

Dyna
ISSN: 0012-7353
dyna@unalmed.edu.co
Universidad Nacional de Colombia
Colombia

Galar, Diego; Berges, Luis; Lambán, Mª Pilar; Tormos, Bernardo
La medición de la eficiencia de la función mantenimiento a través de KPIs financieros
Dyna, vol. 81, núm. 184, abril, 2014, pp. 102-109
Universidad Nacional de Colombia
Medellín, Colombia

Disponible en: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49630405014

Cómo citar el artículo
Número completo
Más información del artículo
Página de la revista en redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MEDELLÍN
FACULTAD DE MINAS

DYNA

http://dyna.medellin.unal.edu.co/

The measurement of maintenance function efficiency through financial KPIS

La medición de la eficiencia de la función mantenimiento a través de KPIs financieros

Diego Galar [a], Luis Berges [b], Mª Pilar Lambán [c] & Bernardo Tormos [d]

[a] *PhD., Profesor Titular, University of Technology, Luleå, Suecia; diego.galar@ltu.se*
[b] *PhD., Profesor Titular, Universidad de Zaragoza, España, bergesl@unizar.es*
[c] *PhD, Profesor Colaborador, Universidad de Zaragoza, España, plamban@unizar.es*
[d] *PhD., Profesor Titular, Universidad Politécnica de Valencia, España, betormos@mot.upv.es*

Received: August 14th, 2013. Received in revised form: October 7th, 2013. Accepted: October 22th, 2013

Abstract
The measurement of the performance in the maintenance function has produced large sets of indicators that due to their nature and disparity in criteria and objectives have been grouped in different subsets lately, emphasizing the set of financial indicators. To generate these indicators properly is necessary to have accurate input data. Hence in this paper we propose a comprehensive model of consensus between the different stakeholders involved in the maintenance function. This will bring about the accurate determination of the maintenance costs of an organization.

Keywords: KPI, maintenance, indicator, cost model, effectiveness, efficiency.

Resumen
La medición del rendimiento en la función mantenimiento ha dado lugar a grandes baterías de indicadores que por su extensión y disparidad en criterios y objetivos han sido agrupados en diferentes bloques en los últimos tiempos, destacando el conjunto de indicadores financieros. Para generar éstos indicadores de manera adecuada es necesario disponer de datos de entrada precisos. De ahí que en este trabajo se propone un modelo global consensuado entre los diferentes grupos de interés implicados de la función mantenimiento. Con ello se conseguirá la determinación precisa de los costes de mantenimiento de una organización.

Palabras Clave: KPI, mantenimiento, indicador, modelo de costes, eficiencia, eficacia.

1. Introduccion

Los indicadores de rendimiento de mantenimiento se sustentan en tres pilares, a saber: los parámetros RAMS (Fiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad), el modelo de costes y el factor humano, [1]. Se debe configurar un modelo de costes de mantenimiento consensuado entre los diferentes stakeholders de la función mantenimiento como base necesaria para componer el corpus de los indicadores financieros, que a su vez constituyen un grupo relevante en el conjunto general de indicadores de rendimiento de una empresa.

Las medidas financieras se suelen considerar la capa superior en la jerarquía del sistema de medición por ser usadas habitualmente por la alta dirección. Estos índices demuestran la capacidad de la organización para lograr un buen retorno de sus activos y para crear valor. La métrica de este nivel se utiliza para la planificación estratégica, de ahí que constituye el pilar de la organización. Este nivel de medición puede ser utilizado también para comparar el rendimiento de los diferentes departamentos y divisiones dentro de la organización matriz. Algunos autores como en [2] proponen el valor actual neto (VAN) para su uso en mantenimiento como uno de estos indicadores financieros, otros como [3] propugnan el uso de indicadores tales como: la variación porcentual de las ventas, retorno sobre activos, rendimiento de las ventas, el cambio porcentual en el total de activos y el cambio porcentual en el número de empleados.

La incorporación de indicadores financieros a los cuadros de mando de mantenimiento supone para [4] la búsqueda en la unicidad de criterios y tendencias entre mantenimiento y la estrategia corporativa. De igual modo en [5] se expone la necesidad de una integración y correlación de forma armónica de los indicadores de rendimiento financiero de la organización, que trata de la visión estratégica con los referentes a la eficiencia del área de mantenimiento.

© The authors; licensee Universidad Nacional de Colombia.

En [6] se analiza dentro de las cuatro perspectivas de los KPIs en mantenimiento la perspectiva financiera, para la autora todo sistema de planificación debe mostrar la historia de la estrategia y el posicionamiento de la corporación indicado por los objetivos financieros, vinculándolos luego a la secuencia de acciones que deben realizarse con los clientes, proceso internos y finalmente con los propios empleados. Esta perspectiva está centrada en el rendimiento del capital, el valor añadido a la organización y la reducción de costes unitarios en el caso de empresas de servicios. En el caso de mantenimiento, es allí donde se monitorizan los costes de cada actividad y el indicador de incidencia de costes de mantenimiento por unidad de producción y costes de mantenimiento sobre el valor de los activos, indicadores de posicionamiento utilizados a nivel mundial actualmente. La incorporación de todos estos indicadores exige un modelo de costes consensuado, principal preocupación para realizar un adecuado Benchmarking de estos índices. La necesidad de comparación y búsqueda de puntos de referencia en el cálculo de los KPIs exige una paridad en el cálculo de los mismos, siendo la mayor parte de las veces cociente de dos costes y por tanto atribuibles directamente al modelo financiero implantado.

