

# Introducción al Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad RCM2

## PARTE-1

### EL CAMBIANTE MUNDO DEL MANTENIMIENTO

Durante los últimos veinte años el mantenimiento ha cambiado, quizás más que cualquier otra disciplina gerencial. Estos cambios se deben principalmente al aumento en número y variedad de los activos físicos (plantas, equipos, maquinaria, edificaciones, etc.) que deben ser mantenidos en todo el mundo, diseños más complejos, nuevos métodos de mantenimiento y una óptica cambiante en la organización del mantenimiento y sus responsabilidades.

El mantenimiento también esta respondiendo a expectativas cambiantes. Estas incluyen una creciente toma de conciencia para evaluar hasta que punto las fallas en los equipos afectan a la seguridad y al medio ambiente; conciencia de la relación entre el mantenimiento y la calidad del producto y la presión de alcanzar una alta disponibilidad en la planta y mantener ajustado el costo.

Estos cambios están exigiendo nuevas actitudes y habilidades en todas las ramas de la industria. El personal de mantenimiento se ve obligado a adoptar maneras de pensar completamente nuevas, y a actuar como ingenieros y gerentes. Al mismo tiempo las limitaciones de los sistemas de mantenimiento se hacen cada vez mas evidentes, sin importar cuanto se hayan informatizado.

Frente a esta sucesión de grandes cambios, los gerentes en todo el mundo están buscando un nuevo enfoque para el mantenimiento. Quieren evitar las fallas en los arranques y los callejones sin salida que siempre acompañan a los grandes cambios. Buscan en cambio una estructura estratégica que sintetice los nuevos desarrollos en un modelo coherente, para luego evaluarlo y aplicar el que mejor satisfaga sus necesidades y las de la compañía.

Este artículo describe una filosofía que provee ciertamente dicha estructura, la cual se denomina mantenimiento centrado en confiabilidad, o RCM (Reliability Centered Maintenance), el cual, si es aplicado correctamente, transforma las relaciones entre quienes lo usan, los activos físicos existentes y las personas que los operan. A su vez permite que nuevos bienes o activos sean puestos en servicio con gran efectividad, rapidez y precisión. Este capítulo provee una breve introducción a RCM, empezando con vistazo sobre la evolución del mantenimiento en los últimos cincuenta años.

Desde la década de los 30 se puede seguir el rastro de la evolución del mantenimiento a través de tres generaciones. El RCM esta convirtiéndose rápidamente en la piedra fundamental de la tercera generación, pero esta solo puede ser vista en perspectiva, y a la luz de la primera y segunda generaciones.

### LA PRIMERA GENERACION

La primera generación del mantenimiento cubre el periodo que se extiende hasta la Segunda Guerra Mundial. En estos días la industria no estaba altamente mecanizada, por lo que el tiempo de paro de maquina no era de mayor importancia. Esto significaba que la prevención de las fallas en los equipos no era una prioridad para la mayoría de los gerentes. A su vez, la mayoría de los equipos eran simples, y una gran cantidad estaba sobredimensionada. Esto los hacia confiables y fáciles de reparar. Como resultado no había necesidad de un mantenimiento sistematizo mas allá de limpieza, servicio y lubricación.

### LA SEGUNDA GENERACION

Durante la Segunda Guerra Mundial todo cambio drásticamente. La presión de los tiempos de guerra aumento la demanda de todo tipo de bienes al mismo tipo que decaía abruptamente el número de los trabajadores industriales. Esto llevo a un aumento en la mecanización. Ya en los años '50 había aumentado la cantidad y complejidad de todo tipo de maquinas y la industria estaba empezando a depender de ellas.

Al incrementarse esta independencia, se centro la atención en el tiempo de paro (tiempo muerto) de maquina. Esto llevo a la idea de que las fallas en los equipos deberían ser prevenidas, llegando al concepto

del mantenimiento preventivo. En la década de los sesenta esto consistió principalmente en reparaciones mayores programados en intervalos regulares prefijados.

El costo del mantenimiento comenzó a elevarse rápidamente en relación a otro costo operacional. Esto llevo al crecimiento de sistema de plantación y control del mantenimiento. Estos ciertamente ayudaron a tener el mantenimiento bajo control y han sido establecidos como parte de la práctica del mantenimiento.

Por ultimo, la cantidad de capital ligado a activos fijos juntos con un elevado incremento en el costo del capital, llevo a los directivos a buscar la manera de maximizar la vida útil de sus activos / bienes.

## LA TERCERA GENERACION

Desde mediados de la década de los sesenta el proceso de cambio en la industria ha adquirido aun mas impulso. Los cambios han sido clasificados en; nuevas expectativas, nuevas investigaciones y nuevas técnicas.

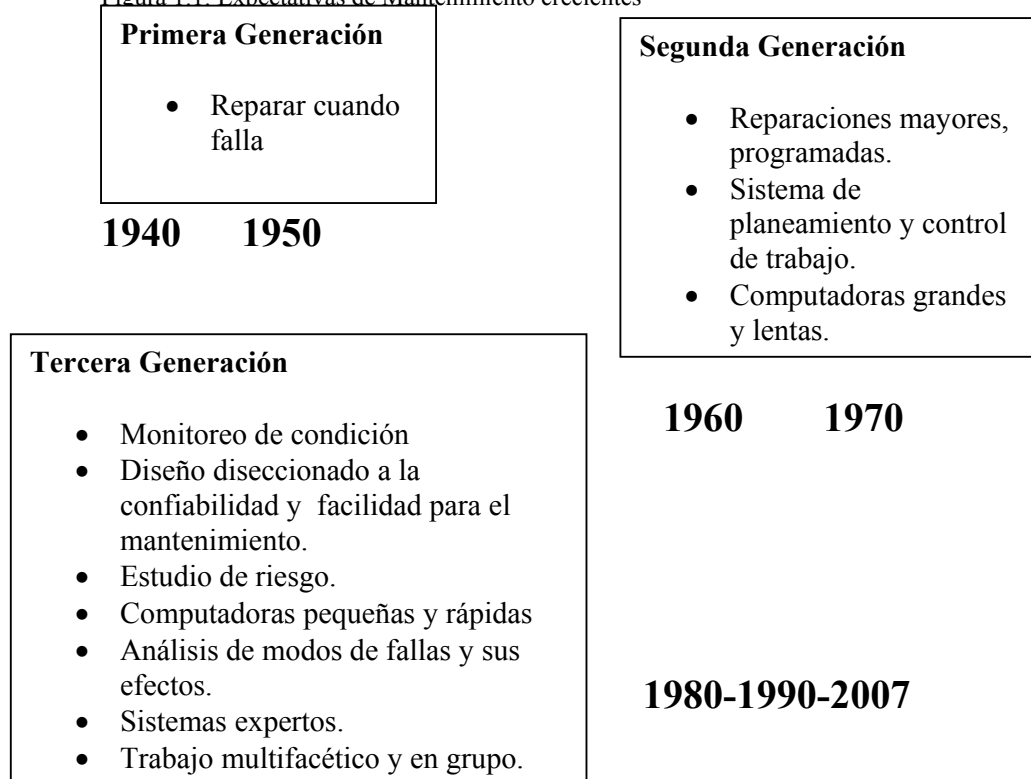
El tiempo muerto de maquinas siempre ha afectado la capacidad de producción de los activos físicos al reducir la producción, aumentar los costos operacionales e interferir con el servicio al cliente. En la década de los sesenta y setenta esto ya era una preocupación en las áreas de minería, manufactura y transporte. En la manufactura los efectos del tiempo muerto de maquina fueron agravados por la tendencia mundial hacia sistemas “justa-in-time”, donde los reducidos inventarios de material en proceso hacen probable que una pequeña falla en un equipo pueda parar toda la planta. Actualmente el crecimiento en la mecanización y automatización han tomado a la confiabilidad y a la disponibilidad como factores clave en sectores tan diversos como el cuidado de la salud, el procesamiento de datos, las telecomunicaciones, la administración de edificios y el manejo de las organizaciones.

