

Validación de aceite de calibración para prueba de flujo de inyectores y bombas diesel

David Morales Zapata, Enrique Barrón López, Roberto Romero López

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

RESUMEN

En Ciudad Juárez, se manufacturan y remanufacturan Inyectores y Bombas de combustibles utilizados en motores de generación de energía, dentro de las categorías de carga y construcción donde su principal fuente de energía es el diesel. Durante el proceso, la manufacturación de los inyectores conlleva un estricto régimen de prueba tratando de simular las condiciones reales a las que serán expuestos, tanto en temperatura del aceite, presión, revoluciones de potencia del motor y flujo. Como los inyectores son utilizados en aplicaciones diesel y este químico por ser altamente flamable, su uso dentro de la empresa es imposible. Por ello existe un líquido sustituto que la industria diesel reconoce como Aceite de Calibración con nombre técnico Viscor 1487AW-2. La prueba final de cada inyector interactúa con este líquido mismo que tiene propiedades similares al diésel. En esta prueba se utiliza como medio de prueba el aceite de calibración como sustituto del diesel que por sus propiedades físicas es comparable a las del diesel. Este aceite debe tener y mantener un nivel óptimo de desempeño y debido a esto se ha establecido durante muchos años una frecuencia de cambio mensual pero sin que exista un estudio o un proceso de certificación que lo valide. El presente estudio está enfocado en determinar la calidad del aceite; siendo una de las pruebas la identificación de residuos sólidos y otra la viscosidad, sin que exista un impacto en el flujo de los inyectores o bombas. De esta manera determinar los parámetros de calidad del aceite de calibración para establecer si a los 30 días el aceite debe ser reemplazado y obtener una reducción de costos

Palabras clave: Aceite de calibración, Inyectores, Calidad.

INTRODUCCIÓN

En Ciudad Juárez, se manufacturan y remanufacturan Inyectores y Bombas de combustibles utilizados en motores de generación de energía, motores para barcos navales así como motores para el ramo automotriz dentro de las categorías de carga y construcción donde su principal fuente de energía es el diesel.

Algunos de los productos principales se muestran a continuación (figuras 1 y 2):



Fig. 1. Inyector HHP de medio rango e inyector PT de Alto Rango



Fig. 2. Bomba de Combustibles de alto y medio rango

Esta compañía, es parte de la gran gama de empresas industriales asentadas en esta frontera. Teniendo presencia en esta ciudad desde el año 1983. Su rama fundamental siempre ha estado enfocada en la remanufactura de inyectores y bombas de combustible para aplicaciones diesel, aunque en los años recientes también se ha diversificado tanto en inyectores y bombas de diferente rango así como la remanufactura de otros productos como los ECM (módulos de control electrónicos) por sus siglas en Ingles.

Los productos aquí manufacturados son utilizados para camiones de transportes de carga entre los cuales podemos encontrar a Navistar International, Volvo Trucks, Foton, Freightliner, Scania para el mercado Europeo, entre muchas otras. Dentro del ramo de maquinaria para Construcción se encuentran clientes como Hyundai Construction, Western Start Trucks y más recientemente Carterpillar.

Dentro del ámbito automotriz comercial aunque en la sección de vehículos de carga, se encuentra la RAM Heavy Duty.

Otro ramo de la compañía está localizado en la generación de energía. Se

manufacturan generadores de energía que son utilizados para la generación de energía verde así como generadores mismos de energía.

El Proceso de Manufactura de un inyector se inicia con el transporte de los inyectores usados del almacén al área de desensamble. De ahí se pasan todos los inyectores a un proceso de despintado por medio de un lavado ultrasonido y un proceso de lavado con químicos para eliminar las impurezas llamado jet washer. Después se procede al desensamble y sorteo de todos los componentes que puedan ser reusados. Algunos de los componentes son mandados a un proceso de oxido Negro, después de esto se regresaran al proceso.

Mientras tanto componentes como la tobera usada se llevan a un proceso independiente de lavado llamado Jetwasher para ser desoxidada. De ahí se transportan al área de pulido.

Aquí se inicia el lavado en aquamaster, lavado con un mayor grado de eficiencia para la remoción de suciedad. Seguido de un lavado en ultrasonido de mayor espectro. Cuando ya se realizan estos lavados se regresan los componentes al área de desensamble.

Se procede con la lubricación de los componentes y ensamble del inyector. Los componentes a ensamblar son el cuerpo con el reten, este se ensambla con la tobera y la flecha interna, el shim y el resorte. A todo el conjunto se le ensambla en el selenoide. Se realiza la calibración en la máquina de prueba final. Aquí en la prueba final es donde se define si el inyector cumple con los parámetros de funcionalidad. Si estos parámetros no cumplen ahí mismo se reparan,

esto es, se ajustan ya sea cambiando flecha, resorte o shim. Cada cual teniendo sus dimensiones. En esta prueba final se realiza mediante la energización del inyector o bomba ya sea mecánica o mecanico-electrico y los parámetros de prueba siempre están enfocados en presión generada y flujo del sustituto de diesel a este llamado liquido de calibración. Como los inyectores son utilizados en aplicaciones diesel y este químico por ser altamente flamable se hace imposible utilizarlo dentro de la empresa su uso. Por ello existe un líquido sustituto que la industria diesel reconoce como Aceite de

Calibración con nombre técnico Viscor 1487AW-2. La prueba final de cada inyector interactúa con este líquido mismo que tiene propiedades similares al diesel. Cuando un inyector es aceptado se pasa a la estación de preparación de empaque, para ser estampados con su número de parte y código de trazabilidad. Aquí se imprimirá una etiqueta de papel. Proceso último sucede al pasarlo a la estación de empaque y se imprimen las etiquetas de la caja final. Para finalmente pasar al almacén donde serán enviados a su destino final

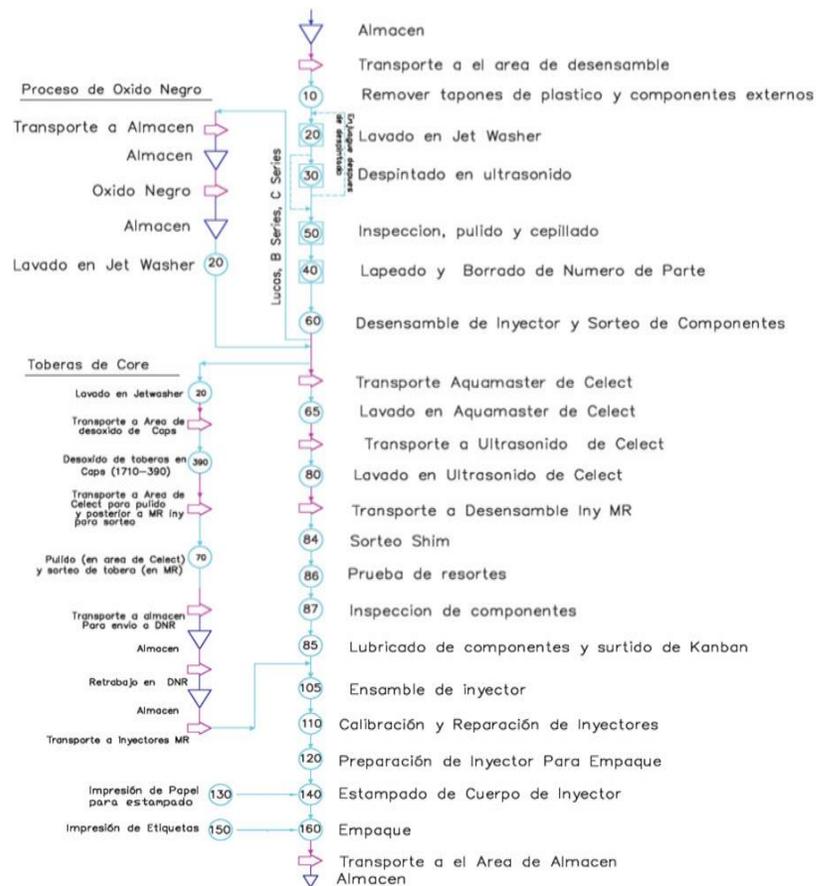


Fig. 3. Diagrama de Flujo del Proceso de ensamble de un inyector

En el diagrama de flujo (figura 3), en la estación 110 del proceso es donde se realiza la prueba funcional del inyector. En esta estación se utiliza el aceite de calibración, sustituto de diesel. En esta prueba se utiliza como medio de prueba el aceite de calibración como sustituto del diesel que por sus propiedades físicas es comparable a las del diesel. Este aceite debe tener y mantener un nivel óptimo de desempeño y debido a esto se ha establecido durante muchos años una frecuencia de cambio mensual pero sin que exista un estudio que lo valide. En realidad esta es una práctica que se recomendó cuando la compañía se estableció en la localidad por recomendación de ingenieros estadounidenses para los primeros productos, algunos de ellos ya obsoletos o con mucha menor demanda, y que en los subsecuentes productos se ha mantenido independientemente de las nuevas especificaciones del producto o demanda. Todo esto basado en las entrevistas que se tuvieron con los ingenieros de mayor longevidad en la compañía. Por lo cual no existe un proceso de certificación de la calidad o desempeño. Esto tiene llevándose a cabo más de 20 años, de esta manera el realizar cambios frecuentes a todas las maquinas conlleva un costo, tanto en compra como en disposición del aceite ya utilizado.

