



Ing. Enrique Ellmann

Ingeniero por la Universidad de Buenos Aires.

Impulsor del Estudio Ing. Ellmann en 1958, luego Ellmann, Sueiro y Asociados.

Ha dirigido centenares de implementaciones vinculadas con la dirección de empresas, en compañías e instituciones de América y Europa.

Paralelamente, actuó en colaboración con consultoras internacionales, para las cuales ha encabezado subsidiarias y desarrollado proyectos.

Asimismo, ocupó posiciones de gerencia general y de directorio en empresas locales e internacionales.

Es un referente en RCM2 –Reliability-Centered Maintenance–, y ha dirigido los equipos de traducción al español de textos y material didáctico de esa especialidad.

Como Senior Member del Institute of Industrial Engineers de Estados Unidos, y ex Vicepresidente de American Production and Inventory Control Society Chapter y miembro de otras instituciones profesionales, ha dictado conferencias en todo el mundo.

** Los ejemplos se basan en "casos" reales que han sido modificados por razones de confidencialidad y simplificados para su presentación didáctica.



ASESORES DE EMPRESAS

comunicaciones@ellmann.net
www.ellmann.net

COSTO-BENEFICIO DE LA IMPLANTACIÓN DE RCM 2, MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD

© Enrique P. Ellmann

MEDIR COSTO-BENEFICIO:

La ecuación costo-beneficio está omnipresente en todas las decisiones que toma la Dirección de Empresa.

Ciertas actividades de la Ingeniería Industrial permiten una evaluación más o menos fácil de los resultados cuantitativos medibles, consecuencia de la gestión. Así, por ejemplo, cuando se introducen programas concretos de PRODUCTIVIDAD de Recursos Humanos, la medición de los volúmenes (en toneladas, o unidades, o metros, o litros) producidas por cada hora hombre insumida es relativamente simple. Si estos ratios son correcta y coherentemente medidos a lo largo del tiempo, podremos sin duda afirmar que después de un programa exitoso de Productividad, ésta ha aumentado en un X% con respecto de la que se obtenía antes del programa de mejora.

No tan fácil es, cuando deseamos medir cuantitativamente mejoras de CALIDAD o de SERVICIO AL CLIENTE. Sin embargo, es imperioso hacerlo. No solo la Dirección, sino también nuestra conciencia profesional, lo exigirá y con razón.

En el presente trabajo, no incluiremos los innumerables beneficios "intangibles" que genera la implantación de RCM 2, Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, que en el medio y largo plazo tienen mucho peso. Será objeto de otro artículo.

MEDICIÓN DE MEJORAS EN EL MANTENIMIENTO:

¿Cómo procedemos para evaluar los beneficios de programas de mejora para el MANTENIMIENTO? Aquí debemos advertir sobre los peligros de la búsqueda de "índices" engañosos. En nuestra trayectoria de casi cuarenta años en industrias de todo el mundo, hemos coleccionado las experiencias más insólitas. A mero título de ejemplo, mencionaremos solamente algunas importantes y reiterativas:

La medición de "up-time" - o tiempo de máquina (o equipo) disponible - no siempre arroja un índice representativo. En muchos casos, una disponibilidad del 95% de una máquina puede ser PEOR que la disponibilidad del 75% de otra. Esto evidentemente está dado por CONTEXTOS diferentes, que hacen que una pérdida de marcha por causas imputables a fallos de - siguiendo con el ejemplo - 5% en una máquina, puede tener CONSECUENCIAS económicas de más peso (tal vez mucho más) que el paro del

25% en la otra.

Otro índice engañoso: "Se ha logrado cumplir con el 80% de las intervenciones programadas como PREVENTIVAS" y se festeja el éxito (históricamente solo se lograba el 55%). Un análisis más crítico, buscando la VERDAD, descubre que en efecto se ha cumplido con los programas preventivos en TODAS las máquinas que permitían hacerlo, porque tenían baja carga de trabajo y era fácil programar su detención para realizar TODOS los preventivos programados. Pero no se ha realizado NINGÚN preventivo en las máquinas de alta carga de trabajo: Producción no se las "presta" a Mantenimiento para que cumplan los preventivos. Aun sin gran experiencia en RCM 2 - Mantenimiento Centrado en Confiabilidad - es fácil descubrir que precisamente ESE 20% del mantenimiento preventivo programado y no realizado es el IMPORTANTE, ya que afecta a las máquinas críticas. Una buena parte del 80% que sí se realizó, tal vez ni siquiera merecía la pena ser realizado.

