

Mantenimiento

Indicadores clave de rendimiento del mantenimiento

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico CTN 151 *Mantenimiento*, cuya secretaría desempeña INGEMAN.



UNE-EN 15341

Mantenimiento
Indicadores clave de rendimiento del mantenimiento

Maintenance. Maintenance Key Performance Indicators.

Maintenance. Indicateurs de performance clés pour la maintenance.

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 15341:2019.

Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE-EN 15341:2008.

Las observaciones a este documento han de dirigirse a:

Asociación Española de Normalización

Génova, 6
28004 MADRID-España
Tel.: 915 294 900
info@une.org
www.une.org

© UNE 2020

Prohibida la reproducción sin el consentimiento de UNE.

Todos los derechos de propiedad intelectual de la presente norma son titularidad de UNE.

Versión en español

Mantenimiento
Indicadores clave de rendimiento del mantenimiento

**Maintenance. Maintenance Key
Performance Indicators.**

**Maintenance. Indicateurs de
performance clés pour la maintenance.**

**Instandhaltung. Wesentliche
Leistungskennzahlen für die
Instandhaltung.**

Esta norma europea ha sido aprobada por CEN el 2019-07-14.

Los miembros de CEN están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la norma europea como norma nacional. Las correspondientes listas actualizadas y las referencias bibliográficas relativas a estas normas nacionales pueden obtenerse en el Centro de Gestión de CEN/CENELEC, o a través de sus miembros.

Esta norma europea existe en tres versiones oficiales (alemán, francés e inglés). Una versión en otra lengua realizada bajo la responsabilidad de un miembro de CEN en su idioma nacional, y notificada al Centro de Gestión de CEN/CENELEC, tiene el mismo rango que aquéllas.

Los miembros de CEN son los organismos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Croacia, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, República de Macedonia del Norte, Rumanía, Serbia, Suecia, Suiza y Turquía.



COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung

CENTRO DE GESTIÓN: Rue de la Science, 23, B-1040 Brussels, Belgium

© 2019 CEN. Derechos de reproducción reservados a los Miembros de CEN.

Índice

| | |
|--|-----------|
| Prólogo europeo | 5 |
| 0 Introducción | 6 |
| 1 Objeto y campo de aplicación | 6 |
| 2 Normas para consulta | 6 |
| 3 Términos y definiciones | 6 |
| 4 Función del mantenimiento | 8 |
| 5 KPI y sus objetivos | 9 |
| 5.1 Generalidades | 9 |
| 5.2 Factores de influencia | 10 |
| 5.3 Recursos de mantenimiento | 11 |
| 5.4 Procesos de mantenimiento | 12 |
| 6 Matriz de KPI de mantenimiento | 12 |
| 7 KPI de “El mantenimiento en la gestión de los activos físicos” | 13 |
| 8 KPIs de la subfunción “Salud-Seguridad-Medio ambiente (HSE)” en el mantenimiento | 18 |
| 9 KPI de la subfunción de “Gestión del mantenimiento” | 22 |
| 10 KPI de la subfunción “Competencia de las personas” | 28 |
| 10.1 Consideraciones generales | 28 |
| 10.2 Cualificaciones | 28 |
| 11 KPI de la subfunción “ingeniería de mantenimiento” | 32 |
| 12 KPIs de la subfunción “Organización de apoyo” | 35 |
| 13 KPI de la subfunción “Administración y suministros” | 41 |
| 14 KPIs de la subfunción “Tecnologías de la información y la comunicación” | 46 |
| 15 Proceso para la mejorar el desempeño del mantenimiento | 49 |
| 15.1 Utilización de los KPI | 49 |
| 15.2 Clasificación de los indicadores de mantenimiento | 50 |
| 15.3 Etapas del proceso de mejora | 50 |
| 15.4 Evaluación del mantenimiento | 52 |
| Bibliografía | 54 |

Prólogo europeo

Esta Norma EN 15341:2019 ha sido elaborada por el Comité Técnico CEN/TC 319 *Mantenimiento*, cuya Secretaría desempeña UNI.

Esta norma europea debe recibir el rango de norma nacional mediante la publicación de un texto idéntico a ella o mediante ratificación antes de finales de febrero de 2020, y todas las normas nacionales técnicamente divergentes deben anularse antes de finales de febrero de 2020.

Se llama la atención sobre la posibilidad de que algunos de los elementos de este documento estén sujetos a derechos de patente. CEN no es responsable de la identificación de dichos derechos de patente.

Esta norma anula y sustituye a la Norma EN 15341:2007.

Las principales modificaciones técnicas en comparación con la norma anterior EN 15341:2007 son los siguientes:

- la norma ha sido completamente revisada;
- se ha ampliado el enfoque de todos los componentes de mantenimiento, estructurando la norma de una manera más completa manteniendo el KPI económico, técnico y organizacional de la edición anterior.

De acuerdo con el Reglamento Interior de CEN/CENELEC, están obligados a adoptar esta norma europea los organismos de normalización de los siguientes países: Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Croacia, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, República de Macedonia del Norte, Rumanía, Serbia, Suecia, Suiza y Turquía.

0 Introducción

Los indicadores clave de rendimiento de mantenimiento (KPI) de la función de mantenimiento se aplican a todos los activos físicos sobre los que se actúa, ya sean industriales, infraestructuras, edificios civiles o sistemas de transporte, etc.

Estos indicadores se deberían utilizar para:

- a) medir el estado;
- b) comparar (estudios comparativos [*benchmark*] internos y externos);
- c) diagnosticar (análisis de fortalezas y debilidades);
- d) identificar objetivos y definir logros a alcanzar;
- e) planificar acciones de mejora;
- f) medir periódicamente los cambios a lo largo del tiempo.

Solo el mantenimiento del *software* queda fuera del alcance de este documento. Sin embargo, si están incluido elementos y sistemas que contienen *software*.

1 Objeto y campo de aplicación

Este documento enumera los indicadores clave del rendimiento (KPI) de la función de mantenimiento y proporciona pautas para definir un conjunto de indicadores adecuados, evaluar y mejorar la eficacia, eficiencia y durabilidad en el mantenimiento de los activos físicos existentes, ya sean industriales, infraestructuras, instalaciones, edificios o sistemas de transporte, etc. en el marco de los factores de influencia externos e internos.

2 Normas para consulta

En el texto se hace referencia a los siguientes documentos de manera que parte o la totalidad de su contenido constituyen requisitos de este documento. Para las referencias con fecha, solo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición (incluida cualquier modificación de esta).

EN 13306:2017, *Mantenimiento. Terminología del mantenimiento*.

EN 15628:2014, *Mantenimiento. Cualificación del personal de mantenimiento*.

IEC 60050-192:2015, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV). Part 192: Dependability*.

3 Términos y definiciones

Para los fines de este documento, se aplican los términos y definiciones incluidos en las Normas EN 13306:2017 e IEC 60050-192:2015 además de los siguientes:

ISO e IEC mantienen bases de datos terminológicas para su utilización en normalización en las siguientes direcciones:

- Electropedia de IEC: disponible en <http://www.electropedia.org/>
- Plataforma de búsqueda en línea de ISO: disponible en <http://www.iso.org/obp>

3.1 activo:

<físico> Elemento que tiene un valor real o potencial para una organización.

[FUENTE: EN 13306:2017, 3.2]

3.2 área principal:

Área principal de una disciplina de gestión, que representa el conocimiento y las competencias más importantes para lograr y mantener un excelente estado bajo los factores de influencias existentes.

3.3 indicador:

Medida cuantitativa o cualitativa de una característica o un conjunto de características de un fenómeno o un desempeño de actividades, de acuerdo con criterios definidos o una fórmula o un cuestionario.

NOTA 1 El indicador es una herramienta para el desarrollo y la implementación de una estrategia para monitorizar el progreso hacia los objetivos definidos en la estrategia.

3.4 elemento:

Parte, componente, dispositivo, subsistema, unidad funcional, equipo o sistema que puede describirse y considerarse de forma individual.

[FUENTE: EN 13306:2017, 3.1]

3.5 indicador clave de rendimiento; KPI:

Indicador que se considera significativo.

3.6 tiempo:

Término genérico que se utiliza para describir unidades de tiempo relacionadas con los activos físicos-equipos y su desempeño.

3.7 horas hombre:

Establece las horas de trabajo dedicadas a realizar actividades de mantenimiento.

3.8 orden de trabajo:

Documento utilizado para la función de mantenimiento.

NOTA 1 Especifica los entregables, el alcance y el coste del trabajo aprobado.

NOTA 2 Contiene un conjunto predefinido de actividades con materiales repuestos, herramientas específicas y mano de obra necesarios para completar el trabajo.

4 Función del mantenimiento

La función de mantenimiento afecta a varias plantas industriales, instalaciones, infraestructuras, actuando en diferentes marcos y contextos con diferentes tamaños, estructuras, objetivos, restricciones específicas y factores de influencia (véanse 5.2 y 5.3).

En este contexto, es adecuado definir un Modelo organizativo de la Función de Mantenimiento, como un estándar a implementar en relación con: los objetivos requeridos, los recursos disponibles y las restricciones existentes.

Este modelo de la función de mantenimiento se puede ver en la figura 1.

Este Modelo considera que para el logro de los objetivos asignados y excelencia, debe utilizar una combinación apropiada o partes de varias disciplinas tales como HSE (Salud Seguridad y medioambiente), Administración, TIC (Tecnología de la Información y la Comunicación), etc.

Es una tarea de gestión para:

- a) implementar los recursos apropiados, conocimientos, reglas, procedimientos actividades;
- b) seleccionar la manera en la que el mantenimiento necesita estructurar y organizar las diferentes materias y disciplinas en las siguientes Subfunciones/Áreas:
 - HSE en el mantenimiento;
 - gestión del mantenimiento;
 - competencias de las personas de mantenimiento;
 - ingeniería de mantenimiento;
 - organización y apoyo para el mantenimiento;
 - administración y suministros.

La función de mantenimiento mantiene los activos físicos para que puedan realizar las funciones requeridas y, en consecuencia, la gestión debe actuar en un marco que involucre a:

- La empresa.
- Los recursos disponibles.
- La aplicación de las TIC y Tecnologías de apoyo (ejemplo, Industria 4.0).

Reconociendo el rápido desarrollo dentro del mantenimiento, tanto desde el punto de vista organizativo como tecnológico, este documento proporciona una visión general del contenido de las subfunciones, actividades y herramientas a tener en cuenta al establecer actividades e indicadores para alcanzar los objetivos definidos.

Es apropiado utilizar todas las disciplinas de la función de mantenimiento en el marco integrado para lograr los objetivos establecidos para el mantenimiento de los activos físicos con el apoyo de las TIC y las tecnologías de apoyo (por ejemplo, Industria 4.0).

El volumen y la profundidad del uso depende del nivel de madurez de cada servicio de mantenimiento y de su compromiso para desarrollar actividades de mantenimiento orientadas a la excelencia.

Durante la vida útil de cada activo físico y sus componentes, es necesario llevar a cabo actividades de mantenimiento para reparar los fallos, contener la degradación y el desgaste con acciones preventivas apropiadas, a fin de alargar la vida útil de la unidad y alcanzar el nivel de prestaciones requerido.

La función de mantenimiento es una integración de 6 subfunciones con la adición de la metodología de gestión de activos físicos y *hardware* y *software* de las tecnologías de la información y la comunicación (véase la figura 1).

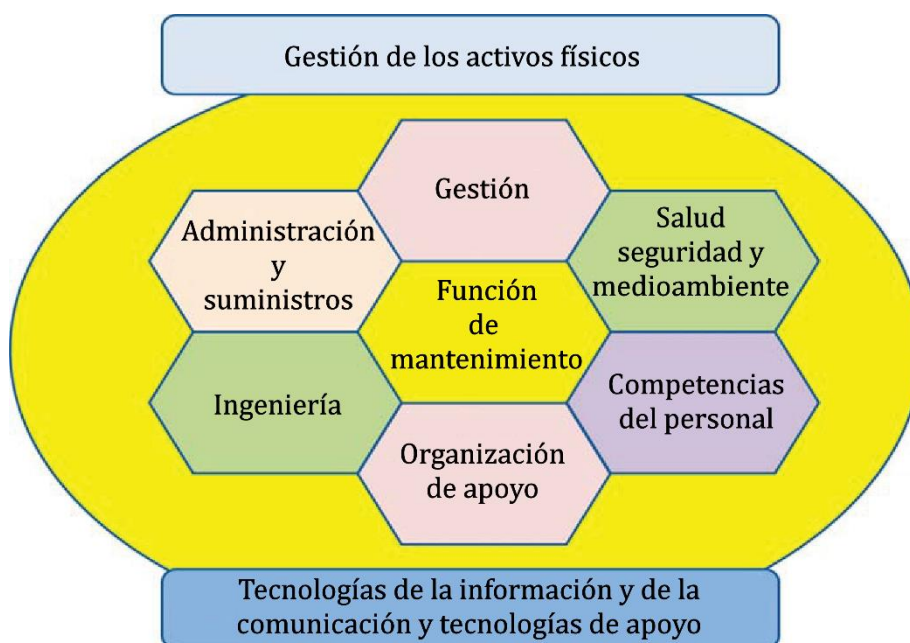


Figura 1 – Función de mantenimiento y su marco de desarrollo

En este sistema de mantenimiento integrado, cada subfunción debe desarrollarse en orden para lograr los objetivos asignados a la función de mantenimiento. Estos objetivos pueden incluir, por ejemplo: cuestiones de: Salud, seguridad y medio ambiente (H.S.E.) problemas, integridad y competitividad de los activos físicos, o la investigación del equilibrio entre productividad y los costes y el servicio.

Para cubrir todos los aspectos principales de la gestión de activos físicos, los indicadores clave de rendimiento se estructuran en ocho grupos, uno para la gestión de activos físicos, seis dedicados a las subfunciones de mantenimiento y el último para las tecnologías de la información y la comunicación.

5 KPI y sus objetivos

5.1 Generalidades

Cuando el desempeño real o esperado no es satisfactorio, la gerencia debe definir objetivos y estrategias para mejorar la utilización de los recursos de las subfunciones involucradas utilizando los KPI, lo que permitirá a la organización:

- a) definir los objetivos;
- b) medir el desempeño;
- c) comparar el desempeño versus valores históricos de referencia (*benchmarks*);
- d) identificar fortalezas y debilidades;
- e) controlar el progreso y los cambios;
- f) definir la planificación y estrategias de mejoras;
- g) realizar mediciones periódicas de los cambios a lo largo del tiempo;
- h) compartir los resultados.