Es entonces necesario buscar un método de cómo evaluar el aceite de calibración al mes y definir si este aun puede continuar usándose o realmente se necesita cambiar. Este método deberá ser capaz de determinar la calidad del aceite pero igual deberá no afectar el desempeño del producto. El objetivo es determinar los parámetros de calidad del aceite de calibración para establecer si a los 30 días el aceite debe ser

reemplazado estableciendo un procedimiento para monitorear los residuos sólidos en el aceite de calibración; lo anterior traerá un beneficio económico a la compañía en función del incremento del periodo de uso del aceite de calibración y por consiguiente menos costo por la frecuencia de compra y de disposición del liquido. Establecer la calidad del líquido podrá ayudar a establecer costos reales en proyectos nuevos y objetivamente establecer costos de venta más exactos. Todo esto sin perjudicar el flujo de los inyectores o bombas de combustible.

MATERIALES Y MÉTODOS

A continuación se describen los pasos que se llevaran a cabo para la desarrollo y el propósito de este proyecto. El método aquí utilizado se puede definir como una planificación que nos lleva a establecer pasos definidos para lograr los objetivos propuestos. En el siguiente esquema (figura 4) se describen los pasos a seguir.

Más adelante en cada sección se dará detalle de cada una de las fases a seguir y los resultados que de cada etapa emanen

Situación Actual

Actualmente este aceite es cambiado cada mes dentro del programa de mantenimiento preventivo. Este periodo es estándar y aplica para todas las áreas y todas las maquinas. Realizándose el cambio independientemente de las horas trabajadas de una a otra máquina, esta forma ha estado por años como una práctica aceptada y sin cuestionamientos.

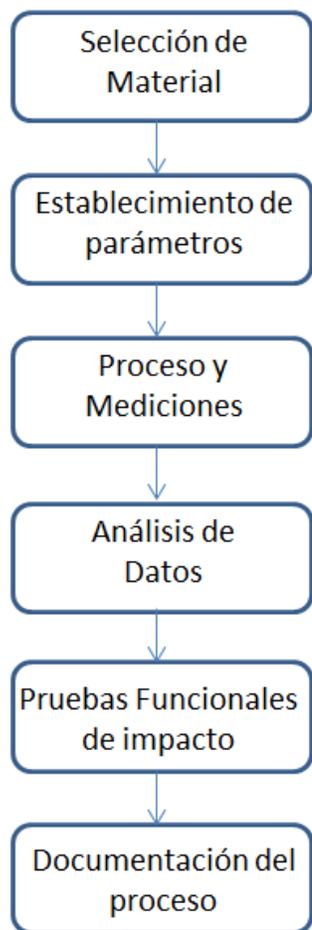


Fig. 4. Diagrama de Fases del Proyecto

Este cambio lo realiza en la mayoría de los casos el operador cuando el acceso a los contenedores es fácil con el simple hecho de remover una guarda. En los casos en que el acceso es limitado y se deben de retirar algunas guardas empotradas o mecanismos, el técnico de mantenimiento se hace responsable de remover los dispositivos para dar acceso al operador, todo esto por cuestiones de seguridad del empleado. El operador de la maquina se encarga del manejo tanto del aceite usado como del nuevo. Antes de proceder a realizar esta actividad el técnico de

mantenimiento debe de eliminar todas la fuentes de energía de la maquina con el fin de evitar accidentes. Teniendo la autorización del personal de Mantenimiento, los cuales son los administradores del mantenimiento preventivo programado, el operador por medio de la bomba de succión, retira el aceite del contenedor de la maquina bombeándolo al contenedor vacio. El siguiente paso es retirar la placa magnetizada que retiene los sedimentos físicos metálicos. Esta placa se encuentra en todos los contenedores. El punto final en esta actividad será el cambio de los filtros de las maquinas. El estándar de filtros en la mayoría de las maquinas es el uso de filtros de 80 micras. Estos filtros son los que atrapan la mayoría de los residuos que durante el fluir del químico pudieran aun existir. Esto es parte fundamental en el proceso de limpieza.

Materiales

A continuación se describe el material que será utilizado durante la investigación, igual como los formatos a utilizar.

Componentes utilizados para la medición de residuos sólidos

...Bascula de 0-100grs con Una exactitud de ± 0.001 grs y una resolución de 0.0001grs. Marca Ohaus.

...Horno de Secado:

...Matraces

Dos Matraces, uno de vaciado y uno de almacenaje. En la parte superior se realizara el vaciado del líquido.

...Filtro de 5 μm .

...Pinzas de sujeción de matraces

...Jarras plásticas graduadas

Componentes Utilizados para la medición de la Viscosidad

...Copa Viscor. Copa Esta copa tiene una pendiente de calibración definida a la Viscosidad del líquido

...Termómetro Fluke

...Cronometro

...Tablas de Calibración

Definición de Parámetros

El propósito de este proyecto es establecer parámetros adecuados para poder conocer las condiciones de reales del aceite de calibración o prueba usado en las maquinas funcionales y de esta manera poder tomar una decisión sobre su cambio o la continuación de su uso por un periodo más. Esto llevara al establecimiento de un periodo de cambio de aceite de acuerdo a sus características físicas de residuos sólidos o químicas de acuerdo a su viscosidad.

El parámetro de aceptación de calculara en base a un muestreo de aceite limpio. Se realizaran una serie de pruebas físicas con el método de de medición de suciedad utilizar. Se analizaran los datos buscando encontrar un nivel adecuado de aceptación. Este parámetro tendrá en el sentido estricto una tolerancia unilateral, ya que en base a la dispersión de los datos o su desviación estándar se establecerá un nivel de confianza de aceptación.

En cuanto a parámetro de viscosidad, se realizara la prueba por medio de la copa

Viscor 1487AW-2, con referencia al estándar de desempeño de la viscosidad. Esta copa Viscor esta diseñada para medir particularmente la viscosidad del líquido de Calibración. El proveedor provee la tabla de desempeño la cual está relacionada directamente con el desempeño de la viscosidad. Este líquido tiene sus características definidas como densidad, nivel de intoxicación, flamabilidad en su especificación técnica de la Hoja de Datos de la Seguridad del Material (MSDS por sus siglas en ingles) que a nivel mundial es reconocido y usado en la industria diesel como sustituto de prueba del diesel.

Mediciones

Una vez determinados los parámetros se procederá realizar las mediciones de residuos sólidos y viscosidad de acuerdo a un procedimiento que se establecerá. Aquí se presenta la forma en cómo estas mediciones se realizan

Se toma una muestra de 500 ml en un recipiente graduado, cual liquido fue colectado de las maquinas en estudio.



Fig. 5. Recipiente con liquido de calibración y toma de muestra

El aceite recolectado se toma directamente de las maquinas en donde se desea evaluar la calidad. La maquina en general tiene varias líneas por donde fluye el aceite, ya sea a la entrada o la salida de la bombas o inyectores. En todos los casos existen líneas de drenado en donde la presión es mucho menor de la que se maneja. Aquí en donde se puede igualmente tomar la muestra. El nivel de llenado es una muestra de 500 ml. Muestra estándar para todas las evaluaciones. Esta muestra también puede ser tomada directamente de los tanques de almacenamiento puesto que estos tienen un abanico interno que genera un turbulencia con el cual se pretende tener una mezcla homogénea, aunque el propósito es tener una temperatura homogénea.

Se procede a llenar el recipiente como lo muestra la figura 6:



Fig. 6. Desconexión de una línea para toma de muestra

Esta muestra se toma cuando la maquina esta en uso y la prueba está estabilizada. Paso siguiente es llevar la muestra al área donde se encuentra la cabina de prueba. En esta área se procede a realizar la prueba de residuos sólidos. Se toma con

unas pinzas el filtro a evaluar y este es pesado registrando su peso inicial (figura 7).



