



**Metodología para el análisis y la evaluación de la gestión del mantenimiento industrial,
mediante la Auditoría de Mantenimiento**

Wilder Danilo Castaño González

Monografía presentada para optar al título de Especialista en Gerencia de Mantenimiento

Asesor

Juan David Saldarriaga Loaiza, Doctor (PhD) en Ingeniería Electrónica y computación

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Especialización en Gerencia de Mantenimiento
Medellín, Antioquia, Colombia
2024

Cita	(Castaño González, 2024)
Referencia	Castaño González, W. D. (2024). <i>Metodología para el análisis y evaluación de la gestión del mantenimiento industrial, mediante la Auditoría de Mantenimiento</i> [Trabajo de grado especialización]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Biblioteca Carlos Gaviria Díaz

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Tabla de contenido

Resumen	8
Abstract	9
1. Introducción	11
1.1. Planteamiento del problema	12
1.3. Objetivos	13
1.3.1. Objetivo general	13
1.3.2. Objetivos específicos.....	14
2. Auditoría de mantenimiento	16
3. Metodología	22
3.1. Cronograma de actividades	23
4. Auditorías para la gestión del mantenimiento industrial	26
4.1. Auditoría de cumplimiento.....	26
4.2. <i>MES</i> (Encuesta de efectividad de mantenimiento).....	26
4.3. Auditoría de gestión de activos	27
4.4. <i>AMORMS</i> (Encuesta de fiabilidad y mantenimiento)	27
4.5. Auditoría de calidad	28
4.6. <i>MCM</i> (Matriz cualitativa de mantenimiento).....	28
4.7. Auditoría de fiabilidad	29
4.8. <i>CMMS</i> (Auditoría para evaluar un sistema de gestión informática de mantenimiento)	29
4.9. Auditoría de seguridad	30
4.10. Auditoría <i>Flash Audit</i>	30
4.11. Procedimiento de una auditoría de gestión del mantenimiento según ciclo PHVA...37	37

4.12.	Caso de aplicación.....	40
4.12.1.	Método Flash Audit ajustado	40
4.12.2.	Plan de aplicación.....	40
4.12.3.	Resultados de aplicación	44
4.12.4.	Validación de la metodología.....	46
5.	Conclusiones	49
6.	Referencias.....	50
7.	Anexos	52

Lista de tablas

Tabla 1. Cronograma de actividades.	23
Tabla 2. Tópicos de la encuesta <i>Flash Audit</i>	31
Tabla 3. Aspectos y subaspectos del método <i>Flash Audit</i>	34
Tabla 4. Conformación del equipo en la aplicación de la auditoría <i>Flash Audit</i>	41
Tabla 5. Cronograma de aplicación de la auditoría <i>Flash Audit</i>	42
Tabla 6. Resultados de la aplicación de encuesta <i>Flash Audit</i> al caso de estudio.	44
Tabla 7. Resultados de la auditoría <i>Flash Audit</i> aplicando <i>Benchmarking</i>	46
Tabla 8. Aspectos críticos resultantes aplicando <i>Benchmarking</i>	48

Lista de figuras

Figura 1. Visión general de un proceso típico de recopilación y verificación de la información.	17
Figura 2. Métodos de auditoría según ISO 19011 de 2018.....	19
Figura 3. Diagrama de flujo para la gestión de un programa de auditoría.....	39
Figura 4. Radar de resultados tras la aplicación al caso de estudio.	45
Figura 5. Radar de resultados <i>Flash Audit</i> aplicando <i>Benchmarking</i>	47

Siglas, acrónimos y abreviaturas

ISO	International Organization for Standardization
PHVA	Planear, Hacer, Verificar, Actuar
MES	Maintenance Effectiveness Survey
AMORMS	Asset Maintenance and Reliability Survey
KIP's	Key Performance Indicator
MCM	Matriz Cualitativa de Mantenimiento
CMMS	Computerized Maintenance Management System

Resumen

El presente trabajo parte de la necesidad de elaborar una metodología para la evaluación de la gestión del mantenimiento industrial, mediante la implementación de un programa de auditoría de mantenimiento que permitió diagnosticar e identificar puntos débiles y de mejora continua en el modelo de gestión adoptado por una industria metalmecánica.

Se presenta una revisión bibliográfica de procedimientos y artículos referentes a la auditoría de gestión del mantenimiento industrial bajo las directrices de la norma ISO 19011 de 2018. Esto permite recopilar los conceptos, métodos y procedimientos relevantes, conocidos y probados.

Posteriormente, se propone una metodología para el análisis y evaluación de la gestión del mantenimiento industrial, que permite obtener los porcentajes evaluados de cada aspecto referente al método *Flash Audit*, aplicado en una empresa del sector metalmecánico.

Se valida la metodología por medio de la herramienta *Benchmarking*, que comparó el estado actual de la empresa evaluada con respecto a la información sobre los mismos componentes de otras 246 empresas colombianas, lo cual permite establecer objetivos del proceso de mejora y futuros planes de acción.

Palabras clave: modelo de gestión del mantenimiento, auditoría de mantenimiento, mantenimiento industrial, industria metalmecánica, ciclo PHVA, mejora continua, *Benchmarking*.

Abstract

This work started from the need to develop a methodology for the evaluation of industrial maintenance management, through the implementation of a maintenance audit program that allowed to diagnose and identification of weak points and continuous improvement points in the management model adopted by a metal-mechanical industry.

A literature review of procedures and articles concerning the industrial maintenance management audit under the guidelines of ISO 19011 standard of 2018 is present. This allowed the compilation of relevant, known, and proven concepts, methods, and procedures.

Subsequently, a methodology for the analysis and evaluation of industrial maintenance management, which allows, for obtaining the evaluated percentages of each aspect related to the Flash Audit method, applied in a company of the metal-mechanic sector.

The methodology is validated through the Benchmarking tool, which compared the current state of the evaluated company with respect to the information on the same components of other 246 Colombian companies. This allows for the establishment of objectives for the improvement process and future action plans.

Keywords: maintenance management model, maintenance audit, industrial maintenance, metalworking industry, PHVA cycle, continuous improvement, Benchmarking.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presenta la introducción la cual explica el contenido de cada capítulo y su relación directa con el tema de investigación. Luego se presenta el planteamiento del problema, justificación y la pregunta de investigación, que dieron lugar al desarrollo del trabajo de monografía. Finalmente, se enuncian los objetivos generales y los objetivos específicos.

1. Introducción

A continuación, se presenta la estructura del documento de monografía por capítulos, donde se indican las temáticas desarrolladas en cada uno de ellos:

En el Capítulo 2 se aborda el contexto en cuanto a la auditoría de mantenimiento como una de las herramientas de análisis y evaluación para medir el nivel de gestión del modelo de mantenimiento. Adicionalmente, se muestra una visión general del proceso de auditoría, las razones, métodos y la clasificación por tipo.

En el Capítulo 3 se presenta la metodología usada para el cumplimiento de los objetivos específicos y general del trabajo. Aquí, se desglosan las actividades realizadas y el cronograma usado para el desarrollo de ellas.

En el Capítulo 4 se aborda el contexto de los resultados del presente trabajo, es decir, se presenta el contenido de la metodología enmarcado en el cumplimiento de la norma ISO 19011 de 2018. Se comienza con la presentación de las auditorías de mantenimiento más utilizadas a nivel industrial, sus generalidades y componentes más relevantes.

Luego, se abordan las principales pautas para el procedimiento de una auditoría de gestión del mantenimiento según el ciclo PHVA y diagrama de flujo para la gestión de un proceso de auditoría.

Seguidamente, se encuentra el caso de aplicación en una empresa del sector metalmecánico, seleccionando el método “*Flash Audit*” como programa de auditoría adaptado por su compatibilidad y relación directa del área de mantenimiento con cada uno de los aspectos evaluados. Por lo tanto, se presenta la metodología *Flash Audit* ajustada, el plan de aplicación y, los resultados de aplicación, con lo cual, se obtiene como resultado los porcentajes de la evaluación de gestión del mantenimiento industrial de cada aspecto.

Por último, se muestra la validación de la metodología usando la herramienta *Benchmarking*, que comparó el estado actual de la empresa evaluada con respecto a la información recopilada sobre los mismos componentes de otras 246 empresas colombianas. Lo cual permitió establecer objetivos del proceso de mejora y futuros planes de acción. Con este capítulo se cumplen los objetivos específicos 1,2 y 3.

En el Capítulo 5 se presentan las conclusiones derivadas de este trabajo de monografía.

En el Capítulo 6 se presentan las referencias que sirvieron como base bibliográfica para el trabajo realizado.

Finalmente, en el Capítulo 7 se muestra el anexo base del trabajo, en el cual se evidencian las encuestas, resultados obtenidos, componentes por mejorar y cronograma de aplicación de la auditoría seleccionada.

1.1. Planteamiento del problema

Una de las grandes problemáticas a nivel de la gerencia del mantenimiento, converge en que las organizaciones se enfocan en invertir cuantiosos recursos para lograr la evolución de la gestión del mantenimiento, utilizando diversas estrategias, herramientas y modelos gerenciales; lamentablemente, en muchos casos, luego de tales inversiones, el rendimiento, la rentabilidad, y la confiabilidad de sus activos productivos solo mejora marginalmente o, lo que es peor, permanecen muy parecidos a los previamente existentes [1].