Estos indicadores pueden utilizarse:

- de forma periódica, por ejemplo, para preparar y realizar seguimiento de un presupuesto, durante la evaluación del desempeño, comparando los resultados de múltiples formas: presupuestado, esperado, previsto, planificado, real, etc.;
- de forma puntual, por ejemplo, en el marco de auditorías, estudios y/o comparaciones específicas (*benchmarking*).

El período de tiempo, a considerar, para la medición depende de la política de la organización, los objetivos y las constantes de tiempo de los fenómenos medidos; Puede ser: día, semana, mes, trimestre, semestre, año, etc.

Los KPI a menudo se pueden calcular como una relación entre los factores (numerador y denominador) que miden las actividades, recursos o eventos, de acuerdo con una fórmula dada, pero también pueden ser el resultado del cuestionario cuantitativo o cualitativo.

Los valores numéricos, los datos cualitativos y cuantitativos para calcular cada KPI se deben recopilar y elaborar con base en los métodos y procedimientos disponibles de contabilidad industrial general y reglas de contabilidad de gestión específicas, aplicadas a la función de mantenimiento.

Estos indicadores se utilizan para medir las características cualitativas o cuantitativas de un elemento o un proceso para crear una base homogénea para comparar y establecer objetivos de mejora.

En algunos casos, es conveniente utilizar un cuestionario específico previamente preparado para dar a los gerentes y a los expertos la posibilidad de realizar evaluaciones cualitativas de una manera simple y eficiente.

5.2 Factores de influencia

Los factores de influencia son las condiciones variables que quedan fuera de la función de mantenimiento que tienen un impacto en la medida del indicador. Pueden ser generales o específicos, internos o externos, controlables o no controlables.

Ejemplos de factores de influencia externos son:

- a) la localización,
- b) la cultura de la sociedad,
- c) las políticas y costes laborales nacionales
- d) el mercado y la economía,
- e) las leyes y reglamentos,
- f) el sector/derivaciones,
- g) las partes interesadas,
- h) la tecnología,
- i) las condiciones ambientales.

Ejemplos de factores de influencia internos son:

- j) la cultura de la organización,
- k) el tamaño de la organización,
- l) los objetivos de la organización,
- m) la criticidad del activo físico,
- n) la severidad y complejidad del proceso,
- o) la gama de productos,
- p) el tamaño y complejidad de los activos físicos,
- q) el índice de utilización,
- r) la edad del activo físico.

Estos factores se deben considerar como condiciones de referencia para comprender el marco en el que interviene el mantenimiento. Es necesario tener en cuenta la influencia y el impacto de los factores, a fin de lograr evaluaciones homogéneas y apropiadas sin malentendidos y engaños.

5.3 Recursos de mantenimiento

Los recursos de mantenimiento son:

- competencia de las personas directas e indirectas;

- mano de obra interna y externa;
- repuestos y materiales;
- diagnóstico y tecnologías predictivas;
- herramientas y equipos de mantenimiento;
- conocimientos de ingeniería;
- buenas prácticas de mantenimiento para reparar, restaurar, prevenir y mejorar;
- sistemas de tecnología de la información: *hardware* y *software* y tecnologías de apoyos (por ejemplo, industria 4.0);
- suministros y servicios de apoyo.

El papel de la gerencia es lograr el mejor desempeño de mantenimiento, en línea con los objetivos establecidos de la compañía, utilizando y administrando los recursos apropiados, optimizando todos los aspectos de gestión, organización y administración, utilizando un sistema informático integrado.

5.4 Procesos de mantenimiento

Los procesos de mantenimiento son las diversas acciones utilizadas por cada subfunción para implementar las actividades para lograr la mejor competitividad y resultados adecuados de acuerdo con el objetivo declarado de la organización; véase la Norma EN 17007.

6 Matriz de KPI de mantenimiento

En la tabla 1 se muestra los KPI de mantenimiento: dentro de una gestión de activos físicos, las 6 subfunciones de mantenimiento y las tecnologías de la información y la comunicación.

Los KPI incluidos en la matriz relacionados con cada subsistema/metodología se dividen en áreas, que representan los contenidos fundamentales o las características que se medirán, controlarán y mejorarán para lograr una excelente evaluación cuantitativa y cualitativa.

La mayoría de los indicadores pueden utilizarse en diferentes niveles de agregación dependiendo de si se usan para medir el desempeño de los activos físicos, líneas de producción, equipos, artículos, etc.

Los indicadores pueden dividirse por niveles profesionales en relación con la estructura organizativa establecida para cada organización.

Tabla 1 – Matriz de KPI's de mantenimiento

| SUBFUNCIONES HERRAMIENTAS Y METODOLOGÍAS | KPIs | ÁREAS PRINCIPALES | | | |
|--|------------------|---|---|--|--|
| Mantenimiento en la gestión de activos físicos | PHA _i | Durabilidad i = 1 a 3 | Capacidad Eficacia Integridad i = 4 a 11 | Nivel de Servicio i = 12 a 13 | Economía i = 14 a 20 |
| Subfunción 1 Salud seguridad y medioambiente | HSE _i | Conformidad con leyes y normas i = 1 a 3 | Datos estadísticos i = 4 a 12 | Práctica de mantenimiento segura i = 13 a 17 | Prevención y mejoras i = 18 a 22 |
| Subfunción 2 Gestión del mantenimiento | M _i | Estrategia i = 1 a 3 | Función i = 4 a 10 | Evaluación técnica i = 11 a 16 | Mejora continua i = 17 a 22 |
| Subfunción 3 Competencia de las personas | P _i | Gerente de mantenimiento i = 1 a 3 | Supervisor de mantenimiento/ Ingeniero de mantenimiento i = 4 a 9 | Especialista técnico de mantenimiento i = 10 a 12 | Planes de formación i = 13 a 21 |
| Subfunción 4 Ingeniería de Mantenimiento | E _i | Capacidad y criticidad del activo físico i = 1 a 3 | Durabilidad i = 4 a 9 | Mantenimiento preventivo i = 10 a 16 | Mejoras técnicas i = 17 a 19 |
| Subfunción 5 Organización de apoyo | O&S _i | Estructura y apoyo i = 1 a 8 | Planificación y control i = 9 a 22 | Productividad y eficacia i = 23 a 28 | Calidad i = 29 a 30 |
| Subfunción 6 Administración y suministros | A&S _i | Economía i = 1 a 6 | Control presupuestario i = 7 a 19 | Servicios externalizados i = 20 a 25 | Materiales y repuestos i = 26 a 29 |
| Tecnologías de la información y la comunicación y tecnologías de apoyo | ICT _i | Gestión i = 1 a 6 | Administración y suministros i = 7 a 10 | Organización y apoyo i = 11 a 13 | Ingeniería i = 14 a 20 TEC 18.20 |

7 KPI de “El mantenimiento en la gestión de los activos físicos”

El mantenimiento en la gestión de los activos físicos permite la gestión óptima del ciclo de vida de los activos físicos para alcanzar, de manera durable los objetivos establecidos de la organización.

Las actividades de mantenimiento juegan un papel importante en la gestión del ciclo de vida de los activos físicos, porque la función de mantenimiento se encarga de su integridad durante la mayor parte de la vida.

La gestión de activos físicos indica la importancia apropiada del mantenimiento en las diversas etapas del ciclo de vida y ayuda a la gestión del mantenimiento a definir una estrategia de mantenimiento efectiva a largo plazo.

La gestión de los activos físicos proporciona las interrelaciones entre el mantenimiento y los otros procesos de activos físicos, con el fin de medir el rendimiento a lo largo de toda la vida del activo, de acuerdo con la visión, misión, valores y objetivos de la organización.

Los principales KPI, llamados PHA_i, compartidos por las áreas principales como se establecen en la tabla 2 son los siguientes:

- durabilidad: PHA1, PHA2, PHA3;
- capacidad, eficacia, integridad: PHA4, PHA5, PHA6, PHA7, PHA8, PHA9, PHA10, PHA11;
- nivel de servicio: PHA12, PHA13;
- economía: PHA14, PHA15, PHA16, PHA17, PHA18, PHA19, PHA20.

Tabla 2 – KPI de mantenimiento en la gestión de los activos físicos

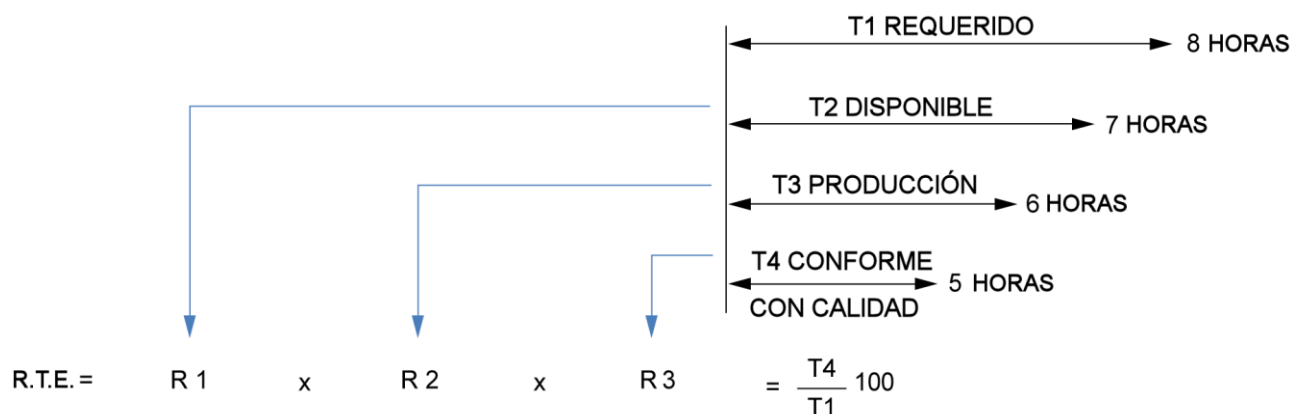
| KPI | FACTORES | DEFINICIÓN Y COMENTARIOS |
|--|---|--|
| PHA1 Contribución del mantenimiento a la mejora de la durabilidad (%) | Coste anual de mantenimiento anual para mejorar la durabilidad | El coste de los recursos de mantenimiento gastados anualmente para mejorar la durabilidad |
| | Volumen de negocio de los activos físicos | Volumen de negocios anual generado por el activo físico |
| PHA2 Problemas- proyectos de mantenimiento incluidos en el plan de vida estratégico (%) | Problemas/proyectos de mantenimiento incluidos en el plan de vida estratégico | Problemas/proyectos de mantenimiento incluidos en el plan de vida estratégico de los activos físicos |
| | Problemas/proyectos de mantenimiento propuestos | Problemas/proyectos estratégicos evaluados y propuestos por el mantenimiento en el presupuesto |
| PHA3 Intensidad de capital requerido para generar el volumen de negocio | Volumen de negocio de los activos físicos | Volumen de negocio anual generado por los activos físicos |
| | Valor de reemplazamiento de los activos físicos | Montante estimado de capital que sería necesario para reemplazar los activos físicos con el fin de obtener la función requerida |
| PHA4 Tasas de uso de la capacidad de producción (%) | Capacidad de producción real | Producción total efectiva |
| | Capacidad de producción normal | La capacidad de producción en términos producción es la capacidad de producción normal predefinida para un periodo según las reglas de fabricación |
| PHA5 Tasa de reemplazamiento (%) | Costes de reemplazamiento | Gastos anuales incurridos para reemplazar los activos físicos existentes |
| | Valor del reemplazamiento del activo físico | Montante estimado de capital que sería necesario para reemplazar los activos físicos con el fin de obtener la función requerida |

| KPI | FACTORES | DEFINICIÓN Y COMENTARIOS |
|--|--|---|
| PHA6 Rendimiento total del equipamiento ¹⁾ - R.T.E. <i>(Total equipment effectiveness- T.E.E)</i> $R1 \times R2 \times R3$ (%) (véase la figura 2) | R1 Eficacia del mantenimiento (disponibilidad definida en IEC 60050-192:2015) (%) | Tiempo requerido menos el tiempo perdido por razones de mantenimiento tales como: <ul style="list-style-type: none"> – paros debidos a fallos, – situaciones anormales tales como: la reducción de calidad, de cantidad y velocidad – acciones preventivas, predictivas o basadas en la condición predeterminadas – mejoras de mantenimiento |
| | | Tiempo requerido para cumplir con el estándar técnico esperado y obtener las características del producto |
| | R2 Eficacia de la fabricación (%) | Tiempo requerido menos tiempo de inactividad debido al mantenimiento menos tiempo perdido debido a causas de fabricación tales como: <ul style="list-style-type: none"> – puesta en marcha, – parada, – cambio, – reducción de velocidad, – reducción de la cantidad y de calidad por razones operativas |
| | | Tiempo requerido menos tiempo perdido debido a razones de mantenimiento como: <ul style="list-style-type: none"> – paros por fallos, – situaciones anómalas como reducción de calidad, cantidad y velocidad, – acciones preventivas, predictivas o basadas en la condición predeterminadas – mejoras de mantenimiento |
| | R3 Eficacia en términos de calidad (%) | Tiempo perdido debido a la no conformidad de la calidad de los materiales y el resultado del proceso con la norma técnica. |
| | | Tiempo de fabricación menos tiempo perdido por razones de fabricación, como inicio, parada, cambio, reducción de velocidad, defectos de calidad del material y mala calidad por razones operativas |
| PHA7 Integridad | <ul style="list-style-type: none"> – Alto – Medio – Suficiente – Insuficiente – Pobre | Los valores de valoración resultan de la conformidad de los activos físicos existentes con: a) las leyes; b) los reglamentos c) una norma internacional; d) el estado físico medido mediante: 1) pruebas de integridad; 2) análisis predictivo; 3) ensayos no destructivos. |

1) R.T.E. en función del tiempo véase la figura 2. Existen igualmente otros sinónimos, en inglés = *Overall Equipment Effectiveness* (O.E.E.).

