

Gestión de Mantenimiento en una Refinería

Ing. Mec. Mario Rodríguez Iriondo

Jefe Departamento Mantenimiento Div. Industrialización ANCAP

Profesor de Ingeniería de Mantenimiento Universidad de Montevideo

En el proceso de evolución de la gestión de Mantenimiento de la Refinería La Teja se pasó de un sistema de planificación descentralizada, priorización no definida y de acción reactiva, a uno de priorización basada en riesgo, planificación centralizada, programación definida y análisis de situaciones buscando la mitigación de las consecuencias.

Este profundo cambio se ve reflejado en la gestión económica y de confiabilidad del mantenimiento como lo reflejan los indicadores de control de gestión, particulares o de clase mundial, que se utilizan.

Descripción de las instalaciones

La refinería de La Teja, ubicada en la bahía del puerto de Montevideo, es la única refinería del país. Posee una capacidad de procesamiento de 50.000 barriles de petróleo por día, siendo por tanto, una refinería chica dentro del entorno habitual de industrias similares, no siendo por esto menos compleja.

La planta cubre un área geográfica de 42 hás.

Una descripción cualitativa de sus diferentes unidades es:

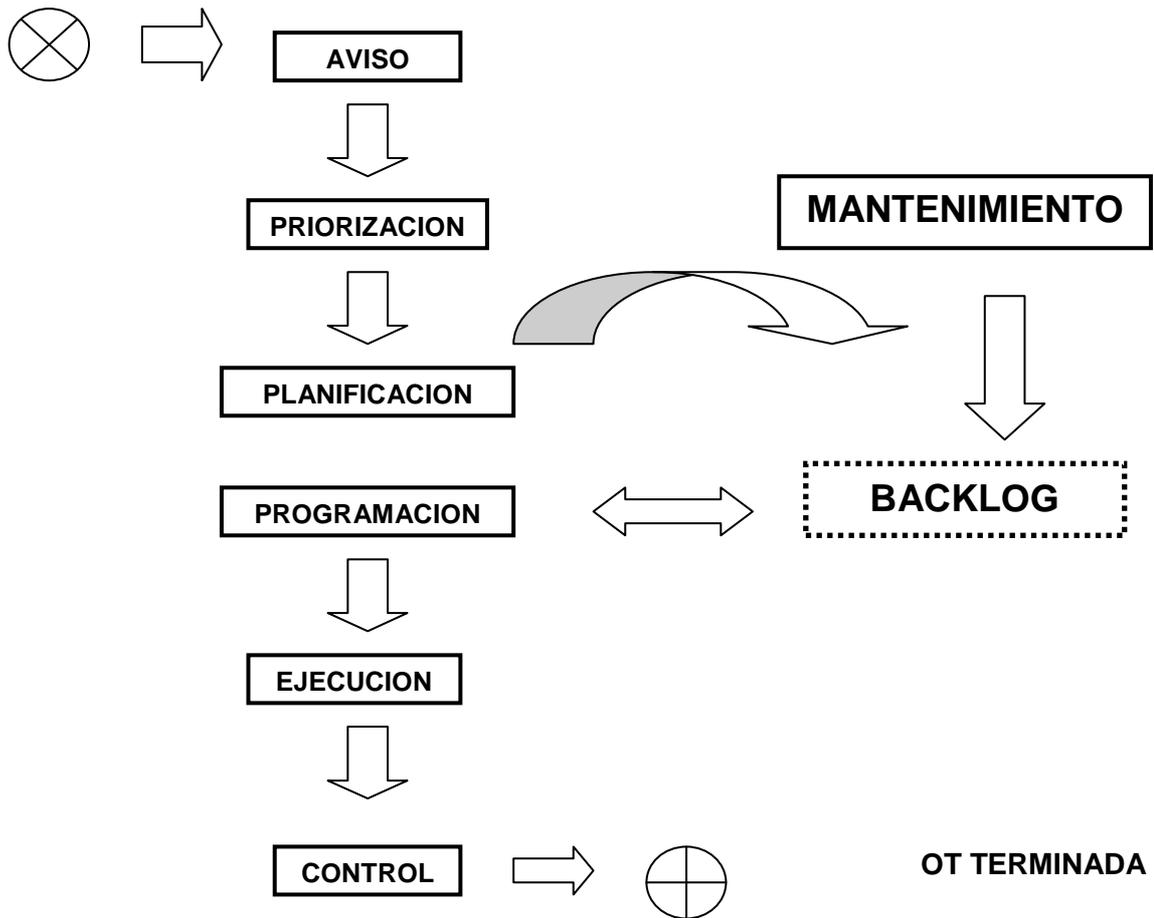
- Unidad de destilación atmosférica
- Unidad de destilación de vacío
- Unidad de cracking catalítico
- Unidad de Fuel Gas
- Unidad de Visbreaking
- Unidad de Reforming de regeneración continua
- Unidades Merox
- Unidad de desulfurización
- Unidad de isomerización
- Planta de lubricantes
- Planta de asfaltos
- Muelle de inflamables
- Parque de tanques de almacenaje de productos líquidos y LPG
- Distribución eléctrica de alta y baja tensión
- Generación de vapor, aire comprimido de instrumentos e industrial
- Instalaciones para 900 personas y depósitos de materiales