Según lo referido en [2], este fenómeno se debe a factores como: focalización en optimizar la tecnología, hardware y procesos asociados a los activos productivos, ignorando que el recurso humano afecta positiva o negativamente cualquier funcionamiento del sistema; esfuerzos centrados en medir el rendimiento de los equipos sin que exista una concepción clara sobre los procesos que serán utilizados para lograr el mejoramiento continuo de los mismos; limitado o ningún involucramiento del personal de la gerencia y del nivel ejecutor en las iniciativas de transformación y evolución de la gestión del mantenimiento, entre otros.

Lo anterior ocurre porque no existe una sincronización adecuada de los procesos, tecnología y personal de las organizaciones, alineada en un modelo de gestión de mantenimiento centrado en objetivos en común desde el punto de vista estratégico y organizacional [3].

1.2. Justificación

Con el objetivo de realizar un diagnóstico que evidencie posibles puntos de mejora continua o falencias en la integración del área operacional, es necesario ejecutar un programa de auditoría, que permita medir y evaluar el grado de desempeño y madurez en la gestión del mantenimiento industrial.

Por lo anterior, este trabajo propone la elaboración de una metodología para la evaluación del grado de gestión del mantenimiento industrial, a través de la auditoría como herramienta de diagnóstico, basada en las directrices de la norma ISO 19011 de 2018 especificada en [4]. Posteriormente validar la guía mediante la implementación en el departamento de mantenimiento de una empresa del sector metalmecánico.

Con la metodología desarrollada se podrá establecer una visión clara del nivel de gestión del departamento de mantenimiento en organizaciones del sector industrial, a su vez presentando un *Benchmarking* con los porcentajes promedio de estudios previamente ejecutados en más de 200 empresas colombianas.

Finalmente, la metodología propuesta, como herramienta de análisis y evaluación de la gestión del mantenimiento a nivel industrial, surgió como respuesta a la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo se puede evaluar la gestión del departamento de mantenimiento en una empresa del sector industrial?

Para dar respuesta a esta pregunta de investigación se plantearon los objetivos que se desarrollan en la siguiente subsección.

1.3.Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Elaborar una metodología basada en una revisión bibliográfica, para el análisis y evaluación de la gestión del mantenimiento industrial a través de un programa de auditoría, y validada por medio de un caso de aplicación en una empresa del sector metalmecánico.

1.3.2. Objetivos específicos

- 1.** Ejecutar una búsqueda de literatura sobre procedimientos y artículos referentes a la auditoría de gestión del mantenimiento industrial bajo la norma ISO 19011 de 2018 y estructurar en un documento los programas de auditoría, para consolidar y ordenar la información encontrada.
- 2.** Seleccionar el programa de auditoría más adaptable y aplicable a la industria metalmecánica, de acuerdo con las directrices de la norma ISO 19011 de 2018, para la evaluación de la gestión del mantenimiento industrial.
- 3.** Implementar el desarrollo de la metodología en el departamento de mantenimiento de una empresa del sector metalmecánico, para evaluar la viabilidad y utilidad de ésta.

CAPÍTULO 2

AUDITORÍA DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

En este capítulo se presenta un contexto de la gestión del mantenimiento y su importancia para la operación a nivel empresarial. Inicialmente, se aborda el planteamiento del problema, donde se describe su importancia en cualquier sector, las problemáticas y soluciones en la evaluación de la gestión.

Luego, se presenta la justificación del porqué son indispensables las auditorías de mantenimiento y las ventajas que estas herramientas traen para medir el nivel de desempeño. Seguidamente, se exponen los antecedentes y se realizan especificaciones propias de cada auditoría consultada.

Finalmente, se presenta el procedimiento general para una auditoría de mantenimiento basada en la aplicación del ciclo PHVA establecido bajo los estándares de la norma ISO 19011 de 2018. Con este capítulo se cumple el objetivo específico 1: “Ejecutar una búsqueda de literatura sobre normas, procedimientos y artículos referentes a la auditoría de gestión del mantenimiento industrial y estructurar en un documento los programas de auditoría, para consolidar y ordenar la información encontrada”.

2. Auditoría de mantenimiento

El mantenimiento se encuentra catalogado como una herramienta que, combinada con actividades técnicas, administrativas y de gestión, contribuye a que los activos cumplan la función requerida por la organización. Además, comprende un amplio campo de aplicación y juega un rol muy importante dentro de la organización, por lo tanto, asegurar el control del proceso cobra un valor relevante en la correcta articulación entre departamentos [5].

Una forma de conocer cuál es su situación actual, saber si las estrategias o políticas que se están implementando están alineadas con las de la organización, diagnosticar posibles puntos de mejora y/o aspectos débiles, es a través de una auditoría que permita la evaluación de la gestión del mantenimiento [6].

Según la norma ISO 19011 de 2018 [4], el concepto de auditoría se define como: “Proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencias y evaluarlas de manera objetiva, con el fin de determinar la extensión en que se cumplen los criterios”. Las auditorías son evaluaciones que se realizan para encontrar los puntos en los que fallan las organizaciones y proponer acciones de mejora, centrándose en determinar si la gestión de mantenimiento está apuntando hacia el objetivo de la compañía, para tomar decisiones con base en estudios de la situación real [7].

En la **Figura 1** se presenta una visión general del proceso de auditoría según la ISO 19011 de 2018.

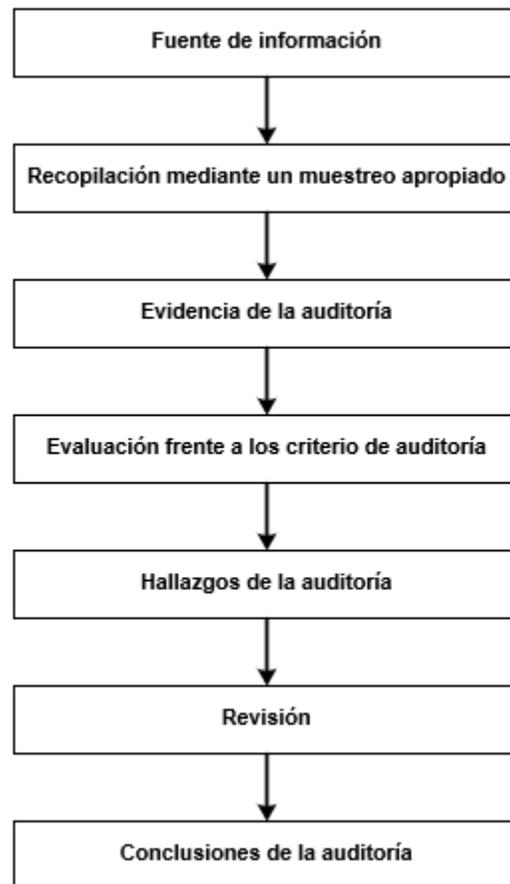


Figura 1. Visión general de un proceso típico de recopilación y verificación de la información.

Por otro lado, según lo especifican los autores en [8], la auditoría de gestión de mantenimiento se realiza por varias razones importantes, que contribuyen a la eficiencia y la efectividad de las operaciones de mantenimiento dentro de una organización. Estas son algunas de las razones clave por las cuales se lleva a cabo una auditoría de gestión de mantenimiento:

Evaluación de la eficiencia: la auditoría de gestión de mantenimiento ayuda a evaluar la eficiencia de los procesos y procedimientos de mantenimiento en la organización. Permite identificar áreas donde se pueden mejorar los flujos de trabajo, la asignación de recursos y la productividad.

Cumplimiento normativo: garantizar que las prácticas de mantenimiento cumplan con los estándares, regulaciones y normativas aplicables es esencial para evitar problemas legales y sanciones. Las auditorías aseguran que la organización esté al día con los requisitos legales.

Identificación de riesgos: las auditorías ayudan a identificar riesgos relacionados con la gestión de mantenimiento, como riesgos de seguridad, ambientales y operativos. Esto permite tomar medidas preventivas y de mitigación para proteger a los empleados y los activos.

Mejora continua: identificar áreas de mejora en la gestión de mantenimiento es fundamental para la mejora continua. Las auditorías proporcionan información valiosa para implementar cambios y aumentar la eficacia de las operaciones de mantenimiento con el tiempo.

Optimización de costos: la auditoría de gestión de mantenimiento puede revelar oportunidades para reducir los costos operativos, como la reducción de inventarios, una mejor planificación del mantenimiento y la optimización del uso de recursos.

Garantizar la disponibilidad de activos: asegurar que los activos críticos estén disponibles y funcionando correctamente es esencial para la continuidad operativa de la organización. Las auditorías pueden ayudar a prevenir fallos inesperados y maximizar la vida útil de los activos.

Gestión de activos: evaluar cómo se gestionan los activos de la organización, incluyendo su mantenimiento preventivo y predictivo, es clave para garantizar su eficiencia y vida útil.

Documentación y registro: las auditorías verifican que se mantenga un registro adecuado de las actividades de mantenimiento, lo que es esencial para el seguimiento, la toma de decisiones basadas en datos y la demostración de conformidad en caso de auditorías externas.

Alineación estratégica: evaluar si la gestión de mantenimiento está alineada con los objetivos estratégicos de la organización, como la mejora de la calidad, la satisfacción del cliente y la eficiencia operativa.

Control de calidad: asegurar que los estándares de calidad se cumplan a través de prácticas de mantenimiento adecuadas contribuye a la calidad del producto y la satisfacción del cliente.

En la **Figura 2**, se presentan los métodos de auditoría de acuerdo con los grados de interacción entre el auditor y el auditado.