| KPI | FACTORES | DEFINICIÓN Y COMENTARIOS |
|--|---|--|
| PHA8 Disponibilidad operacional debida al mantenimiento (%) | Tiempo de funcionamiento total | Tiempo en el que el activo físico funciona como está requerido |
| | Tiempo de funcionamiento + tiempo de indisponibilidad | Tiempo en el que el activo físico funciona como está requerido más el tiempo perdido debido a fallos y actividades de mantenimiento preventivo |
| PHA9 Edad del activo físico (%) | Duración de la vida operativa real | Tiempo de funcionamiento total. Véanse los registros de mantenimiento |
| | Vida operativa acumulada esperada | Tiempo de funcionamiento esperado Véanse los registros de gestión |
| PHA10 Duración de la vida económica (%) | Duración de la vida acumulada real total | Véase el histórico de mantenimiento |
| | Periodos de amortización (<i>Depreciation Life</i>) | Véanse los informes de contabilidad de los balances económicos |
| PHA11 Coste medio de la indisponibilidad por razones de mantenimiento (euro/hora) | Costes totales de indisponibilidad | Costes totales, directos e indirectos, relacionados con la indisponibilidad por razones de mantenimiento |
| | Horas totales de indisponibilidad | Horas totales de indisponibilidad debido a razones de mantenimiento |
| PHA12 Nivel de servicio de mantenimiento (%) | Desempeño logrado/ desempeño requerido | Combinación de prestaciones tales como: seguridad, disponibilidad operativa, coste total de mantenimiento, cantidad de mantenimiento preventivo, etc., medido por indicadores predefinidos para comparar el logro alcanzado con lo requerido |
| PHA13 Coste medio de mantenimiento por el tiempo operativo disponible (Euro/Hora) | Coste total del mantenimiento | Véase M15 |
| | Número de horas de disponibilidad operativa | Véanse los registros de mantenimiento |
| PHA14 Coste anual de mantenimiento en relación con el coste total del ciclo de vida (%) | Coste anual del mantenimiento | Véase M15 (anualmente) |
| | Coste industrial total anual del ciclo de vida | Véase el coste total anual por mantener el funcionamiento del activo físico |
| PHA15 Impacto del mantenimiento sobre la producción técnica estándar (Euro/unidad de producción) | Coste anual del mantenimiento | Véase M15 (anualmente) |
| | Producción técnica anual estándar | La producción técnica estándar anual de un activo físico es la producción cuantitativa generada respetando las características cualitativas |
| PHA16 Rendimiento de las mejoras (%) | Ahorros generados por las mejoras | Véanse los informes de contabilidad |
| | Costes de las mejoras implementadas | Gastos totales relacionados con la implementación de mejoras |

| KPI | FACTORES | DEFINICIÓN Y COMENTARIOS |
|--|---|---|
| PHA17 Impacto del coste de mantenimiento en relación con el volumen anual de negocio del activo físico (%) | Coste total del mantenimiento | Véase M15 |
| | Facturación anual | Volumen de negocio generado por las ventas de productos/servicios producidos por el activo físico |
| PHA18 Impacto del coste directo e indirecto de un activo sobre el volumen de negocio generado por el activo (%) | Coste total de mantenimiento + costes de indisponibilidades+ amortizaciones | Véanse los informes de contabilidad y los registros de mantenimiento |
| | Facturación anual | Volumen de negocio generado por las ventas de productos/servicios producidos por el activo físico |
| PHA19 Proporción del tiempo de mantenimiento en relación con el tiempo anual planificado (%) | Tiempos de indisponibilidad debidos a los trabajos de mantenimiento | Véanse los registros de mantenimiento |
| | Tiempo total anual planificado | Véanse los registros del plan de producción |
| PHA20 Contribución de los repuestos inmovilizados en el valor de reemplazamiento del activo físico (%) | Costes de los repuestos críticos inmovilizados | Valor de inventario anual promedio de repuestos críticos inmovilizados. Los repuestos críticos son repuestos con un alto valor unitario, tiempos de entrega largos, cuya falta de disponibilidad podría causar una pérdida significativa de producción |
| | Activo físico. Valor de reemplazamiento | Véase PHA3 |



Leyenda

| | |
|---|--|
| $R1 = \frac{T2 \text{ DISPONIBLE}}{T1 \text{ REQUERIDO}}$ | Tiempo perdido por razones de mantenimiento: fallos, predictivo, preventivo, cantidad y calidad de no conformes. |
| $R2 = \frac{T3 \text{ PRODUCCIÓN}}{T2 \text{ DISPONIBLE}}$ | Tiempo perdido por razones de producción: puesta en marcha, paradas, cambios, velocidad y calidad no conforme con el estándar. |
| $R3 = \frac{T4 \text{ CONFORME CON CALIDAD}}{T3 \text{ PRODUCCIÓN}}$ | Tiempo perdido por una calidad no conforme debido a la calidad de los materiales y el rendimiento del proceso. |
| R.T.E. = $7/8 (= 87,5\%) \times 6/7 (= 85,7\%) \times 5/6 (= 83,3\%) = 62,45\%$ | |

En base a un tiempo normal de 8 horas/turno respetando los estándares técnicos y las características de los productos.

Figura 2 – Ejemplo del rendimiento total del equipamiento (RTE)
[Total Overall Equipment Effectiveness]

8 KPIs de la subfunción “Salud-Seguridad-Medio ambiente (HSE)” en el mantenimiento

Esta subfunción se refiere a la implementación de políticas y procedimientos por parte del gerente de mantenimiento utilizando los recursos apropiados con el fin de evitar lesiones y pérdidas personales, de acuerdo con las leyes, reglamentos y objetivos establecidos por la empresa.

Las leyes, reglamentos y procedimientos de HSE son requisitos de mantenimiento fundamentales para el análisis de riesgos y la implementación de acciones preventivas, manteniendo la integridad de los equipos individuales en el estado que les permite operar de manera sostenible de acuerdo con a los requisitos de las leyes y normas.

El conjunto puede considerarse con un subsistema que implica un mantenimiento intensivo porque es ampliamente conocido que este subsistema es propenso a accidentes en cualquier campo de actividad.

En consecuencia, la disponibilidad operativa del activo físico incluye la conformidad con las exigencias de HSE para evitar cualquier riesgo inaceptable y cualquier peligro no evaluado para las personas y el medio ambiente.

El análisis de riesgo de fallos y lesiones es una herramienta que debe usarse como medida preventiva en cada tarea de mantenimiento o mejora técnica correctiva, proactiva, predictiva, basada en la condición o preventiva.

Los principales contenidos y conocimientos a respetar son:

- leyes, políticas y la estrategia en materia de HSE;
- las responsabilidades, objetivos y planes de HSE;
- el análisis de riesgos HSE y evaluaciones RAMS²⁾;
- el procedimiento HSE y el mecanismo de prevención de accidentes;
- el análisis de riesgos y evaluación de fenómenos peligrosos;
- el histórico de HSE y el indicador asociado;
- el análisis de modos de fallo, sus efectos y la criticidad;
- las buenas prácticas en salud, seguridad y medio ambiente;
- los equipos de protección (colectivo e individual);
- la guía de seguridad;
- el plan de emergencia;
- el informe del accidente y el informe de la investigación;
- las enfermedades profesionales y accidentes laborales;
- la formación en prevención de accidentes.

Incluye el desempeño de HSE y las habilidades del personal de mantenimiento, interno y externo, para satisfacer los requisitos de los factores de influencia (véase 5.2).

Las 4 áreas principales de HSE, vinculadas al rendimiento de mantenimiento y los indicadores clave de rendimiento asociados, llamados HSE1 a HSE22, son:

- la conformidad con las leyes y normas: HSE1, HSE2, HSE3;
- los datos estadísticos: HSE4, HSE5, HSE6, HSE7, HSE8, HSE9, HSE10, HSE11, HSE12;
- las prácticas de mantenimiento seguras: HSE13, HSE14, HSE15, HSE16, HSE17;
- la prevención y mejoras: HSE18, HSE19, HSE20, HSE21, HSE22.

2) RAMS es la abreviatura que significa Fiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad [*Reliability, Availability, Maintainability, Safety*].

Table 3 – KPI de salud-seguridad y medio ambiente

| KPI | FACTORES | DEFINICIONES Y COMENTARIOS |
|---|--|---|
| HSE1 Conformidad de las actividades de mantenimiento con las normas, procedimientos, leyes y reglamentos (%) | Leyes y reglamentos en vigor en términos de HSE | Por los resultados de las auditorías HSE de los activos físicos |
| | Leyes y reglamentos en vigor | Leyes y reglamentos de HSE que deben ejecutarse |
| HSE2 Realización de un análisis de riesgos de fallo (%) | Análisis de riesgos realizados | Análisis de riesgos de fallos potenciales |
| | Análisis de riesgos requeridos | Análisis de riesgos de fallos potenciales generados: por el estado de los activos físicos, la configuración y los planes operativos |
| HSE3 Indisponibilidad debida a una no conformidad de HSE (%) | Tiempo de indisponibilidad debido a una no conformidad de HSE | Parada del activo físico y tiempo perdido debido a una no conformidad debida a HSE |
| | Tiempo total de funcionamiento requerido | Véase el plan operativo |
| HSE4 Frecuencia de lesiones corporales durante el mantenimiento. (número/horas de trabajo) | Número de accidentes corporales del personal de mantenimiento | Véanse los registros de seguridad de mantenimiento |
| | Total, de horas hombre trabajadas por el personal de mantenimiento | Véanse los registros de seguridad de mantenimiento |
| HSE5 Contribución del índice de frecuencia de mantenimiento al índice de frecuencia del emplazamiento (%) | Frecuencias de accidentes corporales del personal de mantenimiento | Véanse los registros de seguridad de mantenimiento |
| | Frecuencias de accidentes corporales para el conjunto del emplazamiento | Véanse los informes de seguridad del emplazamiento |
| HSE6 Severidad de los accidentes corporales durante el mantenimiento (%) | Número total de jornadas de trabajo perdidas en razón a los accidentes corporales | Véanse los informes de seguridad del emplazamiento |
| | Número total de incidentes registrables que ocasionan días de trabajo perdidos | Véanse los registros del mantenimiento |
| HSE7 Contribución del índice de severidad para mantenimiento al índice de severidad para el emplazamiento - véase OSHA (%) | Índice de severidad del mantenimiento | Véanse los registros de seguridad de mantenimiento |
| | Índice de severidad del emplazamiento | Véanse los registros de seguridad del emplazamiento |
| HSE8 Frecuencia de accidentes con subcontratistas que realizan mantenimiento (evento/hora) | Número de lesiones corporales de subcontratistas que realizan mantenimiento | Véanse registros de seguridad del personal externo asociado al mantenimiento |
| | Total, de horas hombre trabajadas por personal de mantenimiento subcontratado (véase HSE6) | Véanse los informes de mantenimiento |

| KPI | FACTORES | DEFINICIONES Y COMENTARIOS |
|--|---|---|
| HSE9 Severidad de accidentes corporales del personal de mantenimiento (%) | Jornadas perdidas + % de invalidez $\times 7\,500 + 7\,500$ por accidente mortal | Véanse los registros de seguridad |
| | Días totales de trabajo del personal de mantenimiento subcontratado | Véanse los informes de mantenimiento |
| HSE10 Frecuencia de fallos que ocasionan accidentes corporales a las personas (%) | Números de fallos que causan accidentes corporales (incluso mortales) en el personal | Véanse los informes de fallos |
| | Tiempo de trabajo real | Véanse los registros de producción |
| HSE11 Tasas de incidencia | Número de fallos que causan accidentes corporales (incluyendo mortales) del personal | Véanse los informes de mantenimiento |
| | Número total de personas que trabajan en el mantenimiento | Véanse los registros de producción |
| HSE12 Exposición a las enfermedades profesionales | Número de personas de mantenimiento expuestas a una enfermedad profesional \times número de días de exposición | Véanse los informes de mantenimiento |
| | Número total de jornadas de trabajo del personal de mantenimiento en un periodo determinado | Véanse los registros de producción |
| HSE13 Frecuencia de los fallos que causan daños al medio ambiente | Número de fallos que causan daños al medio ambiente | Véanse los informes de empresa y criterios específicos de evaluación |
| | Número total de fallos | Véanse los registros de mantenimiento |
| HSE14 Tasa de cuasi accidentes que causan daños al medio ambiente (%) | Número de fallos potenciales que causan daños al medio ambiente | Véanse los informes de fallo |
| | Número total de fallos | Véanse los registros de mantenimiento |
| HSE15 Cultura de prevención en HSE | <ul style="list-style-type: none"> - Intensiva - Media - Suficiente - Insuficiente - Pobre | De acuerdo con los conocimientos y competencias preventivas necesarias para evitar los accidentes corporales |
| HSE16 Tasa de permisos de trabajo seguros requeridos (%) | Número de autorizaciones de permisos de trabajo | Véanse los informes y registros de seguridad |
| | Número de permisos de trabajo requeridos | Véanse los registros de seguridad de mantenimiento y una definición de las autorizaciones asociadas a los procesos, leyes y/o reglas internas |
| HSE17 Frecuencia de los controles de seguridad (Nº/horas hombre) | Número de auditorías de seguridad realizadas | Véase el plan y los informes de seguridad |
| | Número de horas anuales de mantenimiento trabajadas | Véanse los registros de mantenimiento |

| KPI | FACTORES | DEFINICIONES Y COMENTARIOS |
|--|--|--|
| HSE18 Tasa de procedimientos seguros (%) | Número de procedimientos de trabajo seguro definidos | Véanse los registros de seguridad y los informes técnicos |
| | Número de procedimientos de trabajo seguro requeridos | Véase el plan de seguridad y mantenimiento |
| HSE19 Tasa de procedimientos de trabajo respetuosos con el medio ambiente (%) | Número de procedimientos de trabajo respetuosos con el medio ambiente definidos | Véanse los procedimientos de mantenimiento y medioambientes definidos como buenas prácticas para prevenir daños medioambientales |
| | Número de procedimientos de trabajo respetuosos con el medio ambiente requeridos | Véanse los registros medioambientales y los informes técnicos de mantenimiento |
| HSE20 Tasas de prevención de accidentes corporales por razones de HSE (%) | Elementos reemplazados antes del fallo | Véanse los registros de mantenimiento |
| | Elementos que deberían de ser reemplazados antes del fallo | Véanse los análisis de riesgos y planes de mantenimiento preventivo |
| HSE21 Tasas de mejoras en materia de seguridad y salud (%) | Costes de mantenimiento comprometidos para mejorar el nivel de HSE | La totalidad de los recursos internos y externos comprometidos en asegurar un nivel de HSE |
| | Coste total del mantenimiento | Véase M15 |
| HSE22 Tasa de mejoras medioambientales (%) | Costes de mantenimiento comprometidos para reducir los riesgos medioambientales | La totalidad de los recursos internos y externos comprometidos en mejorar el medioambiente |
| | Coste total del mantenimiento | Véase M15 |

9 KPI de la subfunción de “Gestión del mantenimiento”

La gestión de mantenimiento es una combinación de los recursos, disciplinas, conocimientos, competencias y herramientas para definir un plan a mediano plazo en línea con el plan de la empresa industrial. Consiste en coordinar y controlar las actividades implementadas para los activos físicos con el fin de lograr los objetivos establecidos dentro de los límites de las restricciones y el marco existente.