Esto brinda una somera idea de la complejidad, diversidad y fuentes de solicitudes de intervención a que está sometido todo el aparato que lleva a cabo la gestión del mantenimiento.

Proceso de una orden de trabajo

Todo el proceso de la gestión del mantenimiento se regula a través de órdenes de trabajo que siguen un ciclo, desde su generación a su cierre, de acuerdo con el siguiente diagrama:

NECESIDAD



Generación de avisos

Cuando se detecta una posible necesidad de mantenimiento o modificación, el operador efectúa un aviso donde debe constar la fecha del mismo, la descripción de la necesidad detectada, la ubicación técnica del equipo y una posible causa de la anomalía en cuestión. Aún en esta etapa no se ha generado una orden de trabajo.

Sistema de priorización

Una vez efectuado el aviso aparece la figura del Coordinador de Mantenimiento. Este es personal dependiente de Operaciones cuyas funciones son orientadas al relacionamiento entre la operación y el mantenimiento.

Su primer tarea consiste en, luego de recibido un aviso, validar o no la necesidad de realizar la tarea asociada. De no producirse el rechazo, prosigue con la tarea de priorización.

Este criterio de priorización se basa en la aplicación de una matriz para priorizar trabajos en base al riesgo que implicaría su no realización. (Ver apéndice 1)

El criterio toma en consideración la consecuencia potencial asociada al problema en estudio y la probabilidad de ocurrencia de dicha consecuencia.

Las consecuencias potenciales se determinan efectuando la pregunta ¿Qué sucede si no se toma ninguna acción? y la probabilidad de ocurrencia se estima con un horizonte de 6 meses.

Las consecuencias pueden ser tanto económicas, como de salud, seguridad y de impacto ambiental.

Esta matriz fue desarrollada en conjunto con la consultora KBC Advanced Technologies, operaciones y mantenimiento, determinando 4 categorías de trabajos: rojos, azules, amarillos y blancos.

La distribución de los mismos dentro de la matriz es el aporte fundamental de la consultora en este tema, ya que esa distribución determina en gran medida el éxito de la gestión.

De acuerdo con el resultado de la priorización se toman las acciones que el riesgo indica.

Se obtiene una priorización unificada, racional y trazable que se contrapone a un sistema de prioridades diversificado, de punto de vista parcial y dotado de un tinte emotivo, que sólo conduce a un gasto mayor sin una visión de resultado global.

El elemento de la trazabilidad de la decisión es muy importante, ya que al tratarse de selección en base a probabilidades de ocurrencia, da garantías al que las toma, de que una evaluación en condiciones similares llega a iguales resultados.

Luego de la priorización, recién se genera la orden de trabajo.

Planificación

Una vez priorizada la orden de trabajo, la misma es tomada por los planificadores.