Esta imposibilidad y falta de consenso en los modelos de costes y por tanto la disparidad de los índices calculados se manifiesta en la existencia de tan solo dos índices de clase mundial, es decir de consenso general, relativos a las finanzas en el ámbito del mantenimiento indicados por [7]:

- Coste de Mantenimiento por Facturación: Relación entre el coste total de mantenimiento y la facturación de la empresa en el periodo considerado.
- Coste de Mantenimiento por el Valor de Reposición: Relación entre el coste total acumulado en el mantenimiento de un determinado equipo y el valor de compra de ese mismo equipo nuevo (valor de reposición).

Incluso los índices de clase mundial requieren un parámetro que no por mucho nombrarlo es simple, esto es, el coste de mantenimiento. El modo de cálculo de este coste exige un consenso absoluto en pro de una adecuada comparación de ulteriores KPIs basados en él. El modelo de costes, por tanto, no se convierte en un fin en sí mismo, sino en un medio para en base a él y mediante los datos que resulten de su aplicación, poder extraer aquellos indicadores de carácter financiero que permitan a los diferentes niveles jerárquicos de la organización valorar de forma cuantitativa la eficiencia de la función mantenimiento en su vertiente monetaria. El objeto que se persigue es la descripción de un modelo claro y sencillo basado en una recogida de datos realista y en un procesado posterior de esos datos para la confección de los indicadores de mantenimiento y en particular de los financieros.

El modelo deberá diferenciar y seleccionar aquellos costes considerados “hard” o “soft” en función del indicador a generar y de la complejidad de la recolección de los mismos. Los “hard” representan aspectos fácilmente medibles y de los que se puede extraer la información necesaria para el procesado requerido, representando los “soft” un intangible de más compleja medición, [8]. Indicadores “soft” como el coste de no haber realizado determinada acción formativa, o la no disponibilidad de un equipo de monitorizado por condición (CBM) que hubiera detectado un patrón anómalo de estado, son atractivos pero difícilmente mensurables en la recogida de datos tradicional y habrá que buscar aquellos costes “hard” de más fácil explotación y que aporten la información requerida.

2. Los objetivos económicos de la función mantenimiento

La función mantenimiento tiene por misión la conservación de los equipos de la empresa en buen estado de funcionamiento al coste más razonable posible, es decir la tan ansiada eficiencia con la eficacia fijada. Es menester analizar esto desde dos puntos de vista concernientes a los equipos y máquinas:

- El de la Dirección cuando se dispone a decidir la instalación de un nuevo equipo. El criterio de decisión será entonces el del coste total del equipo por unidad de producción, o sea la relación del coste total del equipo, incluyendo su adquisición y mantenimiento, respecto a la cantidad producida en toda la vida útil del mismo.
- El de los responsables de producción y mantenimiento, o sea de los responsables de la gestión del equipo. En este caso, el equipo existe, y sus gastos de posesión son un dato fijo así como el programa de producción. Entonces el criterio de decisión será el coste total de mantenimiento que se compondrá de la pérdida de beneficio que experimentará la empresa como consecuencia del incumplimiento del programa de producción ocasionado por las detenciones del equipo (coste de fallo) y del coste de las operaciones de mantenimiento, que a su vez comprende tres elementos: El coste de funcionamiento de las unidades de la empresa encargadas de las operaciones de reparación (personal de todas categorías, herramientas y equipos), el coste de las piezas y de recambio consumidos además de sus gastos de adquisición y almacenaje (repuestos más costes financieros) y el coste de operaciones subcontratadas con especialidades exteriores.

2.1 El coste global de Mantenimiento.

Se define el coste global de mantenimiento como el valor que recoge el resultado económico de la gestión total del mantenimiento de una empresa. Una máquina, instalación, sección, planta o fábrica, que tenga un elevado coste, significa que su gestión de mantenimiento no es buena. Por el contrario, si el coste es bajo, se está ante una buena gestión de mantenimiento siempre y cuando estas premisas presupongan la consecución de la eficacia demandada por la planta.

El Coste Global recoge de forma integral todas las facetas del mantenimiento tanto en beneficios como pérdidas en una empresa. La siguiente Figura 1 ilustra cada uno de los componentes, representando un esquema

completo del coste global con los conceptos anteriormente definidos.