La Gestión del mantenimiento aplica teorías, aplicaciones y prácticas de gestión, así como recursos internos y externos disponibles para coordinar las actividades de mantenimiento con el fin de lograr los resultados de mantenimiento más adecuados. Los activos físicos se utilizan dentro del marco existente, de acuerdo con la visión, misión, valores, políticas y objetivos establecidos de la organización.

La gestión del mantenimiento debe:

- cumplir con las leyes, la HSE, normas y procedimientos de la compañía;
- definir la estrategia de mantenimiento e implementarla, véase la Norma ISO 55001;
- gestionar la función de mantenimiento y las subfunciones relacionadas;
- optimizar las habilidades de las personas, la productividad de los recursos de mantenimiento, la eficacia y la eficiencia de los procesos;

- mejorar el estándar técnico;
- obtener el "mayor valor añadido" en fábricas, instalaciones e infraestructuras durante el ciclo de vida óptimo, establecido para las estrategias industriales y la gestión de activos físicos;
- tener en cuenta los factores de influencia externos e internos que son esenciales para comprender el estado de la organización/emplazamiento/instalación y su evolución hacia modelos organizativos de excelencia.

Las principales áreas impulsadas y los KPI relacionados, llamados M, son los siguientes:

- estrategia de mantenimiento: M1, M2, M3;
- gestión de la función: M4, M5, M6, M7, M8, M9, M10, M11, M12, M13;
- evaluación técnica: M11, M12, M13, M14, M15, M16, M17, M18, M19;
- Mejora continua: M20, M21, M22.

Los indicadores M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9 son cualitativos, no definidos por una fórmula.

Para obtener un valor cualitativo, se recomienda utilizar un "cuestionario de evaluación" para evaluar, para cada indicador, el nivel específico del tema en cada realidad específica.

Por lo tanto, será posible evaluar la posición de la función de mantenimiento en el marco del modelo de madurez de mantenimiento y estimar el nivel de valor.

Tabla 4 – KPI de gestión del mantenimiento

| KPI | DEFINICIONES Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES | EVALUACIÓN, MÉTODO, EJEMPLOS Y DEFINICIONES |
|--|---|--|
| M1 Madurez de la función de mantenimiento | NIVEL DEL VALOR Alto = 5 Medio = 4 Suficiente = 3 Insuficiente = 2 Malo = 1 | MODELOS DE MANTENIMIENTO, EJEMPLOS DE EVOLUCIÓN Grado de madurez establecido por auditorías de expertos en mantenimiento que proporcionan un nivel del valor cuantitativo o cualitativo para cada emplazamiento, instalación, empresa, etc. en relación con las situaciones existentes |
| | | 1. REACTIVO Actividades basadas en acciones correctivas inmediatas o pospuestas y planificadas. Control basado en eficacia |
| | | 2. RACIONALIZADO Planificación y control, acciones preventivas sistemáticas, presupuesto, control de eficiencia, mantenimiento subcontratado, servicio abierto, almacenamiento de repuestos |
| | | 3. PROACTIVO Análisis de criticidad, diagnóstico, Análisis de los modos de fallo, efectos y su criticidad (FMECA) (<i>failur modes, effects and criticality analysis</i>), preventivo basado en la condición, optimización de paradas |
| | | 4. MANTENIMIENTO DE CLASE MUNDIAL Mantenimiento productivo total (TPM), predictivo y monitorización de la condición, optimización de repuestos, RCM, organización aligerada (<i>lean organization</i>), mejora continua. Servicio completo, normas ISO y CEN. |
| | | 5. TECNOLÓGICO E INFORMATIZADO <i>Software</i> , KPI y puesto de mando, confiabilidad, control y mantenimiento a distancia, servicio global. |
| | | 6. INTEGRADO CON LAS TIC Aplicación de tecnologías de apoyo, Bigdata, aprendizaje automático (<i>learning machine</i>), máquina a máquina (<i>machine to machine</i>) M2M, mantenimiento según pronóstico. |
| M2 Integración de la estrategia de mantenimiento en la estrategia del plan industrial o | Alto = 5 Medio = 4 Suficiente = 3 Insuficiente = 2 Malo = 1 | <ul style="list-style-type: none"> – Preparada, aprobada, integrada a largo plazo – Preparada, aprobada, integrada a corto plazo – Preparada pero no integrada – Preparada pero no aprobada – Parcialmente preparada |

| KPI | DEFINICIONES Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES | EVALUACIÓN, MÉTODO, EJEMPLOS Y DEFINICIONES |
|--|---|--|
| M3 Implementación de la estrategia de mantenimiento | Realización cuantitativa % | La estrategia de mantenimiento presenta los principales objetivos de mantenimiento, los recursos y los planes y acciones para lograrlos. % trimestral o anual de realización cuantitativa |
| M4 Frecuencia del <i>benchmarking</i> | Una vez cada 6 meses Una vez cada año Una vez cada 3 años | Número de análisis comparativos (<i>benchmarking</i>) internos y externos efectuados |
| M5 Frecuencia de las auditorías de gestión | 1) Frecuencia más alta que la del proceso de planificación organizacional 2) Frecuencia igual a la del proceso de planificación organizacional 3) Frecuencia más baja que la del proceso de planificación organizacional, pero a intervalos regulares 4) Realizado al azar 5) Nunca | Número de auditorías realizadas en relación con los objetivos y el estado del ciclo de vida |
| M6 Frecuencia de las evaluaciones técnicas | 1) Frecuencia más alta que la del proceso de planificación organizacional 2) Frecuencia igual a la del proceso de planificación organizacional 3) Frecuencia más baja que la del proceso de planificación organizacional, pero a intervalos regulares 4) Realizado al azar 5) Nunca | Número de evaluaciones técnicas realizadas por año para medir las principales conformidades en relación con los sectores técnicos. |
| M7 Posición de la función de mantenimiento en la estructura de la empresa | – Nivel 1 (gerente de planta /emplazamiento) – Nivel 2 (nivel de grupo de dirección) – Nivel 3 (nivel que informa al nivel 2) – Nivel 4 (nivel que informa al nivel 3) | El responsable/jefe de mantenimiento informa a la dirección en función del tamaño, la estructura y la política de la empresa. |

| KPI | DEFINICIONES Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES | EVALUACIÓN, MÉTODO, EJEMPLOS Y DEFINICIONES |
|---|---|--|
| M8 Participación del mantenimiento en los proyectos de inversión | <ul style="list-style-type: none"> – Rol de liderazgo – Miembro permanente del equipo – Miembro temporal del equipo – Opinión requerida (papel consultivo) – Sin rol | Roles de los representantes del mantenimiento en los proyectos de la organización. |
| M9 Grado de externalización (%) | Número total de horas-hombre externalizadas | Considerando todos los trabajos y servicios externalizados |
| | Número total de horas-hombre trabajadas | Teniendo en cuenta el personal externo e interno |
| M10 Disponibilidad en función del tiempo (%) | Tiempo de disponibilidad obtenido durante el tiempo requerido | La cantidad de tiempo en la que los activos físicos pueden realizar la función requerida. Incluye tiempo de espera, pero no tiempo inactivo |
| | Tiempo requerido | Véase la Norma EN 13306:2017, 9.4 |
| M11 Disponibilidad basada en el tiempo de operación (%) | Tiempo de funcionamiento | Intervalo de tiempo durante el cual un elemento realiza una función requerida. |
| | Tiempo de funcionamiento requerido | Intervalo de tiempo durante el cual el activo debe estar en un estado de disponibilidad y funcionamiento. No incluye el tiempo de espera y el tiempo inactividad. No incluye el tiempo de funcionamiento perdido por razones externas, como la demanda del mercado, leyes, razones comerciales, falta de recursos o tiempo de trabajo. |
| M12 Disponibilidad basada en el tiempo de restauración | Tiempo de funcionamiento (OT) | Durante un período de tiempo determinado, esta relación mide el porcentaje de tiempo durante el cual un elemento ha desempeñado cuando se requiere, excluyendo cuando no lo ha hecho debido a otras razones que no sean averías. |
| | Tiempo de funcionamiento + Tiempo de restauración (OT + TTR). | El tiempo de restauración incluye el tiempo y los retrasos de reparación y el tiempo de puesta en marcha. |
| M13 Disponibilidad de la producción | Producción efectiva | Véase la Norma EN 13306:2017, figura C.1 |
| | Producción requerida, o cualquier otro nivel de referencia, durante un período de tiempo especificado | Otros niveles de referencia pueden ser <ul style="list-style-type: none"> – Producción total a capacidad nominal durante el período de tiempo; – Producción total a capacidad nominal durante el período de tiempo excluyendo cuando faltan recursos externos necesarios; – Producción total a capacidad nominal durante el período de tiempo excluyendo cuando faltan recursos externos necesarios y se planifica la falta de disponibilidad de producción |

| KPI | DEFINICIONES Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES | EVALUACIÓN, MÉTODO, EJEMPLOS Y DEFINICIONES |
|--|--|---|
| M14 Tasa de depreciación acumulada (%) | Valor de la depreciación acumulada | Véase la contabilidad |
| | Valor total por depreciar | Véase la contabilidad |
| M15 Frecuencias de las paradas por mantenimiento en N°/año | Número de paradas | Véanse los registros de mantenimiento |
| | Año | Véase los registros de operaciones |
| M16 Variación de la capacidad de producción normal (%) | Capacidad de producción anual normal | Véanse los registros de producción |
| | Capacidad normal del año precedente | La capacidad de producción anual normal es el valor de la producción técnica, reconocida como capacidad normal para un año o parte de un año |
| M17 Contribución del coste total de mantenimiento a la tasa de capacidad técnica (Euro/producción unitaria) | Coste total de mantenimiento | <p>El coste total de mantenimiento incluye los costes relacionados con:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) la remuneración, los salarios y las horas extraordinarias del personal de gestión, supervisión, apoyo y trabajadores de mantenimiento; b) costes salariales adicionales para las personas mencionadas (impuestos, seguros, contribuciones legales) c) repuestos y materiales consumibles con cargo al mantenimiento, incluidos los costes de transporte d) herramientas y equipos excluyendo inversiones y alquileres e) mantenimiento externo, instalaciones alquiladas f) servicios de consultoría g) costes administrativos del mantenimiento h) capacitación y educación continua i) costes de las actividades de mantenimiento realizadas por personas de producción o servicios j) costes de transporte, alojamiento k) documentación l) GMAO (<i>software</i> de gestión de mantenimiento asistido por ordenador) m) energía y servicios públicos n) la depreciación de las inversiones en equipos de mantenimiento, talleres y almacén de repuestos y consumibles; o) exclusiones: <ul style="list-style-type: none"> 1) costes relacionados con el cambio de productos/servicios o la duración de la transacción (por ejemplo, cambio de herramienta); 2) depreciación de repuestos estratégicos 3) costes de tiempo de inactividad |
| | Capacidad técnica | Capacidad técnica de diseño anual |

| KPI | DEFINICIONES Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES | EVALUACIÓN, MÉTODO, EJEMPLOS Y DEFINICIONES |
|---|---|---|
| M18 Tasa anual de renovación (%) | Inversiones anuales para reemplazar aun activo físico | Véanse las inversiones en activos físicos |
| | Valor total del reemplazamiento de un activo | Véanse los registros económicos |
| M19 Tasa de resultados (%) | Objetivos alcanzados | Basado en resultados anuales reales |
| | Objetivos asignados | De acuerdo con los planes de gestión |
| M20 Contribución de las mejoras continuas en mantenimiento (%) | Volumen de horas hombre efectivas dedicadas las actividades de mejora | Véanse los informes de los proyectos |
| | Número total de horas hombre dedicadas al mantenimiento | Véanse los registros de mantenimiento |
| M21 Número de actividades de mejora continua Nº/AÑO | Número de mejoras realizadas | Véanse los registros de mantenimiento |
| | Año | Véase el calendario |
| M22 Rendimiento anual de las mejoras continua (%) | Ahorro de costes | Véanse las economías generadas en términos de energía, de mano de obra, de recambios, de materiales, de tiempos de producción, etc. |
| | Costes de las mejoras | Véanse los informes de costes de proyectos |

10 KPI de la subfunción “Competencia de las personas”

10.1 Consideraciones generales

La competencia de las personas de mantenimiento es una prioridad, porque el mantenimiento es una función en la que la fuerza laboral constituye un recurso fundamental en términos de cantidad y calidad.

Es necesario desarrollar dos tipos de competencias:

- 1) la vinculada al conocimiento específico de los sectores de la empresa: energía, petróleo y gas, farmacéutico, alimentos, transporte, etc.
- 2) la vinculada al conocimiento de cada subfunción de mantenimiento.

Hay dos etapas en el proceso de mejora de las habilidades y, por lo tanto, el nivel de profesionalismo.

10.2 Cualificaciones

La Norma EN 15628:2014 proporciona un resultado formal de un proceso de evaluación y validación de las habilidades del personal de mantenimiento, proporcionado por un instituto o escuela autorizado por un organismo de certificación externo y determina que una persona ha obtenido:

- el nivel de formación requerido;
- la experiencia profesional requerida y las habilidades requeridas en el trabajo;
- el conocimiento requerido para la disciplina de mantenimiento.

La cualificación se clasifica, por recomendación de la UE, de la siguiente manera:

- NIVEL EQF 4-5: técnico de mantenimiento especialista.
- NIVEL EQF 5-6: supervisor de mantenimiento/ingeniero de mantenimiento.
- NIVEL EQF 6-8: gerente del servicio de mantenimiento/del mantenimiento/de la función de mantenimiento.

