

MEJORA EN EQUIPOS A PARTIR DE ANALISIS DE FALLAS

Jorge Vega
Adrián Carmona

PAN AMERICAN ENERGY

Sinópsis

Uno de los objetivos del sector es aumentar la Confiabilidad de todos nuestros equipos y para ello trabajamos con la mejora continua, que permite identificar las causas raíces de fallas crónicas y/o esporádicas, se analizan por tipo y criticidad cada una de ellas y se realiza el análisis e informe de fallas correspondiente utilizando el software PROACT.

Desde su implementación se han realizado mas de 40 análisis de causa raíz (RCFA).

Según los resultados obtenido de cada informe se estudia la mejora propuesta que podrá consistir en: rediseño de componentes, nuevos planes de mantenimientos, nuevos procedimientos operativos, incorporación de nuevas tecnologías, etc...

A continuación mencionamos algunos ejemplos de los rediseños implementados:

- Cambio en la metalurgia del material del vástago de las válvulas Wastegate de motores Caterpillar 3516. Esto permitió disminuir la tasa de falla de este componente en un 100%.
- Modificación para permitir la regulación externa de la válvula Wastegate en los motores Waukesha 7042GSI. Esto permite ajustar la combustión del equipo sin detener su marcha.
- Modificación del circuito de refrigeración del intercambiador de aceite del circuito principal al auxiliar en motores Caterpillar 3516 instalados en una usina de generación eléctrica. Esto permitió duplicar del periodo de cambio del aceite lubricante.
- Uso de aisladores elastoméricos en las bases de electrobombas dispuestas en paralelo. Esto permitió disminuir la tasa de falla de los rodamientos.

De los análisis de causas raíces surgieron además acciones tales como capacitación de los mecánicos que realizan las reparaciones, mejoras en las tareas asociadas a los planes de Mantenimiento, etc. La implementación de estas acciones se pudo ver reflejada por ejemplo en el análisis de la evolución de fallas en bombas del circuito principal de agua de motores a combustión interna Waukesha 7042 y 7044 donde se logró disminuir en un año la tasa de falla en un 40%.

Introducción

Entre el final de 1997 y principios 1998 la compañía afianzó y aplicó dentro de su política de trabajo normas y procedimientos donde se enfoca sobre herramientas de calidad que esta consiste en **PDCA o Círculo de Shewart (planificar-ejecutar-controlar y actuar)**, esta herramienta es ideal para el estudio y/o aplicación de mejoras en la cual se conforma normalmente un grupo de trabajo para cada tipo de mejora y los integrantes corresponden tanto como a la compañía operadora o a la contratista, en el 2002 se sumo otro procedimiento llamado **Manejo del cambio** que esta directamente relacionada con la mejora continua., estas herramientas son aplicables a todo tipo de equipos y instalaciones, una vez realizado el costo beneficio de cada mejora con la prueba en un equipo piloto se replica al resto de los equipos similares y al final se agrega el trabajo desarrollado en la pagina web de la compañía para compartir con el resto de las unidades de gestión en cualquier parte del país y/o del mundo.

HERRAMIENTAS BASICAS DE CALIDAD

HERRAMIENTAS PARA GENERAR IDEAS O INFORMACION



Cadena Cliente / Proveedor
(Establecer requisitos)



Encuestas de Satisfacción a Clientes
(Colectar información)

Evento	Tiempo

Hoja de recolección de datos
(Medir eventos)



Tormenta de Ideas (Brainstorming)
(Muchas ideas - poco tiempo)

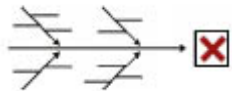


Diagrama de Causa - Efecto
(Identificar causas)



Análisis ¿Por qué?
(Identificar causas)

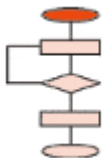
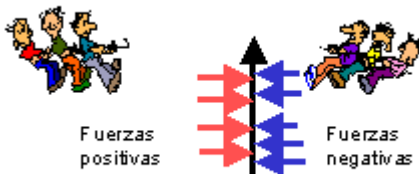
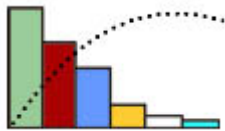