Otro: "El costo del Mantenimiento ha BAJADO en un 17%". Normalmente esto es considerado un mérito importante. Si además el "tiempo de máquina disponible" ha MEJORADO, pensaremos - y la dirección también - que realmente estamos frente a un logro importante. Sin embargo ya vimos que el índice de "up-time" o disponibilidad puede ser engañoso... Y en qué hemos "ahorrado"? Aquí aparece la problemática del "corto", "medio" y "largo" plazo: una forma muy eficaz para reducir los costos de mantenimiento, (y lamentablemente muchas veces aplicada), es hacer el mínimo de mantenimiento posible. Las consecuencias inmediatas en los costos serán muy favorables. Las consecuencias al medio y al largo plazo para las operaciones y para el patrimonio de la Empresa pueden resultar DRAMÁTICAS.

MANTENIMIENTO COMO CENTRO DE LUCRO:

Veamos entonces cómo podemos reemplazar estos -y tantos otros- mitos históricos.

Lo primero que debemos comprender definitivamente es que NO BUSCAMOS REDUCIR EL COSTO DE MANTENIMIENTO, SINO AUMENTAR LA RENTABILIDAD DE LA INVERSIÓN DE LA EMPRESA A TRAVÉS DE MEJORAS SUBSTANCIALES DEL MANTENIMIENTO.

Simultáneamente, ya introdujimos más arriba el concepto del CORTO, MEDIO Y LARGO PLAZO.

Cuando trabajamos con un modelo altamente estructurado de MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD como lo es el RCM 2, es fácil detectar TODAS las fuentes de COSTOS CONSECUENCIA DE FALLOS.

Repasemos sintéticamente los “tipos” de consecuencias que reconoce el RCM 2:

Ante todo tenemos los Fallos Ocultos, que NO tienen consecuencias directas sobre las operaciones cuando aparecen por sí solos, pero incrementan el riesgo de fallos múltiples cuyas consecuencias generalmente son mucho más graves que el fallo oculto per se. Y recordemos que a medida que se sofistican nuestras máquinas, cada vez tenemos más fallos ocultos.

Luego aparecen - y más graves a pesar de que por la secuencia lógica del RCM 2 vienen después de los fallos ocultos - los fallos con consecuencias sobre la SEGURIDAD o el MEDIO AMBIENTE.

Recién después llegamos a las consecuencias operacionales, aquellas que ocasionan pérdidas de VOLUMEN de producción y/o pérdidas de CALIDAD y/o deterioro en el SERVICIO AL CLIENTE y/o mayores COSTOS.

Esta síntesis nos recuerda que tenemos muchas VARIABLES DE COSTO que contemplar y no podemos omitir ninguna.

Si alguna técnica o procedimiento nos permitiese MEJORAS SUBSTANCIALES CON SOLO INTRODUCIR UNA O UNAS POCAS MEDIDAS CORRECTIVAS, sabríamos que: ó había algunos desvíos muy obvios que clamaban por solución, ó que hemos descubierto un procedimiento “mágico”. Si bien la primer alternativa a veces se da, la segunda - lamentablemente - no forma parte del elenco de soluciones racionales...

Queda entonces el “trabajo de hormiga” de obtener RESULTADOS IMPORTANTES como SUMATORIA DE INNUMERABLES MINI-ECONOMÍAS PUNTUALES. SUMATORIA DE MUCHAS PEQUEÑAS ECONOMÍAS

Veamos entonces cómo Mantenimiento Centrado en Confiabilidad RCM 2 nos permite y al mismo tiempo obliga a MINIMIZAR LA SUMATORIA DE COSTOS CONSECUENTES DE FALLOS DE MÁQUINAS O EQUIPOS, y al mismo tiempo CONOCER SU MAGNITUD.

