



ELLMANN, SUEIRO Y ASOCIADOS

OIM

Optimización Integral de Mantenimiento

Ing. Santiago Sotuyo Blanco

ELLMANN, SUEIRO Y ASOCIADOS



ELLMANN, SUEIRO Y ASOCIADOS

OPTIMIZACIÓN INTEGRAL DE MANTENIMIENTO

RESUMEN

Hoy el mantenimiento requiere un enfoque global que lo integre en el contexto empresarial con la importancia que se merece.

Su rol destacado en la necesaria orientación a los negocios y resultados de la empresa es garantizado por su aporte a la competitividad a través de asegurar la confiabilidad de los activos de la organización.

El presente trabajo presenta un enfoque que cumple estos requisitos y que como su nombre lo indica se orienta a la Optimización Integral del Mantenimiento, alineada con el objetivo principal del negocio.

El OIM se presenta con sus aspectos de Estrategias, Recursos de los Humanos, Recursos Materiales y Sistemas y Procedimientos, desarrollando cada uno de ellos en sus aspectos conceptuales y de implementación.

Finalmente se presenta brevemente el RCM2, Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, herramienta principal en la definición de estrategias de mantenimiento de activos físicos en su contexto de operación.

PALABRAS CLAVE

Objetivos

Estrategias

Organización

Optimización

Gestión



1 INTRODUCCIÓN

Hoy en día el mundo se ha globalizado, para bien o para mal este es un dato que las organizaciones deben tomar en cuenta.

En ese marco se percibe una situación en la cual los *Clientes* buscan calidad, precio y servicio; los *Inversores* buscan mayor rendimiento y máxima seguridad para su inversión; el *Personal* persigue mejores condiciones de trabajo; la *Sociedad* exige cada vez con mas fuerza, atención a temas de medio ambiente y al respeto por parte de las empresas de normas de convivencia; el *Estado* cada vez mas se concentra en la actividad fiscalizadora y recaudadora; por otro lado los *Competidores* ya no son solo de nuestro país sino del mundo entero, por lo que la competencia ya no es local solamente, es global.

¿Cómo satisfacer estas múltiples expectativas crecientes?

Analizaremos que podemos aportar desde el punto de vista de la función mantenimiento a este desafío.

Lo primero es cambiar el concepto de cómo analizar al mantenimiento y como ubicarlo en el contexto de las demás funciones empresariales.

Todas las funciones existen pues aportan algo al resultado, sino no existirían, y si estamos hablando de empresas industriales, comerciales y de servicios ese resultado es el lucro en el negocio en que ella se encuentra.

Por lo tanto el mantenimiento no puede ni debe ser la excepción y debe concebirse orientado a los negocios (Business Centred Maintenance - BCM, Anthony Kelly - Reino Unido), y orientado a los resultados (Results Oriented Maintenance - ROM, Christer Idhammar - Suecia).

Para ello debemos tener en mente el objetivo a cumplir, que es la *Competitividad*. Para ser competitivos existen algunos factores claves que nadie discute hoy día como ser la *Calidad*, debemos brindar a nuestros clientes los productos y



ELLMANN, SUEIRO Y ASOCIADOS

servicios que satisfagan sus necesidades, pero también debemos entre estas necesidades, satisfacer el precio que los clientes están dispuestos a pagar por el producto o servicio que le brindamos, así llegamos al segundo factor clave que es la *Productividad*.

Estos factores debemos cumplirlos sin descuidar las exigencias en temas de *Seguridad y Medio Ambiente* que hoy día son tan claves para la competitividad como los primeros, dada la toma de conciencia que ha habido en estos temas a todo nivel, estos son entonces el tercer y cuarto factor clave de la competitividad.

Pero la calidad y la productividad, el respeto a la seguridad y al medio ambiente, no son cosas que sea suficiente hacerlas durante un día o dos, ni durante un mes o dos, debemos lograrlas siempre y para ello necesitamos el aporte del quinto factor clave de la competitividad: la *Confiabilidad*.

La *Confiabilidad* es lo que me permite asegurar los cuatro primeros factores claves a lo largo del tiempo y por lo tanto asegurar la competitividad.

