

Metodología para una selección de indicadores a emplear en el mantenimiento en sectores industriales de Cuba

Methodology for a selection of indicators to be used in maintenance in industrial sectors of Cuba

 Francisco Martínez Pérez*

Universidad Tecnológica de La Habana, Centro de Estudios de Ingeniería de Mantenimiento, Marianao, La Habana, Cuba.

*Autor para correspondencia: Francisco Martínez Pérez. E-mail: fmartinezperez2013@gmail.com

RESUMEN: El presente trabajo propone una metodología para establecer indicadores que permitan evaluar la eficiencia de la gestión del mantenimiento en las industrias de Cuba. Las industrias nacionales en la actualidad requieren de indicadores de referencia que evalúen la efectividad de las acciones de mantenimiento oportuno antes durante y después de cada proceso de producción, que se ha recomendado internacionalmente su particularización para cada sector industrial. Para conformar este trabajo se tomaron en consideración aspectos planteados en la Resolución 116 del 2017 y la norma ISO 9001 del 2015 sobre el Sistema de Gestión de la Calidad. Se consideraron cinco aspectos para caracterizar los sectores industriales, los cuales permitieron recomendar los indicadores a utilizar en cada sector.

Palabras clave: gestión de calidad, normativa de gestión, norma ISO 9001, proceso de producción.

ABSTRACT: This paper proposes a methodology for establishing indicators to evaluate the efficiency of maintenance management in Cuban industries. Currently, national industries require benchmark indicators to assess the effectiveness of timely maintenance actions before, during, and after each production process. Internationally, it has been recommended that these indicators be tailored to each industrial sector. This work takes into account aspects outlined in Resolution 116 of 2017 and the ISO 9001:2015 standard on Quality Management Systems. Five aspects were considered to characterize the industrial sectors, which then informed the recommendations for indicators to be used in each sector.

Keywords: ISO 9001 standard, management standards, quality management, production process.

INTRODUCCIÓN

La Industria Cubana en las últimas décadas se ha visto desprovista, en numerosos sectores, de una cultura sobre el mantenimiento y de un sistema de financiamiento que garantice la eficiencia y eficacia de los diferentes sectores industriales. Los sistemas mantenimiento empleados, están lejos de los empleados mundialmente, con la ausencia de indicadores mediante los cuales guiarse y sirvan de metas a alcanzar por los empresarios cubanos.

Con el transcurso de los años se ha demostrado que el mantenimiento es una de las mejores alternativas económicas que las entidades utilizan para obtener buenos resultados en sus producciones, su eficiencia y medios significativos de ahorro.

En el mundo industrial internacional están ocurriendo constantes transformaciones tecnológicas, evidenciado por la necesidad de mejorar cada vez más los resultados de las entidades con un ritmo sostenido y productivo, con lo cual se han enfrascado en la búsqueda y aplicación de diversas

técnicas de administración, planificación, organización y medición del desempeño económico (Fuentes, 2013).

La diferenciación de los tipos de mantenimiento, su gestión y la ingeniería asociada adquieren gran importancia según los aspectos que más afecten a cada industria. Si no se tiene en cuenta la influencia del mantenimiento en el ciclo de vida laboral, se generan mayores costos, por ocurrir averías con más frecuencia, dado por el deterioro de los equipos que intervienen en los procesos productivos. Todo esto genera un descontrol administrativo y económico, además de dejarse de medir muchos aspectos importantes como la eficiencia energética de las empresas, ya que al no existir las regulaciones y estándares de referencia a seguir se ignoran todo tipo de consumos, mayormente de electricidad; aumentando así, los gastos al país. Se provocan falta de productos de todo tipo de necesidades; así como el aumento de las importaciones que habrá que cubrir, como respuesta a las carencias existentes (Llanes et al., 2008; Rozo, 2007).

Recibido: 15/01/2026

Aceptado: 28/05/2026

Conflicto de intereses: El autor de este trabajo declara no presentar conflicto de intereses.

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 el autor ni por el editor.



Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0).
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



En las industrias de Cuba las estrategias de mantenimiento deben estar dirigidas a educar a los ejecutivos, sobre cómo el mantenimiento y la confiabilidad presentan afectaciones financieras, es decir, el enorme impacto que tienen cuando los costos de mantenimiento, debidamente calculados en los resultados económicos de cada empresa, no son debidamente empleados y en segundo lugar, no se concentran en desarrollar, implementar y promover de forma activa, mejoras en las mismas. Un aspecto elemental es el considerar la capacitación y la inversión tecnológica, adecuadamente aplicadas y con análisis costo-resarcimiento calculado como inversión y no como gasto.

Como los indicadores de mantenimiento a emplear en las diferentes industrias no deben ser iguales, tanto por el tipo y características de la producción y las necesidades que representan para las mismas; se debe tener en cuenta que algunos de los indicadores a aplicar y analizar, no van a ser los mismos ya que mente muchos de los utilizados hoy en día se vinculan a las características principales de cada industria. Esto se refleja en las empresas de transporte ya que el factor a medir se considera un servicio, por tanto no se medirían resultados por producción directa; como lo es posible en otras industrias.

La diferenciación de los indicadores según la industria a aplicar es un rasgo perseguido y necesario por el desarrollo exigido internacionalmente, además de que garantiza una mayor organización, posibilitando un mejor aprovechamiento del tiempo y de las materias primas, junto con las nuevas técnicas y activos que se van adoptando. Si no se realiza dicha diferenciación se van a tomar en cuenta muchos aspectos que no van a representar mucha relevancia o que no existen dentro del tipo de producción del sector industrial; ya que los aspectos a medir por algunos no se corresponderían al tipo de producción, ni a las necesidades que se plantean en el momento.