Fig. 7. Filtro tomado con pinzas y pesado en báscula

La toma del filtro se realiza con extremo cuidado pues el nivel de grosor es muy sensible a rompimientos al igual que su integridad. Paso siguiente es tomar el filtro y colocarlo en el soporte del matraz donde existe una superficie diseñada para el descanso idóneo del filtro. Enseguida es colocado el matraz de colado y sujetado con las pinzas, el cual servirá como medio de vaciado para el aceite en prueba.



Fig. 8. Matraces unidos por las pinzas y vaciado de aceite

En la figura 8 se muestra como se vacía el líquido en evaluación. Los dos matraces unidos firmemente por las pinzas de sujeción. Cuando se ha terminado filtrar todo el líquido, se toma el filtro y se mete al horno para ser secado. El propósito de este proceso es evaluar el peso solamente de los residuos físicos

El tiempo en sacar es de 20 minutos, esto debido a la densidad del líquido (figura 9).



Fig. 9. Secado de filtros en horno

Después del tiempo de secado, el filtro es vuelto a pesar se registra la medida y a este peso le es restado e valor inicial. Este valor entonces es el peso estimado de los residuos, el cual define el nivel de residuos sólidos. Este filtro es adherido al reporte final (figura 10).



Fig. 10. Reporte de residuos solidos

Es reporte fungirá como evidencia de la aceptación o rechazo de la evaluación del líquido en el parámetro de residuos Sólidos. Ya filtrado el aceite este mismo se regresa a un contenedor limpio para seguir con la prueba de viscosidad. Se toma la copa Viscor y se sumerge dentro del líquido por diez minutos para que el bronce con el que está hecha se estabilice a la misma temperatura del líquido. Se sumerge un sensor de temperatura que indicara la estabilidad del contenido. Se toma el cronometro y se inicia la prueba cuando la copa es retirada del líquido y se termina cuando el líquido es drenado (figura 11).



Fig. 11. Prueba de viscosidad mediante Copa Viscor 1487

El drenado del líquido se realiza por medio de un orificio en la parte baja de la copa. El Tiempo es registrado y lleva a comparación de una de las dos tablas que la copa tiene como estándares para el cálculo de la viscosidad. Se ejemplifica de la siguiente manera. Se asume que se retira la copa llena e inicia el conteo. El tiempo total de drene es de 60 segundos. 60 Segundos se intercepta con la línea pendiente en 2.7. Este valor corresponde a 2.7 centistokes que es la unidad de medición de la viscosidad (figura 12).

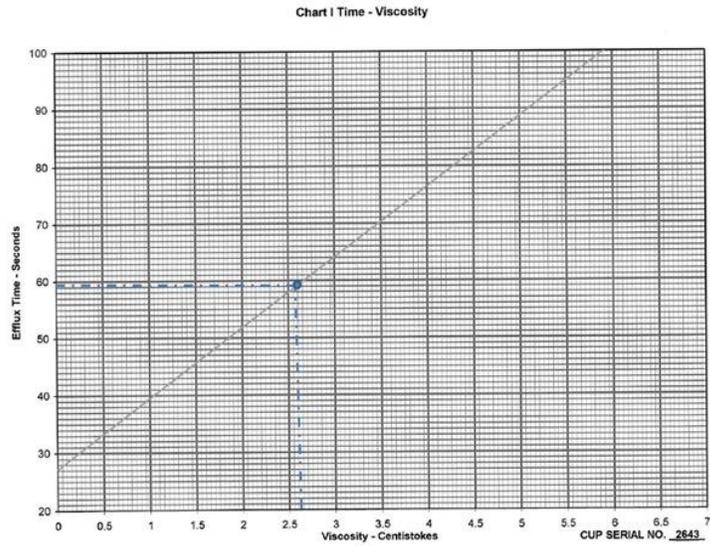


Fig. 12. Grafica para cálculo de Viscosidad

Este valor de 2.7 centistokes se lleva a comparación a la tabla de desempeño, Esta tabla establece el valor de aceptación o rechazo del líquido en base a un nivel de comportamiento del líquido basado en la temperatura a la que fue realizada la prueba. De esta forma si se asume que la prueba fue realizada a 80 °F el valor final de viscosidad se rechazaría debido a que el punto de

encuentro estaría fuera de la zona que ocupan las pendientes. Pero si se asume una temperatura de prueba de 105 °F que es este caso es la temperatura a la cual se prueban la mayoría de los inyectores, esta prueba se aceptaría (figura 13). El rango de aceptación está definido claramente por la zona interior de las pendientes.

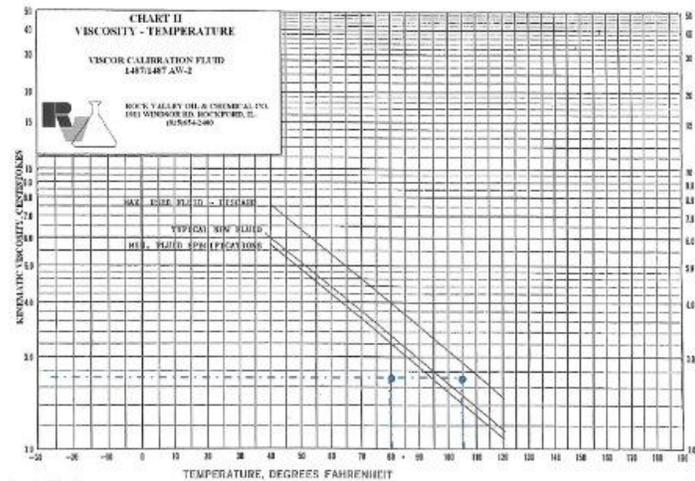


Fig. 13. Grafica de Viscosidad-Temperatura

Análisis de Datos

Una vez establecidos los parámetros se procederá a la evaluación del aceite en uso y se comparan los resultados. Estos datos permitirán ver la cantidad de maquinas en las que el nivel de calidad es aceptable de acuerdo a los límites de aceptación establecidos. Aun así la decisión sobre utilizar estos parámetros o no, se realizara contra un nivel de desempeño de un modelo de inyector, buscando que sea el más sensitivo, definir si existe influencia significativa del aceite en uso después de 30 días.

Proceso de Medición

A continuación se describe la propuesta de documentación de la evaluación del aceite de calibración.

1 Propósito. Este procedimiento describe el método y los límites de aceptación para pruebas de residuos sólidos y viscosidad del aceite de calibración Viscor 1487.

2 Alcance. Este procedimiento aplica a todas las áreas de producto que utilicen aceite de calibración en sus operaciones cotidianas.

3 Responsabilidades.

3.1. La prueba se realizara previamente antes de la fecha programada para el mantenimiento.

3.2. Cada semana, el Técnico Analista de Aceites deberá contactar al supervisor de Mantenimiento para obtener el listado de las maquinas programadas para mantenimiento preventivo y procederá a realizar las pruebas de millipore a las maquinas correspondientes de acuerdo al

listado procurando dar prioridad a las de más alto consumo.

3.3. Para realizar las pruebas tomara una muestra de 500ml de cada tanque en recipientes especialmente designados para ello, una vez tomada la muestra deberá identificar los recipientes de tal forma que se conserve la rastreabilidad con respecto al tanque o equipo del cual se tomó evitando así que se mezcle con la muestra de aceite de otras áreas. La muestra deberá ser tomada después del filtro del tanque.

3.4. El resultado de las pruebas será utilizado para determinar la disposición del aceite, si esta dentro de los límites de aceptación se extenderá el uso por una semana. Cuando el resultado de la prueba indique que el aceite no cumple con la especificación entonces se debe reemplazar por aceite limpio.

3.5. El Analista de Aceites será responsable de comunicar los resultados de las pruebas al supervisor de Operaciones, Mantenimiento, Calidad y otras funciones que lo requieran a través de cualquier medio de comunicación (correo electrónico, personalmente, etc.)

3.6. En el caso de que el aceite cumpla con los requerimientos de residuos sólidos y viscosidad se extienda su uso, el supervisor de Calidad de del área respectiva es responsable de comunicarle la decisión al supervisor de Mantenimiento y ambos deberán firmar la rutina de mantenimiento como evidencia de acuerdo y se le anexara una copia del resultado de la prueba indicando el tiempo de extensión.