Obtener *Confiabilidad* solo es posible con el correcto *Mantenimiento*.

Es entonces por la incidencia que el mantenimiento tiene en los factores claves, confiabilidad, seguridad, medio ambiente, calidad y productividad, así como en otros no menos importantes como la disponibilidad, la costo-eficacia y el uso racional de la energía, que se lo ubica actualmente en los primeros planos de la dirección empresarial, en resumen esto es gracias a su *Aporte a la Competitividad*.

Realizando entonces una breve reseña histórica podemos decir que el mantenimiento ha pasado de ser el “*mal necesario*” de la producción, para convertirse en un “*factor clave*” de la competitividad.

En los últimos tiempos ha habido una evolución de conceptos respecto al mantenimiento, en la década del '80 se hablaba de *Gestión de Mantenimiento*, en



ELLMANN, SUEIRO Y ASOCIADOS

la década del '90 se amplió el concepto a *Gestión de Activos*, hoy en el año 2000 ya se está hablando de *Gestión de Confiabilidad*.

Como ejemplo de esto podemos mencionar a la empresa VOLVO de Suecia, la cual ya no tiene más Gerentes de Mantenimiento, ahora son Gerentes de Confiabilidad (fuente: Jan Franlund, Presidente de EFNMS – Federación Europea de Sociedades Nacionales de Mantenimiento, Presidente de UTEK – Sociedad Sueca de Mantenimiento), o la empresa SIDERCA de Argentina que tampoco tiene Gerentes de Mantenimiento, ahora son Gerentes de Activos Físicos.

En este concepto está implícito algo que no hemos mencionado aun y que es muy importante, ya no se habla de división Producción – Mantenimiento o Procesos – Mantenimiento, para lograr confiabilidad se requiere un *joint-venture* entre ambos tal como si fueran dos caras de la misma moneda, esto es el uso y el cuidado de los activos deben ser una única función coordinada para obtener el resultado de confiabilidad que se espera, algo así como “Two for Tango”, se precisan dos para el Tango.

En este plan coordinado que debe haber entre Procesos y Mantenimiento, tenemos hoy día muchas técnicas o “*Herramientas*” a aplicar.

El conjunto de las cuales podemos considerarlo como la “*Valija de Herramientas*” del gerente moderno, entre otras técnicas a aplicar, y no pretendiendo con la enumeración agotar todo lo posible, se destacan las siguientes:

- OIM – Optimización Integral de Mantenimiento
- TQM – Gestión Total de la Calidad
- TPM – Mantenimiento Productivo Total
- Participación, Trabajo en Equipo y Flexibilidad
- Método KAIZEN



ELLMANN, SUEIRO Y ASOCIADOS

- RCM 2 – Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (Aladon Ltd.)
- LCC – Costo del Ciclo de Vida
- DSP 3 – Diseño Sistémico de Procesos
- Gestión y Evaluación de Riesgos
- FMEA – Análisis de Modos de Falla y sus Efectos
- Diseño para la Confiabilidad y la Mantenibilidad
- Análisis de Disponibilidad y Confiabilidad
- Monitoreo de la Condición y Análisis Predictivo
- RCS – Repuestos Centrados en la Confiabilidad
- Sistemas de Gestión de Mantenimiento por Computadora
- Gestión por Indicadores
- Sistemas Expertos
- Tercerización
- Medición y Control de Tareas

El dilema de hoy es elegir que *“Herramientas”* de la *“Valija”* son adecuadas para su aplicación a nuestra Organización en función del Contexto en que nos toca desenvolvernos.



2 OPTIMIZACIÓN INTEGRAL DE MANTENIMIENTO – OIM

El enfoque de *Orientación a los Negocios* nos exige desarrollar un *Plan Estratégico* para llevarlo a la práctica, dicho plan estratégico debe incluir la definición de *Objetivos Estratégicos Competitivos* para toda la organización así como para cada uno de los sectores y procesos que la componen, de forma tal que la concreción de los segundos aporte al logro de los primeros.

Estos objetivos deben traducirse en *Indicadores de Gestión* que permitan medir el avance en cada uno de los objetivos, de forma de lograr una acción integral y por tanto estar en condiciones de tomar las elecciones correctas respecto a las herramientas a aplicar.