Grado de interacción entre el auditor y el auditado	Ubicación del auditor	
	<i>In situ</i>	A distancia
Interacción humana	Realizar entrevistas Completar listas de verificación y cuestionarios con la participación del auditado Revisar los documentos con la participación del auditado Muestrear	A través de medios de comunicación interactivos: <ul style="list-style-type: none"> — realizar entrevistas — observar el trabajo realizado con un guía a distancia — completar listas de verificación y cuestionarios — revisar los documentos con la participación del auditado
Sin interacción humana	Revisar los documentos (por ejemplo, registros, análisis de datos) Observar el trabajo desempeñado Realizar visitas al sitio Completar listas de verificación Muestrear (por ejemplo, productos)	Revisar los documentos (por ejemplo, registros, análisis de datos) Observar el trabajo desempeñado a través de medios de vigilancia, considerando los requisitos sociales y legales Analizar los datos
Las actividades de auditoría <i>in situ</i> se realizan en las instalaciones del auditado. Las actividades de auditoría a distancia se realizan en cualquier otro lugar distinto de las instalaciones del auditado, sin tener en cuenta la distancia. Las actividades de auditoría interactivas implican la interacción entre el personal del auditado y el equipo auditor. Las actividades de auditoría no interactivas no implican la interacción humana con las personas que representan al auditado, pero implican la interacción con los equipos, las instalaciones y la documentación.		

Figura 2. Métodos de auditoría según ISO 19011 de 2018.

Nota: Tomado de la norma ISO 19011 de 2018 [4]

En definitiva, el objetivo principal de las auditorías es ayudar a orientar los recursos humanos, económicos y tecnológicos en las áreas de mayor oportunidad de mejora, para mantener y mejorar la efectividad de la función del mantenimiento en una organización. De acuerdo con el libro Ingeniería de mantenimiento y Fiabilidad aplicada a la gestión de activos especificado en [9], las auditorías se pueden clasificar en 3 tipos: cualitativas, cuantitativas y semi cuantitativas.

Auditorías cualitativas: evalúan de forma sencilla y con un alto nivel de incertidumbre los diferentes indicadores de gestión (encuestas, listas de preguntas, matrices cualitativas de jerarquización, etc.).

Auditorías cuantitativas: utilizan modelos matemáticos que permiten cuantificar la evolución de diferentes indicadores de gestión (modelo de análisis jerárquico de priorización /Técnicas AHP, análisis cuantitativo de riesgos, etc.). Las auditorías por indicadores o cuantitativas se alejan de toda interpretación subjetiva. Ya que se limitan a tomar los indicadores o KPI (indicadores) que la instalación ofrece, son mucho más exactas.

Los indicadores de mantenimiento son datos numéricos que pueden relacionarse. Estos permiten una comprensión profunda de lo que ocurre en una planta industrial, lo que ha ocurrido y lo que posiblemente ocurrirá.

Auditorías semicuantitativas: utilizan métodos de evaluación que permiten ponderar de forma parcial y con un nivel medio de incertidumbre los diferentes indicadores de gestión.

CAPITULO 3

METODOLOGÍA

En este capítulo se presentan las actividades planeadas que permitió la ejecución del presente trabajo, desde la fase inicial de investigación, hasta el caso de aplicación. Esto brindó una visión panorámica y detallada de las metas alcanzables en función del cumplimiento de los objetivos mencionados en el Capítulo 1.

Adicionalmente se presenta un cronograma de las actividades que se desarrollaron.

3. Metodología

La primera etapa del proceso consistió en una búsqueda sistemática de la literatura, mediante bases de datos académicas y recursos en línea como Google Académico, Science Direct, entre otros. Esto permitió recopilar los conceptos, métodos y procedimientos relevantes, conocidos y probados sobre la auditoría de gestión del mantenimiento industrial con base en la norma ISO 19011 de 2018.

Con la información recopilada se procedió a analizar y estructurar de forma coherente y clara todos los elementos relevantes relacionados con la gestión del mantenimiento industrial. Este paso fue crucial para identificar los programas y métodos de auditoría más adecuados, así como para comprender en detalle sus componentes clave y su aplicabilidad en el contexto específico del sector metalmeccánico.

Tras el proceso de verificación, se seleccionó el programa de auditoría "*Flash Audit*" como el más adaptable para la evaluación de la gestión del mantenimiento en empresas del sector. Esta elección se fundamentó en la capacidad del programa para ajustarse a las necesidades particulares de evaluación y mejora identificadas durante la fase de análisis.

Con el programa de auditoría seleccionado, se procedió a estructurar la metodología siguiendo los lineamientos establecidos en la norma ISO 19011 de 2018, asegurando así la coherencia y la calidad del proceso de auditoría.

Posteriormente, se desarrolló el cuestionario "*Flash Audit*" en un documento Excel, lo que facilitó su aplicación práctica durante la auditoría de gestión del mantenimiento en una empresa del sector metalmeccánico.

La metodología se puso a prueba en la empresa, llevando a cabo una auditoría exhaustiva mediante el cuestionario definido. Durante esta etapa, se recopilaron datos relevantes y se identificaron a primera vista áreas de mejora potencial.

Los resultados obtenidos se analizaron y evaluaron utilizando gráficos de radar, que proporcionaron una representación visual clara de la eficacia de la gestión del mantenimiento en diferentes aspectos clave. Estos resultados se compararon con criterios definidos previamente en

la metodología, permitiendo así una evaluación objetiva del desempeño del departamento de mantenimiento.

Finalmente, se validó la efectividad del programa de auditoría y la utilidad de la metodología en la evaluación de la gestión del mantenimiento industrial mediante un proceso de *Benchmarking*. La comparación con un estudio de referencia permitió confirmar la validez de los resultados obtenidos y destacar las áreas de excelencia y las oportunidades de mejora identificadas durante la auditoría.

3.1.Cronograma de actividades

En la **Tabla 1** se presenta el cronograma de actividades y su duración en el desarrollo del trabajo, desde la búsqueda sistemática de la literatura hasta la validación de los resultados de la metodología.

Tabla 1. Cronograma de actividades.

Nro.	Actividad	Duración			
		mes 1	mes 2	mes 3	mes 4
1	Búsqueda sistemática de literatura	█	█	█	
2	Análisis y estructuración documental de la información recopilada	█	█		
3	Selección del programa de auditoría para la evaluación de gestión del mantenimiento		█		
4	Estructuración y detalle del programa de auditoría seleccionado		█		
5	Desarrollo del cuestionario del programa de auditoría definido en la actividad 3		█		
6	Aplicación de la metodología a una empresa del sector metalmecánico			█	█

7	Registro, análisis y evaluación de resultados tras la aplicación de la metodología														
8	Estimación de efectividad, utilidad y ajustes de la metodología														

CAPITULO 4

AUDITORÍAS PARA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

En este Capítulo se aborda el contexto en cuanto a las auditorías de mantenimiento industrial como herramientas de análisis y evaluación para medir la gestión del mantenimiento; se comienza dando un avistamiento a cada tipo de auditoría, así como las metodologías utilizadas generalmente en la industria.

Luego, se muestra el procedimiento general de una auditoría de gestión del mantenimiento según el ciclo PHVA referenciada en la norma ISO 19011 de 2018. Adicionalmente, se aborda el programa de auditoría “*Flash Audit*”, dando un avistamiento a cada uno de los componentes y objetivos como herramienta potencial de evaluación de la gestión del mantenimiento a nivel industrial. Así también como la metodología de implementación del caso de aplicación en una empresa del sector metalmecánico.

Por último, se exponen los resultados obtenidos tras la aplicación validando por medio de *Benchmarking* la metodología.

4. Auditorías para la gestión del mantenimiento industrial

En el ámbito del mantenimiento industrial, se utilizan diversas auditorías para garantizar la eficacia y eficiencia de los procesos. Entre las auditorías más comunes se encuentran:

4.1. Auditoría de cumplimiento

Propósito: verificar que las actividades de mantenimiento se lleven a cabo de acuerdo con los estándares, regulaciones y políticas establecidas, así como garantizar el cumplimiento de las normativas de seguridad.

Proceso: implica revisar registros y documentación para asegurarse de que se sigan los procedimientos establecidos. Esto puede incluir inspecciones físicas de los equipos y áreas de trabajo para verificar el cumplimiento de las normas de seguridad.

Resultados esperados: identificación de posibles brechas en el cumplimiento, recomendaciones para mejorar los procedimientos y garantizar el cumplimiento de las regulaciones [10]

4.2. MES (Encuesta de efectividad de mantenimiento)

La Encuesta de Efectividad de Mantenimiento (*MES*, por sus siglas en inglés *Maintenance Effectiveness Survey*) es una herramienta utilizada en la gestión del mantenimiento para evaluar la eficacia y eficiencia de los programas de mantenimiento dentro de una organización [11]. Esta encuesta se lleva a cabo de manera periódica para recopilar información sobre diversos aspectos del mantenimiento y su impacto en la operación de la empresa. Es un cuestionario de evaluación de 60 preguntas repartidas en 5 áreas del mantenimiento, tales como:

- Recursos gerenciales.
- Gerencia de la información.
- Equipos y técnicas de mantenimiento preventivo.
- Planificación y ejecución.

- Soporte, calidad y motivación.

Se aplica en varios niveles jerárquicos, personal de gerencia, supervisión, operaciones y mantenimiento (se recomienda ejecutar el cuestionario a 8 participantes, como mínimo), los resultados son una evaluación de categorías por tipo o clase en diferentes rangos.

4.3. Auditoría de gestión de activos

Propósito: evaluar cómo se gestionan y mantienen los activos físicos de la organización, incluyendo equipos, infraestructuras y recursos relacionados con el mantenimiento.