3.7 El Supervisor de Mantenimiento llevara el control de la rutina de las maquinas cuyo mantenimiento preventivo se extienda para que se les re programe el mantenimiento de acuerdo a la fecha acordada.

4. Definiciones

4.1 Filtro de Millipore. Millipore es una marca comercial de una membrana que es usada como filtro. El filtro de millipore es una membrana de nylon que retiene toda contaminación/partícula que sea más grande que el filtro de la membrana. Esto hace la membrana especialmente apropiada para determinaciones gravimétricas. El uso de “Millipore” como un término genérico no intenta excluir otras marcas de filtros

5. Generalidades. Esta instrucción describe los aparatos, métodos de prueba, y limites de aceptación para evaluar el nivel de residuos sólidos y viscosidad del aceite de calibración (Viscor 1487). El control de estas dos características en este aceite es esencial para prevenir contaminación durante su interacción con los componentes involucrados en el ensamble así como para mantener la confiabilidad del equipo y los resultados de las pruebas de los sistemas de combustible donde se utiliza. Esta instrucción deberá ser aplicada única y exclusivamente para evaluar los residuos sólidos y viscosidad del aceite de calibración (Viscor 1487) y podrá ser aplicada en cualquier situación o circunstancia en la que se encuentre el aceite

5.1 Equipo y Aparatos Requeridos

5.1.1 El siguiente equipo es necesario para los métodos de prueba mencionados.

Equipo estándar de laboratorio es usado en la mayoría de los casos. Donde se requiera equipo especial, se darán descripciones específicas.

a. Bascula analítica de laboratorio capaz de pesar filtros de millipore con una precisión de 0.0001 gramos.

c. Horno de Secado.

d. Frasco para filtro, 1 litro de capacidad. e. Pinzas sujetadoras

f. Matraces

g. Filtros de nylon de 5.0 micrones.

h. Tenazas de acero inoxidable para sujetar los filtros y componentes.

5.2 Operación - Pruebas de Residuos Sólidos (Millipore)

5.2.1 El procedimiento general involucra tomar la muestra del aceite que se va a analizar, así como identificarla adecuadamente y asegurar que no se mezcla con aceite de otras aéreas.

5.2.2 Para todos los casos el tamaño mínimo de la muestra requerido para que las pruebas de millipore se puedan realizar será de 500ml.

5.2.3 La muestra de aceite a inspeccionar se pasara a través de un filtro de millipore de 5 micras pre-pesado el cual será colocado en un horno de secado a una temperatura de 66 +/- 2 grados centígrados por un lapso de 20 minutos, al sacarlo del horno se dejara enfriar por un mínimo de 2 minutos. Después de secado el filtro deberá ser pesado para determinar

el peso de los contaminantes retenidos en el.

5.2.4 El criterio de aceptación (especificación) de residuos sólidos aplicado a las pruebas de millipore será de 0.0715grms como límite máximo

5.2.5 El nivel de contaminante aceptable es extremadamente bajo, requiriendo prácticas de laboratorio cuidadosas y disciplinadas. La presencia de contaminantes extraños o fallas en la operación para colectar todos los contaminantes del aceite hará que el propósito de la inspección falle.

5.2.6 Cuando por necesidad se requiera poner el aceite en otro contenedor de transferencia este contenedor deberá ser limpiado escrupulosamente antes de usarse.

5.2.7 Accesorios como brochas, espátulas, palillos, etc. nunca deberán usarse en las pruebas de millipore.

5.2.8 Los detalles para la prueba de viscosidad se muestran en otra sección de este procedimiento más adelante.

5.3 Método de prueba

5.3.1 Coloque el filtro en el aparato sujetador de filtros/frasco.

5.3.2 Vierta el aceite recolectado en el aparato del filtro.

5.3.3 Cuando el aceite ha sido filtrado retire el filtro y regréselo al horno de secado. Déjelo en el horno por 20 minutos mínimo a una temperatura de 66 +/- 2grados centígrados.

5.3.4 Retire el filtro del horno después del tiempo límite requerido y déjelo enfriar por un mínimo de 2 minutos, antes de pesar el filtro, asegúrese que la balanza este en la cantidad más cercana a 0.0001 gramos, pese el filtro y registre el peso. El resultado final (nivel de residuos sólidos) se determina restando el peso inicial al peso final del filtro, los resultados deberán registrarse en el formato "Resultados de prueba de residuos sólidos (millipore) y Viscosidad para aceite de Calibración."

5.4 Pruebas de Viscosidad (Copa Viscor)

5.4.1 Las pruebas de Viscosidad al aceite de calibración serán realizadas básicamente para asegurar que el aceite cumple con los límites de especificación de viscosidad requeridos.

5.4.2 Es responsabilidad del Técnico Analista de Aceites realizar las pruebas de Viscosidad al aceite de calibración según como se requieran, para ello utilizara el "Método de la Copa Viscor" descrito en la siguiente sección.

5.5 Equipo y Aparatos Requeridos

5.5.1 El siguiente equipo es necesario para el método de prueba mencionado. Este equipo es el recomendado por el fabricante (Viscor).

- a) Gráficos Viscor
- b) Copa Viscor
- c) Termómetro Convencional
- d) Cronometro

5.6 Método de Prueba

5.6.1 La Copa Viscor esta calibrada para ser usada en pruebas de viscosidad para aceite de Calibración Viscor 1487 y 1487 AW-2 entre temperaturas de 60 a 120 grados Fahrenheit. Por lo tanto, la prueba deberá ser realizada a temperatura ambiente o en una cabina de prueba a temperatura constante. Mantener la temperatura constante de la muestra del aceite durante la prueba es crítico.

5.6.2 La prueba puede debe realizar inmediatamente después que la prueba de millipore ha sido realizada. Una lectura constante en el termómetro indica que podemos proceder con la prueba

5.6.3 Los gráficos incluidos en esta instrucción están calibrados para una copa específica indicada por su número de serie. El número de serie de la copa debe coincidir con el número de serie de los gráficos para tener resultados de calibración adecuados.

5.7 Instrucciones de uso

5.7.1 Sumerja completamente la Copa Viscor en aceite de calibración Viscor 1487 o 1487AW-2 por un mínimo de diez minutos, esto permitirá a la copa mantener la misma temperatura que el fluido en el que está inmersa.

5.7.2 Coloque un termómetro en el recipiente o depósito por al menos dos minutos, o espere hasta que la lectura de temperatura sea constante antes de tomar el valor. Registre la temperatura del aceite.

5.7.3 Saque la Copa Viscor del depósito de aceite y registre el tiempo de drenado con un cronometro. Sujete la parte superior del mango de la copa Viscor y levántelo completamente fuera del fluido con un movimiento suave, rápido y vertical. Mantenga la copa lo mas nivelada posible de tal forma que el aceite no se derrame o que no rebase el borde de la copa. Inicie el conteo del tiempo activando el cronometro tan pronto el borde superior de la copa rebasa la superficie del aceite. Detenga el cronometro tan pronto la última gota de aceite drene completamente a través del orificio interno de la copa.

5.7.4 Use la Grafica 1 (Chart I) anexa para graficar el tiempo promedio obtenido en el paso anterior, encuentre el valor en el eje Y (Tiempo) e intercepte la curva. De este punto siga una línea vertical hacia abajo hasta el eje X (Viscosidad) y esa será la lectura de Viscosidad en Centistokes. Se usara la Grafica de comparación Tiempo-Viscosidad del paso anterior y la temperatura del paso 5.8.2. Con esos dos valores, localizando el punto de intersección en la grafica

5.7.6 Si el punto cae dentro de los limites de especificación (curvas máximo y mínimo), el aceite puede ser utilizando, siempre y cumpla con los requerimientos de residuos sólidos establecidos. Anote el valor final de la Viscosidad y la temperatura del aceite y marque la disposición final (Pasa/No pasa) según sea el caso.

5.7.7 Si el punto cae fuera de los límites de especificación (curvas máximo

y mínimo), el aceite no es apto para continuar utilizándose y deberá de cambiarse

5.7.8 Maneje y guarde la Copa Viscor con mucho cuidado, esta copa es un instrumento de precisión y cualquier daño al orificio destruirá su exactitud y validez

Pruebas Funcionales

La prueba final para definir si el proceso aquí propuesto es válido para establecer la calidad del aceite estará enfocada en evaluar el desempeño de los inyectores o bombas al lapso de 30 días de uso del aceite. Los parámetros establecidos en este proyecto deben de ser capaces de definir si el líquido es capaz de continuar en uso o debe de ser cambiado por no cumplir con estos parámetros. Esta prueba secundaria validará la hipótesis establecida. Por lo cual se realizarán pruebas funcionales a uno de los productos de mayor sensibilidad a los cambios de temperatura, presión, revoluciones por minutos en cuando a la frecuencia de inyecciones y mismo flujo. Se tomara un Inyector o Bomba de alto desempeño que por sus especificaciones de pruebas tan altas y estrictas son muy sensibles a cualquier cambio.