La planificación se da en forma centralizada a través de un esquema de acción independiente del ejecutor. En la confección del plan se determinan los alcances, la relación de actividades, los standares a aplicar y los materiales a utilizar.

Una vez confeccionado el mismo, se producen reuniones con los ejecutores, donde se discuten los planes y se logra una aprobación conjunta de estos.

Esta es la manera de lograr el compromiso del ejecutor con el plan y asegurar su ejecución. O lo que es lo mismo, no convertirlo en un papel superfluo.

Aprobado el plan por el ejecutor la orden pasa al *backlog* de órdenes de trabajo.

Backlog de órdenes

El *backlog* de órdenes se compone de todas las órdenes que por cualquier motivo no fueron ejecutadas.

Una segmentación primaria es de *backlog* ejecutable (órdenes que sólo necesitan disponibilidad de recursos del ejecutor) y *backlog* no ejecutable (órdenes no planificadas, con falta de materiales, con indefinición de alcance, etc.).

El *backlog* ejecutable se alimenta con órdenes que siguen el proceso descrito y disponen de todos los materiales, órdenes que estuvieron programadas y no pudieron ser ejecutadas y por las órdenes de mantenimiento preventivo.

Estas últimas siguen un proceso un tanto distinto, ya que tienen una hoja de ruta predeterminada y son de generación periódica. Se generan automáticamente y con una prioridad importante, para que sean competitivas en la disputa de los recursos con las correctivas o mejorativas. El mayor desafío del mantenimiento preventivo es realizarlo efectivamente.

A través del análisis del *backlog* ejecutable (se trata en detalle más adelante) el coordinador de mantenimiento, dentro del marco restrictivo que le impone la capacidad de respuesta del ejecutante, elige las órdenes a ser programadas para su ejecución.

Programación

Seleccionadas las órdenes, se confeccionan los programas de ejecución de los diferentes talleres, tomando en cuenta los recursos, las interferencias y las coordinaciones, que son necesarias, tanto entre talleres como con la operación.

A su vez pueden aparecer emergencias que alteren la programación original. Estas se incluyen sólo con la autorización del coordinador de mantenimiento quien determina que trabajo se posterga para realizar la emergencia.

Los trabajos programados que no se realizan vuelven a integrar el *backlog* de órdenes antes mencionado.

Ejecución

El ejecutor recibe el programa y al comenzar la ejecución, a través del coordinador de mantenimiento o en quien este delegue, recibe el equipo a reparar pasando el mismo a ser su responsabilidad.

Se ejecutan las tareas de acuerdo con las indicaciones incluidas en la orden y los procedimientos de trabajo y seguridad que vienen adjuntos con la misma.

Todo el desarrollo del trabajo es seguido por el planificador.

Una vez finalizado el mismo, la orden de trabajo pasa a la etapa de control.

Las órdenes de trabajo no se cierran en esta etapa.

Control

Habiendo finalizado el taller el trabajo encomendado, se genera un proceso de control.

Por un lado, el planificador chequea el cumplimiento del plan y registra como retroalimentación las diferencias que constate.

Por otro lado, el coordinador de mantenimiento verifica que el trabajo está finalizado y es el único que determina que la orden de trabajo puede ser cerrada.

El seguimiento detallado los trabajos que se realizan en mantenimiento, desde la generación a su fin, es realizado por la figura coordinador de mantenimiento que representa una visión unificada, de las necesidades y prioridades, del cliente del servicio de mantenimiento.

Análisis de Backlog

El *backlog* lo integra todo aquello que por cualquier motivo no fue realizado. Siempre debe existir, porque sino existiera indica una excesiva e innecesaria cantidad de recursos.

Debe gestionarse adecuadamente.

Para el usuario de los servicios de mantenimiento, el *backlog* comienza en el momento en que genera el aviso de su necesidad.

El *backlog* se puede segmentar de la siguiente forma:

- Backlog de necesidades de mantenimiento que aún no generaron avisos
- Backlog de avisos aún no priorizados
- Backlog de órdenes aún no planificadas
- Backlog de órdenes planificadas y que no tienen todos los materiales disponibles

Todos estos elementos generan el *backlog* no ejecutable.