Proceso: revisión de registros de mantenimiento, planificación de mantenimiento preventivo, gestión de inventario de repuestos, y análisis de la utilización de activos.

Resultados esperados: identificación de áreas donde se pueden optimizar los recursos, recomendaciones para mejorar la gestión de activos y reducir costos operativos [10].

4.4. AMORMS (Encuesta de fiabilidad y mantenimiento)

La Encuesta de Fiabilidad y Mantenimiento (*AMORMS*, por sus siglas en inglés *Asset Maintenance and Reliability Survey*) es una herramienta que se utiliza para recopilar datos e información clave sobre la confiabilidad de los equipos, la efectividad de los programas de mantenimiento y la gestión de activos [12]. Es un cuestionario de evaluación de 125 preguntas, las áreas a ser evaluadas son:

- Gestión de activos, objetivos del negocio (*KPI's*) y organización de soporte.
- Modelos de jerarquización basados en riesgo (criticidad de equipos).
- Análisis de problemas (manejo de fallas).
- Procesos de programación y planificación.
- Procesos de asignación de recursos, soporte informático y logístico.
- Procesos de control y análisis de indicadores técnicos.
- Proceso de análisis de costos de ciclo de vida.

- Procesos de revisión y mejora continua.

4.5. Auditoría de calidad

Propósito: evaluar la calidad de los servicios de mantenimiento proporcionados, incluyendo la satisfacción del cliente interno y externo, así como la conformidad con los estándares de calidad establecidos.

Proceso: análisis de la satisfacción del cliente, revisión de informes de seguimiento de averías, y evaluación de la eficacia de los procesos de mantenimiento.

Resultados esperados: identificación de áreas de mejora en la calidad del servicio, recomendaciones para aumentar la satisfacción del cliente y mejorar la eficiencia operativa [11].

4.6. MCM (Matriz cualitativa de mantenimiento)

Es una herramienta utilizada en la gestión del mantenimiento para priorizar las acciones de mantenimiento preventivo y predictivo en función del riesgo y la importancia de los equipos. Esta matriz ayuda a las organizaciones a asignar recursos y esfuerzos de mantenimiento de manera más eficiente, centrándose en aquellos equipos que representan mayores riesgos y tienen un impacto significativo en la operación de la empresa [12].

La *MCM* proporciona una guía visual clara para la toma de decisiones en cuanto a la asignación de recursos de mantenimiento. Al centrarse en los equipos de alta prioridad, las organizaciones pueden maximizar la eficiencia de sus programas de mantenimiento y minimizar el riesgo de fallos que puedan afectar la operación.

Contiene una matriz de (5x7), conformada por los siguientes factores: en el eje horizontal tiene las etapas de mejora en mantenimiento (incertidumbre, conciencia, entendimiento, madurez y excelencia), en el eje vertical corresponde a factores de gestión del mantenimiento (aptitud de la alta gerencia, status de la organización mantenimiento, costos del mantenimiento/costos totales, formas de resolver los problemas en mantenimiento, calificación y entrenamiento del personal de

mantenimiento, manejo de la información y toma de decisiones, posición de la organización en relación al mantenimiento).

Se aplica en el nivel gerencial, partiendo de una lluvia de ideas y los resultados son una evaluación cualitativa de cada uno de los 7 factores evaluados, posicionando cada factor en una las 4 etapas de mejora [13].

Finalmente, se toman las decisiones necesarias para poder mejorar cada uno de los factores evaluados, con el objetivo de tratar de llegar a la etapa de conocimiento.

4.7. Auditoría de fiabilidad

Propósito: evaluar la fiabilidad de los equipos y sistemas, identificando posibles fallos o problemas recurrentes que puedan afectar la disponibilidad operativa.

Proceso: análisis del historial de fallos, revisión de los procedimientos de mantenimiento preventivo, y evaluación de la eficacia de las estrategias de mantenimiento.

Resultados esperados: identificación de áreas de mejora para aumentar la fiabilidad de los activos, recomendaciones para reducir los tiempos de inactividad y mejorar la disponibilidad operativa [13].

4.8. CMMS (Auditoría para evaluar un sistema de gestión informática de mantenimiento)

Una auditoría de *CMMS* proporciona una evaluación exhaustiva del sistema y ayuda a identificar áreas de mejora para maximizar el valor y la eficacia de la gestión del mantenimiento dentro de la organización. Los hallazgos y recomendaciones de la auditoría pueden utilizarse para realizar ajustes y mejoras en el *CMMS* [12].

Es un cuestionario de evaluación de 50 preguntas repartidas en 9 áreas, los factores a ser evaluados son:

- Integridad de los datos.
- Adiestramiento y formación.

- Control de las actividades de mantenimiento.
- Presupuestos y control de costos.
- Planificación y programación del mantenimiento.
- Gestión de materiales.
- Técnicas de mantenimiento preventivo por tiempo y predictivo.
- Indicadores de medición de desempeño del mantenimiento.
- Otros usos al *CMMS*.

4.9. Auditoría de seguridad

Propósito: garantizar un entorno de trabajo seguro para el personal de mantenimiento y proteger los activos de la empresa contra posibles riesgos de seguridad.

Proceso: inspección de las instalaciones y áreas de trabajo para identificar posibles peligros, revisión de los procedimientos de seguridad y entrenamiento del personal.

Resultados esperados: identificación y mitigación de riesgos de seguridad, cumplimiento de normativas y estándares de seguridad, y promoción de una cultura de seguridad en la organización [14].

4.10. Auditoría *Flash Audit*

Este método es una herramienta inglesa utilizada para encontrar las oportunidades de un departamento de mantenimiento de manera rápida, integral y detallada; con el fin de canalizar los esfuerzos de dicho departamento en lo que verdaderamente está fallando, haciendo énfasis en los puntos más débiles y así poder realizar un plan de mejora objetivo [15].

El “*Flash Audit*” es un método de diagnóstico rápido ampliamente utilizado por las empresas debido a su sencillez de aplicación y objetivo en mostrar la situación actual del área de mantenimiento [16]. No existe una forma estandarizada o única de realizar este tipo de análisis, pueden existir diversas formas de aplicarlo, depende de los criterios que se quieran evaluar y los resultados que se desean obtener.

Con este método se desarrolla una serie de preguntas con el objetivo de evaluar los diferentes conceptos que tienen tres distintas áreas de la compañía sobre la gestión de mantenimiento; el departamento administrativo, el departamento de mantenimiento y el departamento de producción.

A la hora de la elaboración del diagnóstico se utiliza 12 temas fundamentales los cuales están divididos en varios subtemas y con un número definido de preguntas cerradas.

Cada pregunta tiene 3 opciones de respuesta y su calificación va desde 1 a 3; donde 1 es la respuesta óptima y 3 la respuesta más ineficiente.

Se involucran entre 1 y 4 actores de la gerencia o el departamento administrativo, de producción o de operaciones y de mantenimiento, quienes después de una capacitación sobre el método, realizan la encuesta que contiene la información a procesar y analizar. Cada pregunta tiene 3 opciones de respuesta y su calificación va desde 1 a 3, donde 1 es la respuesta óptima y 3 la respuesta más ineficiente.

El cuestionario formulado por el *Flash Audit* consta de 386 preguntas divididas en 12 áreas fundamentales de mantenimiento, que a su vez se dividen en varios subtemas y con un número definido de preguntas cerradas, tal como lo presenta la **Tabla 2** y **Tabla 3**.

Tabla 2. Tópicos de la encuesta *Flash Audit*.

TÓPICO	Número de preguntas		Porcentaje
1. Relación entre en el área de mantenimiento y producción.			
a. Comunicación y relaciones.	6	34	8,81%
b. Métodos de intervención.	9		
c. Percepción del nivel de mantenimiento preventivo.	11		
d. Medición de la función de mantenimiento por producción.	8		
2. Apreciación del área de mantenimiento por la alta gerencia.			

a. Posición de mantenimiento en la estructura dentro de la compañía.	9	31	8,03%
b. Ubicación del recurso humano y mano de obra dentro de la compañía.	7		
c. Opinión sobre mantenimiento.	8		
d. Importancia que se da a los recursos financieros.	7		
3. Percepción del área de mantenimiento por su equipo de trabajo.			
a. Importancia que se da a la organización en mantenimiento.	10	26	6,7%
b. Manejo, gestión y análisis de datos y registros en mantenimiento.	8		
c. Mantenimiento preventivo.	8		
4. Grado de disponibilidad en los equipos.			
a. Registro histórico de mantenimiento y operación de equipos.	12	22	5,70%
b. Análisis y utilización de los datos de información y registro histórico.	10		
5. Conocimiento de los costos de mantenimiento.			
a. Datos históricos de los costos de mantenimiento.	13	20	5,18%
b. Análisis de los costos presentes en mantenimiento.	7		
6. Métodos y preparación de las tareas de mantenimiento.			
a. Nivel de preparación de los trabajos de mantenimiento.	12	66	17,10%
b. Historial de demandas e intervenciones de trabajo de mantenimiento.	7		
c. Análisis del sistema actual de planeación y preparación de tareas.	10		
d. Planeación de los trabajos de mejoras y rediseños de equipos.	7		

e. Mantenimiento planeado y su preparación.	9		
f. Planeación y consecución de repuestos.	10		
g. Manejo de la documentación e información técnica.	11		
7. Planeación de las actividades de mantenimiento.			
a. Programación de las tareas de mantenimiento.	13	23	5,96%
b. Cronograma y ejecución de las tareas de mantenimiento.	10		
8. Manejo y gestión de inventarios de los almacenes.			
a. Manejo de inventarios de repuestos e insumos de mantenimiento.	7	56	14,51%
b. Sistema de información, entradas y salidas de repuestos.	10		
c. Listado de repuestos.	18		
d. Gestión y manejo de repuestos.	12		
e. Compra, pedidos y proveedores de los repuestos.	9		
9. Actividades y roles de los miembros del personal de mantenimiento.			
a. Mantenimiento.	21	29	7,51%
b. Seguridad.	8		
10. Manejo de los recursos humanos en mantenimiento.			
a. Indicadores, tasas y rendimientos de la mano de obra.	10	34	8,81%
b. Gestión del recurso humano y mano de obra de mantenimiento.	9		
c. Proporción de mano de obra preventiva, predictiva y correctiva.	4		
d. Aspectos de motivación y productividad del personal.	11		
11. Gestión y manejo de recursos físicos y materiales en mantenimiento.			
a. Documentación técnica	10	27	6,99%

b. Herramientas y equipos de mantenimiento.	11		
c. Infraestructura.	6		
12. Capacitación y entrenamiento en mantenimiento.			
a. Importancia del entrenamiento y de la capacitación en mantenimiento.	18	18	4,66%

Nota: Adaptado de [16].