Para aplicar estos conceptos a la función mantenimiento, o mejor dicho función confiabilidad, mencionaremos una de las herramientas nombradas: *OIM – Optimización Integral de Mantenimiento*.

La OIM nos propone, en función de la orientación a los negocios y el plan estratégico antes mencionado, un enfoque con el cual desarrollar la función mantenimiento en un marco conceptual global, integral y estructurado.

Para ello debemos efectuar una implementación cubriendo las siguientes áreas, en primer lugar debemos definir las *Estrategias*, en segundo lugar los *Recursos de los Humanos*, en tercer lugar los *Recursos Materiales* y finalmente los *Sistemas y Procedimientos*.

Hemos estado hablando de mantenimiento y confiabilidad pero no hemos definido con precisión estos términos.

El *Mantenimiento* es: *Asegurar que todo activo continúe desempeñando las funciones deseadas.*



ELLMANN, SUEIRO Y ASOCIADOS

Asimismo es bueno precisar después de todo lo dicho cual es el objetivo del mantenimiento

El Mantenimiento tiene por *Objetivo: Asegurar la competitividad de la empresa por medio de:*

- *Asegurar la disponibilidad y confiabilidad planeadas de la función deseada,*
- *Cumpliendo con todos los requisitos del sistema de calidad de la empresa,*
- *Cumpliendo con todas las normas de seguridad y medio ambiente y*
- *Al máximo beneficio global.*



3 ORIENTACIÓN A LOS NEGOCIOS

Como mencionamos anteriormente, el enfoque de orientación a los negocios nos exige objetivos estratégicos competitivos e indicadores de gestión.

Para ello debemos tener claro como juega el mantenimiento en la economía de la organización.

Tenemos por un lado los *Costos Directos*, como ser la mano de obra, los subcontratos, los repuestos, los materiales, la capacitación y los gastos de administración.

Todos estos son los que figuran en el presupuesto de mantenimiento, sin embargo no son los únicos costos del mantenimiento.

También tenemos por otro lado los *Costos Indirectos*, estos son los que se generan por hacer mal el trabajo de mantenimiento, entre ellos encontramos los derivados de pérdidas de producción, de mala calidad de productos o servicios, de demoras en entregas, de costos de capital por tener stocks en exceso, tanto sea de repuestos como de productos en proceso, de pérdidas de energía, de problemas de seguridad y con respecto al cuidado del medio ambiente y por la necesidad de mayor inversión debido a menor vida útil de los equipos e instalaciones.

Para entender la magnitud de los diferentes costos usaremos el clásico ejemplo del Iceberg o témpano de hielo, la parte visible del Iceberg serian los costos directos, la parte sumergida serian los costos indirectos.

Al igual que en el Iceberg los costos indirectos u ocultos son de cinco a diez veces más grandes que los costos directos o visibles.

Nuestro éxito estará dado en la medida que la inversión en costos directos nos ayude a disminuir, o bien eliminar, los costos indirectos.



4 PRODUCCIÓN Y EFECTIVIDAD GLOBAL DE EQUIPOS

Para lograr esto debemos tener objetivos operativos claros, y no hay duda que uno de los más importantes y básicos es el de *Producir*.

La *Producción* (P) no es el resultado de un esfuerzo aislado, sino el producto de una acción combinada la cual se inicia con la *Capacidad Instalada* (C), que depende de la inversión realizada; sigue con el *Ritmo* (R), que depende de cómo se efectúe la operación de las instalaciones; continua con la *Calidad* (Q), la cual es función del sistema de gestión de calidad que la empresa haya desarrollado; para terminar con la *Disponibilidad* (D), la cual depende del mantenimiento que realicemos.