El objetivo del mantenimiento es garantizar la competitividad de la empresa por medio de asegurar la disponibilidad y confiabilidad planeadas de la función deseada, cumpliendo con todos los requisitos del sistema de calidad de la empresa, con todas las normas de seguridad y medio ambiente y al máximo beneficio global (González, 2007).

El objetivo de este trabajo es proponer una metodología para la selección de indicadores que permitan evaluar la eficiencia de la gestión del mantenimiento en las industrias de Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

El mantenimiento en el siglo XXI, conocido como el mantenimiento de clase mundial, filosofía que agrupó una serie de tendencias desde el mantenimiento total, pasado por mantenimiento centrado en confiabilidad y finalmente en conceptos de gerencia del riesgo, dándole importancia e incidencia al mantenimiento dentro de las estrategias del negocio, enfatizando dentro del mismo concepto la importancia de tener en cuenta el valor, enfoque de calidad, cambio cultural y gerencia de la incertidumbre (Cáceres, 2004; Capote, 2014; Carrasco, 2014a, 2014b; Cuba-MGOC, 2017).

Las personas jurídicas elaboran y aprueban el Sistema de Mantenimiento Industrial que rige en sus respectivas entidades, teniendo en cuenta los aspectos recogidos en esta disposición y se obligan a su estricto cumplimiento (Cuba-MGOC, 2017).

Se han enfocado los esfuerzos en la producción de piezas de repuestos y en la habilitación de máquinas herramientas que puedan garantizar la producción de partes y piezas de repuestos de equipos (Montilla, 2016).

Principales indicadores de mantenimiento de clase mundial

El indicador no es más que el hecho cuantificado que se utiliza para la evaluación de la eficiencia y/o la eficacia de todo o parte de un proceso o de un sistema (real o simulado), con referencia a una norma, un plan o a un objetivo, determinado o aceptado en un cuadro estratégico. Esto no quiere decir que se pueda medir todo tipo de situaciones con indicadores, sino, que se pueden medir las situaciones más elementales que resuman muchos sucesos como un resultado, y así se mediría en realidad lo necesario, obteniendo como respuesta un mejor análisis (Garrido, 2003; Soria, 2017).

Para que se garantice un buen análisis mediante un paquete de indicadores hacen falta saber las reglas fundamentales para que se afirme que el sistema de indicadores propuesto es de excelencia o exitoso, las cuales son:

- Los resultados deben medir lo que realmente la empresa espera del departamento de mantenimiento
- Los indicadores deben ser representativos y fáciles de medir.
- Los indicadores deben tener en cuenta a los clientes internos.
- Analizar la posibilidad de medir tiempos de ciclos y procesos.
- Esforzarse en implantar una cultura de medición en sus operarios.
- Utilizar sólo e indispensablemente los indicadores que se correspondan con las necesidades de la industria.
- Involucrar al colectivo en la definición de los indicadores.
- Analizar la eficacia de cada indicador para que sea una herramienta del mejoramiento continuo.
- Transformar aquellos indicadores que lo precisen.

Para conocer la marcha del departamento de mantenimiento, decidir si se debe realizar cambios o determinar algún aspecto concreto, definir una serie de parámetros que permitan evaluar los resultados que se están obteniendo en el área de mantenimiento. Es decir, a partir de una serie de datos, el sistema de procesamiento debe dar una información, una serie de indicadores en los que se deben basar las decisiones sobre la evolución del mantenimiento (Soria, 2017).

Una de las cosas que se debe definir es, pues, cuáles serán esos indicadores. Se caracteriza por ser un proceso de mucho cuidado en la elección, pues se corre el riesgo de utilizar como tales una serie de números que no aporten ninguna información útil. Hay grandes posibilidades grandes de riesgo, de tomar datos, procesarlos y obtener a cambio otros datos (Soria, 2017).

Si se procesa esta lista, sumando los tiempos de parada de cada equipo y calculando el tiempo que han estado en disposición de producir, se obtiene una lista con la disponibilidad de cada equipo.

Si en esa lista se agrupan los equipos por líneas, áreas, zonas, etc., y se procesan los datos de manera que se evidencie la disponibilidad de una de las líneas, áreas o zonas en su conjunto, el nuevo listado ahora sí contendrá información. Esta información permitirá, tras un análisis más o menos rápido, tomar decisiones acertadas sobre las actuaciones que se deberían realizar para mejorar los resultados.

Indicadores

A continuación, se describen los principales indicadores más usuales que se emplean en un departamento de mantenimiento. Todos son necesarios: entre todos ellos habrá que elegir aquellos que sean realmente útiles, aquellos que aporten información, para evitar convertirlos en una larga lista de datos. Además, de tener en cuenta que en la mayoría de los casos es necesario adaptarlos a cada planta concreta, efectuando pequeñas modificaciones que hagan que los indicadores seleccionados estén perfectamente adaptados a las necesidades concretas de información de una planta (Pauro, 2007).

Cuando se dispone de un sistema GMAO (Gestión de mantenimiento asistido por ordenador), el cálculo de estos indicadores suele ser bastante más rápido. Es un proceso de mucha precaución de automatizar su cálculo, generando un informe que los contenga todos. Una ventaja adicional es que, una vez automatizado, se pueden generar informes con la periodicidad que se quiera, con un esfuerzo mínimo (Garrido, 2003; Pauro, 2007).

