

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS

VALPARAÍSO - CHILE



“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN
PROCESO DE AUDITORÍA DE
MANTENIMIENTO BASADO EN LA ISO
55.001:2024, PARA TALLERES KOMATSU
CHILE”

CRISTIAN ANGEL CABALLERO PÉREZ

TRABAJO EXAMEN, PARA OPTAR AL GRADO DE
MAGÍSTER EN GESTIÓN DE ACTIVOS Y
MANTENIMIENTO

PROFESOR GUÍA: CRISTIAN CARVALLO GONZÁLEZ

SEPTIEMBRE 2025



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☐ Memoria o trabajo de título; ☒ Tesis de Postgrado;

Título del trabajo: Diseño e implementación de un proceso de auditoría de mantenimiento basado en la norma ISO 55.001:2024, para talleres Komatsu Chile

Nombre del candidato(a): Cristian Caballero Pérez

Carrera / Grado: Magíster en Gestión de Activos y Mantenimiento

Campus: Santiago Vitacura ; Departamento: Industrias

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Cristian Carvallo González, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL

☒ El trabajo **NO contiene información que amerite confidencialidad** y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (embargo) por:

☐ 6 meses; ☐ 12 meses; ☐ 2 años; ☐ 3 años; ☐ 5 años; ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 02-10-2025

; Firma:

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 02-10-2025

; Firma:

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

DEDICATORIA

“A mis Padres, por su amor inquebrantable y su apoyo incondicional, quienes me enseñaron a lo largo de la vida, que el esfuerzo y la perseverancia son la clave para alcanzar cualquier meta. Su confianza en mí ha sido el faro que me guió en los momentos de incertidumbre y su sabiduría el ancla que me mantuvo firme.

A mis hijos Agustina y Cristian, que son la razón por la que lucho cada día. Que este trabajo les sirva de ejemplo de que, con esfuerzo, los sueños se pueden alcanzar. Los amo infinito.”

A mi amigo, Eduardo Ahumada Navea, por ser mi refugio y mi distracción en los momentos de estrés. Gracias por sus risas, por sus consejos y por recordarme que, más allá de este proyecto, existe una vida llena de momentos para celebrar.

A mis mentores y profesores, en especial al profesor Cristian Carvallo González, por su invaluable guía y su profundo conocimiento. Su pasión por el “Diseño e implementación de un proceso de auditoría de mantenimiento basado en la ISO 55.001;2024, para Talleres Komatsu Chile “, que me inspiró a ir más allá y a ver este trabajo no solo como una obligación, sino como una oportunidad para crecer.

Este trabajo es un reflejo de todos ustedes, un logro que no habría sido posible sin su apoyo y su amor. A todos los que creyeron en mí, gracias. Esta tesis es para ustedes”

RESUMEN

La presente tesina tiene como objetivo la implementación de un proceso de auditoría de mantenimiento, para los talleres de Komatsu Chile en minera Los Pelambres. El método por utilizar será de carácter explicativo y descriptivo, con una mirada de gestión de activos y apoyado en la norma ISO 55.001:2024. El trabajo de investigación realizado será difundido a los integrantes de la organización, en búsqueda de su entendimiento e internalización, y mejora continua de los procesos de mantenimiento y la calidad del servicio entregada al cliente.

Además, se buscó la implementación de herramientas de análisis de procesos, empezando con un FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas) del proceso de mantenimiento, para continuar con PDCA (planificar, hacer, verificar, actuar), a través de la obtención de datos estadísticos. Continuando con la implementación del modelo de auditoría AMORMS, para establecer un diagnóstico de nuestro sistema de gestión de activos.

Finalmente, se puede especificar que este diseño de auditoría a implementar será un real aporte en los procesos de mantenimiento de la faena de Minera Los Pelambres. Debido que, en la actualidad no existen un sistema de auditoría de mantenimiento estandarizado, basado en las ISO 55.001:2024, produciéndose un sin número de desviaciones y una baja sostenida de los indicadores de desempeño (KPIs). Siendo el estado final deseado, un aumento en los KPIs de confiabilidad (Disponibilidad Física, MTTR y MTBF) y los de mantenibilidad (Porcentaje de Cumplimiento de planes de mantenimiento y Precisión de servicio), en un horizonte de 3 meses después de la puesta en marcha de este sistema de auditoría de mantenimiento.

Palabras Clave: Mantenimiento, Modelo de auditoría, Implementación, Procesos,

ABSTRACT

The objective of this thesis is to implement a maintenance audit process for Komatsu Chile's workshops at the Los Pelambres mine. The method used will be explanatory and descriptive, with an asset management perspective and supported by the ISO 55001:2024 standard. The research will be disseminated to members of the organization to enhance their understanding and internalization, seeking continuous improvement of maintenance processes and the quality of service delivered to the customer.

In addition, process analysis tools were implemented, starting with a SWOT (strengths, weaknesses, opportunities, and threats) analysis of the maintenance process, followed by DMAIC (define, measure, analyze, improve, and control) analysis through the collection of statistical data. The AMORMS audit model was then implemented to establish a diagnostic of our asset management system.

Finally, it can be specified that this audit design to be implemented will make a real contribution to the maintenance processes at the Minera Los Pelambres operation. Currently, there is no standardized maintenance audit system based on ISO 55.001:2024, resulting in numerous deviations and a sustained decline in key performance indicators (KPIs). The desired final state is an increase in reliability KPIs (Physical Availability, MTTR, and MTBF) and maintainability KPIs (Percentage of Compliance with Maintenance Plans and Service Accuracy) within a three-month period after the implementation of this maintenance audit system.

Keywords: Maintenance, Audit model, Implementation, Processes.

INDICE

DEDICATORIA 2

RESUMEN 3

ABSTRACT 4

INDICE 5

CAPÍTULO 1 7

ANTECEDENTES GENERALES 7

1.1 Justificación 7

OBJETIVOS 10

1.2 Objetivo General 10

1.3 Objetivos Específicos 10

1.4 Metodología 11

1.5 Alcances 12

CAPÍTULO 2 13

ESTADO DEL ARTE 13

2.1 Antecedentes 13

2.2 Marco Teórico 15

2.2.1 Modelo de gestión de mantenimiento (MGM), Alfredo Crespo – Carlos Parra, (2015)...... 15

2.2.2 Técnicas de auditorías de mantenimiento (MCEM, MES, MWCS, AMORMS):..... 19

2.2.2.1 Técnica de auditoria denominada “Maintenance Effectiveness Survey (MES).” 22

2.2.2.2 Técnica de auditoria denominada “Maintenance World Class Survey (MWCS).” 23

2.2.2.3 Técnica de auditoria denominada “AMORMS (Asset Management, Operational Reliability and Maintenance Survey)” 24

2.2.3 Norma ISO 55.001:2024 y su implementación en procesos de mantenimiento...... 28

2.2.3.1 Propósito y Alcance, Recuperado el día 04 de septiembre de 2025 de (<https://ucsiso.com/iso-550012024-the-ultimate-guide-to-asset-management/>). 28

2.2.3.2 Cambios y Novedades Principales de la ISO 55.001:2024, recuperado el 04 de septiembre de 2025 de (<https://ucsiso.com/iso-550012024-the-ultimate-guide-to-asset-management/>). 28

2.2.3.3 Beneficios para las Organizaciones, recuperado el 04 de septiembre de 2025 de (https://ucsiso.com/iso-550012024-the-ultimate-guide-to-asset-management/).	29
2.2.4 Utilización del Proceso Jerárquico Analítico (AHP) en la toma de decisiones.	30
2.3 Propuesta Metodológica	32
2.3.1 Determinación de la metodología de auditoría de mantenimiento.....	32
CAPÍTULO 3	37
DESARROLLO	37
3.1 Uso de herramientas de diagnóstico de la organización.....	38
Conclusiones	57
Bibliografía	58
Glosario	59
Anexos.....	61
Anexo N°1.....	61
ISO 55.001 versión 2024	61
Anexo N°2.....	75
Preguntas de cuestionario Auditoría AMORMS.....	75
Anexo N°3.....	83
Fichas de procesos Komatsu MLP	83
Anexo N°4.....	87
Diagramas de Procesos	87
ANEXO N°5	91
Aplicación de metodología AHP en Software Expert Choice.....	91

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES GENERALES

1.1 Justificación

En los talleres de Komatsu Chile, en Minera los Pelambres, a partir del año 2023 en se ha evidenciado un importante baja de los KPIs de mantenimiento asociados a confiabilidad y mantenibilidad de la flota de camiones CAEX 930- series 3, 4 y 5. Flota de transporte de mineral de propiedad de Minera los Pelambres, que cuenta con 56 activos. Estos funcionan bajo un contrato de mantenimiento de tipo LPP (Labor Plus Part). Los servicios de mantenimientos (preventivo, predictivo), cambio de componentes y extensión de vida útil, bajo la ejecución a su fabricante Komatsu Chile.

A continuación, se mostrarán la gráfica de los índices asociados a confiabilidad MTBF MTTR, Disponibilidades Física y Contractual, número fallas por semanas con los resultados obtenidos de julio del 2023 hasta junio 2025.

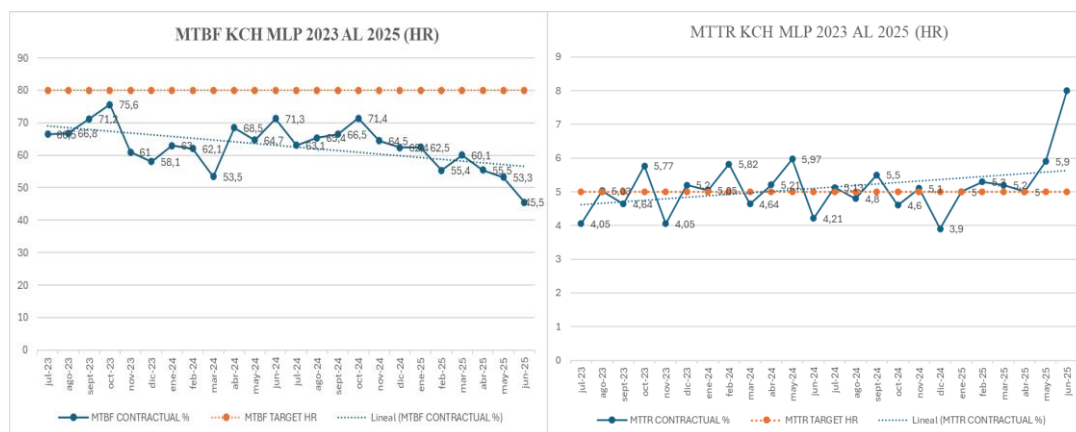


Figura N°1: “Gráfico de MTBF y MTTR año 2023 al 2025” (Elaboración propia, en base a informe de confiabilidad Komatsu MLP, 2025).

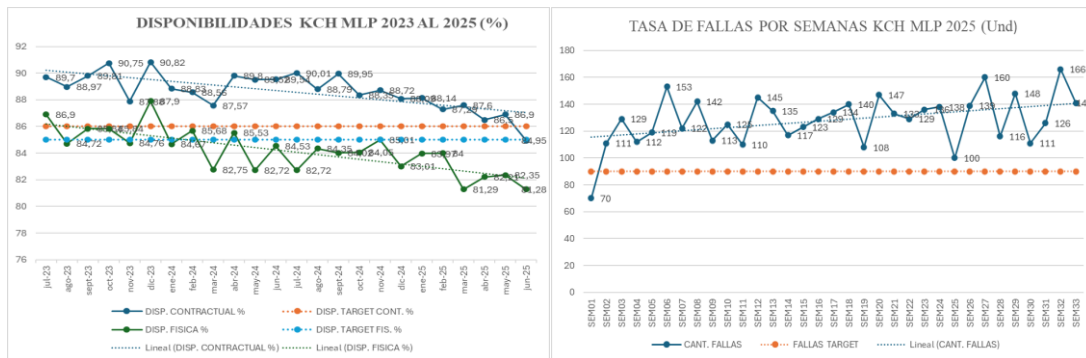


Figura N°2: “Gráfico de disponibilidades y tasa de fallas (RI) del año 2023 al 2025”
(Elaboración propia, en base a informe de confiabilidad Komatsu MLP, 2025).

En la Figura N°1 se evidencia un MTBF (Mean time between failures) con una tendencia clara a la baja, alcanzando su menor valor en el mes de junio del año 2025, con un total de 45,5 hrs de promedio mensual, no logrando llegar a su valor contractual de 80 hrs promedio, esto obedece principalmente a dos motivos el primero al aumento de los tiempos de reparación asociados al índice MTTR (Mean time to repair) y al aumento de la tasa de falla (RI) que se evidencia en la gráfica de tasa de fallas en la Figura N°2.

En cuanto al cumplimiento de las Disponibilidades física y contractual, en Figura N°2 se puede evidenciar, una baja en la confiabilidad de la flota de camiones, dada la tendencia negativa de ambas curvas (contractual y física), llegando a sus valores más bajos durante el mes de junio del presente año.

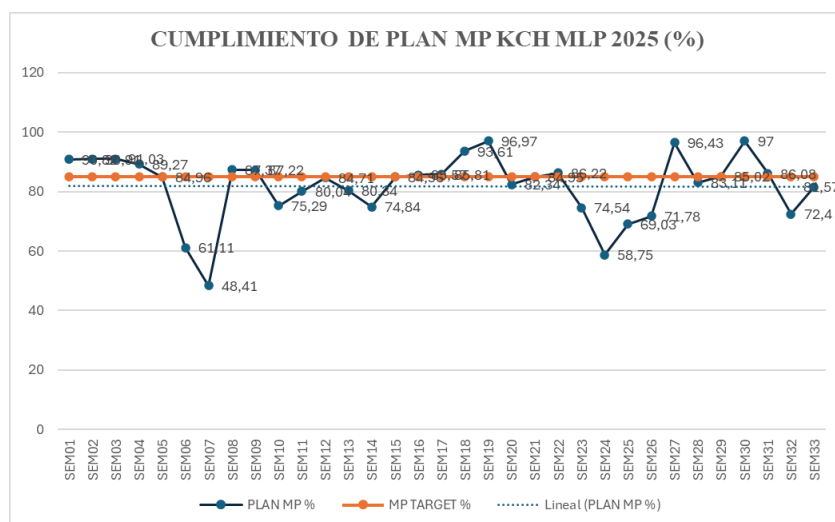


Figura N°3: “Gráfico de cumplimiento de planes de mantenimiento año 2025”
(Elaboración propia, en base a informe de planificación Komatsu MLP, 2025).

El cumplimiento de los planes semanales de mantenimiento que se muestran en Figura N°3, evidencian, que durante al año 2025 aumentó la variabilidad de su ejecución, generándose periodos de incumplimiento bajo el requerimiento mínimo de un 85%, esto conlleva a una baja en la ejecución de MP (mantenimientos preventivos), cambios de componentes con su TBO ya cumplidos (hasta el 120%) y la no ejecución de campañas y BKL, que buscan mejorar la confiabilidad de la flota.

Dada la evidencia presentada anteriormente, es que el tesista propondrá un diseño de auditoría de mantenimiento basado en la ISO 55.001:2024, que busca como objetivo, levantamiento de la situación actual, mejorar los resultados en los KPIs, tanto de confiabilidad y mantenibilidad de la flota de camiones CAEX-930 de Minera los Pelambres, mejorando la calidad del servicio entregada al cliente, asegurando la continuada operacional de los activos.

OBJETIVOS

1.2 Objetivo General

Diseñar e implementar un sistema de auditorías basado en la ISO 55.001:2024, el cual será implementado en los procesos de mantenimiento de los Talleres de Komatsu Chile MLP, para mejorar las deficiencias en los procesos de mantenimiento y con esto el rendimiento de los KPIs y la calidad del servicio.

1.3 Objetivos Específicos

- Identificar los modelos de mantenimiento, auditorias y su aplicación bajo la ISO 55.001:2024.
- Describir los procesos de mantenimientos en ejecución de Komatsu Chile MLP.
- Elaborar un proceso de auditoría que se adapte a las exigencias de los procesos de mantenimiento implementados en los Talleres Komatsu Chile. A través de un plan de auditoría de mantenimiento basado en la ISO 55.001:2024.
- Implementar conceptualmente el diseño de auditoria desarrollado, para los procesos de mantenimiento, buscando su internalización por parte del equipo de trabajo, para su posterior ejecución en una segunda etapa, El impacto deseado será medido a través de una muestra de los indicadores de confiabilidad (Disponibilidad, MTTR, MTBF) y mantenibilidad (Porcentaje de cumplimientos de planes de mantenimiento) de la faena que se debe realizar posteriormente de 3 meses, de la puesta en marcha del plan de auditoría.

1.4 Metodología

La metodología utilizada, para desarrollar la investigación, se define bajo los cuatro siguientes pasos:



Figura N°4: “Secuencia metodológica de Tesina”, (Elaboración propia, 2025).

En la figura N°4 se puede observar la secuencia metodológica a seguir, esta establece 4 pasos, que a continuación se detallan:

En el paso N°1 se identifica el problema a desarrollar por la investigación, a través de un diagrama de Ishikawa y el uso de las 6M (Mano de obra, Maquinaria, Material, Medio Ambiente, Método y Material).

A continuación, en el paso N°2 se investigará el modelo de gestión de mantenimiento (MGM), propuesto por los autores Parra y Crespo en su libro “Desarrollo y aplicación práctica del modelo de gestión de mantenimiento” (2015).

Posteriormente en el paso N°3 se busca analizar al proceso de mantenimiento que actualmente está en ejecución en Komatsu MLP, a través de un FODA (Fortaleza, Oportunidades, Debilidades y Amenazas), estableciendo un diagnóstico inicial del proceso.

Finalmente, en el paso N°4 se logrará establecer el plan de auditoría, utilizando el ciclo de Deming (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar), estableciendo la mejora continua según los objetivos definidos en esta investigación.

1.5 Alcances

1. Estudio de la metodología a implementar será de carácter exploratorio y correlacional, donde se hará una investigación profunda de los sistemas de gestión de activos y mantenimiento, conforme a la ISO 55001:2024, relacionando las distintas variables del problema a desarrollar en Komatsu MLP.
2. El sistema de auditoria será implementado en los talleres de Komatsu Chile MLP.
3. Se desarrollará un diseño de auditoría conforme a lo que establece los capítulos de la norma ISO 55.001:2024, para los procesos de gestión de activos y mantenimiento, los cuales serán diseñados e implementados con una mirada de gestión de activos.
4. Como entregable será desarrollado un plan de auditoría, a implementar durante un año, como período de puesta en marcha, estableciendo una periodicidad de 3 auditorías al año, los objetivos que se deben cumplir, enfocados en la mejora de los KPIs de confiabilidad y mantenimiento (MTTR, MTBF, MTBFS, disponibilidad física y contractual, % de cumplimiento de mantenimientos programados), utilizando la técnica de auditoria definida en la tesina.

CAPÍTULO 2

ESTADO DEL ARTE

2.1 Antecedentes

Komatsu, es una empresa japonesa fundada en 1894 por Meitaro Takeuchi. En 1999, la internacional Komatsu en participación con Cummins Engine se establece en Chile y crea el Holding Komatsu Cummins Chile Limitada, incorporando toda su experiencia, tecnología de vanguardia y volumen organizacional orientada a la fabricación de maquinaria. Actualmente, el Holding KCC está formado por 8 empresas; Komatsu Cummins Chile, Komatsu Chile, Distribuidora Cummins Chile, Komatsu Reman Center Chile, Komatsu Arrienda, Komatsu Finance, Desarrollos Tecnológicos y Komatsu Maining Corp.

En un escenario donde la actividad minera se constituye como una de las principales actividades económicas del país, Komatsu Chile se ha consolidado como uno de los principales socios estratégicos en proveer equipos, repuestos y servicios a la pequeña, mediana y gran minería chilena, transformándose además en la empresa con mayor experiencia en contratos de servicios de mantención a flotas de equipos mineros, Así mismo, en la venta de una amplia gama de equipos para las áreas de construcción y forestal.

A nivel global, Komatsu Chile S.A. tiene como principio de actuación el “SLQDC”, que permite orientar el orden de las prioridades para la toma de decisiones y asegurar un crecimiento orgánico de la Compañía. Estos principios en orden de prioridad son; Seguridad, Legalidad, Calidad (Quality), Entrega (Delivery) y Costos.

Komatsu Chile S.A, sienta las bases de su negocio a través de su Propósito y Valores, así como a través del Komatsu-Way, los cuales se precisan a continuación;

- **Nuestro Propósito:**

Creamos valor a través de la fabricación e innovación tecnología para potenciar un futuro sustentable en el que las personas, las empresas y nuestro planeta prosperen juntos.

- **Nuestros Valores:**

- 1) Superación: Con un “espíritu osado” y sin miedo al fracaso, innovamos y aspiramos siempre a hacer más.
- 2) Perseverancia: Incluso cuando la tarea es difícil seguimos comprometidos con nuestras promesas y las llevamos a cabo de forma confiada hasta su finalización.
- 3) Colaboración: La creación de valor proviene del trabajo en equipo, la inclusión, el respeto, la diversidad y un enfoque ganador en todas las relaciones.
- 4) Autenticidad: Para ganarnos y mantener la confianza, actuamos siempre con sinceridad, integridad y honestidad. Y comunicamos con transparencia.

- **Komatsu-Way:**

Declaración de valores del Grupo Komatsu con el que nos comprometemos con la Calidad y Confiabilidad, se sostiene en siete pilares o principios, los que en su conjunto se denominan “Monozukuri” y corresponden a:

- 1) Compromiso con la Calidad y la Confiabilidad.
- 2) Orientación al Cliente.
- 3) Definición de la Causa Raíz.
- 4) Filosofía del Lugar de Trabajo.
- 5) Implementación de Políticas.
- 6) Colaboración con los socios Comerciales.
- 7) Desarrollo de los Recursos Humanos.

Para el desarrollo del estado del arte de esta tesina, se estudiarán el Modelo de Gestión de Mantenimiento planteado por los profesores Alfredo Crespo y Carlos Parra (2015), y las diferentes técnicas de auditorías de mantenimiento existentes en la actualidad. Además, se profundizará en la norma ISO 55.001:2024, que permitirá en capítulos posteriores trabajar nuestro sistema de auditoría de mantenimiento bajo el estándar.

Finalmente, con el propósito de agregar valor a esta tesina, introduciremos la aplicación del Proceso Jerárquico Analítico (AHP), como técnica de toma decisiones, que será utilizado en la elección del sistema de auditoría a implementar.

2.2 Marco Teórico

2.2.1 Modelo de gestión de mantenimiento (MGM), Alfredo Crespo – Carlos Parra, (2015).

Para comenzar con el estudio del estado del arte de las técnicas de mantenimiento más utilizados en la actualidad, se tomará como referencia el Modelo de Gestión de Mantenimiento (MGM) (Crespo y Parra, 2007). El MGM propone ocho fases como se muestra en figura N°5.



Figura N°5: “Modelo de gestión de mantenimiento (MGM)” (Parra & Crespo, 2007).

Las ocho fases tienen la finalidad de caracterizar acciones concretas de los diferentes procesos de mantenimiento, la particularidad de este modelo, según lo que nos explican (Parra & Crespo,

2007), es que es un modelo dinámico, secuencial en bucle cerrado que intenta caracterizar de manera precisa el curso de las acciones a llevar a cabo en el proceso de gestión de mantenimiento, de forma eficaz y con una mirada de mejora continua en todo el ciclo.

Dentro de las características más importantes de este modelo de gestión de mantenimiento (MGM) se puede enunciar sus 3 principales pilares:

- El pilar de tecnologías de la información IT, basado en el uso GMAO (herramientas de soporte informático en la gestión de mantenimiento, ejemplos: SAP PM, MAXIMO, R12, etc.), las que a través de la administración y gestión de la información relevante de los procesos de mantenimiento nos permiten tomar mejores decisiones a los niveles tácticos y operacionales.
- El pilar de técnicas de ingeniería de mantenimiento, aquí se incluyen técnicas de ingeniería como RCA, RCM, TPM, además de modelos estocásticos que nos permitan modelar modos de fallos, técnicas cuantitativas de optimización de los recursos que utilizamos en el área de mantenimiento.
- El pilar de técnicas, para la mejora organizacional (LEAN MANAGEMENT, KAIZEN, etc.), este pilar tiene una fundamental importancia ya que potencia la capacidad de desarrollo de la gestión inter y extra organizacional.

Habiendo conocido los 3 pilares fundamentales de la metodología de gestión de mantenimiento (MGM), se procede en conocer cada una de las 8 fases de los modelos, para posteriormente implementarlo en la organización.

- Fase N°1, esta fase nos orienta a establecer una estrategia de mantenimiento, para poder sustentar los objetivos estratégicos de mantenimiento, en base a esta premisa, para esto se deben fijar, cuáles serán nuestros indicadores de medición de desempeño (KPIs), así se logrará medir nuestra gestión de mantenimiento, los cuales deben estar alineados a los objetivos estratégicos del negocio. Además, se debe fijar otras medidas generales que pueden estar integrados en un BSC (Balance Scorecard), que permitan visualizar, analizar y controlar la estrategia global del negocio, permitiendo alinear a la gente con la visión general, para la organización.
- Fase N°2, técnica de jerarquización de los activos en la producción, una vez definidos los objetivos y la estrategia de mantenimiento, se deben calcular el nivel de criticidad de los activos a mantener, para esto hay técnicas cualitativas y cuantitativas que nos permiten

jerarquizar los equipos según su grado de criticidad en la operación o en el negocio en el cual se desenvuelven. Los autores Crespo y Parra (2015), nos proponen una evaluación probabilística del riesgo y la obtención del número/ probabilidad de riesgo del activo (PRA/PRN), donde en el resultado del análisis los activos de mayor índice serán los primeros en ser analizados.