Diagrama de Flujo
(Identificar un proceso)

HERRAMIENTAS PARA EVALUAR IDEAS O INFORMACION



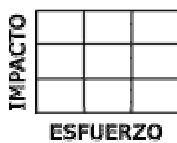
[Análisis de Campos de Fuerza](#)
(Lograr un cambio)



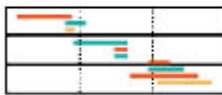
[Gráfico de Pareto](#)
(Qué resolver y en que orden)



[Gravedad, Urgencia, Tendencia, \(GUT\)](#)
(Priorizar datos cualitativos)



[Matriz de Impacto / Esfuerzo](#)
(Qué analizar primero)



[Diagrama de Gantt](#)
(Planificar)

Desarrollo

1. A continuación vemos una mejora relacionada al intercambiador de aceite. La misma surgió principalmente por altas temperaturas del aceite lubricante, mas precisamente en verano, la metodología que se utilizó fue bajo las herramientas de calidad como ser; Cadena cliente/proveedor, hoja de recolección de datos, tormenta de ideas, análisis ¿por que? Y diagrama de gantt, para ello fue necesario formar un equipo de trabajo (contratistas y personal propio de la compañía).

- Evaluación de costos por cambio de frecuencia de mantenimiento..

B	C	D	E	F	G	H	I	J
COSTO DE MANTENIMIENTO MOTORES CAT								
Tipo de Equipo	Cantidad	Codigo	Descripcion	Part Nr.	Estado	Cantidad	Precio c/u	Precio Total
		13-78-0517-1	Bujias	4P8294	N	16	35.30	564.80
		12-10-0628-9	Filtro de Aceite	4P2839	N	3	33.09	99.27
			Cambio de Aceite Motor		N	400	1.03	412.00
			Mano de Obra		N	8	43.00	344.00
Caterpillar 3516	13	Costo unitario de Materiales del Mantenimiento tipo "A"						1420.07
Frecuencia Actual	1500		Cantidad Mantos Año	76		Costo Materiales Año		107811.71
						Costo Consumo Año		1717963.52
						Costo Total Año		1825775.23
Tipo de Equipo	Cantidad	Codigo	Descripcion	Part Nr.	Estado	Cantidad	Precio c/u	Precio Total
		13-78-0517-1	Bujias	4P8294	N	16	35.30	564.80
		12-10-0628-9	Filtro de Aceite	4P2839	N	3	33.09	99.27
			Cambio de Aceite Motor		N	400	1.03	412.00
			Mano de Obra		N	8	43.00	344.00
Caterpillar 3516	13	Costo unitario de Materiales del Mantenimiento tipo "A"						1420.07
Frecuencia Nueva	3000		Cantidad Mantos Año	38		Costo Materiales Año		53905.86
						Costo Consumo Año		1731021.76
						Costo Total Año		1784927.62
						AHORRO		40847.62

- Presentación del trabajo desarrollado



PAN AMERICAN ENERGY LLC

Operadora en Producción
de Petróleo & Gas

Jorge Luis Vega
Sup. De Mantenimiento Predictivo – UGGSJ
29-30-2005

Síntesis del Trabajo:

Pan American
ENERGY

La mejora fue realizada sobre el circuito de refrigeración de un motor Caterpillar 3516 G SITA de 1396 HP, perteneciente a la Usina Piedra Clavada ubicada en Distrito IV y conformada por 13 motogeneradores iguales, que genera 12 MW

2

Situación Inicial

Pan American
ENERGY

- Al bajar la calidad del gas (Nº de Metanos), generó la necesidad de un cambio en la relación de Compresión de 11:1 a 8:1 (Por problemas de detonación)
- Ese cambio de relación de compresión generó adicionalmente problemas de temperatura del aceite lubricante, llegando al mantenimiento del equipo al límite de su vida útil.
- La degradación del lubricante correspondía a valores elevados de viscosidad y oxidación.
- Disminuyendo la vida útil de varios componentes del motor, como ser: árbol de levas, tapas de cilindro, cojinetes, etc.