A su vez existen otros segmentos de *backlog*:

- Backlog de órdenes planificadas y con materiales
- Backlog de órdenes en ejecución

Esto constituye el *backlog* ejecutable (sólo depende de los recursos del ejecutor).

El último segmento sería:

- Backlog de órdenes terminadas por el ejecutor y en proceso de control

La apreciación del cliente sobre la gestión se basa fuertemente (es legítimo y válido) en los trabajos que están pendientes de realización. O sea en el *backlog*.

Podemos decir que en un muy alto porcentaje el éxito de la gestión de mantenimiento se basa en una buena gestión del *backlog*.

Por eso el análisis del *backlog* en sus distintos segmentos es crucial en el éxito de la gestión.

Un primer elemento fundamental es tener un criterio de priorización para el análisis del mismo.

La primera forma de priorización que uno usaría, es la que surge de la matriz de riesgo, pero no contempla un elemento esencial que es el tiempo de permanencia (o sea lo que se demora en satisfacer la necesidad planteada).

Lo que se hizo es definir un número de decisión que es:

$$\text{N}^\circ \text{ de decisión} = \text{consecuencia} \times \text{probabilidad} \times \text{tiempo de permanencia}$$

- Consecuencia : A = 1000 , B = 800 , C = 100 , D = 10 , E = 1
- Probabilidad : “1” = 1 , “2” = 10 , “3” = 100 , “4” = 800 , “5” = 1000
- Tiempo de permanencia: días entre la fecha de realización del aviso y la fecha de consulta

Por ejemplo si se está analizando el segmento de *backlog* ejecutable por taller se sigue el criterio de que entren primero los de mayor n° de decisión, pero el coordinador de mantenimiento tiene la potestad de alterar el orden cuando surja alguna desviación justificada.

Si se analizan los números, un trabajo de prioridad baja, necesita una gran permanencia en el *backlog* para competir aún con uno de prioridad media. Si no se tomara en cuenta la

permanencia, la probabilidad de realización sería bajísima, ahora, luego de un tiempo prolongado se realiza. Es una apuesta a mantener la credibilidad de usuario en el sistema. Otro elemento que puede surgir del análisis del *backlog* es determinar si el volumen de respuesta es adecuado. Hasta ahora hemos hecho el análisis clásico de estimar las horas de trabajo pendiente y ver con los recursos disponibles cual sería el tiempo que insumiría eliminarlo.

Este método tiene el inconveniente de que pondera todas las horas de igual forma.

Si se quiere orientar todo el trabajo hacia mitigar las consecuencias, no cubre las expectativas.

Lo que tenemos en proceso de implementación es un estudio para determinar por taller un número de decisión por debajo del cual deben estar todos los trabajos pendientes del mismo y dimensionar la respuesta en ese sentido.

Esto garantiza que se mitigarán las consecuencias, y se encara una satisfacción del cliente que solicita trabajos válidos, de baja prioridad, en un plazo prolongado pero creíble.

Del análisis del *backlog* se pueden extraer múltiples oportunidades, mejoras, redireccionamientos, etc., lo cual permite afirmar, que la Gestión del Mantenimiento depende en altísimo grado de la Gestión del *Backlog* y en un sentido un poco más amplio son sinónimos.

Paro de Unidades

Hasta ahora sólo nos hemos referido al mantenimiento de rutina, pero el sistema también cubre las paradas programadas totales de las unidades.

El primer paso consiste en seleccionar que equipos van a ser intervenidos durante el Paro de las unidades.

Todo equipo, que para su reparación, no sea imprescindible tener la planta parada, no entra dentro del espectro de la misma. Esto se basa en que el costo de la intervención durante la parada es mucho más elevada que durante el mantenimiento de rutina.

Una vez determinado que el equipo debe ser intervenido en el Paro, se pasa a la priorización del mismo.

El coordinador de mantenimiento aplica la matriz de riesgo, pero con un horizonte de probabilidad y ocurrencia de falla, de 4 años, que es la frecuencia con que se realizan los paros de unidades.

