



ELLMANN, SUEIRO Y ASOCIADOS

LA CUSTODIA RESPONSABLE DE LOS ACTIVOS FÍSICOS

*The Responsible Custodianship of Physical Assets © 1999 John Moubray - ALADON Ltd.
Traducido y Presentado por Santiago Sotuyo – ELLMANN, SUEIRO Y ASOCIADOS (Licenciarios
de ALADON Ltd. desde 1990).*

1. La Misión de Mantenimiento

Cuál es exactamente el propósito de la función de mantenimiento? En un mundo de expectativas crecientes, normativas restrictivas cada vez más onerosas, paradigmas tecnológicos cambiantes y procesos interminables de reorganización - todo lo cual requiere ser tratado con urgencia - resulta fácil perderse. En este entorno, así como la mayoría de las grandes corporaciones desarrollan enunciados de su misión para que los ayude a mantener un curso estable a través de un océano de distracciones, vale la pena desarrollar un enunciado de misión que ayude a la labor de mantenimiento a hacer lo propio.

Quizás un buen lugar para comenzar sería mirar el significado de la palabra "mantener". El diccionario Oxford define *mantener* como *causar que continúe*. Ustedes podrán preguntarse: "¿Causar que qué cosa continúe haciendo qué cosa?" El primer "qué" es fácil. El mantenimiento existe porque tenemos activos físicos que necesitan ser mantenidos. De modo que el enunciado de la misión deberá reflejar el hecho de que el mantenimiento trata antes que nada sobre activos físicos.

¿Pero qué es lo que deben continuar haciendo? La respuesta yace en el hecho de que cada activo físico está puesto en servicio porque alguien quiere que este haga algo. En otras palabras, se espera que cumpla una función o funciones específicas. Por ende, cuando mantenemos un activo, el estado que queremos preservar debe ser uno en el que continúe haciendo lo que sus usuarios desean que haga. Este cambio de énfasis -de la preservación de lo que cada activo *ES* a la preservación de lo que *HACE* - debería ser reconocida en el enunciado de la misión.

El enunciado de la misión también deberá reconocer a los "clientes" del servicio de mantenimiento. Los encargados del mantenimiento sirven a tres conjuntos distintos de clientes - los propietarios de los activos, los usuarios de los activos (suelen ser sus operadores) y la sociedad en su totalidad. Los propietarios estarán satisfechos si sus activos generan un retorno satisfactorio de la inversión realizada para adquirirlos. Los usuarios estarán satisfechos si cada



activo continua haciendo lo que sea que ellos desean que haga dentro de un estándar de funcionamiento que ellos consideren satisfactorio. La sociedad en su totalidad se verá satisfecha si los activos no fallan en formas que amenacen la seguridad pública o el ambiente.

Si las cosas no fallaran no necesitarían mantenimiento. De modo que la tecnología del mantenimiento gira en torno a hallar y aplicar formas adecuadas de administrar las fallas. Las técnicas de administración de fallas incluyen mantenimiento predictivo y preventivo, búsqueda de fallas, operar a la falla y realizar cambios por única vez a los diseños del activo o a la forma en que este es operado.

Cada categoría incluye una serie de opciones, algunas más eficaces que otras. Los responsables del mantenimiento no solo deben aprender cuáles son estas opciones, sino que también tienen que decidir que valen la pena en sus propias organizaciones. Si realizan las elecciones correctas, es posible que mejoren la performance de los activos y a su vez, puedan contener e incluso reducir, el costo del mantenimiento. Si hacen las elecciones equivocadas, se crearán nuevos problemas y empeorarán aquellos problemas ya existentes. De modo que el enunciado de la misión deberá poner énfasis en la necesidad de hacer las elecciones más costo - eficaces entre toda la gama de opciones disponibles.

Al considerar las opciones de administración de fallas, se deberá notar que las fallas solo atraen atención porque tienen consecuencias. Las fallas pueden afectar la producción, la seguridad, la integridad ambiental, la calidad del producto, el servicio al cliente, los costos de protección y operación además de los costos de reparación. La gravedad y frecuencia con que una falla hace incurrir en estas consecuencias dicta si vale la pena aplicar alguna forma de administración de las fallas. De modo que el enunciado de la misión debería reconocer el papel clave que tiene evitar las consecuencias en el área de mantenimiento.

También debería reconocer que la mayor parte de nosotros trabaja en un ambiente con recursos en gran medida limitados. Los responsables de mantenimiento más eficientes son aquellos que aplican los recursos que realmente necesitan –gente, repuestos y herramientas—de la manera más costo - eficaz posible, pero no en forma tan barata que puedan dañar la funcionalidad a largo plazo de sus activos. En otras palabras, el costo de la propiedad de los activos debe minimizarse a través de todo su ciclo de vida y no solamente hasta finalizar el siguiente período contable.



Finalmente, el enunciado de la misión deberá reconocer que el mantenimiento depende de la gente, no solo de los mantenedores, sino también operadores, diseñadores y proveedores. De modo que deberá reconocer la necesidad que todos y cada uno de los involucrados con los activos, comparta una comprensión común y correcta de lo que se necesita hacer, y sean capaces y estén dispuestos, a hacer lo que se necesite hacer, bien hecho de entrada, cada vez. Esto sugiere lo siguiente como probable enunciado de la Misión.

Preservar las funciones de nuestros activos físicos a través de todo su ciclo de vida tecnológica:

- **a satisfacción de los propietarios de los mismos, sus usuarios y de la sociedad en general;**
- **seleccionando y aplicando las técnicas más costo - eficaces para administrar las fallas y sus consecuencias;**
- **con el apoyo activo de todos los involucrados.**

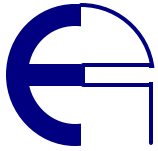
2. Desarrollando una estrategia de mantenimiento

Una cosa es decidirse en cuanto a una misión. Es bien distinto el desarrollar e implementar una estrategia que permita que el emprendimiento de mantenimiento alcance dicha misión.

Teniendo en cuenta las presiones a que se ven sujetos cotidianamente los gerentes de mantenimiento, la primera pregunta es: ¿por dónde empezamos? ¿Compramos un nuevo sistema informatizado de gerenciamiento del mantenimiento (CMMS)? ¿Nos reorganizamos? ¿Invertimos en grandes cantidades de equipos de monitoreo de estado/condiciones? ¿Tiramos todo abajo y empezamos a construir de cero?