Uno de los objetivos principales de este artículo es la propuesta de un modelo para calcularlo. Lamban en [9] propone un modelo de costes que consiste en una generalización de una estructura de descomposición por niveles más conocida como Work Breakdown Structure (WBS) para ser aplicado en los diferentes procesos de todas las áreas de la Cadena de Suministro, aunque en este trabajo se muestra el modelo planteado en el proceso de mantenimiento. Este modelo comparte con otros modelos la premisa de querer reflejar el proceso y sus actividades en los costes, análogo a un análisis ABC se analizan las actividades asociadas al proceso de estudio, y siguiendo el modelo de costes basado en procesos, se refleja el proceso con todos sus factores en una expresión en la que se cuantifican sus costes. Este estudio se convertirá en la herramienta para generar los indicadores financieros por la capacidad de recolección de parámetros "hard". A continuación se indican los diferentes bloques de costes a considerar para el cálculo del coste.

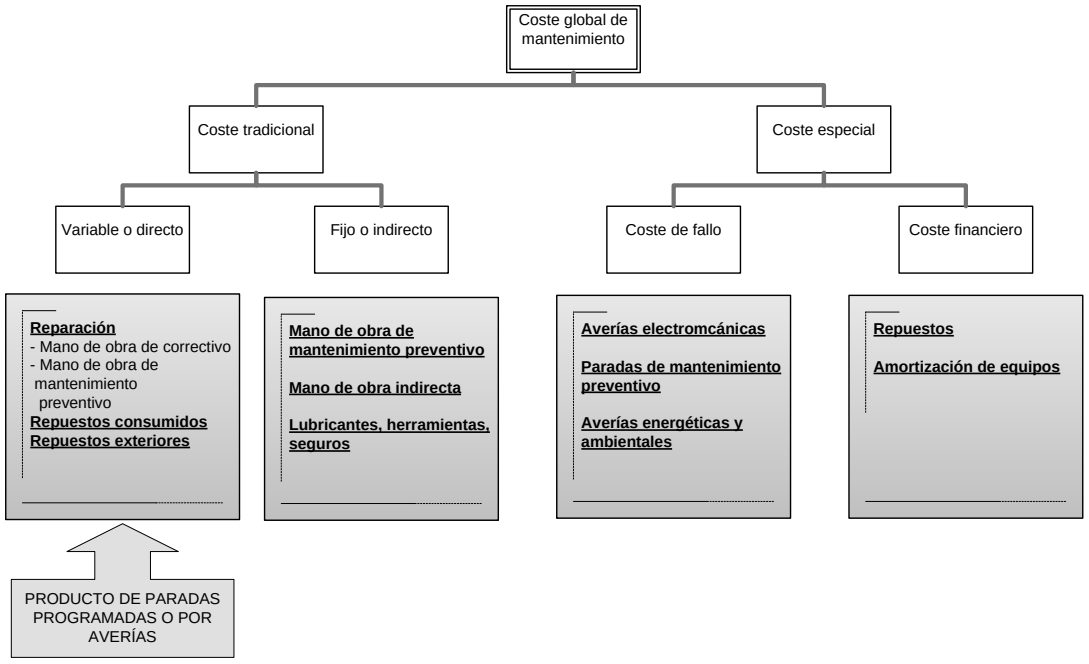


Figura. 1. Desglose del Coste global en sus diferentes conceptos.

3. Cálculo del coste global de mantenimiento

Según AFNOR [10] el coste global de mantenimiento C_g es la suma de cuatro componentes:

- Costes de intervenciones (C_i);
- Costes de fallos (C_f);
- Coste de almacenamiento (C_a);
- Coste de sobre-inversiones (C_{si}).

$$C_g = C_i + C_f + C_a + C_{si} \quad (1)$$

Este coste global puede ser calculado para una máquina concreta, grupo de máquinas o plantas enteras pero políticas como RCM que racionalizan la observancia y aplicación del mantenimiento recomiendan que se realice en aquellos equipos que más afectan al coste dada su criticidad o importe.

3.1. Coste de intervención

El coste de intervención (C_i) incluye los gastos relacionados con el mantenimiento preventivo y correctivo. No incluye costes de inversión, ni aquellos relacionados directamente con la producción: ajustes de parámetros de producción, limpieza, etc.

El coste de intervención puede ser descompuesto en:

- Mano de obra interna o externa,
- Repuestos en almacén o comprados para una intervención;
- Material fungible requerido para la intervención;

Es importante otorgar un valor realista a los dos componentes del coste de intervención C_i: Por un lado los costes de intervención por unidad de tiempo ci ($/hora), y por otro el total de horas-hombre pues ambos influyen directamente en el coste global de mantenimiento, la función objetivo a minimizar.

3.2. Coste de fallos

Estos costes corresponden a las pérdidas de margen de explotación debidas a un problema de mantenimiento que haya producido una reducción en la tasa de producción de productos en buen estado. La pérdida de este margen, puede incluir aumento de los costes de explotación o una pérdida de negocios.

Entre las causas que ocasionan problemas de mantenimiento en este trabajo se destacan:

- Mantenimiento preventivo mal definido;
- Mantenimiento preventivo mal ejecutado;
- Mantenimiento correctivo efectuado en plazos muy largos, mal ejecutado, realizado con repuestos malos o de baja calidad.

Es importante recalcar que el coste de fallo de los equipos corresponde a las pérdidas de margen de explotación cuya causa es un defecto que provoca bajas de producción de calidad aceptable.