Si el trabajo es azul o rojo entra a la lista de tareas de Paro, pero en caso de ser amarillo se buscan tareas de mitigación para postergar ese trabajo hasta el siguiente Paro del que está en consideración. Si estas no se pueden implementar, el trabajo se incluye en el alcance de la Parada.

Si el trabajo es blanco, se posterga hasta el siguiente Paro al considerado.

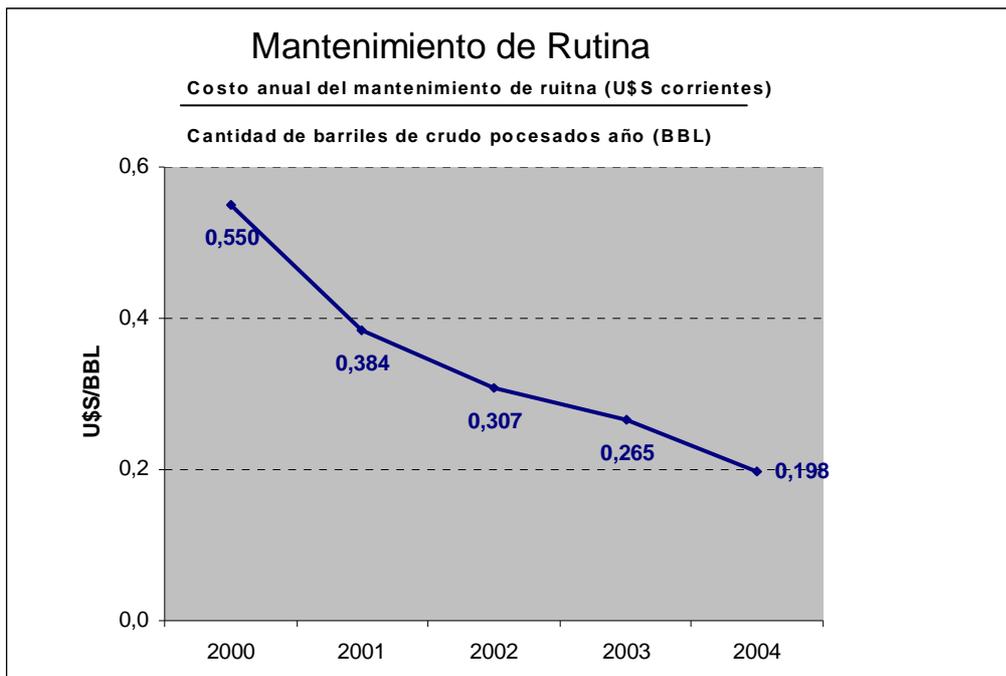
Posteriormente entre los planificadores, ejecutores y coordinadores de mantenimiento se realiza el programa de la parada de planta.

Mediante la aplicación de esta metodología se logró reducir los tiempos de parada y aumentar la frecuencia entre paros a 4 años.

Indicadores de Gestión

La evolución de la gestión se controla a través de indicadores y metas comparativas.

El primer indicador que presentamos representa el detrimento al margen de refinación de la planta, causado por el costo del mantenimiento de rutina.



Este muestra una franca disminución del peso del costo de mantenimiento rutinario en la ecuación económica de la refinería.

Las preguntas a realizarse en este momento son:

Mejoramos, pero no habremos afectado la disponibilidad mecánica de la planta?

Mejoramos, pero no estaremos muy por arriba de otras plantas del mismo tipo?