- Fase N°3, en esta fase es fundamental la implementación de alguna herramienta que permita eliminar los puntos débiles en equipos y que son parte de sistemas de alto impacto. Dentro de las recomendaciones de esta fase, los autores indican que antes de pasar equipos críticos dentro de los planes de mantenimiento, es necesario realizar un análisis de posibles fallos repetitivos, crónicos y cuya frecuencia de aparición pueda ser excesiva, en el caso de ser posible identificar los focos más críticos, estos agregaran valor a la inversión del programa de mantenimiento. Existen diferentes métodos para realizar el análisis de puntos débiles en activos de carácter críticos, pero una de las más conocidas es el análisis de causa raíz de fallos (Root Cause failure, análisis – RCFA). Este análisis diferencia principalmente tres posibles causas; la física donde el modo de falla va asociado directamente a un deterioro del activo, la humana donde la causa va asociada a una intervención errónea de las personas que realizan actividades de mantenimiento u operación en el equipo, quienes por acción u omisión generan una falla física en el equipo. Por últimos están las causas latentes que son todas aquellas deficiencias en la organización que permiten que se generen errores humanos y que no seas corregidos en el paso del tiempo (fallos en sistemas y procedimientos).
- Fase N°4, Soporte para la correcta definición del plan de mantenimiento preventivo, para esto es necesario identificar las funciones y la formas en que estas deben cumplirse, velando por la ejecución de tareas eficientes y eficaces de mantenimiento, velando por la seguridad y la economía del sistema, una de las técnicas más conocidas es el mantenimiento centrado en confiabilidad (Fiabilidad) (Reliability centered Maintenance, RCM).
- Fase N°5, la técnica de optimización para el cumplimiento de los planes de mantenimiento, esta es la materialización de políticas eficaces y eficientes de los planes y programas de mantenimiento, a través de un buen diseño y ejecución de estos mismos. Los modelos de optimización se clasifican a corto, mediano y largo plazo y su duración dependerá de la asignación de recursos, tiempo de ejecución (periodicidad), capacidad de mantenimiento, continuidad operacional.

- Fase N°6, control y supervisión de las operaciones de mantenimiento, una vez diseñadas, planificadas y evaluadas las actividades de mantenimiento, se debe velar por controlar las desviaciones, las cuales deben ser corregidas por los equipos de mantenimiento y supervisadas por sus líderes, con esto se podrá asegurar el cumplimiento de los objetivos del negocio y los valores estipulados en los KPIs seleccionados por la organización, es en este punto donde debemos tomar atención si los indicadores técnicos y económicos, se encuentran agregados/desagregados al nivel de mantenimiento que necesitan ser empleados.

- Nivel N°7, instrumentos para el análisis del coste de ciclo de vida del activo y su control. Dentro de la investigación de los análisis del coste del ciclo de vida es importante considerar los costes de planificación, investigación y desarrollo, producción, operación, mantenimiento y baja del equipo. Los costos de adquisición de un activo normalmente son fáciles de obtener y están bien definidos, pero el análisis de fallas futuras, cambios de componentes mayores, definir una política de mantenimiento eficaz, nos permitirá alargar el ciclo de vida y reducir costos por fallas prematuras, además de tomar una buena decisión en el equipo a adquirir. A continuación, se mostrarán las 3 ventajas importantes:
 - Todos los costos asociados a ese activo se hacen visibles.
 - Permite a un análisis entre funciones del negocio.
 - Permite a las gerencias desarrollar predicciones más exactas.

- Fase N°8, técnicas para la mejora continua del mantenimiento, en esta fase se deben utilizar técnicas y tecnología en la gestión de mantenimiento, causando un alto impacto la gestión de los procesos de mantenimiento. Dentro de las que se mencionan está el e-maintenance (Parra & Crespo, 2015), el cual promueve el beneficio de nuevas tecnologías de la información y comunicación, para crear entornos corporativos multi usuarios, todo esto con la finalidad de alcanzar la ejecución de procesos proactivos de toma de decisiones en mantenimiento, haciendo participe a todas las áreas operativas y la más relevante, la de mantenimiento, quienes son los que aportan en gran medida con las herramientas y conocimientos, para asegurar la calidad en las actividades.

2.2.2 Técnicas de auditorías de mantenimiento (MCEM, MES, MWCS, AMORMS):

Para comenzar a introducir la temática de las auditorías en sistemas de gestión de mantenimiento, comenzaremos por definir que entendemos por auditoría, la que según (Parra & Crespo, 2015) se entiende como, “una revisión sistemática de una actividad o de una situación, para evaluar sus cumplimientos de las reglas o criterios objetivos a aquellas que deben someterse”.

El proceso de auditorías conlleva una serie de etapas que van en un orden lógico, en la actualidad hay diferentes técnicas que ayudan a gestionar los procesos de auditorías, muchos de ellos no son simples, ya que no hay fórmulas preestablecidas, son principalmente herramientas que permiten medir, optimizar y facilitar la toma de decisiones en la gestión del mantenimiento. El principal papel de las auditorías está dado en evaluar los procesos de mantenimiento, para esto debe haber objetivos claves a ser auditados, a continuación, se mostrarán algunos ejemplos claros de estos (Parra & Crespo, 2015):

- “Garantizar valores aceptables de riesgo operacional de los activos de producción, reduciendo la probabilidad de presencia de fallos (mejorando la fiabilidad), y/o minimizando las consecuencias de los fallos las operaciones, la seguridad y medio ambiente.
- Recuperar de forma rápida y eficiente la totalidad de los sistemas, una vez que se ha producido la interrupción de la función (mejorando la mantenibilidad).
- Optimizar la continuidad operacional (mejorando la disponibilidad), con el objetivo de maximizar el desempeño económico de los activos a lo largo de su ciclo de vida (mejorando el nivel de los costos)”.

Posteriormente de fijar los objetivos claves, se deben determinar las áreas de mayor oportunidad de ser auditadas, considerando su participación dentro de los procesos de mantenimiento a continuación, se detallan algunas de estas:

- Recursos gerenciales.
- Sistemas de manejo de información (GMAO).
- Tecnologías aplicadas al manejo preventivo y predictivo.
- Procesos de planificación y estimación.

- Control de calidad de mantenimiento.
- Procesos de soporte (logística, Inventarios).
- Planificación de reparaciones mayores.
- Integración entre mantenimiento y producción.
- Metodologías de ingeniería de Confiabilidad.
- Aspectos de motivación y comunicación.

Para finalizar la introducción a las técnicas de auditorías se enunciarán las principales características que deben tener los procesos de gestión de mantenimiento (González, 2004).

- Deben ser capaces de permitir que se tomen decisiones con datos cualitativos y/o datos cuantitativos.
- Deben ser capaces de evaluar los factores que agregan el mayor valor agregado al negocio.
- Deben combinar el lenguaje económico (finanzas) con el lenguaje técnico (ingeniería).
- Su aplicación debe ser rápida y de fácil implantación.
- Las complicaciones en matemáticas han de manejarlas los ordenadores.
- Los resultados del análisis de los factores auditados deben generar acciones que permitan conseguir los objetivos estratégicos del negocio y maximizar la rentabilidad de los activos de producción.

2.2.2.1 Técnica de auditoria denominada “Matriz Cualitativa de excelencia en mantenimiento (MCEM)”.

La Matriz Cualitativa de excelencia de mantenimiento está basada en un matiz de 5x7 (referencia: ABS- Reliability and Risk Group JBFA Training. Curso Reliability Management). A continuación, se detallarán los ejes de la matriz en cuestión:

- Eje horizontal: corresponde a las 5 etapas de mejora del mantenimiento: incertidumbre, conciencia, entendimiento, madurez y excelencia.
- Eje Vertical: corresponde a los factores de gestión del mantenimiento a evaluar: aptitud de la alta gerencia, estatus de la organización de mantenimiento, costos de mantenimiento/costos totales, formas de resolver los problemas de mantenimiento, calificación y entrenamiento del personal de mantenimiento, manejo de la información y toma de decisiones, posición de la organización en relación con el mantenimiento.

En esta técnica de auditoría, en resumen, propone involucrar las siguientes áreas:

- Aptitud de la alta gerencia.
- Estatus de la organización de mantenimiento.
- Costos de mantenimiento/costos totales.
- Formas de resolver los problemas de mantenimiento.
- Calificación y entrenamiento del personal de mantenimiento.
- Manejo de la información y toma de decisiones.
- Posición de la organización en relación con el mantenimiento.

El proceso de auditoría MCEM se aplica principalmente al nivel de gerencia, y se desarrolla en base a una lluvia de ideas con el apoyo de los cuestionarios de la matriz, y es recomendable aplicarlo al mayor número de personas para minimizar la incertidumbre de la técnica.

El proceso de cuantificación de las áreas de mantenimiento sometidas a la matriz se realiza tomando el total de los encuestados y promediándolas. Cada participante evaluará cada uno de los 7 factores propuestos, las puntuaciones irán de 1 hasta 5 (siendo 1: Incertidumbre, 2: Conciencia, 3: Entendimiento, 4: Madurez, 5: Excelencia).

2.2.2.1 Técnica de auditoría denominada “Maintenance Effectiveness Survey (MES).

Esta auditoría es propuesta por el instituto Marshall (<http://www.marshallintitute.com/>) y está basada en un cuestionario de 60 preguntas repartidas en 5 áreas del mantenimiento, según (Parra & Crespo, 2015), las áreas de mantenimiento a evaluar son las siguientes:

- Recursos Gerenciales.
- Gerencia de la información (software de gestión de mantenimiento).
- Equipos y técnicas de mantenimiento preventivo.
- Planificación y ejecución.
- Soporte, Calidad y motivación.

El proceso de auditoría se aplica al personal de gerencia, supervisión, operaciones y mantenimiento, recomendándose aplicar el cuestionario a un mínimo de ocho personas.

El proceso de cálculo de las áreas de mantenimiento a medir son las siguientes:

- a) Las personas seleccionadas, evalúan las 12 preguntas desarrolladas para cada área (total: 5 áreas /60 preguntas) en función de una escala de 1 a 5 que se detalla a continuación; 1= Muy Deficiente, 2= Deficiente, 3= Regular, 4= Bueno y 5= Excelente.)
- b) Cada área debe ser evaluada y se considerara con el mismo nivel de importancia.
- c) La posibles puntuaciones máximas y mínimas para obtener son las siguientes:
 - Puntuación máxima: por área: 60 unidades, por las 5 áreas, 300 unidades.
 - Puntuación mínima: por área: 12 unidades, por las 5 áreas, 60 unidades.

Las puntuaciones totales se deberán sumas y promediar por el número total de participantes, finalmente de acuerdo con los resultados obtenidos se clasifican de acuerdo con los siguientes rangos:

- 300 – 201: Categoría “Clase mundial” /nivel de excelencia en mantenimiento.
- 201 – 260: Categoría “Muy buena” / nivel de buenas prácticas en mantenimiento.
- 141 – 200: Categoría “Por arriba del nivel promedio” / nivel aceptable en mantenimiento.
- 81 – 140: Categoría “Por debajo del promedio” / nivel no muy bueno de mantenimiento, con oportunidades para mejorar.
- Menos de 80: Categoría “Muy por debajo del promedio” / nivel muy malo de mantenimiento con muchas oportunidades de mejorar.

2.2.2.2 Técnica de auditoria denominada “Maintenance World Class Survey (MWCS).

La auditoría MWCS está basada en un cuestionario de evaluaciones de 105 preguntas repartidas en 9 áreas del mantenimiento. Las respuestas para cada pregunta se limitan a 5 posibles respuestas, las principales áreas a evaluar son las siguientes:

- Organización del departamento de mantenimiento (18 preguntas).
- Clima Laboral (10 preguntas).
- Medio de soporte técnico para el mantenimiento (14 preguntas).
- Desarrollo de planes de mantenimiento (7 preguntas).
- Relación entre el mantenimiento programado y el mantenimiento correctivo (10 preguntas).
- Desarrollo de procedimientos para la ejecución del mantenimiento (7 preguntas).
- Generación de órdenes de trabajo y herramientas informáticas de soporte (12 preguntas).
- Manejo de respuestas para mantenimiento (12 preguntas).
- Manejo de indicadores técnico (15 preguntas).

Esta auditoria según los autores (Crespo & Parra, 2015), se debe realizar a nivel de personal de gerencia, supervisión, operaciones y mantenimiento (y al igual que la anterior se recomienda un

mínimo de 8 personas por cuestionario).

En cuanto al proceso de cuantificación de las áreas de mantenimiento a diagnosticar se realiza de la forma que a continuación se detalla:

- Se evalúan las 105 preguntas desarrolladas para un total de 9 áreas en función de una escala de 1 al 5, que se distribuye de la siguiente manera:
 - Escala 1= Muy deficiente.
 - Escala 2= Deficiente.
 - Escala 3= Regular
 - Escala 4= Bueno
 - Escala 5= Muy Bueno
- Cada área por evaluar se considera con el mismo grado de importancia.
- Las puntuaciones máximas por las 9 áreas son de: 525 unidades. Las puntuaciones mínimas por las 9 áreas son de: 105 unidades.
- Las puntuaciones totales se suman y promedian entre el número de personas que participaron en la auditoría, en base a esto, los resultados se clasifican de la siguiente manera:
 - 525 a 470: Categoría “Clase Mundial” / nivel de excelencia en mantenimiento.
 - 469 a 370: Categoría “Muy buena” / nivel de buenas prácticas en mantenimiento.
 - 369 a 270: Categoría “Por arriba del nivel promedio” / nivel aceptable de mantenimiento.
 - 269 a 170: Categoría “Muy por debajo del promedio” / nivel no muy bueno de mantenimiento, oportunidades para mejorar.
 - Menos de 169: “Muy por debajo del promedio” / nivel muy malo de mantenimiento con muchas oportunidades de mejora.

2.2.2.3 Técnica de auditoria denominada “AMORMS (Asset Management, Operational Reliability and Maintenance Survey)”.

La técnica de auditoria AMORMS (Asset Management, Operational Reliability and Maintenance Survey), está basada en el modelo de optimización de gestión de mantenimiento (figura N°5) del punto 2.2.1, que fue desarrollado bajo una mirada de gestión de activos.

Dentro de los requisitos, para la gestión de activos, cada una de las 8 fases del Modelo de gestión de activos, obedecen a los 24 requisitos certificables correspondiente a la ISO 55.001:2024, como a continuación se detallan en tabla N°1.

Capítulo	Requisito	Fases del MGM
4. Contexto de la organización	4.1 Comprender la organización y su contexto.	Fases 1 y 7.
	4.2 Comprender las necesidades y expectativas de las partes interesadas.	
	4.3 Determinar el alcance del sistema de gestión.	
	4.4 sistema de gestión de Activos.	
5. Liderazgo	5.1 Liderazgo y compromiso.	
	5.2 Política.	
	5.3 Papeles organizacionales, responsabilidades y autoridades.	
6. Planificación	6.1 Acciones para abordar los riesgos y las oportunidades en el sistema de gestión de activos.	
	6.2 Objetivos de la gestión de activos y planificación para lograrlos.	
7. Soporte	7.1 Recursos.	Fases 2,3,4,7 y 8.
	7.2 Competencias.	
	7.3 Concientización.	
	7.4 Comunicación.	
	7.5 Requisitos de información.	
	7.6 Información documentada.	
8. Operación	8.1 Planificación y control operacionales.	
	8.2 Gestión de cambio.	
	8.3 Outsourcing (Tercerización).	
	9.1 Seguimiento, medición,	Fases 1,5,6

9.Evaluación de desempeño	análisis y evaluación.	y 8.
	9.2 Auditoría interna.	
	9.3Revisión de Gestión.	
10. Mejora	10.1No conformidad y acción correctiva.	Fases 5,6 y 8.
	Acción preventiva.	
	Mejora Continua.	

Tabla N°1: “Cruce entre Capítulos ISO 55.001:2024 y fases del MGM, (Parra y Crespo, 2015).

En la tabla N°1 se hace realiza el cruce entre el modelo de gestión de mantenimiento de Parra y Crespo, (2015), y la ISO 55.001:2024, teniendo en cuenta que el modelo fue desarrollado con anterioridad, y la ISO se encontraba en su versión 2014, cabe destacar que la actualización solo se agrega un enfoque de trasformación digital, la sostenibilidad y la gestión de riesgos en un contexto más complejo, manteniendo el espíritu de la norma.

Este modelo de auditoría permite evaluar las 8 fases del modelo de gestión de mantenimiento y contiene 150 preguntas.

Las áreas, para evaluar por esta técnica son las siguientes:

- Gestión de Activos, Objetivos del Negocios (KPIS) 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 RAM.
- Proceso de análisis de costos de ciclo de vida.
- Procesos de revisión y mejora continua.

Los encuestados evalúan las 150 preguntas en una escala de 1 a 5, que tienen las siguientes consideraciones:

Puntuación	Criterio
0-1	Proceso muy deficiente
1-2	Proceso bajo el promedio
2-3	Procesos estándar promedio
3-4	Proceso con muy buenas practicas
4-5	Proceso de clase mundial

Tabla N°2: Criterios de evaluación auditoria AMORMS, (Parra y Crespo, 2015).

- En Anexo N°2 se presentarán el listado con las 150 preguntas de la auditoría AMORMS.

Los resultados obtenidos de esta técnica de auditoría se representan a través de un gráfico de radar, donde se evidencia claramente las tendencias de los resultados, y se tendrán que implementar mejoras.

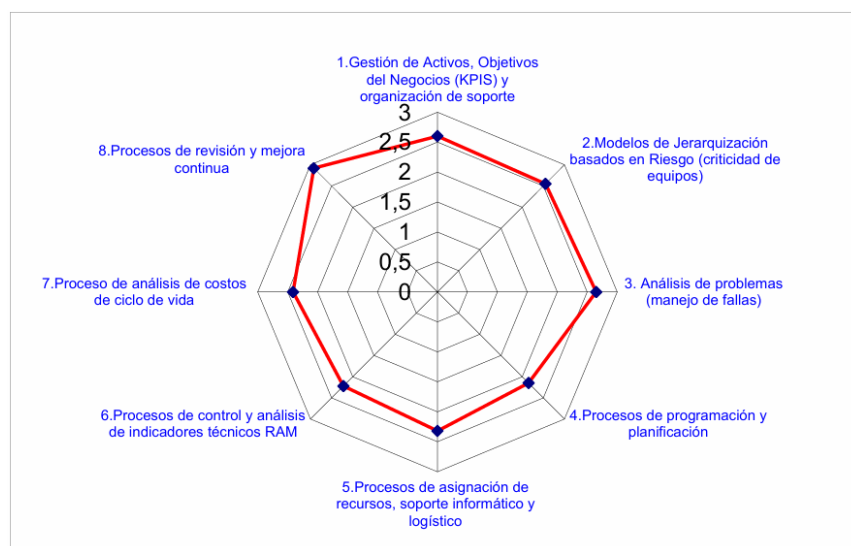


Figura N°6, Gráfico de radar de resultado aplicación de AMORS, (Parra y Crespo, 2007).

2.2.3 Norma ISO 55.001:2024 y su implementación en procesos de mantenimiento.

La ISO 55001:2024 es la versión más reciente de la norma internacional, para los sistemas de gestión de activos. Es una actualización de la versión anterior (ISO 55.001:2014) que busca alinear los requisitos con las nuevas tendencias y desafíos del entorno empresarial global, como la transformación digital, la sostenibilidad y la gestión de riesgos en un contexto más complejo.

2.2.3.1 Propósito y Alcance, Recuperado el día 04 de septiembre de 2025 de (<https://ucsiso.com/iso-550012024-the-ultimate-guide-to-asset-management/>).

La norma establece los requisitos para un sistema de gestión de activos (**SGA**), aplicable a cualquier tipo de organización, independientemente de su tamaño o el tipo de activos que posea (físicos, digitales, financieros, etc.). Su objetivo principal es ayudar a las organizaciones a maximizar el valor de sus activos a lo largo de su ciclo de vida.

No se enfoca en aspectos técnicos o financieros de la gestión de activos específicos, sino en el marco de gestión general que permite una toma de decisiones informada y estratégica.

2.2.3.2 Cambios y Novedades Principales de la ISO 55.001:2024, recuperado el 04 de septiembre de 2025 de (<https://ucsiso.com/iso-550012024-the-ultimate-guide-to-asset-management/>).

- **Estructura de Alto Nivel (HLS):** La ISO 55001:2024 se alinea con la Estructura de Alto Nivel (HLS) común a todas las normas de sistemas de gestión de ISO (como ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001). Esto facilita la integración de la gestión de activos con otros sistemas de gestión existentes en la organización, mejorando la coherencia y la eficiencia.
- **Mayor Énfasis en la Toma de Decisiones:** La nueva versión profundiza en los procesos de toma de decisiones en la gestión de activos. Se enfatiza la necesidad de que las decisiones estén basadas en datos y análisis de riesgos, considerando el ciclo de vida completo del activo y la contribución de los activos a los objetivos estratégicos de la organización.
- **Inclusión del Plan Estratégico de Gestión de Activos (SAMP):** La norma formaliza la importancia del SAMP (Strategic Asset Management Plan). Este documento es crucial porque alinea los objetivos de la gestión de activos con los objetivos estratégicos de la organización, asegurando que las inversiones y actividades de mantenimiento contribuyan directamente a la visión y misión de la empresa.

- **Enfoque en la Sostenibilidad:** La versión 2024 integra de manera más explícita la sostenibilidad como un factor relevante. Se insta a las organizaciones a considerar el impacto ambiental, social y de gobernanza (ESG) en sus decisiones sobre la gestión de activos, desde la adquisición hasta la disposición final. También se menciona el cambio climático como un factor relevante en el contexto organizacional.
- **De "Acciones Preventivas" a "Acciones Predictivas":** Hay un cambio conceptual importante. La norma se aleja del enfoque reactivo o meramente preventivo y promueve un enfoque más proactivo y predictivo. Se fomenta el uso de tecnologías como el IoT y el análisis de datos para predecir fallas y optimizar las actividades de mantenimiento.
- **Gestión del Cambio:** La norma refuerza la necesidad de una gestión formal del cambio. Se requiere que las organizaciones planifiquen y controlen los cambios en su sistema de gestión de activos, en los propios activos y en sus operaciones, para asegurar que no se comprometan los resultados.

2.2.3.3 Beneficios para las Organizaciones, recuperado el 04 de septiembre de 2025 de (<https://ucsiso.com/iso-550012024-the-ultimate-guide-to-asset-management/>).

La implementación de la ISO 55001:2024 ofrece múltiples beneficios, entre los que destacan:

- **Mejora de la rentabilidad:** Al optimizar la gestión de activos, se reducen los costos del ciclo de vida, se minimizan los tiempos de inactividad no planificados y se mejora la eficiencia operativa.
- **Gestión de riesgos mejorada:** Permite identificar, evaluar y mitigar proactivamente los riesgos asociados con la propiedad y operación de los activos.
- **Toma de decisiones informada:** Las decisiones de inversión y mantenimiento se basan en datos sólidos, lo que conduce a resultados más predecibles y valiosos.
- **Transparencia y cumplimiento:** La certificación demuestra a las partes interesadas (inversores, clientes, reguladores) que la organización gestiona sus activos de manera responsable y profesional.
- **Mejora de la reputación:** El compromiso con la gestión de activos y la sostenibilidad fortalece la imagen corporativa y la confianza del mercado.
- **Alineación estratégica:** Asegura que todas las actividades de gestión de activos

contribuyan directamente a los objetivos estratégicos de la empresa.

Para finalizar, la ISO 55.001:2024, no es solo una actualización de requisitos, sino una evolución del enfoque de la gestión de activos hacia un modelo más estratégico, predictivo y sostenible, diseñado para ayudar a las organizaciones a enfrentar los desafíos de la economía actual y futura, en el Anexo N°01 se detalla cada capítulo de la norma y su aplicación.

2.2.4 Utilización del Proceso Jerárquico Analítico (AHP) en la toma de decisiones.

El Proceso Jerárquico Analítico (AHP) es una técnica de apoyo a la toma de decisiones multicriterio. Creado por Thomas L. Saaty en la década de 1970, el AHP descompone un problema de decisión complejo en una jerarquía de criterios y subcriterios, permitiendo al decisor evaluar alternativas de manera sistemática y objetiva.

El proceso de aplicación del AHP consta de varios pasos clave, (Parra y Crespo, 2015):

- **Definir el problema y el objetivo:** Se establece claramente la meta de la decisión. Por ejemplo, "elegir el mejor lugar para abrir una nueva planta" o "seleccionar el proveedor más adecuado".
- **Construir la jerarquía:** El problema se descompone en una estructura jerárquica. El nivel superior es el objetivo principal. El nivel intermedio contiene los criterios de decisión (ej. costo, cercanía al mercado, disponibilidad de mano de obra). El nivel inferior se compone de las alternativas que se están evaluando (ej. Ubicación A, Ubicación B, Ubicación C).
- **Realizar comparaciones pareadas:** Los decisores comparan los elementos de un mismo nivel jerárquico de dos en dos, con respecto a un elemento del nivel superior. Se utiliza una escala numérica (la escala de Saaty) para cuantificar la importancia de un elemento sobre otro. Por ejemplo, al comparar "costo" y "cercanía al mercado", se puede decidir si el costo es "mucho más importante" que la cercanía.
- **Calcular la consistencia:** El AHP incluye una medida para verificar la consistencia de los juicios del decisor. Esto asegura que las comparaciones no sean arbitrarias. Si la matriz de comparaciones es inconsistente, se requiere una revisión.
- **Sintetizar los resultados:** Una vez que todas las matrices de comparación han sido completadas y verificadas, se combinan los pesos de los criterios y las alternativas para

obtener una puntuación global para cada alternativa.

La alternativa con la puntuación más alta es la recomendada para la toma de decisiones.

Ventajas:

- **Estructura la complejidad:** Permite descomponer problemas complejos en componentes más manejables.
- **Integra factores cualitativos y cuantitativos:** Permite incorporar juicios subjetivos y datos objetivos en un mismo análisis.
- **Promueve el consenso:** Al ser un proceso transparente, facilita que grupos de personas lleguen a un acuerdo sobre las prioridades.
- **Mide la consistencia:** Incluye una medida matemática para validar la coherencia de los juicios.

Desventajas:

- **Intensivo en comparaciones:** Si el número de criterios y alternativas es muy grande, la cantidad de comparaciones pareadas puede ser extensa y tediosa.
- **Sensible a la escala:** Los resultados pueden ser sensibles a la forma en que se aplique la escala de Saaty.
- **Puede ser subjetivo:** Aunque busca la objetividad, el resultado final depende de los juicios iniciales de los decisores, lo que puede introducir sesgos si las preferencias no son claras.

El AHP es una herramienta que, al ser utilizada correctamente, transforma un proceso intuitivo en una decisión racional y bien documentada, lo que la hace muy valiosa para problemas de elección y priorización en diversos campos, recuperado el 04 de septiembre de 2025 de <https://www.6sigma.us/six-sigma-in-focus/analytic-hierarchy-process-ahp/>.

2.3 Propuesta Metodológica

2.3.1 Determinación de la metodología de auditoría de mantenimiento.

Dentro del marco teórico se pudo establecer que existen 4 tipos de auditorías, las cualitativas, semi-cuantitativas y cuantitativas, las que permiten evaluar con diferentes grados de certeza, la calidad del mantenimiento y una correcta ejecución de los procesos.