Se tomarán una muestra de 30 inyectores que se probarán al momento del cambio de aceite a inicio de mes. Se registran sus valores de flujo final. Se procede a realizar la evaluación de la calidad del aceite al mes y si cumple con los parámetros

establecidos previamente se volverán a probar y determinar por medio de una prueba estadística si existe alguna influencia. Esta prueba funcional debe ser el parámetro que determine si el proceso desarrollado en este proyecto es adecuado.

Implementación

La implementación de este proceso conlleva a tener un recurso dedicado a esta actividad. Un inspector realizará la operación. Este inspector será el responsable de la toma de muestras y tener controlada toda la información obtenida. Dará seguimiento a los cambios de aceite. Mantendrá la documentación que se genere de este proceso. La implementación final de este proceso dependerá en todo caso de las pruebas iniciales tanto de residuos sólidos como de viscosidad, pruebas de darán el panorama del alcance del proyecto. Se adicionarán estas pruebas a las rutinas de mantenimiento preventivo. Las cuales podrán ser modificadas por este inspector con el fin de evitar que se realicen cambios innecesarios de líquido de calibración.

RESULTADOS

Establecimiento de Parámetros

Se toman 90 muestras, tres muestras por cada tambor. 10 tambores por mes. Estas muestras se tomaron en varios tambores de líquido nuevo, encontrando tambores con fecha de manufactura de julio, agosto y septiembre. Encontrándose los siguientes datos (figura 14).

Num	Mes	Lectura	Prom	Mes	Lectura	Prom	Mes	Lectura	Prom			
1	1	Jul	0.0501	1	Ago	0.0559	1	Sep	0.0673			
2	2	Jul	0.0613	2	Ago	0.0617	2	Sep	0.0647			
3	3	Jul	0.0534	0.05493	3	Ago	0.0518	0.05647	3	Sep	0.059	0.06367
4	1	Jul	0.0676	1	Ago	0.062	4	Sep	0.0659			
5	2	Jul	0.0549	2	Ago	0.0692	5	Sep	0.0678			
6	3	Jul	0.0617	0.0614	3	Ago	0.0626	0.0646	6	Sep	0.0591	0.06427
7	1	Jul	0.0543	1	Ago	0.0482	7	Sep	0.0577			
8	2	Jul	0.0584	2	Ago	0.0502	8	Sep	0.0651			
9	3	Jul	0.0636	0.05877	3	Ago	0.0612	0.0532	9	Sep	0.0527	0.0585
10	1	Jul	0.054	1	Ago	0.0516	10	Sep	0.0526			
11	2	Jul	0.0516	2	Ago	0.0541	11	Sep	0.0577			
12	3	Jul	0.0575	0.05437	3	Ago	0.0666	0.05743	12	Sep	0.0601	0.0568
13	1	Jul	0.0714	1	Ago	0.0586	13	Sep	0.0648			
14	2	Jul	0.062	2	Ago	0.0582	14	Sep	0.0667			
15	3	Jul	0.056	0.06313	3	Ago	0.0486	0.05513	15	Sep	0.057	0.06283
16	1	Jul	0.0543	1	Ago	0.0652	16	Sep	0.0561			
17	2	Jul	0.0557	2	Ago	0.0591	17	Sep	0.0623			
18	3	Jul	0.0596	0.05653	3	Ago	0.0583	0.06087	18	Sep	0.0707	0.06303
19	1	Jul	0.0651	1	Ago	0.0679	19	Sep	0.0585			
20	2	Jul	0.0565	2	Ago	0.05	20	Sep	0.0622			
21	3	Jul	0.0561	0.05923	3	Ago	0.0576	0.0585	21	Sep	0.0733	0.06467
22	1	Jul	0.0662	1	Ago	0.0532	22	Sep	0.0539			
23	2	Jul	0.0712	2	Ago	0.0578	23	Sep	0.0607			
24	3	Jul	0.0616	0.06633	3	Ago	0.0548	0.05527	24	Sep	0.0525	0.0557
25	1	Jul	0.0551	1	Ago	0.0494	25	Sep	0.0632			
26	2	Jul	0.0715	2	Ago	0.0492	26	Sep	0.0602			

Fig. 14. Datos de muestras de líquido nuevo

Estos datos muestran 10 tambos, tres muestras por tambo y sus promedios. Estos promedios se graficaron (figura 15).

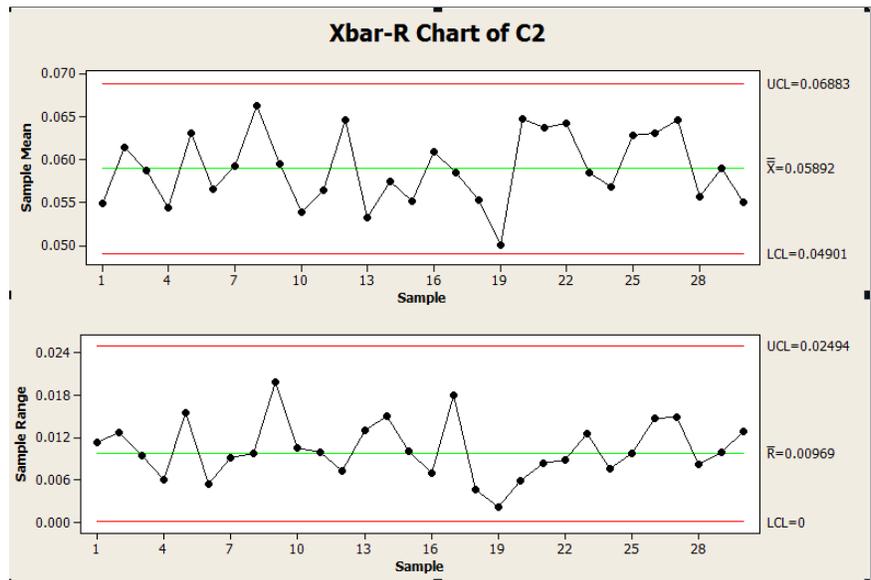


Fig. 15. Datos de Residuos sólidos, Promedios de muestras

Esto visto en grafica de datos de promedio y rangos es notorio visualmente no existen un tendencia, si no que más bien se ve uniformemente dispersa, lo cual da un vista preliminar que la muestra es adecuada.

Para decidir si estos datos son adecuados para el estudio y cálculo del límite de residuos sólidos, tenemos que certificar que los datos sean normales. La prueba de normalidad se aprecia de la siguiente manera:

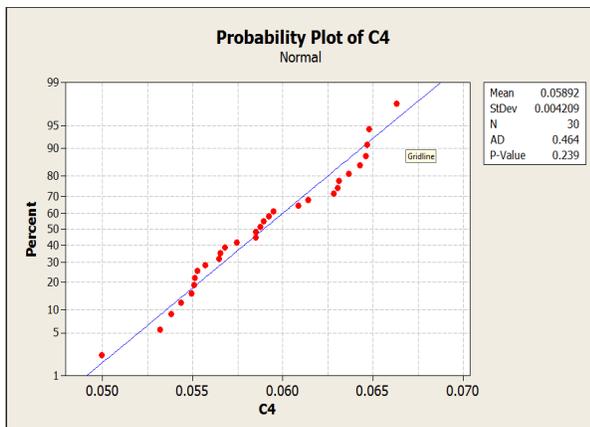


Fig. 16. Prueba de Normalidad, datos de residuos sólidos

De esta forma con los muestras de estos tres meses podemos calcular un límite de aceptación. El Cálculo de estos límites de aceptación estará basado en el promedio y sus tres desviaciones estándares. De esta manera se calcula la desviación estándar de toda la población encontrándose un promedio de lecturas 0.058922 con una desviación estándar de 0.004209. Tomándose en consideración que el nivel de aceptación puede considerarse pasa o no pasa, el parámetro de aceptación para residuos sólidos se convierte en unilateral con una estimación de $0.058922 + (3 \times 0.004209) = 0.0715$ grs.