El coste de fallo puede ser calculado con la siguiente fórmula:

C_f = **ingresos no percibidos + gastos extras de producción - materia prima no utilizada**

Las componentes de este coste son:

- Ingresos no percibidos: Este factor dependerá de la posibilidad de recuperar la producción en horarios diversos, fines de semana etc.… En caso de ser una producción continua, evidentemente no hay posibilidad de recuperación, por lo que la producción de ese segmento temporal y los ingresos asociados a ella hay que imputarlos en este apartado.
- Gastos extra de producción: En caso de que se pueda recuperar parte de la producción en franjas temporales tendrá unos costes adicionales que básicamente son los siguientes:
  - La energía necesaria para la producción;
  - Las materias primas;
  - Los fungibles;
  - Los gastos de servicios tales como calidad, compras, mantenimiento, etc.
- Materia prima no utilizada: Será un factor que en caso de no ser posible recuperar la producción, se deberá restar al coste de fallo, pues por lo menos no se ha incurrido en el consumo de esa materia prima (a no ser que sea producto perecedero que haya que tirar caso de no procesar) que si se consumirá si se recupera el plan productivo, quizás con algún sobrecoste de almacenamiento, transporte o degradación de materias primas.

El modelo más usado en la estimación del cálculo de coste de fallo cuando hay activos productivos que asumen total o parcialmente las tareas del activo en mantenimiento es el método definido por [11].

3.3. Coste de almacenamiento

Los inventarios han representado históricamente cerca de un tercio de los activos de una empresa típica, según afirman en [12] y más recientemente en [13], extendiendo esta praxis a todo tipo de negocio, sea industria o servicio parece ser que es un patrón altamente repetido. De hecho el modelo de costes más extendido y validado es que en mantenimiento, el 70% del presupuesto es mano de obra y el 30% son repuestos. El coste de almacenamiento representa los costes incurridos en financiar y manipular el inventario de piezas de recambio e insumos necesarios para la función mantenimiento.

3.4. Coste de sobre-inversiones

Al diseñar la planta, lo correcto es tomar la decisión de equipos que minimicen el coste global de mantenimiento durante su ciclo de vida. Ello implica en general, que se compren equipos cuyas inversiones iniciales son mayores que las de otros que cumplen los mismos requerimientos, pero cuyos costes de intervención y almacenamiento asociados se estiman menores. A fin de incluir la sobreinversión, se amortiza la diferencia sobre la vida del equipo. Así es posible castigar en el coste global las inversiones extras requeridas para disminuir los demás componentes del coste.

De igual modo la aplicación indiscriminada de costosas tecnologías y metodologías como monitorización de parámetros de estado no necesarios reflejando una inadecuada gestión de mantenimiento, pueden considerar sobreinversiones y gravan enormemente el presupuesto de mantenimiento. En definitiva entrarían en esta categoría todas aquellas inversiones realizadas sobre los activos de las que no se obtenga el retorno esperado.

3.5. Costes evitados: El componente desconocido

Uno de los problemas más frecuentes al modelar financieramente un sistema de mantenimiento radica en que los costes primigenios se han visto modificados varias veces en sucesivas aplicaciones de metodologías o tecnologías que buscaban la reducción del coste global en base a lo que se conoce como costes evitados.

En la implantación indiscriminada de políticas de reducción de costes se ven afectados tres de los cuatro parámetros que constituyen el coste global:

- Costes de intervenciones (C_i): Normalmente estos se reducen en frecuencia y en volumen pues la mayor parte de las tecnologías predictivas consiguen una menor agresividad en las averías con una reducción del correctivo y un aumento del preventivo.
- Costes de fallos (C_f): Reducidos en determinadas políticas predictivas en los que se sustituyen grandes reparaciones por pequeñas inspecciones que suelen ser además sin detener el proceso.

- Coste de inversiones sobredimensionadas (C_{si}): Son quizás los más sensiblemente aumentados por costosos equipos y planes de inspección que raramente se usan o subcontratas de elevadas tasas con dudoso valor añadido.

En la ecuación siguiente se puede ver reflejado el impacto de los costes evitados (C_{av}), con la doble dimensión de los mismos cuando son asociados a una inversión en una tecnología o metodología concreta. Es decir, se reducirá con la aplicación de la técnica elegida el coste de intervención en un porcentaje (C_{av_i}), del mismo modo que el de fallo (C_{av_f}), y aumentará el coste de sobreinversión como consecuencia de las técnicas que se implanten o adquieran (C_{av_si}) y que no sean de interés para la compañía y por tanto no redunden en un retorno de inversión para la misma.

$$\begin{aligned} C_g &= C_i + C_f + C_a + C_{si} - C_{av} \\ C_g &= (C_i - C_{av_i}) + (C_f - C_{av_f}) + C_a + (C_{si} + C_{av_si}) \end{aligned} \quad (2)$$

4. Modelo de costes propuesto

El modelo propuesto para obtener el coste total de mantenimiento es un full costing, con la diferenciación entre costes directos e indirectos. Conviene desglosar el coste global con sus cuatro componentes en los elementos constitutivos del full costing.

$$C_g = C_i + C_f + C_a + C_{si} \quad (3)$$

De los componentes anteriores, se puede deducir que los tres últimos corresponden inexorablemente a costes directos, siendo el coste de fallo sin duda alguna el de mayor relevancia a la par que el de más difícil cuantificación.