La respuesta yace al comienzo del enunciado de la misión, que establece que nuestra misión es la de *preservar las funciones de nuestros activos*. Es solo cuando estas funciones han sido definidas que se esclarece exactamente lo que el mantenimiento está tratando de lograr; y también precisamente lo que significa "una falla". Esto hace posible proceder al siguiente paso, que es el de identificar las causas y efectos razonablemente probables de cada estado de falla.

Una vez que las causas de falla (o modos de falla) y sus efectos han sido identificados, estamos en una posición en que nos es posible evaluar cómo y



en qué medida una falla importa. Esto a su vez nos habilita para determinar cuáles, de entre una amplia gama de opciones, deberíamos usar para administrar cada modo de falla.

En este punto, hemos decidido lo que debe ser realizado para preservar las funciones de nuestros activos. Este proceso puede denominarse "identificación del trabajo".

Cuando las tareas que necesitan ser realizadas - los requerimientos de mantenimiento de cada activo - han sido debidamente identificadas, el siguiente paso es decidir sensatamente qué recursos serán necesarios para cada tarea. Los "recursos" consisten de personas y cosas, de modo que deberán ser respondidas, en esta etapa, las siguientes preguntas:

- Quién ha de hacer cada tarea: ¿un experto calificado en mantenimiento? ¿el operador? ¿el contratista? ¿el departamento de capacitación (si se requiere capacitación)? ¿los ingenieros (si el activo requiere ser rediseñado)?
- ¿Qué repuestos y herramientas se necesitan para hacer cada tarea, (incluyendo el equipo de monitoreo de estado/condición)?

Es solo cuando los requerimientos de recursos son comprendidos claramente que podemos decidir exactamente qué sistemas son necesarios para gerenciar dichos recursos de modo tal que las tareas sean hechas correctamente y, por ende, que las funciones de los activos sean preservadas.

Este proceso puede compararse con la construcción de una casa. Los cimientos son los requerimientos de mantenimiento de cada activo, las paredes son los recursos necesarios para cumplir los requerimientos (habilidades y repuestos/herramientas) y el techo representa los sistemas necesarios para administrar los recursos (CMMS).

El examinar los requerimientos de mantenimiento en el contexto de las funciones de cada activo (buscando preservar lo que el activo *hace* más que lo que el activo *es*), transforma completamente la forma en que los requerimientos son percibidos. En otras palabras, dicho examen cambia el tamaño, la forma y la ubicación de los cimientos sobre los que se basa la empresa de mantenimiento. Claramente, cuando cambian los cimientos, todo lo que se construye a partir de ellos también debe cambiar.

La buena noticia es que si el examen de los requerimientos - el proceso de identificación del trabajo - se realiza correctamente, los cimientos no solo



terminan de otra forma, sino que son generalmente menores que si los requerimientos se determinaran por los métodos tradicionales más anticuados. Cimientos menores significan que la estructura en su totalidad (los recursos y sistemas) construidos sobre esas bases también serán menores.

Otra noticia aún mejor es que el foco inicial sobre las funciones hace que todo el emprendimiento sea muchísimo más efectivo.

Resumiendo, el desarrollo y la ejecución de una estrategia de mantenimiento, consiste de tres pasos:

- formular una estratégica de mantenimiento para cada activo (identificación del trabajo)
- adquirir los recursos necesarios para ejecutar la estrategia eficazmente (personas, repuestos y herramientas)
- ejecutar la estrategia (adquirir, desplegar y operar los sistemas necesarios para administrar los recursos con eficiencia).

En otras palabras, tal como lo muestra la figura 1, hay que construir primero los cimientos, luego las paredes y luego el techo.

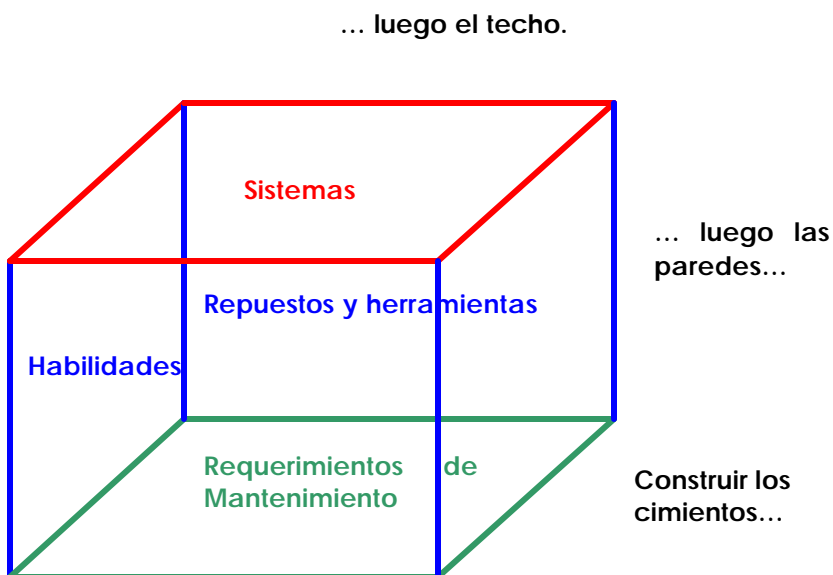


Figura 1: Construyendo la estrategia de mantenimiento.



3. Construyendo cimientos fuertes

Como cualquier constructor sabe, la integridad de cualquier estructura depende antes que nada de la integridad de sus cimientos. De modo que si aspiramos a realizar un emprendimiento de mantenimiento que sea lo suficientemente robusto como para satisfacer todas las expectativas de sus clientes, entonces:

- Sus cimientos deberán siempre ser del tamaño y la forma adecuados y estar colocados en el lugar correcto
- Los cimientos deberán ser lo suficientemente sólidos para soportar todas las cargas que se coloquen sobre ellos.

Construir cimientos sólidos significa que el proyecto de construcción debe ser planeado apropiadamente, la tierra debe prepararse correctamente, los cimientos deberán estar adecuadamente diseñados, deberán usarse materiales apropiados y los cimientos deberán ser construidos por personal que tenga el conocimiento y las capacidades apropiados.