Las competencias incluyen los métodos, las aplicaciones y prácticas para lograr el mejor nivel de profesionalismo, a través de la formación, la experiencia de campo y el conocimiento específico de la disciplina de mantenimiento, de acuerdo con la Norma EN 15628.

Los KPI relacionados, llamados P, son:

- Gerente de mantenimiento: P1, P2, P3.
- Supervisor de mantenimiento/Ingeniero de mantenimiento: P4, P5, P6, P7, P8, P9.
- Técnico de mantenimiento especialista: P10, P11, P12.
- Planes de educación: P13, P14, P15, P16, P17, P18, P19, P20.

1) Educación:

El resultado de la asimilación de información a través de la educación y la formación. Principios, teorías impartidas por programas escolares y universitarios relacionados con las disciplinas: técnicas, de gestión, económicas e ingeniería.

2) Experiencia:

Capacidad para utilizar buenas prácticas de mantenimiento, comportamiento personal, social y/o metodológico, trabajar o estudiar para el desarrollo profesional y personal.

3) Aptitud:

La capacidad de aplicar el conocimiento y el uso de los conocimientos para realizar tareas y resolver problemas. Las habilidades se describen como cognitivas (que implican el uso del pensamiento lógico, intuitivo y creativo) o prácticas (basadas en la destreza y el uso de métodos, materiales, herramientas e instrumentos).

4) Formación continua:

Consiste en aprender o desarrollar por ti mismo o con otras personas todo tipo de habilidades y conocimientos que están vinculados a habilidades específicas y útiles.

La formación continua tiene los objetivos específicos de mejorar:

- la aptitud;
- la capacidad;
- la productividad;
- la calidad;
- el desempeño

Tabla 5 – KPI de las competencias para cada posición

| KPI | FACTORES | DEFINICIONES Y COMENTARIOS |
|--|---------------------|----------------------------------|
| P1 Competencias del gerente (%) | Alcanzado/requerido | Véase la Norma EN15628:2014 |
| | Alcanzado/requerido | Véase la Norma EN15628:2014, 5.3 |
| P2 Conocimiento del gerente (%) | Alcanzado/requerido | Véase la Norma EN15628:2014 |
| | Alcanzado/requerido | Véase la Norma EN15628:2014, 5.3 |
| P3 Aptitud del gerente (%) | Alcanzado/requerido | Véase la Norma EN15628:2014 |
| | Requerido | Véase la Norma EN15628:2014, 5.3 |
| P4 Competencia del ingeniero de mantenimiento (%) | Alcanzado | Véase la Norma EN15628:2014 |
| | Requerido | Véase la Norma EN15628:2014, 5.2 |
| P5 Conocimiento del ingeniero de mantenimiento (%) | Alcanzado | Véase la Norma EN15628:2014 |
| | Requerido | Véase la Norma EN15628:2014, 5.2 |
| P6 Aptitud del ingeniero de mantenimiento (%) | Alcanzado | Véase la Norma EN15628:2014 |
| | Requerido | Véase la Norma EN15628:2014, 5.2 |
| P7 Competencia del supervisor de mantenimiento (%) | Alcanzado | Véase la Norma EN15628:2014 |
| | Requerido | Véase la Norma EN15628:2014, 5.2 |
| P8 Conocimiento del supervisor de mantenimiento (%) | Alcanzado | Véase la Norma EN15628:2014 |
| | Requerido | Véase la Norma EN15628:2014, 5.2 |
| P9 Aptitud del supervisor de mantenimiento (%) | Alcanzado | Véase la Norma EN15628:2014 |
| | Requerido | Véase la Norma EN15628:2014, 5.2 |

| KPI | FACTORES | DEFINICIONES Y COMENTARIOS |
|--|--|---|
| P10 Competencia del técnico de mantenimiento especialista (%) | Alcanzado | Véase la Norma EN15628:2014 |
| | Requerido | Véase la Norma EN15628:2014, 5.1 |
| P11 Conocimiento del técnico de mantenimiento especialista (%) | Alcanzado | Véase la Norma EN15628:2014 |
| | Requerido | Véase la Norma EN15628:2014, 5.1 |
| P12 Aptitud del técnico de mantenimiento especialista (%) | Alcanzado | Véase la Norma EN15628:2014 |
| | Requerido | Véase la Norma EN15628:2014, 5.1 |
| P13 Cualificaciones en mantenimiento (%) | Número de profesionales cualificados | Véase la Norma EN15628:2014 |
| | Número total de personal de mantenimiento directo e indirecto | Véanse los registros de mantenimiento |
| P14 Certificación (%) | Número de profesionales certificados | Véanse los organismos de certificación acreditados. NOTA De acuerdo con la Norma EN ISO/IEC 27001. |
| | Número total de personal de mantenimiento directo e indirecto | Véanse los registros de mantenimiento |
| P15 Educación y formación continua de los gerentes (%) | Horas hombre anuales de educación y formación | Véanse tiempo dedicado a la educación y la formación continua |
| | Número total de horas hombre | Véase el número de personas y el tiempo de trabajo |
| P16 Educación y formación continua de los ingenieros de mantenimiento (%) | Horas hombre anuales de educación y formación | Véase el tiempo dedicado a la educación y la formación continua |
| | Número total de horas hombre | Véase la dotación en personal y tiempo de trabajo |
| P17 Educación y formación continua de los supervisores de mantenimiento (%) | Horas hombre anuales de educación y formación | Véase el tiempo dedicado a la educación y la formación continua |
| | Número total de horas hombre | Véase el tiempo de trabajo |
| P18 Educación y formación continua de los técnicos de mantenimiento especialistas (%) | Horas hombre anuales de educación y formación | Véase el tiempo dedicado a la educación y la formación continua |
| | Número total de horas hombre | Véase el número de personas y el tiempo de trabajo |
| P19 Proporción de educación y formación continua en relación con las horas hombre (%) | Número de horas hombre dedicadas a la educación y formación continua | Véase el tiempo de educación y de formación continua destinado al personal de mantenimiento |
| | Número total de horas hombre | Véanse los registros de mantenimiento |

| KPI | FACTORES | DEFINICIONES Y COMENTARIOS |
|---|---|---|
| P20 Grado de cualificación del personal de mantenimiento externo (%) | Horas hombre anuales trabajadas por personal de mantenimiento externo cualificado | Véanse los contratos y los informes |
| | Número total de horas hombre trabajadas por el personal de mantenimiento externo | Véanse los contratos y los informes |
| P21 Proporción de personas formadas (%) | Número total de personas formadas | Véase el tiempo de educación y de formación continua destinado al personal de mantenimiento |
| | Número total de personas | Véanse los informes de mantenimiento |
| Los KPI pueden dividirse por categorías de personal. | | |

11 KPI de la subfunción “ingeniería de mantenimiento”

La ingeniería de mantenimiento es la disciplina y los procesos que aplican las competencias, las aptitudes, los métodos, las herramientas y las técnicas para desarrollar y respaldar las actividades de mantenimiento a fin de garantizar que un elemento (3.4) pueda realizar sus funciones requeridas de manera segura, durable y rentable a lo largo del ciclo de vida.

La ingeniería de mantenimiento incluye la preparación de información sistematizada sobre los activos físicos y sus componentes para proporcionar Información suficiente y relevante.

Las principales áreas de ingeniería de mantenimiento en relación con los factores de influencia de los activos físicos y los KPI asociados, designados por E son:

- la capacidad y criticidad de los activos físicos: E1, E2, E3;
- la durabilidad: E4, E5, E6, E7, E8, E9;
- el mantenimiento preventivo: E10, E11, E12, E13, E14, E15, E16;
- la mejora continua de ingeniería: E17, E18, E19.

Tabla 6 – KPI de la ingeniería de mantenimiento

| KPI | FACTORES | DEFINICIONES Y COMENTARIOS |
|--|--|--|
| E1 Capacidad para desarrollar la ingeniería de mantenimiento (%) | Coste de los ingenieros de mantenimiento | Véase la economía del mantenimiento |
| | Valor, estimado, del reemplazamiento del activo físico | Es el monto, estimado, de capital que se requeriría para reemplazar el activo físico tal cual es |
| E2 Incidencia de la ingeniería de mantenimiento (%) | Coste de la ingeniería de mantenimiento | Véase la economía del mantenimiento |
| | Coste total de mantenimiento | Véase M16 |
| E3 Críticidad de elementos (%) | Número total de elementos críticos instalados | Véanse las reglas de criticidad aprobadas |
| | Número total de elementos instalados | Véanse los informes de ingeniería |
| E4 Redundancia (%) | Es la existencia de más de un medio para realizar una función requerida cuando se necesite, en un elemento | Véase la Norma EN 13306:2017, 4.13 |
| | Número total de elementos instalados | Véanse los informes de ingeniería |
| | Número total de elementos instalados | Véanse los informes de mantenimiento |
| E5 Tiempo medio entre fallos (MTBF) (<i>meantime between failures</i>) (horas) | Tiempo total de funcionamiento | Véase los registros de ingeniería |
| | Número de fallos | Véanse los informes de mantenimiento |
| E6 Tiempo de reparación medio (MRT) (<i>meanrepairtime</i>) (%) | Duración total de las reparaciones | Véanse los registros de mantenimiento de cada unidad |
| | Número de fallos | Véanse los informes de mantenimiento de cada unidad |
| E7 Análisis de los modos de fallo, efectos y su criticidad (FMECA) (<i>failure modes, effects and criticality analysis</i>) aplicándolo a un elemento crítico | Número de elementos considerados críticos cubiertos por FMECA | Véanse los informes de ingeniería concernientes a la criticidad |
| | Número total de elementos considerados críticos | Véase la lista de unidades críticas |
| E8 Tasa de fallos (Nº/Año) | Número de fallos anuales | Véanse los informes de mantenimiento |
| | Tiempo de funcionamiento anual | Véanse los informes de operación |
| E9 Tiempo de indisponibilidad debido al mantenimiento correctivo (%) | Tiempo total de indisponibilidad debido a razones de mantenimiento correctivo | Véanse los informes de mantenimiento y la Norma EN 13306:2017, 7.4 |
| | Tiempo total de indisponibilidad debido a razones de mantenimiento | Véanse los informes de mantenimiento |

| KPI | FACTORES | DEFINICIONES Y COMENTARIOS |
|---|---|--|
| E9 a) Mejoras (%) | Tiempo total de indisponibilidad debido a trabajos de mejora | Véanse los informes de mantenimiento |
| | Tiempo total de indisponibilidad debido a razones de mantenimiento | Véanse los informes de mantenimiento |
| E9 b) Mantenimiento correctivo de urgencia (%) | Tiempo total de indisponibilidad debido a razones de mantenimiento correctivo de urgencia | Véanse los informes de mantenimiento |
| | Tiempo total de indisponibilidad debido a razones de mantenimiento | Véanse los informes de mantenimiento |
| E9 c) Mantenimiento correctivo diferido (%) | Tiempo total de indisponibilidad debido a razones de mantenimiento correctivo diferido | Véanse los informes de mantenimiento |
| | Tiempo total de indisponibilidad debido a razones de mantenimiento | Véanse los informes de mantenimiento |
| E9 d) Mantenimiento programado | Tiempo total de indisponibilidad debido a razones de mantenimiento programado | Véanse los informes de mantenimiento |
| | Tiempo total de indisponibilidad debido a razones de mantenimiento | Véanse los informes de mantenimiento |
| E9 e) Mantenimiento no programado | Tiempo de indisponibilidad debido al mantenimiento no programado | Véanse los informes de mantenimiento |
| | Tiempo total de indisponibilidad debido a razones de mantenimiento | Véanse los informes de mantenimiento |
| E10 Tiempo de indisponibilidad debido al mantenimiento basado en la condición (%) | Tiempo de indisponibilidad debido al mantenimiento basado en la condición | Véanse los informes de mantenimiento |
| | Tiempo total de indisponibilidad debido a razones de mantenimiento | Véanse los informes de mantenimiento |
| E11 Tiempo de indisponibilidad debido al mantenimiento predeterminado (%) | Tiempo de indisponibilidad debido al mantenimiento predeterminado | Véanse los informes de mantenimiento |
| | Tiempo total de indisponibilidad debido a razones de mantenimiento | Véanse los informes de mantenimiento |
| E12 Tiempo de indisponibilidad debido al mantenimiento preventivo (%) | Tiempo de indisponibilidad debido al mantenimiento preventivo | Véanse los registros de mantenimiento |
| | Tiempo total de indisponibilidad debido a razones de mantenimiento | Véanse los registros de mantenimiento |
| E13 Utilización de tecnologías de mantenimiento predictivo (%) | Número de tecnologías de mantenimiento predictivo utilizadas | Véanse los informes de mantenimiento |
| | Número de tecnologías de predictivas que pueden ser utilizados | Véanse los tipos de herramientas de diagnósticos disponibles en el mercado |

| KPI | FACTORES | DEFINICIONES Y COMENTARIOS |
|--|---|---|
| E14 Intensidad del Análisis de causa raíz (<i>Root cause analysis</i>) RCA (%) | Número de análisis de causa raíz realizados | Véanse los informes de mantenimiento sobre RCA |
| | Número de fallos | Véanse los registros de mantenimiento |
| E15 Procedimientos estandarizados de mantenimiento (%) | Procedimientos estandarizados de mantenimiento | Véase la lista de estándares aprobados |
| | Procedimientos requeridos de mantenimiento | Véase la lista de estándares requeridos |
| E16 Mejoras en fiabilidad (Nº/año) | Número de acciones técnicas para mejorar fiabilidad | Véanse los informes de ingeniería (incluyendo fiabilidad operacional inherente) |
| | Año | Año como periodo de referencia |
| E17 Mejoras en mantenibilidad (Nº/año) | Número de acciones técnicas para mejorar la mantenibilidad | Véanse los informes de ingeniería (incluyendo fiabilidad operacional inherente) |
| | Año | Año como periodo de referencia |
| E18 Acciones de mejora en conservación energética (Nº/año) | Número de acciones de mantenimiento implementadas para mejorar la conservación energética | Véanse los informes de ingeniería |
| | Año | Año como periodo de referencia |
| E19 Mejoras (Nº/año) | Número de acciones de mejora | Combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión, destinadas a mejorar la fiabilidad intrínseca y/o la mantenibilidad y/o seguridad de un elemento, sin cambiar la función original |
| | Año | Véase el año de referencia |

12 KPIs de la subfunción “Organización de apoyo”

Esta subfunción es una combinación de recursos de mantenimiento internos y externos, como personal, repuestos, herramientas, equipos, información, métodos, procesos, procedimientos, estándares, mejores prácticas, TIC, etc., para proporcionar los servicios de mantenimiento requeridos logrando el mejor desempeño en términos de seguridad, productividad, eficiencia, calidad, costes y nivel de servicio.