El coste de almacén es un coste directo de la función de mantenimiento, pues la elección de retener volúmenes elevados de caros repuestos implica un coste sobre las reparaciones y de hecho afectará más directamente al centro de coste objeto de los mayores acopios. Por último, el coste de sobreinversión es una elección directa sobre el equipo, una elección de invertir más en un equipo que en otro, con la esperanza de que así los costes de fallo se reducirán más drásticamente que el incremento que supone esa inversión extra.

Queda por lo tanto como único elemento que aglutina parte de costes directos e indirectos el coste de intervención absorbiendo por una parte la parte visible de la intervención y por otra los gastos indirectos soportados por la función de mantenimiento e imputados en su ratio de unidades monetarias por hora de intervención.

$$\begin{aligned} C_g &= C_{Directos} + C_{Indirectos} \\ &= C_i + C_f + C_a + C_{si} \\ &= C_{i_Directos} + C_{i_indirectos} + C_f + C_a + C_{si} \end{aligned} \quad (4)$$

Los costes de intervención indirectos corresponderán a:

$$C_{i_indirectos} = c_{i_indirectos} T \quad (5)$$

Siendo T el número de horas hombre requeridas para la intervención y $c_{i_indirectos}$ el coeficiente de unidades monetarias por hora imputadas de costes indirectos a mantenimiento.

$$c_{i,t} = \frac{\text{Costes indirectos imputados mantenimiento}}{\text{Horas totales de intervención}} \quad (6)$$

Este valor evidentemente debe ser fijado y negociado previamente al inicio del ejercicio, para que no ocasione un gravamen excesivo, pues en plantas productivas normales el factor de más relevancia es con mucha diferencia el coste de fallo y unos costes indirectos muy altos aumentaría la ineficiencia del sistema.

Por tanto y siguiendo con el modelo de [14] se tiene:

$$\begin{aligned} C_g &= C_{Directos} + C_{Indirectos} \\ &= C_{Mat} + C_{Op_proc} + C_{Op_ext} \\ &+ C_{Moi} + C_{Gest_proc} + C_{Gen} \end{aligned} \quad (7)$$

Que desglosados resultan en los siguientes componentes identificados

$$\begin{aligned} C_{Directos} &= C_{Mat} + C_{Op_proc} + C_{Op_ext} \\ C_{Indirectos} &= C_{Moi} + C_{Gest_proc} + C_{Gen} \end{aligned} \quad (8)$$

Siendo para el coste global:

$C_{Op_proc} = C_{fallo}$ es decir se imputarán los costes operacionales del propio proceso de mantenimiento, los originados por la ausencia de capacidad productiva, siendo estos los más relevantes habitualmente y cuyo cálculo ha sido ampliamente debatido pero pocos modelos tan sólidos y consolidados en la industria y los servicios como el mostrado en [11].

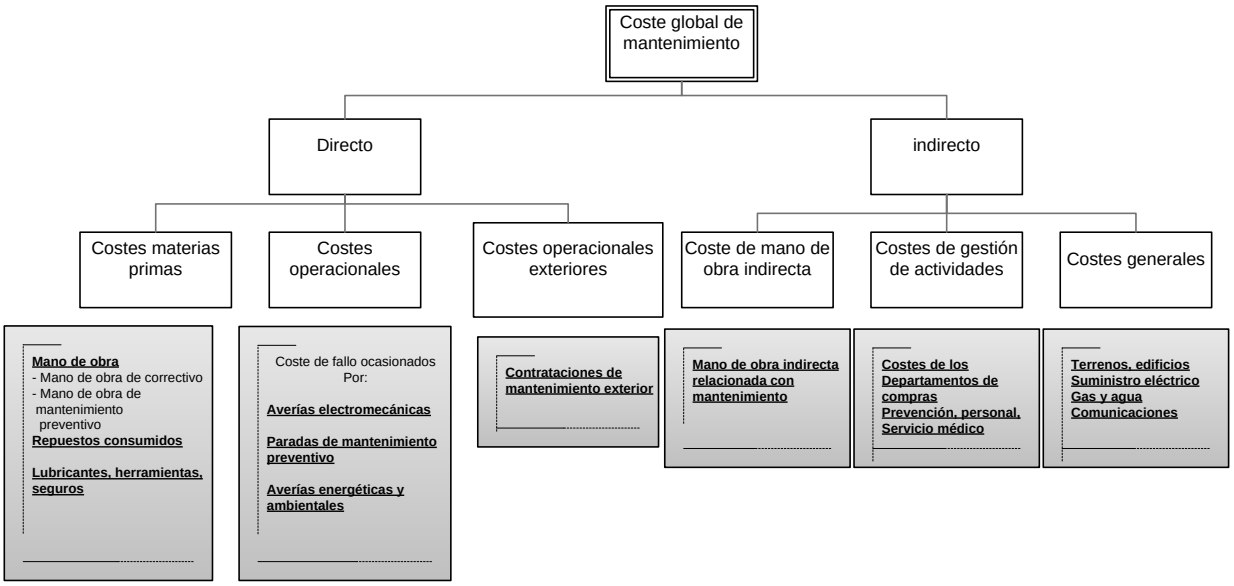


Figura. 2. Costes de mantenimiento según el modelo de Lambán et al. [14].