Planear el proyecto significa que deben establecerse objetivos claros, los recursos deben asignarse y debe prepararse un plan. *Preparar la tierra* significa que toda persona en la organización a quien la empresa de mantenimiento habrá de servir deberá entender claramente qué cosa mantenimiento podrá o no podrá lograr y qué debe hacer para ayudar a lograrlo. *Diseñar los cimientos y seleccionar los materiales apropiados* significa definir sistemáticamente las funciones y los estándares de funcionamiento requeridos para cada activo, decidiendo qué modos de falla tienen probabilidad razonable de hacer que la falla ocurra, evaluando los efectos y consecuencias de cada falla y seleccionando una política de manejo de fallas que lidie adecuadamente con las consecuencias.

Usar la gente adecuada significa que el ejercicio debe ser realizado por grupos de personas que tengan una comprensión cabal y a fondo de cada activo en su contexto operativo, trabajando bajo la guía de alguien que entiende profundamente el proceso que está siendo utilizado para evaluar los requisitos de mantenimiento y que tenga un interés creado a largo plazo en el éxito del proyecto.

En ausencia de algún proceso de formulación de estrategias de administración de activos comparable, la única forma realmente efectiva de hacer todo esto



de una vez, para los complejos procesos industriales modernos, es arreglar que grupos de operadores, personal de mantenimiento, supervisores y especialistas debidamente entrenados, que vivan con el activo cotidianamente, apliquen el sistema de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) bajo la supervisión de un facilitador debidamente calificado.

4. Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad

El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad se define como 'un proceso usado para determinar lo que se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios desean que haga en su contexto operacional actual'. Involucra hacerse las siguientes siete preguntas sobre el activo que está siendo examinado, a saber:

- **¿Cuáles son las funciones y los estándares de funcionamiento asociados del activo en su actual contexto operacional?**
- **¿De qué manera falla en el cumplimiento de sus funciones?**
- **¿Qué es lo que causa cada falla funcional?**
- **¿Qué sucede cuando ocurre la falla?**
- **¿Hasta qué punto y de qué forma importa si ocurre cada falla?**
- **¿Qué puede hacerse para predecir o prevenir cada falla?**
- **¿Qué pasa si no se puede encontrar una tarea proactiva apropiada?**

Estas preguntas serán examinadas en los párrafos que siguen.

4.1 Funciones y Estándares de Funcionamiento

La parte 2 de esta monografía mencionaba que es sólo cuando las funciones de un activo han sido definidas que se clarifica exactamente qué es lo que el mantenimiento está tratando de lograr y también precisamente lo que se entiende por una "falla".

Por esta razón, el primer paso en el proceso de RCM es definir las funciones de cada activo en su contexto operacional, conjuntamente con los estándares de funcionamiento deseados que se asocia al mismo. Los usuarios de los activos suelen ser, por lejos, los mejor posicionados para saber exactamente qué contribución hace cada activo al bienestar físico y financiero de la organización en su totalidad, de modo que es esencial que se involucren en el proceso RCM desde el comienzo.



4.2 Fallas Funcionales

Los objetivos de mantenimiento se definen por las funciones y las expectativas de funcionamiento asociadas del activo. ¿Pero cómo logra estos objetivos el mantenimiento?

El único suceso que es probable que evite que un activo tenga una performance de acuerdo con el estándar que requieren sus usuarios es alguna forma de falla. Sin embargo, antes de que podamos aplicar una mezcla apropiada de herramientas de administración de fallas, necesitamos identificar qué fallas pueden ocurrir. El proceso RCM hace esto en dos niveles:

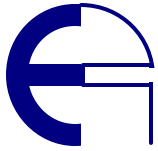
- En primer lugar, identificando qué circunstancias se acumulan para conducir a un estado de falla
- Luego preguntando qué sucesos pueden causar que el activo entre en un estado de falla.

En el mundo del RCM, los estados de falla se conocen como **fallas funcionales** porque ocurren cuando un activo *no es capaz de cumplir con la función de acuerdo con un estándar de funcionamiento que sea aceptable para el usuario*. Además de la incapacidad total de funcionar, esta definición abarca fallas parciales cuando un activo todavía funciona pero en un nivel de performance inaceptable (incluyendo aquellas situaciones en las que el activo no puede sostener niveles aceptables de calidad o precisión).

4.3 Modos de Falla

Una vez identificada la falla funcional, el paso siguiente es tratar de identificar todos los *sucesos que tienen una probabilidad razonable de causar dicho estado de falla*. Estos sucesos se denominan **modos de falla**. Los modos de falla de 'probabilidad razonable' incluyen aquellos que hayan ocurrido en ese equipo o uno similar operando en el mismo contexto, fallas que están siendo prevenidas actualmente por tareas de mantenimiento existentes y fallas que no han ocurrido aún pero que se considera que son posibilidades reales en el contexto en cuestión.

Las listas más tradicionales de modos de falla incorporan fallas causadas por deterioro o desgaste por el uso normal. Sin embargo, la lista debería incluir fallas causadas por errores humanos (por parte de operadores y mantenedores) y defectos de diseño, de modo que todas las causas razonablemente probables de falla de equipos pueden ser identificadas y se puede lidiar con ellas de manera apropiada. Es también importante identificar la causa de cada falla



con suficiente detalle como para que sea posible identificar una política adecuada de administración de fallas.

4.4 Efectos de Fallas

El cuarto paso en el proceso RCM involucra hacer un listado de **efectos de fallas**, que describa lo que sucede cada vez que ocurre una falla. Estas descripciones deberían incluir toda la información necesaria para respaldar la evaluación de las consecuencias, tales como:

- Qué evidencia hay (si la hubiere) de que ha ocurrido la falla.
- De qué modo (si lo hubiere) esta falla plantea una amenaza a la seguridad o al medio ambiente
- De qué forma (si la hubiere) afecta la producción o las operaciones.
- Qué daño físico (si lo hubiere) es causado por la falla.
- Qué debe hacerse para reparar la falla.