Dentro de los modelos de auditorías vistos durante el desarrollo del Magister de gestión de activos y mantenimiento, se presentaron las siguientes metodologías, Parra, C. (2021), ‘Técnicas de Auditoría, Benchmarking y Evaluación de Indicadores de los procesos de Gestión del Mantenimiento y de la Confiabilidad’, (Presentación de clase, MGA V18. Confiabilidad IV, Magíster en Gestión de Activos y Mantenimiento, UTFSM):

- MCM (Matriz cualitativa del Mantenimiento).
- MES (Maintenance Effectiveness Survey).
- AMS – ISO 55.001: Asset Management Survey
- AMORMS (Asset Management Operational Reliability and Maintenance Survey).

De estos 4 tipos de auditorías y mediante el uso del Proceso Jerárquico Analítico (AHP), se implementará en los procesos de mantenimiento en los talleres de Komatsu Chile, para esto elaboran los siguientes criterios de evaluación, donde los tres primeros fueron elegidos en base a los principios del Komatsu Way y el último es parte de los objetivos de esta tesina:

- Control de calidad. (Calidad).
- Se aplica Tecnología. (Tecnología).
- Integra metodología de Ing. Confiabilidad. (Confiabilidad).
- Este bajo estándar ISO-55.001:2024. (ISO-55.001).

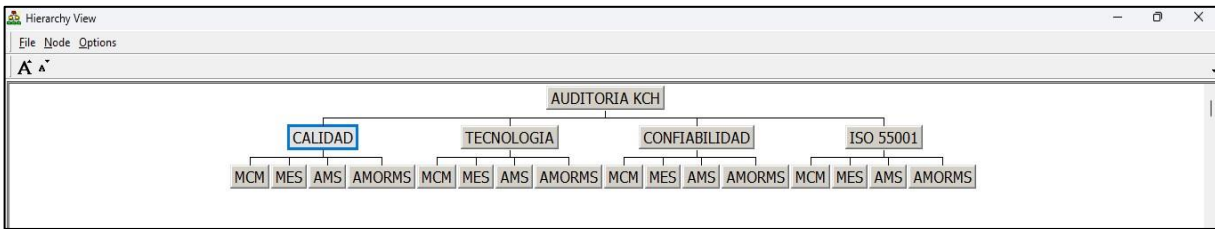


Figura N°7: “Modelo AHP elección de técnica de auditoria” (Elaboración propia, 2025).

A través del software Expert Choice, se aplicará el modelo jerárquico analítico (AHP), para la elección de la mejor alternativa acorde a los criterios de evaluación detallados anteriormente.

Una vez construido el modelo en el programa Expert Choice, se procederá a asignar los valores a cada uno de los criterios, cabe destacar que esto se realiza a través de una tabla de valores que a continuación se detalla:

ESCALA DE COMPARACIÓN CRITERIOS

Juicio verbal	Numérica evaluación
Extremadamente más importante	9
	8
Fuertemente más importante	7
	6
Más importante	5
	4
Moderadamente más importante	3
	2
Igualmente importante	1

Tabla N°3, “Escala de Saaty modelo AHP”. (Elaboración Propia, 2025).

Para aplicar la técnica propuesta, se procederá a crear un panel de expertos con los líderes de cada uno de los procesos, quienes entregarán los valores a cada uno de los criterios establecidos, según la escala de Saaty, obteniendo los promedios generales, que finalmente serán aplicados en el software Expert Choice.

	CALIDAD	TECNOLOGIA	CONFIABILIDAD	ISO 55001
GERENTE PROYECTO	1	1	3	3
SUBGERENTE PLANIFICACION	5	3	5	3
SUBGERENTE MANTENIMEINTO	3	2	2	2
JEFE DE PLANIFICACION	4	1	3	4
JEFE MANTENIMEINTO	3	1	5	5
JEFE OPERACIONES	3	3	3	2
PROMEDIOS	3	2	4	3

Tabla N°4, “Panel de experto y resultados obtenidos”. (Elaboración Propia, 2025).

En la Tabla N°4 se muestra la puntuación entregada en base a los valores entregados por el panel de expertos y acorde a la escala de Saaty y la comparación de criterios con cada uno de ellos.

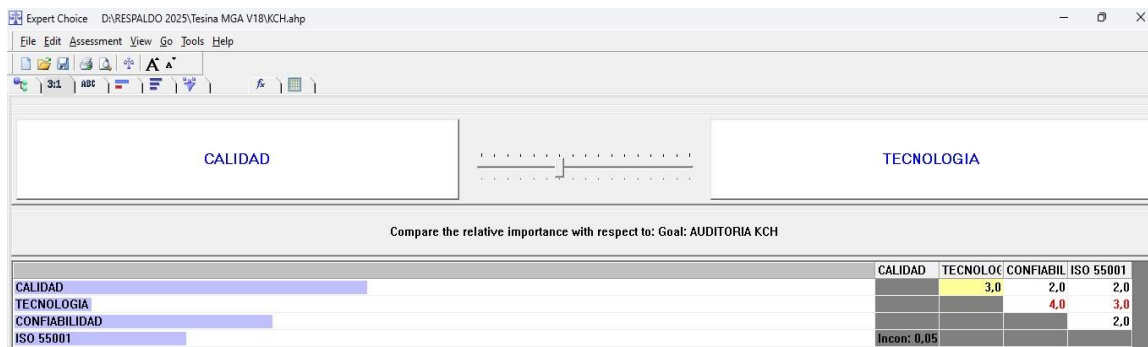


Figura N°8 “Modelo AHP valoración por criterios” (Elaboración propia, 2025).

Es muy importante considerar el índice de Consistencia (CR), cuyo valor debe ser igual o menor a 0.1, obteniendo un valor de CR=0,07 con lo que podemos continuar con el proceso de síntesis.

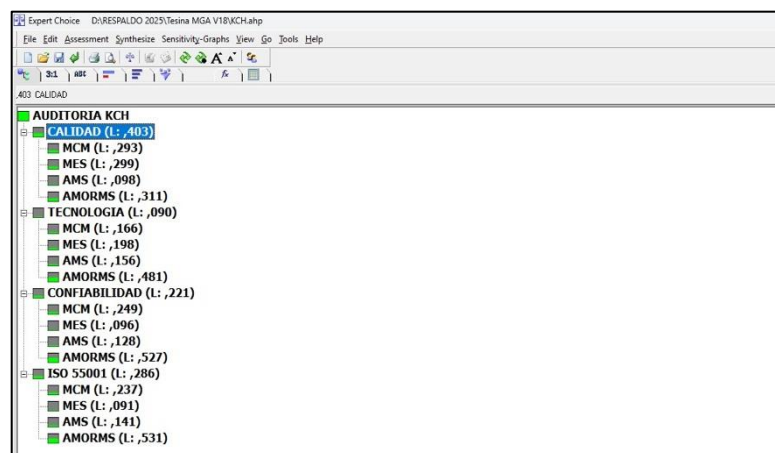


Figura N°9 “Modelo AHP resultado final de valoración por criterios” (Elaboración propia, 2025).

Conforme a Figura N°9, tenemos el resultado final de la síntesis del modelo AHP propuesto, con cada uno de los criterios de evaluación y las 4 alternativas de auditorías (MCM, MES, AMS

y AMORMS).

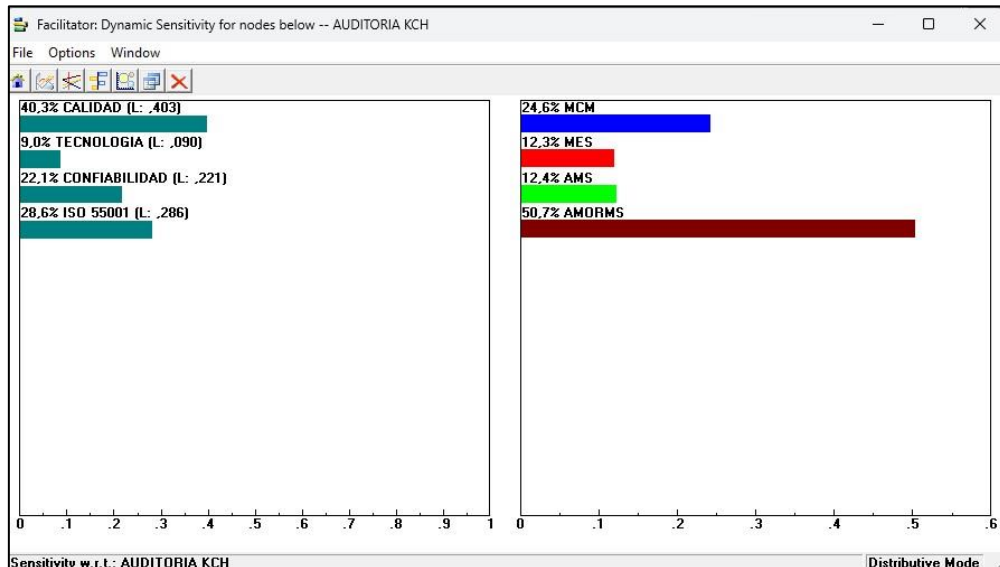


Figura N°10, “Modelo AHP resultado final de valoración por criterios” (Elaboración propia, 2025).

En la figura N°10, podemos observar la puntuación obtenida en la valoración de cada uno de los criterios obteniendo, calidad un 40,3% por sobre los otros criterios, ISO 55.001:2024 un 28,6%, confiabilidad 22,1% y Tecnología un 9% siendo este el criterio con menor valoración en la aplicación del método jerárquico analítico.

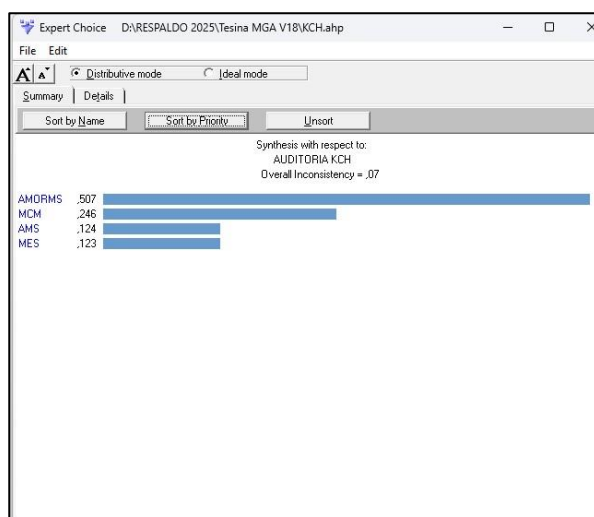


Figura N°11, “Modelo AHP resultado final de valoración por criterios” (Elaboración propia, 2025).

En base a los resultados obtenidos en cada uno de los criterios, se procedió a aplicarlos en las 4 alternativas de solución (Técnicas de auditorías de mantenimientos), obteniendo los siguientes resultados; AMORMS con un 50,7% de preferencia por sobre el resto de las preferencias, MCM con un 24,6%, AMS con un 12,4% y finalmente MES con un 12,3%.

Finalmente se concluye, que de acuerdo con los criterios de evaluación y los resultados obtenidos la técnica de auditoría a emplear es AMORMS con un 50,7% de preferencia por sobre las otras técnicas estudiadas durante el desarrollo de esta tesina. En Anexo N°5 se entrega un paso a paso de la aplicación de la metodología AHP en el software Expert Choice.

CAPÍTULO 3

DESARROLLO

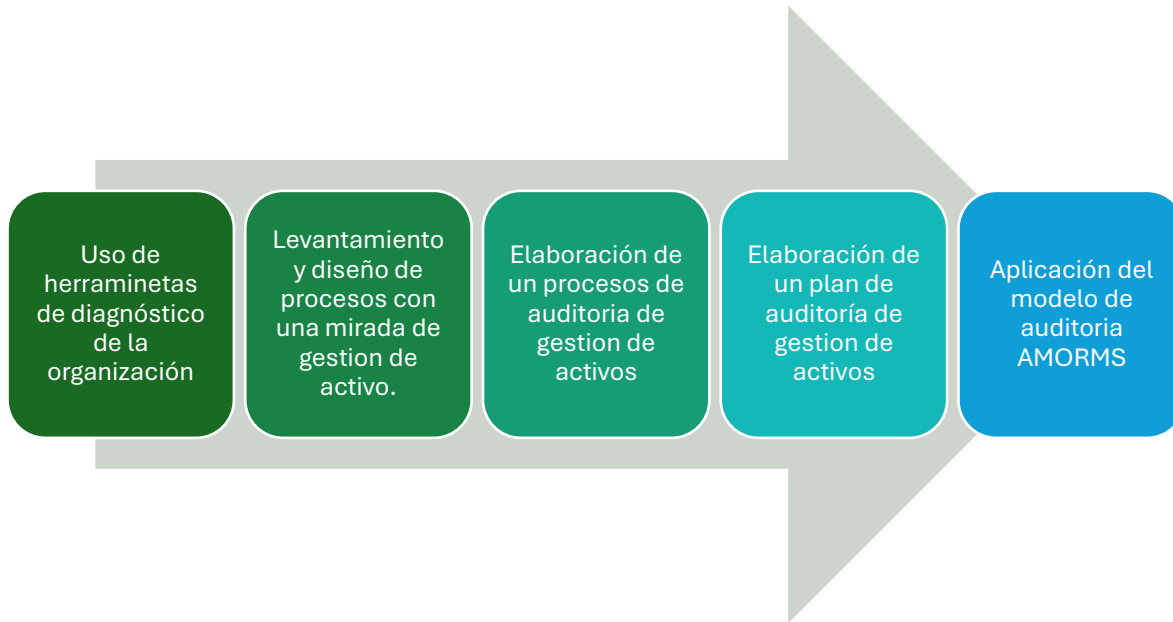


Figura N°12 “Esquema elaboración de Desarrollo” (Elaboración propia, 2025)

Para el desarrollo de este capítulo, se propone el esquema que muestra en la Figura N°12, donde se establece en una primera etapa el uso de tres herramientas de Ingeniería, con la finalidad de obtener un diagnóstico de la organización y sus procesos. Luego en base a los objetivos planteados inicialmente, se realiza un levantamiento y diseño de sus procesos de mantenimiento con un enfoque de gestión de activos. Para continuar con la elaboración de un proceso de auditoría y posterior creación del plan de auditoría de gestión de activos.

Finalizando con la aplicación práctica del modelo de auditoria seleccionada a través del método AHP en el capítulo anterior (AMORMS), la cual es aplicada al equipo de trabajo de la faena Komatsu MLP.

3.1 Uso de herramientas de diagnóstico de la organización.

- a) Definición del problema a solucionar a través de diagrama de Ishikawa (diagrama causa-efecto).

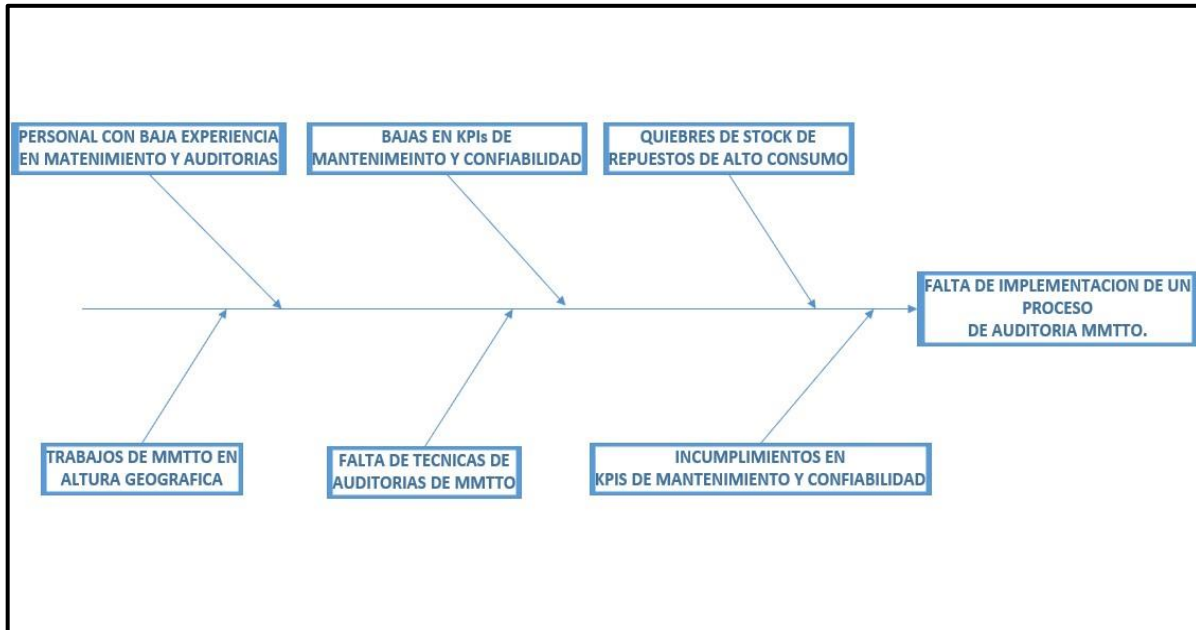


Figura N°13 Diagrama de Ishikawa planteamiento Problemática (Elaboración propia, 2025)

En la figura N°04, diagrama de Ishikawa, analizamos la problemática que existe actualmente en los talleres de mantenimiento de Komatsu MLP, esta se definió, como la “Falta de implementación de un proceso de auditoría de mantenimiento”, bajo los estándares internacionales ISO 55.001:2024.

Luego basado en las 6M (Mano de obra, Maquinaria, Material, Medio Ambiente, Método y Material), se generan las principales causas del problema, como se muestra a continuación:

- Existencia de personal con baja experiencia en mantenimiento y auditorias.
- Bajas en KPIs de mantenimiento y confiabilidad de la flota.
- Quiebres de stock de repuestos de alta rotación (críticos).
- Trabajos de mantenimiento en altura geográfica.
- Falta de técnicas de auditorías de mantenimiento bajo estándares internacional (ISO 55.001;2024).

b) Análisis FODA al proceso de mantenimiento de Komatsu MLP, en búsqueda de las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas

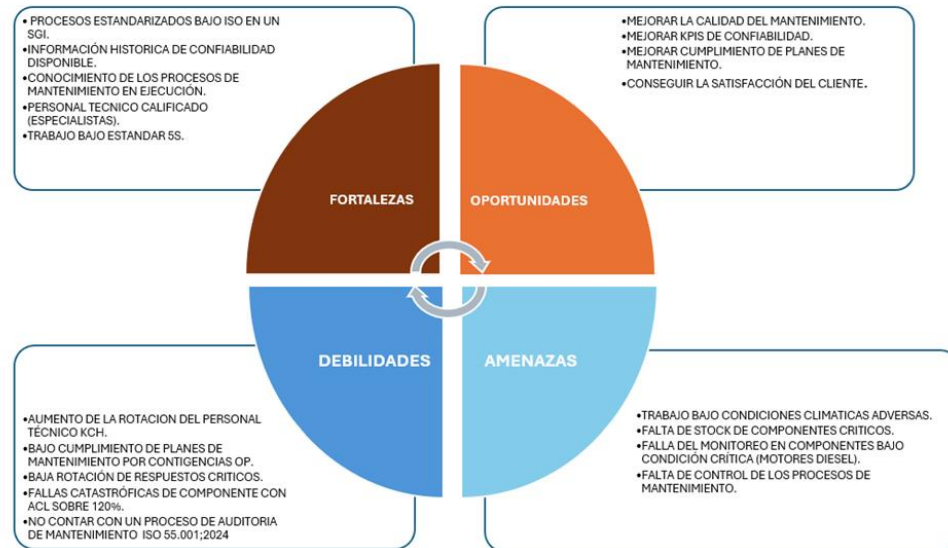


Figura N°14, “Análisis FODA del proceso de Mantenimiento” (Elaboración propia, 2025)

En Figura N°14, se muestra el análisis FODA del proceso general de mantenimiento, donde quedan en manifiesto sus Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y oportunidades en a base a estas procederemos a establecer el paso a paso, para elaborar nuestro sistema de auditoría de mantenimiento.

c) Utilizar metodología ciclo de DEMING (definir, medir, analizar, mejorar y controlar), para establecer los pasos a seguir, durante el proceso de auditoría de mantenimiento.

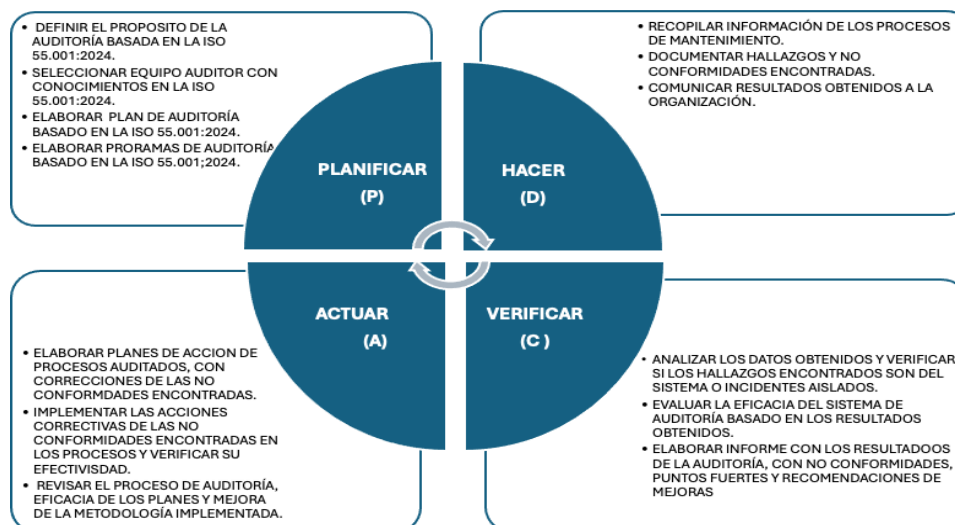


Figura N°15: “Ciclo de DEMING del proceso de auditoría” (Elaboración propia, 2025).

Del análisis realizado se obtienen las siguientes consideraciones:

- Planificar: primero se debe definir el propósito de la auditoría de los procesos de mantenimiento en Komatsu MLP. Luego se seleccionará el equipo auditor (interno o externo), que debe tener conocimientos en la ISO 55.001:2024. Finalmente se elaborará el plan de auditoría y los respectivos programas a ser implementados durante el año fiscal.
- Hacer: durante esta etapa se deben recopilar la información de los procesos de mantenimiento (KPIs, métricas), las cuales deben estar actualizadas y disponibles al equipo auditor, se debe considerar documentar los hallazgos y no conformidades encontradas durante el proceso de auditoría, estos resultados deberán ser difundidos a la organización.
- Verificar: para continuar en el ciclo, se deben analizar los datos obtenidos y verificar si los hallazgos y no conformidades son propios del sistema o incidentes aislados de los procesos de mantenimiento, evaluando la eficacia del sistema de auditoría basándose en los resultados obtenidos y en los requisitos de la ISO 55.001:2024, luego debemos elaborar el informe de con los resultados de la auditoría con los puntos fuertes encontrados, no conformidades y recomendaciones de mejoras.
- Chequear: en esta etapa final se elaborarán los planes de acción de los procesos auditados, con las correcciones de las no conformidades encontradas. Luego se deben implementar las acciones correctivas de las no conformidades encontradas en los procesos y se debe verificar su efectividad. Finalmente, se debe revisar el proceso de auditoría, eficacia de los planes y la mejora de la metodología implementada.

3.2 Levantamiento y diseño de los procesos de mantenimiento en ejecución en Komatsu MLP.

Para avanzar en la elaboración del sistema de auditoría de mantenimiento, se realizó un levantamiento de los principales procesos de mantenimiento que se desarrollan en la faena Komatsu MLP. Obteniendo como resultado 06 procesos principales, los cuales, a continuación, se detallan:

- 1) Proceso de mantenimiento preventivo KCH MLP.
- 2) Proceso de mantenimiento correctivo KCH MLP.
- 3) Proceso de mantenimiento por condición KCH MLP.
- 4) Proceso de extensión de vida útil CAEX-930.
- 5) Proceso de planificación de mantenimiento KCH MLP.
- 6) Proceso de confiabilidad de mantenimiento KCH MLP.

Luego se realizó el diseño de los procesos, a través de fichas de procesos (Conforme a Anexo N°3). Las cuales consideraron los siguientes aspectos a desarrollar y a continuación se detallan:

- **Propósito del proceso:** establecer cuál es la intención de la creación del proceso.
- **Dueño del proceso:** quien es el líder que tiene a cargo el desarrollo, implementación y continuidad del proceso.
- **Entradas y salidas del proceso:** establecer input de entrada y salida dentro de cada proceso.
- **Principales actividades:** acciones principales que considera el proceso.
- **Recursos:** los recursos necesarios para el desarrollo del proceso ya sea materiales, humanos o informáticos.
- **Responsables y autoridades:** se establece organigrama con dependencias de la organización y cada líder de área.

- **Criterios de Control (Indicadores):** se establecen KPIs. de medición y control.
- **Acciones para abordar los riesgos y/o oportunidades del proceso:** se identifican los principales riesgos y oportunidades que afectan el normal desarrollo del proceso o podrían derivar en una no conformidad durante un proceso de auditoría.

Finalmente, con la información recopilada de las fichas de los procesos, se construyeron cada uno de los diagramas de procesos, como se muestran en Anexo N°4. Dando estructura a nuestro Sistema de gestión de activos (SGA), el cual será implementado en la organización.

3.3 Elaboración del proceso de auditoría de mantenimiento, para talleres Komatsu MLP, basado en la ISO 55.001:2024.

Para la elaboración del proceso de auditoría de mantenimiento, se realizó en base a los 06 procesos de mantenimientos diseñados en el punto 4.1, tomando como unidades base, las áreas que participan, que a continuación se detallan;

- Alta dirección (Gerencia)
- Operaciones
- Planificación
- Confiabilidad

Posteriormente se define el propósito de la auditoria como:

“Gestionar y administrar el sistema de auditoría de mantenimiento, basado en la ISO 55.001:2024, de los principales procesos de mantenimiento, en búsqueda de la mejora continua del sistema de Gestión de Activos (SGA)”.

Luego se establecen las entradas y salidas del proceso de auditoría.

Entradas:	<i>Salidas:</i>
• Plan de auditoría anual de mantenimiento. • Procesos de mantenimiento.	• Informe de auditoría de las áreas auditadas. • Oportunidades de mejora y no conformidades. • Cumplimientos normativos.

• Requerimientos Normativos y Legales. • Información de confiabilidad. • Documentación de mantenimiento. • Planes de semanales de mantenimiento. • Sistema TIC de mantenimiento.	• Resultados de gestión de MMTTO. • Resultados de gestión de TICs. • Gestión de cambio.
--	---

Tabla N°5: “entradas y salidas del proceso de auditoría” (Elaboración Propia, 2025).