$$C_{Mat} = C_{si} + C_a + C_{\text{int}\,ervención_directos}$$

Es junto con el coste de fallo el parámetro más cuantioso e incluye los aspectos de recursos necesarios para la intervención siendo el más requerido mano de obra (en torno al 70% del coste) y repuestos (en torno al 30%), las inversiones extra realizadas en el equipo y los repuestos acumulados serían materia prima imputable en este apartado por ser recursos físicos adquiridos con el único y directo propósito de reducir los impactos del fallo en ese equipo concreto.

C_{Op_ext} corresponde a los overhauls externalizados, inspecciones de predictivo o ensayos no destructivos son algunos de los costes imputados normalmente en este apartado.

$C_{Indirectos}$ constituye una pequeña parte del coste de intervención en tanto por hora hombre empleada compuesto por coste de mano de obra indirecta (C_{Moi}), gestión del proceso (C_{Gest_proc}) y costes generales (C_{Gen}).

El modelo de costes y el cuadro de mando integral

El modelo de costes mostrado está orientado a sustentar la rápida generación de los indicadores financieros. Pero éstos no son los únicos destinados a la medición del rendimiento de la función mantenimiento, sumándose a esta labor indicadores relacionados con las personas, con los parámetros RAMS etc, por lo que el conjunto ha crecido sensiblemente y se ha impuesto su jerarquización y clasificación según diferentes tipos de ordenaciones.

La más extendida es la que adopta el Balanced Scorecard-BSC de [15]. Adaptaciones del BSC a mantenimiento, como la de [16], promueven la perspectiva financiera entre las cuatro existentes como aquella donde el modelo de costes juega un papel fundamental.



Figure. 3. Interrelación entre objetivos estrategia y perspectivas del Cuadro de Mando Integral (CMI)

La perspectiva financiera ha sido la que tradicionalmente desarrollaba los cuadros de mando utilizados hasta ahora para la supervisión de la empresa al más alto nivel. Se encuentran ya definidos suficientes índices económicos, de rentabilidad, solvencia y liquidez, que pueden ser aplicados a todo tipo de empresas. Será necesario tener en cuenta, sin embargo, dos aspectos fundamentales de la cuestión. El primero de ellos se refiere a la correcta adecuación de los indicadores a la unidad de negocio de que se trate, y el segundo a la fase en que se encuentre la entidad, dentro del ciclo de vida de la empresa y de sus activos productivos. Se pretende, a veces, aplicar el mismo tipo de métrica financiera a las distintas unidades de negocio, como puede ocurrir al señalar para todas ellas un determinado nivel de rentabilidad sobre el capital invertido o pretender que rindan uniformemente el mismo porcentaje de valor añadido, sin contar con que se les puede haber asignado estrategias diferentes.

5.1. El equilibrio entre costes y disponibilidad

La perspectiva financiera se basa en dos objetivos principales en la función mantenimiento, que se aúnan para conseguir el equilibrio entre la eficacia demandada y la eficiencia conseguida a tal fin. Ese equilibrio se define a través de la consecución de las siguientes metas, como se puede observar en la figura 4: Mejorar la disponibilidad y los costes asociados.

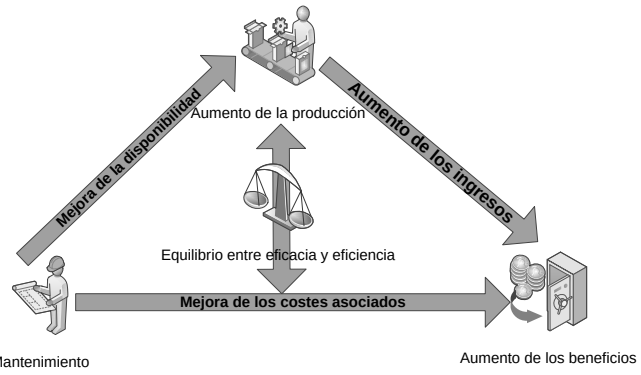


Figura. 4. Equilibrio entre eficacia y eficiencia en la perspectiva financiera

Este artículo se centra en mostrar los indicadores que deben ser observados cuando el objetivo perseguido en la empresa es la mejora de los costes asociados al mantenimiento, es decir las métricas asociadas a la eficiencia de la función mantenimiento. El objetivo es buscar con el menor coste posible el nivel de disponibilidad necesaria. Este índice ha de ser observado en una tendencia temporal. Así, para un periodo i será la siguiente función objetivo:

$$\frac{Costes\ de\ mantenimiento}{Disponibilidad\ requerida\ por\ operaciones} \tag{9}$$

En definitiva se va a intentar reducir lo que cuesta de mantenimiento cada hora de disponibilidad conseguida condicionado a que sea la demandada según la planificación establecida.