4.5 Consecuencias de la Falla

Un análisis detallado de un emprendimiento industrial promedio tiene probabilidad de rendir entre tres y diez mil modos de fallas posibles. Como lo mencionamos en la Parte I de esta monografía, cada una de estas fallas afecta a la organización de alguna forma, pero en cada caso las consecuencias son diferentes. El proceso RCM clasifica las consecuencias de las fallas en cuatro grupos, a saber:

- **Consecuencias de falla ocultas:** Las fallas ocultas no tienen un impacto directo, pero exponen a la organización a fallas múltiples con consecuencias graves.
- **Consecuencias sobre la seguridad y el ambiente:** Una falla tiene consecuencias de seguridad si puede herir o matar a alguien. Tiene consecuencias ambientales si incumple alguna norma ambiental corporativa, regional, nacional o internacional.
- **Consecuencias operacionales:** Una falla tiene consecuencias operacionales si afecta la producción (resultado de producción, calidad del producto, servicio al cliente o costos operativos además del costo directo de la reparación).
- **Consecuencias no operacionales:** Las fallas evidentes que caen en esta categoría no afectan ni la seguridad ni las operaciones, de modo que solo involucran el costo directo de repararlas.



El proceso RCM usa estas categorías como la base de un marco estratégico para la toma de decisiones de mantenimiento. Al forzar un examen estructurado de las consecuencias de cada modo de falla en términos de las categorías antedichas, focaliza la atención sobre las actividades de mantenimiento que tienen más efecto sobre la performance de la organización y les quita energía a aquellas fallas que tienen poco o ningún efecto (o que pueden incluso ser activamente antiproductivas). También alienta a los usuarios para que piensen más ampliamente sobre las diferentes formas de administrar las fallas, en lugar de concentrarse solo sobre la prevención de fallas.

4.6 Selección de la Política de Administración de Fallas

Las políticas de administración de fallas recaen sobre dos categorías:

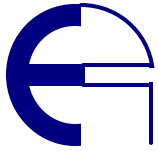
- *Tareas proactivas*: estas tareas se realizan antes de que ocurra la falla, para prevenir que el ítem entre en un estado de falla. Tal como se comenta más abajo, el RCM subdivide estas tareas en *reacondicionamiento cíclico*, *sustitución cíclica* y *mantenimiento según estado/condición*.
- *Acciones por defecto (a falta de)*: estas lidian con el estado de falla y son elegidas cuando no es posible identificar una tarea proactiva eficaz. Las acciones por defecto incluyen: *búsqueda de fallas*, *rediseñar* y *operar hasta la falla (correctivo)*.

Tareas de reacondicionamiento cíclico y de sustitución cíclica:

El reacondicionamiento cíclico involucra reconstruir un componente o realizar una reparación general de equipo de una línea de ensamblaje antes de un cierto límite de edad pre-establecido, sin tener en cuenta el estado al momento de realizar esto. De manera similar, la sustitución cíclica implica descartar un ítem en o antes de la fecha límite de vida especificada, sin tener en cuenta el estado en ese momento. Colectivamente, estos dos tipos de tareas se conocen ahora generalmente como *mantenimiento preventivo*.

Tareas según estado/condición:

Las tareas según el estado se basan en el hecho de que la mayoría de las fallas dan algún tipo de aviso sobre el hecho de que están por ocurrir. Estos avisos se denominan **fallas potenciales**, y se definen como las *condiciones físicamente identificables que indican que una falla funcional está a punto de ocurrir o está ocurriendo*.



Las tareas según el estado se usan para detectar fallas potenciales de modo que se pueda tomar acción para reducir o eliminar las consecuencias que pueden ocurrir si degenerasen en fallas funcionales. Esta categoría de tareas incluye todo tipo de *mantenimiento predictivo, mantenimiento según el estado y monitoreo de estado/condición*.

Búsqueda de fallas:

La búsqueda de fallas tiene que ver con chequear las *funciones ocultas* para ver si han *fallado* (en contraposición con la tarea según el estado, que involucra chequear si algo está *fallando*).

Rediseño:

El rediseño implica hacer un *cambio por única vez* a la capacidad inherente de un sistema. Esto incluye cambios al diseño del equipo, cambios por única vez a procesos y, si es necesario, capacitación.

Ningún mantenimiento programado:

Esta aplicación por defecto implica no hacer esfuerzo alguno por anticipar o prevenir modos de falla a los que se aplica, de modo que simplemente se permite que la falla ocurra y luego se repara. Esta aplicación por defecto se denomina también *operar hasta la falla ó mantenimiento correctivo*.

4.7 El Proceso de Selección de Tareas de RCM

El proceso RCM aplica una evaluación de consecuencias altamente estructurada y un algoritmo de política de selección a cada modo de falla. Incorpora criterios precisos y fácilmente comprensibles para decidir cuales de las tareas proactivas (si las hubiere) es *factible técnicamente* en cualquier contexto dado, y en caso de serlo, decidir con qué frecuencia y por parte de quién deberían ser realizadas las tareas. También incorpora criterios para decidir *si una tarea merece la pena ser realizada*, una decisión regida por cuán bien la tarea en cuestión lidia con las *consecuencias* de la falla. Finalmente, si no puede hallarse una tarea proactiva que sea a la vez técnicamente factible y que valga la pena hacerla, el algoritmo lleva a los usuarios a la acción por defecto más adecuada para lidiar con la falla.

Este enfoque significa que las tareas proactivas solo se especifican para fallas que realmente las necesitan, lo que a su vez conduce a reducciones sustanciales en las cargas de trabajo de rutina. De hecho, si se aplica correctamente el RCM a los programas existentes de mantenimiento, se reduce la cantidad de trabajo de *rutina* (en otras palabras, las tareas que han de ser



realizadas en forma *cíclica*) emitido para cada período, usualmente en un 40% a un 70%. Por otra parte, si se usa el RCM para desarrollar un nuevo programa de mantenimiento, la carga de trabajo programado es mucho menor que si el programa es desarrollado por métodos tradicionales. Menos trabajo de rutina también significa que las tareas que quedan tienen más probabilidad de ser realizadas adecuadamente. Esto, conjuntamente con la eliminación de tareas antiproductivas conduce a un mantenimiento más eficiente.