En caso de que el Sistema de Información sea el soporte papel, para el cálculo de estos indicadores es conveniente desarrollar pequeñas aplicaciones (una hoja de cálculo puede ser suficiente) para obtener estos índices. En este caso hay que seleccionar mucho más cuidadosamente los indicadores, pues es más costoso calcularlos. Además la frecuencia con que se obtengan deberá ser menor (Pauro, 2007).

Es importante tener en cuenta que no sólo es valioso conocer el valor de un indicador o índice, sino también su evolución. Por ello, en este el documento se exponen los valores obtenidos en cada uno de los índices que se elijan, se refleja su evolución, mostrando junto al valor actual los valores de periodos anteriores (meses o años anteriores) para conocer si la situación mejora o empeora. También es importante fijar un objetivo para cada uno de estos índices, de manera que la persona que lea el documento donde se exponen los valores alcanzados en el periodo que se analizar

comprenda fácilmente si el resultado obtenido es bueno o malo (Fuentes, 2013; Garrido, 2003)

Disponibilidad total

Es sin duda el indicador más importante en mantenimiento, y por supuesto, el que más posibilidades de 'manipulación' tiene. Si se calcula correctamente, es muy sencillo: es el cociente de dividir el nº de horas que un equipo ha estado disponible para producir y el nº de horas totales de un período (Pauro, 2007):

- En plantas que estén dispuestas por líneas de producción en las que la parada de una máquina supone la paralización de toda la línea, es interesante calcular la disponibilidad de cada una de las líneas, y después calcular la media aritmética.
- En plantas en las que los equipos no estén dispuestos por líneas, es interesante definir una serie de equipos significativos, pues es seguro que calcular la disponibilidad de absolutamente todos los equipos será largo, laborioso y no aportará ninguna información valiosa. Del total de equipos de la planta, se debe seleccionar aquellos que tengan alguna entidad o importancia dentro del sistema productivo.

Una vez obtenida la disponibilidad de cada uno de los equipos significativos, debe calcularse la media aritmética, para obtener la disponibilidad total de la planta (Pauro, 2007).

Ecuación 1: Disponibilidad total

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas totales} - \text{horas paradas por mantenimiento}}{\text{Horas totales}}$$

Disponibilidad por averías

Intervenciones no programadas. La disponibilidad por avería no tiene en cuenta, pues, las paradas programadas de los equipos.

Igual que en el caso anterior, es conveniente calcular la media aritmética de la disponibilidad por avería, para poder ofrecer un dato único.

MTBF (Mid Time Between Failure, tiempo medio entre fallos)

Permite conocer la frecuencia con que suceden las averías (Pauro, 2007).

Número de Órdenes de Trabajo pendientes

Este indicador da una idea de la eficacia en la resolución de problemas. Es un indicador absolutamente imprescindible, junto con los indicadores de disponibilidad, los de coste o el de emergencias. Es conveniente distinguir entre las O.T que están pendientes por causas ajenas a mantenimiento (pendientes por la recepción de un repuesto, pendientes porque producción no da su autorización para intervenir en el equipo, etc.) de las debidas a la acumulación de tareas o a la mala organización de mantenimiento (Jorge, 2004).

Índice de cumplimiento de la planificación

A pesar de que resulta muy lógico el empleo de este indicador, en realidad son muy pocas las plantas que lo tienen implementado.

Es la proporción de órdenes que se acabaron en la fecha programada o con anterioridad, sobre el total de órdenes totales. Mide el grado de acierto de la planificación (Jorge, 2004).

Índices de costo

Aunque los costes no parecen en principio un indicador habitual para mantenimiento, nada está más alejado de esa realidad. El coste, junto con la disponibilidad, son los dos parámetros que el responsable de mantenimiento maneja constantemente, y eso es porque la información que le aportan es determinante en su gestión (Estévez, 2010).

La cantidad de índices que hacen referencia a los costes del departamento de mantenimiento es inmensa. Aquí se exponen algunos que pueden resultar prácticos.

Índice de ahorro energético

Este índice puede emplearse para calcular el consumo energético en activos independientes, en áreas o en total en la empresa.

$$\text{Consumo energético} = \frac{\text{Gasto energético}}{\text{Producción}}$$

Como gasto puede valorarse cantidad de electricidad, cantidad de combustible o cualquier otro indicador de entrada al equipo. Es mejor en vez de producción valorar como cociente nivel de ventas.

Costo de subcontratos

También pueden hacerse las subdivisiones que se considere oportunas. Algunas subdivisiones comunes suelen ser:

- Subcontratos a fabricantes y especialistas
- Subcontratos de inspecciones de carácter legal
- Subcontratos a empresas de mantenimiento genéricas

Índices de producción de tipo de mantenimiento

Índice de Mantenimiento Programado

Porcentaje de horas invertidas en realización de Mantenimiento Programado sobre horas totales.

Índice de Mantenimiento Correctivo

Porcentaje de horas invertidas en realización de Mantenimiento Correctivo (IMC) sobre horas totales.

Una variante de este indicador es el cálculo del número de órdenes de trabajo correctivas sobre el número total de órdenes de trabajo.