Una mayor automatización también significa que mas y mas fallas afectan nuestra capacidad de mantener parámetros de calidad de satisfactorios. Esto se aplica tanto a parámetros de servicio como para la calidad del producto. Por ejemplo, hay fallas en equipos que pueden afectar el control del clima en los edificios y la puntualidad de las redes de transporte, así como transferir con el logro de las tolerancias deseadas en la producción.

## NUEVAS EXPECTATIVAS

La figura 1.1 muestra la evolución de las expectativas de mantenimiento.

Figura 1.1: Expectativas de Mantenimiento crecientes



Cada vez aparecen mas fallas que acarrear serian consecuencias para el medio ambiente y la seguridad, al tiempo que se elevan las exigencias sobre estos temas. En algunas partes del mundo se ha llegado a un punto que las organizaciones deben, o bien adecuarse a las expectativas de seguridad y cuidados ambientales de la sociedad, o dejar de operar.

Nuestra dependencia de la integridad de nuestros activos fisicos cobra ahora una nueva magnitud que va más allá del costo, y que se torna en una cuestión de supervivencia de la organización. Al mismo tiempo que crece nuestra dependencia de los activos fisicos, crece también el costo de mantenerlos y operarlos. Para asegurar la amortización de la inversión que representan, estos deben funcionar eficientemente siempre que se les necesite.

Por ultimo, el costo del mantenimiento sigue ascendiendo, en términos exponenciales y también en proporción del gasto total. En algunas industrias el mantenimiento representa ahora el segundo concepto más alto, o inclusive hasta el más alto costo operativo.

En consecuencia, en solo treinta años se ha convertido en la prioridad en el control de los costos.

## NUEVAS INVESTIGACIONES

Nuevas investigaciones están cambiando muchas de nuestras creencias mas profundas referentes a la relación entre edad operacional y fallas. En particular, parece haber cada vez menos conexión entre la edad de la mayoría de los activos y la probabilidad de estos fallen. En un principio la idea era simplemente que a medida que los activos envejecían eran más propensos a fallar. Una creciente conciencia de la “mortalidad infantil” llevo a la Segunda Generación a creer en la curva de la “bañera” o “tina de baño” sin embargo, las investigaciones en la Tercera Generación revelan no uno sino seis patrones de falla que realmente ocurren en la práctica. Esto tiene un profundo efecto sobre el mantenimiento, y será abordado en detalle mas adelante en el estudio de la Confiabilidad.

## NUEVAS TECNICAS

Ha habido un crecimiento explosivo de nuevos conceptos y técnicas de mantenimiento. Cientos de ellos han sido desarrollados en los últimos quince años, y emergen aun más cada semana. La figura 1.3 muestra como ha crecido el énfasis en los clásicos sistemas administrativos y de renovaciones mayores para incluir nuevos desarrollos en diferentes áreas. Los nuevos desarrollos incluyen:

- **Herramientas de soporte para la toma de decisiones**, tales como el estudio de riesgo, análisis de modos de falla y sus efectos y estrategias de mantenimiento.
- **Nuevos métodos de mantenimiento en operación**, tal como el monitoreo de condición.
- **Diseño de equipo**, con un mayor énfasis en la confiabilidad y mantenibilidad.
- **Un cambio drástico en el modo de pensar de la organización** hacia la participación de todo el personal, trabajo en grupo y flexibilidad de pensamiento.

Uno de los mayores desafíos que enfrenta el personal de mantenimiento es no solo aprender estas nuevas técnicas, sino decidir cuales valen la pena y cuales no, para su propia organización. Si hacemos elecciones adecuadas es posible mejorar el rendimiento de los activos y al mismo tiempo contener y reducir el costo del mantenimiento. Si hacemos elecciones inadecuadas se crean nuevos problemas mientras empeoran los que ya existen.

## LOS DESAFIOS QUE ENFRENTA EL MANTENIMIENTO

Los desafíos claves que enfrentan los gerentes de mantenimiento pueden resumirse de esta manera:

- **Seleccionar las técnicas mas apropiadas para manejar los distintos procesos de falla**  
Satisfaciendo las expectativas de los dueños de los activos, y la sociedad en general de la manera mas perdurable y efectiva en cuando a costos, con el apoyo y la cooperación de todas las personas involucradas.

El RCM provee un sistema que permite que los usuarios puedan responder a estos desafíos en forma simple y rápida. Esto se debe a que en ningún momento se pierde de vista que el mantenimiento se trata de activos fisicos. Si estos activos no existieran, no existiera la función de mantenimiento. El RCM comienza con un amplio replazo base-cero de los requerimientos de mantenimiento de cada activo en su contexto operacional.

Frecuentemente estos requerimientos son tomados como dogmas. Esto desemboca en el desarrollo de estructuras organizativas y de la implementación de sistemas basados en suposiciones incompletas o incorrectas en relación con las verdaderas necesidades activos. En cambio si estos requerimientos son analizados correctamente a la luz del pensamiento moderno, es posible lograr importantes cambios en la eficacia del mantenimiento.

El resto de este capítulo habla del RCM en más detalle. Comienza por explorar el significado de mantenimiento y continúa definiendo RCM para luego describir los siete pasos fundamentales en la aplicación de este proceso.

**MANTENIMIENTO Y RCM**

Los grandes diccionarios definen mantener conservar cada cosa en su ser (Real Academia Española), causar que continúe (Oxford), o conservar en el estado existente (Webster).