Puesto que RCM 2 determina todos los modos de fallo probables y elige para cada uno de ellos la tarea de mantenimiento más costo-eficaz, cada modo de fallo nos brinda una potencial economía. Potencial pero al mismo tiempo cierta.

Aceptemos que en una planta industrial mediana determinamos a lo largo de la implantación integral de RCM 2, que tenemos - por ejemplo - en el orden de cuatro mil modos de fallo. Supongamos que la mitad de ellos NO ofrecen beneficios mensurables, pero que los restantes dos mil SÍ, y que en PROMEDIO cada modo de fallo de éstos últimos, correctamente analizado admite una economía anual de tan solo US\$ 300.-, ya habremos generado una economía real y demostrable de US\$ 600.000.- / año.

Esto que para los usuarios de RCM 2 resulta claro, requiere mejor ejemplificación:

Caso 1: Un modo de fallo tradicionalmente se manejaba con un mantenimiento preventivo. En el análisis grupal de RCM 2 se determina que existe un PREDICTIVO que es técnicamente posible y merece la pena.

En efecto: el preventivo requería el recambio de una pieza cada seis meses.

Esta tarea insumía dos horas de trabajo cotizadas

a US\$ 40.- /hora y un repuesto que cuesta US\$ 180.-

Es decir que cada vez que se ejecuta la tarea, su costo es de US\$ 260.-, y como se realiza dos veces por año, el costo anual de este preventivo es de US\$ 520.-

El PREDICTIVO por el cual se propone reemplazarlo, permite esperar un MTBF (Tiempo Medio Entre Fallos) de ocho meses.

Por consiguiente el reemplazo A CONDICIÓN de que aparezca el Fallo Potencial, ocurrirá en promedio 1,5 veces por año.

El costo del reemplazo sería idéntico por vez, ya que requerirá la misma mano de obra y el mismo repuesto.

Ahora el costo anual será de 1,5 x 260.- = 390.-, o sea US\$ 130.-/año menos que históricamente.

Un MUY modesto ahorro, pero uno de varios miles.....

CASO 1

ANTES: Preventivo, dos veces/año			
Mano de obra	2hs x \$40.-/h =	\$ 80.-	
Repuesto		\$180.-	
TOTAL por vez		\$260.-	
TOTAL / año	(dos veces)	\$520.-	\$520.-
NUEVO: Predictivo (MTBF 8 meses)			
Verificación cada tres meses:			
Mano de Obra, operario presente			
Reparación “A CONDICIÓN”		\$260.- (id. prevent.)	
TOTAL por año (x 1,5)		\$390.-	\$390.-
AHORRO por pasar de preventivo a predictivo,			\$130.-/año
Notar que se omitieron otros costos que son idénticos para ambas alternativas			
© Enrique Ellmann			

FIGURA 1

Caso 2: Un modo de fallo se realizaba con mantenimiento correctivo (es decir no se hacía nada para prevenirlo, y se reparaba cuando se producía). Al proceder de esta manera, la mano de obra requerida eran cuatro horas, y los repuestos cuestan US\$ 85.-

Ya sabemos que sea correctivo o predictivo, estos costos serán los mismos. Sin embargo, cuando se hacía el correctivo, se incurría en los siguientes costos adicionales:

a) el operario de la máquina no podía ser reasignado, y por consiguiente se perdían sus cuatro horas de mano de obra mientras se reparaba su máquina.
 b) el míni-stock de producto en proceso entre la máquina en cuestión y la operación siguiente solamente cubre UNA hora de producción. Por lo tanto habrá tres horas de pérdida de producción que o bien producirá LUCRO CESANTE por pérdida de producción y venta (real en este caso) o bien habrá que recuperar en horas extra a mayor costo de mano de obra. Estos costos adicionales se calcularon en US\$ 340.- por cada vez que ocurría el modo de fallo. Al descubrir un PREDICTIVO, esta diferencia fue ahorrada, ya que permitía reasignar con tiempo al operario y pre-generar un mayor inventario en proceso para evitar la detención de la línea, antes de proceder a la reparación PROGRAMADA, a condición. Puesto que se trata de un fallo que ocurre en promedio tres veces por año, la economía anual resulta de US\$ 1.260.- Seguro que ni el Gerente General ni el Balance de la empresa estarán impactados por este logro. PERO SÍ CON LA SUMATORIA DE VARIOS MILES DE CASOS como el ejemplificado

No es el objeto presentar aquí las decenas de alternativas posibles. Lo que queremos señalar es la filosofía de la NECESIDAD Y UTILIDAD de resolver CADA MODO DE FALLO con la solución más costo-eficaz, puesto que es la SUMATORIA que generará grandes beneficios.