El IMC es un indicador tremendamente útil cuando se está tratando de implementar un plan de mantenimiento

preventivo en una planta en la que no existía tal plan; también es muy útil cuando se están implementando cambios en el departamento; y por último, es muy interesante cuando se trata de evaluar el trabajo de un contratista de mantenimiento en contratos de gran alcance en los que la gestión del mantenimiento recae en el contratista (los buenos contratistas tienen un IMC muy bajo) (Jorge, 2004; Pauro, 2007).

Índice de Emergencias

Porcentaje de horas invertidas en realización de O.T. de prioridad máxima:

La importancia de este indicador radica en que cuanto mayor sea el número de Órdenes de Trabajo de emergencia, peor es la gestión que se hace del mantenimiento. En ellas el índice es el 100%. Por extraño que pueda parecer son muchas las plantas en las que este índice alcanza su valor máximo.

Índices de Gestión de Almacenes y Compras

Los resultados de mantenimiento se ven enormemente afectados por la eficacia de los procesos de compra o de almacén. Estas dos áreas pueden estar dentro de las responsabilidades de mantenimiento o puede estar gestionadas por otros departamentos. En cualquier caso, es conveniente conocer si el funcionamiento de estas áreas, que afectan a los resultados, es la adecuada, y qué mejor manera que definir unos indicadores sencillos que permitan conocer si se gestionan con eficacia (Leal et al., 2007).

Rotación del almacén materiales

Miden el consumo de repuestos y consumibles en actividades propias de mantenimiento en relación con el consumo total de materiales. Este dato puede ser importante cuando la planta tiene consumo de materiales del almacén de repuesto adicionales a la actividad de dividir el valor de los repuestos consumidos totales y el valor del material que se mantiene en stock (valor del inventario de repuestos).

Hay una variación interesante de este índice, cuando se pretende determinar si el stock de repuestos y consumibles está bien elegido. Si es así, la mayor parte del material que consume mantenimiento lo toma del almacén, y solo una pequeña parte de lo comprado es de uso inmediato. Para determinarlo, es más útil dividir este índice en dos.

Índices de Seguridad y Medio Ambiente

Índice de frecuencia de accidentes

Indica la proporción entre el número de accidentes con baja y el total de horas trabajadas.

Índice de jornadas perdidas

Proporción entre las horas pérdidas por bajas laborales y las horas trabajadas (Navas, 2007).

Índices de Formación

Proporción de horas dedicadas a formación

Porcentaje de horas anuales dedicadas a formación, sobre el número de horas de trabajo total.

Índices estadísticos de accidentalidad

Índice de incidencia

Este índice se define como la relación entre el número de accidentes registrados en un periodo de tiempo y el número promedio de personas expuestas al riesgo considerado. Se utiliza como periodo de tiempo un año, igual que para los índices anteriores.

La expresión utilizada para su cálculo es la siguiente:

Ecuación Índice de incidencia

$$I_I = \frac{N^{\circ} \text{ total de accidentes } \times 1000}{N^{\circ} \text{ medio de personas expuestas}}$$

Representando este índice por el número de accidentes por año por cada mil personas expuestas. Se utiliza cuando no se conoce el número de horas-hombre trabajadas y el número de personas expuestas al riesgo es variable de un día a otro, en cuyo caso no puede determinarse el índice de frecuencia (Navas, 2007).

Índice de gravedad

El índice anterior reflejaba la accidentalidad, sin tener en cuenta la gravedad de las lesiones. Aceptando que la gravedad se puede medir por el número de días de baja, se ha definido el índice de gravedad como las jornadas perdidas a consecuencia de los accidentes ocurridos en un determinado número de horas trabajadas por un colectivo de trabajadores. Se ha convenido en que sea mil el número de horas trabajadas (Navas, 2007).

La expresión utilizada para su cálculo, es la siguiente:

$$I_G = \frac{N^{\circ} \text{ total de días de horas de trabajo perdido } \times 1000}{N^{\circ} \text{ total de horas - hombre trabajadas}}$$

Metodología y procedimiento

En este capítulo se evaluarán un grupo de empresas industriales cubanas teniendo en cuenta su impacto económico, social y otros, para la posterior propuesta de ordenamiento de estas empresas teniendo en cuenta los aspectos analizados (González, 2011).

Las ramas de las industrias cubanas a analizar se exponen a continuación:

- Construcción de maquinarias
- Energético
 - Termoeléctricas
- Metalúrgico
 - Producción de acero
- Turístico
- Agrícola
- Azucarero

- Centrales azucareros
- Minero
 - Extracción de minerales
- Farmacéutico
 - Producción de medicamentos sólidos
- Extracción de petróleo y gas Químico
- Electroquímicas de producción de cloro-sosa y de amoníaco en Nuevitás
- Refinerías
- Transporte Público

Los aspectos a evaluar en las empresas para el posterior ordenamiento y una recomendación de indicadores según el resultado obtenido, fueron:

1. Mantenimiento (fallas, indisponibilidad, estructura, capacitación del personal, aplicación del mantenimiento y resultados obtenidos en diagnósticos anteriores, además de la satisfacción del cliente). Estos aspectos fueron analizados teniendo en cuenta los resultados obtenidos en una evaluación integral efectuada de conjunto por entidades de la educación superior y el ministerio de industrias, organismo rector probado estatalmente
2. Importancia económica (aporte económico-nacional, sustitución de importaciones).
3. Importancia social (beneficio a la población).
4. Riesgo (posibilidad de afectación tanto del personal de trabajo como del medio ambiente).
5. Eficiencia energética (consumo energético, producción contra factibilidad de consumo de materias primas, eficiencia de los equipos en cuanto al consumo energético).