Esto sugiere que “mantenimiento” significa preservar algo. Por otro lado están de acuerdo con que modificar algo significa cambiarlo de alguna manera. Estas diferencias entre mantener y modificar tiene profundas implicaciones que serán detalladas en otro capítulo. En este momento nos centraremos en el mantenimiento.

Cuando nos disponemos a mantener algo, ¿Qué es eso que deseamos causar que continúe?, ¿Qué estado existente deseamos preservar?

La respuesta a estas preguntas esta dada por el hecho de que todo activo físico es puesto en funcionamiento porque alguien quiere que haga algo, en otras palabras, se espera que cumpla una función o funciones específicas. Por ende, al mantener un activo, el estado que debemos preservar es aquel en el que continúe haciendo lo que los usuarios quieren que haga.

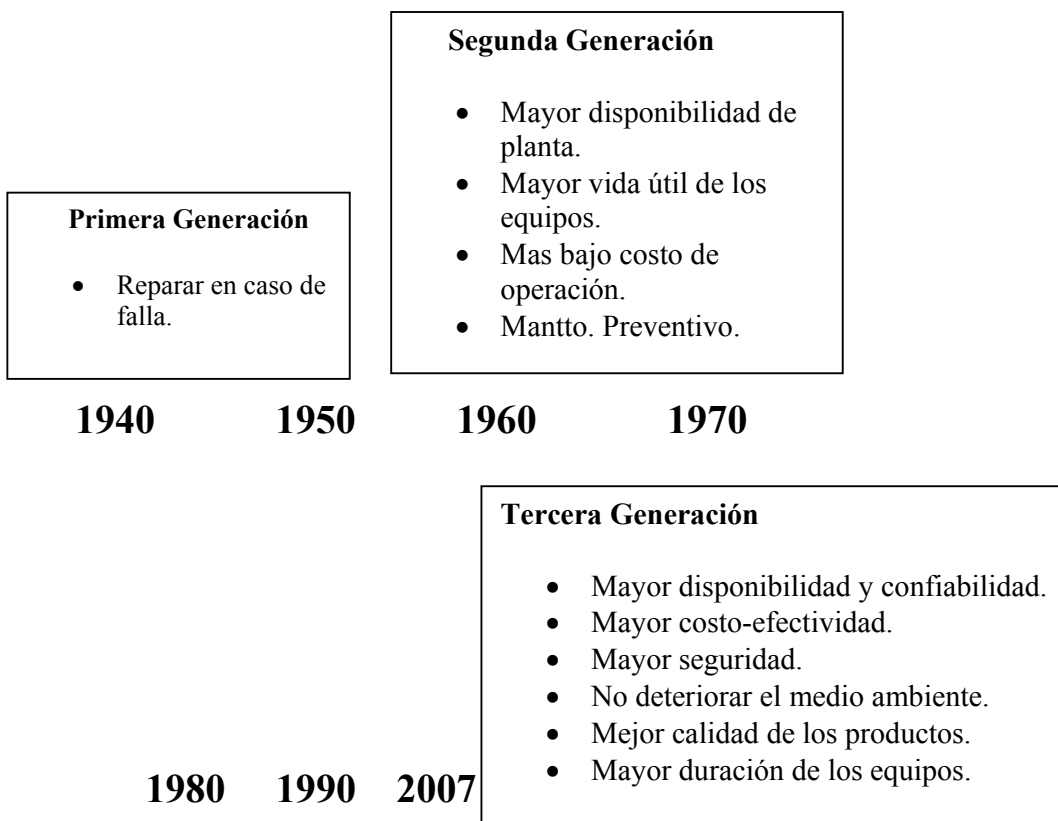
**Mantenimiento según el RCM:** asegurar que los activos físicos continúen haciendo lo que los usuarios quieren que hagan.

Los requerimientos de los usuarios va a depender de cómo y cuando se utilice el activo (contexto operacional). Esto lleva a la siguiente definición formal de mantenimiento centrado en confiabilidad.

**Un proceso utilizado para determinar los requerimientos de mantenimiento de cualquier activo físico en su contexto operacional.**

A la luz de la anterior definición de mantenimiento, una definición mas completa de RCM seria “un proceso utilizado para determinar que debe hacerse para asegurar que todo activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieran que haga en su actual contexto operacional”

Figura 1.3: Cambios en las Técnicas de mantenimiento



CONTINUARA ESTE PENDIENTE!!!!

O solicítelo por correo electrónico a [capacitacion07@industrialtijuana.com](mailto:capacitacion07@industrialtijuana.com)

# RCM2

## Mantenimiento Centrado en Confiabilidad

### PARTE – 2

#### 1.3. RCM: LAS SIETE PREGUNTAS BASICAS

El proceso de RCM formula siete preguntas acerca del activo o sistema que se intenta analizar:

- ¿Cuáles son las funciones y parámetros de funcionamiento asociado al activo en su actual contexto operacional?
- ¿De que manera falla en satisfacer sus funciones?
- ¿Cuál es la causa de cada falla funcional?
- ¿Qué sucede cuando ocurre cada falla?
- ¿De que manera importa cada falla?
- ¿Qué puede hacerse para predecir o prevenir cada falla?
- ¿Qué debe hacerse si no se encuentra una tarea preactiva adecuada?

Estas preguntas son desarrolladas brevemente en los párrafos siguientes.

#### FUNCIONES Y PARAMETROS DE FUNCIONAMIENTO

Antes de poder definir que proceso aplicar para determinar que debe hacerse para que cualquier activo físico continúe haciendo aquello que sus usuarios quieren que hagan en su contexto operacional, necesitamos hacer dos cosas:

- Determinar que es lo que sus usuarios quieren que haga, y
- Asegurar que sea capaz de realizar aquello que sus usuarios quieren que haga.

Por eso el primer paso en el proceso de RCM es definir las funciones de cada activo en su contexto operacional, junto a los parámetros de funcionamiento deseado. Lo que los usuarios esperan que sean realizados por los activos puede ser dividido en dos categorías:

- **Funciones primarias.** Que resumen el porque de la adquisición del activo en primera instancia. Esta categoría de funciones cubre temas como velocidad, producción, capacidad de carga o almacenaje, calidad de producto y servicio al cliente.
- **Funciones secundarias.** Que indican que se espera de cada activo que haga más de allá de simplemente cubrir sus funciones primarias. Los usuarios también tienen expectativas relacionadas con las áreas de seguridad, control, contención, confort, integridad estructural, economía, protección, eficiencia operacional, cumplimiento de regularizaciones ambientales, y hasta la apariencia del activo.

Los usuarios de los activos generales están por lejos en la mejor posición para saber exactamente que contribuciones físicas y financieras el activo hace para el bienestar de la organización como un todo. Por ello es esencial que estén involucrados en el proceso de RCM desde el comienzo.