3

Situación Inicial

Pan American
ENERGY

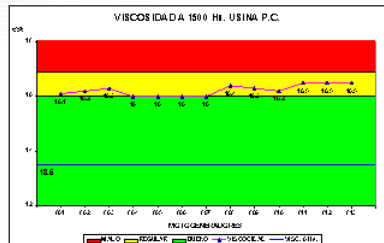


4

Situación Inicial

Pan American
ENERGY

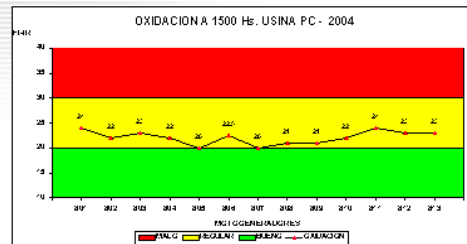
- Cada Equipo tiene definido un Mantenimiento Preventivo cada 1500 Hs. de marcha, por lo que al año tenemos por cada máquina 6 mantenimientos.



5

Situación Inicial

Pan American
ENERGY



Temp. Aceite entrada Intercambiador:	100 °C
Temp. Aceite salida Intercambiador:	98 °C



6

Circuitos de refrigeración

Pan American
ENERGY



- Circuito principal: Su función es refrigerar el lubricante y distintas partes del motor tales como camisas, tapas de cilindro, etc... Disipando alrededor de 48 °C (ingreso al motor con 40 °C y a la salida con 88 °C).

7

Circuitos de refrigeración

Pan American
ENERGY



- Circuito auxiliar: Su función es refrigerar el aire que comprimen los turbos por intermedio de un aftercooler, disipando alrededor de 20 °C (ingreso al motor con 30 °C y sale con 50 °C).

8

Propuesta de Mejora:

Pan American
ENERGY

- Modificar el circuito de refrigeración del intercambiador de aceite de su diseño original conectado al circuito principal y vinculándolo al circuito auxiliar.

- El concepto es simple aunque mereció ser analizado y evaluado por las diferencias de intercambios térmicos involucrados.
- La modificación se desarrolló con componentes y Mano de obra local.

9

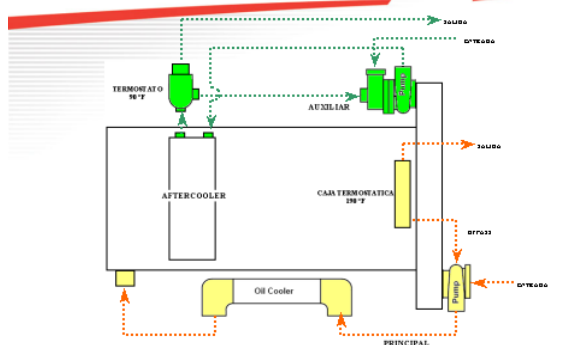
Objetivos previos

Pan American
ENERGY

1. Bajar la temperatura del lubricante alrededor de 10 °C.
2. Extender la vida del lubricante hasta las 2000 Hs.
3. Cumpliendo 1 y 2 se protegería y ampliaría la vida útil de los componentes del motor, además de modificar los planes de mantenimiento, cambiando la frecuencia actual de 1500 Hs. (6 por año) a 2000 Hs. (4 por año) generando adicionalmente un ahorro de materiales y mano de obra, lo cual repercute en la Confiabilidad y Disponibilidad de los equipos y por consiguiente de la Usina.

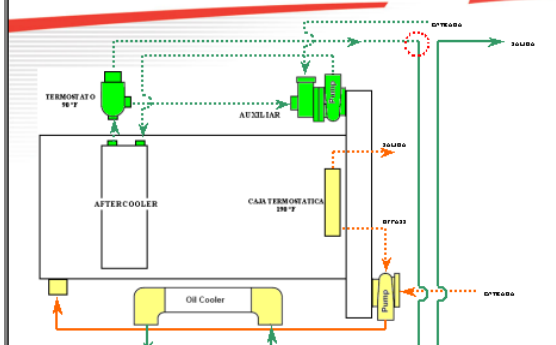
10

Esquemas de circuito originales



11

Esquema de circuitos modificados



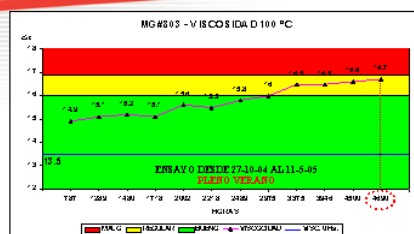
12

Resultados obtenidos

- ✓ Reducción efectiva de la Temperatura del Lubricante (Superior a 10 °C).
- ✓ Extensión la vida útil del lubricante a 4700 hs (duplicando el objetivo de 2000hs)
- ✓ Reducción de la cantidad de mantenimientos anuales a la mitad.
- ✓ Estabilización de la temperatura del lubricante para toda condición de carga del equipo.