A continuación, se profundiza respecto a los diferentes aspectos considerados

Mantenimiento

Los aspectos considerados fueron: los resultados del diagnóstico efectuado a 191 empresas, los trabajos realizados en diferentes industrias. Se tuvo en cuenta la insuficiente o nula capacitación de los que atienden esta actividad.

Impacto económico

Para la evaluación del impacto económico se tomaron en cuenta los aportes económicos-sociales y la posibilidad de sustituir importaciones, aunque en algunos casos la producción de ciertas industrias depende netamente de materias primas importadas, solo se deben considerar las alternativas que se puedan generar con la producción de esas industrias ya que no todo lo que se obtiene en grandes cantidades como producto, es lo necesario para satisfacer a la población.

Impacto social

Para la medición del impacto social se tomaron en cuenta los empleos generados por los tipos de industrias, los salarios y condiciones de trabajo en los cuales se van a desempeñar los ámbitos laborales de las personas; otro aspecto a considerar fue el aporte a satisfacer las necesidades de la población.

Riesgo

Este aspecto se enfoca en los riesgos representados a la sociedad y al medio ambiente en que se desarrolla la actividad productiva.

Eficiencia energética

La eficiencia energética es una práctica que tiene como objeto reducir el consumo de energía. La eficiencia energética es el uso eficiente de la energía, de esta manera optimizar los procesos productivos y el empleo de la energía utilizando lo mismo o menos para producir más bienes y servicios. Dicho de otra manera, producir más con menos energía.

Entre las preocupaciones actuales está el ahorro de energía y el efecto medioambiental de la generación de energía eléctrica, buscando la generación a partir de energías renovables y una mayor eficiencia en la producción y el consumo.

En la [Tabla 1](#) se relacionan los aspectos considerados, así como el intervalo de evaluación y el puntaje dado a cada aspecto considerado.

Tabla 1. Aspectos y nivel de evaluación de cada uno, para el análisis

Aspectos	Evaluación	Puntaje
Mantenimiento	Mala	≤ 15
	Regular	16 - 20
	Buena	21 - 25
Importancia económica	Baja	≤ 15
	Media	16-25
	Alta	26 - 30
Importancia social	Baja	≤ 15
	Media	16-20
	Alta	21 - 25
Riesgo	Baja	≤ 10
	Media	11-16
	Alta	17 - 20
Eficiencia energética	Baja	≤ 10
	Media	11-16
	Alta	17 - 20

En la [Tabla 2](#) se muestra el máximo puntaje que podría alcanzar tras la evaluación de los aspectos anteriores que, como se evidencia, es de 120 puntos.

Tabla 2. Rangos por resultados de valoración

< 60	Bajo
61 - 84	Medio
85 - 120	Alto

La asignación de los valores se hizo según el desenvolvimiento de cada sector industrial en cada aspecto valorado. La importancia tanto económica como social se midieron de forma cualitativa, dando a conocer que la industria es de gran importancia para el país. Además, en el impacto social se tuvo en cuenta la satisfacción en cuanto al servicio a la población. Los valores a asignar a cada industria respecto a los aspectos a evaluar se hicieron mediante los problemas detectados en una propuesta de política de mantenimiento industrial, realizado a 191 empresas del país que corresponden a todas las industrias que se desenvuelven en Cuba.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este capítulo presenta las valoraciones de los sectores industriales consideradas en el capítulo anterior. Estas valoraciones se muestran en tablas que evidencian los puntajes asignados a cada aspecto, junto con la justificación de dichos valores numéricos.

A continuación, se muestran los valores asignados a cada sector industrial según los aspectos que se consideraron y su justificación ([Tablas 3 al 14](#)).

A continuación, se ofrece una tabla resumen del valor total asignado a cada sector industrial en los aspectos considerados ([Tabla 15](#)).

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se recomiendan los siguientes indicadores por cada sector industrial ([Tabla 16](#)).

Breve consideración económica

Con la aplicación de dichos indicadores en los sectores industriales se evidenciarían avances progresivos en cuanto al control y sostenibilidad de los aspectos medidos anteriormente; influyendo en los resultados económicos y de calidad.

Todo esto posibilitará el aprovechamiento de los recursos como son, las materias primas y el tiempo, obteniéndose una mayor versatilidad en la producción o servicio que conllevaría a menos gastos y mayores recaudaciones, además de satisfacer a los reclamos estatales de disminución de las importaciones y el aumento de las exportaciones, incidiendo ambos en la economía del país.

CONCLUSIONES

El mantenimiento industrial representa un desafío fundamental para la economía cubana, cuya optimización es clave para mejorar la eficiencia productiva

En el país, el control del mantenimiento no se realiza sistemáticamente mediante indicadores, a pesar de estar establecido en la Resolución 116 del 2017 y en normativas de gestión del mantenimiento. En general en los sectores no existe un proceso de medición de la evaluación de la actividad de mantenimiento por indicadores lo que contribuye a una mejora del desempeño de los procesos productivos y de servicio dándole un mayor alcance al sistema de gestión de la calidad de los procesos.

Se recomiendan los principales indicadores a utilizar en las industrias en Cuba, teniendo en cuenta la valoración de diferentes aspectos considerados.

