

SISTEMA DE CONFIABILIDAD & MANTENIMIENTO (C&M)

Santiago Traverso y Jorge Kalejman

ESSO P.A.S.R.L.

1) Abstract

A fines del año 2001 Refinería ESSO Campana inició la implementación de un sistema de integrado de gestión de operación, análisis y mantenimiento de su equipamiento llamado sistema de "Confiabilidad y Mantenimiento". El objetivo de este sistema es obtener disponibilidad clase mundial de las unidades de proceso a costos operativos clase mundial, de modo de asegurar la entrega de productos a los clientes con la máxima calidad preestablecida, en la fecha preestablecida y al mínimo costo. El sistema se basa en un enfoque estructurado de actividades y controles que cubren: liderazgo gerencial, entrenamiento y compromiso del personal, diseño de equipos, establecimiento de estrategias de cuidado e inspección, plan de cuidados del operador, excelencia en la planificación y ejecución del mantenimiento, y análisis estructurado de incidentes y malos actores. Como todo enfoque de este tipo, la evaluación periódica de cada componente del sistema asegura el mejoramiento continuo.

El logro de disponibilidad clase mundial de unidades con costos operativos clase mundial suelen considerarse objetivos contrapuestos. Este sistema resuelve este aparente dilema mediante una profunda y detallada aplicación de técnicas de análisis basados en riesgos, que permiten asignar los recursos donde mayor retorno se obtiene, evitando distraer la inteligencia y recursos de la organización en tareas de bajo impacto en la calidad de la operación de la refinería.

La implementación de este sistema, aún no maduro, permitió aumentar la disponibilidad de unidades de proceso a nivel "Clase mundial" y permitió reducir los "costos de mantenimiento a moneda constante" en más de el 20%. El lema es: "Excelencia operativa es la meta, Confiabilidad y Mantenimiento el camino"

2) Introducción

A fines de los años '90 las estrategias tradicionales de operación y mantenimiento de Unidades de Proceso mostraban un estancamiento estructural, y como tales resultaban incapaces de generar las mejoras en la disponibilidad de unidades y reducción en los costos de operación que los márgenes del negocio –erosionados- requerían.

Las áreas tradicionales de la refinería, Producción ("P"), Técnica ("T") y Mantenimiento ("M") ya habían sido reorganizadas parcialmente y reordenadas en células multidisciplinarias (P-M-T) o equipos de negocio (EDN) que manejaban distintas Unidades de Refinería. Sin embargo, las áreas seguían operando como compartimentos estancos a partir de un modelo de cliente - proveedor interno, efectivo pero costoso. El panorama mostraba muy alto nivel de actividad y de gastos de mantenimiento, no correspondidos por una disponibilidad de unidades clase mundial.

Fue entonces y ante este escenario, que la dirección de Refinería Campana decidió la implementación de la iniciativa "Confiabilidad y Mantenimiento" (C&M) con el firme propósito de generar un "cambio escalón" en la calidad de la operación y en el mantenimiento de la Refinería.

El proceso de implementación se estructuró en cuatro etapas: Desarrollo de Sistemas y Procedimientos, Entrenamiento del Personal, Implementación Piloto, e Implementación General. Estas cuatro etapas fueron lideradas por un Grupo de Trabajo especialmente asignado, grupo que incluyó personas de vasta experiencia en las operaciones de la Refinería. En las páginas siguientes se resumen las sucesivas acciones ejecutadas para lograr una efectiva y exitosa implementación del sistema C&M

3) Desarrollo

Índice:

- Establecimiento del Equipo de Implementación:
- Estrategias de Equipos (EE):
- Monitoreo de salud de equipos:
- Cuidados Básicos del Operador (CBO):
- Selección de Trabajos:
- Planificación y Programación (P&P):
- Ejecución del Mantenimiento:
- Reporte y Análisis de Incidentes:
- Mejora de confiabilidad y Mantenimiento:
- Otros Módulos Menores:
- Liderazgo Gerencial:

Establecimiento del Equipo de Implementación:

La primer etapa del Proceso consistió en la selección de un equipo multidisciplinario (P – M – T) de implementación. El equipo se formó con personal de vasta experiencia y competencia en Refinería. Estos requisitos eran indispensables para asegurar la calidad del sistema de gestión a elaborar y a la vez para facilitar la aceptación de dicho sistema por parte de la estructura de operación de la refinería.