Si es hecho correctamente, este paso solo toma alrededor de un tercio del tiempo que implica un análisis del RCM completo. Además hace que el grupo que realiza el análisis logre un aprendizaje considerable (muchas veces acerca de cómo realmente funciona el equipo).

## **FALLAS FUNCIONALES**

Los objetivos del mantenimiento son definidos por las funciones y expectativas de funcionamiento asociadas al activo en cuestión. ¿Cómo puede el mantenimiento alcanzar estos objetivos?

El único hecho que puede hacer que un activo no pueda desempeñar conforme a los parámetros requeridos por su usuario es alguna clase de falla. Esto sugiere que el mantenimiento cumple sus objetivos al aplicar un abordaje apropiado en el manejo de una falla. Sin embargo, antes de poder aplicar herramientas apropiadas para el manejo de una falla, necesitamos identificar que fallas pueden ocurrir. El proceso RCM lo hace en dos niveles:

- En primer lugar, identificas las circunstancias que llevan a la falla.
- Luego se preguntan que eventos pueden causar que el activo falle.

En el mundo de RCM, los estados de fallas son conocidos como fallas funcionales porque ocurren cuando el activo no puede cumplir una función de acuerdo al parámetro de funcionamiento que el usuario considera aceptable.

Sumando a la incapacidad total de funcionar, esta definido abarca fallas parciales en las que el activo todavía funciona pero con un nivel de desempeño inaceptable (incluyendo las situaciones en las que el activo no puede mantener los niveles de calidad o precisión). Pero estas solo pueden claramente identificadas luego de haber definido las funciones y parámetros de funcionamiento del activo.

## **MODOS DE FALLAS**

Como se menciona en el párrafo anterior, una vez que se ha identificado la falla funcional, el próximo paso es tratar de identificar todos los hechos que pueden haber causado cada estado de falla. Estos hechos se denominan modos de fallas. Los modos de fallas posibles incluyen aquellos que han ocurrido en equipos iguales o similares operando en el mismo contexto. También o incluyen fallas que actualmente están siendo prevenidas por regímenes de mantenimiento existentes, así como fallas que aun no han ocurrido pero son consideradas altamente posibles en el contexto en cuestión.

La mayoría de las listas tradicionales de modos de falla incorporan fallas causadas por el deterioro o desgaste por uso normal. Sin embargo, para que todas las causas probables de falla en los equipos puedan ser identificadas y resultan adecuadamente, esta lista debe incluir fallas causada por errores humanos (por parte de los operadores y el personal de mantenimiento), y errores de diseño. También es importante identificar la causa de cada falla con suficiente detalle para asegurarse de no desperdiciar tiempo y esfuerzo intentando tratar síntomas en lugar de causas reales. Por otro lado, es igualmente importante asegurarse de no malgastar el tiempo en el análisis mismo al concentrarse demasiados en los detalles.

## **EEFECTOS DE FALLA**

El cuarto paso en el proceso de RCM consiste en hacer un listado de los efectos de fallas, que describe lo que ocurre cuando acontece cada modo de falla. Esta descripción debe incluir toda la información necesaria y sirve para apoyar la evaluación de las consecuencias de las fallas, tal como:

- Que evidencia existe (si la hay) de que la falla ha ocurrido.
- De que modo representa una amenaza para la seguridad o el medio ambiente (si es que la representa).
- De que manera afecta a la producción o a las operaciones (si las afecta).
- Que daños físicos (si los hay) han sido causados por la falla.
- Que debe hacerse para reparar la falla.

El proceso de identificar funciones, fallas funcionales, modo de falla y efectos de falla trae asombrosos y muchas veces apasionantes oportunidades de mejorar el desempeño y la seguridad, así como también de eliminar el desperdicio.



## CONSECUENCIAS DE LA FALLA

Un análisis detallado de la empresa industrial promedio probablemente muestre entre tres y diez mil posibles modos de falla. Cada una de estas fallas afecta a la organización de algún modo, pero en cada caso, los efectos son diferentes. Puede afectar operaciones. También puede afectar a la calidad del producto, el servicio al cliente, la seguridad o el medio ambiente. Y todas tomarán tiempo y costarán dinero para ser reparadas.

Un punto afuera de RCM es que reconoce que las consecuencias de las fallas son más importantes que sus aspectos técnicos. De hecho reconoce que la única razón para hacer cualquier tipo de mantenimiento proactivo no es evitar las fallas, sino evitar o reducir las consecuencias de las fallas. El proceso de RCM clasifica estas consecuencias en cuatro grupos, de la siguiente manera:

- **Consecuencias de fallas ocultas:** las fallas ocultas no tienen un impacto directo, pero exponen a la organización a fallas múltiples con consecuencias serias y hasta catastróficas. (la mayoría está asociada a sistemas de protección sin seguridad inherente).
- **Consecuencias ambientales y para la seguridad:** una falla tiene consecuencias para la seguridad si puede herir o matar a alguna persona. Tienen consecuencias ambientales si infringe alguna normativa o reglamento ambiental tanto corporativo como regional, nacional o internacional.
- **Consecuencias operacionales:** si afecta la producción (cantidad, calidad del producto, atención al cliente o costos operacionales) además del costo directo de la reparación.
- **Consecuencias no operacionales:** las fallas que caen en esta categoría no afectan a la seguridad ni a la producción, solo se relacionan con el costo directo de la reparación.

Son estas consecuencias las que fuertemente influyen en el intento de prevenir cada falla. En otras palabras, si una falla tiene serias consecuencias, haremos un gran esfuerzo para intentar evitarla. Por otro lado, si tiene consecuencias leves o no las tiene, quizás decidamos no hacer más mantenimiento de rutina que una simple limpieza y lubricación básicas.

Luego veremos cómo el proceso de RCM hace uso de estas categorías como la base de su marco de trabajo estratégico para la toma de decisiones en el mantenimiento. Al establecer una revisión obligada de la consecuencia de cada modo de falla en relación a las categorías ya mencionadas, integramos a los objetivos operacionales, ambientales y de seguridad de la función de mantenimiento. Esto contribuye a incorporar a la seguridad y al medio ambiente en la corriente principal de gestión del mantenimiento.

El proceso de evaluación de las consecuencias también cambia el énfasis de la idea de que toda falla es negativa y – ser prevenida. De esta manera se localiza la atención sobre las actividades de mantenimiento que tienen el mayor efecto sobre el desempeño de la organización, y resta importancia a aquellas que tienen escasos efectos. También nos alienta a pensar de una manera más amplia acerca de diferentes maneras de manejar las fallas, más que concentrarnos en prevenirlas. Las técnicas de manejo de falla se dividen en dos categorías.