El presente trabajo, nunca antes realizado, a pesar de las recomendaciones internacionales, permite a los usuarios,

siguiendo la metodología propuesta alcanzar los valores deseados, adaptados a cada condición específica. Esto establece el desarrollo de futuras investigaciones, con aplicaciones potenciales.

Tabla 3. Sector de construcción de maquinarias

Aspectos					
	Mantenimiento	Importancia económica	Importancia social	Riesgos	Eficiencia energética
Puntuación	16	19	20	18	11
Causa del puntaje	Los grandes problemas de este sector de la industria de evidencian por la falta de presupuestos, la mala aplicación y planificación del mantenimiento, junto con una gestión del mantenimiento que muchas veces deja mucho que desear.	El aporte económico de este tipo de industria influye mucho en cuanto a la producción de piezas de repuestos ya que, al poder obtener las necesarias influiría en la sustitución de importaciones, lo cual no se hace posible en la gran mayoría por la baja producción de dichas piezas.	El impacto social se asocia al desenvolvimiento de dicha industria ya que, al no satisfacerse las cantidades a producir, se dificulta mucho el cumplimiento de las actividades de la población, que normalmente se podrían efectuar.	Los desechos producidos por la industria muchas veces representan una contaminación al medio ambiente. Los procesos de fabricación conllevan a medidas de seguridad obligatorias, ya que podrían producirse accidentes irrevocables.	No existen parámetros mediante los cuales se pueda medir con exactitud la eficiencia energética. La baja eficiencia es debido al deterioro de los equipos de fabricación, siendo necesario un consumo mayor de energía y materias primas.

Tabla 4. Sector energético

Aspectos					
	Mantenimiento	Importancia económica	Importancia social	Riesgos	Eficiencia energética
Puntuación	20	27	23	17	15
Causa del puntaje	No todas las termoeléctricas, según demostró el diagnóstico aplicado tienen igual comportamiento. Más mala es la situación en los grupos electrógenos. No se aplican las frecuencias de mantenimiento requeridas, además de que los que realizan son poco fiables por la falta de presupuesto. Sobresalta también la poca disponibilidad de los equipos; en fin puede mejorarse la gestión e ingeniería del mantenimiento.	Es importante para garantizar el consumo energético de la industria y la población.	De gran efecto social.	Este sistema representa riesgo desde el punto de vista ambiental y de seguridad industrial. No siempre se garantizan todos los aspectos necesarios.	La eficiencia energética se ve afectada por la carencia de sistemas integrales de evaluación de este aspecto, así como la débil implementación de la ingeniería de mantenimiento.

Tabla 5. Sector de producción metalúrgica

Aspectos					
	Mantenimiento	Importancia económica	Importancia social	Riesgos	Eficiencia energética
Puntuación	18	26	16	19	12
Causa del puntaje	La gestión del mantenimiento se ha visto comprometida por el deterioro presentado en los equipos, no siendo el que se necesita.	Garantiza una gran parte de los materiales para la construcción, así como en la construcción de maquinarias.	Su efecto fundamental se debe a la influencia en la construcción de instalaciones sociales.	Es una industria de alto riesgo industrial y medio ambiental.	No existen las medidas que garanticen el adecuado comportamiento en este sentido, siendo elevado su consumo energético.

Tabla 6. Sector turístico

Aspectos					
	Mantenimiento	Importancia económica	Importancia social	Riesgos	Eficiencia energética
Puntuación Causa del puntaje	21 Este aspecto varía debido a las características de cada instalación. Es mejor en el mantenimiento de las instalaciones hoteleras que en lo concerniente a depredadores energéticos típicos de estas instalaciones.	29 Es el motor impulsor de la economía cubana.	22 Es importante desde el punto de vista de los puestos de trabajo que se garantizan, con una mejora a la calidad de vida de los que trabajan en algunas de estas instalaciones. Garantiza limitadamente las vacaciones de parte de la población.	12 El mayor riesgo es referido al medio ambiente, pero en general ha habido avance en este sentido.	16 Es insuficiente en cuanto a lo concerniente a depredadores energéticos típicos de estas instalaciones.

Tabla 7. Sector agrícola

Aspectos					
	Mantenimiento	Importancia económica	Importancia social	Riesgos	Eficiencia energética
Puntuación Causa del puntaje	15 No existe una adecuada aplicación de la gestión e ingeniería del mantenimiento en esta industria.	25 Para alcanzar realmente esta valoración es indispensable garantizar el nivel de producción para la exportación y el consumo de la población.	23 El cumplimiento de este aspecto es totalmente insuficiente.	13 Los riesgos fundamentales en esta industria son medio ambientales.	11 No existen sistemas integrales para la mejora de este aspecto.

Tabla 8. Sector de producción de azúcar

Aspectos					
	Mantenimiento	Importancia económica	Importancia social	Riesgos	Eficiencia energética
Puntuación Causa del puntaje	17 La gestión e ingeniería del mantenimiento no han sido adecuadamente aplicadas para el plazo de tiempo necesario para el comienzo de la producción azucarera, produciéndose paradas en este período.	20 El impacto económico con respecto a otros sectores productivos no es tan grande ya que se han incumplido por años los planes de producción, alejado de los niveles tradicionales en esta industria.	21 Es un artículo importante para el consumo de la población, así como algunas producciones alimentarias. No obstante, no se garantizan las cantidades necesarias.	16 Aunque los riesgos fundamentales son de tipo industrial, la baja eficiencia energética y productiva tienen efectos medio ambientales (González, 2007).	13 No existen las medidas que garanticen el adecuado comportamiento en este sentido, siendo elevado su consumo energético.