Para la especificación de viscosidad, la cual está en función del tiempo que tarda en vaciarse la copa y en la temperatura a la que se realiza la prueba, se utilizaran las graficas relacionadas de la copa Viscor 1487 y 1487 AW-2. Estas serán el parámetro de aceptación o rechazo final del líquido para la extensión de su uso. Con este parámetro ya definido se toman 10 muestras de 10 barriles de cada mes para comprobar que el líquido comprado y usado actualmente se encuentre dentro de los límites de aceptación. La prueba se realizo cercano a los 75 °F, que es la temperatura a la cual el cuarto en donde se encuentra el equipo se mantiene. Esta prueba solo es para tener una visión de cómo está la calidad del líquido actual pero no para definir parámetros nuevos.

Fecha	Temperatura	Viscosidad	Fecha	Temperatura	Viscosidad	Fecha	Temperatura	Viscosidad
julio	72.1 °F	3.9 centistokes	agosto	73.3°F	3.8 centistokes	sept	72.7 °F	3.7 centistokes
julio	72.9 °F	4.0 centistokes	agosto	67.5°F	4.1 centistokes	sept	73.0°F	4.0 centistokes
julio	72.6 °F	4.2 centistokes	agosto	67.6°F	3.8 centistokes	sept	73.1°F	4.0 centistokes
julio	72.7 °F	3.9 centistokes	agosto	67.1°F	4.6 centistokes	sept	75.1°F	3.9 centistokes
julio	72.1 °F	4.1 centistokes	agosto	71.3°F	3.7 centistokes	sept	75.2°F	3.9 centistokes
julio	72.5 °F	4.3 centistokes	agosto	72.4°F	3.6 centistokes	sept	74.3°F	4.2 centistokes
julio	71.5 °F	3.8 centistokes	agosto	74.1°F	3.8 centistokes	sept	74.3°F	3.9 centistokes
julio	71.4°F	4.3 centistokes	agosto	74.3°F	4.0 centistokes	sept	73.9°F	3.8 centistokes
julio	69.4°F	3.9 centistokes	agosto	73.3°F	3.9 centistokes	sept	74.6°F	3.8 centistokes
julio	74.8°F	3.9 centistokes	agosto	73.8°F	3.8 centistokes	sept	74.5°F	4.0 centistokes

Fig. 17. Resultados de muestra de viscosidad de aceite nuevo

Todos los resultados se encuentran dentro de especificación. Los cual comprueba que el aceite que actualmente se usa esta dentro de tolerancia en el parámetro de Viscosidad. Estos datos llevados a la grafica final de viscosidad muestran que todos los datos caen dentro del rango de la pendiente de

desempeño de la viscosidad del aceite de calibración.

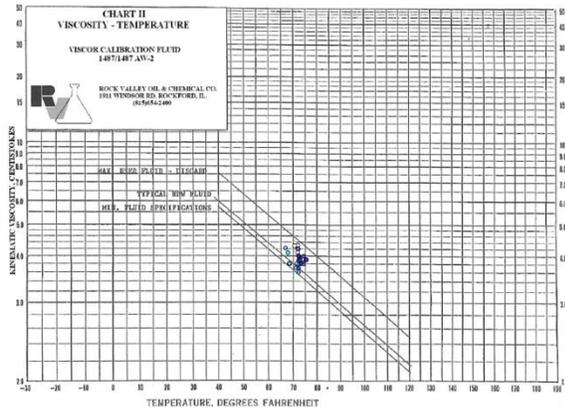


Fig. 18. Datos de viscosidad de muestras de aceite nuevo

Estos datos dan un panorama de donde se encuentra el líquido sin una tendencia definida.

Mediciones

Los cambios de aceite se realizan en forma general y programada cada mes. Se anexa un ejemplo de la programación de las maquinas donde se realizara el cambio de aceite. Los casos en donde procede el cambio de aceite son el siguiente. Cuando hay preventivo general y cuando solo se indique cambio de filtros(figura 19).

Reporte de Ordenes de Mantenimiento					<i>Fecha Inicial:</i> 13-sep-11		<i>Fecha Final:</i> 26-sep-11			
Num.Orden	Num. Maq.	Descripción de Maquina	Num. Rutina	Descripción de Rutina	F. programada	Frec	Tiempo	Num. Sup.	Ubicación:	Edo.
<i>Num. Supervisor:</i> CAPS										
142717	808	CARRITO ELEVADOR	C1644	CARRITO ELEVADOR	13-sep-11	28.00	0.00	CAPS	100	P
142859	979	HOIST NEUMATICO 300 LBS (C1819	HOIST NEUMATICO	13-sep-11	28.00		CAPS	0B	P
142716	826	AQUAMASTER	C1642	CAMBIOS DE FILTROS Y LIMPIEZA	14-sep-11	28.00	0.00	CAPS	100	P
142701	858	PROBADORA DE FUGAS	5000	PROBADORA DE FUGAS (MENSUAL)	15-sep-11	28.00	0.02	CAPS	110	P
142703	864	AVM MAQUINA DE PRUEBA(B	5035	AVM.	15-sep-11	56.00	4.00	CAPS	110	P
142858	977	HARTRIDGE BANCO	C1818	HARTRIDGE	16-sep-11	28.00		CAPS	0B	P
142885	828	CREST LAV. DE ULTRASONID	C1561	CREST	17-sep-11	28.00		CAPS	100	P
142833	828	CREST LAV. DE ULTRASONID	C1630	LIMPIEZA	17-sep-11	28.00		CAPS	100	P
142702	902	CABINA DE PINTURA BINKS	5005	CABINA DE PINTURA (MENSUAL)	17-sep-11	28.00	0.02	CAPS	120	P
142661	C031	FRESADORA SUPERMAX.	C0006	FRESADORAS BRIDGEPORT	17-sep-11	28.00	1.00	CAPS	0B	P

Fig. 19. Reporte de preventivos

El propósito de este proyecto no es describir el proceso de cómo se cambia sino evaluar el aceite a cambiar con los parámetros definidos

La permisibilidad de suciedad queda establecida en 0.0715grs por cada 500ml de

aceite y la viscosidad de acuerdo a la tabla de la Copa Viscor. De esta manera se tomo un muestra de 30 maquinas durante un mes y los resultados se muestran en la figura 20.