4.8 Aplicando el RCM

Cuando se aplica correctamente, el RCM contribuye a mejoras notoriamente importantes en la eficacia del mantenimiento y con frecuencia lo hace con sorprendente rapidez. Sin embargo, como ocurre con cualquier proyecto de gerenciamiento de un cambio fundamental, el RCM solo tiene éxito si se le presta la debida atención a través de la planificación de cómo y quién realizará el análisis, la auditoría y la implementación. Estos temas serán comentados en los párrafos siguientes.

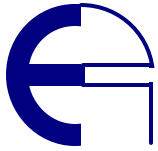
Planificación

La aplicación exitosa del RCM depende en primer lugar y quizás antes que nada de la meticulosa planificación y preparación. Los elementos clave del proceso de planificación son los siguientes:

- Definir el alcance y los límites de cada proyecto.
- Definir y, siempre que sea posible, cuantificar los objetivos de cada proyecto (estado actual y estado final deseado).
- Estimar la cantidad de tiempo (número de reuniones) necesario para examinar el equipo en cada área.
- Identificar al gerente y los facilitadores del proyecto.
- Identificar a los participantes (cargo y nombre)
- Planificar la capacitación de los participantes y facilitadores.
- Planificar la fecha, duración y lugar de cada reunión
- Planificar auditorías gerenciales de las recomendaciones del RCM.
- Planificar la implementación de las recomendaciones (tareas de mantenimiento, cambios de diseño, cambios de procedimientos operativos).

Grupos de Análisis

Hemos visto que el proceso RCM encarna siete preguntas básicas. En la práctica la gente de mantenimiento simplemente no puede contestar todas estas preguntas por sí mismos. Esto es porque muchas (si no la mayoría) de las respuestas solo pueden ser provistas por la gente de producción u operaciones.



Esto se aplica especialmente a preguntas concernientes a funciones, performance deseada, efectos de las fallas y consecuencias de las fallas.

Por este motivo, un examen de los requerimientos de mantenimiento de cualquier activo debe ser realizado por parte de equipos pequeños que incluyen *por lo menos* una persona de la función de mantenimiento y una de la función operativa. La antigüedad de los miembros del grupo es menos importante que el hecho de que deben tener un conocimiento exhaustivo del activo que está siendo examinado. Cada miembro del grupo debe haber sido capacitado en RCM también. La constitución de un grupo de análisis de RCM típico se muestra en la figura 2.



Figura 2: Un Grupo de Examen de RCM Típico

El uso de estos grupos no solo permite que la gerencia acceda al conocimiento y la idoneidad de cada miembro del grupo en forma sistemática, sino que los miembros mismos aprenden mucho de cómo funciona el activo.

Facilitadores

Los grupos de examen RCM trabajan bajo la guía de especialistas altamente capacitados en RCM, conocidos como Facilitadores. Los Facilitadores son el personal más importante en el proceso de examen de RCM. Su papel es el de asegurar que:

- El análisis RCM se realice en el nivel apropiado, y que los límites del sistema estén definidos claramente, que no queden ítems importantes pasados por alto y que los resultados del análisis sean apropiadamente registrados.
- El RCM sea comprendido correctamente y aplicado por el grupo.
- El grupo alcance el consenso de una manera rápida y ordenada, mientras retienen su entusiasmo y compromiso.



- El análisis progresa tal como se planeó y termina a tiempo.

Los facilitadores también trabajan con los gerentes del proyecto RCM ó los auspiciantes para asegurar que cada análisis sea planificado adecuadamente y reciba el soporte gerencial y logístico apropiado.

Los resultados de un análisis RCM

Si se aplica de la forma en que lo sugerimos arriba, un análisis RCM tiene como resultado tres productos tangibles, a saber:

- Programas a realizar por el departamento de mantenimiento
- Procedimientos de operación revisados para los operadores de activos
- Una lista de áreas en las que se harán cambios puntuales al diseño del activo o la forma en que deberá ser operado para lidiar con situaciones en las que el activo no puede brindar la performance deseada en su configuración actual.

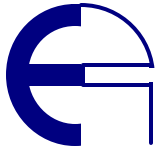
Un resultado menos tangible pero muy valioso es que los participantes en el proceso tienden a empezar a funcionar mucho mejor como equipos multidisciplinarios luego de que sus análisis son completados.

Auditoría

Luego de que el examen ha sido completado para cada activo, los gerentes de mayor nivel con responsabilidad general sobre el equipo deberán quedar satisfechos de que el examen es sensato y defendible. Esto implica decidir si están de acuerdo con la definición de funciones y estándares de performance, la identificación de modos de falla y la descripción de efectos de falla, la evaluación de consecuencias de fallas y la selección de las tareas.

Implementación

Una vez que el examen RCM ha sido auditado y aprobado, el paso final es implementar las tareas, procedimientos y cambios puntuales. Las tareas y procedimientos examinados deben ser delineadas de tal forma en que se asegure que serán claramente comprendidas y realizadas de manera segura por las personas a las que les sean asignadas. Las tareas de mantenimiento se alimentan luego a un sistema de planificación y control de mantenimiento de alta y baja frecuencia, mientras que los procedimientos operativos examinados

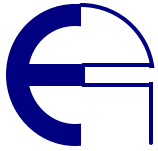


se incorporan en los manuales de procedimientos de operación estándar. Las modificaciones son generalmente resueltas por la función de ingeniería.