Las tareas principales consisten en:

- 1) Establecer las reglas de criticidad y prioridad.
- 2) Definir un procedimiento para planificar, programar, realizar y controlar los trabajos requeridos.
- 3) Diseñar las órdenes de trabajo, incluida la información necesaria: seguridad, datos técnicos, contabilidad, tiempos, etc.

- 4) Usar un procedimiento computarizado estándar para lograr el mejor flujo de orden de trabajo integrado de acuerdo con la estructura organizacional, responsabilidad, procesos, etc.
- 5) Programar todos los recursos, oficios y apoyos, de acuerdo con las especificaciones y buenas prácticas de mantenimiento que son las mejor prácticas técnicas para reparar o restaurar un elemento en función de los conocimientos y las competencias disponibles.
- 6) Establecer de antemano el coste del mantenimiento preventivo, los plazos y otros factores relacionados, y programar el trabajo de acuerdo con las necesidades del usuario final.
- 7) Asignar el trabajo al personal interno y subcontratistas y controlar el progreso del trabajo.
- 8) Cerrar la orden de trabajo agregando comentarios técnicos y reportándolos en la base de datos.
- 9) Medir la calidad, eficiencia y eficacia de los trabajos realizados.
- 10) Evaluar y proporcionar el apoyo necesario y la actividad anexas para mejorar la calidad y la productividad.

El objetivo principal es organizar y apoyar las actividades del dominio del mantenimiento en el marco de la estrategia y los objetivos establecidos de gestión de los activos físicos, con el fin de lograr la mejor optimización de los recursos de mantenimiento.

Las áreas principales impulsadas por Organización de apoyo y KPI relacionados, denominados O&S son:

- Estructura y apoyo: O&S1, O&S2, O&S3, O&S4, O&S5, O&S6, O&S7, O&S8.
- Planificación y control: O&S9, O&S10, O&S11; O&S12, O&S13, O&S14, O&S15, O&S16; O&S17, O&S18, O&S19, O&S20, O&S21.
- Productividad y eficacia: O&S22, O&S23, O&S24, O&S25, O&S26, O&S27, O&S28.
- Calidad de los trabajos: O&S29, O&S30.

Tabla 7 – KPI de la subfunción” Organización de apoyo”

| KPI | FACTORES | DEFINICIONES Y COMENTARIOS |
|--|--|--|
| O&S1 Personal de mantenimiento versus personal del emplazamiento (%) | Número de personal de mantenimiento interno | Número total de personas incluidas en la nómina de la función de manteni- miento del emplazamiento |
| | Número total de personas del emplazamiento | Número total de personas incluidas en la nómina del emplazamiento |
| O&S2 Tasa de personal de mantenimiento indirecto versus directo (%) | Número de personal de mantenimiento, indirecto | El personal de mantenimiento indirec- to incluye gerentes, los capataces, per- sonal de ingeniería de mantenimiento, personal de planificación y programa- ción, personal de almacén de herra- mientas y trabajadores de almacén. |
| | Número total de personal de mantenimiento | Número total de personas incluidas en la dotación de personal de mantenimiento |
| O&S3 Contribución del mantenimiento por parte del personal, de fabricación (%) | Horas hombre de mantenimiento realizadas por el personal de producción | Actividades de mantenimiento reali- zadas por técnicos y operadores o usuarios de fabricación, de acuerdo con la metodología de mantenimiento productivo total |
| | Número total de horas de personal de mantenimiento directo | El personal de mantenimiento directo incluye técnicos u operadores que trabajan en el campo o en talleres y realizan directamente actividades de mantenimiento. |
| O&S4 Actividades llevadas a cabo por operadores (%) | Actividades de mantenimiento realizadas por operadores | El indicador muestra el grado de apli- cación del mantenimiento autónomo, indicando las posibles actividades que deben realizar los operadores. Un atri- buto utilizado puede ser la cantidad de horas hombre |
| | Actividades de mantenimiento, totales, a realizar | |
| O&S5 Personal de mantenimiento en turnos (%) | Personal de mantenimiento que trabaja a turnos | Personal de mantenimiento trabajando, permanentemente, a turnos |
| | Número total del personal de mantenimiento | Véase O&S30 |
| O&S6 Tasa de personal de mantenimiento mecánico (%) | Horas hombre, internas, para el mantenimiento mecánico | Horas de trabajo realizadas por personal interno de mantenimiento mecánico, incluidas en la nómina |
| | Horas hombre, internas, para la totalidad de mantenimiento | Horas hombre, totales, trabajadas por personal interno incluidas en la masa salarial reportadas en la nómina de mantenimiento |

| KPI | FACTORES | DEFINICIONES Y COMENTARIOS |
|--|--|--|
| O&S7 Eléctrico Instrumentación automatización (%) | Horas hombre, internas, del mantenimiento eléctrico, instrumentación y control | Horas hombre realizadas por personal interno de mantenimiento eléctrico, instrumentación y control, incluidas en la nómina |
| | Horas hombre, internas, para la totalidad de mantenimiento | Horas hombre, totales, trabajadas por personal interno incluidas en la masa salarial reportadas en la nómina de mantenimiento |
| O&S8 Intensidad de los trabajos de mantenimiento externalizados (%) | Horas hombre, externas, de trabajos de mantenimiento | Horas hombre trabajadas por mantenimiento externo para proporcionar servicios de apoyo como (andamios, manipulación, transporte, etc.) |
| | Horas de mano de obra para el mantenimiento, internas + externas | Número total de horas hombre trabajadas por el personal, internas y externas |
| O&S9 Proporción de mantenimiento correctivo (%) | Horas hombre para el mantenimiento correctivo | Horas hombre dedicadas a actividades de mantenimiento correctivo, internas y externas |
| | Número total de horas hombre de mantenimiento | Número total de horas hombre dedicadas al mantenimiento, internas y externas |
| O&S10 Proporción de mantenimiento correctivo de urgencia (%) | Horas hombre para el mantenimiento correctivo de urgencia | Número total de horas hombre dedicadas a los trabajos o acciones correctivas de urgencia, internas y externas |
| | Número total de horas hombre de mantenimiento | Número total de horas hombre dedicadas al mantenimiento, internas y externas |
| O&S11 Proporción de mantenimiento preventivo (%) | Horas hombre para el mantenimiento preventivo | Número total de horas hombre dedicadas al mantenimiento preventivo, internas y externas |
| | Número total de horas hombre de mantenimiento | Número total de horas hombre dedicadas al mantenimiento, internas y externas |
| O&S12 Proporción de mantenimiento predictivo (%) | Horas hombre para el mantenimiento predictivo | Número total de horas hombre dedicadas al mantenimiento predictivo, internas y externas |
| | Número total de horas hombre de mantenimiento | Número total de horas hombre dedicadas al mantenimiento, internas y externas |
| O&S13 Proporción de mantenimiento basado en la condición (%) | Horas hombre para el mantenimiento basado en la condición | Número total de horas hombre dedicadas al mantenimiento basado en la condición, internas y externas |
| | Número total de horas hombre de mantenimiento | Número total de horas hombre dedicadas al mantenimiento, internas y externas |

| KPI | FACTORES | DEFINICIONES Y COMENTARIOS |
|--|---|---|
| O&S14 Proporción de mantenimiento predeterminado (%) | Horas hombre para el predeterminado | Número total de horas hombre dedicadas al mantenimiento predeterminado, internas y externas |
| | Número total de horas hombre de mantenimiento | Número total de horas hombre dedicadas al mantenimiento, internas y externas |
| O&S15 Proporción de mejoras (%) | Horas hombre dedicadas a las mejoras | Número total de horas hombre dedicadas a mejoras |
| | Número total de horas hombre de mantenimiento | Número total de horas hombre dedicadas al mantenimiento, internas y externas |
| O&S16 MTTR (tiempo medio de reparación) (<i>Mean time to restoration</i>) (Horas) | Tiempo total hasta la recuperación | Intervalo temporal desde el momento del fallo hasta la restauración (Este incluye retrasos y tiempo de reparación) |
| | Número de fallos | Número total de fallos reparados utilizando los recursos internos y externos |
| O&S17 MRT (tiempo medio de reparación) (<i>mean repair time</i>) (%) | Tiempo total de reparación | Tiempo total dedicado a la adaptación o reparación de los componentes o grupos, internos y externos |
| | Número de fallos | Véase O&S16 |
| O&S18 Proporción del tiempo total de retraso (%) | Tiempo total de retraso | Tiempo total de retraso: retrasos logísticos, retrasos técnicos y retrasos administrativos externos |
| | Tiempo total hasta la recuperación | Trabajo de soporte total |
| O&S19 Proporción del tiempo de reparación sobre el tiempo total de restauración (%) | Tiempo total de reparación | Tiempo total de reparación en orden a restaurar la función requerida (EN 13306:2017) de un elemento |
| | Tiempo total hasta la recuperación | |
| O&S20 Número de semanas de carga de trabajo a realizar | Número total de horas hombre para los trabajos aprobados a realizar | Este indicador puede calcularse teniendo en cuenta la cantidad promedio de personal de mantenimiento presupuestado, interno y/o externo |
| | Horas hombre presupuestadas disponibles por semana | |
| O&S21 Nivel de planificación (%) | Horas hombre de mantenimiento planificadas | Horas hombre, internas y externas, planificadas para realizar los trabajos |
| | Número total de horas hombre de mantenimiento disponibles | Número total, de horas hombre de mantenimiento disponibles, internas y externas |
| O&S22 Proporción de horas hombre disponibles y programadas (%) | Horas hombre de mantenimiento programadas | Mantenimiento realizado conforme a un calendario preestablecido o un número específico de unidades de uso |
| | Número total de horas hombre de mantenimiento disponibles | Número total de horas hombre de mantenimiento disponibles internas y/o externas |

| KPI | FACTORES | DEFINICIONES Y COMENTARIOS |
|---|---|--|
| OS&22 a) Proporción de horas hombre planificadas y programadas | Horas hombre planificadas y programadas | Véanse OS&21 y OS&22 |
| | Número total de horas hombre de mantenimiento disponibles | Véanse OS&21 y OS&22 |
| O&S23 Trabajos cubiertos por buenas prácticas de mantenimiento (%) | Número de trabajos de mantenimiento cubiertos por buenas prácticas de mantenimiento (GMP ^a) | El GMP por si solo son especificaciones técnicas estandarizadas reconocidas como "Mejor práctica estándar" para realizar trabajos de mantenimiento interno con el más alto nivel de calidad, eficiencia y servicio |
| | Número total de trabajos de mantenimiento que requieren GMP | El trabajo de mantenimiento principal y los fallos repetitivos deben estar cubiertos por un estándar técnico y, por lo tanto, por GMP |
| O&S24 Eficacia de los trabajos de mantenimiento (%) | Horas hombre realmente dedicadas a la realización del trabajo | Horas hombre realmente gastadas en cada trabajo o en promedio para varios trabajos |
| | Horas hombre planificadas para la realización de un trabajo | Horas laborales planificadas estandarizadas requeridas por GMP o por una estimación técnica o por un análisis de trabajo. Este indicador se puede calcular para una sola orden de trabajo o varias órdenes de trabajo o para todo el departamento de mantenimiento. El resultado de este indicador debería analizarse. |
| O&S25 Horas extraordinarias (%) | Horas extraordinarias del personal interno | Véanse los registros |
| | Número total de horas hombre trabajadas | Véanse los registros |
| O&S26 Eficacia del mantenimiento externalizado (%) | Horas hombre realmente utilizadas en el mantenimiento externalizado | Véanse los registros |
| | Horas hombre asignadas al mantenimiento externalizado | Véanse los registros El resultado de este indicador debería de analizarse |
| O&S27 Eficiencia de los trabajos de una parada programada (%) | Horas hombre utilizadas en trabajos durante una parada programada | Véanse las horas hombre realmente consignadas en las órdenes de trabajo efectuadas durante una parada programada |
| | Horas hombre planificadas dedicadas a trabajos | Véanse las horas hombre planificadas y programadas en las órdenes de trabajo |
| O&S28 Eficacia de las órdenes de trabajo (%) | Órdenes de trabajo realizadas en plazo | Véanse los registros |
| | Número total de ordenes de trabajo requeridas a realizar | Véanse los registros |

| KPI | FACTORES | DEFINICIONES Y COMENTARIOS |
|---|---|--|
| O&S29 Reclamaciones concernientes a la calidad (%) | Número de reclamaciones ligadas a la de calidad | Véanse los registros |
| | Número total de órdenes de trabajo realizadas | Véase el informe de órdenes de trabajo realizadas |
| O&S30 Reeelaborar (%) | Número de órdenes de trabajo reelaboradas | Debido a actividades de mantenimiento que no cumplieron con las expectativas: trabajo no completado, defectos o pruebas no autorizadas. Véase el informe de las órdenes de trabajo y las quejas de los usuarios. |
| | Número total de órdenes de trabajo realizadas | Véanse los registros de ordenes de trabajo realizadas |
| a Buenas Prácticas de Mantenimiento (<i>Good Maintenance Practice</i>). | | |

13 KPI de la subfunción “Administración y suministros”

Esta subfunción cubre tres áreas principales:

- 1) El cumplimiento de todas las prácticas y procedimientos económicos de mantenimiento con las normas financieras y contables del país y de la empresa.
- 2) Las actividades contables y procedimientos adecuados para todos los recursos de mantenimiento y para el control de presupuestos y costes.
- 3) La gestión de la cadena de suministro para adquirir y proporcionar todo el soporte técnico como dispositivos, herramientas, equipos, repuestos, materiales y mantenimiento externo, de acuerdo con las necesidades y programas de mantenimiento para la ejecución de los trabajos

Los contenidos principales son:

- para implementar principios contables, actividades contables para el mantenimiento, incluida la ejecución de trabajos y proyectos, y establecer un sistema de presupuesto y control,
- para apoyar, con métodos de análisis y evaluación de costes, la gestión y la supervisión en cada etapa del proceso de mantenimiento,
- para establecer el plan de mantenimiento económico anual y el presupuesto,
- para mantener actualizados todos los documentos administrativos, normas, buenas prácticas de mantenimiento, presupuestos, etc.
- para evaluar y definir los costes estándar de los recursos de mantenimiento,
- para definir y utilizar los KPI económicos, organizativos y técnicos más útiles y realizar actividades de evaluación comparativa para evaluar la competitividad del mantenimiento,

- para definir los contratos de externalización de mantenimiento: (por ejemplo. servicios contratados, servicios completos, servicios globales),
- para proporcionar mantenimiento externo, repuestos y materiales.