Tabla 9. Sector minero

Aspectos					
	Mantenimiento	Importancia económica	Importancia social	Riesgos	Eficiencia energética
Puntuación Causa del puntaje	21 Aunque en general este aspecto tiene un comportamiento aceptable y en ocasiones bueno, no es igual en las diferentes instalaciones.	27 Esta es una industria con una gran importancia económica para el país.	20 La importancia de este aspecto está referida a la gran cantidad de puestos de trabajo que representa en el país.	19 Esta industria tiene riesgo industrial y medio ambiental.	17 Varía en las diferentes instalaciones, siendo susceptible de ser mejorada.

Tabla 10. Sector farmacéutico

Aspectos					
	Mantenimiento	Importancia económica	Importancia social	Riesgos	Eficiencia energética
Puntuación Causa del puntaje	21 Aunque aún es insuficiente se ha ido mejorando este aspecto.	28 El aporte económico de esta empresa al país es importante ya que constituye un valor creciente en cuanto a las exportaciones y en la sustitución de importaciones. Muchos artículos alcanzan reconocimiento internacional.	23 Tiene un gran impacto social, ya que se le posibilita a la población las vacunas y medicamentos muy importantes. Se han venido presentando insuficiencias en este sentido.	18 Los riesgos fundamentales en esta industria son contaminantes cuando, no se cumplen las medidas necesarias, aunque en general si se hacen. Existen desechos inevitables que si no se toman las medidas necesarias pueden significar daño medio.	16 No existen las medidas que garanticen el adecuado comportamiento en este sentido, siendo elevado su consumo energético.

Tabla 11. Sector de extracción de petróleo y gas

Aspectos					
	Mantenimiento	Importancia económica	Importancia social	Riesgos	Eficiencia energética
Puntuación Causa del puntaje	21 Este aspecto ha ido mejorando, aunque aún requiere de uniformar su comportamiento en las distintas instalaciones e incrementar la aplicación de la ingeniería del mantenimiento en las mismas.	27 Actualmente se garantiza una parte importante del consumo petrolero del país y casi totalmente el de gas para la capital.	22 Es importante su importancia desde el punto de vista social.	20 Esta industria presenta riesgo tanto del punto de vista industrial como medio ambiental.	17 Es necesario incrementar las medidas que garanticen un mejor comportamiento en este sentido.

Tabla 12. Sector químico

Aspectos					
	Mantenimiento	Importancia económica	Importancia social	Riesgos	Eficiencia energética
Puntuación Causa del puntaje	16 Este aspecto tiene un bajo comportamiento y no es igual en las diferentes instalaciones.	22 Esta es una industria que se caracteriza por influir en la economía del país, siendo aún insuficiente.	21 Generalmente influye en la población mediante la producción de medicamentos y alimentos, siendo aún insuficiente.	17 Esta industria genera grandes riesgos del punto de vista industrial y medio ambiental.	11 No existen sistemas integrales para la mejora de este aspecto.

Tabla 13. Sector de refinerías

Aspectos					
	Mantenimiento	Importancia económica	Importancia social	Riesgos	Eficiencia energética
Puntuación Causa del puntaje	18 Se evidencian grandes problemas de mantenimiento incidiendo la falta de presupuesto y la capacitación del personal encargado de realizar el mantenimiento.	25 Esta es una industria con una gran importancia económica para el país ya que debe garantizar el abastecimiento de combustibles.	21 La población depende del abastecimiento del gas y de otros combustibles mediante parcialmente por las refinerías cubanas y fundamentalmente por importación.	19 Representa grandes riesgos inmediatos tanto a la población, al medio ambiente como industrialmente.	17 La eficiencia energética se va disminuyendo según pasan los años según el deterioro de los equipos. No existen sistemas integrales para la mejora de este aspecto.

Tabla 14. Sector del transporte público

Aspectos					
	Mantenimiento	Importancia económica	Importancia social	Riesgos	Eficiencia energética
Puntuación	16	26	22	17	15
Causa del puntaje	Los grandes problemas de este sector de la industria de evidencian por la falta de presupuestos, la mala aplicación y planificación del mantenimiento, de su gestión e ingeniería.	Las demás ramas de la industria cubana dependen en su desarrollo del transporte disponible del cual puedan sacar provecho.	El transporte es el principal medio mediante el cual muchos trabajadores pueden realizar su trabajo y su adecuado descanso. Se han presentado muchas deficiencias, destacando el transporte urbano en las ciudades.	Representa un riesgo al medio ambiente, al personal que se transporta y principalmente a las industrias.	La deficiencia se debe adicionalmente a que la gran mayoría del transporte se encuentra desactualizado, y deteriorado lo que conlleva a una mayor cantidad de consumo de combustible necesario.