4.9 Lo que logra el RCM

La contribución individual más importante del proceso RCM a la industria es que si se aplica correctamente le provee una base mucho más sólida para el emprendimiento de la labor de mantenimiento que cualquier cosa disponible hasta la fecha. Las áreas clave en que contribuye directamente a la eficacia y eficiencia del mantenimiento son las siguientes:

- **Mayor seguridad e integridad ambiental:** El RCM considera las implicancias de seguridad y ambientales de cada modo de falla antes de considerar su efecto sobre las operaciones. Esto trae el tema de la seguridad y el ambiente al principal ámbito de decisión de mantenimiento.
- **Performance operativa mejorada (producción, calidad, servicio al cliente):** Al concentrarse en lo que los activos físicos hacen (sus funciones) en lugar de en lo que ellos son, el RCM permite que los usuarios identifiquen con mucho mayor claridad y precisión qué tienen que hacer para alcanzar mejoras reales y sustanciales a largo plazo en lo que hace a la disponibilidad y confiabilidad de los equipos y maquinaria.
- **Mayor costo - eficacia de mantenimiento:** El RCM focaliza la atención continuamente sobre la performance de los equipos. Esto ayuda a asegurar que todo lo gastado en mantenimiento es gastado allí donde produce un mayor beneficio.
- **Una vida útil más larga de ítems costosos,** debido a un foco cuidadoso en el uso del mantenimiento según estado.
- **Una base de datos integral:** Un examen RCM termina con un registro integral plenamente documentado de los requerimientos de mantenimiento de todos los activos importantes usados por la organización. Esto posibilita la adaptación a circunstancias cambiantes sin tener que reconsiderar todas las políticas de mantenimiento desde el principio. Esto también habilita a los usuarios de equipos para que demuestren que sus programas de mantenimiento están sustentados sobre bases racionales (el rastreo de auditoría requerido por cada vez más reguladores).
- **Mayor motivación de las personas,** especialmente la gente que está involucrada en el proceso de examen. Esto conduce a una comprensión general mejorada en gran medida del equipo en su contexto operativo, conjuntamente con un "adueñarse" más ampliamente de los problemas



de mantenimiento y sus soluciones. Esto también significa que las soluciones brindadas tendrán más probabilidad de ser duraderas.

- **Mejor trabajo de equipo:** El RCM provee un lenguaje técnico común y fácil de entender para todo aquel que tenga algo que ver con mantenimiento. Esto da a la gente de mantenimiento y operaciones una comprensión mejor de lo que el mantenimiento puede (y no puede) hacer y qué debe hacerse para alcanzarlo.

Todos estos temas son parte de la corriente principal de gerencia de mantenimiento, y muchos son ya el objetivo de programas de mejora. Una característica principal de RCM es que provee un marco eficaz, paso a paso, para lidiar con todos ellos a la vez y para involucrar a todos lo que tengan algo que ver con el equipo en el proceso.

En términos de nuestra analogía estructural, vale la pena notar que muchos emprendimientos de mantenimiento gastan montos inmensos de tiempo, energía, y dinero en sistemas de administración del mantenimiento (CMMS) (techos) y en herramientas tales como el monitoreo del estado o condición (parte de las paredes), pero gastan poco o nada en clarificar las percepciones sobre lo que debe hacerse realmente para hacer que los activos continúen haciendo lo que sus usuarios quieren que haga (los cimientos).

El resultado es techos elegantes y paredes construidas sobre cimientos con la forma errónea, el tamaño erróneo y sin la fortaleza necesaria para soportar las cargas que se les imponen. El resultado final es un emprendimiento de mantenimiento que no es ni cerca de eficaz de lo que debería ser.

Esto no es para sugerir que no necesitamos un CMMS o el monitoreo de estado/condición. Por supuesto que lo necesitamos, del mismo modo en que (casi) todo edificio necesita un techo y paredes. Sin embargo, los techos y las paredes deben encajar en los cimientos y los cimientos deben ser capaces de soportar el resto de la estructura.

En esencia, la única forma de desarrollar una estrategia de mantenimiento verdaderamente viable a largo plazo es la de invertir las cantidades apropiadas de tiempo y energía en *cada* elemento del proceso. En particular, evitar la tentación de concentrarse demasiado pronto o con demasiada intensidad en técnicas y sistemas de mantenimiento sin asegurarse primero de que todo el mundo comparte una comprensión correcta de lo que debe hacerse para asegurar que cada activo continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga.



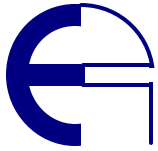
5. Custodia Responsable

La primera parte de esta monografía propuso un enunciado de la misión del mantenimiento. Al hacerlo, enfatizó que el personal de mantenimiento sirve a tres conjuntos bien distintos de clientes: los dueños de los activos, los usuarios de los activos - con frecuencia los operadores - y la sociedad en su conjunto. Los dueños estarán satisfechos si obtienen un retorno satisfactorio sobre su inversión. Los usuarios se sentirán satisfechos si cada activo continúa haciendo lo que ellos quieren que haga a los estándares de performance que ellos –los usuarios— consideren satisfactorio. (En este contexto, la performance satisfactoria incluye la noción de que el riesgo de muerte o daño causado por fallas de equipos deberían verse reducidas a niveles tolerables). Finalmente, se satisface a la sociedad si los activos no fallan en formas en que constituyan una amenaza para el ambiente.

Debido a que mantienen los activos en nombre de toda esa gente, se puede decir que los funcionarios de mantenimiento son los custodios de los activos.

En este contexto, se pueden trazar paralelismos entre la custodia de activos físicos y la custodia de activos financieros. En 1494, un florentino de nombre Pacioli inventó la teneduría de libros de asientos dobles, el proceso que se halla en el corazón de la custodia financiera. Hasta la fecha, a lo largo de todas las ramas de la actividad humana organizada, hay ejércitos de contadores y tenedores de libros que usan las ideas de Pacioli para cuidar los activos financieros en nombre de quienes verdaderamente poseen, ganan y gastan el dinero. En su mundo, la custodia responsable significa asegurar que todas las transacciones financieras sean contabilizadas y los libros registren hasta el último centésimo al final de cada período contable. Los procedimientos y la documentación necesaria para que este proceso funcione se han vuelto parte de la forma en que estamos todos obligados a hacer negocios, aun cuando insumen muchos recursos y muy caros. Los negocios en el mundo entero han aprendido que algo menos preciso que esto rápidamente lleva al caos financiero.

En el mundo del mantenimiento, nuestra “moneda” es el modo de falla. Para ejercer estándares de custodia similares a aquellos aplicados por nuestros pares del área de finanzas, debemos asegurar que cada modo de falla sea “debidamente contabilizado”. Esto nos obliga a aplicar la debida diligencia en tratar de identificar cada modo de falla que tenga probabilidades razonables de afectar las funciones de nuestros activos para comprender las



consecuencias de cada modo de falla, seleccionar las políticas de administración de fallas más eficientes desde el punto de vista de los costos, desplegar los recursos humanos y físicos para ejecutar las políticas elegidas y asegurar que cada tarea sea planificada y ejecutada de la forma correcta, en el momento adecuado y por la gente apropiada.