Tabla 3. Aspectos y sub-aspectos del método *Flash Audit*.

Nro.	Aspecto	Descripción	Sub-aspectos
1	Relación mantenimiento y producción	Se muestra la percepción que se tiene de esta relación al momento de llevar a cabo el diagnóstico.	Comunicación y relaciones
			Métodos de intervención
			Percepción del mantenimiento preventivo (nivel de mantenimiento)
2	Percepción de las jerarquías superiores de mantenimiento	Se evalúa desde un punto de vista superior en la estructura jerárquica.	Comunicación y relaciones
			Métodos de intervención
			Percepción del mantenimiento preventivo
			Percepción de la función de mantenimiento por producción
3	Percepción de mantenimiento	Cómo percibe el mantenimiento dentro de la empresa, qué tan satisfecho está respecto a la labor que realiza.	Importancia dada a la organización
			Importancia dada a la entrada y análisis de datos
			Mantenimiento preventivo
4	Disponibilidad	Muestra el cuidado de los activos	Registro, récord histórico

	de los equipos	relacionados con el proceso productivo de la compañía, y su capacidad de realizar una función específica en un tiempo determinado.	Análisis de datos e información
5	Costos de mantenimiento	Se evalúa cómo tomar mejores decisiones para con el cuidado de los equipos con el dinero asignado, NO la forma en que se manejan los dineros de mantenimiento, ni la cantidad de dinero asignada al área.	Datos históricos relativos a los costos de mantenimiento
			Análisis del sistema actual
6	Métodos y preparación de trabajos	Se resalta la planeación y programación del mantenimiento en complemento de un análisis de la información histórica.	Preparación del trabajo
			Historia cronológica de las intervenciones
			Análisis del sistema actual
			Trabajos de mejora
			Mantenimiento preventivo
			Repuestos
7	Planeación de las actividades de mantenimiento	Se evalúa de manera independiente para resaltar su importancia dentro del proceso de mantenimiento	Planeación y programación de trabajo
			Trabajos programados y ejecución
8	Manejo y gestión de inventario	Los repuestos juegan un papel relevante en los trabajos de mantenimiento, y su gestión se relaciona con el cumplimiento de planes y costos del área.	Catálogo de repuestos
			Registro de retiro y destino de los repuestos
			Lista de repuestos
			Administración / manejo de

			repuestos
			Compras y abastecimiento de inventario o stock
9	Actividades y roles de equipo de mantenimiento	Se evidencia el nivel de satisfacción respecto a las actividades definidas para el equipo de trabajo, al igual que la definición de los roles y responsabilidades asignadas.	Mantenimiento
			Seguridad
10	Manejo de recursos humanos en mantenimiento	Se evidencia la percepción respecto a la relación o proporción del trabajo programado y mano de obra destinados para realizar las acciones de mantenimiento.	Relación o proporción de la mano de obra
			Mano de obra en mantenimiento
			Relación o proporción del trabajo programado y mano de obra en mantenimiento
			Motivación y productividad del personal
11	Gestión y manejo de recursos físicos	Se relacionan todos aquellos recursos tangibles que usa el área de mantenimiento para realizar sus respectivas labores.	Documentación técnica
			Herramientas y equipos
			Infraestructura
12	Capacitación y entrenamiento en mantenimiento	Se evalúa las capacidades técnicas y teóricas con las cuales cuenta el personal del área y su intención de mejora de estas.	Percepción general

Nota: Adaptado de [16].

4.11. Procedimiento de una auditoría de gestión del mantenimiento según ciclo PHVA

De acuerdo con los estándares de la norma ISO 19011 de 2018 [4], la aplicación del ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) en una auditoría de gestión del mantenimiento es una excelente manera de garantizar la mejora continua en las operaciones de mantenimiento. A continuación se plantean pautas de auditoría de gestión del mantenimiento basado en el ciclo PHVA:

Planificar

- Establecer los objetivos de la auditoría.
- Definir el alcance de la auditoría.
- Seleccionar el equipo de auditoría.
- Desarrollar un plan o programa de auditoría.
- Comunicar la auditoría.

Hacer

- Ejecutar la auditoría.
- Evaluar la conformidad.
- Registrar hallazgos.

Verificar

- Analizar los hallazgos.
- Determinar la efectividad.

Actuar

- Tomar Acciones correctivas y preventivas.
- Implementar cambios.
- Realizar un seguimiento.
- Comunicar los resultados.
- Revisión de la auditoría.

Para contextualizar de manera sencilla, en la **Figura 3** se muestra un diagrama de flujo general según la norma ISO 19011 de 2018, para la gestión de un programa de auditoría.

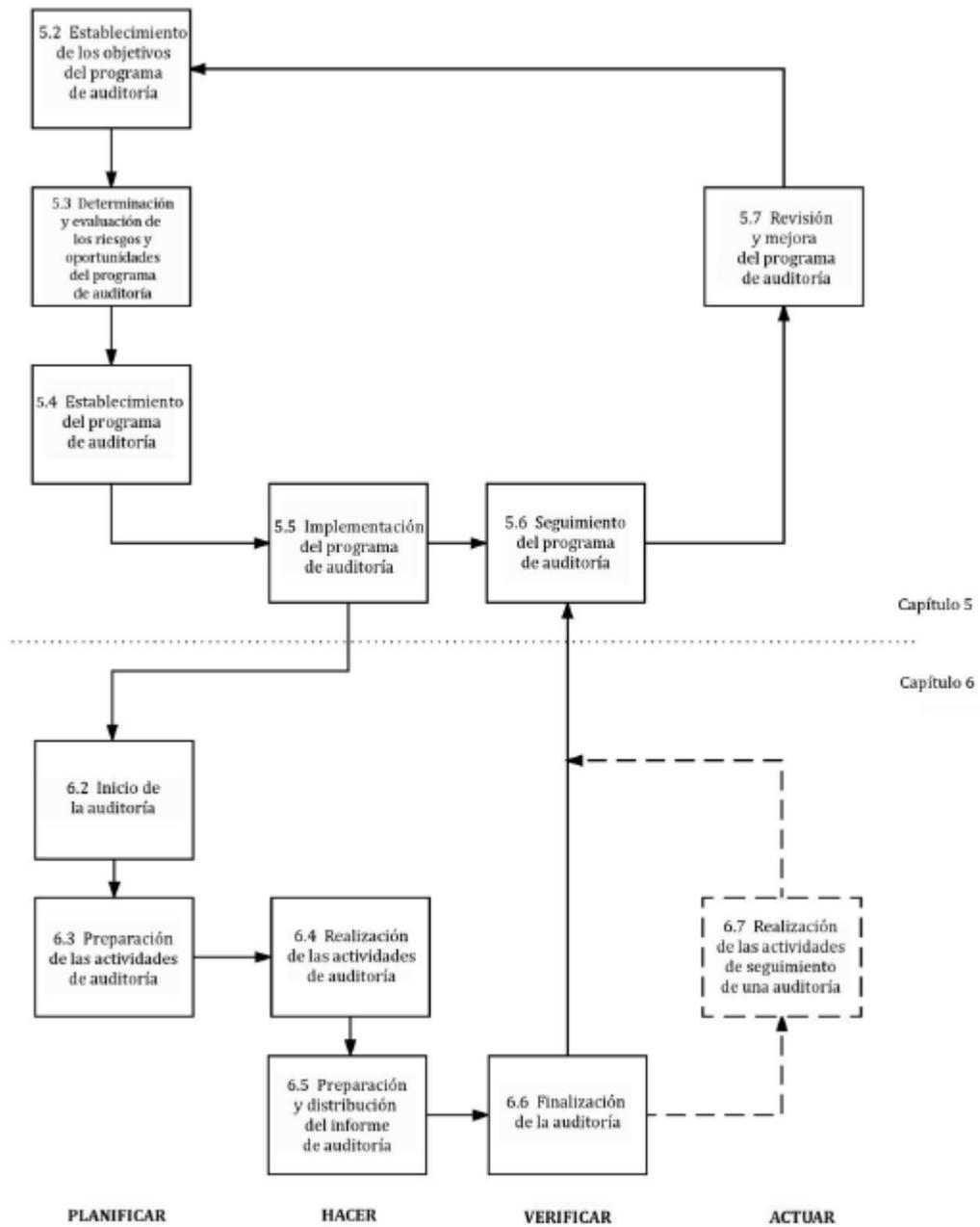


Figura 3. Diagrama de flujo para la gestión de un programa de auditoría.