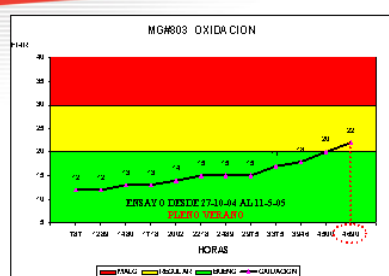
14

Resultados obtenidos



15

Resultados obtenidos



16

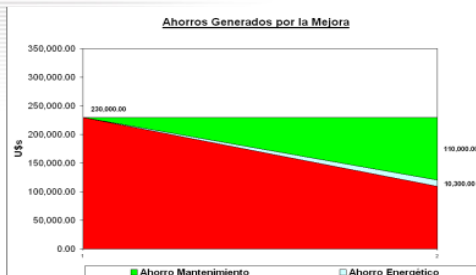
Costo-beneficio

Antes teníamos 6 mantenimientos por año y con el nuevo plan serán 3 mantenimientos por año, teniendo un ahorro aproximado de **US\$ 110.000** en la planta por año.

Además tenemos un ahorro energético en el año de **US\$ 10.300** al disminuir el lucro cesante por evitarse paros innecesarios.

17

Costo-beneficio



18

2. En esta segunda mejora corresponde a aumentar la vida útil de la válvula wastegate (derivadora de aire) por medio de mejorar la dureza del material de la válvula y guía, la función de esta válvula es aliviar la sobre presión de sobrealimentación de los turbos correspondiente a motores caterpillar 3516 G, se aplica exactamente la misma técnica de estudio que el punto anterior, la única diferencia es que se realiza estudio del material con un taller de tercero, a continuación ver informe.