Num	Fecha	Realizado por	Area	Equipo/Maquina	Tamaño de Muestra (ml)	Peso inicial del filtro (gramos)	Peso despues de filtrado (gramos)	Peso Final (Nivel de Limpieza) <0.0715gr	Viscosidad de acuerdo a Tabla
1	01-sep-11	A. Gonzalez	CAPS	MAQ.968	500	0.0547	0.1278	0.0731	3.6 centistokes
2	01-sep-11	A. Gonzalez	CAPS	MAQ.862	500	0.0542	0.146	0.0913	3.9 centistokes
3	01-sep-11	A. Gonzalez	PT	MAQ.037	500	0.0542	0.0784	0.0242	3.6 centistokes
4	01-sep-11	A. Gonzalez	PT	MAQ.071	500	0.0548	0.1223	0.0675	3.7 centistokes
5	01-sep-11	A. Gonzalez	HD BOMBAS	MAQ.C060	500	0.0547	0.2114	0.1567	4.0 centistokes
6	01-sep-11	A. Gonzalez	HD BOMBAS	MAQ.C084	500	0.0541	0.1333	0.0792	3.8 centistokes
7	01-sep-11	A. Gonzalez	MD INYECTORES	MAQ.C210	500	0.054	0.1271	0.0731	3.7 centistokes
8	02-sep-11	A. Gonzalez	CAPS	MAQ.780	500	0.0548	0.1469	0.0921	3.7 centistokes
9	02-sep-11	A. Gonzalez	CELECT	MAQ.242	500	0.0545	0.1198	0.0653	3.7 centistokes
10	02-sep-11	A. Gonzalez	CELECT	MAQ.208	500	0.0547	0.1468	0.0921	3.9 centistokes
11	02-sep-11	A. Gonzalez	CELECT	MAQ.214	500	0.0542	0.1298	0.0756	3.9 centistokes
12	08-sep-11	A. Gonzalez	PT	MAQ.071	500	0.0537	0.1377	0.094	3.8 centistokes
13	08-sep-11	A. Gonzalez	CELECT	MAQ.220	500	0.0535	0.1417	0.0882	3.7 centistokes
14	09-sep-11	A. Gonzalez	CELECT	MAQ.242	500	0.0537	0.1279	0.0742	4.0 centistokes
15	09-sep-11	A. Gonzalez	MD BOMBAS	MAQ.C256	500	0.054	0.1224	0.0684	4.0 centistokes
16	09-sep-11	A. Gonzalez	MD BOMBAS	MAQ.C254	500	0.0533	0.1198	0.0685	3.9 centistokes
17	14-sep-11	A. Gonzalez	CELECT	MAQ.325	500	0.0536	0.1258	0.0722	3.9 centistokes
18	14-sep-11	A. Gonzalez	CELECT	MAQ.226	500	0.0535	0.1198	0.0663	4.2 centistokes
19	14-sep-11	A. Gonzalez	CELECT	MAQ.214	500	0.0542	0.1203	0.0661	4.1 centistokes
20	14-sep-11	A. Gonzalez	MD INYECTORES	MAQ.C208	500	0.0537	0.1255	0.0718	3.9 centistokes
21	14-sep-11	A. Gonzalez	MD INYECTORES	MAQ.C210	500	0.0542	0.1263	0.0721	3.8 centistokes
22	14-sep-11	A. Gonzalez	MD INYECTORES	MAQ.C214	500	0.0548	0.1297	0.0749	3.8 centistokes
23	15-sep-11	A. Gonzalez	CAPS	MAQ.864	500	0.055	0.1262	0.0712	4.0 centistokes
24	23-sep-11	A. Gonzalez	PT	MAQ.162	500	0.0528	0.1263	0.0735	3.7 centistokes
25	23-sep-11	A. Gonzalez	PT	MAQ.050	500	0.0526	0.1246	0.072	4.0 centistokes
26	23-sep-11	A. Gonzalez	HD BOMBAS	MAQ.C122	500	0.0536	0.1205	0.0669	3.8 centistokes
27	27-sep-11	A. Gonzalez	MD BOMBAS	MAQ.C1013	500	0.0538	0.129	0.0752	3.7 centistokes
28	30-sep-11	A. Gonzalez	HD BOMBAS	MAQ.C089	500	0.0557	0.1396	0.0839	3.8 centistokes
29	30-sep-11	A. Gonzalez	HD BOMBAS	MAQ.C1015	500	0.056	0.1096	0.0536	4.1 centistokes
30	01-oct-11	A. Gonzalez	MD BOMBAS	MAQ.C255	500	0.0556	0.1301	0.0745	3.7 centistokes

Fig. 20. Resultados de mediciones de aceite usado

El color rojo indica que la prueba de residuos sólidos no fue satisfactoria. En forma general la tabla muestra que hay un porcentaje aceptable de maquina en donde tanto la prueba de residuos sólidos como la de viscosidad fueron aceptadas

Análisis de Datos

De acuerdo a los datos recabados en las distintas pruebas ya en la maquinas de prueba se establece que del 100% de la

población tomada en un se encontró que en la prueba de residuos sólidos, 10 muestras de maquinas pueden ser consideradas como aceptable, lo cual representa un 33 porciento aceptable de la muestra. En cuanto a viscosidad se decidió a todas las muestras realizarles la prueba independientemente de que la prueba de residuos sólidos haya salido mal. Esto para determinar el nivel de desgaste del líquido real y como todo proceso de mejora, puede llegarse el momento de evaluar la necesidad de seguir con esta evaluación o

eliminarla en un futuro en caso de que la viscosidad en este periodo de tiempo no sea factor de influencia. Graficando los datos se

observa la siguiente distribución comparado con el límite de residuos sólidos

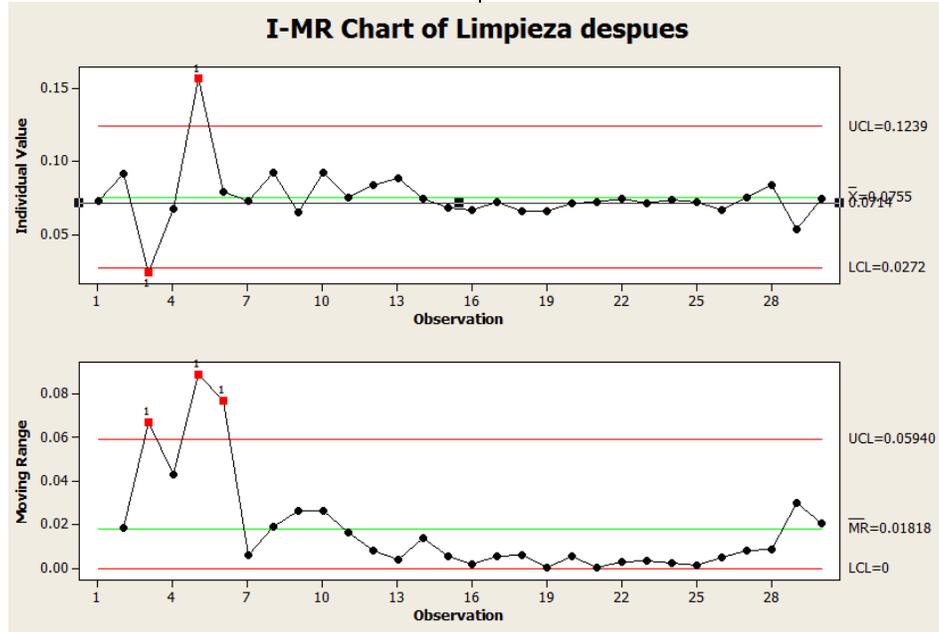


Fig. 20. Resultados de mediciones de aceite usado

Analizando la grafica es notorio que existieron 2 maquinas que el nivel de residuos sólidos salió muy bajo (maquina 037 de PT Inyectores) y muy alto (maquina C060 de HD Pumps). Se confirmo que la maquina 037 de PT se usa como maquina de soporte cuando alguna de las otras 3 maquinas fallan o está en preventivo. Esta claramente puede ser uno de factores que contribuyen a que el nivel de residuos sólidos este muy bajo. En cuanto a la máquina de C060, En esta área se tuvieron 4 días de tiempo extra de trabajo en un tercer turno debido a la demanda.

En cuanto a la prueba de viscosidad, las muestras se centran alrededor de los 3.6 y 4.0 centistokes, lo cual nos puede da un buen parámetro para comparar con el liquido original, el cual no se pretende eliminar en

este momento, pero da una vista previo de medias las muestras para conocer la tendencia del deterioro del liquido.

La viscosidad en liquido nuevo tiene en promedio 3.95 centistokes mientras que el promedio de la muestra después de ser usado 30 días es de 3.84 centistokes, mas sin embargo aun dentro de tolerancia. Igual analizando la dispersión de los datos se denota que la desviación de los mismos se incremento en un 35% ya que la desviación de las muestras iniciales es de 0.155 unidades y la desviación de las muestras de liquido usado es de 0.210. La decisión de incrementar el periodo de uso de liquido a partir de estos datos está limitado a una semana en los primeros 6 meses y volver a realizar el estudio para tratar de extender y esta semana

a dos y realizar análisis particulares de cada máquina. Este proceso entonces será un proceso vivo pues los ahorros estimados en este momento a partir del primer mes son visibles.

Pruebas Funcionales

Para establecer si la hipótesis de implementar parámetros calidad para el líquido de calibración asegurando no afectar el desempeño de producto es aceptada o rechazada se procederá a realizar pruebas de desempeño de inyectores al momento del cambio de aceite y volverlos a probar cuando se cumplan los 30 días.

Esta prueba se realizara al menos en un producto que este caso es el inyector Celect con numero de modelo #3076132, con un flujo de 365 ± 5 ccm (centímetros cúbicos por minutos), con una presión de entrada de 2400psi y un nivel de revoluciones por minutos de 600. La unidad de centímetros cúbicos por minutos es en extremo sensible puesto que detectar menos de una gota de

variación en una hora para un equipo es extremadamente necesario tener un equipo con alto grado de sensibilidad. De esta manera se tomaron 30 inyectores. El día 6 octubre se procedió a realizar la prueba de residuos sólidos y viscosidad como está establecido en la maquina 214 con un resultado de 0.0827grs y viscosidad en 3.9. Se procedió con el cambio aceite ya que el nivel de residuos sólidos se encuentra por arriba del límite en residuos sólidos. Una vez cambiado el aceite se procede a realizar las pruebas funcionales de los inyectores. Pasados los 30 días de operación de la maquina se le vuelve a realizar la prueba de residuos sólidos y viscosidad en una muestra de 500ml como se encuentra establecido, están pruebas proveen datos de residuos en 0.0465grs y un nivel de viscosidad en 3.8 centistokes. Con el resultado positivo se procede a realizar una segunda prueba de los mismos inyectores que se probaron a inicio del mes con el fin de estimar si existe alguna variación en a medias de hace un mes.