Los cuatro factores son necesarios para el desarrollo de la producción.

$$P = C \times R \times Q \times D$$

Esto nos lleva al primer gran indicador a tener en cuenta que es la *Efectividad Global de Equipos* (EGE), el mismo es a su vez el producto de tres indicadores también muy importantes, el *Ritmo*, la *Calidad* y la *Disponibilidad*.

$$EGE = R \times Q \times D \quad (\%)$$

El *Ritmo* es la relación entre la capacidad real y el total de ésta más las pérdidas por trabajo en vacío, pequeñas paradas y ritmo reducido.

$$R = CR / (CR + PV) \quad (\%)$$



ELLMANN, SUEIRO Y ASOCIADOS

La *Calidad* es la relación entre la producción de primera calidad y el total de ésta y los rechazos por defectos en el proceso o disminución de rendimientos.

$$Q = P1^aC / (P1^aC + RE) (\%)$$

La *Disponibilidad* es la relación entre el tiempo de operación real y el tiempo total programado a operar, que es la suma del tiempo de operación real, el tiempo de reparación y el tiempo de espera.

$$D = TO / (TO + TR + TE) (\%)$$

Las normas ISO 9000-4: 1994 e IEC 300-2, definen el término “*Seguridad de Funcionamiento*”, el cual es: *El término colectivo usado para describir el Desempeño de Disponibilidad (D) y los factores que lo influyen, el Desempeño de la Confiabilidad, de la Mantenibilidad y de la Soportabilidad.*

El *Desempeño de la Confiabilidad* se expresa mediante el *Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF)*, el *Desempeño de la Mantenibilidad* mediante el *Tiempo Medio de Reparación (MTTR)* y el *Desempeño de la Soportabilidad* mediante el *Tiempo Medio de Espera (MWT)*.

Estos tiempos medios son también indicadores usados ampliamente para medir el desempeño del mantenimiento.

$$D = MTBF / (MTBF + MTTR + MWT)(\%)$$

Es importante definir los conceptos de *Confiabilidad*, *Mantenibilidad*, y *Soportabilidad*.



ELLMANN, SUEIRO Y ASOCIADOS

La *Confiabilidad* es la probabilidad de estar funcionando sin fallas durante un determinado tiempo en unas condiciones de operación dadas.

Un concepto importante de señalar al hablar de confiabilidad, dada la definición de mantenimiento indicada en párrafos anteriores, es que ningún mantenimiento es capaz de dar más confiabilidad a un equipo o instalación que su confiabilidad inherente dada por el diseño o montaje.

La *Mantenibilidad* es la probabilidad de poder ejecutar una determinada operación de mantenimiento en el tiempo de reparación prefijado y bajo las condiciones planeadas.

La *Soportabilidad* es la probabilidad de poder atender una determinada solicitud de mantenimiento en el tiempo de espera prefijado y bajo las condiciones planeadas.



5 PROCESO DE IMPLANTACIÓN OIM

Como ya señalamos anteriormente, este proceso se desarrolla comenzando con las estrategias, siguiendo con los talentos humanos, luego los recursos materiales para finalizar con los sistemas y procedimientos.

5.1 Estrategias

En función del enfoque de orientación a los negocios y a los resultados y del objetivo por la competitividad que indicáramos anteriormente, la definición de estrategias en el OIM comienza con la *estrategia global de la empresa*, previamente definida con sus *objetivos estratégicos competitivos* y sus *indicadores de gestión* tanto globales como sectoriales.

Seguimos a través de la *organización en su globalidad con sus niveles y metodologías de decisión*.

Con esto como referencia se comienza el *inventario de planta*, éste es el relevamiento de todos los equipos de planta, su codificación y registro de ficha técnica completo.

Luego debemos *priorizar los equipos* identificando aquellos que son críticos de los que no lo son, esto es muy importante pues las etapas que continúan son muy intensivas en el uso de recursos y éstos suelen ser escasos, por lo cual la priorización nos asegurará resultados en el corto plazo que avalen el desarrollo del proceso en el medio y largo plazo.

Aquí comienza la etapa de *análisis funcional*, en la cual contamos con una herramienta de última generación como es el RCM2, Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, del cual hablaremos más adelante.



Realizado el análisis funcional se deben *evaluar las consecuencias* en función de las cuales haremos la *determinación de las estrategias de mantenimiento* más adecuadas a nuestro contexto.

Definidas las estrategias viene la etapa de *implementación* de las mismas, esto es su puesta en práctica.

Finalmente se deben hacer las *auditorias de implementación* para asegurar el éxito de todo el proceso.