En cuanto a los recursos a emplear durante la auditoria, se pudo fijar que toda la organización debe ser parte del proceso de auditoría, teniendo presente que deben estar disponibles y llanos a entregar la información al auditor cuando este lo requiera.

Dentro de las actividades de mayor relevancia se considera la revisión (auditoria) de cada uno de los procesos y áreas que participan en mantenimiento. La revisión de los KPIs de desempeño, fijados bajo contrato, no conformidades y su tratamiento a través del tiempo, considerando que son parte importante de la mejora continua y posterior gestión del cambio a implementar.

Se define el organigrama con autorizades y responsabilidades, como se muestra en Anexo N°4, para tener de forma más gráfica las dependencias de cada uno de los lideres que participan en el proceso de auditoría.

Finalmente se definen los criterios de control auditables, con sus indicadores y unidades de medida, teniendo el foco principalmente en los procesos de mantenimientos, indicadores de desempeño y capacidades del personal que participa en los procesos. Así mismo, se definen los riesgos y oportunidades, considerando los aspectos que pueden afectar el desarrollo de las operaciones de mantenimiento con el incumplimiento de la normativa legas, la entrega de productos o servicios no conformes (insatisfacción del cliente) y una gran oportunidad de mejora la generación de acciones y compromisos que permitan mejorar las brechas existentes, llevando un registro que permita retroalimentar el sistema en el tiempo.

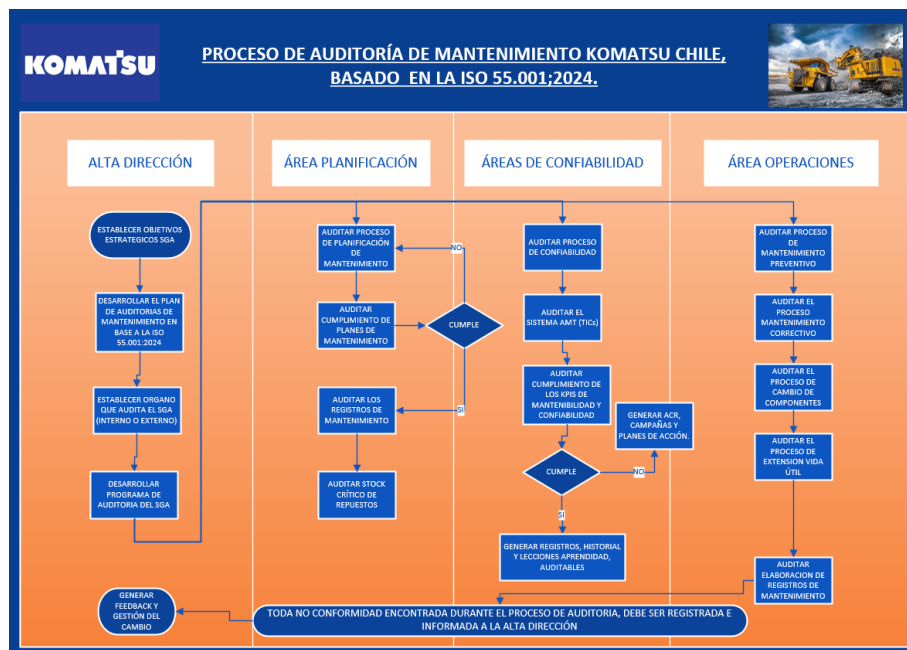


Figura N°16, “Diagrama de proceso de auditoria SGA” (Elaboración Propia, 2025).

3.4 Desarrollo del Plan de auditoría, para procesos de mantenimiento en Komatsu MLP, basado en la ISO 55.001;2024.

Para la elaboración del Plan de auditoría debemos tener en cuenta que la organización, en la actualidad no está certificada bajo la ISO 55.001:2024, por lo que recogeremos algunos elementos de su Sistema de gestión Integral (ISOs 9001:2015, 14.001:2015 y 45.001:2018), para utilizar durante el proceso de integración de la norma, esto permitirá realizar el proceso de auditoría, tomando los capítulos auditables, en camino a una futura certificación.

3.4.1 Antecedentes Generales:

El plan de auditoria considera los siguientes aspectos básicos a completar:

Tipo de Auditoria:	Se debe definir el tipo de auditoría a realizar, interna o externa de seguimiento del SGA de Komatsu MLP.
Modalidad:	Se establece la modalidad de realización de la auditoría, ya sea presencial, online o hibrida.
Sitio Auditable:	Se establece lugar físico donde se realizará la auditoria.
Fecha de inicio:	Se establece fecha de inicio de la auditoria, fijada en el programa y plena coordinación entre la alta dirección y el

	ente auditor.
Fecha de termino	Se establece fecha de término de la auditoria, fijada en el programa y plena coordinación entre la alta dirección y el ente auditor.
Auditor (ES):	Se establece nombre del auditor ya sea interno o externo.

Detalle de la auditoria:

Alcance de la auditoria:	Incluye las actividades y procesos desarrollados por Komatsu Chile S.A. en Faena Los Pelambres, específicamente en la: “Prestación de servicios de mantención y reparación de equipos mineros para la puesta a disposición, en Faena Minera Los Pelambres, para el carguío y el transporte de material (mineral y estéril)”.
Objetivos de la auditoría:	Verificar el cumplimiento con los requerimientos de ISO 55.001:2024 y el sistema de gestión documentado de la organización; Verificar que el sistema de gestión de activos KOMATSU MLP, cumple con los requerimientos contractuales, legales y regulatorios aplicables; Evaluar la efectividad del sistema de gestión de activos, para cumplir continuamente los objetivos especificados; e identificar áreas de mejoras.
Metodología:	Se aplicará una metodología de auditoría remota y presencial, basada en: ➤ Muestreo de información/documentos. ➤ Entrevistas con personal de las distintas áreas. ➤ Revisión de registros y evidencias objetivas. ➤ Aplicación de Check list.
Criterio de la auditoria:	Requisitos aplicables de las normas ISO 55.001:2024 - Sistema de Gestión de Activos. • Comprensión de la organización y su contexto

	(Plan organizacional). • Alcance del sistema de gestión de activos. • Política. • Objetivos de gestión de activos. • Planes de gestión para cumplir objetivos • Evidencias de las competencias del personal. • Información requerida por la norma, requisitos legales y regulatorios aplicables, toda la información, para la eficacia del sistema. • Modo en el cual se desarrollan e integran las actividades contratadas a terceros en el sistema de gestión de activos en la organización. • Evidenciar los resultados de seguimiento, medición y análisis, evaluación. • Registros para tener seguridad que los procesos se desarrollan según lo planificado. • Evidenciar la aplicación de programas de auditorías y sus resultados. • Evidenciar la revisión por la Alta Dirección. • Evidencia de la naturaleza de las no conformidades o incidentes y acciones posteriores tomadas y resultados de cualquier acción correctiva.
Recomendaciones del proceso de auditoría:	• Asegurar disponibilidad del personal clave y documentación pertinente. • Mantener espacios adecuados para entrevistas (presencial/remoto). • Confirmar accesos a plataformas digitales y conexión estable para sesiones remotas.

Programación de la auditoría:

FECHA	HORARIO	PROCESO /ÁREA	REQUISITOS	RESPONSABLE
Establecer día/mes/ año Modalidad de auditoria	09:00 - 09:15	SGA	• Reunión de inicio previa con Ingeniero de Certificación.	Ingeniero de Certificación.
	09:15 - 10:00	SGA	• Uso de las marcas de certificación. • Cambios a la organización.	Ingeniero de Certificación.
	10:00 - 13:00	SGA	• Compresión de la	Ingeniero de

			Organización. • Compresión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas. • Política. • Acciones para abordar riesgos y oportunidades. • No conformidades y acciones correctivas.	Certificación.
	13:00 - 14:00	N/A	• Almuerzo	N/A
	14:00 - 17:45	SGA	• Objetivos y planificación para lograrlos. • Salidas de producto No Conforme. • Satisfacción de Cliente. • Auditoría Interna. • Revisión por la Dirección. • Seguimiento, medición, análisis y evaluación.	Ingeniero de Certificación.

Elección de equipo auditor interno:

Requisitos:	Debe contar con un curso de auditor interno de la ISO 55.001:2024 Debe conocer cada uno de los procesos a auditar. Debe tener una mirada objetiva frente a las áreas auditadas, en búsqueda de evidenciar no conformidades, en busca la mejora continua de los procesos.
Auditor (ES):	Ingeniero de procesos (alguien perteneciente al área de Operaciones). Ingeniero de Certificación.

3.5 Aplicación práctica de la auditoria AMORMS basada en el Modelo de optimización para la Gestión de Mantenimiento y de la Confiabilidad.

Para comenzar se identifica el grupo objetivo, al cual será realizada la encuesta considerando un universo de 10 personas, que son parte de la alta dirección y supervisión del Taller Komatsu Chile en Minera los Pelambres, como a continuación se detalla:

Nº	Código	Cargo
1	GP	Gerente Proyecto
2	SGP	Sub-Gerente de Planificación
3	SGM	Sub-Gerente de Mantenimiento
4	JCONF	Jefe de Confiabilidad
5	JP	Jefe de Planificación
6	JM	Jefe de Mantenimiento
7	JOP	Jefe de Operación 1
8	JOP	Jefe de Operación 2
9	Sup	Supervisor 1
10	Sup	Supervisor 2

Tabla N°6: “Grupo encuestado auditoria AMORMS”. (Elaboración Propia, 2025).

El primer análisis se realizará utilizando la técnica de auditoría AMORMS (Asset Management, Operational Reliability and Maintenance Survey).

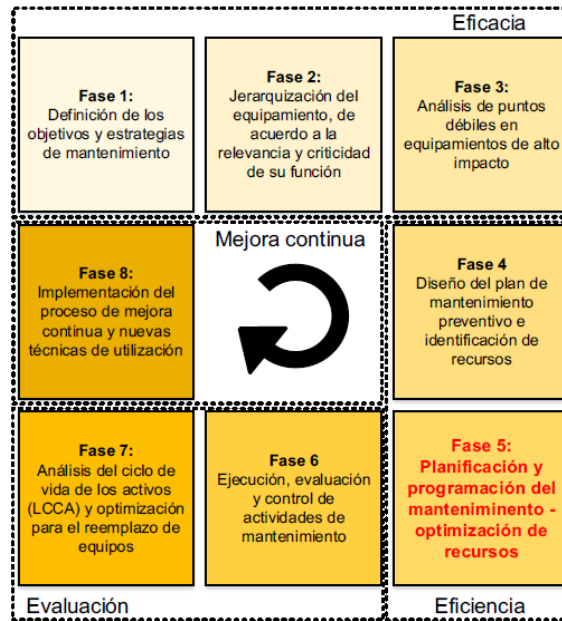


Figura N°17 Modelo del proceso de gestión de mantenimiento (Parra y Crespo, 2007).

Dentro de los requisitos, para la gestión de activos, cada una de las 8 fases del Modelo de gestión de activos, obedecen a los 24 requisitos certificables, correspondiente a la ISO 55.001 como a continuación se detallan en tabla:

Capítulo	Requisito	Fases del MGM
4. Contexto de la organización	4.1 Comprender la organización y su contexto.	Fases 1 y 7.
	4.2 Comprender las necesidades y expectativas de las partes interesadas.	
	4.3 Determinar el alcance del sistema de gestión.	
	4.4 sistema de gestión de Activos.	
5. Liderazgo	5.1 Liderazgo y compromiso.	
	5.2 Política.	
	5.3 Papeles organizacionales, responsabilidades y autoridades.	
	6.1 Acciones para abordar los riesgos y las oportunidades en el sistema de gestión de activos.	

6. Planificación	6.2 Objetivos de la gestión de activos y planificación para lograrlos.	Fases 2,3,4,7 y 8.
7. Soporte	7.1 Recursos.	
	7.2 Competencias.	
	7.3 Concientización.	
	7.4 Comunicación.	
	7.5 Requisitos de información.	
	7.6 Información documentada.	
8. Operación	8.1 Planificación y control operacionales.	Fases 1,5,6 y 8.
	8.2 Gestión de cambio.	
	8.3 Outsourcing (Tercerización).	
9. Evaluación de desempeño	9.1 Seguimiento, medición, análisis y evaluación.	
	9.2 Auditoría interna.	
	9.3 Revisión de Gestión.	
10. Mejora	10.1 No conformidad y acción correctiva.	Fases 5,6 y 8.
	Acción preventiva.	
	Mejora Continua.	

Tabla N°7, “Capítulos ISO 55.001:2024 y fases del MGM”. (Elaboración Propia, 2025).

Este modelo de auditoría permite evaluar las 8 fases del Modelo de gestión de Mantenimiento y contiene 150 preguntas que serán contestadas por la gerencia, jefaturas y supervisión de Komatsu MLP (Minera Los Pelambres), detallados anteriormente.

Los encuestados evalúan las 150 preguntas en una escala de 1 a 5, que tienen las siguientes consideraciones:

Puntuación	Criterio
0-1	Proceso muy deficiente
1-2	Proceso bajo el promedio
2-3	Procesos estándar promedio
3-4	Proceso con muy buenas practicas
4-5	Proceso de clase mundial

Tabla N°8: “Puntuaciones y Criterio aplicados en la encuesta” (Parra & Crespo, 2015)

De los resultados de las 10 encuestas aplicadas (150 preguntas), por cada uno de los integrantes de la organización se obtiene un promedio general, que se cruza con las etapas del modelo de gestión de mantenimiento, como se muestra en table N°9

ETAPAS DEL MGA	SUP 1	SUP 2	JOP 1	JOP 2	JM	JC	JP	SGP	SGM	GP	PROMEDIOS
1.Gestión de Activos, Objetivos del Negocios (KPIS) y organización de soporte	2,36	2,90	3,00	3,40	3,36	3,20	3,64	3,96	4,44	4,24	3,45
2.Modelos de Jerarquización basados en Riesgo (criticidad de equipos)	2,87	2,80	2,47	3,73	3,13	3,13	3,80	4,00	4,07	4,13	3,41
3. Análisis de problemas (manejo de fallas)	2,47	3,10	2,07	4,00	3,47	2,80	3,60	4,07	4,07	4,20	3,38
4.Procesos de programación y planificación	2,65	2,90	2,70	3,60	3,15	3,50	3,35	4,05	4,20	4,65	3,48
5.Procesos de asignación de recursos, soporte informático y logístico	2,45	2,70	2,45	3,95	3,45	3,05	3,40	3,65	4,10	4,45	3,37
6.Procesos de control y análisis de indicadores técnicos RAM	2,92	2,70	2,76	3,68	3,40	3,16	3,64	4,24	3,92	4,16	3,46
7.Proceso de análisis de costos de ciclo de vida	2,73	2,50	2,60	3,67	3,93	2,73	3,47	4,13	3,87	4,07	3,37
8.Procesos de revisión y mejora continua	3,07	3,00	2,87	4,33	3,87	3,73	3,07	4,13	4,00	4,40	3,65
PROMEDIO GENERAL											3,45

Tabla N°10: “Resultados de las 10 encuestas realizadas” (Elaboración Propia, 2025)

ETAPAS DEL MGA	PROMEDIOS
1.Gestión de Activos, Objetivos del Negocios (KPIS) y organización de soporte	3,45
2.Modelos de Jerarquización basados en Riesgo (criticidad de equipos)	3,41
3. Análisis de problemas (manejo de fallas)	3,38
4.Procesos de programación y planificación	3,48
5.Procesos de asignación de recursos, soporte informático y logístico	3,37
6.Procesos de control y análisis de indicadores técnicos RAM	3,46
7.Proceso de análisis de costos de ciclo de vida	3,37
8.Procesos de revisión y mejora continua	3,65
PROMEDIO GENERAL	3,45

Tabla N°11: Promedio total de las encuestas realizadas” (Elaboración Propia, 2025).

Dentro del análisis del resultados obtenido en las encuesta; se puede inferir que las fases donde se obtuvieron menores resultados fueron: Proceso de asignación de recursos, Soporte informático y logístico, Soporte informático y logístico, Proceso de análisis de costos del ciclo de vida y el análisis de problemas (manejo de fallas), donde algunos de los encuestados afirman que existe una escasez de recursos y un constante atrasos de los ciclos logísticos que afectan el cumplimiento de los KPIs de confiabilidad y disponibilidad de la faena, por otro lado existe un notorio desgaste de los activos, asociado a una deficiente mantenibilidad, factores operacionales (rutas deficientes, mala operación, accidentes, etc.), finalmente la tercer fase menor evaluada fue el análisis de problemas (manejo de fallas), según lo declarado por los encuestados esto está asociado directamente al envejecimiento de los activos, que ha presentado modos de fallas poco recurrentes y asociados a sistemas críticos de los activos.

La puntuación promedio de las 8 fases se obtuvo un valor de 3,45 puntos de un máximo de 5 puntos. De acuerdo con la tabla de valoración de criterios se encuentra entre los valores de 3–4, lo que significa que estamos frente a un proceso de mantenimiento con muy buenas prácticas.

A continuación, se verá el grafico de radar con los valores promedios obtenidos de las fases encuestadas a la organización, en la figura N°17.

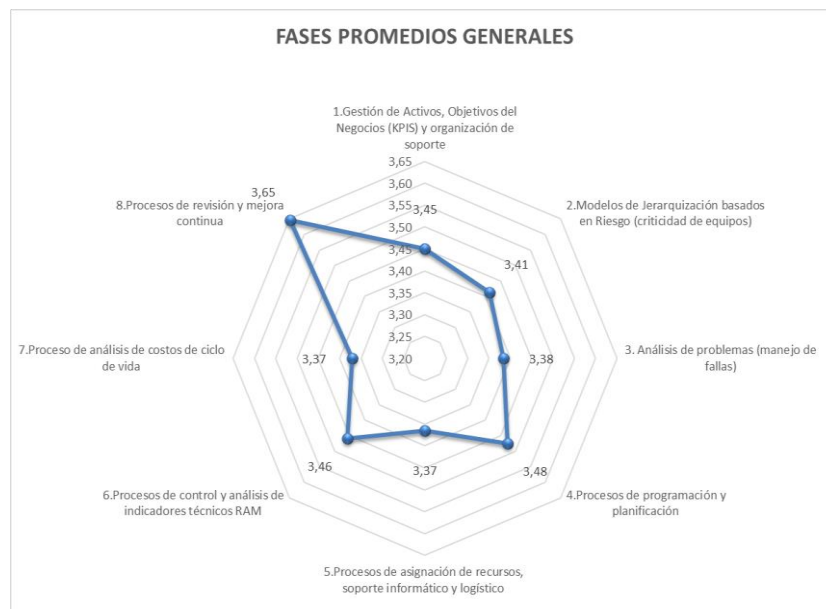


Figura N°18: “Gráficos de radar de promedios generales de las encuestas”

Es importante tomar en cuenta que, para desarrollar planes de acción efectivos, es necesario considerar la perspectiva de las diferentes áreas encuestadas, por lo que se obtiene la siguiente grafica de la figura N°19, elaborado en software Microsoft Excel conforme a tabla N°10.

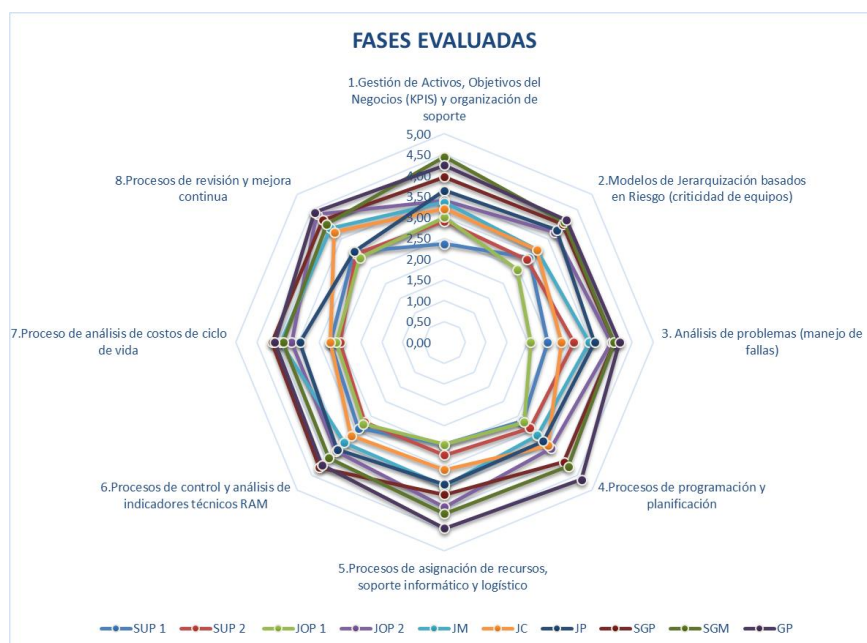


Figura N°19: “Gráficos de radar de promedios de encuestas”

Como se puede apreciar las evaluaciones de la Gerencia y Planificación de Komatsu MLP, obtienen valores más altos, que las jefaturas ejecutivas (Jefes de mantenimiento, Jefes de operaciones y Supervisores), quienes ven de forma directa la problemática en cuanto a las deficiencias existentes en los procesos de mantenimiento.

Cabe aclarar en relación con la encuesta implementada, que el activo en estudio corresponde a una empresa del rubro Minero, con su foco específico en la venta de equipos y prestación de soporte de mantenimiento, cambio de componentes mayores con su TBO (Time Between Overhauls) por sobre la métrica establecida contractualmente.

El foco de la gerencia está apuntada a entregar un servicio de calidad, oportuno y cumplir con los KPIs de mantenimiento establecidos con el cliente en base a un contrato de tipo LPP (Labor Plus Parts), que establece el cumplimiento de una Disponibilidad contractual desde un 86%, indicadores de confiabilidad como; MTTR bajo las 5 hrs de atención promedio, MTBF sobre las 80 hrs entre reparaciones y un MTBFS sobre las 80 hrs después de cada mantención

promedio. Todo esto está apoyado por un Sistema de Gestión Integral (SGI) basados en las ISOs 9001, 14001 y 45001 certificado, que en el tiempo de su implementación a ayudado a mejorar los procesos de mantenimiento, pero sin embargo carece de una mirada centrada en el activo.

N°	FAQ	PROMEDIOS
4.2.4	Los procedimientos de trabajo son utilizados activamente por toda la fuerza de trabajo?	4,4
8.3.4	El programa de adiestramiento de todo el personal está adecuado al puesto de trabajo y está orientado a lograr los objetivos del negocio?	4,2
1.5.5	El proceso de control de los KPIs financieros están integrado con los procesos indicadores técnicos y económicos de las áreas de mantenimiento y confiabilidad?	4,1
8.3.3	Existe un plan de entrenamiento específico y ajustado a todo el ciclo de vida del trabajador?	4,1
8.3.5	El programa de entrenamiento incluye formación en las áreas de técnicas modernas de mantenimiento, confiabilidad y gestión de activos?	4,1
6.5.5	Existe un modelo de auditoría y benchmarking certificado bajo una norma local o internacional, que permita evaluar los Servicios ofrecidos por los talleres?	4
7.3.1	Las detenciones mayores son implementadas en forma ordenada bajo un modelo de gestión de reparaciones mayores?	4

Tabla N°12 “Preguntas mejores evaluadas” (Elaboración Propia, 2025).

En los resultados obtenidos de las preguntas mejor evaluadas tenemos respuestas que son de la Fase 8 en su mayoría, lo cual corresponde al “Proceso de revisión y mejora continua”, en la subcategoría de:

- Programa de desarrollo personal.

También se tienen preguntas de las fases 4, 6 y 7 con valores superior a 4 puntos, consideradas como un proceso con muy buenas prácticas, estas corresponden a las subcategorías de:

- Procedimientos e instructivos de trabajo.
- Control Financiero (KPIs claves del negocio).
- Mantenimientos especiales.

Para concluir con el análisis de los resultados de las preguntas mejores evaluadas, se observa una muy buena evaluación en cuanto a los **Programas de Capacitación de Desarrollo Personal**, lo que deja en manifiesto que Komatsu tiene una preocupación importante en el desarrollo de los conocimientos técnico de sus integrantes, representado en un robusto plan de desarrollo de carrera implementado por Komatsu a nivel mundial, posteriormente se destaca las respuestas que forman parte de los **Procedimientos e Instructivos de trabajo**, lo que se sustenta en el importante trabajo que ha realizado la empresa en estandarizar cada una de los procesos de mantenimientos que ahí se desarrollan. En cuanto al **Control Financiero**, existe conocimiento de los KPIs claves del negocio los que se establecen contractualmente y tienen un control de su cumplimiento de forma periódica, estos KPIs son de conocimiento de todos los integrantes de la organización, finalmente se destaca el valor obtenido en **Mantenimientos Especiales** que corresponden a mantenimientos mayores y Overhalls, en lo cual ha existido una visión de negocio importante con la implementación de un plan de extensión de vida útil (programa EVU) de los Camiones CAEX 930-E serie 3 y

4, que considera una reparación estructural importante, más el cambio de componentes con criticidad alta y mejora de sus subsistemas.

N°	FAQ	PROMEDIOS
3.1.5	El proceso de gestión de fallas tiene indicadores previamente definidos y analizados, que permitan medir la eficiencia y la efectividad de las recomendaciones emitidas (el proceso de análisis de fallas está incorporado a un proceso de mejoramiento continuo)?	2,9
5.1.4	El software de mantenimiento es utilizado en forma extensa por toda la organización, incluyendo todos los tipos de paros (correctivos, preventivos, por condición, detenciones mayores, seguimiento de componentes de fallas, etc.)?	2,9
5.1.5	El sistema de soporte informático de mantenimiento genera de forma automática indicadores técnicos y económicos, los cuáles son ampliamente usados por toda la organización para mejorar la toma de decisiones?	2,9
5.4.5	Los procesos de administración de abastecimiento y manejo de inventarios están orientados a lograr los objetivos del proceso de Gestión de Activos?	2,9
1.2.3	Existe un plan de Gestión de Activos a largo plazo y está integrado con los objetivos y metas del negocio?	2,8
7.1.3	Existe un proceso de evaluación del impacto económico de la Confiabilidad en el ciclo de vida de los activos (Modelos Woodard, Willans and Scott....., etc.)?	2,7

Tabla N°13 “Preguntas peores evaluadas” (Elaboración Propia, 2025)

El resultado de las preguntas peores evaluadas se consideraron todos aquellos puntajes que estaban bajo el estándar >3 y dentro de estas categorías están las repuestas correspondientes a las fases 1 (Plan Integral de Gestión de Activos), 3 (Gestión de las fallas), 5 y 7 (Asset Life Cycle Cost Management). Siendo las de la fase 5 las más relevantes con las subcategorías que a continuación se detallan:

- Sistema de soporte informático de mantenimiento (software de mantenimiento).
- Procesos de administración de la bodegas e inventarios.