- **Tareas proactivas:** estas tareas se emprenden antes de que ocurra una falla, para prevenir que el ítem llegue al estado de falla. Abarca lo que se conoce tradicionalmente como el mantenimiento “predictivo” o “preventivo”, aunque veremos luego que RCM utiliza los términos reacondicionamiento cíclico, sustitución cíclica y mantenimiento a condición.
- **Acciones a falta de:** estas tratan directamente con el estado de falla, y son elegidas cuando no es posible identificar una tarea proactiva efectiva. Las acciones “a falta de” incluyen búsqueda de falla, rediseño y mantenimiento a rotura (correctivo).

La sección siguiente trata el tema de las tareas proactivas en mayor profundidad.

## TAREAS PROACTIVAS

Mucha gente todavía cree que la mejor manera de optimizar la disponibilidad de la planta es hacer algún tipo de mantenimiento preactivo de rutina. El pensamiento de la segunda generación sugiere grandes reparaciones o reposiciones de componentes a intervalos fijos. La figura 1.4. Muestra la perspectiva de la falla a intervalos regulares.

La figura 1.4. Se basa en la presunción de que la mayoría de los equipos operan confiablemente por un periodo “x” y luego se desgastan. El pensamiento clásico sugiere que los registros extensivos acerca de las fallas nos permiten determinar y planear acciones preventivas un tiempo antes de que ellas ocurran.

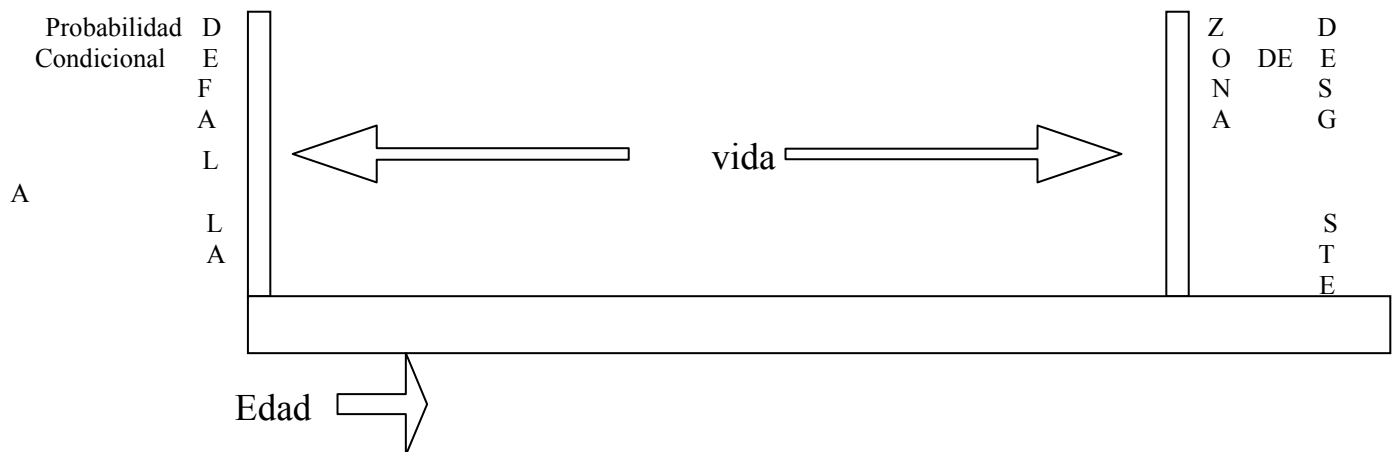


Figura 1.4 La perspectiva Tradicional de falla

Este patrón es cierto para algunos tiempos de equipos simples y para algunos ítems complejos con modos de fallas dominantes. En particular, las características de desgastes se encuentran a menudo en casos en los equipos tiene contacto directo con el producto. Las fallas relacionadas con la edad frecuentemente van asociadas a la fatiga, corrosión, abrasión y evaporación.

Sin embargo, los equipos en general son mucho más complejos de lo que eran hace veinte años atrás. Esto ha traído aparejado sorprendentes cambios en los patrones de falla, como lo muestra la figura 1.5. Los gráficos muestran la probabilidad condicional de falla en relación a la edad operacional para una variedad de elementos mecánicos y eléctricos.

El patrón A es la ya conocida curva de la “bañadera”. Comienza con una gran incidencia de las fallas (llamada mortalidad infantil), seguida por un incremento constante o gradual de la probabilidad condicional de falla, y por último una zona de desgaste. El patrón B muestra una probabilidad condicional de falla que es constante o de lento incremento y que termina en una zona de desgaste (igual que la figura 1.4).

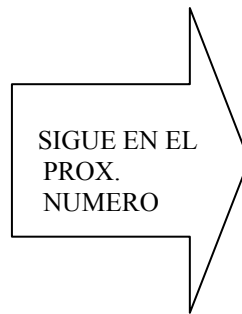
El patrón C muestra una probabilidad condicional de falla que crece lentamente, pero no tiene una edad de desgaste claramente identificable.



### Figura 1.5. Los seis patrones de falla

El patrón D muestra una baja probabilidad condicional de falla cuando el equipo es nuevo o recién salido de la fábrica y luego un veloz incremento hasta un nivel constante, mientras que el patrón E muestra una probabilidad condicional de falla constante a todas las edades por igual (falla al azar).

El patrón F comienza con una alta mortalidad infantil que finalmente caerá una probabilidad de falla constante o que asciende muy lentamente.



PARA OBTENER LA TERCERA PARTE SOLICITALA A [capacitacion07@industrialtijuana.com](mailto:capacitacion07@industrialtijuana.com)  
PROPORCIONANDO TU NOMBRE Y DATOS DE COMPAÑÍA.

# **mantenimiento**

centrado en confiabilidad

## **RCM2**

### **PARTE – 3**

Estudios realizados en aeronaves comerciales demostraron que un 4% de los elementos; correspondían al patrón A, un 2% al B, un 5% al C, un 7% al D, un 14% al E, y un menos de 68% al patrón F. (El numero de veces que estos patrones ocurren en aeronaves no es necesariamente el mismo que en el área industria, pero no cabe duda de que a medida que los elementos se hacen mas complicados, encontramos mas patrones E y F).

Estos hallazgos contradicen la creencia de que siempre hay conexión entre la confiabilidad y la edad operacional.

Esta creencia dio origen a la idea de que cuanto mas seguido un ítem es reparado, menos posibilidades tiene de fallar. Actualmente esto es cierto en muy pocos casos. A menos que exista un modo de falla dominante relacionado con la edad, los límites de edad tienen que ver poco o nada con mejorar la confiabilidad de los componentes complejos. De hecho las reparaciones pueden en realidad aumentar los promedios de fallas generales al introducir la mortalidad infantil en sistemas que de otra manera serían estables.