5.2 Talentos Humanos

Una vez definidas las estrategias ya sabemos lo que hay que hacer, toca el turno a con quienes hacerlo, los *Talentos Humanos*.

Decimos talentos y no recursos o capital humano pues esa es la diferencia entre las personas, las máquinas y el dinero, las personas poseemos talento y eso es lo que hace la diferencia.

Al hablar de talentos humanos, tanto podemos encontrarlos en el *personal propio* como en el *contratado a terceros*.

Al analizar el personal propio debemos partir de la *estructura organizativa global* con sus *niveles y metodologías de decisión* establecidos.

Partiendo de esto y en función de las estrategias establecidas previamente, debemos definir la *dotación y los perfiles* requeridos para llevarlas adelante, así como las *competencias y aptitudes* necesarias para cada persona y puesto.

Luego debemos establecer *procedimientos de selección de personal* así como de *capacitación continua* que permitan que nuestro personal alcance las competencias y aptitudes requeridas en los perfiles de cargo establecidas, se recomienda para el control y seguimiento de esta etapa la utilización de la llamada *Matriz de Competencias*.



ELLMANN, SUEIRO Y ASOCIADOS

También muy importante en el desarrollo del personal es el crear *sistemas de evaluación de desempeño* y complementario con esto y con el plan de capacitación, *sistemas de motivación, reconocimiento y recompensa* que estimulen el desarrollo personal y organizacional y premien los resultados.

Con respecto a los *servicios de terceros* debemos comenzar por *especificar correctamente el servicio a contratar*, o sea el *qué tercerizar*.

Luego establecer un *sistema de calificación de proveedores*, para una adecuada definición de *a quiénes contratar*.

Seguidamente debemos definir las *formas de contratación*: full service, por tarea o trabajo presupuestado, por administración a costo por unidad o costo por hora, lo que mejor se adecue a nuestra realidad.

Complementario con esto es necesario establecer los *criterios de supervisión* adecuados a la forma de contratación y tipo de trabajo que se debe efectuar, ambos en conjunto definen el *cómo tercerizar*.

Finalmente la pregunta faltante es el *cuándo tercerizar*, para ello se debe realizar un análisis detallado del contexto de la empresa que nos permita encontrar *elementos objetivos y defendibles* para la toma de ésta decisión.

Las tendencias que en los últimos tiempos se presentan en lo referente a los talentos humanos son: la demanda de cada vez *mayor flexibilidad y polifuncionalidad del personal propio*; el *aumento en la cantidad de servicios tercerizados*, siendo algunas de las principales causas: *la necesidad de mayor especialización del personal, de mejor equipamiento* para realizar la tarea, así como por *estrategia empresarial de concentrarse en las áreas claves del negocio*.

Finalmente en el aspecto organizacional hay una tendencia a las *organizaciones de tipo mixto, parte por sectores cerca del proceso y parte centralizada*.



5.3 Recursos Materiales

El siguiente paso en la implementación de OIM es definir los *Recursos Materiales* necesarios para cumplir las estrategias establecidas.

Debemos definir las *máquinas y herramientas* para las tareas a desarrollar, así como los *repuestos y materiales* necesarios.

Estos últimos serán clasificados por: *criticidad, reemplazabilidad, accesibilidad, tiempo de reposición, costo de reposición y variabilidad de la demanda*; con toda esta información podremos entonces definir los adecuados *modelos de reposición* y con ellos las *políticas de gestión de stocks* a desarrollar.

Las tendencias actuales en este campo muestran una *reducción en el número de proveedores*, la aparición de programas de *proveedores exclusivos; alianzas, asociaciones o parcerias* entre proveedor y cliente; y *transferencias de stock* del cliente al proveedor; todas estas líneas de trabajo buscan como objetivo optimizar los plazos de entrega, reducir los stocks y asegurar la calidad de los suministros.

También es importante señalar la aparición del E-Commerce o E-Business, esto es la modalidad de comprar via internet, se cuentan ya varios sitios en la red prestando dichos servicios vinculados al tema de mantenimiento.