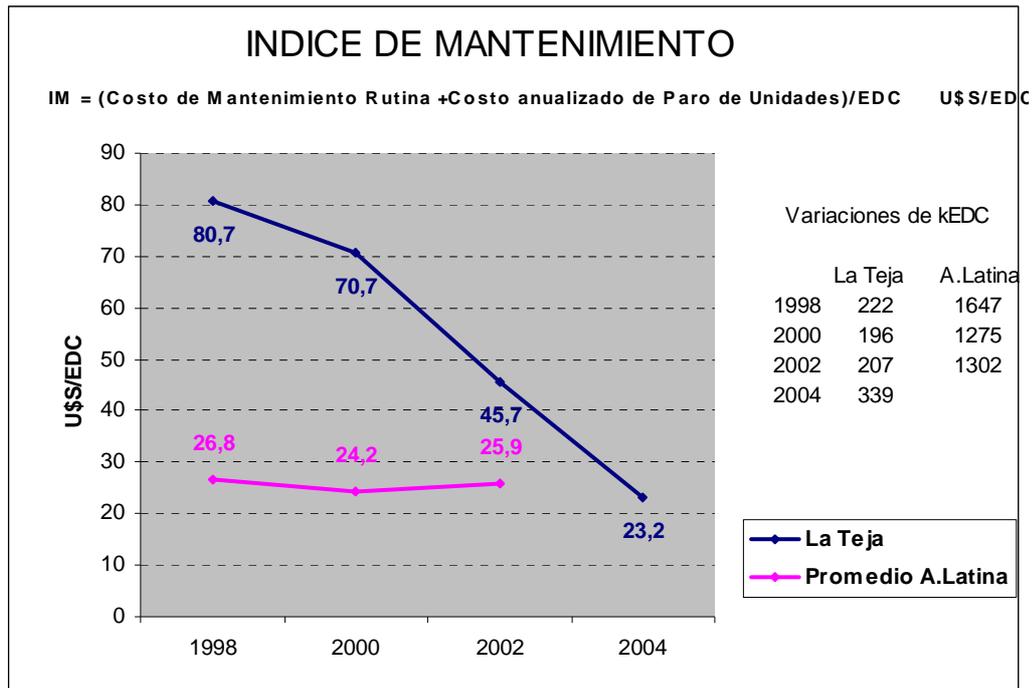
Estas preguntas se contestan comparándose con otros.

La refinería participa de una encuesta bi-anual de la empresa Solomon Associates, que tiene por finalidad, la comparación de la gestión de diferentes refinerías.

De la misma participan 132 refinerías.

Como elemento comparativo entre refinerías define el EDC (capacidad de destilación equivalente) que es un número que surge de la combinación de capacidades y complejidad de las mismas.

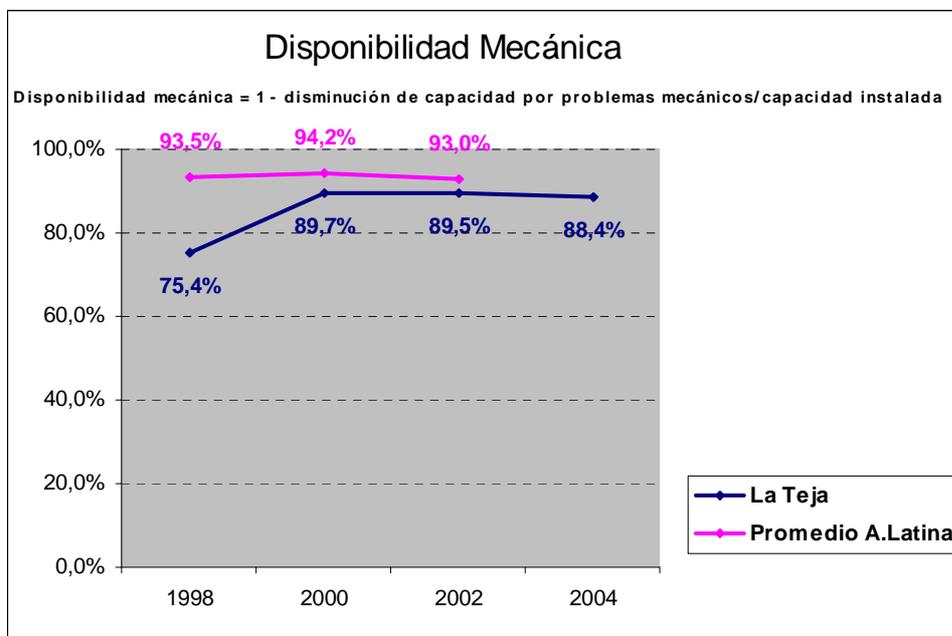
El primer indicador considerado es el Índice de Mantenimiento



(Los valores 2004 de A.LATINA aún no fueron proporcionados)

Como podemos apreciar, el indicador en el año 2004 estará alineado con los valores promedio de América Latina lo cual contesta la pregunta respecto a la ubicación de nuestra mejora.