La toma de conciencia de estos hechos ha llevado a algunas organizaciones a abandonar por completo la idea de mantenimiento preventivo. Y esto puede que sea lo más acertado para fallas con consecuencias menores. Pero cuando las consecuencias de las fallas son importantes algo debe hacerse para prevenir o predecir las fallas, o al menos para reducir las consecuencias.

Esto nos trae nuevamente a la cuestión de la tarea preactiva. Como ya mencionamos anteriormente RCM divide las tareas proactivas en tres categorías: de reacondicionamiento cíclico, de sustitución cíclico y a condición.

### **TAREAS DE REACONDICIONAMIENTO Y SUSTITUCION CICLICAS**

El reacondicionamiento ciclico implica la reposición o la reparación de un componente o de conjunto antes de un límite de edad específico sin importar su condición en ese momento. De manera parecida, las tareas de sustitución cíclicos implican sustituir un componente antes de un limite de edad específico, mas allá de su condición en ese momento.

En conjunto estos dos tipos de tareas son conocidos generalmente como mantenimiento preventivo. Solían ser los tipos de mantenimiento proactivo mas ampliamente usado. Sin embargo, debido a las razones mencionadas anteriormente, son muchos menos usados ahora de lo que eran veinte años atrás.

# INDUSTRIAL TIJUANA CAPACITACION

[www.industrialtijuana.com](http://www.industrialtijuana.com)

[capacitacion07@industrialtijuana.com](mailto:capacitacion07@industrialtijuana.com)

## TAREAS A CONDICION

El crecimiento de nuevas formas de manejos de falla se debe a la continua necesidad de prevenir ciertos tipos de fallas y la creciente ineficacia de las técnicas clásicas para hacerlo. La mayoría de las nuevas técnicas se basan en el hecho de que la mayoría de las fallas dan algún tipo de advertencia de que están por ocurrir. Estas advertencias se denominan fallas potenciales, y se definen como condiciones físicas identificables que indican que una falla funcional esta por ocurrir o esta en el proceso de ocurrir.

Las nuevas técnicas son utilizadas para detener fallas potenciales y para poder actuar evitando las posibles consecuencias que surgirán si se transformasen en fallas funcionales. Se llaman tareas a condición porque los componentes se dejan en servicio a condición de que continúen alcanzando los parámetros de funciones deseados. (El mantenimiento a condición incluye el mantenimiento basado en la condición y monitores de condición).

Si son utilizados correctamente, las tareas a condición son una muy buena manera de manejar las fallas, pero a la vez pueden constituir una costosa pérdida de tiempo. RCM permite tomar estas decisiones con mucha confianza.

## ACCIONES “A FALTA DE”

RCM reconoce tres grandes categorías de acciones a falta de (inspecciones)

- **Búsqueda de falla.** Implica revisar las funciones periódicamente para determinar si han fallado (mientras que las tareas basadas en la condición implican revisar si algo está por fallar).
- **Rediseñar.** Implica hacer cambios de única vez a las capacidades iniciales de un sistema. Esto incluye modificaciones al equipo y también cubre los “cambios de una sola vez” a los procedimientos (RTF).
- **Mantenimiento no programado.** Como su nombre lo indica aquí no se hace esfuerzo alguno en tratar de anticipar o prevenir los modos de falla a los que aplica. De este modo se deja que la falla simplemente ocurra, para luego repararla. Esta estrategia también es llamada por omisión o dale hasta que truene.

## EL PROCESO DE SELECCIÓN DE TAREA DE RCM

Un punto del RCM es la manera en que provee criterios simples, precisos y fáciles de entender, para decir cuál de las tareas proactivas es técnicamente factible en el contexto (si alguna lo es), y para decidir quien debe hacerla y con qué frecuencia.

Si una tarea proactiva es técnicamente factible o no, depende de las características técnicas de las tareas. Y de las fallas que pretende prevenir. Si vale la pena hacerla o no, depende de la medición en que se manejan las consecuencias de la falla. De no hallarse. Una tarea proactiva que sea técnicamente factible y que valga la pena hacerse, entonces debe tomarse una acción para mitigar las consecuencias de la falla.

El proceso de selección de tarea es el siguiente:

- **Para fallas ocultas,** la tarea proactiva vale la pena si reduce significativamente el riesgo de falla múltiple asociado con esa función a un nivel tolerante. Si esto no es posible, debe realizarse **una tarea de búsqueda de falla.** De no hallarse una tarea de búsqueda de falla que sea adecuada, la decisión “a falta de” secundaria que el componente pueda ser rediseñado (dependiendo de las consecuencias de la falla múltiple).

# INDUSTRIAL TIJUANA CAPACITACION

[www.industrialtijuana.com](http://www.industrialtijuana.com)

[capacitacion07@industrialtijuana.com](mailto:capacitacion07@industrialtijuana.com)

- **Para fallas con consecuencias ambientales o para la seguridad**, una tarea proactiva solo vale la pena si por si sola reduce el riesgo de la falla a un nivel muy bajo, o directamente lo elimina. Si no puede encontrarse una tarea que reduzca el riesgo a niveles aceptablemente bajo, entonces el componente debe ser **rediseñado o debe modificarse el proceso**.
- **Si la falla tiene consecuencias operacionales**, una tarea proactiva solo vale la pena si el costo total de realizarla a lo largo de un cierto periodo de tiempo es menor al costo de las consecuencias operacionales y al costo de la reparación en el mismo periodo de tiempo. En otras palabras, la tarea debe tener justificación en el terreno económico. Si no se justifica, la decisión “a falta de” iniciar es **ningún mantenimiento programado** (si esto ocurre y las consecuencias operacionales siguen siendo inaceptables, entonces la decisión “a falta de” secundaria es nuevamente un rediseño).
- **Si una falla tiene consecuencias no operacionales** solo merece la pena una tarea proactiva si el costo de la tarea a lo largo de un periodo de tiempo es menor al costo de reparación en el mismo tiempo. Entonces estas tareas también deben tener justificación en el terreno económico. Si no se justifica, la decisión “a falta de” iniciar es otra vez **ningún mantenimiento programado**, y si los costos son demasiados elevados entonces la siguiente decisión “a falta de” secundaria es nuevamente el rediseño.

Este enfoque hace que las tareas proactivas solo se definan para las fallas que realmente lo necesitan, lo que a su vez logra reducciones sustanciales en la carga de trabajo de rutina. Menos trabajo de rutina también significa que es más probable que las tareas restantes sean realizadas correctamente. Esto, sumado a la eliminación de tareas contraproducentes, lleva a un mantenimiento más efectivo.