Una herramienta que se destaca en esta área es el **RCS, Reliability-Centred Spares** (Repuestos Centrados en Confiabilidad), la cual es una metodología para optimizar los llamados *Repuestos Estratégicos* o de *Bajo Índice de Rotación*, los cuales no son considerados por los modelos clásicos de gestión de stocks para repuestos con normal índice de rotación.



5.4 Sistemas y Procedimientos

Definidas las estrategias, los talentos humanos y los recursos materiales, solo queda por definir los *Sistemas y Procedimientos* necesarios para una completa implantación OIM.

Analizaremos las *partes del sistema*, sus *etapas de implantación* y los *requisitos* que se deben cumplir para asegurar el éxito del proceso.

Entre las *Partes* tomamos como punto de partida *el inventario, registro e historial de equipo*, con su correspondiente *codificación*, realizados en la etapa de definición de estrategias.

La siguiente parte será la que contenga el *plan de mantenimiento programado*, también definido en la etapa de estrategias.

Continuamos con el correspondiente a los *procedimientos de planificación y programación de las intervenciones*.

También debemos tener el *control de gestión* donde llevaremos adelante el seguimiento de los indicadores de gestión definidos inicialmente, en particular son de importancia entre otros los de costo-eficacia.

Finalmente es necesario tener una parte para el *análisis técnico y económico de las fallas*, herramienta indispensable para la mejora continua e innovación, requeridas para asegurar los resultados.

A modo de ejemplo señalamos el contenido que debe incluir la parte referente a *Inventario y Registro de Equipos*, o sea cual es la Documentación Técnica Necesaria para Mantenimiento:

- Registro completo de equipo con datos del proveedor, datos de compra y datos técnicos parametrizados del mismo.
- Registro de repuestos necesarios y referencias cruzadas equipos vs. repuestos.



ELLMANN, SUEIRO Y ASOCIADOS

- Dibujos y planos especificando materiales y tolerancias.
- Medidas e instrucciones de mantenimiento predictivo y preventivo.
- Instrucciones de mantenimiento correctivo.
- Programas lógicos de búsqueda de fallas.

Las *Etapas* del desarrollo del sistema se inician con el *análisis y diagnóstico* de los sistemas y procedimientos existentes en la organización, con esto como base se puede entonces encarar la siguiente etapa que es la *selección del software de gestión de mantenimiento* a utilizar.

Una vez seleccionado, pasamos a la etapa de *implementación* del mismo, para finalizar el proceso con la *puesta en marcha* del nuevo sistema.

Para el éxito de todo proyecto de sistema existen una serie de *Requisitos* que es importante cumplir, entre ellos se destaca: el *apoyo de la dirección* sin el cual es desaconsejable el iniciar un proyecto de esta índole, contar con una *adecuada organización*, lograr una *participación del personal* que asegure su *sensibilización* con los objetivos del proyecto y por cierto que todo esto sea llevado adelante con la adecuada *planificación*.

Es también un requisito muy importante el que nuestro sistema de gestión de mantenimiento deba *cumplir con las exigencias de los sistemas de gestión certificados* de calidad (serie ISO 9000), de medio ambiente (serie ISO 14000) y de seguridad (serie OSHA 18000).

Entre todos los indicadores que es posible usar en un sistema de gestión, algunos se destacan por su utilización y cálculo de igual forma en todas partes del mundo, son los llamados, *Indicadores Clase Mundial*, entre ellos destacamos:

- La Efectividad Global de Equipos.
- El Ritmo, la Calidad y la Disponibilidad.



ELLMANN, SUEIRO Y ASOCIADOS

- Los Tiempos Medios Entre Fallas, Tiempos Medios de Reparación y Tiempos Medios de Espera.
- El Costo de Mantenimiento por Facturación, y el Costo de Mantenimiento por Valor de Reposición del Equipamiento.
- La Rotación de Inventario.
- Los Indices de Frecuencia y Gravedad en Seguridad.



6 RCM2 – RELIABILITY-CENTRED MAINTENANCE (MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD) (Aladon Ltd.)

Como señalamos en el capítulo de estrategias, comentaremos brevemente la herramienta por excelencia para determinar estrategias de mantenimiento, el RCM2.

Es un procedimiento sistemático y estructurado para determinar los requerimientos de mantenimiento de los activos en su contexto de operación.