Nota: Tomado de la norma ISO 19011 de 2018 [4].

4.12. Caso de aplicación

De acuerdo con los tipos de auditorías y sus propósitos, se pretende ejecutar el desarrollo de la metodología en el departamento de mantenimiento de una empresa del sector metalmecánico. Por tal razón, se seleccionó la auditoría “*Flash Audit*” como herramienta de aplicación para el caso de estudio, por su compatibilidad y relación directa del área de mantenimiento con cada uno de los aspectos.

4.12.1. Método *Flash Audit* ajustado

Para el caso de aplicación, se ajustó la encuesta a un total de 369 preguntas repartidas en los 12 tópicos de análisis. Lo anterior, se realizó para suprimir preguntas repetitivas de la encuesta original.

4.12.2. Plan de aplicación

Objetivo

Ejecutar la auditoría *Flash Audit* en una empresa del sector metalmecánico para realizar el análisis y evaluación de la gestión del mantenimiento a partir de los resultados.

Alcances

- Aplicación de la encuesta “*Flash Audit*” a 3 actores administrativos de la empresa, gerente de planta, coordinador de producción y jefe de mantenimiento.
- Consolidación, registro, gráficos y análisis de resultados.

Equipo

En la **Tabla 4** se muestra la conformación del equipo en la aplicación de la auditoría *Flash Audit* ajustado.

Tabla 4. Conformación del equipo en la aplicación de la auditoría *Flash Audit*.

Responsabilidad	Área	Cargo
Auditor	No aplica	No aplica
Auditado 1	Gerencial	Gerente de planta
Auditado 2	Operaciones	Coordinador de producción
Auditado 3	Mantenimiento	Jefe de mantenimiento

Responsabilidades

- El auditor es responsable de planear, comunicar, preparar, y supervisar la aplicación de la encuesta.
- Los auditados 1,2 y 3 son responsables de diligenciar en su totalidad la encuesta socializada por el auditor, dentro de los tiempos destinados para tal fin.
- El auditor es responsable de consolidar, analizar y evaluar la información tras la aplicación de las encuestas.

Acciones y métodos

El programa de auditoría se aplicó en una empresa del sector metalmeccánico como proyecto piloto utilizando el método “*Flash Audit*”, se socializó el proyecto previamente, explicando el método, sus alcances y lo que aporta para el modelo de gestión del departamento de mantenimiento.

Con la ayuda de la gerencia y el auditor, se seleccionó con antelación las personas a las cuales se les aplicó la encuesta, teniendo en cuenta que debía ser un grupo interdisciplinario de las áreas determinadas por el método, como mínimo, un integrante de la gerencia, un integrante de operaciones y un integrante de mantenimiento.

Una vez determinado el equipo de personas, se hizo una reunión para exponer la importancia de la solución objetiva de la encuesta, además se explicó en qué consistía la actividad que se llevó a cabo y se resolvieron las dudas e inquietudes al respecto. Haciendo énfasis en que la encuesta presenta 3 posibilidades de respuesta, donde cada persona de acuerdo con su percepción debía escoger.

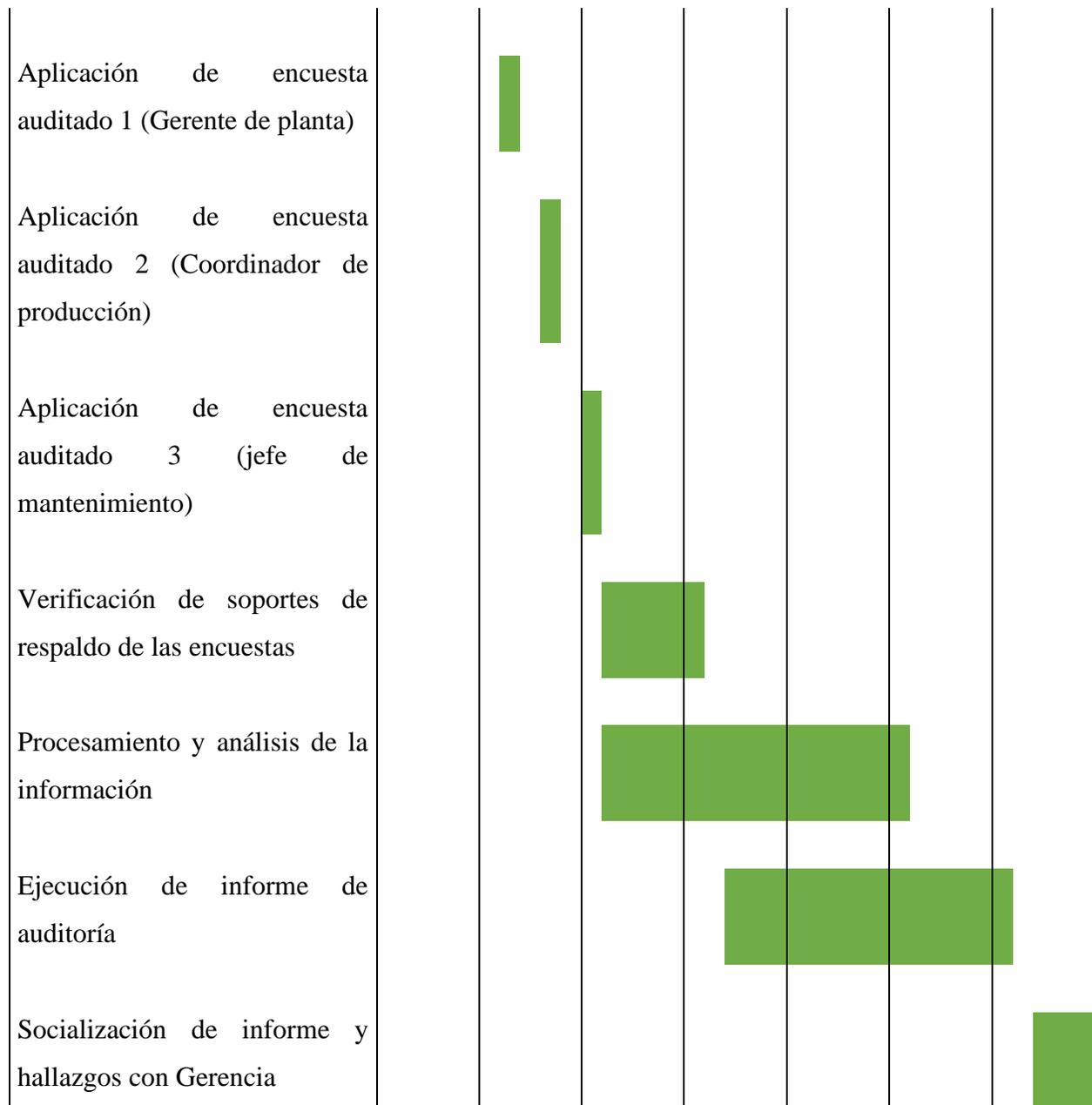
El personal seleccionado para ser auditado tuvo un tiempo de 2 horas y 30 minutos para realizar la encuesta, tiempo durante el cual podían hacer preguntas al auditor, con el fin de aclarar dudas. Una vez terminadas las encuestas se entregaron al facilitador, con los soportes físicos y no físicos que respaldan los diferentes procesos y procedimientos a nivel de la gestión del mantenimiento. La aplicación del método arrojó en primera instancia resultados individuales de cada encuesta.

Cronograma de aplicación

En la **Tabla 5** se presenta el cronograma de aplicación que se siguió en la aplicación de la auditoría *Flash Audit*.

Tabla 5. Cronograma de aplicación de la auditoría *Flash Audit*.

Alcance	Seman a 1	Seman a 2	Seman a 3	Seman a 4	Seman a 5	Seman a 6	Seman a 7
Socialización con personal de Gerencia							
Primera socialización con grupo de auditados							
Segunda socialización con grupo de auditados							



Registros y hallazgos

En el Anexo 1. Auditoría Flash Audit, se encuentra el cuestionario aplicado por acá área, así también como los resultados, gráficos y *Benchmarking* utilizado como método de validación.

4.12.3. Resultados de aplicación

Los resultados obtenidos después de la aplicación de la auditoría *Flash Audit* al caso de estudio se ven reflejados en la **Tabla 6** y **Figura 4**.

Tabla 6. Resultados de la aplicación de encuesta *Flash Audit* al caso de estudio.