Comparemos esto con el enfoque tradicional de políticas de mantenimiento. Tradicionalmente, los requerimientos de mantenimiento de cada activo son definidos en términos de sus características técnicas reales o asumidas, sin considerar las consecuencias de las fallas. El plan resultante se utiliza para todos los activos similares, nuevamente sin considerar que se aplican diferentes consecuencias en diferentes contextos operacionales. Esto tiene como resultado un gran número de planes que son desperdiciados, y no porque estén “mal” en el sentido técnico, sino porque no logran nada.

Debemos notar además que el proceso de RCM considera los requerimientos de mantenimiento de cada activo antes de preguntar si sería necesario reconsiderar el diseño. Esto es así simplemente porque el ingeniero de mantenimiento que esta a cargo hoy, tiene que mantener el equipo tal como esta hoy, y no pensar en lo que quizás sea en algún otro momento en el futuro.

# INDUSTRIAL TIJUANA CAPACITACION

[www.industrialtijuana.com](http://www.industrialtijuana.com)

[capacitacion07@industrialtijuana.com](mailto:capacitacion07@industrialtijuana.com)

## 1.4. APLICACIÓN DEL PROCESO RCM

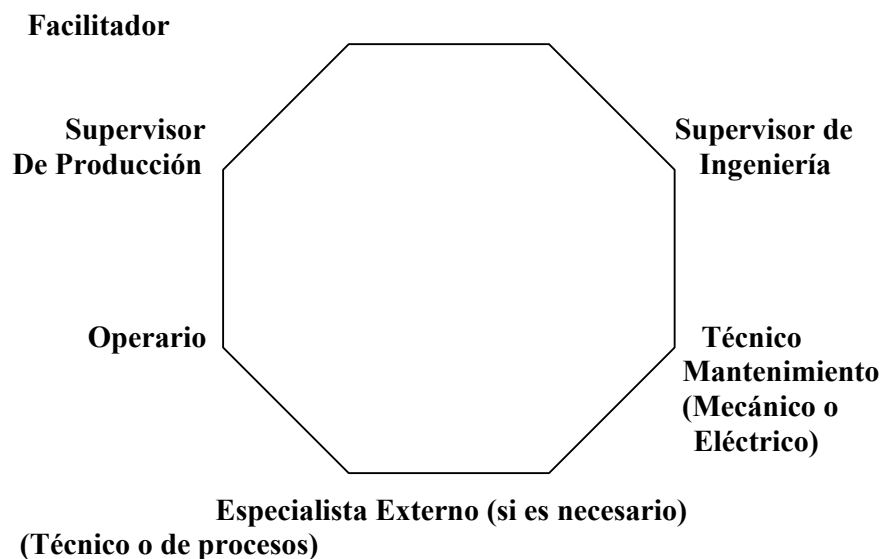
Antes de comenzar a analizar los requerimientos de mantenimiento de los activos físicos de cualquier organización, necesitamos saber de que activos se trata reducir cuales de ellos serán sometidos al proceso de revisión de RCM. Esto significa que debe prepararse un registro de planta, si es que no existe ya uno actualmente. De hecho la gran mayoría de las organizaciones industriales poseen hoy en día registros de planta que son adecuados para este puposito.

### PLANEAMIENTO

Si es aplicado correctamente, RCM logra grandes mejoras en la efectividad del mantenimiento, y lo hace sorprendente rápido. Sin embargo, la aplicaron exitosa de RCM depende de un meticuloso planeamiento y preparación. Los elementos centrales del proceso de planeamiento son:

- Decidir que activo fisico se beneficiara a con el proceso RCM, y exactamente de que manera lo hará.
- Evaluar los recursos requeridos para aplicar el proceso a los activos seleccionados.

**Figura 1.6. Un tipo grupo de Análisis RCM**



- En los casos en los beneficios justifica la inversión, decidir detalladamente quien realizara cada análisis, quien intervendrá, cuando se hará, donde, y organizar el personal reciba el entrenamiento apropiado.
- Asegurar una clara comprensión del contexto operacional de cada activo físico.

# INDUSTRIAL TIJUANA CAPACITACION

[www.industrialtijuana.com](http://www.industrialtijuana.com)

[capacitacion07@industrialtijuana.com](mailto:capacitacion07@industrialtijuana.com)

## GRUPO DE ANALISIS

Hemos visto que el proceso RCM enmarca siete preguntas básicas. En la practica, el personal de mantenimiento no puede responder a todas estas preguntas por si solo. Muchas de las respuestas, si no la mayoría, solo las puede dar personal de producción o de operaciones. Esto se aplica especialmente a las preguntas relacionadas con las funciones, efectos de falla, funcionamiento deseado y consecuencias de falla.

Por esta razón la revisión de los requerimientos de mantenimiento de cualquier activo debe llevarse a cabo en pequeños grupos incluyendo al menos a una persona de la función de mantenimiento y una de la función de operaciones. La antigüedad del grupo es menos importante que el hecho de tener conocimiento profundo del activo físico bajo revisión. Cada miembro del grupo a su vez debe haberse entrenado en RCM. La conformidad típica de un grupo de análisis RCM se muestra en la figura 1.6., el uso de estos grupos no solo permite un acceso sistemático al conocimiento y la experiencia de cada miembro del grupo, sino que los miembros amplían su entendimiento del activo físico en su contexto operacional.

## FACILITADORES

Los grupos de análisis RCM trabajan bajo la guía de especialistas en RCM, llamados facilitadores. Son los integrantes más importantes del proceso de revisión. Su rol es asegurar:

- Que el análisis RCM se lleve a cabo a nivel correcto, que los límites de sistemas sean claramente definidos, que ningún ítem importante sea pasado por alto y que los resultados del análisis sean debidamente registrados.
- Que RCM sea claramente comprendido y aplicado correctamente por parte de los miembros del grupo.
- Que el grupo lleve al consenso en forma rápida y ordenada, reteniendo el entusiasmo individual de los miembros.
- Que el análisis progrese razonablemente rápido y termine a tiempo.

Los facilitadores también trabajan con los patrocinadores o responsables del proyecto para asegurar que cada análisis sea debidamente planeado y reciba el apoyo directo y logístico apropiado.

## RESULTADO DE UN ANALISIS RCM

Si es aplicado en la forma sugerida anteriormente, un análisis RCM da tres resultados tangibles:

- Planes de mantenimiento a ser realizado por el departamento de mantenimiento.
- Procedimiento de operación revisados, ahora los operadores.
- Una lista de cambio que debe hacer diseño del activo físico, o en la manera en que es operado para lidiar con situaciones en las que no puede proporcionar el funcionamiento deseado en su configuración actual.