Para concluir con el análisis de los resultados de las preguntas peores evaluadas, se puede observar un bajo desempeño en dos ámbitos de importancia en la organización que son un soporte informático de mantenimiento deficiente, que está directamente relacionado con la implementación del software AMT a partir del año 2025, sistema que se encuentra en funcionamiento y carece de robustez, tiene una interfaz móvil que aún no ha podido ser implementada en un 100% por problemas de conectividad a internet y tiene deficiencia en conversar con sistemas más avanzados en cuanto a la adquisición y pago de repuestos (SAP PM), lo que dificulta y produce retrasos en la ejecución de los procesos de mantenimiento (tanto en taller como en terreno).

En cuanto a los procesos de administración de las bodegas e inventarios se produjo un efecto post pandemia a nivel global, en el cual se produjo un desabastecimiento de los centros de distribución a nivel nacional, posteriormente y como una forma de subsanar este problema, se implementó una logística centralizada a nivel nacional, creando un inventario único, del cual todas las faenas podían hacer uso, lo que en cierta medida suplió la falta de stock, pero no soluciono la causa raíz del problema, ya que existen ciertos ítems que no tienen stock crítico y deben ser solicitados a fabrica asumiendo los tiempos de fabricación y traslado desde el extranjero (alrededor de 3 meses de llegada a destino).

En cuanto al resto de las respuestas con menor valoración se tiene un **Plan integral basado en la Gestión de Activos con deficiencias**, viéndose reflejado en la gestión de falla de los último 03 años. En el cual, se ha producido un efecto de diente de sierra en la disponibilidad y KPIs de confiabilidad, afectada principalmente por la falta de repuestos, modos de falla de difícil diagnóstico, fallas operacionales asociadas a la mala prácticas de operación y factores externos (camino deficientes abuso del factor de carga de los equipos, etc.), priorización del cliente de la operación por sobre el cumplimiento de planes de mantenimiento. Todo esto sin duda apalancado por deficiencias en el **Análisis del Ciclo de vida de los Activos**, por parte del mandante, extendiendo los TBOs de componentes críticos, hasta llevarlos al punto de falla, lo que ha acarreado un sin número de imprevistos con altos tiempos de detención y tiempos de espera de llegada de repuestos, los cuales no son considerados en los planes semanales por lo cual carecen de cobertura inmediata.

Conclusiones

Komatsu Chile MLP es una organización que lleva años desarrollando el servicio de mantenimiento y sostenimiento de una flota de 56 camiones CAEX-930, en dos modalidades de contratos, MARC y LPP en la actualidad. El avance del ciclo de vida de los activos ha llevado que, en la actualidad, estos presentan un envejecimiento sostenido presentando un sin número de fallas y una baja en los KPIs de mantenimiento y confiabilidad. Esta investigación busca ser parte de la mejora real y sostenible en el tiempo, a través de una implementación progresiva de la gestión de mantenimiento, estandarizando sus procesos con el apoyo de la ISO 55.001:2024, identificando las mudas de cada uno de los procesos y sus mejoras.

El desafío de la Alta dirección y el equipo que lidera sus procesos de mantenimiento es incorporar la metodología planteada, considerando el análisis FODA realizando donde se establecen las fortalezas, oportunidades, debilidades y oportunidades existentes en la organización, entregando las brechas que se abarcaron con el desarrollo de la investigación.

El diagnóstico realizado al sistema de gestión de mantenimiento, basado en el modelo de auditoria AMORMS, permitió identificar que el grado de madurez del sistema, que lo clasifica como un proceso con muy buenas prácticas y nos entrega las directrices de las áreas que se necesitan reforzar. Asociados principalmente a mejorar la asignación de recursos, soporte informático y logístico, además optimizar el análisis del ciclo de vida de los activos, considerando los factores más relevantes como son los propios de la operación (respetar factores de carga, disminuir incidentes operacionales, mejorar la operación), mantenimientos de calidad y dentro de los tiempos programados, cambio de componentes críticos con TBO sobre el 120%, reparaciones a la causa raíz.

Esta tesina demuestra que es posible fortalecer significativamente la gestión de mantenimiento, sin necesidad de implementar sistemas complejos. La metodología de plan de auditoria empleada no solo mejora el desempeño interno de Komatsu MLP, sino que también entrega un modelo replicable a otras faenas de Chile, para otras organizaciones del sector minero. El enfoque por procesos, la toma de decisiones basada en datos y la alineación con los objetivos estratégicos, permiten avanzar hacia una cultura de mejora continua y asegurar un impacto sostenido en el tiempo, con procesos robustos, estandarizados, controlados en su ejecución y resultados finales.

Esta propuesta cierra una etapa de investigación y búsqueda de respuestas. Ahora comienza un nuevo ciclo, centrado en aplicar el conocimiento y el compromiso de cada uno de los integrantes que conforman la organización, logrando avanzar hacia un nivel superior de una organización con procesos de clase mundiales.

Bibliografía

Parra, C. (2021), ‘Técnicas de Auditoría, Benchmarking y Evaluación de Indicadores de los procesos de Gestión del Mantenimiento y de la Confiabilidad’, Presentación de clase, MGA v18. Confiabilidad IV, Asignatura MGM315, Magíster en Gestión de Activos y Mantenimiento, UTFSM.

Crespo, A. (2021), ‘Proceso avanzado de gestión de mantenimiento’, Presentación de clase, MGA v18. Inducción a la gestión de activos, Asignatura MGM315, Magíster en Gestión de Activos y Mantenimiento, UTFSM.

Depool, T. (2024), ‘Uso de Check list, Presentación de clase, PMM Curso de formación de auditores ISO 55.001’, PMM Business School.

Depool, T. (2024), “Manual de curso de formación de auditores ISO 55.001 sistema de gestión de activos”, PMM Curso de formación de auditores ISO 55.001’, PMM Business School.

C, Gerardo Trujillo. “Aplicación de La Norma ISO 55001 Para La Gestión de Activos Físicos.” Duran, Jose, and Luis Sojo. 2010. “Implementando Un Plan de Gestión de.” The Woodhouse Partnership Ltd.

ISO (2024), ISO 55.001:2024. Sistema de gestión de activos. Organización Internacional de Normalización.

Adolfo Crespo y Carlos Parra (2015), “Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada en la gestión de activos”, Capítulo I “Introducción al proceso de mantenimiento”, Ingeman.

Adolfo Crespo y Carlos Parra (2015), “Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada en la gestión de activos”, Capítulo II “Integración de los procesos de mantenimiento con la gestión de activos”, Ingeman.

Adolfo Crespo y Carlos Parra (2015), “Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada en la gestión de activos”, Capítulo IV “Técnicas de auditoria en los procesos de gestión de mantenimiento”, Ingeman.

Microsoft Corporation (2021), “Microsoft Visio Profesional: Business analytics service”, [https:// visio.microsoft.com](https://visio.microsoft.com). Consultado en 2025.

Expertchoice (2014), “Expertchoice software”: AHP-software’, <https://www.expertchoice.com>. Consultado en 2025.

Glosario

Auditoría. Revisión sistemática de una actividad o de una situación para evaluar el cumplimiento de las reglas o criterios objetivos a que aquellas deben someterse.

AMORMS. (Asset Management, Operational Reliability & Maintenance Survey). Auditoría basada en el Modelo de Gestión de Mantenimiento y de Confiabilidad.

DMAIC. Metodología de mejora de procesos, utilizada en Six Sigma, que sigue cinco pasos secuenciales: Definir (el problema y los objetivos), Medir (el rendimiento actual del proceso), Analizar (las causas fundamentales de los problemas), Mejorar (implementar y probar soluciones) y Controlar (mantener y sostener las mejoras). Su objetivo es optimizar procesos mediante un enfoque basado en datos para eliminar ineficiencias y lograr resultados duraderos.

Disponibilidad Física. Es la probabilidad de que un equipo o sistema esté en condiciones de operar correctamente en un momento determinado o durante un período de tiempo. La disponibilidad física no incluye el tiempo que el equipo está fuera de servicio por mantenimiento programado o reparaciones.

Disponibilidad Contractual. Acuerdo escrito en un contrato para garantizar que un equipo o sistema esté operativo y listo para su uso durante un período específico, definiendo los términos, responsabilidades y estándares para su correcto funcionamiento y minimización de paradas. Este concepto contractual asegura la productividad y rentabilidad al establecer un compromiso sobre el tiempo de operación de los activos.

FODA. Técnica de análisis para evaluar factores internos y externos que afectan a una organización o proyecto, utilizando las siglas para Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas. Esta herramienta de planificación ayuda a identificar aspectos positivos y negativos para tomar decisiones informadas y desarrollar estrategias.

Gestión de activos. Herramienta que permite a una organización reconocer la necesidad, y examinar el desempeño, de los activos y de los sistemas de activos en diferentes niveles. Así mismo, permite la aplicación de enfoques analíticos con respecto a la gestión de un activo a lo largo de las diferentes etapas de su ciclo de vida (que puede empezar con la concepción de la necesidad del activo hasta su eliminación, incluyendo el manejo de las responsabilidades potenciales posteriores a la eliminación).

Gestión del riesgo. Conjunto de actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización respecto a los riesgos. En esta tesina, se aborda desde una mirada simple y preventiva.

ISO 55.001. Norma internacional que establece los requisitos para un sistema de gestión de activo centrado en el cumplimiento de requisitos de la normativa legal y la mejora continua.

KPI (Key Performance Indicator). Indicador Clave de Desempeño, son métricas medibles y cuantificables usadas para evaluar el éxito de una organización, proyecto o iniciativa en el cumplimiento de sus objetivos estratégicos.

MTBF (Mean time between failures). Tiempo promedio entre fallos, es una métrica clave que mide el tiempo promedio de funcionamiento entre dos fallas de un equipo o sistema reparable. Un MTBF más alto indica un equipo más fiable, lo que se traduce en menos interrupciones y un mejor rendimiento operativo.

MTTR (Mean time to repair). Tiempo medio de reparación, es una métrica clave en mantenimiento, que mide el tiempo promedio necesario para reparar un equipo, después de un fallo o interrupción. Su objetivo es mejorar la eficiencia del mantenimiento y reducir el tiempo de inactividad, lo que a su vez aumenta la productividad y la disponibilidad de los activos.

Proceso. Conjunto sistemático de actividades, desde la planificación hasta la disposición, para maximizar el valor, el rendimiento y la eficiencia de los recursos (activos) de una organización a lo largo de su ciclo de vida.

Trazabilidad. Capacidad de seguir el historial, aplicación o localización de un elemento. En esta investigación, se refiere al seguimiento de la gestión documental.

Anexos

Anexo N°1

ISO 55.001 versión 2024

1. Objetivo y Campo de aplicación:

Esta norma internacional especifica los requisitos necesarios, para un sistema de gestión de activos dentro del contexto de la organización. Además, puede aplicarse a todo tipo de activos, organizaciones de diversos tamaños. Tampoco no especifica requisitos financieros o técnicos, para la gestión de activos.

2. Referencia:

En la aplicación de la norma se especifican una serie de normas anexas que complementan la ISO 55001, siendo la última versión la que está actualmente validada.

ISO 55001; 2014, Gestión de activos – Aspectos generales y principios y terminologías.

3. Términos y definiciones:

Para los fines de este documento, se aplican las definiciones establecidas en la “ISO 55000”.

4. Contexto de la organización:

4.1 Comprensión de la organización y su contexto:

Este punto se debe determinar la cuestiones internas y externas pertinentes al propósito de la organización y que afectan para alcanzar los resultados propuestos por su sistema de Gestión de activos.

Los objetivos de la gestión de activos, incluidos en el plan estratégicos de gestión de activos (PEGA), que deben ser coherentes y alineados con los objetivos estratégicos de la organización.

4.2 Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas (Stakeholders):

En este punto es vital que la organización sea capaz de definir los siguientes puntos:

- Las partes interesadas pertinentes al sistema de gestión de activos.
- Los requisitos y expectativas de las partes interesadas de la gestión de

activos.

- Los criterios para la toma de decisiones en la gestión de activos.
- Los requisitos de las partes interesadas para registrar la información financiera y no financiera relativa a la gestión de activos y darla a conocer tanto interna como externamente.

4.3 Determinación del alcance del sistema de gestión de activos:

En este punto la norma establece que la organización debe definir límites del sistema de gestión de activos, para establecer su alcance. El alcance debe estar alineado con el PEGA y la política de gestión de activos. Una vez que la organización logra definir su alcance, debe considerar los siguientes puntos:

- Las cuestiones internas y externas establecidas en el apartado 4.1
- Los requisitos establecidos en el punto 4.2
- La interacción con otros sistemas de gestión, si corresponde.

La organización debe definir el portafolio de activos que estarán cubiertos por el alcance del sistema de gestión de activos.

El alcance debe estar disponible como información documentada.

4.4 Sistema de gestión de activos:

La organización debe establecer, implementar, mantener y mejorar continuamente los sistemas de gestión de activos, incluyendo los procesos necesarios y sus interacciones, de acuerdo con los requisitos de esta norma Internacional.

La organización debe desarrollar un PEGA que incluya la documentación del rol del sistema de gestión de activos para apoyar el logro de los objetivos de gestión de activos.

5. Liderazgo

5.1 Liderazgo y compromiso:

La norma establece una alta responsabilidad del liderazgo y compromiso a la alta dirección de la organización, ya que ellos son los principales agentes de cambio, en la implementación del sistema de gestión de activos:

-
- Asegurarse que la política de gestión de activos, PEGA y objetivos de gestión de activos se establezcan y sean compatibles con los objetivos de la organización.
 - Asegurar la integración de los requisitos del sistema de gestión de activos dentro de los procesos de negocio de la organización.
 - Asegurar la disponibilidad de los recursos necesarios, para el sistema de gestión de activos.
 - Comunicar la importancia de la eficaz gestión de activos y de su conformidad con los requisitos del sistema de gestión de activos.
 - Asegurarse de que el sistema de gestión de activos logre los resultados esperados.
 - Dirigir y apoyar a las personas, para contribuir a la eficacia del sistema de gestión de activos.
 - Promover la colaboración multifuncional dentro de la organización.
 - Promover la mejora continua en cada uno de los procesos.
 - Apoyar otras funciones de gestión pertinentes, para demostrar cómo se aplica su liderazgo en sus respectivas áreas de responsabilidad.
 - Asegurarse de que el enfoque utilizado para la gestionar el riesgo en la gestión de activos, este alineado con el enfoque de riesgo de la organización.

5.2 Política:

La norma establece que la alta dirección debe establecer una política de gestión de activos que:

- Sea adecuada para el propósito de la organización;
- Provea un marco de referencia para el establecimiento de los objetivos de gestión de activos;
- Incluya un compromiso para cumplir los requisitos aplicables;
- Incluya un compromiso de mejora continua del sistema de gestión de activos.

La política de gestión de activos debe:

- ser coherente con el plan organizacional;
- ser coherente con otras políticas pertinentes de la organización;
- ser adecuada a la naturaleza y escala de los activos y operaciones de la organización;
- estar disponible como información documentada;
- comunicarse dentro de la organización;
- estar disponible para las partes interesadas, cuando corresponda;
- ser implementada y revisada periódicamente y en caso de ser necesario, actualizada.

Roles, responsabilidades y autoridad en la organización:

La alta dirección debe asegurar que la responsabilidad y autoridad de los roles pertinentes se asigne y comunique dentro de la organización.

La alta dirección debe asignar la responsabilidad y autoridad para:

- Establecer y actualizar el PEGA, incluidos los objetivos de gestión de activos;
- Asegurar que el sistema de gestión de activos apoye la ejecución del PEGA;
- Asegurar que el sistema de gestión de activos cumpla con los requisitos de esta Norma Internacional;
- Asegurarse la idoneidad, adecuación y eficacia del sistema de gestión de activos;
- Establecer y actualizar el plan de gestión de activos (véase 6.2.2);
- Informar sobre el desempeño del sistema de gestión de activos a la alta dirección.

6. Planificación:

6.1 Acciones para hacer frente a riesgos y oportunidades para el sistema de gestión de Activos:

Al planificar el sistema de gestión de activos, la organización debe considerar las cuestiones referidas en el apartado 4.1 y los requisitos referidos en el apartado 4.2 y determinar los riesgos y las oportunidades que necesitan tratarse para:

- Asegurar que el sistema de gestión de activos pueda lograr los resultados propuestos;
- Prevenir o reducir efectos indeseados;
- Lograr la mejora continua.

La organización debe planificar:

Las acciones para tratar esos riesgos y oportunidades, considerando cómo los riesgos y las oportunidades pueden cambiar a lo largo del tiempo cómo:

- Integrar e implementar las acciones en los procesos de su sistema de gestión de activos;
- Evaluar la eficacia de esas acciones.

6.2 Objetivos de gestión de activos y planificación para lograrlos.

6.2.1 Objetivos de gestión de activos:

La organización debe establecer objetivos de gestión de activos en las funciones y niveles pertinentes.

Al establecer objetivos de gestión de activos, la organización debe considerar los requisitos de las partes interesadas pertinentes y otros requisitos financieros, técnicos, legales, regulatorios y organizacionales en el proceso de planificación de la gestión de activos.

Los objetivos de gestión de activos deben:

- Ser coherentes y estar alineados con los objetivos de la organización;
- Ser coherentes con la política de gestión de activos;
- Establecerse y actualizarse utilizando los criterios de toma de decisiones de gestión de activos (véase 4.2);
- Establecerse y actualizarse como parte del PEGA;
- Ser medibles (de ser posible);
- Tener en cuenta los requisitos aplicables;
- Realizar el seguimiento;
- Ser comunicados a las partes interesadas pertinentes;
- Ser revisados y actualizados, según corresponda.

La organización debe conservar información documentada sobre los objetivos de gestión de activos.

6.2.2 Planificación para lograr los objetivos de gestión de activos

La organización debe integrar las actividades de planificación para lograr los objetivos de gestión de activos con sus otras actividades de planificación organizacional, incluidas las funciones financieras y contables, de recursos humanos y otras funciones de apoyo.

La organización debe establecer, documentar y mantener planes de gestión de activos para lograr los objetivos de gestión de activos. Estos planes de gestión de activos deben estar alineados con la política de gestión de activos y el PEGA.

La organización debe asegurar que el plan de gestión de activos tome en cuenta los requisitos pertinentes provenientes de fuera del sistema de gestión de activos.

Al planificar la forma de lograr sus objetivos de gestión de activos, la organización debe determinar y documentar:

-
- a) El método y los criterios para tomar decisiones y priorizar las actividades y recursos para cumplir su plan de gestión de activos y alcanzar los objetivos de gestión de activos;
 - b) Los procesos y métodos para emplear en la gestión de sus activos durante sus ciclos de vida;
 - c) qué hacer;
 - d) qué recursos se requerirán;
 - e) quién será responsable;
 - f) cuando se finalizará;
 - g) cómo se evaluarán los resultados;
 - h) el horizonte de tiempo adecuado para el plan de gestión de activos;
 - i) las implicaciones financieras y no financieras del plan de gestión de activos;
 - j) el periodo de revisión del plan de gestión de activos (véase 9.1);
 - k) las acciones para tratar los riesgos y oportunidades asociados a la gestión de activos, teniendo en cuenta de qué modo estos riesgos y oportunidades pueden cambiar con el tiempo, estableciendo procesos para:
 - identificar riesgos y oportunidades;
 - evaluar riesgos y oportunidades;
 - determinar la importancia de los activos para el logro de los objetivos de gestión de activos;
 - implementar el tratamiento adecuado, realizar el seguimiento de los riesgos y oportunidades.

La organización debe asegurarse de que sus riesgos relacionados con la gestión de activos se consideren dentro del enfoque de la gestión de riesgos de la organización incluyendo la planificación de contingencias.

NOTA Véase la Norma ISO 31.000 para obtener pautas adicionales sobre la gestión de riesgo.

7. Apoyo:

7.1 Recursos:

La organización debe determinar y proporcionar los recursos necesarios para establecer, implementar, mantener y mejorar continuamente el sistema de gestión de activos.

La organización debe proporcionar los recursos requeridos para cumplir con los objetivos de gestión de activos y para implementar las actividades especificadas en el plan de gestión de activos.

7.2 Competencia:

La organización debe:

- determinar la competencia necesaria de las personas que realizan la tarea bajo su control, que afecta el desempeño de los activos, el desempeño de la gestión de activos y el desempeño del sistema de gestión de activos;
- asegurarse que estas personas sean competentes sobre la base de una apropiada educación, formación o experiencia;
- según corresponda, poner en práctica acciones para conseguir la competencia necesaria y evaluar la eficacia de dichas acciones;
- conservar la información documentada adecuada como evidencia de la competencia;
- revisar periódicamente las necesidades y requisitos de competencia, actuales y futuros.

7.3 Toma de conciencia:

Las personas que trabajan bajo el control de la organización, quienes pueden tener impacto en el logro de los objetivos de la gestión de activos, deben ser conscientes de:

- La política en la gestión de activos.
- Su contribución a la eficacia del sistema de gestión de activos, incluyendo los beneficios de un desempeño mejorado de la gestión de activos.
- Sus actividades de trabajo, los riesgos y oportunidades asociadas y como se relacionan entre si.
- Las consecuencias de no cumplir con los requisitos del sistema de gestión de activos.

7.4 Comunicación:

La organización debe determinar la necesidad de comunicaciones internas y externas relacionadas con los activos, la gestión de activos y el sistema de gestión de activos incluyendo:

- Lo que se comunicara.
- Cuando se comunicara.
- A quienes comunicará.
- Como se comunicará.

7.5 Los requisitos de información:

La organización debe determinar sus requisitos de información para apoyar sus activos, su gestión de activos, su sistema de gestión de activos y el logro de los objetivos organizacionales, al hacer esto:

- a) La organización debe incluir los riesgos identificados:
 - La importancia de los riesgos identificados.
 - Las funciones y responsabilidades para la gestión de activos.
 - Los procesos, procedimientos y actividades de la gestión de activos.
 - El intercambio de información con sus partes interesadas, incluidos los proveedores de servicios.
 - El impacto de la calidad, la disponibilidad y la gestión de la información sobre el proceso organizacional de la toma de decisiones.
- b) La organización debe determinar:
 - Los requisitos de atributo de la información identificada.
 - Los requisitos de calidad de la información identificada.
 - Como y cuando la información se va a recopilar, analizar y evaluar.
 - La organización debe especificar, implementar y mantener procesos, para gestionar su información.
 - La organización debe determinar los requisitos para alinear, a través de toda la organización la terminología financiera y no financiera pertinentes a la gestión de activos.
 - La organización debe asegurar que exista consistencia y transparencia entre los datos financieros y técnicos, y otros datos no financieros pertinentes, en la medida necesaria, para cumplir sus requisitos legales y reglamentarios, considerando los requisitos de sus partes interesadas y los objetivos organizacionales.

7.6 Información documentada:

7.6.1 Generalidades:

El sistema de gestión de activos de la organización debe incluir:

- La información documentada requerida por esta norma.
- La información documentada de los requisitos legales y reglamentarios aplicables.
- La información documentada, determinada por la organización como necesaria para la eficacia del sistema de gestión activos, como se especifica en el 7.5.

Nota: el alcance de la información documentada, para un sistema de gestión de activos puede diferir de una organización a otra debido a:

- El tamaño de la organización y el tipo de sus actividades, procesos, productos y servicio.
- La complejidad de los procesos y sus interacciones.
- La competencia de las personas.
- La complejidad de los activos.

7.6.2 Creación y actualización:

Cuando se crea y actualiza información documentada, la organización debe asegurar una apropiada:

- Identificación y descripción (por ejemplo: un título, fecha autor y numero de referencia).
- Formato (por ejemplo, idioma, versión de software, gráficos) y los medios de comunicación (por ejemplo: papel, electrónico).
- Revisión y aprobación de su idoneidad y adecuación.

7.6.3 Control de la información:

La información documentada requerida por el sistema de gestión de activos y por esta norma debe ser controlada, para asegurar que:

- a) Está disponible y es adecuada para el uso, donde y cuando es necesaria.
- b) Esta protegida de manera adecuada (por ejemplo, de pérdida de confidencialidad, uso indebido o pérdida de integridad).

Para el control de la información documentada, la organización debe abordar las siguientes actividades, según sea aplicable:

- Distribución, acceso, recuperación y uso.
- Almacenamiento y conservación, incluyendo la preservación de la legitimidad.
- Control de cambio (por ejemplo, control de versiones).
- Retención y disposición.

La información documentada de origen externo que la organización determina que es necesaria, para la planificación y operación del sistema de gestión de activos debe ser identificada, según sea apropiada y controlada.

Nota: el acceso implica una decisión respecto del permiso solo para ver la información documentada, o permiso y autoridad, para ver la información documentada, etc.

8 Operación:

8.1 Planificación y control operacional:

La organización debe planificar, implementar y controlar los procesos necesarios, para cumplir con los requisitos, y para implementar las acciones determinadas en 6.1, el (los) plan (es) de gestión de activos determinado (s) en 6.2 y las acciones correctivas y preventivas en 10.1 y 10.2 a través de:

- Estableciendo criterios, para los procesos requeridos.
- Implementado el control de los procesos de acuerdo con los criterios.
- Manteniendo información documentada en la medida necesaria, para tener la confianza y evidencia de que los procesos se han llevado a cabo según lo planeado.
- Tratando y realizando el monitoreo de los riesgos, utilizando el enfoque descrito en 6.2.2.

8.2 Gestión del cambio:

Los riesgos asociados con cualquier cambio planificado, que de forma permanente o temporal, pueden tener impacto en el logro de los objetivos de la gestión de activos, se deben evaluar, antes que se implemente el cambio.

La organización debe asegurar que tales riesgos se gestionan de acuerdo con 6.1 y 6.2.2.

La organización debe controlar los cambios planificados y revisar las consecuencias no esperadas de los cambios, tomando acciones, para mitigar los efectos adversos, según sea necesario.

8.3 Subcontratación:

Cuando la organización subcontrata cualquier actividad que puede tener un impacto en el logro de sus objetivos de la gestión de activos, la organización debe evaluar los riesgos asociados. La organización debe asegurar que se controlan los procesos y actividades contratados externamente.