En el contexto de esta analogía, comparemos lo que ocurre cuando algo va mal en el mundo de las finanzas y el del gerenciamiento de activos físicos. Las peores consecuencias de la custodia irresponsable de los activos financieros son que un negocio puede caer en bancarrota y sus custodios pueden terminar en prisión. Sin embargo, la peor consecuencia de la custodia incorrecta o irresponsable de los activos físicos es que la gente muere y a veces en grandes cantidades.

De hecho, la medida en la que la salud física y financiera de la mayoría de las organizaciones ahora depende de una continua integridad física y funcional de sus activos significa que la presión sobre los encargados de mantenimiento para que ejerzan esta custodia de la manera más responsable posible se está volviendo extraordinariamente intensa. No solo surge esta presión de las expectativas de los 'clientes' del servicio de mantenimiento, sino que está atrayendo la atención de reguladores. Los órganos de gobierno tales como OSHA, FDA, FAA y EPA en los Estados Unidos y la HSE en el Reino Unido, además de los órganos reguladores regionales y municipales no solo están demandando más precisión y claridad en las políticas de manejo de activos, sino que también nos están pidiendo que seamos capaces de probar que lo que estamos haciendo es sensato y defendible. Las sanciones que aplican si se piensa que lo hacemos mal se están tornando gradualmente más feroces. Por ejemplo, el gobierno británico recientemente introdujo una nueva clase de delito al que llama "asesinato corporativo" que debe ser aplicado al caso de los altos ejecutivos de organizaciones en las que hayan ocurrido fatalidades como resultado de una custodia irresponsable.

En este ambiente, los responsables de mantenimiento necesitan elevar sus estándares de custodia a niveles mucho más altos que los que hayan sido jamás aceptables en el pasado. Y sin embargo, en este momento en el tiempo, la industria en general aún gasta mucha más energía en el gerenciamiento preciso de sus activos financieros que en sus activos físicos, a pesar del hecho de que las consecuencias de la custodia incorrecta son con frecuencia mucho peores en el caso de los últimos que en el de los primeros.



Esto se debe en parte a que los procesos usados para administrar activos financieros han estado desarrollándose desde la era de Pacioli. En comparación, el concepto de mantenimiento planificado existe desde hace menos de 50 años, mientras que el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) fue codificado inicialmente en un informe de Nowlan & Heap hace apenas 20 años. Términos tales como PdM (ó CBM) y CMMS solo se han hecho de uso común en los últimos 10 años. Resumiendo, la industria apenas empieza a apreciar lo que debe hacerse para ejercer una custodia verdaderamente responsable de los activos físicos. Estamos a décadas de distancia de establecer procesos de administración de activos que sean aceptados tan amplia y rigurosamente como los usados en el mundo de la administración financiera.

Bajo estas circunstancias, no sorprende que una gran parte de la experimentación aún esté ocurriendo en el mundo de la administración de activos físicos. Parte de esta experimentación está conduciendo a desarrollos que son de gran valor. En particular, pensemos en el crecimiento explosivo de las técnicas de monitoreo de estado, avances continuos en el campo de CMMS, comprensión rápidamente creciente de los procesos que causan que los sistemas fallen (incluyendo la parte que juega el error humano), e incorporación formal de un riesgo cuantificado a la formulación de una estrategia de mantenimiento.

Un área donde aún tenemos muchísimo que aprender es el campo del RCM. Ha sido aplicado extensamente con gran éxito por la industria de la aviación en particular, además de lo cual el autor y sus asociados se han visto involucrados en la aplicación de RCM a los activos físicos en más de 1500 sitios que abarcan casi cada área principal de actividad humana organizada. Como resultado, el proceso está bien establecido. Sin embargo, a pesar de los éxitos tremendos que disfrutaron aquellos que aplican RCM correctamente, la industria en general solo está comenzando a comprenderlo.

Una característica de este proceso de aprendizaje es el número de intentos que se están haciendo para racionalizar el proceso de formulación de la estrategia de mantenimiento. La mayoría de estos intentos están siendo realizados por personas bien intencionadas que se concentran más en los costos del proceso de formulación de la estrategia que en lo que esta logra. Sin embargo, es aparente para aquellos que conocen mejor el RCM que aún tenemos todos que aprender mucho más sobre las relaciones intrincadas entre funciones, mecanismos de falla, consecuencias de falla y políticas de administración de fallas que lo que conocemos actualmente. Como vimos antes, las



consecuencias de formular estrategias inapropiadas son horrendas. Es una situación que demanda un rigor mayor y no menor, de modo que poner hoy demasiado énfasis en los atajos es demasiado peligroso e irresponsable.

De hecho, casi todos los procesos de formulación de estrategias de mantenimiento 'racionalizados' que el autor ha encontrado hasta la fecha contienen defectos lógicos o de procedimiento que incrementan el riesgo hasta un punto en que desborda cualquier pequeña ventaja que pudieren ofrecer en cuanto a un menor costo de su aplicación. Los principales de estos procesos son (1) aquellos que intentan combinar las tres metodologías incompatibles necesarias para fijar intervalos para diferentes tipos de tareas de mantenimiento periódico en una fórmula abarcativa, (2) aquellos que enfatizan demasiado la evaluación de la cualidad de "crítico" de los activos o sistemas antes de realizar un FMEA detallado, y (3) aquellos que revierten o simplemente se saltean pasos clave en el proceso de RCM.

Irónicamente, también surge que muchas de esas técnicas racionalizadas de hecho llevan más tiempo y cuestan más para ser aplicadas que la aplicación rigurosa de RCM, de modo que incluso se pierde esta pequeña ventaja. Así que si deseamos ser verdaderamente responsables como custodios de nuestros activos físicos, necesitamos reconocer que los atajos no tienen lugar en el proceso de formulación de estrategias de mantenimiento en general, y en la aplicación del RCM en particular.