Tabla 15. Resumen del valor total asignado a cada sector industrial según la valoración obtenida en los diferentes aspectos considerados

	Aspectos					
Sector Industrial	Mantenimiento	Importancia económica	Importancia social	Riesgos	Eficiencia energética	Total
Extracción de petróleo y gas	21	27	22	20	17	107
Farmacéutico	21	28	23	18	16	106
Minero	21	27	20	19	17	104
Energético	20	27	23	17	15	102
Refinerías	18	25	21	19	17	100
Turístico	21	29	22	12	16	100
Transporte público	16	26	22	17	15	96
Metalúrgico	18	26	16	19	12	91
Químico	16	22	21	17	11	87
Agrícola	15	25	23	13	11	87
Azucarero	17	20	21	16	13	87
Construcción de maquinaria	16	19	20	18	11	84

Tabla 16. Recomendación del empleo de diferentes indicadores por cada sector industrial

Sector industrial	Indicadores a emplear
Extracción de petróleo y gas	Disponibilidad total: Por producción y por ventas. Disponibilidad por averías Índices de Formación
Farmacéutico	Disponibilidad total: Por ventas Índice de ahorro energético.
Minero	Disponibilidad total: Por producción y por ventas, Disponibilidad por averías
Energético	Disponibilidad total: Por producción y por ventas, Disponibilidad por averías Índices de costo. Índice de ahorro energético. Índice de Mantenimiento Correctivo Índices de Formación Índices estadísticos de accidentalidad
Refinerías	Disponibilidad total: Por producción y por ventas, Disponibilidad por averías Índices estadísticos de accidentalidad
Turístico	Disponibilidad total: Por ventas Índices de Seguridad y Medio Ambiente'
Transporte público	Disponibilidad total: Por producción y por ventas, Índices de costo. Índice de Mantenimiento Correctivo Índices de Formación Índices estadísticos de accidentalidad
Metalúrgico	Disponibilidad total: Por producción y por ventas Disponibilidad por averías Índice de ahorro energético. Índices estadísticos de accidentalidad
Químico	Disponibilidad total: Por producción y por ventas Disponibilidad por averías Índice de ahorro energético. Índices de Seguridad y Medio Ambiente' Índices de Formación
Agrícola Azucarero	Disponibilidad total: Por producción y por ventas Disponibilidad por averías Índices de costo. Índice de ahorro energético. Índice de Mantenimiento Correctivo Índices de Formación Índices estadísticos de accidentalidad
Construcción de Maquinarias	Disponibilidad total: Por producción y por ventas Disponibilidad por averías Índices de costo. Índice de ahorro energético. Índice de Mantenimiento Correctivo Índices de Formación Índices estadísticos de accidentalidad

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cáceres, B. (2004). *Cómo incrementar la competitividad del negocio mediante estrategias para gerenciar el mantenimiento*. VI Congreso Panamericano de ingeniería de Mantenimiento.
- Capote, A. A. (2014). Método para el cálculo de indicadores de mantenimiento. *Ingeniería Agrícola*, 4(4), 45-49.
- Carrasco, F. J. C. (2014a). *La gestión del conocimiento en la ingeniería de mantenimiento industrial* (Vol. 1). OmniaScience.
- Carrasco, F. J. C. (2014b). *Planteamiento de un modelo de mantenimiento industrial basado en técnicas de gestión del conocimiento* (Vol. 2). OmniaScience.
- Cuba-MGOC. (2017). *Resolución No. 116/2017 Ministerio de GOC-2017-574-EX42*. Publisher: Ministerio de GOC La Habana, Cuba.
- Estévez, L. E. (2010). *Análisis de los indicadores económicos, del área la Unidad Catering Habana*. Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”, Centro de Estudios en Ingeniería de Mantenimiento (CEIM), Marianao, La Habana, Cuba.
- Fuentes, F. E. (2013). Indicadores de Eficiencia para Mantenimiento: Charlas para la gestión del mantenimiento. *Presentación pag*, 8-20.
- Garrido, S. G. (2003). Indicadores en mantenimiento. *de Organización y Gestión Integral del Mantenimiento*.
- González, I. M. R. (2011). *Consideraciones sobre lineamientos aprobados relacionados con la función Mantenimiento*. Publisher: Centro de Estudios en Ingeniería de Mantenimiento (CEIM). Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría” La Habana, Cuba.
- González, U. B. (2007). ¿Cómo influye la infraestructura de producción en el rendimiento de las empresas manufactureras? *Cuadernos de gestión*, 7(2), ISSN: 1131-6837, Publisher: Instituto de Economía Aplicada a la Empresa de la Universidad del País Vasco.
- Jorge, D. (2004). *Indicadores de clase mundial* (Vol. 8). Wearcheckiberica.
- Leal, S., Zambrano, S., & Sony, A. (2007). *Índices e indicadores de gestión de mantenimiento en las pymes del estado Táchira*. Publisher: Montevideo, Uruguay: Urumán.
- Llanes, A. A., Martín, H. G., & Pascual, K. H. (2008). Propuesta de procedimiento para determinar la política de mantenimiento a partir de análisis de criticidad del equipamiento productivo de los centrales azucareros. *Revista Centro Azúcar*, 35(1).
- Montilla, M. C. A. (2016). *Fundamentos de mantenimiento industrial*. Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia.
- Navas, C. G. (2007). Análisis de riesgos con el uso de índices estadísticos de accidentalidad. *Técnica Industrial*, 269, 25.
- Pauro, R. (2007). Indicadores de mantenimiento: Qué se debe medir y por qué, 4.
- Rozo, J. S. (2007). *Propuesta para la implementación del mantenimiento total productivo (TPM)*. Tecnología Industrial. El Cid Editor-Ingeniería.
- Soria, M. O. E. (2017). *Indicadores de clase mundial utilizados como herramienta de control en la gestión de mantenimiento preventivo y correctivo de equipo pesado, en minería subterránea de oro*. Publisher: Universidad de San Carlos de Guatemala.