ASPECTO	GERENCIA	OPERACIONES	MANTENIMIENTO	TOTAL
	RESULTADO	RESULTADO	RESULTADO	
1. RELACIÓN ENTRE EL ÁREA DE MANTENIMIENTO Y PRODUCCIÓN	72,09%	60,78%	58,49%	63,79%
2. APRECIACIÓN DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO POR LA ALTA GERENCIA	78,95%	69,77%	63,83%	70,85%
3. PERCEPCIÓN DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO POR SU EQUIPO DE TRABAJO	75,00%	57,14%	66,67%	66,27%
4. GRADO DE DISPONIBILIDAD EN LOS EQUIPOS	64,71%	59,46%	64,71%	62,96%
5. CONOCIMIENTO DE LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO	51,35%	45,24%	52,78%	49,79%
6. MÉTODOS Y PREPARACIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO	57,84%	59,00%	68,60%	61,82%
7. PLANEACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	67,74%	60,00%	63,64%	63,79%
8. MANEJO Y GESTIÓN DE INVENTARIOS	61,36%	60,67%	60,00%	60,68%
9. ACTIVIDADES Y ROLES DE LOS MIEMBROS DEL EQUIPO DE MANTENIMIENTO	80,56%	78,38%	82,86%	80,60%
10. MANEJO DE RECURSOS HUMANOS EN MANTENIMIENTO	68,00%	65,38%	66,67%	66,68%
11. GESTIÓN Y MANEJO DE RECURSOS FÍSICOS Y MATERIALES EN MANTENIMIENTO	67,50%	56,25%	57,45%	60,40%
12. CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO EN MANTENIMIENTO	51,43%	50,00%	56,25%	52,56%

Radar de resultados generales

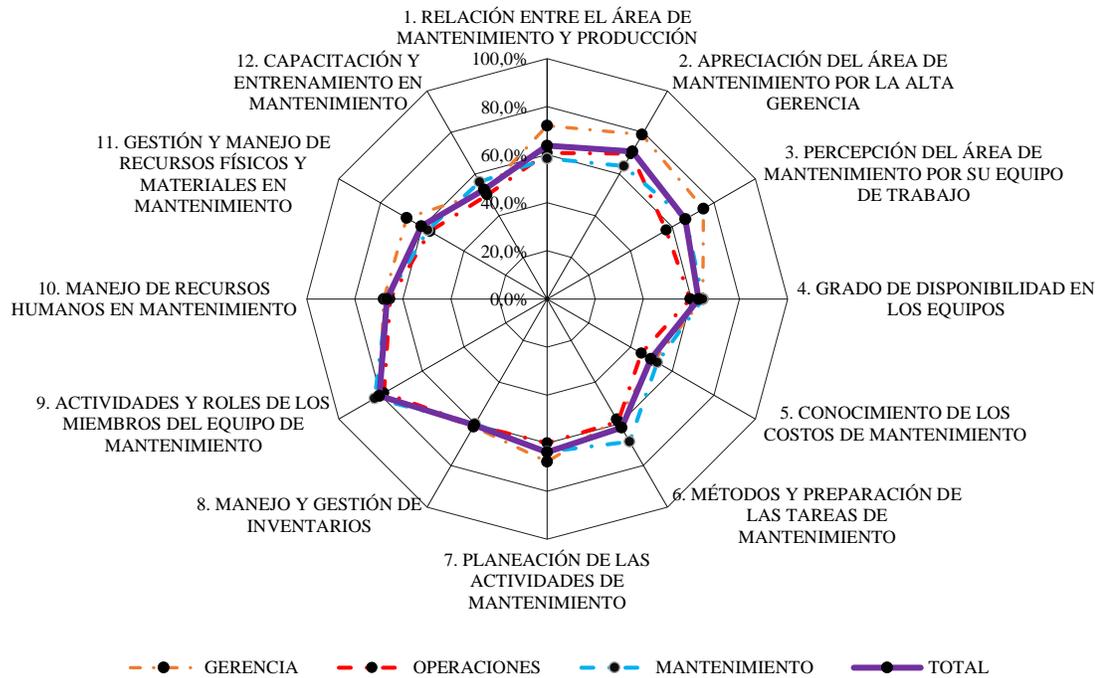


Figura 4. Radar de resultados tras la aplicación al caso de estudio.

En la **Tabla 6** y **Figura 4** se identifican los porcentajes de los aspectos evaluados en la encuesta *Flash Audit*, dando como resultado un avistamiento de las debilidades de la gestión del departamento de mantenimiento y que pueden ser posibles puntos de mejora para futuros planes de acción en la empresa.

Es claro que, se pueden establecer porcentajes de referencia para el seguimiento de los planes de acción, basados en criterios particulares del modelo de gestión de mantenimiento optado por la organización que aporten al mejoramiento continuo reflejado en los indicadores de desempeño.

4.12.4. Validación de la metodología

Para la validación de la metodología anteriormente planteada se utilizó la herramienta *Benchmarking*. Esto con el fin de comparar los resultados obtenidos tras la aplicación de la auditoría *Flash Audit*, con un estudio realizado hasta diciembre de 2022 a partir de la participación de más de 280 compañías, de las cuales se han filtrado y usado 246 para los análisis y trabajos [17]. En la **Tabla 7** y **Figura 5** se presentan los resultados obtenidos.

Tabla 7. Resultados de la auditoría *Flash Audit* aplicando *Benchmarking*.

ASPECTO	CASO DE ESTUDIO	PROMEDIO DE EMPRESAS
1. RELACIÓN ENTRE EL ÁREA DE MANTENIMIENTO Y PRODUCCIÓN	63,79%	63,36%
2. APRECIACIÓN DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO POR LA ALTA GERENCIA	70,85%	68,67%
3. PERCEPCIÓN DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO POR SU EQUIPO DE TRABAJO	66,27%	63,74%
4. GRADO DE DISPONIBILIDAD EN LOS EQUIPOS	62,96%	58,67%
5. CONOCIMIENTO DE LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO	49,79%	52,29%
6. MÉTODOS Y PREPARACIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO	61,82%	57,62%
7. PLANEACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	63,79%	63,45%
8. MANEJO Y GESTIÓN DE INVENTARIOS	60,68%	58,55%
9. ACTIVIDADES Y ROLES DE LOS MIEMBROS DEL EQUIPO DE MANTENIMIENTO	80,60%	74,49%
10. MANEJO DE RECURSOS HUMANOS EN MANTENIMIENTO	66,68%	66,60%
11. GESTIÓN Y MANEJO DE RECURSOS FÍSICOS Y MATERIALES EN MANTENIMIENTO	60,40%	63,17%
12. CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO EN MANTENIMIENTO	52,56%	59,08%

Radar de resultados Flash Audit - Benchmarking

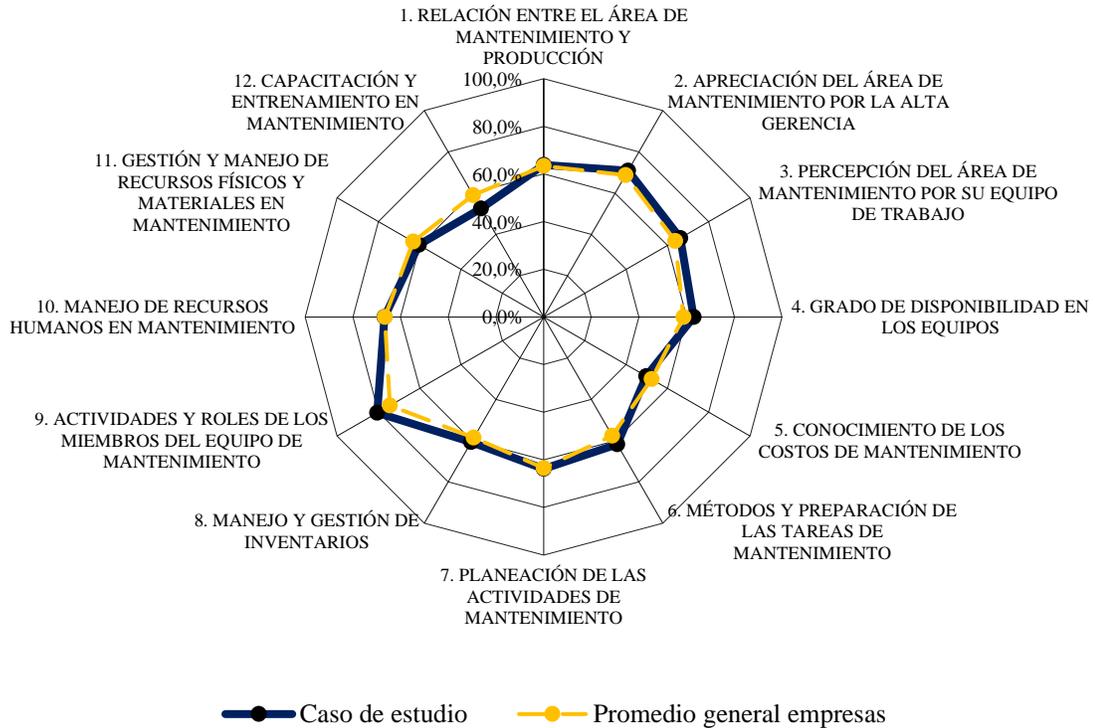


Figura 5. Radar de resultados *Flash Audit* aplicando *Benchmarking*.

En la **Tabla 7** se observan el porcentaje obtenido por aspecto evaluado. Los porcentajes dados como “caso de estudio” corresponden al promedio resultante de las encuestas realizadas al personal auditado. “Promedio de empresas” representa el promedio general de las empresas donde se ha realizado el estudio anteriormente mencionado. Adicionalmente, se subrayan los aspectos que obtuvieron un valor inferior al porcentaje promedio de empresas, que para el caso, representa el porcentaje de referencia y se muestran en la **Tabla 8**.

Tabla 8. Aspectos críticos resultantes aplicando *Benchmarking*.

Componente evaluado	Puntaje obtenido	Promedio empresas	Porcentaje por mejorar
5. CONOCIMIENTO DE LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO	49,79%	52,29%	50,21%
12. CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO EN MANTENIMIENTO	52,56%	59,08%	47,44%
11. GESTIÓN Y MANEJO DE RECURSOS FÍSICOS Y MATERIALES EN MANTENIMIENTO	60,40%	63,17%	39,60%

En la **Tabla 8** se muestran los componentes inferiores al porcentaje “Promedio empresas” tras la aplicación de la auditoría *Flash Audit*. “Porcentaje por mejorar” representa los porcentajes necesarios para llegar al caso ideal de los aspectos críticos resultantes después de aplicar la herramienta *Benchmarking*.