Otra puntualización en cuanto a la custodia responsable concierne el tema de la auditoría. En la mayoría de las organizaciones, los gerentes financieros tiene que someter su custodia a escrutinios externos exhaustivos, caros y obligatorios por lo menos una vez al año. Actualmente, la noción de auditorías externas de actividades de manejo de los activos físicos está todavía en pañales. Sin embargo, el concepto de un "rastreo de auditoría" está apareciendo en cada vez más normas regulatorias de la seguridad industrial. Nuestros reguladores nos están pidiendo no solo que hagamos lo correcto, sino que seamos capaces de demostrar por escrito *porqué* las estamos haciendo. Se acerca el día en que esto evolucionará hacia un proceso de auditoría tan formalizado y altamente regulado como aquel al que se ven sujetos nuestros colegas del área de finanzas.

La profundidad, grado de indagación y costo de este proceso de auditoría se regirá por la medida en que nuestros reguladores acepten la validez de los métodos que usamos para ejercer la custodia de nuestros activos físicos, y el rigor y la precisión con que ellos consideren que la aplicamos. En suma, si el



mundo de la administración de activos físicos desea mantener un grado razonable de control sobre su propio destino, deberá alcanzar si no exceder los estándares de custodia que son norma en el mundo de los activos financieros. Ahora mismo, ¿cuántos de ustedes pueden afirmar con honestidad que lo hacen?

Sobre John Moubray (†):

John Moubray, ingeniero mecánico graduado. Fallecido en enero de 2004, vivió en Asheville, Carolina del Norte, y era Ejecutivo Principal de Aladon Ltd.. Luego de graduarse en 1971, trabajó dos años como planificador de mantenimiento en una planta de empaquetado y por un año como ingeniero de campo comercial para una de las principales compañías petroleras. En 1974, ingresó a una empresa de consultoría gerencial multidisciplinaria. Trabajó para esa compañía por doce años, especializándose en el desarrollo y la implementación de sistemas de gerenciamiento del mantenimiento computarizados y manuales para una amplia gama de clientes en el giro de minería, manufactura y sector de energía eléctrica.

Su primer encuentro con el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad tuvo lugar en 1981 y pronto se hizo consciente de su universalidad y de la medida en que llena el vacío en el pensamiento del mantenimiento industrial general. Esto lo llevó a buscar a Stan Nowlan –co-autor del informe Nowlan & Heap en 1978 sobre RCM--- en 1982. Bajo su guía y patronazgo (que continuó hasta la muerte de Stan en 1995) Moubray comenzó a desarrollar una serie de servicios de capacitación y soporte diseñados para transferir la tecnología de RCM a clientes industriales. En 1986, Moubray decidió concentrarse exclusivamente en RCM. Esto lo llevó a fundar Aladon Ltd en 1986. Aladon es una consultora del Reino Unido y USA que se especializa en la aplicación de RCM. Conjuntamente con una red mundial de licenciarios, Aladon ha ayudado a clientes a aplicar RCM en más de 1500 sitios en 40 países.

La primera edición del libro de Moubray “Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad” fue publicada en 1991 en el Reino Unido y en 1992 en los Estados Unidos. La segunda edición fue publicada en ambos países en 1997 y más de 40.000 copias de este libro están ahora en circulación en muchos idiomas. Ha publicado diversos artículos sobre RCM y ha dictado conferencias en Europa, América, el Pacífico y África. Su artículo titulado “Gerenciamiento del Mantenimiento – Un Nuevo Paradigma” ha sido publicado en los principales diarios en 16 países.

Sobre ELLMANN, SUEIRO Y ASOCIADOS:

ELLMANN, SUEIRO Y ASOCIADOS, Asesores de Dirección de Empresas con 45 años de experiencia, es licenciataria de ALADON Ltd. desde 1990, siendo el primer licenciario de habla hispana y lusitana, y el tercero en el mundo en aplicar metodologías de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. Recientemente efectuó la traducción del Libro “Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad” al idioma español.



Sobre Santiago Sotuyo:

Integrante del staff de ELLMANN, SUEIRO Y ASOCIADOS, Consultora que brinda servicios de asesoramiento en temas de Organización de Empresas e Ingeniería Industrial. Es Ingeniero Industrial graduado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la Republica, Uruguay en 1988.

Ha participado en diversos cursos y proyectos relacionados con el cuidado de los activos físicos, calidad, gerenciamiento, seguridad y demás temas técnicos, especialmente en procesos avanzados del manejo y cuidado de activos físicos como el OIM, RCM, RCS, ECO, CBM y TPM, en Argentina, Brasil, Chile, Perú y Uruguay, incluyendo el mayor proyecto de implementación de la técnica RCM2 en todo el mundo, en Codelco Chile. Además tiene realizada una especialización en Gestión e Ingeniería de Mantenimiento en Suecia.

Como miembro Senior de COPIMAN, Comité Panamericano de Ingeniería de Mantenimiento, ha dado conferencias internacionales en una gran gama de temas de su experiencia, incluyendo conferencias en Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Croacia, Ecuador, España, Estados Unidos, Finlandia, México, Panamá, Paraguay, Perú, y Uruguay.

Profesional Certificado en Mantenimiento y Confiabilidad, CMRP, por la SMRP, Sociedad de Profesionales de Mantenimiento y Confiabilidad de Estados Unidos.

Practitioner Certificado de la técnica RCM2 capacitado y entrenado en Lutterworth, Inglaterra por John Moubray, autor de esta técnica y Presidente de Aladon Ltd.

Ex Profesor en la Materia Gestión e Ingeniería de Mantenimiento en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la Republica Oriental de Uruguay. Ha dado cursos relacionados con Gestión de Mantenimiento en diversas compañías alrededor del Mundo.

Ha ocupado cargos en áreas de Gestión de Mantenimiento y Producción en diferentes compañías del Uruguay.

Actualmente es Presidente del COPIMAN, Coordinador General en URUMAN (Grupo Uruguayo de Mantenimiento), Ex-miembro del Consejo Directivo de la Asociación de Ingenieros del Uruguay y Ex-miembro del Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la Republica Oriental de Uruguay.

A través de su carrera profesional ha escrito diversos artículos que aparecieron en publicaciones nacionales e internacionales.

Es uruguayo, nacido en Montevideo, en 1961.

Presentado por:

Ing. Santiago Sotuyo Blanco
ELLMANN, SUEIRO Y ASOCIADOS
sotuyo@ellmann.net
www.ellmann.net