Este equipo pudo ser designado a partir del elevado compromiso de la Dirección que permitió asignar recursos costos, a partir de un cambio organizacional que permitió extraer estos recursos de la línea.

El equipo de implementación contaba con los lineamientos básicos corporativos del sistema, establecidos en el ExxonMobil Reliability & Maintenance Management System.

El equipo estableció un cronograma de implementación que incluyó los módulos descriptos a continuación.

Estrategias de Equipos:

El primer módulo del sistema consistió en el desarrollo e implementación de las Estrategias de Equipos (EE). Las Estrategias de Equipos son todos los cuidados a aplicar a cada equipo a lo largo del tiempo por parte de las funciones P, M, y T. Esto incluye rondas del operador, actividades de mantenimiento predictivo y preventivo, monitoreo por parte de personal técnico especializado, monitoreo con instrumentación de lectura continua, etc.

La definición técnica es: “Una estrategia de un equipo es un plan documentado que contiene un conjunto de tareas a realizar sobre ese equipo, tareas que son efectivas en costo y mitigan riesgos inaceptables en caso de falla, ya sea reduciendo la probabilidad de ocurrencia y/o la consecuencia de dicha falla. La estrategia de un equipo también incluye tareas que reducen el "costo del ciclo de vida" de operar ese equipo. Las estrategias son documentos vivos que se deben actualizar periódicamente”

Las estrategias de equipos definen las tareas preventivas y predictivas que mitigan los riesgos inaceptables (seguridad, medio ambiente, regulaciones gubernamentales, impacto financiero, etc.) y que son efectivas en costo.

La etapa inicial para la elaboración de las estrategias consiste en listar todos los equipos o tags pertenecientes a una unidad de proceso. En el caso de Refinería Campana se realizó un ordenamiento en función de la importancia relativa de cada equipo sobre la confiabilidad de la unidad.

Posteriormente, un equipo especializado compuesto por representantes de las 3 divisiones(P-M-T) y el Equipo de Negocio (EDN) identificó todos los “Mecanismos de Deterioro” (MD) que hacen

“fallar” al equipo. Los MD pueden ser de origen mecánico (ejemplo corrosión) u origen proceso (ejemplo: acumulación de sedimentos). El concepto de “falla” es un concepto amplio, es decir significa que el equipo es incapaz de cumplir la misión, “la ventana de operación”, para la cual fue diseñado.

Esta etapa del desarrollo de las EE es de alto contenido técnico e implica determinar las probabilidades y consecuencias de falla a partir de cada MD. Cada una de estas vías de análisis genera distintos escenarios de probabilidad-consecuencia que a su vez tienen distintas alternativas de prevención-mitigación. El equipo interdisciplinario formado por los P-M-T y el EDN tuvo que decidir cuáles acciones incluir en los programas de EE. Esta decisión se realizó utilizando herramientas de análisis de costo beneficio / nivel de riesgo aprobado para operar.

Una vez decididas las acciones, estas deben ser incorporadas como tareas concretas en las rutinas de operadores y técnicos, en los módulos e mantenimiento preventivo y predictivo del sistema computarizado de mantenimiento, en los planes del personal de inspección de equipos, etc.

¿Porqué es necesario recorrer este proceso en lugar a limitarse a las recomendaciones del fabricante de un equipo? Las respuestas son varias y dependen de cada caso, pero el concepto básico es que sólo el “dueño” del equipo es capaz de conocer exactamente los mecanismos de deterioro que induce su proceso, sólo el "dueño" puede medir las consecuencias de la “falla” para su ciclo productivo (y éste es el valor principal de la ecuación costo-beneficio que justifica o descalifica a una tarea de tipo preventiva) y -finalmente- la decisión de "riesgo aceptado" es intransferible al proveedor de un equipo.

Las estrategias e equipos (EE) son documentos “vivos”, pues cada intervención en un equipo, cambios en la calidad de la materia prima, y sin número de situaciones producen alteraciones en las tasas de deterioro de los MD que cambian las probabilidades de falla y consecuentemente cambian las relaciones costo-beneficio que determinan la ejecución de las tareas preventivas-mitigativas.

Por esta razón, el mantenimiento de las EE a lo largo del tiempo exige un trabajo multidisciplinario sistemático sostenido en el tiempo.

Ejemplo resumido de Estrategia de Equipo:

Intercambiador convencional, puede ser retirado de servicio generando una bajada de carga en el Powerformer

Mecanismos de degradación:

- Mecanismo 1: Corrosión por tubos
- Mecanismo 2: Corrosión de la envolvente
- Mecanismo 3: Ensuciamiento por tubos

Otros requisitos:

- Mecanismo 4: Inspección interna cada 10 años requerida por código

Tasa de degradación esperada y vida remanente esperada:

- Mecanismo 1: 30 años de vida remanente
- Mecanismo 2: 15 años de vida remanente
- Mecanismo 3: Limpieza necesaria cada 3 años (histórico)

Consecuencia de la degradación continuada

- Mecanismo 1: falla del tubo, bajada de carga del PWF (\$/día)
- Mecanismo 2: Pérdida mayor de hidrocarburo a la atmósfera (Seguridad)
- Mecanismo 3: No se puede mantener la corrida hasta proceder a la limpieza (\$/día)

Estrategia Final (luego de aplicar matriz de riesgo)

- Mecanismo 1: Riesgo Aceptable: Es posible permitir que los tubos vayan a la rotura pues el beneficio no compensa los costos. No hacer nada.
- Mecanismo 2: riesgo Inaceptable: Tarea: Medir espesores de la envolvente cada 2 años (monitoreo de condición)
- Mecanismo 3: riesgo Inaceptable vs. el costo: Tarea: Medir temperaturas y coeficientes de transferencia de calor cada dos meses

Monitoreo de salud de equipos:

Como resultados de las EE, es posible que surjan variables del proceso que no están siendo monitorizadas por el sistema de Control de Procesos pero que el análisis de riesgo realizado ha determinado que es “efectivo en costo disponer de esa medición. En ese caso, se incluyeron en los programas de obras correspondientes la compra e instalación de los equipos necesarios.

Cuidados Básicos del Operador (CBO):

Dentro de la secuencia de implementación del sistema C&M, el módulo de “Cuidados Básicos del Operador” aparece en segundo lugar en la secuencia. ¿Porqué?. Simplemente porque es necesario disponer de las estrategias de equipos (EE) para poder establecer las actividades que el operador debe ejecutar sobre los equipos, tareas que sean “efectivas en costo” o indispensables para operar dentro de “nivel de riesgo aprobado”. El cuidado básico del operador incluye acciones concretas proactivas sobre los equipos. En Refinería Campana estas actividades se volcaron en planillas de recorrida diaria, semanal o mensual. Las planillas también incluyen los valores límite de las ventanas de operación, de modo que el operador puede notar inmediatamente si una variable del equipo está saliendo de su ventana de operación.

La ejecución comprometida y responsable por parte del operador de las rutinas de CBO tiene dos beneficios: por un lado, ayuda para una recorrida sistemática de los equipos, aumentando la eficacia de la recorrida periódica y aumenta el contacto “operador-equipo”. Por otra parte, las rutinas CBO permiten capturar miles de datos en forma manual que no llegan en forma automática a la computadora de control de procesos. Sin embargo, para una captura y manejo eficiente de esos datos se deben incorporar sistemas tipo palm o PC pocket portátiles que acompañen al operador en la recorrida y permitan capturar / transmitir los datos en forma electrónica hacia a un módulo histórico de datos capaz de elaborar tendencias e identificar desvíos en forma temprana.

La implementación del módulo CBO en Refinería Campana demandó intensivo entrenamiento desarrollado tanto por la supervisión como por los ingenieros de equipos o de procesos. Fue necesario entrenamiento intensivo tanto en campo como en aula.

Adicionalmente, previo y simultáneo con la implementación del módulo CBO fue necesario la puesta en condición estándar de muchos elementos de control faltantes o deteriorados.

El módulo CBO ha sido identificado como un factor clave para el logro de las mejoras en C&M, permitiendo en reiteradas ocasiones la detección temprana de anomalías que evitó llegar a producto fuera de especificación o paradas de unidades de proceso. También fue creado un Comité de C&M con operadores para discutir temas relacionados generales de C&M pero también temas específicos del CBO.

Por último, el CBO es la base de las recorridas de control que ejecuta la línea supervisora en campo y son tema y oportunidad para la conversación cara a cara entre el operador y el personal de Dirección que visita la planta. En definitiva, CBO constituyó un cambio cultural de resultado destacable.

Selección de Trabajos:

Este fue el tercer módulo implementado para el sistema C&M. El objetivo de este módulo fue generar un proceso para determinar el mínimo trabajo a realizar sobre los equipos, compatible con los objetivos del negocio y el nivel de riesgo aceptado, fijado a través de los sistemas de seguridad medio ambiente y C&M. Consecuentemente, se logra la optimización en el uso del presupuesto al direccionar los recursos hacia las tareas de mayor criticidad. Este proceso se aplica a los trabajos no

incluidos en las EE, pues estos son de ejecución "automática". Los trabajos que superan la Selección de Trabajos típicamente son trabajos de tipo "correctivo" no incluidos en la EE. La selección de trabajos se inicia cuando un operador o supervisor de una planta detecta una deficiencia en algún equipo que lleva o puede llevar a la "falla". Las recorridas de CBO son disparadores para detección de deficiencias. Tradicionalmente se generaba una orden de trabajo por cada deficiencia observada, que pasaba a formar parte del backlog de mantenimiento a ejecutar. El proceso de selección de trabajos significa hacer pasar esa deficiencia por una serie de filtros para responder preguntas tales como: ¿es necesario reparar o se puede dismantelar el equipo? ¿podemos convivir indefinidamente con esta deficiencia? ¿es necesario hacer esta reparación en este año, en este mes? ¿es necesario hacerla en forma urgente? La clave implícita en estas preguntas es que no toda deficiencia detectada es importante para la seguridad, la calidad o la confiabilidad, pero un backlog desmedido y poco evaluado de deficiencias puede ocultar problemas potenciales significativos para la seguridad, la calidad o la confiabilidad.

El desarrollo de este módulo implicó el diseño de herramientas concretas de evaluación de trabajos basadas en la relación costo beneficio, costo de ciclo de vida, riesgo admitido para operar, etc. Esto implica conceptos de probabilidad y consecuencia, niveles de riesgo, tasas de corte, magnitudes financieras como valor actual neto, alternativas de prevención mitigación, etc.

Toda deficiencia detectada debe ser sometida al proceso de selección de trabajos antes de convertirse en una orden de trabajo. La profundidad y la complejidad de la herramienta de análisis a utilizar depende de la magnitud del trabajo, pues se mantiene el objetivo de ser efectivos en costo. Las herramientas de selección de trabajos también se utilizan para decidir la prioridad del trabajo a realizar. El uso de estas herramientas permitió reducir el trabajo "urgente" en más del 50%, factor muy importante por la baja eficiencia y calidad que los trabajos realizados en condición de urgencia suelen implicar.

Las herramientas de Selección de trabajos demandaron un entrenamiento intensivo a nivel de supervisión, pero al poco tiempo de iniciado se extendió el uso de las herramientas al nivel de operarios de campo, obteniéndose resultados excelentes.

En definitiva, las herramientas de Selección de trabajos constituyen un "asistente" objetivo para ayudar a la decisión de "hacer" o "no hacer".

Planificación y Programación (P&P):

Planificación y programación constituyó el cuarto módulo elaborado / implementado.

El objetivo de la Planificación y Programación de Rutina es elaborar planes, programas y paquetes de información de soporte ("paquetes de trabajo") que permitan ejecutar los trabajos de mantenimiento de manera ordenada y efectiva para cumplir los objetivos de seguridad, calidad, costos y cumplimiento de plazos. El proceso de Planificación y Programación de Rutina asegura que equipos, personal, materiales, herramientas, estén disponibles para ejecución cuando lo indique el plan.

La experiencia demuestra que los trabajos con buena planificación y programación permiten lograr ahorros superiores a 25% en costos respecto a los trabajos que tienen pobre preparación.

Previo a este módulo, Refinería Campana trabajaba con programas diarios, alto porcentaje de trabajo fuera de programa, y una sensación de imposibilidad estructural para planificar y programar adecuadamente.

La implementación del módulo de EE, más Selección de Trabajos, más P&P, permitió en menos de seis meses trabajar con programas de correctivo de 7 días vista para todas las especialidades con índices de cumplimiento superiores al 80%. Hoy día todo trabajo correctivo que debe realizarse dentro de los 7 días de solicitado se considera "urgencia", impensable sólo 2 ó 3 años atrás.

Las mejoras en programación permitieron el desarrollo de paquetes de trabajo para correctivos no repetitivos o planes estándar para preventivos y correctivos repetitivos que permitieron incrementar significativamente la calidad de ejecución de las reparaciones. "Paquete de trabajo" significa una

carpeta simple que contiene procedimientos, planos, indicaciones especiales, plan de calidad, estimación de recursos, programa detallado, análisis de tarea segura, de modo de garantizar una ejecución eficiente y de calidad. La planificación adecuada también permitió reducir las variaciones de cantidad de personal asignado, disminuyendo la rotación de personal y consecuentemente se mejoró la calidad y eficiencia en las reparaciones.

Ejecución del Mantenimiento:

Este módulo se implementó luego de P&P. El propósito de este módulo es asegurar que los trabajos de mantenimiento se ejecutan según el plan acordado, cumpliendo o excediendo los objetivos de Seguridad, Calidad, Costos, y Programación. El Proceso de ejecución comprende todos los trabajos, incluyendo las actividades de rutina y de parada de unidades. Este proceso se centra en el rol del supervisor de Mantenimiento como garante de la seguridad y calidad de los trabajos. El módulo incluye actividades de control que cubren de manera sistemática aspectos de calidad y productividad.

Reporte y Análisis de Incidentes:

Luego de implementados los primeros 5 módulos “ejecutivos” del sistema C&M, se desarrolló el sistema de reporte y análisis de incidentes C&M. El objetivo de este módulo es aprender lecciones de los incidentes para evitar su repetición.

El sistema indica que toda vez que se produzca un incidente con impacto sobre la calidad o confiabilidad, se deberá generar un informe de incidente, este será investigado, se elaborarán recomendaciones para evitar la recurrencia en éste equipos o en otros en situaciones similares, y estas serán cumplimentadas en tiempo y forma.

Se definió como incidente C&M a toda falla claramente inesperada de un equipo. Esta definición que aparece con cierto grado de ambigüedad está extensamente descripta en los procedimientos desarrollados a tal fin, de modo de facilitar la identificación por parte de los operarios que los deben reportar. A modo de ejemplo, un sello mecánico de una bomba de fondo de una planta de producto pesado tendrá una falla “esperada” si falla luego de 3 años de operación, pues esa es la vida de diseño típica para ese tipo de elemento según sus fabricantes. Sin embargo, si falla con un intervalo de 6 meses, la falla será “claramente inesperada” y como tal ameritará un informe de incidente y una consecuente investigación.