Sin embargo recordemos algunos otros casos frecuentes en forma genérica:

1) Un PREVENTIVO que genera MAYOR costo anual que “dejar que se rompa”.

CASO 2

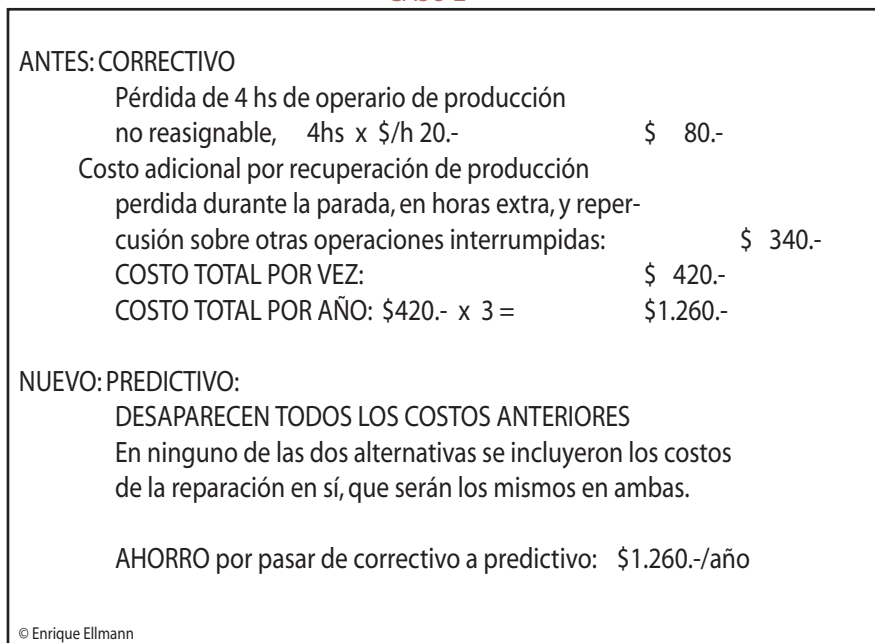


FIGURA 2

2) Un correctivo que puede ser ejecutado POR EL MISMO OPERARIO, en lugar de esperar al mecánico y distraer tiempo de mano de obra de mayor costo y que puede ser mejor aprovechado en otra tarea de mantenimiento más costo-eficaz !

3) Un PREDICTIVO que evita fallos de CALIDAD sobre X piezas entre controles sucesivos de calidad.

4) Un CORRECTIVO que implica costos suficientemente altos como para justificar claramente un REDISEÑO!

5) Un FALLO OCULTO que de no ser detectado oportunamente genera consecuencias de alto costo, totalmente evitables con la DETECCIÓN. (“Búsqueda de fallo”).

6) Una FRECUENCIA de PREVENTIVO mayor a la realmente necesaria (“total son solo 10 minutos y un repuesto de US\$ 4.-”) pero se hace mensualmente sobre cien elementos iguales, resultando US\$ 12.000.-/año, cuando la frecuencia más correcta determinada por el análisis RCM pasaba a bimestral (en lugar de mensual), ahorrando US\$ 6.000.-/año.

7) Un PREVENTIVO que NO ES TÉCNICAMENTE VIABLE en términos de RCM 2 porque el componente que falla NO TIENE UNA VIDA ÚTIL determinada (NO responde al patrón de fallo tradicional de “vida útil”, o no es coherente, o no es conocido).