Las principales áreas impulsadas y los KPI relacionados, llamados A&S, son los siguientes:

- Economía: A&S1, A&S2, A&S3, A&S4, A&S5, A&S6,
- Control presupuestario A&S7, A&S8, A&S9, A&S10, A&S11, A&S12, A&S13, A&S14, A&S15, A&S16, A&S17, A&S18, A&S19,
- Servicios externalizados: A&S20, A&S21, A&S22, A&S23, A&S24, A&S25,
- Materiales y repuestos: A&S26, A&S27, A&S28, A&S29.

Table 8 – KPI de administración y suministros para mantenimiento

| KPI | FACTORES | DEFINICIONES Y COMENTARIOS |
|--|---|---|
| A&S1 Costes relativos del mantenimiento (%) | Costes totales de mantenimiento | Véase M15 |
| | Valor de reemplazamiento del activo | Véanse los registros económicos |
| A&S2 Contribución del mantenimiento a los costes de transformación del servicio de producción (%) | Costes totales de mantenimiento | Véase M15 |
| | Costes de transformación de la producción | Coste total requerido por un activo / elemento, para transformar un material entrante en un producto/servicio, excluyendo los costes de materias primas y envases y materiales auxiliares. Véanse los informes de contabilidad industrial |
| A&S3 Contribución del mantenimiento a las inversiones (%) | Tareas realizadas por el mantenimiento para las inversiones | Esta actividad incluye modificaciones, modernización, trabajos excepcionales, mejoras, trabajos de renovación, etc., a veces realizados por el departamento de mantenimiento y clasificados como inversiones. |
| | Costes totales de mantenimiento | Véase M15 |
| A&S4 Contribución del mantenimiento al valor añadido (%) | Costes totales de mantenimiento | Véase M15 |
| | Valor total añadido | Véanse los registros económicos |
| A&S5 Coste horario del mantenimiento externalizado (euros/hora) | Coste de mantenimiento externalizado (precio total del mantenimiento externalizado + costes fijos asignados de la organización interna sobre el precio) | Coste total por hora, incluida la supervisión interna y otros costes fijos unitarios asignados. Véanse los libros de contabilidad industrial |
| | Horas hombre trabajadas por el mantenimiento externalizado | Véase acuerdos contractuales anuales |

| KPI | FACTORES | DEFINICIONES Y COMENTARIOS |
|---|--|--|
| A&S6 Contribución del mantenimiento a la producción (coste/producción) | Costes totales de mantenimiento+ costes de indisponibilidad ligados al mantenimiento | Los costes de indisponibilidad relativos a mantenimiento corresponden a los tiempos de indisponibilidad debidos al mantenimiento, multiplicados por el valor medio de una unidad de tiempo de pérdida de producción/ servicio de un elemento |
| | Cantidad producida | Producción estándar o efectiva |
| A&S7 Contribución del coste del personal interno (%) | Coste del personal interno de mantenimiento | Coste del personal interno que participa en el mantenimiento, Véase M15. Actividades del personal de mantenimiento directo e indirecto que son realizadas por los operadores de producción |
| | Coste total del mantenimiento | Véase M15 |
| A&S8 Contribución del coste los materiales y repuestos (%) | Coste total de repuestos + materiales utilizados | Costes de los recambios, los materiales y los consumible no inmovilizados utilizados en las actividades de mantenimiento |
| | Coste total del mantenimiento | Véase M15 |
| A&S9 Contribución de los costes indirectos (%) | Costes totales indirectos | Costes totales indirectos del mantenimiento + costes indirectos asignados al mantenimiento |
| | Coste total del mantenimiento | Véase M15 |
| A&S10 Contribución del coste total de la externalización (%) | Coste del mantenimiento externalizado | Coste total de las actividades de mantenimiento externalizadas. Véanse los contratos y los informes |
| | Coste total del mantenimiento | Véase M15 |
| A&S11 Contribución del coste del personal de mantenimiento indirecto (%) | Coste del personal indirecto de mantenimiento | Personal indirecto: gerentes, personal de administración, ingenieros de mantenimiento, personal de planificación y programación, de utillaje, almacenes y trabajadores de almacenes. |
| | Coste total del mantenimiento | Véase M15 |
| A&S12 Contribución del mantenimiento correctivo (%) | Coste del mantenimiento correctivo | Véase la Norma EN 13306:2017, 7.9 |
| | Coste total del mantenimiento | Véase M15 |
| A&S13 Contribución del mantenimiento preventivo (%) | Coste de mantenimiento preventivo | Véase la Norma EN 13306:2017, 7.1 |
| | Coste total del mantenimiento | Véase M15 |

| KPI | FACTORES | DEFINICIONES Y COMENTARIOS |
|---|--|---|
| A&S14 Proporción de mantenimiento basado en la condición (%) | Coste de mantenimiento basado en la condición | Véase la Norma EN 13306:2017, 7.3 |
| | Coste total del mantenimiento | Véase M15 |
| A&S15 Proporción de mantenimiento predeterminado (%) | Coste de mantenimiento predeterminado | Véase la Norma EN 13306:2017, 7.3 |
| | Coste total del mantenimiento | Véase M15 |
| A&S16 Coste de las mejoras (%) | Costes de las mejoras de mantenimiento | Véanse los registros de mantenimiento |
| | Coste total del mantenimiento | Véase M15 |
| A&S17 Proporción del mantenimiento durante la parada (%) | Costes de las paradas por mantenimiento | Coste total de mantenimiento ligado a las actividades a realizar durante el periodo de parada |
| | Coste total del mantenimiento | Véase M15 |
| A&S18 Proporción del mantenimiento interno en las actividades durante una parada (%) | Horas hombre de mantenimiento interno durante una parada | Véanse los registros de mantenimiento |
| | Horas hombre de mantenimiento interno + externalizado durante una parada | Véanse los informes de mantenimiento |
| A&S19 Proporción de los servicios globales sobre el mantenimiento total externalizado (%) | Coste total de servicios globales | Los servicios de mantenimiento global son un contrato para la provisión de todas las actividades de mantenimiento directo e indirecto para lograr el desempeño requerido de los activos físicos durante su vida útil y se paga en función de los resultados medidos reales |
| | Coste total del mantenimiento externalizado | Véanse los informes de contabilidad |
| A&S20 Proporción de los servicios completos (<i>full services</i>) sobre el mantenimiento total externalizado (%) | Coste total de los servicios completos (<i>full services</i>) | Los servicios de mantenimiento completo es un contrato que proporciona todos los recursos necesarios para mantener o reparar un elemento, de acuerdo con lo solicitado y los requisitos técnicos estipulados en el contrato. Se paga en función de los recursos utilizados |
| | Coste total de los servicios contratados | Véanse los informes de contabilidad |
| A&S21 Contribución del coste del mantenimiento externalizado mecánico al coste total del mantenimiento externalizado (%) | Coste del mantenimiento mecánico externalizado | Véanse los informes de contabilidad |
| | Coste total del mantenimiento externalizado | Véanse los informes de contabilidad |

| KPI | FACTORES | DEFINICIONES Y COMENTARIOS |
|--|---|---|
| A&S22 Contribución del coste del mantenimiento externalizado eléctrico al coste total del mantenimiento externalizado (%) | Coste del mantenimiento eléctrico externalizado | Véanse los informes de contabilidad |
| | Coste total del mantenimiento externalizado | Véanse los informes de contabilidad |
| A&S23 Contribución del coste de la externalización para el mantenimiento de la instrumentación al coste total de la externalización (%) | Coste del mantenimiento de instrumentación externalizado | Véanse los informes de contabilidad |
| | Coste total del mantenimiento externalizado | Véanse los informes de contabilidad |
| A&S24 Profesionalidad de los servicios externalizados (%) | Número de servicios certificados | Servicios certificados suministrados |
| | Servicios totales | Número total de servicios proporcionados |
| A&S25 Contribución de los recambios al valor del reemplazamiento del activo (%) | Valor medio anual del inventario de recambios y materiales | Véanse los registros de almacenes excluyéndolos recambios capitalizados (inmovilizado) |
| | Valor del reemplazamiento del activo físico | Es la cantidad estimada de capital que se requeriría para reemplazar el activo físico tal como está, ahora |
| A&S26 Tasa de rotación del inventario de repuestos (Número) | Valor de los recambios y materiales utilizados | Véanse los registros anuales o semestrales excluyendo los repuestos capitalizados (inmovilizado) |
| | Valor medio anual del inventario de recambios y materiales | Véanse los registros anuales o semestrales |
| A&S27 Nivel de servicios del almacén (%) | Número de artículos entregados inmediatamente al personal de mantenimiento. | Véanse los registros de almacén |
| | Número de artículos requeridos por el personal de mantenimiento | Véanse los registros de mantenimiento |
| A&S28 Nivel de servicio de aprovisionamiento de recambios (%) | Número de recambios entregados en la fecha convenida | Véanse los registros de almacenes |
| | Número total de repuestos a entregar en la fecha convenida | Véanse las órdenes de compra |
| A&S29 Fiabilidad del aprovisionamiento de recambios (%) | Número anual de reclamaciones | Véanse informes de mantenimiento. El número de reclamaciones que incluye: <ul style="list-style-type: none"> – La conformidad de la calidad – La cantidad entregada versus la demandada |
| | Número de recambios suministrados anualmente | Véanse las órdenes de compras y los registros de almacenes |

14 KPIs de la subfunción “Tecnologías de la información y la comunicación”

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) son un conjunto de ciencias o conjunto complejo de ciencias, criterios, metodologías, técnicas y herramientas interconectadas, diseñadas para mejorar las actividades relacionadas con la recopilación, transmisión y procesamiento de datos e información para crear valor añadido y ayudar a las personas de gestión y mantenimiento a lograr el mejor rendimiento.

Las tecnologías de apoyo pueden contribuir significativamente al aumento de la competitividad, optimizando estrategias, decisiones, acciones y controles para lograr nuevos modelos de excelencia de la función de mantenimiento ampliando las fronteras actuales.

Este subsistema de tecnologías de la información y la comunicación incluye aplicaciones para desarrollar y lograr el mejor rendimiento de mantenimiento en el marco del internet de las cosas (*Internet of Things*) de acuerdo con la visión, misión, valores y objetivos establecidos por la organización.

Las principales áreas y los KPI relacionados, llamados ICT, son los siguientes:

- Gestión ICT1, ICT2, ICT3, ICT4, ICT5, ICT6;
- Administración y suministros ICT7, ICT8, ICT9, ICT10;
- Organización y apoyo ICT11, ICT12, ICT13;
- Ingeniería de mantenimiento ICT14, ICT15, ICT16, ICT17, ICT18, ICT19, ICT20.

Los indicadores relacionados con la funcionalidad y el grado de utilización e integración de las TIC en las principales áreas de mantenimiento no pueden medirse mediante fórmulas. En consecuencia, es conveniente tener un valor cualitativo utilizando un cuestionario específico para evaluar, para cada indicador, el "nivel del estado" del sujeto para conocer la realidad a fin de mejorarla.

Table 9 – KPI de las tecnologías de la información y la comunicación

| KPI | FACTORES | DEFINICIONES Y COMENTARIOS |
|--|--|--|
| ICT1 Funcionalidades del <i>software</i> instaladas | Altas Medias Suficientes Insuficientes Pobres | Véase las auditorías realizadas por expertos |
| ICT2 Integración del <i>software</i> asociado al mantenimiento en el sistema de TICs de la organización | Alto Medio Suficiente Insuficiente Pobre | Los usuarios de mantenimiento y los expertos en TIC, como proveedores, deben establecer puntos de referencia y posteriormente evaluar las posiciones reales y el progreso. |
| ICT3 Intensidad de la utilización de TIC (%) | Números de accesos a las TIC o máquinas, líneas, etc. conectadas | Véanse los registros de TIC |
| | Número de personas que trabajan en el mantenimiento | Véase la estructura de la organización |

| KPI | FACTORES | DEFINICIONES Y COMENTARIOS |
|--|--|--|
| ICT4 Uso de un puesto de control de mantenimiento | Alto Medio Suficiente Insuficiente Pobre | Véanse los informes y requisitos de gestión. El puesto de control es una mezcla de KPI's relevantes que permiten mantener las actividades bajo control en tiempo real (<i>on line</i>) Co = continuo, C0 = control, KPI = Indicador, T = Puntualmente |
| ICT5 Capacidad de los TIC para calcular el coste total del ciclo de vida | Alto Medio Suficiente Insuficiente Pobre | Véanse los informes de gestión |
| ICT6 Usabilidad del <i>software</i> de mantenimiento | Alto Medio Suficiente Insuficiente Pobre | Véase la funcionabilidad procesos y gestión requerida |
| ICT7 Utilización de una aplicación para los recambios y los materiales | Alto Medio Suficiente Insuficiente Pobre | Véase la planificación y organización de almacenes. |
| ICT8 Utilización de una aplicación para presupuestos y control de costes | Alto Medio Suficiente Insuficiente Pobre | Véanse los procedimientos de presupuestación y control |
| ICT9 Integración con los procedimientos de HSE | Alto Medio Suficiente Insuficiente Pobre | Véanse las leyes y reglamentos en materia de HSE |
| ICT10 Utilización de una aplicación para compras en línea (<i>on line</i>) con el almacén | Alto Medio Suficiente Insuficiente Pobre | Véanse las actividades de compras y control de almacenes |
| ICT11 Utilización de una aplicación para recolectar BigData | Alto Medio Suficiente Insuficiente Pobre | Véanse los registros e informes de mantenimiento |
| ICT12 Utilización de una aplicación para la planificación de tareas (%) | Alto Medio Suficiente Insuficiente Pobre | Véanse los registros y las actividades de la organización, la planificación y la gestión |

| KPI | FACTORES | DEFINICIONES Y COMENTARIOS |
|---|--|---|
| ICT13 Uso de una aplicación de control de tareas | Alto Medio Suficiente Insuficiente Pobre | Véanse la planificación y control |
| ICT14 Utilización de una aplicación de mantenimiento preventivo | Alto Medio Suficiente Insuficiente Pobre | Véanse los informes y registros de ingeniería |
| ICT15 Utilización de una aplicación para mantenimiento pronóstico | Alto Medio Suficiente Insuficiente Pobre | Véase la gestión, ingeniería, organización y registros asociados |
| ICT16 Utilización de aplicaciones móviles | Alto Medio Suficiente Insuficiente Pobre | Véanse los informes de gestión e ingeniería |
| ICT17 Utilización de aplicaciones de ingeniería de mantenimiento | Alto Medio Suficiente Insuficiente Pobre | Véanse los análisis de criticidad, Análisis de causa raíz (<i>RCA – Root Cause Analysis</i>), Análisis de los modos de fallo, efectos y su criticidad (<i>FMECA failure modes, effects and criticality analysis</i>), configuración de la redundancia, etc. |
| ICT18 Utilización de una monitorización basada en la condición en línea (<i>on line</i>) | Muy alto Alto Medio Bajo Muy bajo | Véase la metodología (<i>Machine to machine</i>), Internet de las cosas (<i>Internet of Things</i>) |
| ICT19 Utilización de etiquetas RFID ^a | Alto Medio Suficiente Insuficiente Pobre | Véanse los informes de ingeniería |
| ICT20 Sistemas de impresión digital 3D para suministrar recambios | Alto Medio Suficiente Insuficiente Pobre | Véanse los informes de ingeniería |
| ^a Identificación por radio frecuencia. | | |

15 Proceso para la mejorar el desempeño del mantenimiento

15.1 Utilización de los KPI

El proceso de mantenimiento es un motor que proporciona un alto nivel de prestaciones (seguridad, disponibilidad, medio ambiente, rentabilidad, calidad, etc.) a un activo físico. Este motor debe ajustarse periódicamente para evaluar y lograr el mejor equilibrio entre todos los diferentes criterios, a veces, antagónicos.