Al cambio de Aceite				30 dias despues			
Iny	Flujo	Iny	Flujo	Iny	Flujo	Iny	Flujo
1	365.1	16	365.4	1	365.2	16	365.4
2	366.3	17	366.9	2	366.1	17	366.8
3	365.5	18	365.3	3	365.3	18	365.3
4	364.5	19	365.8	4	364.7	19	365.9
5	365.3	20	365	5	365.4	20	365
6	363.7	21	364.2	6	363.9	21	364.1
7	365.2	22	365.3	7	365	22	365.4
8	367.2	23	364.1	8	367.3	23	364.3
9	365.7	24	365.5	9	365.3	24	365.4
10	365	25	365.3	10	365.1	25	365.3
11	366	26	365.4	11	365.9	26	365.3
12	365.4	27	365.5	12	365.2	27	365.6
13	365.5	28	365.5	13	365.4	28	365.5
14	365.1	29	365.6	14	365.2	29	365.3
15	363.9	30	365.6	15	363.7	30	365.4

Fig. 21. Resultados funcionales al cambio de aceite y después de 30 días

Para determinar el efecto al cabo de 30 días se procede a realizar una prueba de medias. Esta prueba es una prueba T Pareada.

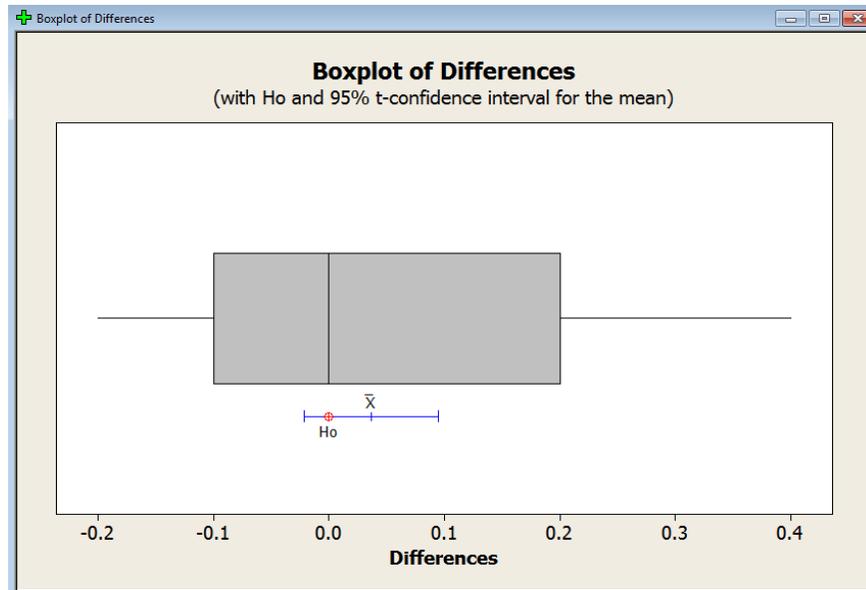


Fig. 22. Prueba T pareada de medidas de prueba funcional

Arrojando como resultado una media para los 30 inyectores inmediatamente después del cambio de aceite de 365.3 ccm y una media de 365.2 para los mismo inyectores al cabo de 30 días de operación de la maquina. Con un valor de P-Value de 0.209 se determina claramente que las medias estimadas son iguales y que el aceite no es factor para el desempeño en este momento. Esto genera certidumbre a la compañía de implementar este proceso con la confiabilidad de no afectar el desempeño del producto. Se establece por consiguiente incrementar

el uso de la maquina en la validación de inyectores en una semana más con el mismo aceite.

Documentación

Una vez llevado a cabo el proceso durante aproximadamente 1 mes se vieron los detalles y se pulió el proceso para documentarlo en una instrucción de trabajo adecuada, así como la generación de los formatos que se deberán de usar. La instrucción quedo establecida en la instrucción de 1600-410-001-01

THIS DOCUMENT CONTAINS CONFIDENTIAL INFORMATION. Its use is restricted to employees with a need to know and third parties with a need to know and who have signed a non-disclosure agreement.

 Work Instruction		
Title: Instrucción de trabajo para Pruebas de Millipore y Viscosidad Para aceite de Calibración		WI Number: 1600-410-001-01 Revision: 1
Department: Quality	This document has been edited by: David Morales <i>Modified Document</i>	
Area: Quality		
Type of Document: Quality Work Instructions		Retention Period: 3 - Year(s) Review Period: 728 Days
Standard Element: TS 16949:2009 - 8.2 Monitoring and Measurement		

1.0 Purpose:

Este procedimiento describe el método y los límites de aceptación para pruebas de limpieza (Millipore) y viscosidad del aceite de calibración Viscor 1487.

2.0 Scope:

Este procedimiento aplica a todas las áreas de producto que utilicen aceite de calibración en sus operaciones cotidianas.

Fig. 23. Portada de instrucción de prueba

El formato a utilizar es para registrar las lecturas tomadas será el Formato F1600-410-001-03

Resultados de prueba de limpieza (millipore) para aceite de Calibracion			
Area:	Maquina:	Fecha:	Inspector:
Tamaño de muestra: _____	Temperatura _____	<i>Pegue el filtro con el resultado final aqui</i>	
Especificacion de peso: <u>0.0714grs</u>	Viscosidad _____		
A Peso de filtro antes de la muestra: _____ Gramos			
B Peso de filtro despues de la muestra: _____ Gramos			
(B-A) Peso total de contaminación: _____ Gramos			
Pasa <input type="checkbox"/>	No pasa <input type="checkbox"/>		

Fig. 24. Formato de registro de prueba

En esto la implementación se da al momento de la liberación de las pruebas de desempeño. Esta pruebas marcar

Costos Finales

El costo de los ahorros estimados de acuerdo a la primera muestra se vio que el 33% de las evaluaciones fueron positivas, De esta manera si se estima un total de 130 maquinas que estarán bajo este proceso y el

33% de estas maquinas será aumentado una semana el uso del aceite.

Maquinas	semanas trabajadas por mes	Semanas mensuales
130	4	520
33%	43	8.3%

Fig. 25. Semanas incrementadas en uso de aceite

Si este 8.3% se aplica al costo anual por compra y disposición de aceite de 350,00 dólares americanos, el ahorro sería de 29,129 dls.

CONCLUSIONES

El objetivo inicial del proyecto aquí mostrado era establecer parámetros de evaluación de la calidad del aceite calibración con el fin de determinar si el aceite puede seguir siendo utilizado o realmente necesita ser cambiado al cabo de 30 días. Estos parámetros fueron establecidos como opción inicial planteada en la hipótesis única en la cual se establece que se busca no afectar el desempeño del producto final cuando se establezcan estos parámetros. Durante el desarrollo del proyecto se vio que la selección de estos dos parámetros fueron adecuados al comprobar que no existió influencia en el flujo después de comprobar que el aceite mantenía cierto nivel de calidad a los 30 días. Así no fue necesario establecer otras alternativas de evaluación pues la alternativa inicial fue efectiva. Con los resultados de la funcionalidad de los inyectores después de haber pasado por la una

prueba estadística de medias se asumen que no existe cambio en el desempeño al transcurrir las 30 días de uso. Es por tanto la hipótesis planteada al inicio aceptada. Sin embargo la meta inicial del 10% no se cumple porque se encuentra un 8.3%. Esto en términos económicos aun representa alrededor de 29,000 dólares americanos extendiendo una sola semana el uso del aceite.

REFERENCIAS

De Castro, M. (2002). Gestión Electrónica de la Inyección Diesel, Ediciones Ceac, pp34-39

De Parres, J. L. (1966). Maquinas Hidráulicas, 4ta Edición, UNAM, pp 219-240.

Galán, J. L. Sistemas de Unidades Físicas. 1ra. Edición. Editorial Reverte. Merle C. Potter, David C. Mecánica de Materiales, 4ta. Edición. Editorial Prentice Hall, Wiggert, Pag 32-45

Portillo, D. (1998). Hidráulica y su Aplicación, 1ra. Edición, Principios de Hidráulica, CAST- CONALEP, pp 3-12, 35-44.

Robert Bosch Co. (2005). Sistema de Inyección Diesel por Acumulador Common Rail. Edición 2005, Conocimientos Técnicos de Automoción. Pag 23-29.