La organización debe determinar y documentar como estas actividades serán controladas e integradas en el sistema de gestión de activos de la organización. La organización debe determinar:

- a) Los procesos y actividades que son o serán subcontratados (incluyendo el alcance y los límites de los procesos y actividades controladas externamente y sus interfaces con los propios procesos y actividades de la organización).
- b) Las responsabilidades y autoridad dentro de la organización para gestionar los procesos y actividades subcontratados.

-
- c) Los procesos y alcances, para compartir el conocimiento e información, entre la organización y sus proveedores de servicios contratados.

Cuando se subcontrata cualquier actividad, la organización se debe asegurar que:

- Los recursos subcontratados cumplen los requisitos 7.2, 7.3 y 7.6.
- Se realiza el monitoreo del desempeño de las actividades subcontratadas de acuerdo con 9.1.

9 Evaluación del desempeño:

9.1 Monitoreo, medición, análisis y evaluación:

La organización debe determinar:

- a) Que necesita ser monitoreado y medido.
- b) Los métodos para el monitoreo, medición, análisis y evaluación, según sea aplicable, para asegurar resultados válidos.
- c) Cuando se debe realizar el monitoreo y la evaluación.
- d) Cuando deben ser analizados y evaluados los resultados del monitoreo y la medición.

La organización debe evaluar e informar acerca de:

- El desempeño de los activos.
- El desempeño de la gestión de activos, incluyendo el desempeño financiero y no financiero.
- La eficiencia del sistema de gestión de activos.

La organización debe evaluar e informar sobre la eficiencia de los procesos de gestión de los riesgos y las oportunidades.

La organización debe conservar información documentada apropiada, como evidencia los resultados del monitoreo, la medición, el análisis y la evaluación.

La organización debe asegurar que sus actividades de monitoreo y medición permiten cumplir los requisitos de 4.2.

9.2 Auditorías:

9.2.1 La organización debe llevar a cabo auditorías internas a intervalos planificados, para proporcionar información, para apoyar en la determinación sobre si el sistema de gestión de activos:

-
- a) Es conforme con:
- Los requisitos de la organización, para su sistema de gestión de activos.
 - Los requisitos de la norma.

b) Se ha implementado y se mantiene de manera eficaz.

9.2.2 La organización debe:

- a) Planificar, establecer, implementar y mantener un (unos) programa (s) de auditoría, incluyendo la frecuencia, los métodos, las responsabilidades, los requisitos de planificación y de informar. El (los) programa (s) de auditoría debe (n) tener en cuenta la importancia de los procesos afectados y los resultados de auditorías previas.
- b) Definir los criterios de auditorías y alcances para cada auditoría.
- c) Seleccionar a los auditores y realizar las auditorías, asegurando la objetividad e imparcialidad del proceso de auditoría.
- d) Asegurar de que se informan, a la dirección pertinente, los resultados de las auditorías.
- e) Retener información documentada como evidencia de los resultados de la implementación del programa de auditoría y los resultados de la implementación del programa de auditorías y los resultados de la auditoría.

9.3 Revisión de la dirección:

La alta dirección debe revisar el sistema de gestión de activos de la organización, a intervalos planificados, para asegurar su continua idoneidad, adecuación y eficiencia.

La revisión por la dirección debe incluir la consideración de:

- a) El estado de las acciones de las revisiones por la dirección previas.
- b) Los cambios en los aspectos interno y externos que son relevantes para el sistema de gestión de activos.
- c) Información sobre el desempeño de la gestión de activos, incluidas las tendencias en:
- Las no conformidades y las acciones correctivas.
 - Los resultados del monitoreo y la medición.
 - Los resultados de las auditorías.
- a) La actividad de la gestión de activos:
- b) Las oportunidades para la mejora continua.
- c) Los cambios en el perfil de riesgo y las oportunidades.

Los resultados de la revisión por la dirección deben incluir las decisiones relativas a las oportunidades de mejora continua y a cualquier necesidad de cambios (ver 8.2) al sistema de gestión de activos.

La organización debe retener la información documentada como evidencia de los resultados de las revisiones por la dirección.

10 Mejora:

10.1 No conformidad y acción correctiva:

Cuando ocurre una no conformidad o incidente, en sus activos, en su gestión de activos o en su sistema de gestión de activos, la organización debe:

- a) Reaccionar a la no conformidad o incidente, y según corresponda:
 - Tomar acciones para controlarla y corregirla.
 - Hacer frente a las consecuencias.
- b) Evaluar la necesidad de acciones, para eliminar las causas de la no conformidad o incidente, con el objetivo de que no ocurra o se vuelvan a producir en otras partes, a través de:
 - Revisar la no conformidad o incidente.
 - Determinar las causas de la no conformidad o incidente.
 - Determinar si existe no conformidades similares, o podrían ocurrir parcialmente.
 - a) Implementar la acción necesaria.
 - b) Revisar la eficacia de las acciones correctiva tomada
 - c) Realizar cambios (ver 8.2) en el sistema de gestión de activos, si es necesario.

Las acciones correctivas deben ser apropiadas a los efectos de las no conformidades o incidentes encontrados.

La organización debe retener información documentada como evidencia de:

- La naturaleza de las no conformidades o incidentes y cualesquiera acciones subsiguientes tomadas.
- Los resultados de cualquier acción correctiva.

10.2 Acción preventiva:

La organización debe establecer procesos para identificar de forma proactiva, fallas potenciales en el desempeño de los activos y evaluar la necesidad de acciones preventivas.

Cuando se identifica una falla potencial la organización debe aplicar los requisitos de 10.1.

10.3 Mejora Continua:

La organización debe mejorar continuamente la idoneidad, adecuación y eficacia de su gestión de activos y del sistema de gestión de activos.

Anexo N°2

Preguntas de cuestionario Auditoria AMORMS

	Sub-Categorías		FAQ
1.1	Visión Gerencial & Liderazgo	1.1.1	<u>Existen Directrices Corporativas sobre el proceso de Gestión de Activos?</u>
		1.1.2	<u>Existe Conciencia de la Gestión de Activos y su Administración? (Roles/Alcances/Responsabilidades)</u>
		1.1.3	<u>Existe un Control detallado sobre los objetivos del negocio desde la Gerencia Corporativa?</u>
		1.1.4	<u>Tiene la Gerencia Corporativa un liderazgo integral y sostenible sobre el negocio? (Control Sostenible)</u>
		1.1.5	<u>La Gerencia Corporativa, las gerencias intermedias y los niveles técnicos y de ejecución comparten de forma eficiente el liderazgo del negocio? (Empoderamiento)</u>
1.2	Plan Integral de Gestión de Activos	1.2.1	<u>La organización cuenta con un modelo integral de gestión de activos incluida en su visión y misión?</u>
		1.2.2	<u>Existe un plan integral diseñado para implantar los diversos procesos propuestos por el modelo de gestión de activos?</u>
		1.2.3	<u>Existe un plan de Gestión de Activos a largo plazo y está integrado con los objetivos y metas del negocio?</u>
		1.2.4	<u>Las técnicas de ingeniería de confiabilidad y mantenimiento están vinculadas con los procesos propuestos por el modelo de gestión de activos?</u>
		1.2.5	<u>Se tiene definido un proceso integral de auditoría y mejora continua del modelo de gestión de activos a ser implementado?</u>
1.3	Políticas Integrales de Mantenimiento (Gerencial)	1.3.1	<u>Existe una política de mantenimiento integrada con la Gestión Corporativa del negocio?</u>
		1.3.2	<u>Las política de mantenimiento de corto, mediano y largo plazo, están ajustadas a la realidad del negocio?</u>
		1.3.3	<u>La política de mantenimiento ha sido creada de acuerdo con las políticas estratégicas del negocio?</u>
		1.3.4	<u>Las políticas de operación y mantenimiento están vinculadas e integradas con los objetivos y metas del negocio?</u>
		1.3.5	<u>La políticas de Mantenimiento y Confiabilidad están integradas con la visión y misión del negocio?</u>
1.4	Estructura Organizacional	1.4.1	<u>Existe de forma general una estructura organizacional bien definida?</u>
		1.4.2	<u>Existe una estructura organizacional eficiente para gestionar los procesos de mantenimiento y confiabilidad (están claras las responsabilidades de los grupos de confiabilidad)?</u>
		1.4.3	<u>Existe una estructura organizacional eficiente para gestionar las operaciones?</u>

		1.4.4	La Organización tiene grupos específicos relacionados con la implantación de técnicas en <u>las áreas de Confiabilidad y Mantenimiento</u> ?
		1.4.5	<u>La Organización tiene una estructura administrativa y técnica, orientada a soportar el proceso integral de Gestión de Activos?</u>
1.5	Control Financiero (KPIS claves del negocio)	1.5.1	<u>Existe un procedimiento bien desarrollado para gestionar el control financiero (KPIS claves del negocio)?</u>
		1.5.2	Los procesos de control financiero se aplican a partir del análisis de <u>los KPIS</u> claves de forma continua y no de <u>forma eventual</u> ?
		1.5.3	<u>El sistema de control financiero es monitoreado y auditado de forma eficiente?</u>
		1.5.4	<u>El control financiero está totalmente vinculado con las metas y objetivos de la organización?</u>
		1.5.5	El proceso de control de los KPIS financieros están integrado con los procesos indicadores técnicos y económicos de <u>las áreas de mantenimiento y confiabilidad</u> ?
2.1	Gestión de Riesgos	2.1.1	<u>Está definida de forma clara la política integral de gestión de Riesgos alineada con el modelo de Gestión de Activos?</u>
		2.1.2	Existe un proceso <u>integral</u> de gestión para el control del riesgo en las <u>áreas</u> de mantenimiento y confiabilidad?
		2.1.3	<u>Existe un proceso eficiente para comunicar los diferentes niveles de riesgos que están expuestos los integrantes de las áreas de mantenimiento y confiabilidad?</u>
		2.1.4	<u>Los riesgos en los procesos de mantenimiento y confiabilidad, son analizados, revisados y actualizados en forma regular?</u>
		2.1.5	<u>La organización utiliza modelos de gestión de riesgo como base para la toma de decisiones en las áreas de mantenimiento y confiabilidad?</u>
2.2	Priorización de equipos	2.2.1	La organización ha desarrollado un modelo de criticidad de equipos basados en Riesgo
		2.2.2	El modelo de Riesgo priorización de equipos esta alineado con los objetivos del negocio
		2.2.3	La información utilizada para estimar la frecuencia y <u>la</u> de las fallas es tomada de una fuente confiable y veraz
		2.2.4	El modelo de priorización de equipos es un modelo estándar para toda la <u>organización</u> y es utilizado en todas las áreas <u>operacionales</u> de la organización
		2.2.5	Los resultados de jerarquización de equipos se utilizan para tomar <u>decisiones</u> de mejora en la operación y mantenimiento de los activos
2.3	Gestión de los procesos de Seguridad, Salud y	2.3.1	<u>Existe un plan eficiente de emergencias y contingencias en la organización?</u>
		2.3.2	Se ha comunicado al personal sobre las potenciales consecuencias sobre los eventos que pueden <u>afectar seguridad</u> , la salud y el ambiente?
		2.3.3	Se <u>tiene desarrollada</u> una política de emergencias y <u>seguridad</u> bien documentada y comunicada?

3.1	Ambiente	2.3.4	Los planes de emergencias y seguridad son revisados, mejorados y actualizados de forma continua?
		2.3.5	Los planes de emergencias están certificados por organizaciones locales e internacionales reconocidas?
		3.1.1	Existe un procedimiento estándar para gestionar las fallas en toda la organización?
		3.1.2	El procedimiento de análisis de fallas es de fácil aplicación y es aceptado por toda la organización?
		3.1.3	Existe un proceso eficiente sobre la información recopilada en los análisis de fallas (proceso eficiente de documentación y registro)?
3.2	Gestión de las fallas	3.1.4	El proceso de análisis de fallas es llevado a cabo por equipos interdisciplinarios que permitan validar con hechos reales las causas encontradas?
		3.1.5	El proceso de gestión de fallas tiene indicadores previamente definidos y analizados, que permitan medir la eficiencia y la efectividad de las recomendaciones emitidas (el proceso de análisis de fallas está incorporado a un proceso de mejoramiento continuo)?
		3.2.1	Los trabajadores están bien organizados y motivados para el logro de los objetivos del negocio?
		3.2.2	El ambiente de trabajo es propicio para realizar análisis que promuevan cambios y procesos de mejora?
		3.2.3	Existe un proceso eficiente de comunicación entre la gerencia de la organización y el resto de los niveles administrativos?
3.3	Equipos multidisciplinarios de optimización	3.2.4	La estructura organizacional de los trabajadores está orientada a soportar el proceso integral de gestión de activos?
		3.2.5	Existe un proceso estándar que promueva a los trabajadores a participar en equipos multidisciplinarios?
		3.3.1	La organización utiliza un método estándar de análisis de fallas para toda la organización?
		3.3.2	La metodología de Análisis de Fallas permite identificar el área de oportunidad en función de nivel de Riesgo provocado por los modos de fallas?
		3.3.3	La metodología de Análisis de Fallas propone un procedimiento que permita validar de forma eficiente las hipótesis planteadas (validación con hechos reales)?
4.1	Métodos de Análisis de Fallas	3.3.4	Las recomendaciones generadas de los análisis de fallas son seleccionadas a partir de un procedimiento de Análisis Costo Riesgo Beneficio?
		3.3.5	Se evalúan y auditan los resultados reales de las acciones recomendadas una vez finalizados los análisis de fallas?
		4.1.1	Existe definida una estrategia a nivel gerencial de optimización del mantenimiento
		4.1.2	Existe un proceso detallado y eficiente de programación y planificación del mantenimiento?
		4.1.3	Se cumplen de forma eficiente las Estrategias de Planificación y Programación para el mantenimiento de los equipos?

		4.1.4	<u>Las estrategias de planificación y programación del mantenimiento están alineadas con el plan de negocio de la organización?</u>
		4.1.5	<u>Las estrategias de planificación y programación del mantenimiento se analizan y se auditan los resultados de aplicación de estas estrategias?</u>
4.2	Procedimientos e instructivos de trabajos	4.2.1	<u>Existe una estructura que permita documentar los procedimientos e instructivos de trabajo?</u>
		4.2.2	<u>Existe un marco general de referencia y soporte para generar documentación sobre los procedimientos e instructivos de trabajo?</u>
		4.2.3	<u>Existe un sistema de control documental alineado con algún estándar local o internacional?</u>
		4.2.4	<u>Los procedimientos de trabajo son utilizados activamente por toda la fuerza de trabajo?</u>
		4.2.5	<u>Las mejoras a los procedimientos de trabajo son realizadas e incluidas en los planes de adiestramiento del personal?</u>
4.3	Planes de Mantenimiento por Condición (técnicas predictivas)	4.3.1	<u>Existe un proceso eficiente de gestión del mantenimiento por condición?</u>
		4.3.2	<u>Se realizan actividades de mantenimiento por condición de forma organizada y continua?</u>
		4.3.3	<u>Existe un plan de monitoreo de condiciones basado en el nivel de criticidad por Riesgo de los activos de la organización?</u>
		4.3.4	<u>El monitoreo de condiciones es parte integral de una estrategia de optimización del mantenimiento?</u>
		4.3.5	<u>El proceso de monitoreo de condiciones de la compañía es auditado y se le hace seguimiento a la efectividad de las recomendaciones emitidas?</u>
4.4	Técnicas de optimización en las áreas de Confiabilidad, Mantenimiento y Operaciones	4.4.1	<u>La organización ha desarrollado un modelo guía de implantación de las metodologías de Confiabilidad y Mantenimiento, orientado a cumplir con los objetivos del negocio?</u>
		4.4.2	<u>La organización cuenta con un grupo de soporte encargado de administrar y facilitar las herramientas de Confiabilidad y Mantenimiento?</u>
		4.4.3	<u>Se aplican de forma organizada y constante los diferentes métodos de Confiabilidad y Mantenimiento (RCM, RCA, TPM, RBI, Lean.....)?</u>
		4.4.4	<u>Se miden, auditan y confirman los resultados de las aplicaciones de los métodos de Confiabilidad y Mantenimiento?</u>
		4.4.5	<u>Se revisan y actualizan los métodos de Confiabilidad y Mantenimiento (se toman en cuenta las novedades, actualizaciones y desarrollo de nuevos métodos de optimización)?</u>
5.1	Sistema de soporte informático de mantenimiento	5.1.1	<u>Existe un sistema eficiente de soporte informático para el mantenimiento?</u>
		5.1.2	<u>El diseño de las órdenes de trabajo dentro del software es adecuado y se utiliza de forma eficiente?</u>
		5.1.3	<u>El sistema de órdenes de trabajo ayuda a mejorar los procesos de programación y planificación del mantenimiento?</u>

	(software de mantenimiento)	5.1.4	El software de mantenimiento es utilizado en forma extensa por toda la organización, incluyendo todos los tipos de paros (correctivos, preventivos, por <u>condición</u> , <u>detenciones</u> mayores, seguimiento de componentes de fallas, etc.)?
		5.1.5	<u>El sistema de soporte informático de mantenimiento genera de forma automática indicadores técnicos y económicos, los cuales son ampliamente usados por toda la organización para mejorar la toma de decisiones?</u>
5.2	Sistema de control de documentos	5.2.1	Existe un <u>sistema general</u> de administración de documentos técnicos de mantenimiento (planos, P&D, flujogramas de procesos, manual de operaciones, etc.)
		5.2.2	<u>Existe un sistema de administración de documentos que integre la información del mantenimiento con las otras áreas de la organización?</u>
		5.2.3	<u>Existe un sistema de administración de documentos que cumpla con alguna norma o estándar de calidad?</u>
		5.2.4	<u>El sistema de administración de la documentación está totalmente implementado de forma informática?</u>
		5.2.5	El <u>sistema de administración de documentos</u> , está en línea para toda la organización y se usa de forma amplia y eficiente?
5.3	Manejo de ~~respuestos~~ , materiales (logística)	5.3.1	<u>El proceso de general de abastecimiento y logística de repuestos es eficiente?</u>
		5.3.2	<u>El proceso de abastecimiento y planificación de materiales es organizado y tiene un flujo ordenado y bien controlado?</u>
		5.3.3	El proceso de manejo y <u>planificación</u> de materiales está desarrollado para toda la planta?
		5.3.4	El proceso de abastecimiento y planificación de materiales <u>está integrado</u> de forma eficiente con el área de mantenimiento?
		5.3.5	El proceso de Abastecimiento y planificación de materiales tiene indicadores de optimización integrados a nivel de los objetivos del negocio que son evaluados, analizados, utilizados y <u>auditados</u> de forma continua?
5.4	Procesos de administración de la bodegas e inventarios	5.4.1	<u>La administración del inventario es llevada a cabo por una organización bien estructurada para esta función?</u>
		5.4.2	<u>La administración del inventario es llevada y controlada por una herramienta de soporte informática?</u>
		5.4.3	El proceso de administración de la bodega y manejo de <u>inventarios</u> , incluye indicadores de optimización de repuestos utilizando técnicas de <u>análisis</u> de Riesgo?
		5.4.4	<u>El software de administración de los repuestos, genera de forma automática, indicadores de análisis de inventarios que son utilizados para optimizar los diversos procesos de la gestión de materiales?</u>
		5.4.5	Los procesos de <u>administración</u> de abastecimiento y manejo de inventarios están orientados a lograr los objetivos del proceso de Gestión de Activos?
6.1	Indicadores de	6.1.1	<u>Existe un proceso de eficiente de registro de la información histórica de los equipos?</u>

	desempeño técnico	6.1.2	Se realizan de forma eficiente análisis de <u>mejora sobre</u> la información histórica de fallas y operación de los equipos?
		6.1.3	<u>Existe un programa estándar de análisis de indicadores implementado de forma eficiente?</u>
		6.1.4	Se realizan análisis sistemáticos de fallas a partir de indicadores de <u>riesgo previamente</u> definidos?
		6.1.5	La organización <u>evalúa y</u> toma decisiones a partir de indicadores de mejora en confiabilidad y mantenibilidad de forma eficiente (MTTF, MTTR, <u>Disponibilidad</u> ..., etc.?)
6.2	Programas de revisión de los planes de mantenimiento	6.2.1	<u>Se realizan análisis de mejora sobre los diferentes tipos de mantenimientos ejecutados?</u>
		6.2.2	<u>Se toman acciones sobre los análisis realizados a los diferentes tipos de mantenimientos ejecutados?</u>
		6.2.3	El análisis de los mantenimientos <u>ejecutados</u> , es realizado de <u>forma eficiente</u> y sistemática?
		6.2.4	Las recomendaciones realizadas a partir del análisis de los <u>mantenimiento ejecutados</u> , son tomadas en cuenta y se auditan los resultados de las acciones emitidas?
		6.2.5	Se realiza algún proceso de <u>benchmarking en relación a</u> los indicadores de mantenimiento y confiabilidad?
6.3	Procesos de control de las operaciones	6.3.1	<u>Existe un procedimiento dónde se detallen los procesos operacionales?</u>
		6.3.2	<u>Se relacionan los procesos operacionales con todas actividades de producción?</u>
		6.3.3	Se relaciona las estrategias operacionales <u>con las</u> estrategias del mantenimiento?
		6.3.4	Están vinculadas de forma eficiente las metas <u>operacionales con</u> la planificación de las actividades de mantenimiento?
		6.3.5	Están integradas las estrategias de operación y producción con los procesos <u>de programación</u> y planificación del mantenimiento?
6.4	Control de contratistas	6.4.1	<u>El uso de contratistas es eficiente y se tienen modelos de contratos establecidos por áreas y tipos de trabajo?</u>
		6.4.2	Los contratos de corto y <u>largo plazo</u> están totalmente estandarizados?
		6.4.3	Existe un proceso de validación y auditoría de las <u>credenciales de</u> las contratistas que participan en los diferentes procesos de mantenimiento y operación?
		6.4.4	<u>Existen un proceso eficiente de evaluación del desempeño real de los contratistas, que sea constantemente monitoreado y que permita tomar acciones sobre las desviaciones encontradas?</u>
		6.4.5	Los contratos de negocios <u>establecidos con</u> los contratistas están totalmente alineados en términos de estrategias con los objetivos y metas del negocio?
6.5	Gestión de talleres	6.5.1	La organización cuenta con un servicio eficiente: <u>propio o contratado de talleres para actividades de mantenimiento?</u>
		6.5.2	<u>Existe un proceso interno que permita evaluar el desempeño de los servicios prestados por los talleres?</u>

		6.5.3	Existe un modelo de contrato estándar desarrollado para todos los servicios solicitados <u>a los talleres?</u>
		6.5.4	Existe un procedimiento específico que permita evaluar los tiempos de entrega, los costos y <u>la calidad de ejecución de los servicios ofrecidos por los talleres?</u>
		6.5.5	Existe un modelo de auditoría y benchmarking certificado bajo una norma local o internacional, que permita evaluar los Servicios ofrecidos por los talleres?
7.1	Asset Life Cycle Cost Management	7.1.1	<u>Existe un procedimiento eficiente de análisis del ciclo de vida de los activos?</u>
		7.1.2	Se analiza y se <u>pronostica el ciclo de vida de los activos de la organización?</u>
		7.1.3	Existe un proceso de evaluación <u>del impacto económico de la Confiabilidad en el ciclo de vida de los activos (Modelos Woodard, Willans and Scott....., etc.)?</u>
		7.1.4	El proceso de Análisis de Ciclo de vida de los activos es llevado a cabo por <u>equipo multidisciplinario de toda la organización en donde participan los grupos de operaciones y mantenimiento?</u>
		7.1.5	<u>Se documenta de forma eficiente la información del ciclo de vida de los activos y se auditan los resultados de Ciclo de Vida de los equipos seleccionados?</u>
7.2	Manejo de información en el Ciclo de Vida del Activo	7.2.1	¿La administración de la organización revisa regularmente los factores claves de su sistema de gestión de activos (incluyendo política de gestión de activos, estrategia, objetivos, y planes) para asegurar su eficacia, adecuación y conveniencia a lo largo de todo el Ciclo de Vida?
		7.2.2	¿La información económica y técnica (factores claves de la gestión de activos) es considerada para la revisión, seguimiento y sustitución de los equipos?
		7.2.3	¿La organización usa la información económica y técnica para mejorar continuamente su sistema de gestión de activos global a lo largo de todo el Ciclo de Vida?
		7.2.4	¿La organización asegura que los resultados de las revisiones realizadas <u>a los factores claves de la gestión de activos, esté disponible, para que la alta dirección tome en cuenta los resultados obtenidos, durante el análisis y la revisión de los planes estratégicos de la organización a lo largo de todo el Ciclo de Vida?</u>
		7.2.5	¿La organización mantiene los registros de las revisiones de los factores claves de la gestión de activos y comunica información relevante a los empleados, proveedores de servicios <u>contratados u otras áreas relacionadas (interesadas - stakeholders) con el proceso de gestión de activos a lo largo de todo el Ciclo de Vida?</u>
7.3	Mantenimientos especiales (paradas de plantas, overhauls...)	7.3.1	<u>Las detenciones mayores son implementadas en forma ordenada bajo un modelo de gestión de reparaciones mayores?</u>
		7.3.2	<u>Las detenciones mayores son implementadas por grupos a dedicación exclusiva?</u>
		7.3.3	Las detenciones mayores son programadas, planificadas y ejecutadas bajo el uso de herramientas de <u>optimización de confiabilidad y riesgo?</u>

