinación de las capacidades instaladas, así como la modelación matemática de las cargas de trabajo, el ajuste a la capacidad limitante y su mejoramiento, obteniéndose a partir de las medidas técnico organizativas propuestas una mejora en la atención al cliente dentro del proceso de reparación de conjunto con un incremento del 100% la productividad del trabajo.

REFERENCIAS

- Bustillo, C. (1994). La Gestión de Recursos Humanos y la Motivación de las personas. *Capital Humano: revista para la integración y desarrollo de los recursos humanos*, 73, 17-28.
- De Miguel Guzmán, M. (2006). Tecnología para la planeación integral de los recursos humanos. Aplicación en entidades hoteleras del destino Holguín. Unpublished PhD thesis, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Holguín.
- Deshmukh, Y. P. (2014). Review of Productivity Measurement and Improvement procedures in Small and Medium Scale Manufacturing Industries. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 3(6), 2121-2123.
- González Álvarez, R. (2012). Diseño de un procedimiento para realizar el autocontrol del sistema de gestión integrado de capital humano. *Ingeniería Industrial*, 33(1), 41-49.
- Lao León, Y. O., Vega de la Cruz, L. O., Marrero Delgado, F., & Pérez Pravia, M. C. (2017). Procedimiento para modelar recursos restrictivos en el sistema logístico de empresas comercializadoras. *Ingeniería Industrial*, 38(1), 43-55.
- Marsán Castellanos, J. Y. (1986). *La Organización del Trabajo*. ISPJAE.
- Martínez Vivar, R., Marrero Fornaris, C. E., & Pérez Campdesuñer, R. (2013). Planificación de recursos humanos de un territorio turístico: El caso de Holguín-Cuba. *Estudios y perspectivas en turismo*, 22(4), 583-606.
- Martínez Vivar, R., Sánchez Rodríguez, A., Pérez Campdesuñer, R., & García Vidal, G. (2018). Contribution to the logistic evaluation system in the transportation process in Santo Domingo, Ecuador. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 11(1), 72-86.
- Martínez-Vivar, R., Sánchez-Rodríguez, A., Marrero-Fornaris, C. E., Pérez-Campdesuñer, R., & García-Vidal, G. (2018). Contributions to the planning of human resources in the territorial level. *International Journal of Advanced Operations Management*, 10(1), 32-50.
- Maynard, H. B. (1985). *Manual de Ingeniería Industrial y Organización Industrial*. 3th Ed. Barcelona: Editorial Reverté S.A.
- Niebel Schragenheim, E., & Dettmer, H. (1997). *Manufacturing at Warp Speed*. Boca Raton, FL.: St Lucie Press.
- Nieves Julbe, A. (2006). Procedimiento de aplicación de la correlación estadística para la determinación de las necesidades de personal en entidades hoteleras. Unpublished PhD Thesis. Holguín: Universidad de Holguín.
- Puchol, L. (1994). *Dirección y Gestión de Recursos Humanos*. 3th Ed. Madrid: Editorial Díaz de Santos.
- Quiñonez (2011). Estudio integral de organización científica del trabajo en entidades extrahoteleras. Unpublished Master Thesis. Holguín: Universidad de Holguín.
- Salvendy, G. (Ed.). (2007). *Handbook of Industrial Engineering: Technology and Operations Management*. 3th Ed. New York: John Wiley & Sons, Inc.