El otro índice que consideramos es de disponibilidad mecánica de la planta.



(Los valores 2004 de A.LATINA aún no fueron proporcionados)

Como vemos la mejora se realizó sin penalizar la disponibilidad mecánica de la planta, pero el desafío es alcanzar los valores promedio de América Latina en este aspecto, sin perder lo conseguido con el Índice de Mantenimiento.

Conclusiones

El difícil proceso de transformación de la gestión del Mantenimiento de la refinería está orientado hacia una mejora del margen de modo sustentable.

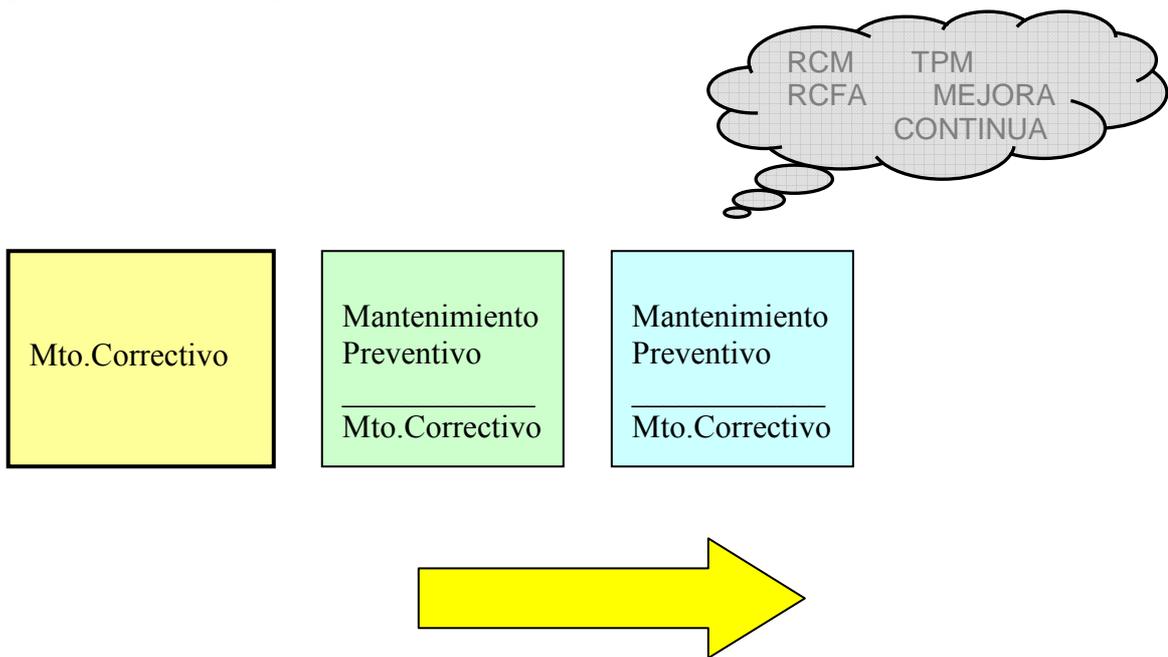
Dado que ambos componentes deben manejarse de forma equilibrada para no entrar en sobrecostos o pérdidas asociadas al mantenimiento, según sea el caso, el objetivo se deduce de la comparación con otras industrias similares.

En el trabajo se muestra claramente que se logró llevar el gasto de mantenimiento a niveles del promedio de América Latina, sin detrimento de la disponibilidad mecánica de la refinería. Esto indica que la reducción y reorientación del gasto siguieron el camino adecuado.

El desafío se cumplió en parte, ya que aún se está algo por debajo del promedio en cuanto a disponibilidad mecánica.