		7.3.4	Existe un proceso de registro de las detenciones mayores que permita recopilar <u>las lecciones aprendidas</u> y todas las actividades son especificadas y estandarizadas?
		7.3.5	Existe una estrategia integral de optimización de los procesos de <u>reparaciones</u> mayores y <u>overhaul</u> , se auditan y se realizan análisis <u>de benchmarking</u> y de mejora continua?
8.1	Control de Calidad	8.1.1	<u>Existe un modelo eficiente de gestión de la calidad dentro del área de mantenimiento?</u>
		8.1.2.	<u>Existe el conocimiento de que la calidad contribuye a la mejora del desempeño de los procesos de mantenimiento y confiabilidad?</u>
		8.1.3.	<u>La organización del mantenimiento está alineada con los programas de mejoramiento de la calidad?</u>
		8.1.4.	<u>La organización de mantenimiento ha sido acreditada en alguna norma relacionada con la calidad?</u>
		8.1.5	La compañía está acreditada en alguna norma de <u>la calidad</u> y se ha incorporado el proceso de gestión de la calidad dentro del mantenimiento?
8.2	Programas de mejora continua	8.2.1	Las mejoras en los procesos de mantenimiento y confiabilidad son llevadas de forma ordenada y <u>actualizadas bajo un modelo específico?</u>
		8.2.2	Existe un marco de <u>referencia para incluir mejoras</u> en los procesos de mantenimiento y confiabilidad?
		8.2.3	Existe un programa de seguimiento a las propuestas <u>de mejoras</u> en las áreas de mantenimiento y confiabilidad?
		8.2.4	El proceso de Mejora continua es una práctica común en las <u>áreas mantenimiento</u> y confiabilidad?
		8.2.5	El proceso <u>de mejora</u> continua es una práctica estándar de todos los negocios que conforman el proceso industrial analizado?
8.3	Programas de desarrollo personal	8.3.1	<u>La organización cuenta con un departamento que se encargue del proceso de adiestramiento formal al personal de toda la organización?</u>
		8.3.2	Se provee de adiestramiento eficiente <u>al personal</u> nuevo de la organización?
		8.3.3	<u>Existe un plan de entrenamiento específico y ajustado a todo el ciclo de vida del trabajador?</u>
		8.3.4	<u>El programa de adiestramiento de todo el personal está adecuado al puesto de trabajo y está orientado a lograr los objetivos del negocio?</u>
		8.3.5	El programa de entrenamiento incluye formación en las áreas de técnicas modernas de mantenimiento, <u>confiabilidad y gestión de activos?</u>

Anexo N°3

Fichas de procesos Komatsu MLP

KOMATSU		SISTEMA-DE-GESTIÓN-DE-ACTIVOS		Código	
SISTEMA-DE-GESTIÓN-DE-ACTIVOS		PR-SGA-01-MLP		PR-SGA-01-MLP	
Auditoría-DE-MANTENIMIENTO-KCH-MLP		Versión		Revisión	
01a		31-07-2025		01a	
Propósito del Proceso	Gestionar y administrar el sistema de auditoría de mantenimiento, basado en la ISO 55.001:2024, de los principales procesos de mantenimiento, en búsqueda de la mejora continua del sistema de Gestión de Activos (SGA).				
Dueño del Proceso	Gerente de proyecto KCH MLP				
Entradas	Salidas				
- Plan de auditoría de mantenimiento. - Procesos de mantenimiento. - Requerimientos Normativos y Legales. - Información de confiabilidad. - Documentación de mantenimiento. - Planes de semanales de mantenimiento. - Sistema TIC de mantenimiento.	- Informe de auditoría. - Oportunidades de mejora y no conformidades. - Cumplimientos normativos. - Resultados de gestión de MMTTO. - Resultados de gestión de TICs. - Gestión del cambio.				
Actividades					
Recursos					
Personas	Conocimientos	Infraestructuras	Instrumentos		
- Gerente de proyecto: 1 - Subgerente de operaciones: 1 - Jefes de Mantenimiento: 2 - Jefe de Operaciones: 4 - Supervisores de mantenimiento: 12 - Expertos de mantenimiento: 2 - Técnicos mecánicos y eléctricos: 100 - Subgerente de planificación: 1 - Jefe de Planificación: 2 - Planificador senior de mantenimiento: 4 - Inspectores de Calidad: 4 - Jefe de Confiabilidad: 1 - Inspector de confiabilidad: 4 - Ingeniero de Certificación: 1	- Operaciones de la empresa - Logística - Planificación - Confiabilidad - Uso de software de mantenimiento - AMT y SAP-PM - Requerimientos del mandante - Normas ISO	- Equipamiento del puesto de trabajo - Computador, impresora, etc - Servicios de comunicaciones - Transportes - Bodega - Software Corporativo - Servidores corporativos ubicados en el piso 6to	Varios		

KOMATSU		SISTEMA-DE-GESTIÓN-DE-ACTIVOS		Código	
SISTEMA-DE-GESTIÓN-DE-ACTIVOS		PR-SGA-01-MLP		PR-SGA-01-MLP	
Auditoría-DE-MANTENIMIENTO-KCH-MLP		Versión		Revisión	
01a		31-07-2025		01a	
Responsables y autoridades					
Criterios de Control (Indicadores)					
Criterios	Indicadores	Seguimientos	Medición		
Auditar procesos de mantenimientos	Cumplimiento Preventivo, correctivo y extensión de vida útil	Trimestral	% de cumplimiento, Conformidad de los procesos		
Auditar Proceso de planificación y confiabilidad	Confiabilidad (MTTR, MTBF, MTBFS-TBO, Disponibilidad, Tasa de fallas) Mantenimiento (Cumplimientos de plan-MMTTO, PAM)	Mensual	Hr, %		
Acciones para abordar los riesgos y Oportunidades del Proceso					
Tipo	Identificación	Acción	Medio de Verificación		
R	Incumplimiento de la normativa legal	Detención de las operaciones y Re-entrenamiento del personal	Academia MLP, Academia KCH		
R	Tratamiento de productos o servicios no conformes	Asegurar una respuesta rápida ante eventuales productos o servicios no conformes	Reporte semanal de mantenimiento con soluciones implementadas		
O	Generación de no conformidades en los procesos de mantenimiento	Generar acciones y mejoras que permitan dar solución inmediatas y permanentes en el tiempo	Registro de no conformidades y acciones correctivas		



SISTEMA DE GESTIÓN DE-ACTIVO'S
Fecha de Proceso: 01/11/2018
CONFIABILIDAD-DE-MANTENIMIENTO-
KCH-MLPa

Código: PR- SGA-02-MLPa
Versión: 01/11
Revisión: 01/11
31-08-2025

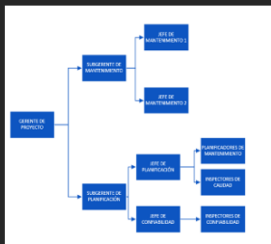
Propósito del Proceso	Generar y administrar indicadores de desempeño de confiabilidad y mantenibilidad, tasas de falla de flota CAIX, de manera eficiente, además de agregar valor a los procesos de mantenimiento, en cuanto al seguimiento de TBO de componentes mayores y condiciones críticas, con la finalidad de cumplir con los indicadores de desempeño establecidos contractualmente, hacer más eficiente las TIC's de mantenimiento implementadas por Komatsu Chile S.A
Dueño del Proceso	Gerente de proyecto KCH-MLPa

Entradas	Salidas
- Inspecciones de confiabilidad. 1 - Requerimientos Normativos y Legales. 1 - Mejora y seguimiento de Pautas de mantenimiento. 1 - Gestión de campañas de confiabilidad. 1 - Gestión de BKL de confiabilidad. 1 - Información de confiabilidad (BKL) 1 - Planes de seminales de confiabilidad. 1 - Análisis de datos. 1	- Entrega de equipos. 1 - Levantamiento de hallazgos y generación de BKL 1 - Documentación que evidencia la entrega de equipos conforme. 1 - Reporte semanal de confiabilidad. 1 - Indicadores de gestión (KPI's) 1 - Reunión semanal de confiabilidad. 1 - Planes de acción de confiabilidad. 1

Actividades
1. Definición de los procesos de confiabilidad 2. Implementación de los procesos de confiabilidad 3. Implementación de los procesos de confiabilidad 4. Implementación de los procesos de confiabilidad 5. Implementación de los procesos de confiabilidad 6. Implementación de los procesos de confiabilidad

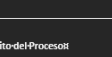
Personas	Conocimientos	Infraestructura	Instrumentos
- Gerente de proyecto. 1 - Subgerente de planificación. 1 - Jefe de Planificación. 1 - Planificador senior de mantenimiento. 4 - Inspectores de Calidad. 4 - Jefe de Confiabilidad. 1 - Inspector de confiabilidad. 4	- Operaciones de la empresa - Logística - Planificación - Confiabilidad - Uso software de mantenimiento AMT y SAP PM - Requerimientos del mandante - Normas ISO	- Equipamiento del puesto de trabajo - Computadores, impresoras, etc - Servicios de comunicación - Transportes - Bodega - Software Corporativo - Servidores corporativos - Plataformas de información	- No hay S

	SISTEMA DE GESTIÓN DE-ACTIVOS Ficha de Proceso		Código: PR-SGA-02-MLPa	
	CONFIABILIDAD-DE-MANTENIMIENTO- KCH-MLPa		Versión 01a	Revisión 31-08-2025
	Responsables y autorizadora			



Criterios de Control (Indicadores) II				
Criterios	Indicador	Seguimiento	Medición	
Elaborar KPIs de confiabilidad y mantenibilidad	MTBF, MTTR, MTBES, indisponibilidad, disponibilidad física y contractual. II	Semanal Mensual	% de indisponibilidad % disponibilidad Hrs entre fallas Hrs de reparaciones	
Administrar TBO de componentes de alta criticidad	Registro de horas de uso de cada componente. II	Semanal Mensual Anual	Hrs de uso. II	
Administrar modos de falla y generar ACR II	Jack Nife, Pareto, tasa de fallas y número de eventos. II	Semanal Mensual	Hrs antes de falla post MP. II	

Acciones para abordar los Riesgos y Oportunidades del Proceso			
Riesgo	Identificación	Acción	Medio de Verificación
R1	Incumplimientos que derivan en multas	Realizar control e inspecciones más acuciosas entrega y recepción de equipos. II	Informes de realizados por inspectores. II
R2	Operación bajo condiciones climáticas adversas. II	Asegurar recursos durante eventos climáticos y dar continuidad a los trabajos. II	Cumplimiento diario del plan semanal. II
R3	Incumplimiento de ejecución del plan semanal de mantenimientos. II	Optimizar los recursos de y administrar las detenciones y fallas imprevistas. II	% de cumplimiento semanal KPIs. II



SISTEMA-DE-GESTIÓN-DE-ACTIVOS¶

Ficha de Proceso¶

EXTENSION-DE-VIDA-UTIL-KCH-MILPa

Conjuntos

PR-SGA-03-MILPa	Revisión
01a	31-08-2025

Propósito-del-Proceso¶	Ejecutar-proyecto-de-extensión-de-vida-útil-de-la-flota-de-camiones-CAEX-930, con condición estructural, BKL y cambios de componentes con alta criticidad, bajo procedimientos establecidos por Komatsu, con calidad y personal técnicamente capacitado, para asegurar la continuidad operacional de la flota.¶
Dueño-del-Proceso¶	Gerente-de-proyecto-KCH-MILPa

Entradas¶	Salidas¶
- Recepción de los equipos.¶ - Requerimientos Normativos y Legales¶ - Gestión de repuestos y componentes.¶ - Ejecución de trabajos por equipo de mantenimiento.¶ - Información de confiabilidad (BKL)¶ - Planes de semanales de mantenimiento.¶ - Carta Gantt.¶	- Entrega de equipos.¶ - Levantamiento de hallazgos y generación de BKL¶ - Cumplimiento de tiempos de ejecución.¶ - Documentación que evidencia la entrega de equipos conforme.¶ - Reporte semanal de mantenimiento¶ - Reporte de estados de avance.¶

Actividades¶

RECEPCIÓN DE EQUIPO

→

LIMPIO Y ENSAYE DE EQUIPO

→

REPARACIÓN ESTRUCTURAL, BKL Y CAMBIO DE COMPONENTES

→

ARMADO DE EQUIPO

→

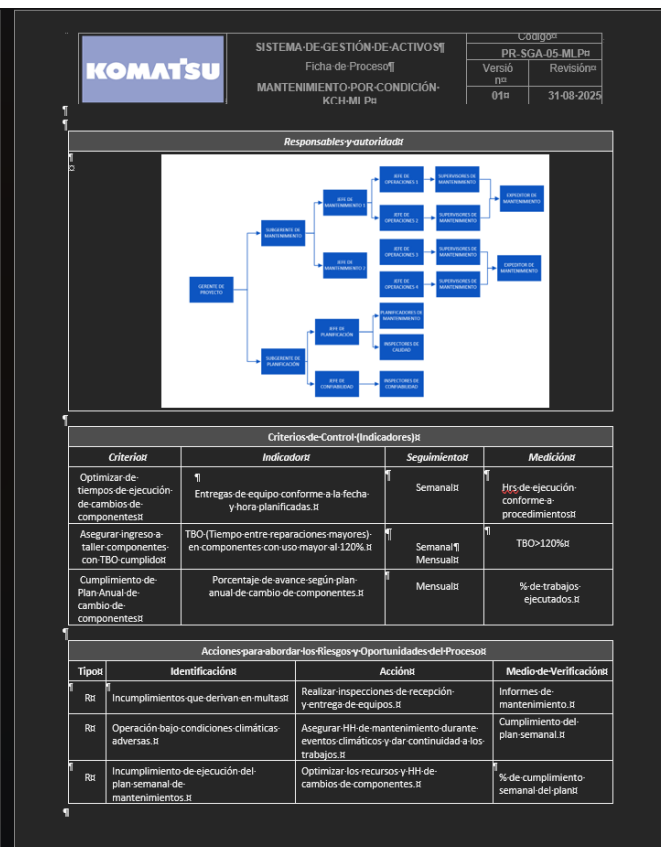
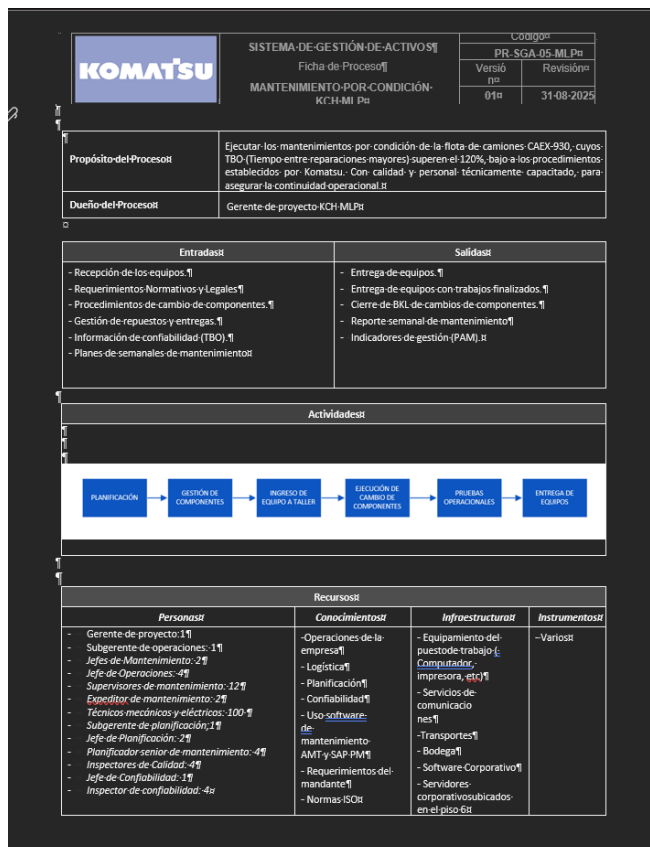
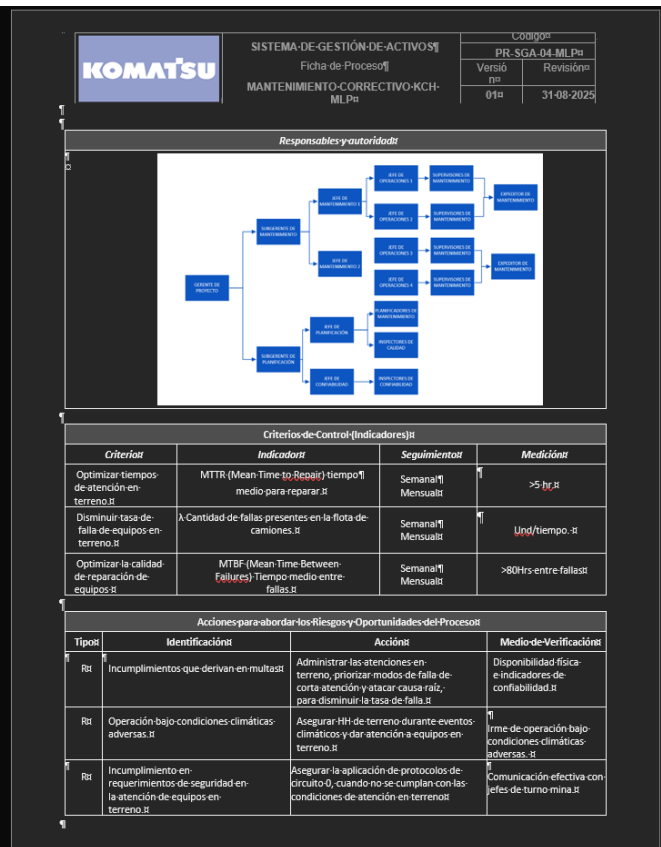
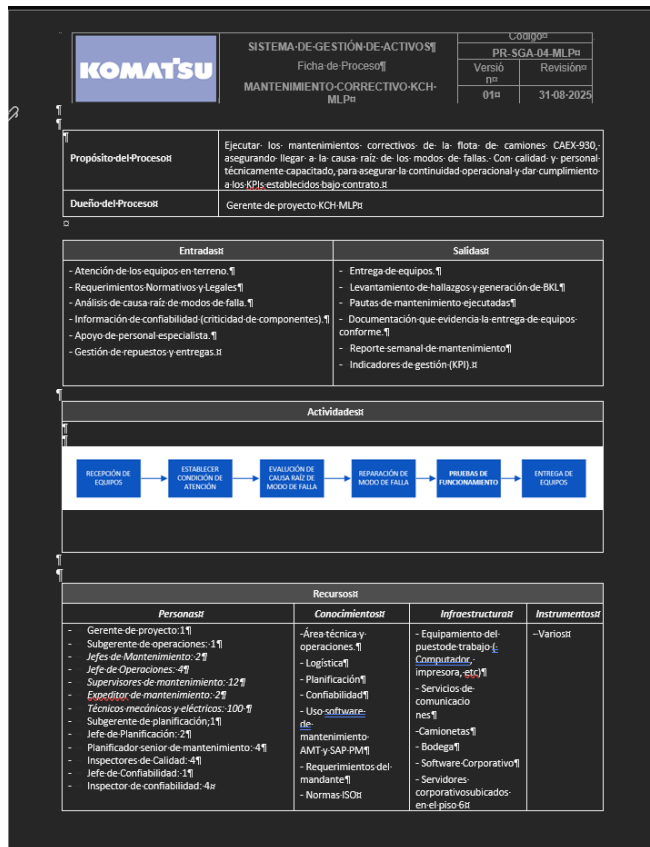
PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

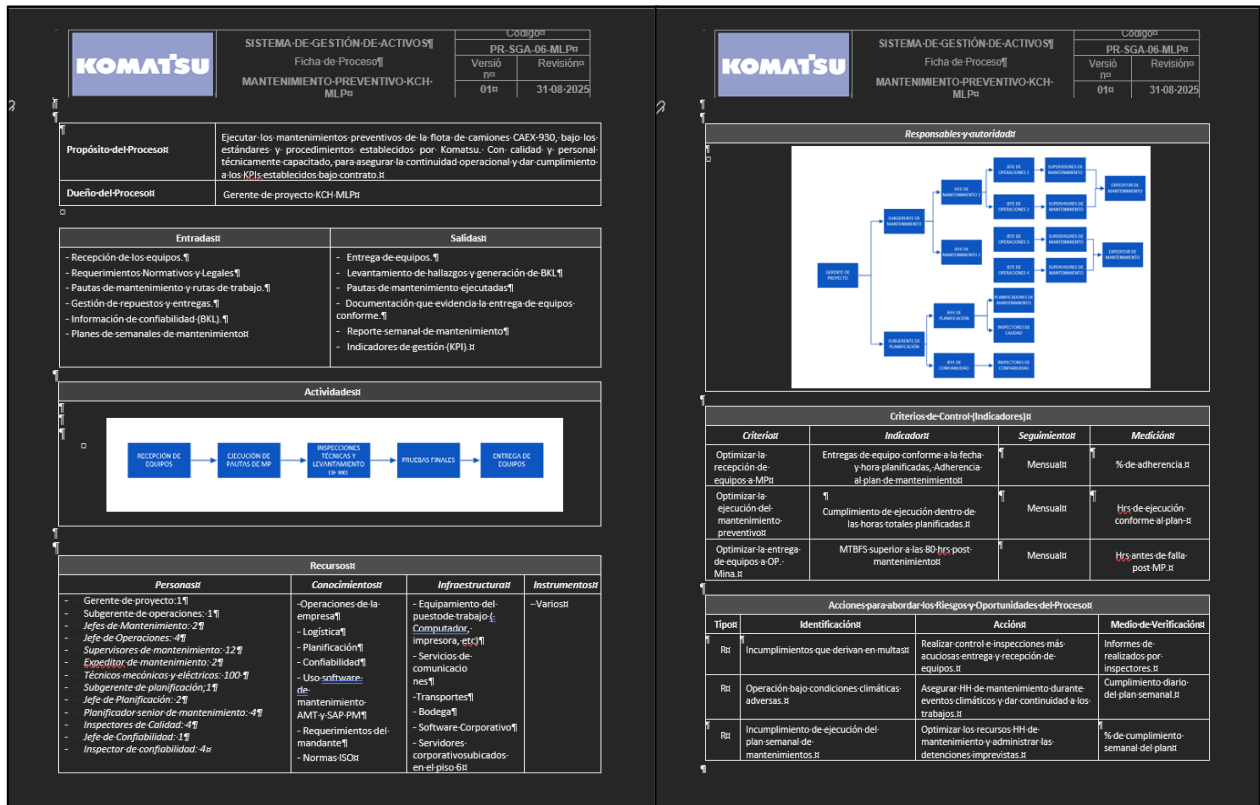
→

ENTREGA DE EQUIPOS

Personas¶	Recursos¶	Infraestructura¶	Instrumentos¶
- Gerente de proyecto. 1¶ - Subgerente de operaciones. 1¶ - Jefes de Mantenimiento. 1¶ - Jefe de Operaciones. 4¶ - Supervisores de mantenimiento. 4¶ - Expertos de mantenimiento. 2¶ - Técnicos mecánicos y eléctricos. 20¶ - Subgerente de planificación. 1¶ - Jefe de Planificación. 1¶ - Planificador senior de mantenimiento. 2¶ - Inspectores de Calidad. 0¶ - Jefe de Confiabilidad. 1¶ - Inspector de confiabilidad. 0¶	- Operaciones de la empresa¶ - Logística¶ - Planificación¶ - Confiabilidad¶ - Uso <u>software</u> de mantenimiento-AMT y SAP-PM¶ - Requerimientos del mandante¶ - Normas ISO¶	- Equipamiento del-puestode trabajo- (Computador, impresora, etc)¶ - Servicios de comunicación¶ - Transportes¶ - Bodega¶ - Software Corporativo¶ - Servicios corporativossubicados	- Varios¶

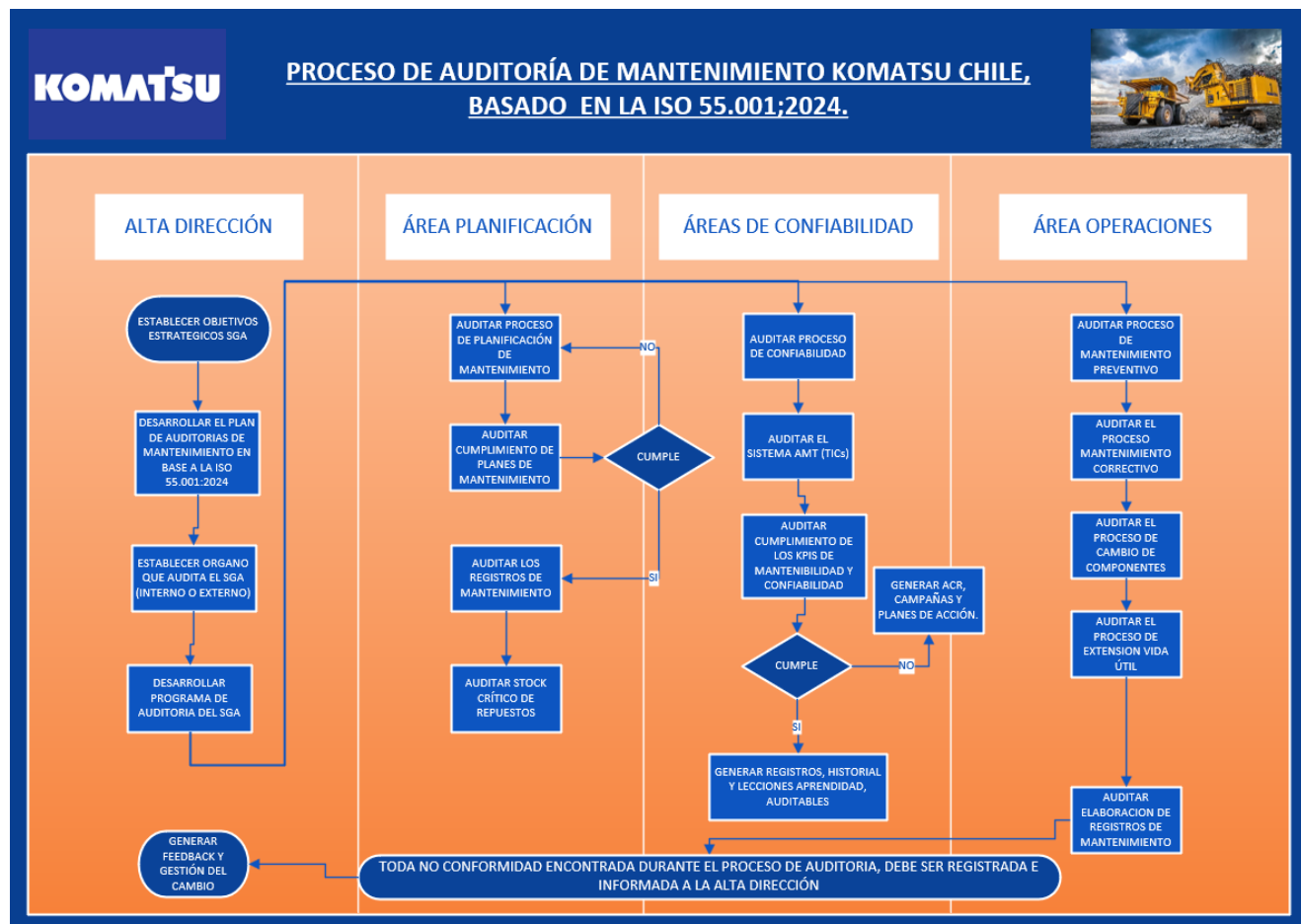
[illegible]