El proceso de mejora se muestra en la figura 3, que representa el Ciclo de Deming y se puede administrar a través de los siguientes pasos:

- 1) identificar los objetivos, metas, debilidades, fortalezas, etc. para seleccionar los KPI de referencia y los valores de referencia definidos por umbrales decididos, acciones de evaluación comparativa (*benchmarking actions*) y su evolución.
- 2) medir los valores reales de los KPI utilizando fórmulas o métodos y modelos de evaluación cualitativa, como los cuestionarios de gestión.
- 3) comparar los valores reales de KPI con referencias para identificar las diferencias (*gaps*) y analizarlas.
- 4) definir e implementar acciones de mejora continua en el estado existente para lograr mejores valores.

Si se omite alguno de estos pasos, no se realizarán mejoras. En la práctica, tal situación a veces puede ocurrir cuando los indicadores se han determinado y se utilizan, pero no se han establecido sus valores reales o cuando no se toman medidas apropiadas a pesar de la desviación detectada

Utilizando los KPI es fácil diseñar y organizar un sistema de evaluación de desempeño a medida, computarizado o no, para proporcionar toda la información de mantenimiento a las funciones involucradas, como gestión de la organización, gestión del emplazamiento, gestión del mantenimiento, función de supervisión, etc.

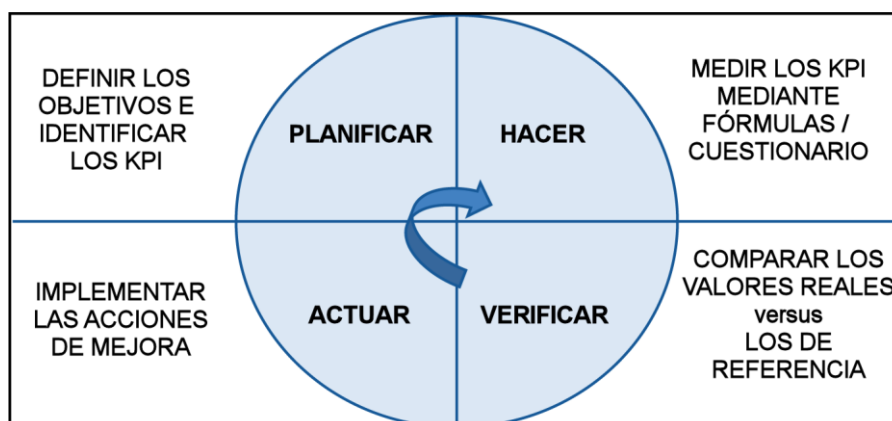


Figura 3 – Aplicación de los KPI utilizando el ciclo P.D.C.A (rueda de Deming)

15.2 Clasificación de los indicadores de mantenimiento

Algunos indicadores miden el desempeño técnico de los activos (por ejemplo, seguridad, disponibilidad, fiabilidad, mantenibilidad, etc.) y pueden ser considerados en diferentes niveles (portfolio de plantas, planta, sistema, subsistema, equipo, componentes). Otros indicadores miden directamente el desempeño de los subprocesos de mantenimiento (proceso de mantenimiento preventivo, proceso de mantenimiento correctivo, proceso de aprovisionamiento de repuestos, procesos de los recursos humanos de mantenimiento, etc.). Estos procesos generan actividades y requieren recursos que pueden medirse mediante indicadores específicos.

Finalmente, otras prestaciones dependen tanto del proceso de mantenimiento como el de los activos. La implementación del mantenimiento de los activos proporciona eficiencia, rendimiento económico y la reducción de los niveles de riesgo.

Una clasificación completa y coherente debe incluir indicadores para los diferentes niveles de las funciones de la organización:

- planta;
- gestión del mantenimiento;
- implementación de mantenimiento.

Dependiendo de la posición de los usuarios en la organización, se puede evaluar:

- el desempeño de las actividades relativamente fundamentales;
- los resultados de subprocesos, como por ejemplo el proceso de mantenimiento preventivo o el proceso de aprovisionamiento de repuestos;
- los resultados generales del proceso de mantenimiento para evaluar la estrategia, medir la actividad realizada, analizar los recursos, evaluar la efectividad global.

15.3 Etapas del proceso de mejora

La figura 4 muestra la cronología en el desarrollo de un proceso de mejora, basado en la implementación de un sistema de indicadores.

Después de haber definido los objetivos de los KPI, el proceso comienza con el desglose de:

- los elementos que se incluyen en la evaluación;
- los procesos de mantenimiento involucrados.

Luego, se pueden utilizar dos enfoques complementarios para identificar indicadores relevantes:

- elegir entre las listas de indicadores existentes aquellos que cumplen los requisitos;
- partir de las acciones realizadas en cada subproceso, basadas en el conocimiento de las entradas y salidas de estas acciones, que sirven para medir su eficiencia e identificar posibles puntos débiles.

El siguiente paso consiste en verificar la disponibilidad de datos y en desarrollar sistemas de visualización de datos apropiados, que constituyen el sistema de información para gestionar los activos físicos.

Se lleva a cabo una fase operativa para recopilar datos y calcular los valores de los indicadores y diseño del cuadro de mando. La comparación de indicadores con valores de referencia (puntos de referencia o valores anteriores) permite detectar posibles desfases y, en ese caso, se pueden distinguir diferentes situaciones:

- a) Se detectan desfases en los indicadores asociados a los procesos y se deben emprender acciones de mejora en los procesos en cuestión.
- b) Los valores de los indicadores relacionados con los activos están lejos de los esperados.

Esta situación lleva a considerar diferentes opciones:

- 1) Buscar los procesos que podrían explicar los malos resultados del activo para determinar las mejoras necesarias de estos procesos. Esta acción debe basarse en el análisis de indicadores relacionados con los procesos.
- 2) Estudiar la oportunidad de realizar modificaciones del activo para superar defectos en el diseño o la fabricación que podrían afectar la fiabilidad o mantenibilidad.
- 3) Cambiar las condiciones de operación que podrían iniciar o acelerar la cinética de los mecanismos de fallo o interferir con las tareas de mantenimiento.

Debe destacarse que un análisis comparativo también es una forma que permite identificar las mejores prácticas que puede servir para definir acciones de mejora a implementar.

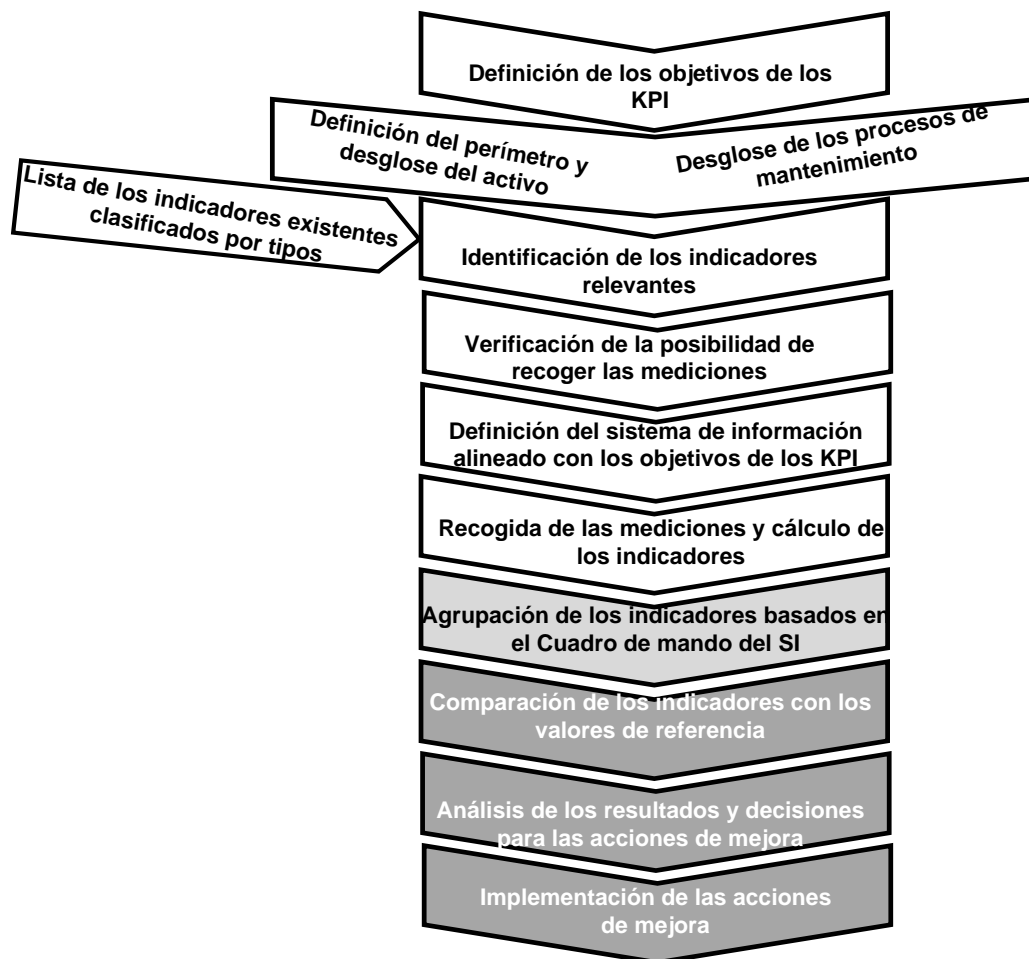


Figure 4 – Etapas del proceso de mejora basado en KPIs

Este proceso, en sí mismo, debe ser iterativo y la relevancia de los indicadores utilizados se debe revisar periódicamente. También es importante actualizar la recopilación y cálculo de datos que se deben adaptar a la cinética de las variables medidas para detectar, rápidamente, las variaciones.

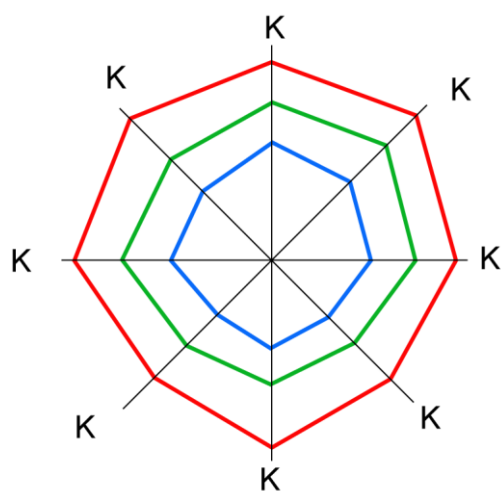
Por lo tanto, es importante desarrollar una cultura de mejora continua basada en observaciones cuantificadas y que conduzca a la implementación de acciones de mejora.

15.4 Evaluación del mantenimiento

La Matriz de KPI de la tabla 1 proporciona un gran conjunto de indicadores, que se puede utilizar para lograr una evaluación general de la función de mantenimiento y una evaluación específica de cada subfunción y sus componentes.

De esta forma, es posible establecer el estado existente y el objetivo para cada sector tecnológico y activo físico.

También es posible hacer una comparación con la mejor (con las mejores referencias) de cada subfunción de mantenimiento y posicionar su nivel de madurez (véase el diagrama radial en la figura 5).



Leyenda

- Valor de referencia
- Objetivo
- Valor real

Figure 5 – Ejemplo de diagrama radial para mostrar la evaluación de una subfunción de mantenimiento a partir de 8 KPI relevantes

Bibliografía

- [1] EN 16646:2014, *Maintenance. Maintenance within physical asset management.*
- [2] EN 17007, *Maintenance process and associated indicators.*
- [3] EN ISO/IEC 27001, *Information technology. Security techniques. Information security management systems. Requirements (ISO/IEC 27001).*
- [4] ISO 22400-2:2014, *Automation systems and integration. Key performance indicators (KPIs) for manufacturing operations management. Part 2: Definitions and descriptions.*
- [5] ISO 55001, *Asset management. Management systems. Requirements.*

Para información relacionada con el desarrollo de las normas contacte con:

Asociación Española de Normalización
Génova, 6
28004 MADRID-España
Tel.: 915 294 900
info@une.org
www.une.org

Para información relacionada con la venta y distribución de las normas contacte con:

AENOR INTERNACIONAL S.A.U.
Tel.: 914 326 000
normas@aenor.com
www.aenor.com



organismo de normalización español en:

