

“SISTEMA DE CONFIABILIDAD Y MANTENIMIENTO”

"MEJORA DEL MTBR DEL PARQUE DE BOMBAS DE REFINERIA"

Autores: Ing Gustavo E. Castronuovo

Ing Hector J. Montes

Empresa : ESSO P.A. S.R.L.

Héctor Montes es Ingeniero Industrial egresado de la Universidad Nacional del Sur. Está trabajando en ESSO PA desde el año 1977 cuando ingresara en el entonces Departamento de Operaciones Marítimas. Ha ocupado diversos puestos: Inspector de Obras, Analista Económico Financiero, Jefe de Taller Mecánico, etc. Actualmente se desempeña como Ingeniero Especialista en Equipos Rotantes para Refinería Campana.

Gustavo Castronuovo es Ingeniero Electromecánico de la Universidad Tecnológica Nacional. Se incorporó a ESSO PA en el año 1984 en el Departamento de Sistemas. Ha ocupado diversos puestos entre los que se destacan Inspector de Obras, Jefe de Planeamiento de Mantenimiento e Ingeniería y Jefe de Mantenimiento de Refinería Galván. Actualmente se desempeña como Gerente de Ejecución de Mantenimiento y Proyectos en Refinería Campana.

SINOPSIS

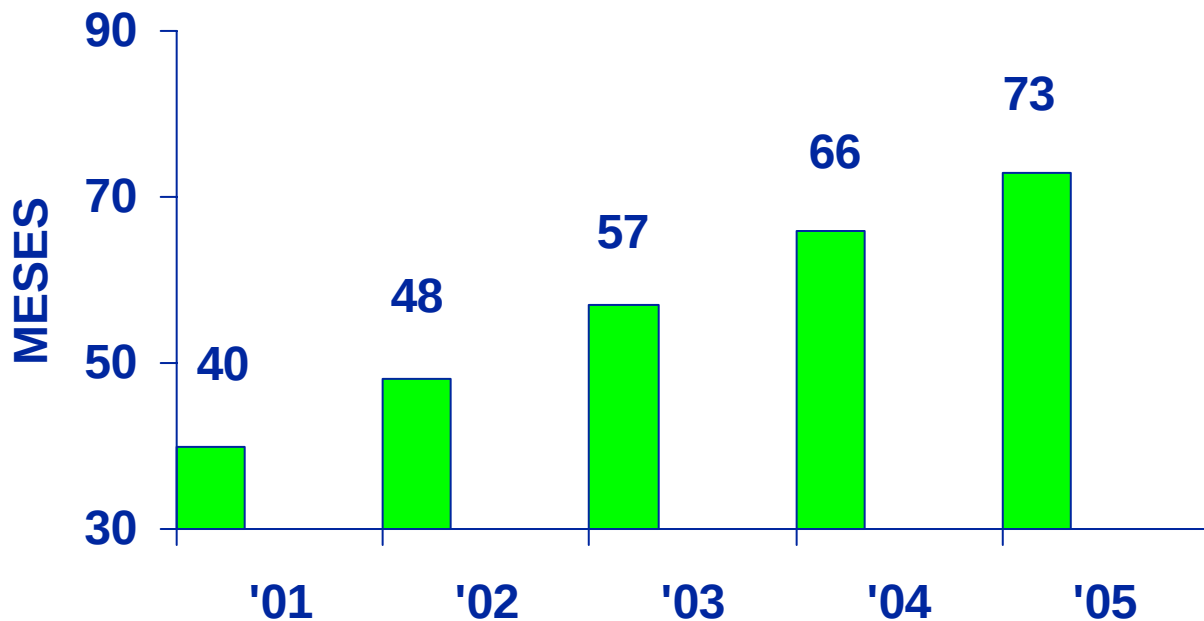
Los equipos que componen una Refinería de Petróleo están sometidos a distintos controles para medir sus estados: mecánico, operativo, de seguridad, vida útil, etc. Por sobre todos ellos existe un indicador que según nuestra visión, los agrupa y que lo podemos definir como el Monitoreo de Estado de Condición, siendo este concepto aquel que puede establecerse mediante monitoreos por sistemas remotos, particulares, grupales, etc., pero que son continuos en el tiempo y permiten elaborar estadísticas, seteos de alarmas, puntos de control, etc., con el fin de prolongar la vida útil de los bienes.

Durante el año 2001 se realizó un estudio Refinería Campana con el fin de diagnosticar la situación de todos los equipos rotantes. Con toda la información recopilada, se desarrollo un plan de acción para mejorar la performance de cada uno de ellos. Se utilizó el índice MTBR

(Tiempo Medio Entre Reparaciones, según la sigla en ingles) como base de comparación con Refinerías del circuito.

El éxito de esta tarea se resume en que entre Enero de 2001 y Junio de 2006 el MTBR creció de 43 a 79 meses, siendo el objetivo a fines de 2008 a 100 meses.

EVOLUCION MTBR



INTRODUCCION

La filosofía que definió el trabajo de aumento de MTBR la podemos resumir en siete puntos o acciones y que se muestran a continuación.

- 1) **GRUPO DE TRABAJO**: Liderazgo Gerencial. Fuerte compromiso de los más altos niveles gerenciales para con el proceso de aumento de confiabilidad. Reconocimiento que el mejoramiento continuo de la confiabilidad de los equipos puede ser alcanzado con un cambio de actitudes y no solo un cambio tecnológico.
- 2) **SISTEMAS Y MANUALES**: Disciplina y consistencia en el uso de los sistemas y manuales. Recopilación, reordenamiento, intercambio de información con el resto de las Refinerías de la corporación. Establecimiento de una administración centralizada de toda la información referente a equipos (historial, bases de diseño, mantenimiento, etc.)

- 3) **RE-INGENIERIA DE MANTENIMIENTO**: Implementación de la Calidad como base de la actividad del personal de mantenimiento. Revisión de las prácticas de trabajo, fuerte capacitación, contacto y revisión de prácticas de conocimiento. Interacción con fabricantes de equipos, proveedores de partes y servicios.
- 4) **CUIDADOS OPERATIVOS**: Liderazgo y Compromiso de los Operarios de Proceso. Rediseño de las rondas de control de los operadores (Operación Básica del Operador). Reentrenamiento en técnicas de control por turno, diario, semanal mensual. Capacitación en operación de equipos.
- 5) **ESTRATEGIA DE EQUIPOS**: Involucramiento del especialista de equipos rotantes en la elaboración de la mejor estrategia de control. Redefinición de la criticidad de los equipos, su impacto en la operación. Consolidación de los distintos controles en una estrategia general para equipos similares y una estrategia particular para equipos específicos. Esta tarea involucro a personal operativo, de mantenimiento, monitoreo de vibraciones, etc.
- 6) **COMUNICACIÓN Y ENTRENAMIENTO**: Abierta y extensiva a todos los niveles de la organización. Elaboración de los planes de entrenamiento para todos los niveles involucrados en el control de equipos. Emisión de informes mensuales que contienen estadísticas relacionadas con la evolución del Índice, el número de fallas recopiladas y analizadas, resolución de casos repetitivos, comparación con otras refinerías, etc. Reconocimientos a personal por aporte de ideas, soluciones, mejoras, etc.
- 7) **PROGRAMA DE MALOS ACTORES Y ANALISIS DE FALLAS**: Aplicación de los procesos tecnológicos y soluciones mas adecuadas y racionales. Proceso de alta viabilidad de corto plazo y con bajo impacto en mantenimiento. Estos dos programas, son la piedra basal de todo el proceso de incremento constante del índice MTBR ya que permite, identificar por análisis sistemático de las fallas, los equipos denominados Malos Actores y por ende trazar los planes de acción para su eliminación.

DESARROLLO

INDICE MTBR

DEFINICION: El índice MTBR es el más conocido, según nuestro criterio, para estudiar la evolución de los equipos. Fué desarrollado para tener una visión rápida del estado de condición de los equipos, no solo rotantes sino de todo otro componente que se quiera tener bajo control. Básicamente es el número que resulta de multiplicar el parque total de equipos rotantes en uso por 12 meses y dividido por el número total de equipos reparados en dicho periodo calendario. De esta ecuación resulta un número que se usa para comparar la evolución (positiva o negativa) a través de la vida útil de un equipo. En los tiempos que corren, se puede apreciar una fuerte tendencia a que dicho numero sea de alrededor de 100 meses. En otras palabras, en promedio, cada equipo vuelve al taller para ser reparado en un periodo que toma ese tiempo (100 meses). Conocido el diagnostico se definió que el MTBR debía crecer en forma sistemática y consistente mes a mes con el fin de alcanzar un valor objetivo predeterminado.

PLAN DE TRABAJO

Para alcanzar dichos objetivos anuales se desarrollo un programa que toma como base la filosofía de Monitoreo de Estado de Condición para cada equipo. Este programa se puede resumir de la siguiente forma:

1. **CRITICIDAD DE EQUIPOS :** El primer paso fue determinar el nivel de impacto que produce cuando falla cada equipo en particular, sacándolo de servicio:

Se definieron 4 casos:

- o **Emergencia:** la salida de servicio del equipo produce un impacto mayor en toda la Refinería, pudiendo provocar incluso una parada total o casi total de la misma. La evaluación de esta falla se mide por un valor en dólares que consiste en multiplicar el valor diario de pérdidas por el número total de días fuera de operación, o hasta completar nuevamente la puesta en marcha de la Refinería. Los valores oscilan en cientos de miles de dólares por día.
- o **Vital:** la falla del equipo impacta en una unidad de producción o una planta completa, con alguna consecuencia en otras unidades (bajada de carga durante el tiempo que dura el Up-Set). Igual que el anterior, el costo total se afecta por el valor diario y tiempo. Estos valores alcanza a algunos miles de dólares por día.

- o **Normal:** la unidad de producción, al fallar un equipo con esta clasificación, puede prescindir del mismo sin modificar su nivel de producción. Su impacto es de algunos miles de dólares.
- o **Sin Atención:** el equipo no impacta de ninguna manera. El valor en juego es solo el de su reparación.

2. **ESTRATEGIA DE CONTROL:** El segundo paso fue definir la estrategia de control para cada grupo de Criticidad de Equipos. Este concepto significa que se establecen rangos y modos de control, no solo desde el punto de vista operativo, que implican las ventanas de diseño, se agregan las acciones particulares y/o tareas sobre monitoreo de vibraciones, control de aceites lubricantes, rediseño de partes (sellos mecánicos, acoplamientos, etc.). El plan para monitorizar y hacer efectivos dichos planes fue tan exhaustivo como que implicó tomar acción en:

Operaciones de Proceso: A los operadores de proceso se les asignó un nuevo rol sobre el Control de los equipos según su criticidad, a esta etapa se la denominó genéricamente: Cuidados Operativos Básicos, que consistía en realizar tareas según a que grupo pertenecía el equipo:

- **Emergencia:** rutina básica de lubricación, caudal y presión de bombeo, temperatura de caja de cojinetes, estado de los sellos mecánicos, detección de ruidos y/o vibraciones anormales. Todo esto es asentado en una planilla creada a tal efecto. Estas planillas son revisadas por el supervisor del turno quien le asigna pedidos de reparaciones o controles más exhaustivos según corresponda. A estos controles por turno se les suma la rutina de controles diarios, semanales, etc. según grado de jerarquía y necesidad. En algunos casos se incluyen controles de elementos auxiliares tales como: enfriadores de flujo de sellos, decantadores de agua del sistema de lubricación, sistema centralizado de aceite de lubricación. En estos controles se anexan los chequeos de los equipos spare (estado del sistema de sellos mecánicos, drenaje del carter de aceite, etc).
- **Vitales:** En este caso, los mismos controles que en el grupo anterior se los llevo a una frecuencia diaria y semanal. Las mismas consideraciones se aplico a los equipos spare.
- **Normales:** control semanales y mensuales.
- **Sin Atención:** estos equipos solo reciben chequeos de seguridad.

Mantenimiento: en concordancia con la actividad anterior se definieron controles de vibraciones, lubricación, temperaturas de cojinetes, engrase, análisis de aceite, etc. Según

correspondía en rondas semanales, quincenales y/o mensuales, con elaboración de gráficos de tendencia, presunción de rotura, etc. Al personal encargado de la toma de vibraciones se los especializó en conocimientos de detección de perdidas en sellos mecánicos y vigilancia de los sistemas de fluxeo y planes API.

Al personal mecánico se le preparo un conjunto de prácticas de reparaciones, genéricamente se denominadas “Re-ingeniería del Taller Mecánico”, que consistió en:

- **Revisión de los procedimientos de reparaciones de equipos genéricos y especiales.** Revisión y actualización de las técnicas reparaciones. Reducción de trabajos en campo y fuera de hora al mínimo indispensable. Actualización de Tablas de huelgos, tolerancias y ajustes de montaje. Se debe dejar registro del estado en que se encontró y como se dejo después de la reparación (huelgos, diámetro de impulsores, estado del sello, etc.).
- **Revisión de catálogos** de los fabricantes de equipos y proveedores de repuestos (rodamientos, sellos mecánicos, etc.), creando una biblioteca digital de equipos rotantes, se incluyeron todas las curvas QH, manuales operativos y de Mantenimiento. Toda la información esta disponible en el disco publico.
- **Capacitación.** Se diseñaron cursos de capacitación para a el personal Operativo y de Mantenimiento. Estos cursos son repetidos regularmente para el personal ingresante. Para casos de refresco, se armaron cursos de autoaprendizaje.

Diseño: se revisaron los equipos en función de su impacto-costo y fundamentalmente se trabajo según la técnica de los Malos Actores y en forma especial con los del grupo TOP-Ten. El primer desafío fue el cambio de la tecnología utilizada en:

Sellos Mecánicos en aplicaciones de proceso de altas temperaturas (Hot Service, >260°C) utilizados por equipos con operaciones en fondos de torre de destilación de viejo diseño, se los reemplazo por sellos mecánicos con fluxeo refrigerado o según el caso sellos dobles presurizados.

Sellos mecánicos en equipos de productos terminados (o Light end) y con baja confiabilidad, se los redefinió según API 682. La experiencia del mercado muestra que la aplicación y adopción de sellos mecánicos de alta confiabilidad tiene un impacto directo en el MTBR de bombas centrifugas.

El intercambio de información entre las distintas refinerías del circuito posibilitó la adopción de las mejores soluciones según el caso de aplicación.

Oil mist: (Sistema de lubricación por niebla) Es un proceso que llevo 3 años de incorporo esta técnica en la plantas de producción

Rodamientos: Se adopto una filosofía de provisión por parte de agentes autorizados, con control de calidad esporádico. Se descartaron los rodamientos con jaula de poliamida para aplicaciones de altas temperaturas, potencias medias o altas, etc.

Sellos de Aceite en ejes: Se adopto como practica el uso de sellos de aceite de ejes del tipo Silp Seal

Decantadores de agua: Se coloco en todos los drenajes de cajas de cojinetes vasos decantadores (aun con Oil mist) para posibilitar la detección y drenaje de agua y/o aceite contaminado.

Acoplamientos: Se adoptaron los acoplamientos a láminas flexibles mediante alineación con láser.

3. **MALOS ACTORES:** Para avanzar en la eliminación de problemas, se estableció un programa que se lo denomino **Malos Actores**, este concepto se baso en estudiar los casos de fallas de los equipos tomando los últimos 4 años de su historial. Así, un equipo recibió esta denominación cuando sufrió 4 o más reparaciones en un periodo de 4 años y al menos 2 intervenciones en los últimos dos años. Estas intervenciones fueron afectadas por el valor promedio del costo de las mismas (o el valor total real si se dispone). Para uniformar el estudio todo el análisis se realiza en moneda constante. El primer estudio completo del historial de fallas dio un gran número de equipos (mas del 25% del total del parque de bombas) según las condiciones anteriores. Para poder dar un orden y una prelación de estudio se los analizo según los costos. Esto genero los denominados TOP TEN, básicamente coincidían con equipos ubicados en las dos primeras categorías de Criticidad. Los de categoría Normal, muy rara vez fueron analizados por costo sino por su repetitividad en las fallas.
4. **ANALISIS DE FALLA:** Si no se establece la causa de una falla será difícil, si no imposible, lograr una mejora real en la confiabilidad o la reducción en los costos de mantenimiento. El enfoque para identificar la verdadera causa de cualquier falla con frecuencia se conoce como Análisis de Falla de Causa Básica (RCFA en su sigla del Ingles). Cumplir con esto en el nivel mas bajo de la investigación es determinar la causa más probable de la misma.

No es el propósito de este trabajo detallar completamente los sistemas y las metodologías del Análisis de falla de equipos, sino resaltar los beneficios de este procedimiento.

- **Cuando realizar el análisis de causa**

Aunque definir la causa de una falla es algo crítico, puede llevar tiempo considerarlo. Por lo tanto fue esencial diseñar un sistema de control y seguimiento de los distintos incidentes, para definir los niveles de análisis que se requieren para cada falla. El esfuerzo utilizado en determinar la causa verdadera de una falla debe medirse con el impacto y las consecuencias de la misma. Para este caso elaboramos una Matriz que toma en cuenta Probabilidad y Consecuencia.

Cuando se realiza un Análisis de Falla Completa de las Causas Básicas (RCFA), éste debe ser realizado por un equipo constituido por representantes de las áreas de Proceso, Mecánica y Técnica. Las fallas cuyo impacto es menor puede manejarse mediante los especialistas en equipos y/o técnicos/operadores solamente. Un Informe de falla típico consta de:

- Descripción del evento
- Antecedentes, hechos relevantes
- Causas probables (Why Tree, Pareto , etc.)
- Causa Raíz
- Causa Básica
- Causas Contribuyentes
- Recomendaciones (Indicación de pasos a seguir, con fechas y responsables de los mismos)

A continuación se dan varias sugerencias de cuando realizar y en que nivel de análisis:

1. **Categorizar las bombas en cuatro tipos y definir el análisis requerido. En este caso se utilizo las definiciones según la Criticidad de equipos**

Categoría 1: Emergencia. Cada falla requiere un análisis de causa básica completo realizado por un equipo de Proceso, Mecánica y Técnica del mas alto nivel de supervisión y responsabilidad sobre los equipos involucrados. En este caso la participación de distintos sectores es requerido dado que normalmente se trata de fallas que podrían haber afectado la toda la Refinería.

Categoría 2: Vital. Se requiere que un equipo de Proceso, Técnica y Mecánica de la unidad o planta afectada, realice un análisis total de Causa Básica.

Categoría 3: Normales. En este caso el analista de la falla será el especialista en equipos rotantes quien deberá establecer la causa más probable de falla interactuando con los sectores Proceso y Mecánica si es necesario recabar mayor información.

Categoría 4: Equipos no críticos tengan o no tengan repuesto. El especialista de equipos debe establecer la causa mas probable de la falla o también puede hacerlo el Departamento de Mantenimiento para al menos el 50% de las fallas de este grupo.

2. Realizar un análisis basado en el MTBR de los equipos o costos de reparación.

- Se requiere un Análisis Total de Causa Básica para cualquier bomba que sea una de las 20 superiores en la lista de Malos Motores ya sea por MTBR o costo anual de reparación.

- El especialista en equipos deberá realizar un análisis de la causa mas probable para el 80% o mas de las fallas cuando se producen en una bomba que tiene un MTBR que es inferior al de la planta (o mejor aún, la unidad). Si bien se prefiere asignar la causa más probable para cada falla a los fines de administración solo se utilizará el 80% de la planta.

- El grupo de mantenimiento debe realizar el análisis de la causa más probable para todas las demás bombas.

3. Categorización de las fallas

El procedimiento de análisis de fallas requiere que la causa se asigne a una de varias categorías definidas. Las categorías y subcategorías sugeridas deben considerarse como un ejemplo.

1.0 Mantenimiento.

Esto abarca errores cometidos durante las reparaciones/parada del equipo.

2.0 Operación

Esto refleja distintos problemas operativos que ocasionan fallas o daños en los equipos.

3.0 Diseño Deficiente

Esto comprende los errores de diseño realizados por el fabricante y por el dueño cuando se define el servicio o se designan las interfaces con el equipo.

4.0 Fabricación y armado por el Fabricante

Esto se refiere a errores realizados por el fabricante durante el ensamblado de todo el equipo o los sub-ensamblados o la fabricación de cada componente.

5.0 Materiales defectuosos.

Esto se relaciona a los materiales que se han obtenido y que no cumplen con la especificación correcta cuando el producto real no cumple los requisitos de dicha especificación.

6.0 Instalación

Esto comprende la instalación inicial y re-instalaciones subsiguientes de un equipo. Si la reinstalación es responsabilidad de la sección mantenimiento entonces será adecuado pasar algunos ítems a la categoría 1.

7.0 Desgaste Aceptable

Esta categoría deberá utilizarse solo cuando el MTBR de la bomba exceda el MTBR de la unidad o cuando la vida útil sea significativamente mayor a la esperada.

8.0 Desconocido

Esto incluye ocasiones cuando no se realizó un análisis o cuando la causa no puede identificarse. Seguir el rastro de porqué el análisis no llegó a una conclusión tiene sus beneficios. Si una determinada cantidad no se realizó debido a la falta de tiempo/mano de obra esto podrá utilizarse para respaldar los requisitos de mano de obra adicional. De igual forma se pueden identificar las necesidades de capacitación para los que realizan este trabajo si se encuentran problemas consistentes al realizar los análisis.

Cada sitio que adaptó el enfoque antes mencionado ha encontrado que es de muy alta Valoración, por ejemplo: Una afiliada descubrió que el 50% de las fallas identificadas como categoría de mantenimiento se debían a montaje incorrecto del equipo. Esto originó un programa de capacitación para ayudar a los mecánicos a trabajar en esta área. Otro ejemplo fue una refinería que sufría el deterioro acelerado debido a que se procesaban crudos de menor calidad comparados con la base de diseño. Habiendo aceptado que la calidad del crudo es un factor permanente todos los equipos futuros se diseñarán para operar en un ambiente más agresivo.

5) ESTRATEGIA DE REPARACIONES

En función de la Criticidad de los equipos se elaboro un plan de respuesta del personal de mantenimiento (planificación, ejecución, etc.). La normalización y aceptación de los criterios que más abajo se detallan, introdujeron un nuevo concepto en la respuesta del personal de mantenimiento (planificación, ejecución). El resultado fue una mejor calidad de reparaciones, por menores urgencias, trabajo selectivo y programado con la totalidad de las especialidades, repuestos, etc. necesarios. Mayor tiempo dedicado a la programación de detalle, incluyendo consultas a manuales, procedimientos información técnica general y particular del fabricante. Así por ejemplo:

- **Emergencia:** estos equipos cuando evidencia una falla, la respuesta del personal de mantenimiento será dentro de las 2 horas de informado el hecho. Las tareas se desarrollaran en continuado hasta la finalización de las tareas y entrega del equipo a operaciones. Este nivel de respuesta también se requiere para los eventos ocurridos en fines de semana o feriados. Dentro de esta tarea también se incluyen los cuidados especiales de los equipos spare que se mantienen en funcionamiento, a los que se les intensifican los controles (operativos, predictivos). Se modifican la totalidad de los programas de trabajo, reordenándose toda la fuerza de mantenimiento en estas tareas
- **Vital:** estos equipos reciben la respuesta del personal de mantenimiento a partir del día hábil siguiente de producida la falla, incluyéndose en este concepto los Sábados, Domingos y feriados. No se requiere trabajos corridos las 24 horas. Como excepción se aceptan horas extras diurnas. Los equipos spare que operen en reemplazo de estos, reciben cuidados acorde a esta categoría. Se reprograman solo aquellos trabajos de rutina y/o no urgentes para dar paso a estas actividades.

- Normal: La reparación de estos equipos, solo se realiza a través de una programación normal acordada entre el personal de Planeamiento y Proceso, típicamente a partir de los 15 días de ocurrida la falla.
- Sin Atención: estos equipos solo son intervenidos como complemento de las actividades de mantenimiento.

RESUMEN

La tarea de mejora del índice MTBR a nuestro juicio es que la mayor dedicación y mejor enfoque del training de todo el personal (operativo, mantenimiento y técnica) directamente relacionada con la filosofía de una alta Confiabilidad (menor índice de incidentes, largos periodos de operación de cada equipo sin reparaciones, etc.) produjeron más del 60 % del aporte del mejoramiento del índice. El resto, aproximadamente un 40% se debió a mejoras tecnológicas, en: rediseños, cambios de tecnologías de sellos mecánicos, política de repuestos, etc. Conocemos la existencia de programas similares que trabajan sobre la confiabilidad de equipos que son de muy buen nivel teórico y práctico, nuestro comentario final es que cualquier método que se utilice, el mejor resultado será la aplicación: sistemática, consistente, permanente en el tiempo, con revisiones periódicas que permitan el entrenamiento del personal, y la adecuación tecnológica.

ANEXO 1:

EJEMPLO DE UNA ESTRATEGIA DE EQUIPOS

Equip	VP-P101A	VACUUM BOTTOM PUMP		
	Eq Type: Centrifugal Pump	Criticality: Emergency		
	Seal Type: Mechanical Contact Seal	API Plan Number: 11		
	Bearing Type: Rolling Element Bearing	online	Equipment	Health
Monitored?	Lube Type: Oil Mist	Spared?		
	Comments:			
mechanic				
Inspect Coupling, Alignment, Bolting				
Disc couplings should be checked for bent / broken disks, gear		12	month(s)	
Couplings should be lubricated. Alignment checked and corrected if				
Necessary and all foundation / mounting bolts checked for tightness.				
If a loose mounting / foot bolt is found a soft foot check should also				
be made. When checking alignment, the reverse dial indicator method				
or laser alignment tool should be used				
operator				
Change Lube Oil				
Change the lube oil.	6	month(s)		
Notify machinery specialist if drained oil has any contaminants and				
save sample.				
Test or Swap Spare				
Either swap pumps or run the spare for a given interval.	4	week(s)		
Check Bearing Operation				
Feel the bearing housing for heat and vibration by either touch		1		
shift				
(temperature permitting) or by the use of a simple handheld				
vibration/temperature probe.				
Check Lubrication				
Drain water from bearing housing.	1	month(s)		
Drain a sample of oil from the wet sump and check for water,				
discoloration or contamination. If it appears cloudy, discolored or				
otherwise suspicious have the oil changed.				
Check the oil rings for turning or for oil movement in the bearing				
Check Sealing System				
Check that any valves in the flush line to the seal gland are fully	1	day(s)		

open when the pump is operating.

Check that the temperature in the flush supply line is close to the pump fluid temperature.

Verify there is condensate/wisp of steam coming from seal. 1 shift
Check for proper operation of the steam traps if steam quenched.

Check Spare Pump Line Up

Check spare pump line up. 1 shift
Verify that suction and discharge valves are open, warm-up line is open.
Verify that the support systems (cooling water, flush) are lined up

Check Spare Pump Operation

Check for spare pump operation. If both main and spare pumps are operating, find out why, shut down one pump if warrented 1 shift

Operator Walk Around

Listen and feel for unusual noises and vibration. 1 shift
Check the suction and discharge pressure on the pump.
Check for seal/lubrication/cooling water leakage.
Check for loose bolts on the piping and coupling guards.

Technician

Medir espesores

Medir espesores de voluta y conexioens menores 3 year(s)
Coordinar con Inspeccion de equipos

Manual Vibration Data Collection

Collect data using a portable data terminal (PDT) computerized system 2 week(s)
and analyze for potential problems / trends.

Optional Task Details:

Check bearing housing temperature.

Check lubrication system operation.

ANEXO 2:

SUB CATEGORÍAS DE CAUSAS DE FALLAS

1.0 Mantenimiento.

Esta categoría comprende los errores que pueden hacerse durante la reparación/ parada del equipo.

- 1.1 Dimensiones y huelgos fuera de las tolerancias del fabricante.
- 1.2 Ensamble incorrecto
- 1.3 Materiales alternativos utilizados incorrectamente
- 1.4 Piezas ensambladas sin la interferencia correcta
- 1.5 Piezas omitidas
- 1.6 Bulones no ajustados con el torque correcto
- 1.7 Sellos mecánicos, camisas de ejes y cajas de empaquetaduras armados incorrectamente
- 1.8 Desbalanceo
- 1.9 Instalación inadecuada de los cojinetes
- 1.10 Componentes de calidad deficiente no suministrados por el OEM
- 1.11 Alineación
- 1.12 No se realizó el mantenimiento preventivo
- 1.13 Seteo incorrecto de la aceitera
- 1.14 Suciedad en la bomba o el sistema después del mantenimiento o parada de planta
- 1.15 Trabajo de calidad deficiente en general
- 1.16 Soldadura deficiente.

2.0 Operación

Esta categoría refleja los distintos problemas operativos que pueden originar la falla o el daño de los equipos .

- 1.1 Falla del suministro de servicios a los equipos y accesorios.
- 1.2 Puesta en marcha incorrecta
- 1.3 Falta de vapor o seguimiento eléctrico
- 1.4 Errores de control
- 1.5 Controles desactivados o no puestos en servicio
- 1.6 Problema en la unidad de proceso (ej. shock térmico o mecánico)
- 1.7 Error operativo
- 1.8 Operación del equipo muy lejos de la de diseño
- 1.9 Operación en paralelo innecesaria
- 1.10 Lubricación insuficiente
- 1.11 Lubricante incorrecto
- 1.12 Lubricante contaminado con suciedad y/o agua
- 1.13 Cavitación si no se debe a un error de diseño
- 1.14 Falta de enfriamiento externo
- 1.15 Falta de lavado de sellos
- 1.16 Daño debido a congelamiento o solidificación del producto
- 1.17 Filtros de succión tapados

- 1.18 Erosión por catalizador
- 1.19 Unidad operando en seco
- 1.20 Pérdida de vacío
- 1.21 Daño debido a un contenido de sólidos mayor al especificado
- 1.22 Cambios en la composición del fluido bombeado (debido a procesamiento de crudos alternativos, etc.)

3.0 Diseño deficiente

Esto abarca los errores de diseño del fabricante y del dueño cuando se define el servicio o se diseñan las interfaces con los equipos.

3.1 Errores de diseño del fabricante

- 3.1.1 Diseño incorrecto de sellos mecánicos
- 3.1.2 Dureza incorrecta de los componentes
- 3.1.3 Selección incorrecta de los materiales (por resistencia, desgaste, compatibilidad, o corrosión)
- 3.1.4 Selección hidráulica deficiente
- 3.1.5 Especificación incorrecta para los componentes/ ítems sub suministrados
- 3.1.6 Errores en el cálculo de diseño
- 3.1.7 Selección incorrecta de los cojinetes
- 3.1.8 Sistema de suministro de lubricante inadecuado
- 3.1.9 Selección deficiente de los instrumentos de protección incluidos en el alcance del fabricante
- 3.1.10 Venteos o drenajes inadecuados en los equipos y elementos auxiliares
- 3.1.11 Lateral de velocidades críticas de torsión
- 3.1.12 Revestimiento inadecuado, aplicado incorrectamente o no aplicado
- 3.1.13 Calidad deficiente de los componentes de los sistemas auxiliares

3.2 Errores de diseño del dueño

- 3.2.1 La capacidad real difiere significativamente de la capacidad especificada.
- 3.2.2 Fluido bombeado definido incorrectamente (ej. componentes, tipo, contenido de sólidos, etc.)
- 3.2.3 Presiones y temperaturas definidas incorrectas
- 3.2.4 NPSHA incorrecta
- 3.2.5 Instrumentos de control y protección inadecuados
- 3.2.6 Diseño inadecuado de fundaciones o estructura de soporte
- 3.2.7 Diseño inadecuado de cañerías (cebado, trampas de vapor, ubicación de codos)
- 3.2.8 Soporte y flexibilidad inadecuados de las cañerías
- 3.2.9 Disposición de sumideros
- 3.2.10 Error en los cambios de diseño
- 3.2.11 Requisitos de transporte y almacenamiento no definidos claramente
- 3.2.12 Acompañamiento – *tracing*—y aislación insuficientes del equipo o equipos auxiliares

4.0 Fabricación y ensamble por parte del fabricante

Esta categoría comprende los errores del fabricante del equipo o componente suministrado

- 4.1 Piezas instaladas incorrectamente.

- 4.2 Dimensiones y huelgos fuera de las tolerancias del fabricante
- 4.3 Acabado de la superficie inadecuado
- 4.4 Valores de dureza incorrectos
- 4.5 Piezas ensambladas sin la interferencia correcta
- 4.6 Soldadura de calidad deficiente
- 4.7 Bulones o piezas no ajustados con el torque correcto
- 4.8 Pasajes internos no drenados correctamente u omitidos por completo (Ej. pasaje de lubricante o pasaje de lavado de sello mecánico).
- 4.9 Sello mecánico, camisa del eje y caja de empaquetaduras fabricados y armados incorrectamente.
- 4.10 Desbalanceo
- 4.11 Instalación incorrecta de los cojinetes
- 4.12 Unidad dañada durante el transporte
- 4.13 La unidad no se limpió antes de salir del taller del fabricante
- 4.14 Dañada en tránsito o en el almacén debido a protección inadecuada.

5.0 Materiales defectuosos

Esta categoría comprende los materiales que no cumplen con la especificación correcta. El producto no cumple los requisitos de dicha especificación.

- 5.1 Defectos de colada.
- 5.2 Propiedades físicas que no cumplen la especificación
- 5.3 Tratamiento inadecuado de la superficie
- 5.4 Tratamiento térmico no realizado o incorrecto.
- 5.5 Otras fallas o defectos
- 5.6 Composición química incorrecta

6.0 Instalación

Se relaciona a la instalación inicial y re-instalaciones subsiguientes de un equipo. Si es responsabilidad de Mantenimiento, puede corresponder pasar algunos ítems a la siguiente categoría.

- 1.1 Asentamiento de la fundación.
- 1.2 Lechada de cemento inadecuada, incorrecta o de calidad deficiente.
- 1.3 Alineación
- 1.4 Alineación de las cañerías
- 1.5 Limpieza inadecuada de las cañerías
- 1.6 Instalación incorrecta de los soportes de las líneas cerca del equipo
- 1.7 Bulones ajustados con el torque incorrecto
- 1.8 Mano de obra deficiente
- 1.9 Instalación o conexión incorrectas del mecanismo de accionamiento (dirección de la rotación del motor).

7.0 Desgaste aceptable

Hay ocasiones en que un equipo se saca de servicio para cambiar un componente que falló después de haber estado en operación durante un periodo igual o mayor al esperado o vida útil diseñada. Si bien no hay subcategorías específicas para este tipo de fallas, puede valer la pena realizar el seguimiento de la vida operativa por tipo/ modelo de componente con el objetivo de predecir la vida útil restante del mismo. Esto puede llevar a

decidir cambiarlo antes de que falle, cuando el equipo se está reparando por otro problema no relacionado. Se anticipa que esto se hará si hay una buena posibilidad de que un componente cause una falla del equipo en un periodo de tiempo menor al MTBF aceptable del mismo.

- 8.0 Desconocido** Si bien es deseable realizar el análisis de causa básica de las fallas para todas las fallas que se producen, hay ocasiones donde la falta de mano de obra, la evidencia insuficiente, o ambas en que no es posible realizar el análisis. También es posible que después de estar trabajando en el análisis no sea posible definir claramente la causa de la falla (ej. hechos insuficientes para decidir entre varias causas potenciales). En estos casos, es mejor utilizar la categoría *desconocido* en lugar de tratar de adivinar. Tiene algunos beneficios hacer un seguimiento de por qué el análisis no llegó a una conclusión. Si no se han completado algunos por falta de tiempo/ mano de obra, esto puede utilizarse para respaldar los requisitos de mano de obra adicional. De igual forma, se pueden identificar necesidades de capacitación para los que realizan el trabajo si se encuentran problemas reiterados en la realización del análisis

ANEXO 3 PLANILLA DE CONTROL DE EQUIPOS

Pm= Presión mando mínima [kg/cm2] Ps= Presión succión mínima [kg/cm2]		P151A Vital, MTBR 12			P151B Vital, MTBR 20		
MTBR a Noviembre 2002		M	T	N	M	T	N
BOMBAS		Ps=0.5 Pm=17.6			Ps=0.5 Pm=17.6		
VARIOS	PRESIÓN DE SUCCIÓN						
	PRESIÓN DE DESCARGA						
	PRESIÓN DIF. FILTRO DE SUCCIÓN (MAX 0.2)						
	RUIDOS/VIBRACIÓN						
	PERDIDAS EN SELLO, LUBRICACIÓN Y ENFRIAMIENTO						
	BULONES FALTANTES EN CAÑERÍAS Y CUBREACOPLAMIENTOS						
	ESTADO DE ACOPLAMIENTO						
RODAMIENTOS	TOCAR CAJA DE RODAMIENTOS PARA DETECTAR ALTA TEMPERATURA O VIBRACION						
	NIVELES Y CALIDAD DE ACEITE						
SELLOS MECÁNICO	ASEGURAR QUE NO SALGA CONDENSADO						
	ASEGURAR CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE TRAMPAS DE VAPOR DEL QUENCH						
	ASEGURAR CIRCULACIÓN DE PRODUCTO EN LINEA DE FLUXEO						
CON EQ. PARADO REGISTRAR:	ASEGURAR VALVULAS DE SUCCIÓN Y DESCARGA ABIERTAS Y LINEA DE CALENTAMIENTO HABILITADA						
	ASEGURAR QUE EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO Y FLUXEO ESTE ALINEADOS						
MOTOR ELECTRICO							
RODAMIENTOS	CHEQUEAR CAJA DE RODAMIENTOS / COJINETE PARA DETECTAR ALTA TEMP. O VIBRACION, NIVELES Y CALIDAD DE ACEITE						
VARIOS	RUIDOS/VIBRACIÓN						

ASEGURAR LIBRE CIRCULACIÓN DE AIRE POR REJILLA VENTILADOR							
TURBINA							
RODAMIENTOS	TOCAR CAJA DE RODAMIENTOS PARA DETECTAR ALTA TEMPERATURA O VIBRACION						
	NIVELES Y/O PRESIÓN Y CALIDAD DE ACEITE						
VARIOS	RUIDOS/VIBRACIÓN						
	CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE TRAMPAS DE VAPOR //PERDIDAS DE VAPOR, LUBRICACIÓN Y ENFRIAMIENTO						
	NIVEL DE ACEITE REGULADOR DE VELOCIDAD						
	BULONES FALTANTES EN CAÑERÍAS Y CUBREACOPLAMIENTOS						
	ESTADO DE ACOPLAMIENTO						
OBSERVACIONES :							
INDICAR LAS ACCIONES CORRECTIVAS TOMADAS:							
AVISO DE DEFICIENCIA REALIZADOS (AdD):							

La bomba y los equipos asociados sólo deberán tocarse utilizando el dorso de la mano.	Alta temperatura en rodamientos, mejorar refrigeración inmediatamente.
Asegurar que todas las purgas tengan tapón.	Ruido, oscilación de manómetros son señal de cavitación: corregir.
Aceite con aspecto lechoso significa presencia de agua, reemplazar.	Antes de pulsar el boton de puesta en marcha, controle: lubricación, sistema sello, refrigeración, alineación operativa
Aceite oscuro significa alta temperatura o contaminación, reemplazar.	NUNCA cierre la succión antes que el mando, porque el sello mecánico está diseñado para la presión de succión.
EJEMPLOS DE ACCIONES CORRECTIVAS - FALTA ACEITE: AGREGAR Y DEJAR CONSTANCIA, SI PERSISTE AD - CAVITACIÓN: MEJORAR PRESIÓN DE SUCCIÓN/CHEQUEAR FILTRO/REGULAR VALVULA DE MANDO, SI EL PROBLEMA PERSISTE CAMBIAR BOMBA Y AD - VIBRACIÓN: CAMBIO DE BOMBA Y AD - ACEITE COLORACIÓN OSCURA O LECHOZA: CAMBIO DE BOMBA Y AD - ALTA TEMPERATURA EN CAJA DE RODAMIENTOS: VERIFICAR AGUA DE ENFRIAMIENTO SI PERSISTE CAMBIAR DE BOMBA Y AD - PERDIDA EXCESIVA POR EL SELLO: CAMBIAR DE BOMBA Y AD - FLUXEO SIN CIRCULACIÓN: REGULAR VALVULA SI PERSISTE CAMBIAR DE BOMBA Y AD - QUENCH SIN CIRCULACION: REGULAR VALVULA, SI PERSISTE CAMBIAR DE BOMBA Y AD - MOTOR CON VENTILACIÓN OBSTRUIDA: SI ES POSIBLE LIMPIAR CASO CONTRARIO AD - TROZOS METALICOS DEBAJO DEL ACOPLAMIENTO: CAMBIAR DE BOMBA Y AD.	

BIBLIOGRAFIA.

Toda la documentación consultada y utilizada en este trabajo es propiedad de Exxonmobil