5.2. La necesidad del consenso en los costes de mantenimiento

El modelo de costes y la tradición de ellos en la función mantenimiento ponen de manifiesto lo intangible y oculto de la mayoría de los costes imputables a este departamento, por lo que surgen diferentes interpretaciones de los mismos y se consideran de manera completamente distinta en entornos manufactureros muy similares. Es por ello que la jefatura de mantenimiento debe conocer las reglas de juego, es decir cómo se van a analizar sus costes, bajo qué parámetros, qué se le va a imputar y sobre todo tener control de cambio sobre aquellas cosas que van a ser de su responsabilidad y por las que se le va a juzgar. Los siguientes indicadores marcan la relación de los costes de mantenimiento respecto al producto final manufacturado, a la disponibilidad conseguida o al valor de reemplazo de la maquinaria. Son los grandes números corporativos que se usan en los niveles más altos para definir los grandes cambios en las políticas de manufactura y por extensión de manutención. Las cifras que debe manejar la alta dirección respecto a mantenimiento son reducidas, pero aportan la información relevante para la toma de decisiones. El presupuesto de mantenimiento respecto al valor de sustitución de los activos es un elemento indispensable en la decisión de renovación de equipos o incluso de deslocalización de plantas. De igual modo, las relaciones de mantenimiento respecto al producto manufacturado o al coste de esa manufactura, presentarán todos los escenarios en los cuales está presente mantenimiento.

$$IE1 = \frac{Costes\ totales\ de\ mantenimiento}{Valor\ de\ sustitución\ de\ los\ activos}$$
$$IE3 = \frac{\text{Costes totales de mantenimiento}}{\text{Cantidad producida}} \tag{10}$$
$$IE4 = \frac{Costes\ totales\ de\ mantenimiento}{Coste\ de\ transformación\ a\ la\ producción}$$

Para la directores de fábrica u operaciones, los ratios relevantes son los referentes a la disponibilidad respecto a la producción, de cara a cuantificar adecuadamente que cantidad puedo procesar en el tiempo de disponibilidad que mantenimiento consigue.

$$IE6 = \frac{Disponibilidad\ ligada\ a\ mantenimiento}{Cantidad\ producida}$$
$$IE5 = \frac{\text{Costes totales de mantenimiento}}{\text{Cantidad producida}} + \tag{11}$$
$$+ \frac{\text{Costes de indisponibilidad ligados a mantenimiento}}{\text{Cantidad producida}}$$

Es en este caso donde se pone de manifiesto la complejidad del coste de fallo siendo este la segunda parte del numerador de IE5- El modelo consensuado de costes se impone como necesidad para la adecuada generación de este indicador en pro de objetivos cuantificables.

Las partidas destinadas a los diferentes tipos de mantenimiento respecto al presupuesto total serán los datos que maneje el director de mantenimiento, en base a los cuales deberá tomar las decisiones de mover fondos de una partida a otra, buscando que esa nueva combinación aporte una mejora en la disponibilidad conseguida para el cliente.

$$IE15 = \frac{Coste\ del\ mantenimiento\ correctivo}{Costes\ totales\ de\ mantenimiento}$$
$$IE16 = \frac{Coste\ del\ mantenimiento\ preventivo}{Costes\ totales\ de\ mantenimiento} \tag{12}$$

Los indicadores IE15 e IE16 propuestos en [17] son ejemplos de costes donde se precisa un modelo de costes para calcularlos. Es de destacar que en los costes contemplados por la norma se incluyen los indirectos pero se excluyen los derivados de la indisponibilidad en el sistema productivo no solo cuando sea por cambios de utillaje o producto manufacturado etc. si no en todos los casos por lo que la norma apuesta claramente por

unos costes *hard* huyendo de la difícil cuantificación de los costes de fallo que promueve una avería y la indisponibilidad subsiguiente.

A nivel de mantenimiento planificado, los indicadores propuestos por la norma son los enumerados a continuación, destacando todos por el carácter de costes de intervención que tienen con la parte correspondiente de costes indirectos pero pesando más la primera. Incluso el IE20 como indicador de las paradas programadas para mantenimiento no tiene en cuenta el lucro cesante producido por las mismas sino que cuantifica tan solo las intervenciones producidas en ese intervalo temporal.

$$\begin{aligned} IE17 &= \frac{Coste\ del\ mantenimiento\ CBM}{Costes\ totales\ de\ mantenimiento} \\ IE18 &= \frac{Coste\ del\ mantenimiento\ sistemático}{Costes\ totales\ de\ mantenimiento} \\ IE19 &= \frac{Coste\ del\ mantenimiento\ de\ mejora}{Costes\ totales\ de\ mantenimiento} \\ IE20 &= \frac{Coste\ de\ paradas\ programadas\ para\ mantenimiento}{Costes\ totales\ de\ mantenimiento} \end{aligned} \quad (13)$$