Los resultados arrojan que los aspectos o tópicos en los cuales se deben centrar futuros planes de mejora de mayor a menor criticidad son: Conocimiento de los costos de mantenimiento, capacitación y entrenamiento en mantenimiento, gestión y manejo de recursos físicos y materiales en mantenimiento. El análisis de las preguntas de cada tópico evidenció los siguientes hallazgos:

Conocimiento de los costos de mantenimiento

- Se desconocen los costos de ejecución de mantenimientos preventivos y correctivos.
- No se hace seguimiento a los costos de mantenimientos preventivos y correctivos.
- No existe una estructura para contabilidad analítica.
- No se hace tratamiento técnico de los costos de mantenimiento.

Capacitación y entrenamiento en mantenimiento

- No existe presupuesto para las capacitaciones.
- No existe un programa de capacitaciones y entrenamiento.

Gestión y manejo de recursos físicos y materiales en mantenimiento

- No se tiene control de las herramientas y equipos.
- No existe un lugar definido para guardar herramientas y equipos.
- No se hace inventario de herramientas y equipos.

Lo anterior, demuestra un claro ejemplo de la identificación de oportunidades de mejora en la gestión del departamento de mantenimiento de una empresa del sector metalmecánico después de la aplicación de la metodología desarrollada en este trabajo.

Como futuros trabajos motivacionales resultantes de esta metodología, surge la necesidad de dimensionar y ejecutar un plan de mejoramiento, utilizando diversas herramientas de diagnóstico y mejora continua como lo son, Kaizen, 5 ¿Por qué?, Diagrama de árbol, matriz de priorización, Lean, Six Sigma, entre otros. Lo anterior, con la finalidad de establecer una hoja de ruta clara para alinear los objetivos organizacionales con la misión del modelo de gestión de mantenimiento optado por una industria en particular.

5. Conclusiones

En este trabajo, se realizó una búsqueda sistemática de la literatura, mediante bases de datos académicas y recursos en línea como Google Académico, Science Direct, entre otros. Esto permitió recopilar los conceptos, métodos y procedimientos relevantes, conocidos y probados sobre la auditoría de gestión del mantenimiento industrial con base en la norma ISO 19011 de 2018.

Como resultados de esto, con la información recopilada se procedió a analizar y estructurar de forma coherente y clara todos los elementos relevantes relacionados con la gestión del mantenimiento industrial. Este paso fue crucial para identificar los programas y métodos de auditoría más adecuados, así como para comprender en detalle sus componentes clave y su aplicabilidad. De esta forma, se cumplió con el objetivo específico 1 *“Ejecutar una búsqueda de literatura sobre procedimientos y artículos referentes a la auditoría de gestión del mantenimiento industrial bajo la norma ISO 19011 de 2018 y estructurar en un documento los programas de auditoría, para consolidar y ordenar la información encontrada”*.

Adicionalmente, se seleccionó el programa de auditoría *"Flash Audit"* como el más adaptable para la evaluación de la gestión del mantenimiento en empresas del sector metalmecánico. Esta elección se fundamentó en la capacidad del programa para ajustarse a las necesidades particulares de evaluación y mejora, identificadas durante la fase de análisis y bajo los lineamientos establecidos en la norma ISO 19011 de 2018. Así, se cumplió con el objetivo

específico 2 “*Seleccionar el programa de auditoría más adaptable y aplicable a la industria metalmecánica, de acuerdo con las directrices de la norma ISO 19011 de 2018, para la evaluación de la gestión del mantenimiento industrial*”.

Posteriormente, la metodología se puso a prueba en el departamento de mantenimiento de una empresa del sector metalmecánico, llevando a cabo una auditoría exhaustiva mediante el cuestionario definido. Durante esta etapa, se recopilaron datos relevantes y se identificaron a primera vista aspectos de mejora potencial, obteniendo como resultados los porcentajes totales mostrados en la **Tabla 6** y visualizados de manera gráfica en la **Figura 4**, permitiendo así una evaluación objetiva del desempeño del departamento de mantenimiento.

Finalmente, se validó la efectividad del programa de auditoría y la utilidad de la metodología en la evaluación de la gestión del mantenimiento industrial mediante un proceso de *Benchmarking*. Con lo cual, se obtuvo los resultados mostrados en la **Figura 5**. La comparación con un estudio de referencia permitió confirmar la validez de los resultados obtenidos y destacar las áreas de excelencia y las oportunidades de mejora identificadas durante la auditoría, las cuales se presentan en la **Tabla 8**. De esta forma, se cumplió con el objetivo específico 3 “*Implementar el desarrollo de la metodología en el departamento de mantenimiento de una empresa del sector metalmecánico, para evaluar la viabilidad y utilidad de ésta*”.

6. Referencias

- [1] S. Mostafa, J. Dumrak, y H. Soltan, «Lean Maintenance Roadmap», *Procedia Manufacturing*, vol. 2, pp. 434-444, ene. 2015. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.076>
- [2] J. G. Ardila Marín, M. I. Ardila Marín, D. Rodríguez Gaviria, y D. A. Hincapié Zuluaga, «LA GERENCIA DEL MANTENIMIENTO: UNA REVISIÓN // MAINTENANCE MANAGEMENT: A REVIEW // GESTÃO DE MANUTENÇÃO: UMA REVISÃO», *Dempresarial*, vol. 14, n.º 2, pp. 129-144, jun. 2016. <https://doi.org/10.15665/rde.v14i2.480>
- [3] A. J. Pistarelli, *Manual de mantenimiento: ingeniería, gestión y organización*. Pistarelli, 2010.

-
- [4] ICONTEC, «Directrices para la Auditoría de Sistemas de Gestión ISO 19011», 2018, Accedido: 11 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://tienda.icontec.org/gp-directrices-para-la-auditoria-de-los-sistemas-de-gestion-gtc-iso19011-2018.html>
- [5] F. J. G. Fernández, *Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión*. FC Editorial, 2004.
- [6] E. J. Vásquez G y S. T. Villamizar R, «MODELO PARA AUDITAR LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO». <https://doi.org/8.394.659>
- [7] M. F. C. Parrales, S. R. V. Parra, M. A. V. Cuzco, y C. M. G. Londoño, «Modelo de auditoría para evaluar la gestión de mantenimiento de activos físicos», *ConcienciaDigital*, vol. 3, n.º 1.2, Art. n.º 1.2, mar. 2020. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v3i1.2.1189>
- [8] C. Parra, P. Viveros, F. Kristjanpoller, A. Crespo Márquez, V. González-Prida, y J. F. Gómez Fernández, *TÉCNICAS DE AUDITORÍA PARA LOS PROCESOS DE: MANTENIMIENTO, FIABILIDAD OPERACIONAL Y GESTIÓN DE ACTIVOS (AMORMS & AMS-ISO 55001)*. 2021. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35842.61124/4>
- [9] C. Parra y A. Crespo, *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicada a la Gestión de Activos*. INGECON, 2012.
- [10] A. Kelly, «11 - Case study: Maintenance audit of an agricultural chemical plant», en *Plant Maintenance Management Set*, A. Kelly, Ed., Oxford: Butterworth-Heinemann, 2006, pp. 201-228. <https://doi.org/10.1016/B978-075066995-5.50017-5>
- [11] Z. K. López Ariza y L. C. Moore Jiménez, «Formulación de un modelo de gestión de mantenimiento preventivo para la empresa MS Inox diseños S.A.S», mar. 2017, Accedido: 18 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12494/10960>
- [12] G. Úsuga Tamayo, «Formulación de una herramienta para realizar las auditorías técnicas en gestión de mantenimiento a las empresas de transporte público colectivo de pasajeros de Medellín», 2019, Accedido: 5 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/13752>
- [13] C. M. Mayo Urrutia, «Implementación de un sistema de gestión del mantenimiento en una planta convertidora de papel de 10 T/Hr», *Universidad Nacional de Ingeniería*, 2017, Accedido: 5 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3263751>

- [14] C. Botero, «Manual de Mantenimiento». Accedido: 18 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.sena.edu.co/sitios/fedemetal_manual_mantenimiento
- [15] E. Jantunen, C. Emmanouilidis, A. Arnaiz, y E. Gilabert, «e-Maintenance: trends, challenges and opportunities for modern industry», *IFAC Proceedings Volumes*, vol. 44, n.º 1, pp. 453-458, ene. 2011. <https://doi.org/10.3182/20110828-6-IT-1002.02824>
- [16] S. B. Carvajal, «Una aproximación práctica a una auditoría operativa», *revista auditoría pública*, n.º 82, pp. 26-43, jul. 2023
- [17] A. Amirteimoori, B. K. Sahoo, V. Charles, y S. Mehdizadeh, «*Benchmarking*», en *Stochastic Benchmarking: Theory and Applications*, A. Amirteimoori, B. K. Sahoo, V. Charles, y S. Mehdizadeh, Eds., en International Series in Operations Research & Management Science., Cham: Springer International Publishing, 2022, pp. 1-11. https://doi.org/10.1007/978-3-030-89869-4_1

7. Anexos

Anexo 1. Auditoría Flash Audit

Consta de una hoja de cálculo de Excel con cada una de las encuestas *Flash Audit* formuladas y aplicadas en el caso de estudio, así también como los resultados generales obtenidos. Adicionalmente los resultados del *Benchmarking* aplicado para validar la metodología, los componentes por mejorar y el cronograma de aplicación del programa de auditoría *Flash Audit*.