8) Un PREVENTIVO que DESESTABILIZA (o arriesga desestabilizar) un proceso en funciona-

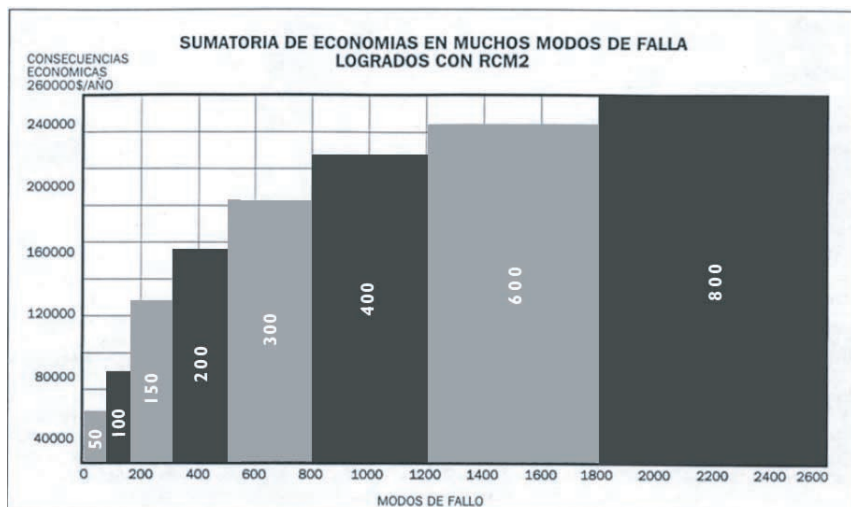
miento de régimen normal).

9) El recambio PREVENTIVO de una pieza que de hecho presenta una alta probabilidad de “mortandad infantil”.

Queda dicho entonces que CADA UNO DE ESTOS MILES DE CASOS, lleva implícito un COSTO que PUEDE Y DEBE SER MINIMIZADO, PORQUE SU SUMATORIA NOS LLEVA A NÚMEROS MUY SIGNIFICATIVOS. No calculamos solamente el costo del “mantenimiento” sino el monto total de la CONSECUENCIA ECONÓMICA DEL FALLO, que es lo que interesa!

Un caso de alto retorno – Como llevamos visto, en muchas plantas industriales, las mayores economías se obtienen de la sumatoria de muchos pequeños ahorros., Pero es importante reseñar también situaciones mucho más favorables. En muchos casos, se presentan algunas economías de importante monto, mas innumerables pequeñas cuyas sumatorias también son relevantes.

Una empresa de proceso continuo opera a plena capacidad. La maquina clave del proceso funciona 24 hora, los siete días de la semana. Desde que se instalo la maquina (diez anos atrás), se seguía un programa de Mantenimiento preventivo por el cual la maquina funcionaba 26 días ininterrumpidos y luego se realizaba una parada programada de dos días.



Es decir que en cada ciclo de trabajo de cuatro semanas (o sea 28 días) había 26 activos y dos inactivos. La utilización máxima programada históricamente era entonces de $26/28 = 93\%$.

Dentro de este periodo, se lograba lo que era considerado un muy buen tiempo de marcha: durante el 94% de las horas programadas y disponibles la maquina estaba en producción. El 6% restante se perdía por paradas accidentales por mantenimientos no programados. Resulta entonces que históricamente se obtenía un funcionamiento de $0.94 \times 0.93 = 0.87$ o sea 87% de la capacidad máxima teórica (absoluta e inalcanzable).

La realización de RCM2 permitió determinar (ver también la figura 4):

1. que solamente 4 de las 85 intervenciones que se realizaban cada cuatro semanas, necesitaban esa frecuencia.
2. que de esas cuatro, dos correspondían a modos de fallo que podía ser monitoreados con la maquina en marcha y pasar a ser reparados solamente "a condición de que muestren el fallo potencial". Las intervenciones requieren de solamente una y dos horas respectivamente.
3. De las otras dos, una admitía un rediseño relativamente sencillo que eliminaba la necesidad del preventivo histórico.
4. la otra paso a "correctiva", al demostrarse que su ocurrencia no producía otra consecuencia que la necesidad de la reparación, con un tiempo total de demora de dos horas, que no justifica hacer el paro preventivo cíclico cada cuatro semanas.