6. Discusiones y reflexiones

Los problemas de medición del rendimiento de mantenimiento son comunes y parecidos en todas las organizaciones. Definida la función de mantenimiento en una organización se pueden marcar objetivos en el cumplimiento de la misma y las medidas necesarias para ser constantemente evaluados y revisados. Estos objetivos van orientados a la mejora de la eficacia y/o eficiencia en un intento por reducir la inversión en mantenimiento asegurando la disponibilidad de la planta. Los indicadores relacionados con la eficiencia pueden ser económicos u organizacionales. Estos últimos tienden a ser difíciles de medir y de carácter subjetivo. El personal de finanzas tiende a concentrarse en los costes provocado por el uso de los recursos, mucho más fáciles de medir con el uso de sistemas GMAO (Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador), programados para capturar este tipo de información. Por ello los costes de mantenimiento constituyen una métrica fundamental para evaluar la eficiencia de este departamento cuando se colecten según un procedimiento armonizado.

7. Conclusiones

En este trabajo se propone un modelo armonizado de costes de cara a identificar fácilmente sus componentes. De dicho desglose emanarán una serie de indicadores con los que será posible verificar si existe una mejora de la eficiencia del mantenimiento de una empresa. Esta mejora vendrá plasmada en la obtención de mayor disponibilidad siempre y cuando el cálculo de los presupuestos de mantenimiento sea acertado y no introduzca parámetros oscuros, de difícil cálculo o dudosa interpretación. Esta armonización en el modelo, donde el coste de mantenimiento es omnipresente en los indicadores de desempeño, viene demandada por una creciente normativa cuya errónea interpretación puede dar lugar a comparaciones absurdas y planeamiento estratégico basado en malentendidos derivados de cálculos erróneos.

Referencias

[1] Galar, D., Berges, L., Lamban, P. y Royo, J., La jerarquía de los KPIs de la función mantenimiento y el nuevo rol de los parámetros RAMS, XII Jornadas de Confiabilidad, Cádiz, 2010.

[2] Vergara, E., Análisis de confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad del sistema de crudo diluido de petrozuata, Universidad Simón Bolívar Decanato de Estudios de Postgrado, 2007.

[3] Hansson, J., Total Quality Management - Aspects of Implementation and Performance Investigations with a Focus on Small Organisations. [PhD Thesis]. Luleå, WA: Department of Business Administration and Social Science, Luleå University of Technology, 2003.

[4] Hendricks, K. and Singhal, V., Does implementing an effective TQM program actually improve operating performance? Empirical evidence from firms that have won quality awards, Management Science, Vol. 43(9), pp. 1258-1274, 1997.

[5] Coelo, C. y Brito, G., Proposta de modelo para controle de custos de manutençã com enfoque na aplicação de indicadores balanceados. Boletim Técnico Organização & Estratégia, 3 (2), pp. 137-157, 2007.

[6] Cáceres, B., Cómo Incrementar la Competitividad del Negocio mediante Estrategias para Gerenciar el Mantenimiento. VI Congreso Panamericano de ingeniería de Mantenimiento, México, D.F, 2004.

[7] Tabares, L., Administración Moderna del Mantenimiento, Río de Janeiro. NovoPolo Publicasoes, pp. 92-93, 1999.

[8] Arbulu, T. and Vosberg, B., Feasibility Study and Cost Benefit Analysis of Thin-Client Computer System Implementation, Onboard United States Navy Ships, Naval postgraduate school Monterey, California, 2007.

[9] Lambán, M. P., Determinación de costos de procesos de la Cadena de Suministro e influencia de factores productivos y logísticos [PhD Thesis]. Zaragoza, AR: Universidad de Zaragoza, 2010.

[10] AFNOR. Recueil des normes françaises X 06, X 50, X 60, AFNOR, 1994.

[11] Vorster, M.C. and De La Garza, J.M., Consequential equipment costs associated with lack of availability and downtime, Journal of Construction Engineering and Management-ASCE, 116(4), pp. 656-669, 1990.

[12] Diaz, A. and Fu, M.C., Multi-Echelon Models for Repairable Items: A Review. College Park, MD: University of Maryland, Institute for Systems Research, 1995.

[13] Galar, D., Métricas y auditorías de mantenimiento: Un modelo jerarquizado de Cuadro Integral. [PhD Thesis]. Zaragoza, AR: Universidad de Zaragoza, 2010

[14] Lambán, M.P., Royo, J., Valencia, J., Berges, L. and Galar, D., Modelo para el cálculo del costo del almacenamiento de un producto: Caso de estudio en un entorno logístico, Revista DYNA Colombia, 179, pp. 23-32, 2013.

[15] Kaplan, R. and Norton, D., The Balanced Scorecard: Translating Strategy Into Action. Harvard Business School Press, Boston, MA, 1996.

[16] Galar, D., Berges, L. y Royo, J., Construcción de KPIs de mantenimiento en base a los parámetros RAMS: La necesidad de un cuadro de mando, II Jornadas internacionales de Asset Management, XI Jornadas de Confiabilidad, Valencia, 2009.