Los pasos a seguir para mantener el primer objetivo, lograr el segundo y asegurar la sustentabilidad en el tiempo, son seguir avanzado en la escala de mantenimiento, para orientarlo francamente hacia que los equipos no fallen y si lo hacen, las consecuencias sean mínimas.

Esto implica mantener lo logrado y a su vez intensificar la capacitación, desarrollar políticas de activos, profundizar en el tratamiento de la confiabilidad, etc.



Bibliografía y referencias

Mantenimiento Industrial Avanzado – Francisco Gonzalez ISBN: 84-96169-03-0
 Manual de mantenimiento de instalaciones industriales – A.Baldin ISBN: 84-252-1131-X
 Maintenance Planning Scheduling & Coordination – D.Nyman ISBN: 0-8311-3143-8
www.solomantenimiento.com; www.mantenimientomundial.com

Apéndice 1

DIVISIÓN INDUSTRIALIZACIÓN DE COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES
MATRIZ PARA SELECCIÓN DE TRABAJOS CON BASE EN RIESGO

Revisión A - Febrero 6, 2001.



CONSECUENCIA POTENCIAL

Tasa de Recuperación de la Inversión	Impacto Económico Irrecuperable	Salud / Seguridad / Ambiente
-	Parada de la Refinería	Pérdida de Vida o Lesión Incapacitante Escape Mayor de LPG / BLEVE / Explosión Derrame Mayor de Hidrocarburo de más de 10 m³
-	Parada Irrecuperable de Múltiples Unidades de Proceso Interrupción Prolongada de Suministro a Clientes	Lesión de más de 30 días Tiempo Perd / Enfermedad a Largo Plazo Escape de Gas Tóxico Incendio Mayor Reclamos Públicos de Consideración
20:1	Parada de Topping, FCCU, RFM por más de 2 días Indisponibilidad de Bombeo del Crudo por más de 10 días	Lesión de más de 1 día Tiempo Perdido Incendio Menor Localizado / Fuga HC sobre Punto Inflam. Pérdida de Fluido No Inflamable Incontenible Incidente Ambiental Reportable (Excede Límites Legales)
20:1	Irrecuperable Anualizado mayor que US\$ 100.000 Parada Irrecuperable Vacío y Menores Baja Temporal Irrecuperable de Carga mayor que 15%	Lesión de menos de 1 día Tiempo Perdido / Primeros Auxilios Pérdida de Fluido No Inflamable Contenible Sobrepasado de Metas Ambientales Internas
2:1	Baja Temporal Irrecuperable de Carga menor que 15% Baja Temporal de Rendimiento / Eficiencia Energética Baja Temporal Calidad Productos / Tanque Fuera de Especificación Irrecuperable Anualizado menor que US\$ 50.000	Incidentes Menores (Baja Incidencia)

SEVERIDAD	1	2	3	4	5
MÁXIMA	Yellow	Blue	Red	Red	Red
ALTA	Yellow	Blue	Blue	Blue	Blue
MEDIA	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
BAJA	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
DESPRECIABLE	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow

Tasa Recuperación de Inversión = $\frac{\text{Beneficio (Ahorro) Anualizado}}{\text{Costo del Trabajo}}$

PROBABILIDAD de Ocurrencia del Evento Antes de la Próxima Oportunidad para Hacer Mantenimiento

Improbable 0,1 - 1%
Posible 1 - 10%
Probable 10 - 80%
Casi Definitivamente > 80%

Color	Riesgo	¿Se Justifica?	Prioridad y Recomendación
Red	Alto	SI	Prioridad Alta - Realizar el Trabajo lo Antes Posible
Blue	Medio - Alto	SI	Prioridad Media - Realizar Dentro del Plazo Acordado
Yellow	Mediano	No Siempre	Estudiar Alternativas para Mitigar el Riesgo - Prioridad Baja de Ser Justificable
White	Bajo	No	Programar Próximo Mantenimiento o Eliminar del Listado de Trabajo

Desarrollado por Personal de Refinería La Teja Utilizando Metodología Proprietaria de KBC Advanced Technologies, Inc.