INFORME TÉCNICO ANÁLISIS DE FALLA DE UNA VÁLVULA WESTGATE DE UN MOTOR CATERPILLAR PAN AMERICAN ENERGY Producido por: CTI Consultores de Tecnología e Ingeniería Solari y Asociados SRL Dr-Ing. Pablo Bilmes Dr-Ing. Mario Solari Fecha: 05/11/02 Orden de Trabajo: OT 319 CTI IT PAE 025 - Rev 0	CTI Consultores de Tecnología e Ingeniería SRL INFORME TÉCNICO: ANÁLISIS DE FALLA DE UNA VÁLVULA WESTGATE DE UN MOTOR CATERPILLAR Solicitado por: Ing. Adrián Carmona / Pan American Energy LLC Producido por: Dr.ing. Pablo Bilmes, Dr.ing. Mario Solari Fecha: 05/11/02 Orden de trabajo: OT 319 Informe Técnico: CTI IT PAE 025 Rev.0 1-ALCANCE Realizar el análisis de falla por desgaste de un conjunto válvula de escape-guía, identificada como Westgate, de un motor Caterpillar, con el objeto de caracterizar el daño y recomendar alternativas de materiales constructivos del conjunto para la prevención de fallas futuras y el incremento del tiempo operativo. 2-RESUMEN En base a los estudios realizados surgen las siguientes conclusiones: - El tipo de daño que presenta la válvula es un severo desgaste adhesivo en la zona del vástago en contacto con la guía. El desgaste adhesivo en el interior de la guía es de menor magnitud. - El material de la válvula de escape corresponde a un acero de medio carbono del tipo SAE EV8, típico para estas aplicaciones. Por otro lado, la guía está construida en acero inoxidable martensítico de alto carbono del tipo AISI 440C, templada y revenida a una dureza de 600 HV. - Para prevenir el desgaste en el par válvula-guía e incrementar el tiempo de operación de las válvulas, se recomienda construir el conjunto con materiales de otras características. En este sentido para el vástago es recomendable fabricarlo del mismo tipo de acero SAE EV8 pero con un recubrimiento de "cromoduro" en el vástago. Esto incrementará tanto la resistencia al desgaste como la resistencia a la corrosión a alta temperatura. Respecto de la guía es recomendable construirla en acero SAE 1040 templado y revenido a una dureza de 22 HRC. Como una segunda alternativa, aunque de menor performance, se puede considerar fabricar el vástago en acero SAE EV8 y la guía en fundición gris laminar del tipo SAE 111.																											
3-ANTECEDENTES PAE informó que el conjunto vástago de válvula-guía está ubicado en la zona de escape de un motor Caterpillar. La temperatura de operación de la válvula oscila entre 650°C-750°C. 4-ESTUDIOS REALIZADOS Se realizaron análisis químicos, macrográficos, metalográficos y ensayo de dureza. 5-RESULTADOS En la tabla I se presentan las composiciones químicas del material de la válvula y de la guía. La composición de la válvula corresponde a un acero forjado del tipo SAE EV8, típico de estas aplicaciones. La composición de la guía corresponde a un acero inoxidable martensítico de alto carbono del tipo AISI 440C. <table><tr><td></td><td>%C</td><td>%Mn</td><td>%Si</td><td>%Cr</td><td>%Ni</td><td>%Mo</td><td>%V</td><td>%Ti</td></tr><tr><td>VALVULA</td><td>0,43</td><td>7,9</td><td>0,51</td><td>22,3</td><td>4,8</td><td>0,37</td><td>-</td><td>-</td></tr><tr><td>GUIA</td><td>1,3</td><td>1,2</td><td>0,5</td><td>15,9</td><td>0,25</td><td>0,5</td><td>0,1</td><td>0,4</td></tr></table> Tabla I En Fig.1 se observa el conjunto válvula-guía. En Figs.2-4 se aprecia un daño por desgaste adhesivo en el vástago de la válvula en la región de roce con la guía. En Fig.5 se observa el mismo daño en la contraparte, o sea en la parte interna de la guía. No obstante en esta última la magnitud del desgaste es menor. La microestructura del material de la guía es martensita revenida y corresponde a un tratamiento térmico de temple y revenido a una dureza de 600 HV. Para prevenir esta forma de desgaste en el par válvula-guía e incrementar el tiempo de operación de las válvulas, se recomienda construir el conjunto con materiales diferentes. En este sentido para el vástago es recomendable fabricarlo del mismo tipo de acero SAE EV8 pero con un recubrimiento de cromoduro en el vástago. Esto incrementará tanto la resistencia al desgaste como la resistencia a la corrosión a alta temperatura. Respecto de la guía, es recomendable construirla en acero SAE 1040 templado y revenido a una dureza de 22 HRC. Como una segunda alternativa, aunque de menor performance, se puede considerar fabricar el vástago en acero SAE EV8 y la guía en fundición gris laminar del tipo SAE 111. 6-CONCLUSIONES -El tipo de daño que presenta la válvula es un severo desgaste adhesivo en la zona del vástago en contacto con la guía. El desgaste adhesivo en el interior de la guía es de menor magnitud.		%C	%Mn	%Si	%Cr	%Ni	%Mo	%V	%Ti	VALVULA	0,43	7,9	0,51	22,3	4,8	0,37	-	-	GUIA	1,3	1,2	0,5	15,9	0,25	0,5	0,1	0,4	CTI Consultores de Tecnología e Ingeniería SRL -El material de la válvula de escape corresponde a un acero de medio carbono del tipo SAE EV8 forjado, típico para estas aplicaciones. Por otro lado, la guía está construida en acero inoxidable martensítico de alto carbono, templada y revenida a una dureza de 600 HV. -Para prevenir el desgaste en el par válvula-guía e incrementar el tiempo de operación de las válvulas, se recomienda construir el conjunto con materiales de otras características. En este sentido para el vástago es recomendable fabricarlo del mismo tipo de acero SAE EV8 pero con un recubrimiento de cromoduro en el vástago. Esto incrementará tanto la resistencia al desgaste como la resistencia a la corrosión a alta temperatura. Respecto de la guía es recomendable construirla en acero SAE 1040 templado y revenido a una dureza de 22 HRC. Como una segunda alternativa, aunque de menor performance, se puede considerar fabricar el vástago en acero SAE EV8 y la guía en fundición gris laminar del tipo SAE 111.
	%C	%Mn	%Si	%Cr	%Ni	%Mo	%V	%Ti																				
VALVULA	0,43	7,9	0,51	22,3	4,8	0,37	-	-																				
GUIA	1,3	1,2	0,5	15,9	0,25	0,5	0,1	0,4																				