Se estableció un proceso de investigación cuya profundidad es función de la gravedad del incidente real o potencial. Se diseñó e implementó una base de datos donde se almacenan los incidentes, las investigaciones, y las recomendaciones de las investigaciones. La base de datos permite obtener reportes para seguimiento de recomendaciones y / o análisis de tendencia de problemas agrupados según distintos criterios. En promedio, se han reportado 20 incidentes por mes desde la implementación de la base de datos, lo cual ha ayudado para la identificación de “malos actores” tal como se describirá en el módulo siguiente.

Las reparaciones ejecutadas con mala calidad y que evolucionan como "fallas no esperadas" son reportadas como incidentes de confiabilidad y como tal son discutidas por los Comité de Confiabilidad de operarios de Mantenimiento.

Mejora de confiabilidad y Mantenimiento:

Este proceso fue desarrollado e implementado junto con el de investigación de incidentes.

La definición de su alcance es: Mejora de confiabilidad y Mantenimiento aplica en todas las áreas operativas de la unidad e involucra:

- ❑ Identificación, selección y priorización de oportunidades de mejora a través del análisis de información técnica e histórica de equipos / variables operativas / análisis de incidentes / etc.
- ❑ Análisis de causa raíz para resolución de problemas
- ❑ Análisis de cambios operativos propuestos
- ❑ Relevamiento de nuevas tecnologías disponibles
- ❑ Relevamiento de nuevos programas disponibles para equipos existentes
- ❑ Efectuar recomendaciones para mejorar la confiabilidad de los equipos en base a la evaluación de su desempeño e historial de reparaciones. Las recomendaciones incluyen el cambio en las condiciones operativas, estándares de diseño, estándares de mantenimiento/ reparación, y programas preventivos y predictivos
- ❑ Desarrollar un plan de mejora de la Confiabilidad & Mantenimiento que consolide las acciones recomendadas

Esta actividad es coordinada por el área Técnica de la Refinería y el resultado más difundido es la lista de top 10 “malos actores”, donde se identifican a los 10 principales ofensores de la Calidad y la Confiabilidad. Esos “malos actores” son incluidos en los planes y presupuestos anuales para su resolución definitiva.

Otros Módulos Menores:

Se desarrollaron módulos para administrar entrenamiento de personal, calidad de proveedores y contratistas, manejo de información y documentación, manejos de los cambios en planta, revisión de diseño y construcción de nuevas facilidades, y análisis de riesgos. Son módulos importantes pero no serán cubiertos en este resumen del sistema.

Liderazgo Gerencial:

Este módulo lo explicamos en último lugar pero ciertamente fue el primero en ser implementado, pues, sólo con un intenso soporte de la dirección resulta posible desarrollar e implementar todas las herramientas mencionadas anteriormente en este artículo.

El módulo de Liderazgo Gerencial incluye más que la sola aprobación de los recursos. En nuestro caso implicó:

- ❑ Fijación de metas y objetivos de resultados
- ❑ Aprobación de los niveles de corte para herramientas de medición de riesgos: valor de corte para relación costo-beneficio / nivel de riesgo autorizado a operar
- ❑ Desarrollo y soporte de un "Plan de Difusión de C&M" en el que se utilizaron los distintos métodos de comunicación disponibles cuidando de no saturar al receptor del mensaje
- ❑ Establecimiento y difusión de la "Filosofía del Sistema de Confiabilidad y Mantenimiento" y de la "Política de Confiabilidad y Mantenimiento"
- ❑ Organización de una estructura de Comités y Subcomités para monitoreo de avance de iniciativas, control de resultados, difusión de mejores prácticas, y discusión y análisis de lecciones aprendidas de incidentes de Confiabilidad. Esta organización incluye un "Comité Central de C&M" presidido por el Gerente de la Refinería, y distintos "Subcomités Sectoriales" en los que participan supervisión de primera línea y operarios de producción y mantenimiento
- ❑ Asignación de Responsabilidades y Roles C&M para toda la Organización

4) Conclusiones:

El sistema C&M resultó un catalizador para realizar un cambio cultural, donde la rotura o la pérdida de calidad o producción no son “aceptados” como algo normal y natural (ver figura 1). Las mejoras en disponibilidad de planta y reducción de costos fueron notorias a los pocos meses de implementado.