5. de los modos de falla que ocasionaban las restantes 81 intervenciones del preventivo cuatrimestral histórico, algunos resultaron innecesarios, seis, siete y a veces mas semanas. En consecuencia se paso del ciclo de cuatro semanas a seis semanas, determinándose paralelamente que parando un solo día casa seis semanas, era suficiente para cumplir con todos los preventivos y detectivos ue se quedaban con "técnicamente viables" y "merecer la pena".

Es importante notar que:

- a. se incorporaron media docena de preventivos que antes no se hacían que resultaban costo-eficaces.
- b. Que estudiaron con éxito, los métodos de trabajo para la ejecución de tres de las inversiones preventivas que históricamente requerían más de 24 horas de ejecución para lograr su ejecución dentro del nuevo plazo.
- c. Se estableció una mejor programación para cumplir con todo el programa de en un solo día, casa seis semanas.

Resultados económicos de este caso (ver figura 3)

El tiempo de programación posible de la maquina paso de $41/42$ días =98% (contra $24/26=93\%$ anterior).

El tiempo de marcha durante el tiempo programado aumento del 94% al 97% con lo que $0,98 \times 0,97 = 0,95$ contra el 0,87 histórico, o sea, casi un 10% mas volumen de producción. En valores absolutos esto significó una producción mensual de 87,3 TN/mes de producto en lugar de 80 TN/mes anteriores. A 10 000 USD/TN, con unas contribución marginal del 35% esto

son 25350 USD/mes o 306 600 USD/año de aumento en las utilidades. (Válido en este caso porque la venta estaba asegurada).

Cabe la pregunta capciosa: si el nuevo esquema del mantenimiento específico de esa importante maquina paso de su costo original de 20 000 usd/mes a – por ejemplo – un 10% más, o un 10% menos, alguien debería preocuparle?

Claro que trataremos de mantener el costo de mantenimiento propiamente dicho, lo más bajo posible, pero como queda demostrado con este ejemplo de caso: las economías por consecuencias operacionales pueden ser de una prioridad muy superior. O dicho en otras palabras: cuanto tiempo, esfuerzo y dinero debiéramos estar dispuestos a invertir en "reducir el costo del mantenimiento" y cuanto en aumentar los beneficios de la empresa a través de mejores estrategias de mantenimiento?

FIGURA 3

CASO DE ALTO RETORNO 2	
ANTES: Ciclo de cuatro semanas, DOS días de paro programado por ciclo	
Tiempo de máquina "disponible" según programa: 26 días de cada 28 días o sea $26/28 = 0,93$	93 %
Tiempo histórico de marcha de la máquina sobre el tiempo total programado:	94 %
TIEMPO DE PRODUCCIÓN EFECTIVA	
$0,93 \times 0,94 = 0,87$	87 %
NUEVO: Ciclo de seis semanas, UN día de paro programado por ciclo	
Tiempo de máquina "disponible" según programa 41 días de cada 42 días o sea $41/42 = 0,98$	98 %
Nuevo tiempo (historia reciente) de marcha de máquina sobre el tiempo total programado	97 %
TIEMPO DE PRODUCCIÓN EFECTIVA	
$0,98 \times 0,97 = 0,95$	95 %
CONSECUENCIA ECONÓMICA	
ANTES:	80.- toneladas/mes
NUEVO:	87,3 toneladas/mes
AUMENTO:	7.3 toneladas/mes
Valor de venta	10.000.- \$/Tn.
Venta adicional	73.000.- \$/mes
Contribución	35 %
Contribución en \$	25.550.- \$/mes =
	306.600.- \$/año
	Aumento de lucro

FIGURA 5

MODIFICACIONES EN EL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO, COMO CONSECUENCIA DEL ANÁLISIS RCM 2	
ANTES	NUEVO
Paro de DOS días cada 28	Paro de UN día cada 42
85 intervenciones preventivas	
DE ÉSTAS,	
QUEDARON (en todos los ciclos) (ciclo por medio)	31
SE TRANSFORMARON en predictivas en correctivas	7
REDISEÑOS de equipo de proceso	13
SE ELIMINARON	6
SE INCORPORARON preventivas (nuevas)	3
predictivas (durante parada) (fuera de parada)	2
detectivas (durante parada) (fuera de parada)	(23)
	6
	2
	4
	4
	5