Resumen

Según lo informado por el tipo de material de la válvula y sugerencias para fabricarlas, se mandan a fabricar 15 (quince) juegos de válvula y guía para ser montadas en cada equipo.

Costo beneficio: el costo de cada válvula original del equipo tenía un costo de U\$S 2.400 el periodo de reemplazo era de 7.000 hs. aproximadamente para cada equipo, el costo de fabricación con el material de mayor dureza fue de U\$S 124,5 por cada válvula y guía y teniendo un TMEF (tiempo medio entre falla) de 14.000 hs pasando a durar el doble, por lo que el ahorro fué importante.

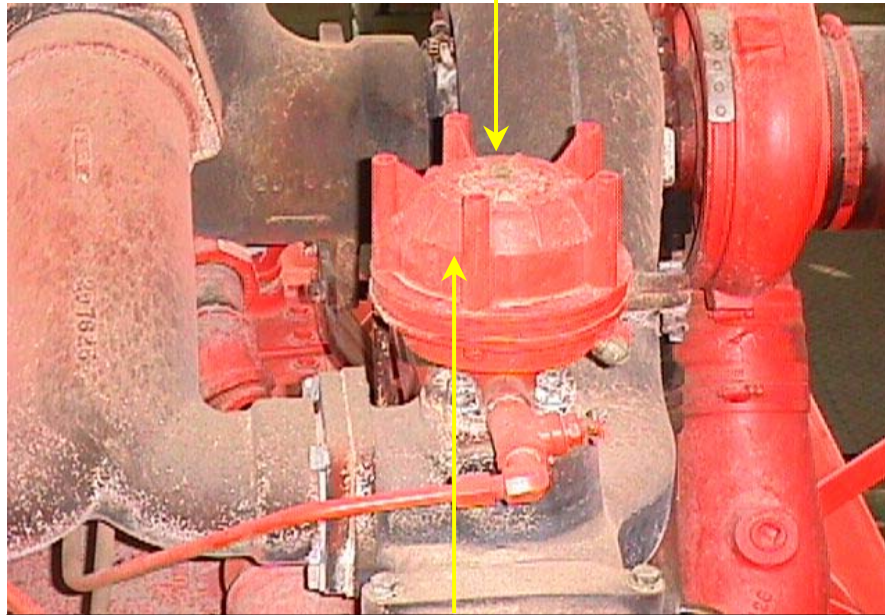
- 3- Manteniendo la misma metodología de análisis este caso corresponde a la regulación de las válvulas wastegate de motores Waukesha 7042 GSI, a continuación se observa el informe donde se detalla la mejora con el costo beneficio.

MEJORA	
<u>FECHA:</u> 27/04/99	<u>ELEMENTO:</u> VALVULA WASTEGATE
<u>DISTRIBUCIÓN:</u> Mejora enfocada a todos los equipos waukesha 7042	

SITUACIÓN ACTUAL:

1. Al realizar la carburación de un equipo, uno de los factores importantes antes de hacer los ajustes necesarios es la presión de descarga de cada turbo estos chequeos se realiza con el equipo a la potencia nominal de carga.
2. La apertura de estas válvulas es de 8.7 psi a máxima carga del equipo, si se observa alguna diferencia en la descarga de cada turbo y por debajo del valor de apertura se deberá realizar lo siguiente.
 - Verificar si el resto de los equipos compensan la carga al efectuar el paro del mismo.
 - Desvincular el refrigerante del circuito auxiliar – 300 lts.
 - Retira las conexiones de cada válvula para su posterior desmontaje.
 - Derivarlas a un banco de calibración y se desarmaran integras hasta dar con los suplementos que tienen en su interior, que estos cumplen con la función de variar la tensión del resorte para la apertura de dicha válvula.
 - El sistema de calibración de estas válvulas es por medio de los suplementos mencionados anteriormente, una vez agregado los suplementos para dar con la calibración se armaran las válvulas y se deberá chequear la apertura en banco hasta dar con el valor de 8.7 psi, decimos esto por que en el agregado de suplementos no existen espesores estandarizados que nos diga un suplemento de tanto espesor nos va a variar tantos psi.
Con esto quiero decir que si al agregar los suplementos, armar y chequear la calibración y no corresponda al lo requerido tendremos que realizar toda la actividad mencionada anteriormente en este punto.
3. Limpieza y control del asiento de la válvula y cuerpo donde va alojada cada una de estas.
4. Montar válvulas colocar conexiones y el fluido refrigerante.
5. Este trabajo se realiza en cinco horas, que esto tiene un costo de \$ 200 mas los insumos que son trapos, penetrít (desincrustante), tela de esmeril, etc...
6. Otra cosa importante en la desvinculación del refrigerante se corre un alto riesgo de contaminar y oxigenar este fluido.
7. Luego se realiza la puesta en marcha del equipo y controlar nuevamente la presión de descarga de cada turbo, es muy posible que sigamos encontrando una pequeña diferencia y esto es por que en el equipo tenemos temperatura de trabajo y presiones de gases que esto hace que varíen la calibración de las mismas.
8. A continuación adjunto foto con la ubicación de estas válvulas en el equipo.

Orificio de venteo



En el interior de esta tapa contiene laminas calibradas, que las mismas le dan la tensión



Arandelas estandarizadas para regular la tensión de las válvulas.

SUGERENCIA DE MEJORA:

1. Consta de eliminar la forma de calibración por suplementos y en su reemplazo se colocara un tornillo .
2. Se fabrica un sombrero con cavidad que este ultimo estará alojado en la parte superior del resorte que en este trabaja el bulon de regulación .
3. En la parte inferior de la válvula se desbasta 1 mm para que la colocación y/o extracción de esta no sea costosa ..
4. Se desplaza el orificio de venteo por que en su lugar se coloca un bulon de 7/16 “ que este trabaja sobre el sombrero con cavidad antes mencionado .
En la parte interior se desbasta material donde van ubicados los suplementos, así en este lugar tenemos una buena planitud para que se aloje el sombrero con cavidad .



Elemento que se agregaron y/o modificaron:

- 1- Bulon que se utilizara como registro 7/16"
- 2- Asiento del bulón tipo sombrero invertido.
- 3- Se perfora tapa superior con rosca a la medida del bulon que se utilizara como registro.
- 4- Cambia posición respiradero de la misma tapa hacia un lateral.

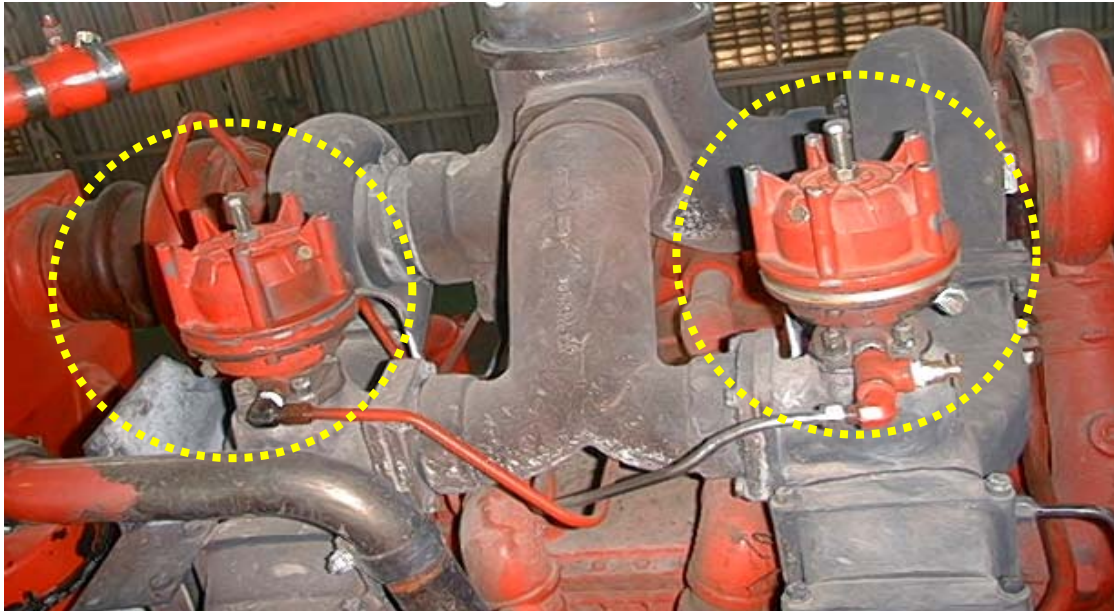
BENEFICIOS:

1. Si tenemos que ajustar la presión de descarga de los turbo lo haremos en el momento con el equipo en marcha y a su potencia nominal.
2. Se elimina totalmente el trabajo de desmontaje y montaje para la recalibración en banco.
3. El tiempo de ajuste será de 20 minutos.
4. A continuación pasamos la cotización de una válvula nueva que es de U\$S 1549.75 ¹

El costo de reparación para estas válvulas es de U\$S 648.14

LA DIFERENCIA QUE TENEMOS ES DE U\$S 632.64 A FAVOR DE LA REPARACIÓN.

A CONTINUACIÓN FOTO DE LA MEJORA DESPLEGADA A 29 EQUIPOS



Conclusiones

- El sistema de mejora continua esta demostrado que da muy buenos resultados para cualquier tipo de instalación y/o equipos.
- Creemos conveniente que cada tipo de falla sea analizada con profundidad que genere un plan de acción a la brevedad.
- El trabajo en equipo es fundamental para el éxito de cada uno de nosotros y obviamente de la compañía.
- Además de generar ahorros considerables o no, aumentamos en gran medida la disponibilidad y confiabilidad de equipos y plantas, menos intervenciones por fallas y asegurando la integridad de las personas.
- Por ultimo quería mencionar lo siguiente que es muy importante.

CLAVES DE LA ESTRATEGIA

- 1- Cumplir con los requisitos del cliente.
- 2- Todo trabajo es un proceso.
- 3- Prevenir los incumplimientos.
- 4- Mejora continua.
- 5- Medir la calidad por el precio del incumplimiento.
- 6- La base es la gente.

Bibliografía

- Interno de la compañía “intanet”

CV resumido de Jorge Vega

Profesión: (analista vibraciones, tribología, preactivos varios (balanceos dinámicos, alineaciones, ajustes grandes motores combustión y/o reparaciones mayores).

Título secundario: Técnico Electromecánico

Empresa en la que trabaja: Pan American Energy LLC.

Puesto: Supervisor mantenimiento predictivo

Fecha desde: 1997

Principales habilidades/conocimientos usados/adquiridos:()**

Mantenimiento predictivo (tribología, vibraciones, ultrasonido, termodinámica)

Preactivos (Alineaciones de precisión, balanceos, carburaciones y afinados de motores de grandes potencia a combustión interna, montaje de equipos, pre-comisionados y comisionados).

Compañía: Pan American Energy LLC

Puesto: Mecánico y Operador.....

Fecha desde: 18-3-1994.....

Fecha hasta: 1997

Principales habilidades/conocimientos usados/adquiridos:()**

Inspección de equipos, Afinado de Motores de Gran Criticidad, Alineación de Precisión, Balanceos de Aeroenfriadores.

Compañía: Bidas S.A.P.I.C.

CV resumido de Adrián Carmona

Profesión: Ingeniero.

Título secundario: Técnico Mecánico

Título universitario: Ingeniero Mecánico-Universidad Nacional de Mar del Plata-1999

Empresa en la que trabaja: Pan American Energy LLC.

Puesto: Líder Confiabilidad Mecánica y Mantenimiento Predictivo.

Se desempeña en el área de Confiabilidad desde el año 1999 en la empresa cementera Loma Negra y desde el año 2001 en Pan American Energy.

El área de trabajo actual se encuentra en la Unidad de Gestión Golfo San Jorge, Cerro Dragón, provincia del Chubut, Argentina.