Dos resultados menos tangibles son que los participantes del proceso aprenden mucho acerca de cómo funciona el activo físico y que ellos tienen a funcionar mejor como miembros de un equipo.



# INDUSTRIAL TIJUANA CAPACITACION

[www.industrialtijuana.com](http://www.industrialtijuana.com)

[capacitacion07@industrialtijuana.com](mailto:capacitacion07@industrialtijuana.com)

## AUDITORIA E IMPLEMENTACION

Inmediatamente después de haber completado el análisis para cada activo físico, los gerentes responsables del equipo deben comprobar que las decisiones tomadas por el grupo son razonables y defendibles.

Luego de que cada revisión es aprobada las recomendaciones son implementadas incorporados planes de mantenimiento a los sistemas de control y planeamiento, incorporando cambios en los procedimientos operacionales estándar del activo físico y entregando recomendaciones para cambio de diseño a quienes correspondan.

### 1.5. QUE LOGRA EL RCM

Por mas esperados que sean, los resultados enunciados anteriormente solo de



Bien ser vistos como medios para un fin. Especialmente deben permitir que las funciones de mantenimiento satisfagan las expectativas indicadas en la figura

1.1. La manera en que lo hacen es resumida en los siguientes párrafos.

- **Mayor seguridad e integridad ambiental. RCM**

Consideran las implicancias ambientales y para la seguridad de cada patrón de falla antes de considerar su efecto en las operaciones. Esto significa que actúa para minimizar o eliminar todos los riesgos identificados relacionados con la seguridad de los equipos y el ambiente. Al incorporar la seguridad a la toma de decisiones de mantenimiento, RCM también mejora la actitud de las personas en relación con este tema.

- **Mejor funcionamiento operacional (producción calidad de producto y servicio al cliente). RCM** reconoce que todos los tipos de mantenimiento tienen un valor y provee reglas para decidir cual es el más acorde a cada situación. De esta manera se asegura que solo se elijan las formas de mantenimiento más efectivas para cada activo físico y que se tomen las medidas necesarias en los casos que el mantenimiento no pueda resolver. Este esfuerzo de ajustar y localizar el mantenimiento lleva a grandes mejoras en el funcionamiento de los activos físicos exigentes.

RCM fue desarrollado para ayudar a las aerolíneas a diagramar los planes de mantenimiento para nuevos tipos de aeronaves antes de que entraran en servicio. Resulto ser una manera ideal de desarrollar planes para nuevos activos físicos, especialmente equipos complejos para los que no existe información historica disponible. Esto ahorra la mayor parte ensayo y error que tan frecuentemente forma parte del desarrollo de nuevos planes de mantenimiento, ensayos que demandan tiempo y errores que pueden ser costosos.

# INDUSTRIAL TIJUANA CAPACITACION

[www.industrialtijuana.com](http://www.industrialtijuana.com)

[capacitacion07@industrialtijuana.com](mailto:capacitacion07@industrialtijuana.com)

- **Mayor costo-eficacia del mantenimiento.** RCM continuamente localiza su atención en las actividades del mantenimiento que tienen mayor efecto en el funcionamiento de la planta. Esto ayuda asegurar que todo lo que se destine al mantenimiento se realice donde haga el mayor bien.

Además, si RCM si es aplicado correctamente a los sistemas de mantenimiento ya existente, reduce la cantidad de trabajo de rutina (en otras palabras las tareas de mantenimiento hechas cíclicamente) de cada lapso de tiempo en un 40% a un 70%. Por otro lado, si RCM se utiliza para desarrollar un nuevo plan de mantenimiento, la carga de trabajo resultante es mucho más baja que si el plan es desarrollado con los métodos tradicionales.

- **Mayor vida útil de componentes costosos.** Debido al cuidado énfasis en el uso de técnicas de mantenimiento a condición.
- **Una base de datos global.** Un análisis RCM finaliza con un registro global y extensivamente documentado de los requerimientos de mantenimiento de todos los activos físicos significativos utilizados por la organización.

Esto posibilita la adaptación a circunstancias cambiantes sin tener que reconsiderar todas las políticas de mantenimiento desde un comienzo. También permite a quienes utilizan el equipo, demostrar que sus planes de mantenimiento están contruidos a una base racional estableciendo la traza de auditoria requerida cada vez más por diversas formas. Finalmente, la información almacenada en las hojas de trabajo de RCM reduce los efectos de la rotación de personal y la pérdida de experiencia que esto provoca.

Una revisión RCM de los requerimientos de mantenimiento de cada activo

Si son enfocados y aplicados correctamente, los análisis RCM se justifican a si mismo en cuestión de meses y hasta semanas. Estas revisiones transforman los requerimientos de mantenimiento de los activos físicos utilizados por la organización y la manera en que es percibida la función misma del mantenimiento.

Físico a su vez provee una clara visión de las habilidades necesarias para mantener cada activo físico y para decidir que repuestos deben tener en stock. Además mejora la información de planos y manuales.

- **Mayor motivación del personal.** Especialmente los involucrados en el proceso de revisión. Esto lleva a un mayor entendimiento general de todos los integrantes de un grupo de análisis, del contexto operacional, junto con un sentido de pertenencia más amplio de los problemas de mantenimiento y sus soluciones. También aumenta la probabilidad de que las soluciones perduren.
- **Mejor trabajo en equipo.** RCM provee un lenguaje técnico que es fácil de entender para cualquier personal que tenga alguna relación con el mantenimiento. Esto al personal de mantenimiento y operaciones un mejor entendimiento de lo que el mantenimiento puede lograr y de lo que no, y que debe hacerse para lograrlo.

# **INDUSTRIAL TIJUANA CAPACITACION**

[www.industrialtijuana.com](http://www.industrialtijuana.com)

[capacitacion07@industrialtijuana.com](mailto:capacitacion07@industrialtijuana.com)

Todos estos temas son parte central de la administración del mantenimiento y son metas de programas de mejora. Un rasgo importante en RCM es que provee un efectivo sistemas de pasos a seguir para tratar a todos ellos al mismo tiempo y para involucrar a todos aquellos que tengan relación con el equipo.

RCM de resultado rápidamente. De hecho, si son enfocados y aplicados correctamente, los análisis RCM se justifican a si mismo en cuestión de meses y hasta semanas. Estas revisiones transforman los requerimientos de mantenimiento de los activos físicos utilizados por la organización y la manera que es percibida la función misma del mantenimiento. El resultado es un mantenimiento mas costo-efectivo, mas armónico y mas exitoso.

FIN.

**SI REQUIERES CAPACITACION O ASESORIA PARA LA IMPLEMENTACION DEL RCM EN TU PLANTA CONTACTANOS.**

**[Capacitacion07@industrialtijuana.com](mailto:Capacitacion07@industrialtijuana.com)**