El sistema desarrollado, formal y estructurado, aplica de modo excelente sobre estructuras organizativas disciplinadas y entrenadas para ejecutar y cumplir procedimientos.

Para lograr una performance igual o superior a la de las mejores unidades de la Industria en lo concerniente al cuidado de sus activos y a la confiabilidad operativa de los mismos, se requiere la implementación de sistemas similares al descrito que tengan presente los siguientes factores claves del éxito:

- ❑ Cuantificar las expectativas de performance del sistema de C&M a implementar.
- ❑ Establecer Equipos de Negocio interfuncionales, compuestos por representantes de las funciones operativas, técnicas y de mantenimiento.
- ❑ Elaborar herramientas de evaluación de Riesgos y medición de performance comunes a todas las unidades y entendidas por todos los empleados, y rigurosamente utilizadas en sus aspectos conceptuales y formales
- ❑ Implementar Estrategias de Equipos efectivas en costo
- ❑ Soporte externo de especialistas que conduzcan evaluaciones rutinarias de performance
- ❑ Focalización en la confiabilidad, evaluación de riesgos, selección de trabajos y en la definición de objetivos a mediano y largo plazo

5) Figuras:

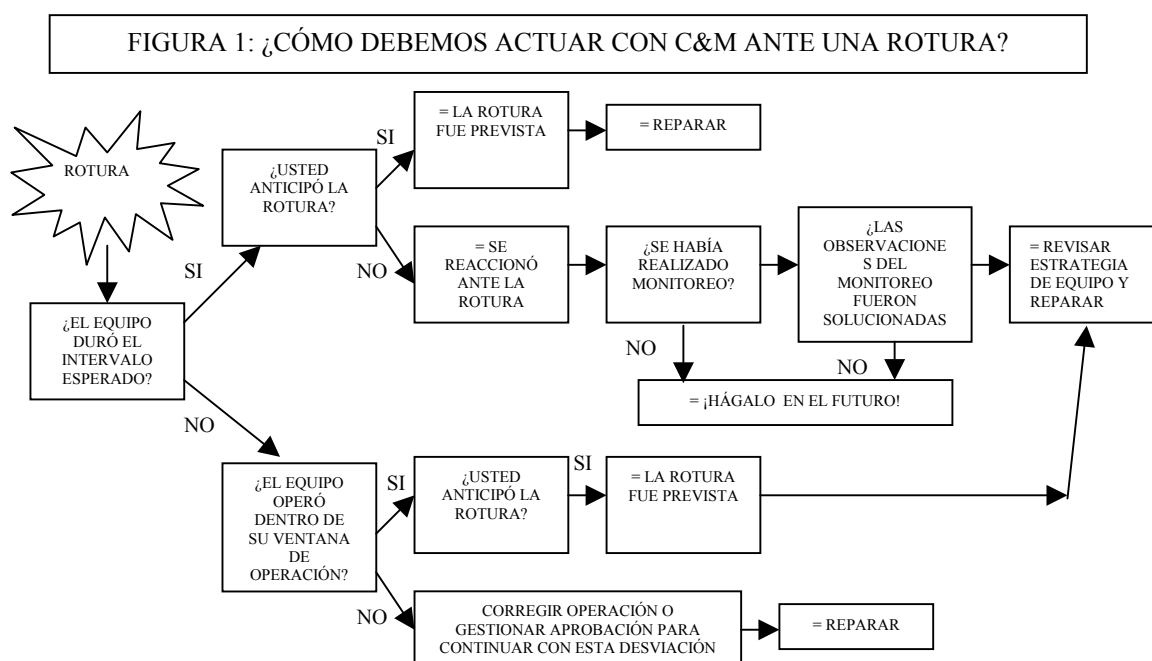
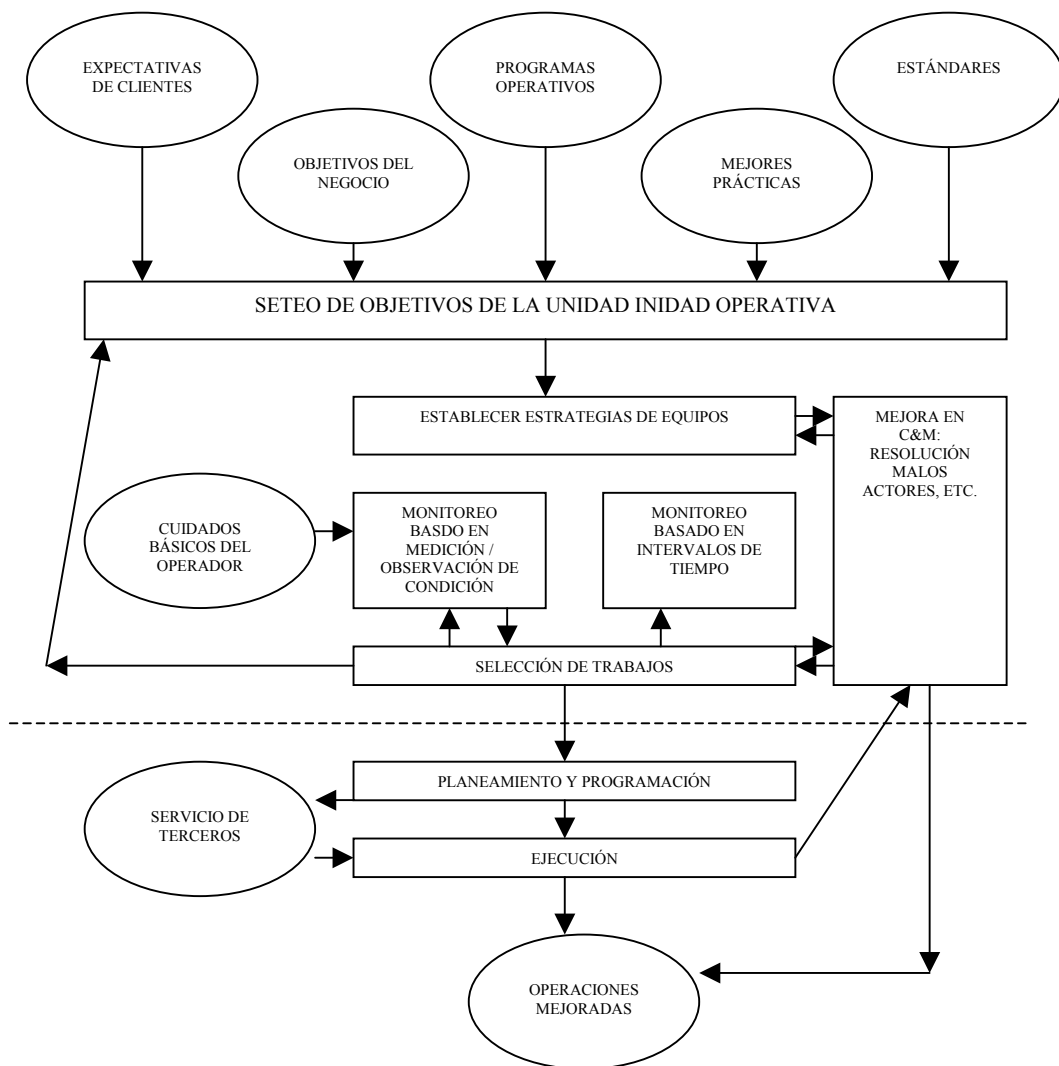


FIGURA 2: EL TRIÁNGULO DE LA CONFIABILIDAD



FIGURA 3: MODELO SIMPLIFICADO DEL SISTEMA C&M



6) Bibliografia

- * ExxonMobil R&M Management System
- * Exxon Company International M&R WC 2000
- * Sistema C&M Ref.Camp