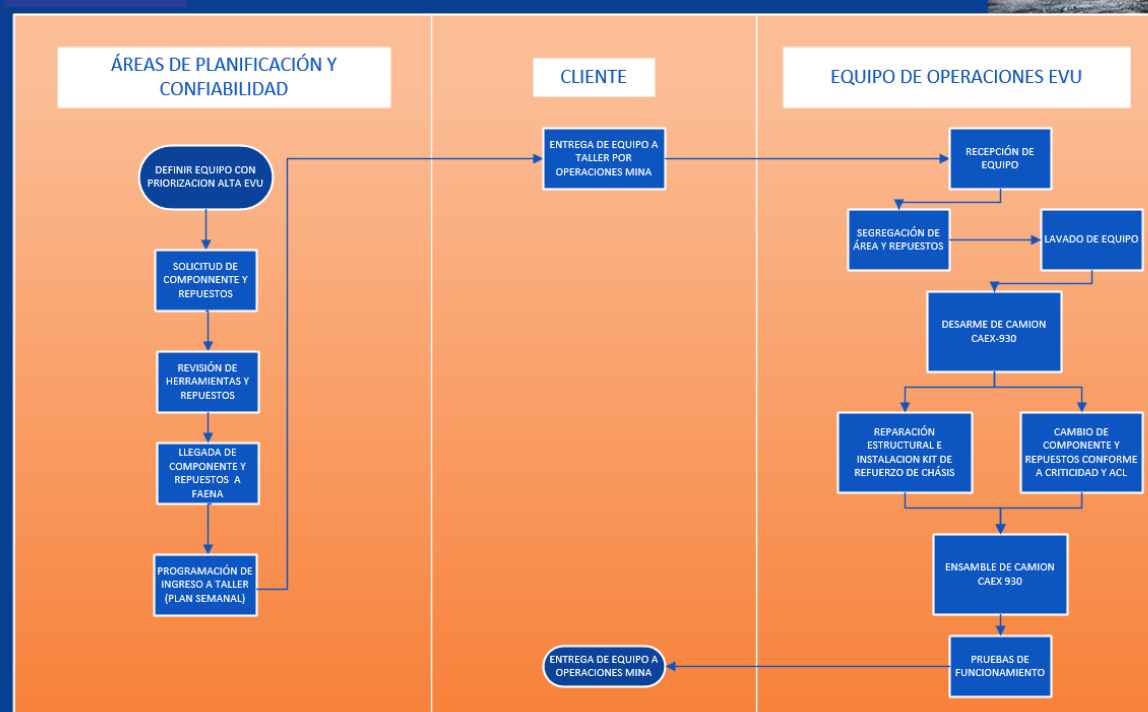
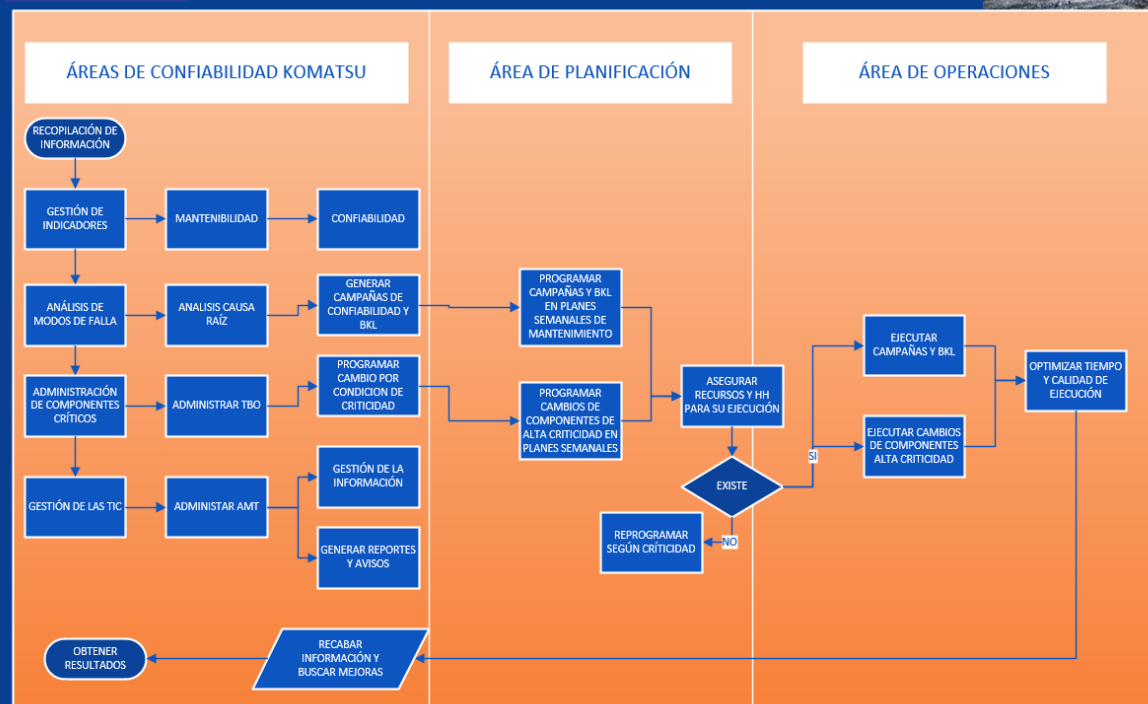


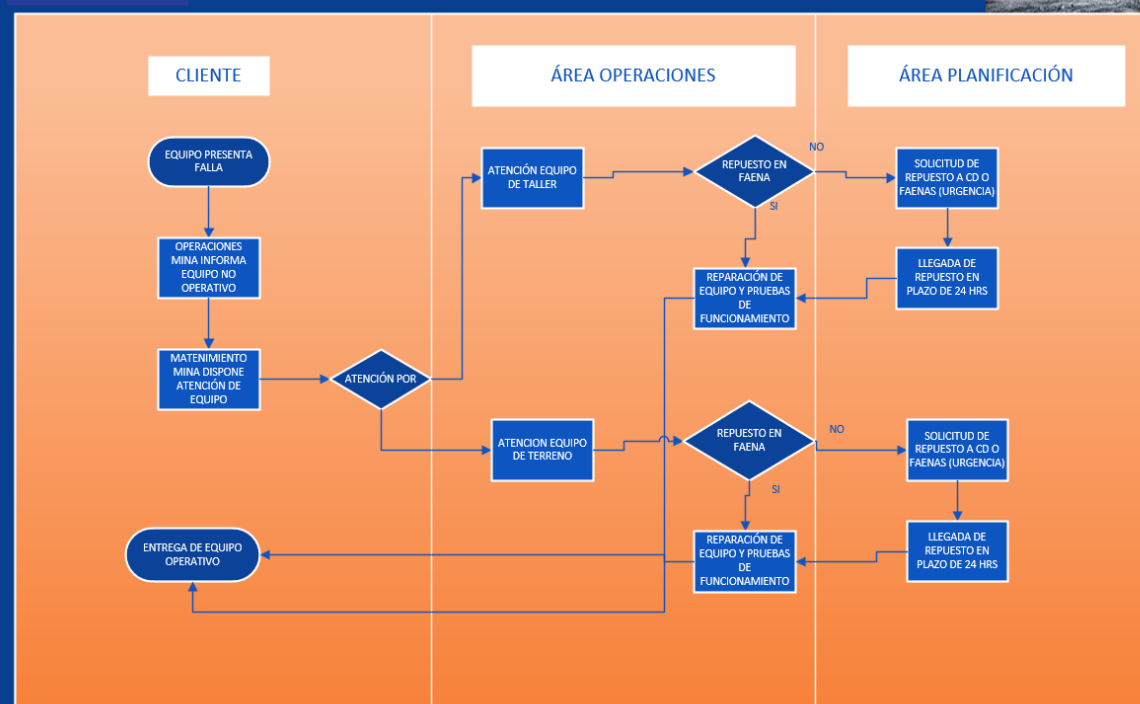
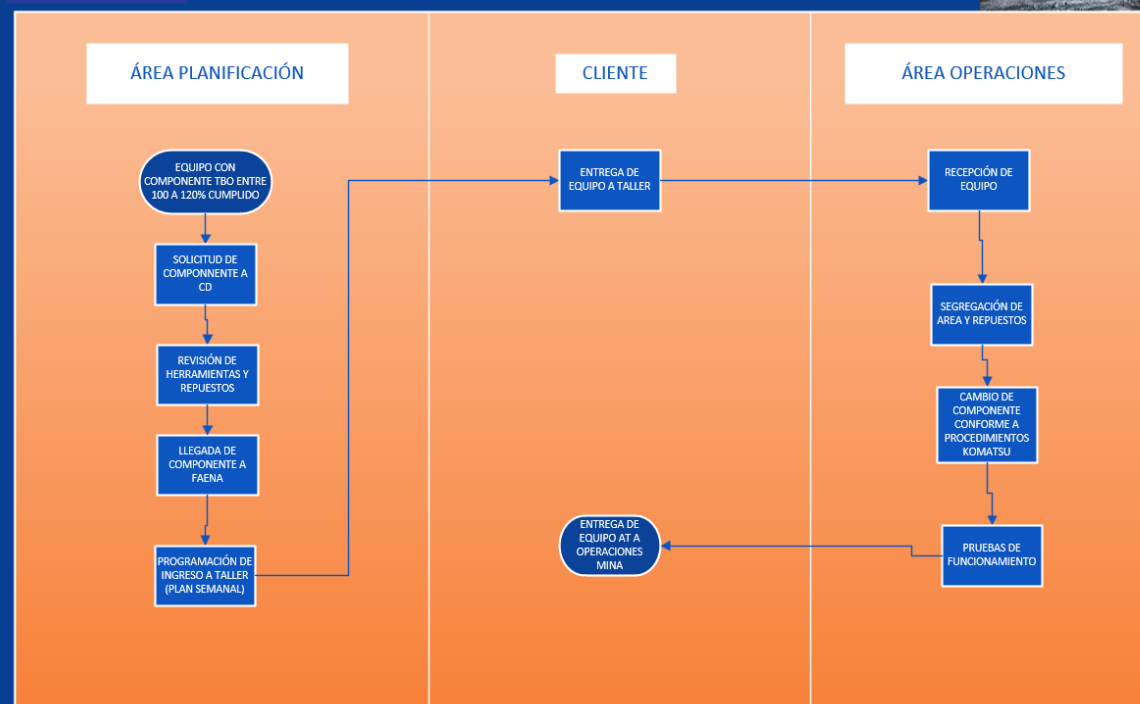


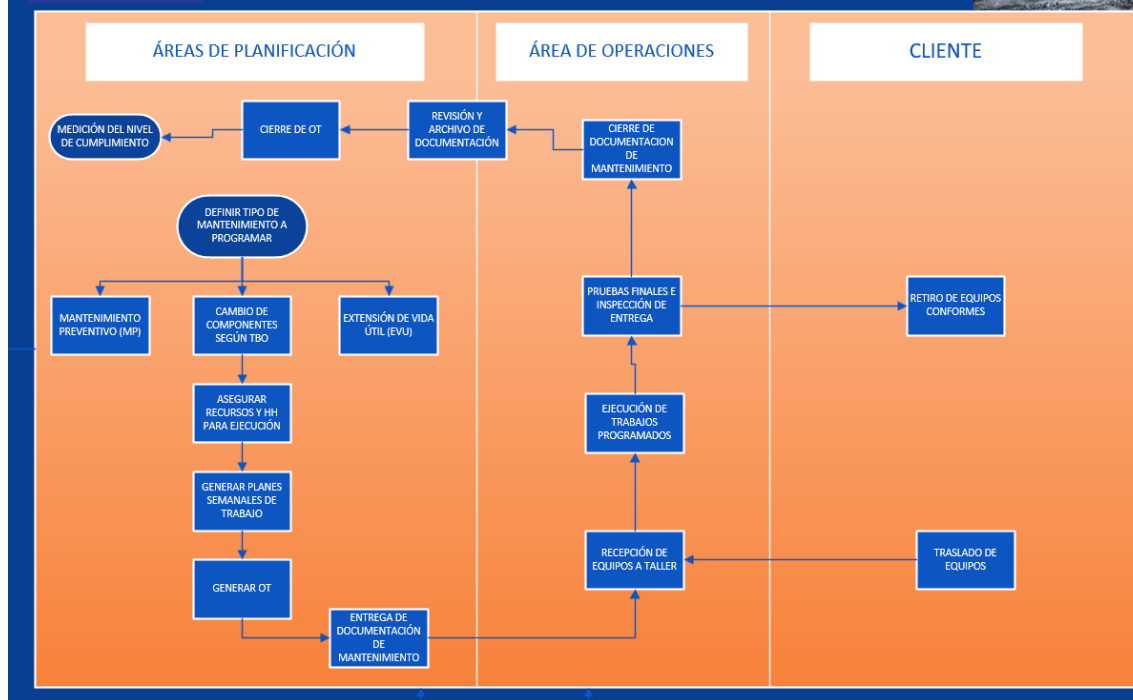
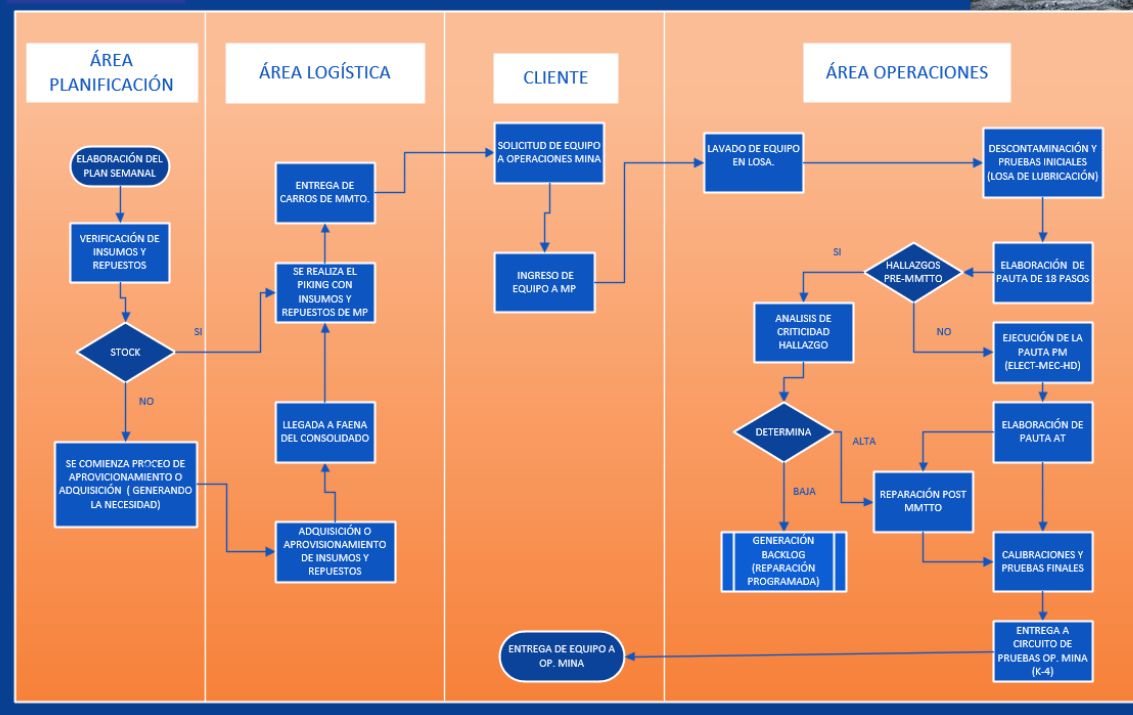
Anexo N°4

Diagramas de Procesos





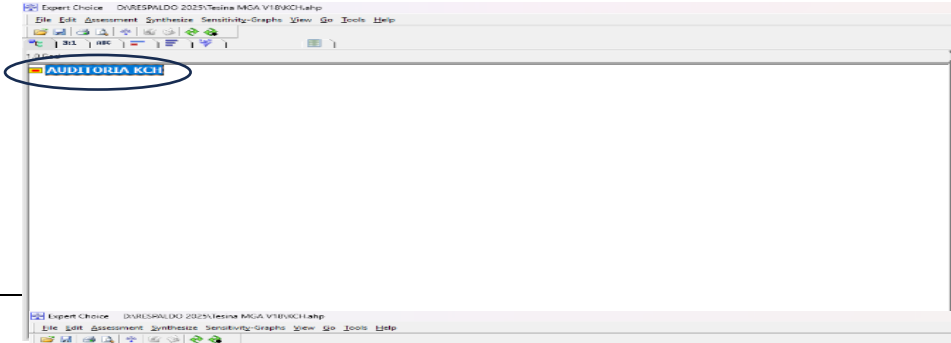
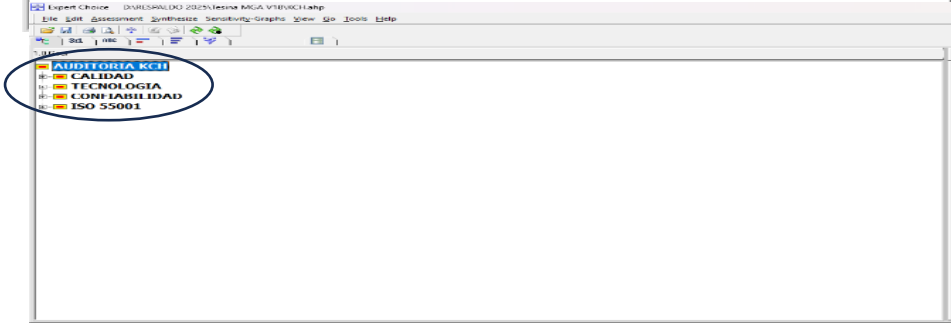


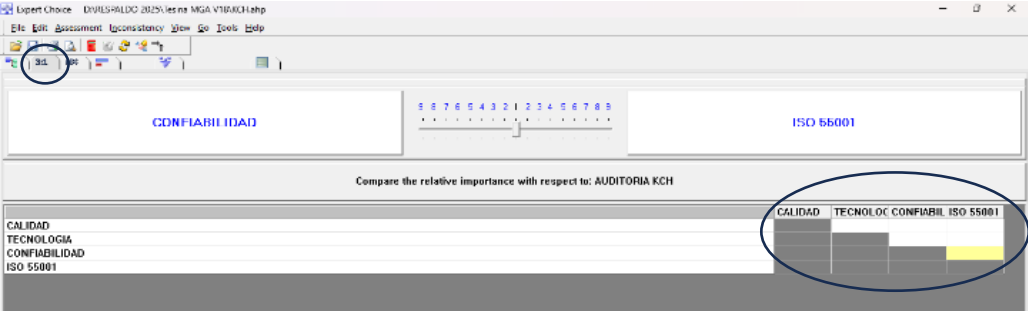
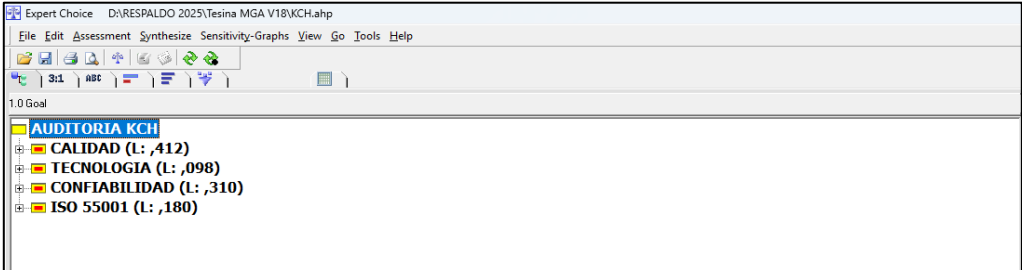
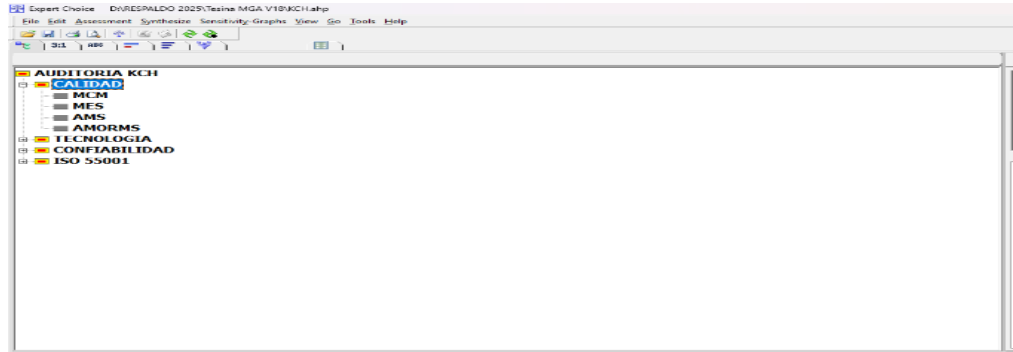


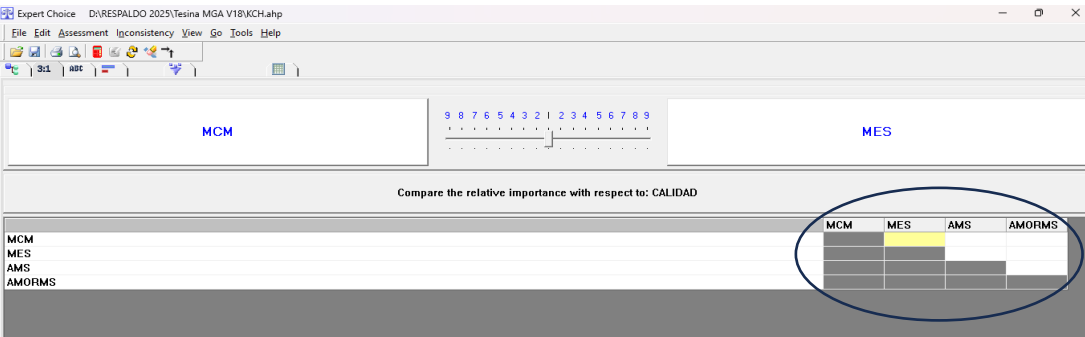
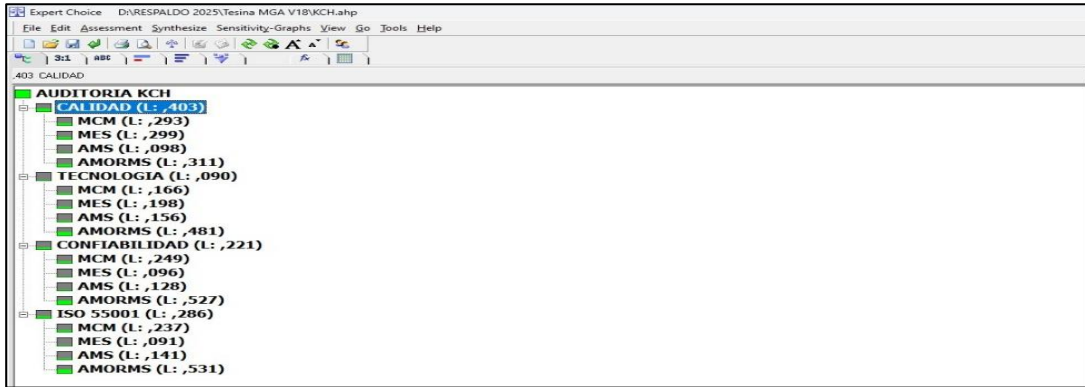
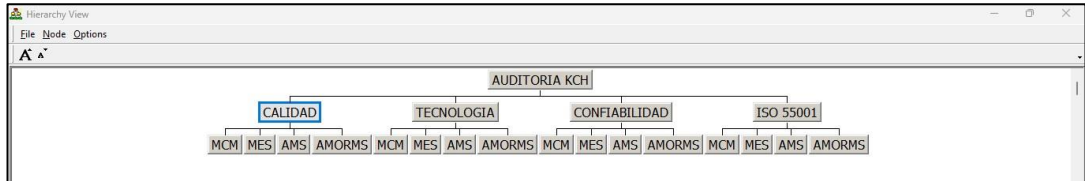
ANEXO N°5

Aplicación de metodología AHP en Software Expert Choice.

Para comenzar con la aplicación de la metodología AHP en el software Expert Choice, primero se deben establecer los criterios de evaluación y las alternativas de solución, para la creación de la matriz cuadrática (4x4), y aplicar los valores entregados por el panel de expertos en la evaluación de los criterios y las alternativas, como a continuación se detalla:

PASOS POR SEGUIR:	IMÁGENES SOFTWARE EXPERT CHOICE:
1 Se debe ingresar al programa en la pestaña file, presionar crea un nuevo modelo, en este caso se denomina Auditoria KCH. 2 Habiendo establecido los criterios de evaluación, de nuestro análisis multicriterio. (calidad, tecnología, confiabilidad, ISO 55.001), procederemos a ingresarlos.	 
3 Marcamos el objetivo (Goal), y con un clic derecho desplegándose la ventana de opciones, se presiona sobre, insertar nodo hijo, y se ingresan los cuatro criterios de evaluación, como se muestra en imagen.	

PASOS POR SEGUIR:	IMÁGENES SOFTWARE EXPERT CHOICE:
4 Luego se debe ingresar en la pestaña de evaluación (3:1), aquí se ingresan los resultados obtenidos de la valoración entregada por el panel de expertos, con la ayuda de la escala de Satty (1-9). 5 De esta evaluación a pares se obtienen los pesos en porcentaje de los criterios de evaluación. 6 En el siguiente paso, en cada uno de los criterios de evaluación, se insertan las alternativas de solución utilizadas, completando el modelo como se muestra en la figura.	  

PASOS POR SEGUIR:	IMÁGENES SOFTWARE EXPERT CHOICE
7 Al igual que en los criterios, las alternativas se deben evaluar entre pares, en cada uno de los criterios a través de la escala de Satty (1-9).	
8 Finalmente se obtiene el modelo con los porcentajes de los criterios y alternativas de solución, evaluadas entre sí.	
9 El software Expert Choice, a través de las herramientas de visualización, permite obtener el modelo grafico de la metodología AHP.	

PASOS POR SEGUIR:

- 10 Los resultados obtenidos, se encuentran en la herramienta de gráficos de sensibilidad que se encuentra en la barra superior y nos entrega 2 gráficos con los resultados. El segundo gráfico permite desplazamientos de las curvas, simulando diferentes escenarios.

- 11 Consideración: el Programa Expert Choice nos permite facilitar la aplicación de la metodología AHP, ya que realiza los cálculos y establece la mejor alternativa de solución, de forma automática, en base a los valores ingresados. Debemos tener en cuenta que en cada evaluación el programa calcula el índice de consistencia (CR), cuyo valor debe ser igual o menor a 0.1, esto permite medir la coherencia lógica de las comparaciones pareadas realizadas.

IMÁGENES SOFTWARE EXPERT CHOICE