Esta metodología fue desarrollada por John Moubray de Aladon Ltd., y no solo cumple con la norma SAE JA 1011, referida a certificación de procesos RCM, sino que es una de las tres referencias de dicha norma.

Consiste en analizar las *funciones* de los activos, ver cuales son sus posibles *fallas*, luego preguntarse por los *modos o causas* de fallas, estudiar sus *efectos* y analizar sus *consecuencias*.

A partir de la *evaluación de las consecuencias* es que se *determinan las estrategias* mas adecuadas al contexto de operación, siendo exigido que no-solo sean *técnicamente factibles*, sino *económicamente viables*.

Las *consecuencias* en el RCM2 son clasificadas en cuatro categorías:

- Fallas ocultas
- Seguridad y medio ambiente
- Operacionales
- No operacionales



Las *estrategias* que se prevén son:

- Predictivo
- Preventivo
- Detectivo
- Correctivo
- Mejorativo.

El *Mantenimiento Predictivo o Basado en la Condición*, consiste en inspeccionar los equipos a intervalos regulares y tomar acción para prevenir las fallas o evitar las consecuencias de las mismas según condición.

Incluye tanto las inspecciones objetivas (con instrumentos) y subjetivas (con los sentidos), como la reparación del defecto.

El *Mantenimiento Preventivo o Basado en el Tiempo*, consiste en reacondicionar o sustituir a intervalos regulares un equipo o sus componentes, independientemente de su estado en ese momento.

El *Mantenimiento Detectivo o Búsqueda de Fallas*, consiste en la inspección de las funciones ocultas, a intervalos regulares, para ver si han fallado y reacondicionarlas en caso de falla.

El *Mantenimiento Correctivo o A la Rotura*, consiste en el reacondicionamiento o sustitución de partes en un equipo una vez que han fallado, es la reparación de la falla, ocurre de urgencia o emergencia.



ELLMANN, SUEIRO Y ASOCIADOS

Por último, el *Mantenimiento Mejorado o Rediseños*, no es tarea de mantenimiento propiamente dicho, aunque lo hace mantenimiento, consiste en la modificación o cambio de las condiciones originales del equipo o instalación.

Para concluir presentaremos un cuadro resumen con el resultado de implementación de RCM2 en industrias de la región (gentileza de Ellmann y Asociados, Licenciarios de RCM2 para América Latina y Península Ibérica).

El mismo es una muestra de más de mil causas de falla analizadas.

Consecuencias:

- | | |
|------------------------------|------|
| • Falla oculta | 40 % |
| • Seguridad y medio ambiente | 5 % |
| • Operacionales | 35 % |
| • No operacionales | 20 % |

Estrategias:

- | | |
|--------------|------|
| • Predictivo | 25 % |
| • Preventivo | 5% |
| • Detectivo | 35 % |
| • Correctivo | 30 % |
| • Mejorado | 5 % |

Se destaca entre las consecuencias la importante presencia de fallas ocultas, debido a la complejidad de los sistemas modernos, así como entre las estrategias la fuerte caída del preventivo y el equilibrio entre predictivo, detectivo y correctivo.



ELLMANN, SUEIRO Y ASOCIADOS

7 CONCLUSIONES

El mantenimiento hoy tiene su importancia estratégica en su aporte a la competitividad, para ello se necesita un enfoque global e integrado que permita su optimización a la luz de los objetivos del negocio.

El OIM aporta este enfoque recogiendo lo mas avanzado de los conceptos estructurados de tercera generación.

La clave de la competitividad esta en las estrategias, los objetivos y los indicadores cuantificados, el OIM incluye las herramientas mas avanzadas en esos aspectos convirtiéndose en una poderosa palanca de transformación de la gestión del mantenimiento moderno.

Ing. Santiago Sotuyo Blanco

ELLMANN, SUEIRO Y ASOCIADOS

San Pedro M.223 S.8, El Pinar, CP 15008.

Ciudad de la Costa, Canelones, Uruguay

Tel: +598-2-6985919, Cel UY: +598-99-668439

Cel CL: +56-9-5321717

sotuyo@ellmann.net

www.ellmann.net