

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**“IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA AL
PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO DE LAS
SUSPENSIONES DEL CAMIÓN CAT 793C PARA
REDUCIR EL TIEMPO EN UN 40%”**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO**

ERNESTO CALDERÓN AGUIRRE

PROMOCION 2002-II

LIMA-PERU

2012

El presente informe está dedicado a Dios, mi esposa Dina Barrientos, mis hijos José Ernesto, Luis Martín y Juan Pablo, mi madre Narda, mi padre Ladislao que está en el cielo, mi abuela María, mis hermanos José Luis, Magally, Santiago y a todas las personas que contribuyeron con mi aprendizaje en el desarrollo profesional.

CONTENIDO

Prologo	1
Capítulo I	
Introducción	2
1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Objetivo General.....	4
1.3 Objetivo Especifico.....	4
1.4 Justificación.....	5
1.4.1 Académica.....	5
1.4.2 Tecnológica.....	6
1.4.3 Productiva.....	6
1.5 Alcance.....	6
1.6 Limitaciones.....	6
Capítulo II	
Descripción del Camión 793C y del Proceso de Mantenimiento de las suspensiones	8
2.1 El Camión 793C.....	8
2.2 Descripción del Funcionamiento de las Suspensiones.....	10
2.2.1 Operación del Cilindro de Suspensión.....	10
2.2.1.1 Cilindro de Suspensión Delantero.....	13
2.2.1.2 Cilindro de Suspensión Posterior.....	14
2.3 Descripción del Proceso de Mantenimiento Mina.....	15
2.4 Descripción del Proceso de Mantenimiento de las Suspensiones.....	16
2.4.1 Inspección Visual.....	17

2.4.1.1	Inspección del Cilindro de Suspensión Delantero.....	18
2.4.1.2	Inspección del Cilindro de Suspensión Posterior.....	22
2.4.2	Procedimiento Estándar de trabajo (PST).....	25

Capítulo III

Identificación del Problema y determinación de la Hipótesis de Trabajo.....		26
3.1	Identificación del Problema.....	26
3.2	Hipótesis de Trabajo.....	29
3.2.1	Herramientas, facilidades y accesorios.....	31
3.2.2	Procedimiento Standard de Trabajo (PST).....	33
3.2.3	Entrenamiento.....	34

Capítulo IV

Marco Teórico a Usar.....		35
4.1	Sistemas Hidráulicos.....	35
4.1.1	Ley de Pascal.....	36
4.2	Propiedades mecánicas de los aceros.....	38
4.2.1	Comportamiento mecánico en tensión.....	38
4.2.2	Comportamiento mecánico de recipientes de pared gruesa sometido a presión interna.....	41
4.3	Entrenamiento por competencias.....	43
4.3.1	Importancia.....	44
4.3.2	Beneficios de la capacitación.....	44
4.3.3	Diseño de planes y programas de capacitación.....	45
4.3.4	Plan de capacitación.....	46
4.3.5	Conducción del programa de capacitación.....	46

4.3.6	Evaluación del programa de capacitación.....	47
4.4	Diagrama causa – efecto.....	47
4.4.1	Utilización.....	47
4.4.2	Ventajas.....	48
4.4.3	Consejos para la construcción del diagrama.....	49
4.5	Diagrama de medios y Fines.....	49
4.5.1	Cuando usarlo.....	49
4.5.2	Como usarlo.....	50
4.5.3	Que precauciones tener.....	52
4.5.4	Como compruebo la validez del diagrama.....	52
4.5.5	Ventajas graficas.....	53
4.6	Calculo del caudal.....	54
4.6.1	Caudalimetro.....	54

Capítulo V

	Desarrollo de la Solución del Problema.....	55
5.1	Diagrama de Medios-Fines.....	55
5.2	Configuración de las mejoras.....	56
5.2.1	Herramientas, facilidades y accesorios.....	56
5.2.1.1	Herramientas.....	57
5.2.1.2	Facilidades.....	58
5.2.1.3	Accesorios.....	59
5.2.1.3.1	Diseño y fabricación del múltiple de dos tomas.....	59
5.2.1.3.1.1	Prototipo N°1.....	60
5.2.1.3.1.2	Prototipo N°2.....	62
5.2.1.3.1.3	Prototipo N°3.....	64

5.2.2	Procedimiento estándar de trabajo (PST).....	66
5.2.3	Entrenamiento.....	67
5.2.3.1	Actitud.....	67
5.2.3.2	Conocimientos.....	69
5.2.3.3	Habilidad.....	70
5.3	Implementación de las tres mejoras.....	70
5.4	Comprobaciones preliminares.....	71
5.4.1	Diseño y fabricación del banco de pruebas.....	71
5.4.1.2	Diseño del sistema hidráulico.....	71
5.4.1.2	Diseño y fabricación del cilindro.....	72
5.4.1.3	Diseño y fabricación del coche.....	74
5.4.1.4	Ensamble del banco de pruebas.....	75
5.4.2	Prueba de caudal.....	76
5.4.3	Prueba de hermeticidad.....	77
5.5	Comprobaciones finales.....	78
5.6	Estimado de Costo.....	79
5.6.1	Herramientas, accesorios y facilidades.....	80
5.6.2	Procedimiento de trabajo (PST).....	81
5.6.3	Entrenamiento.....	82
5.6.3.1	Charlas.....	82
5.6.3.2	Teórico (conocimientos).....	83
5.6.3.3	Practico (Habilidad).....	84
5.6.4	Resumen de costos de implementación.....	84
5.6.5	Recuperación de la inversión.....	85
5.7	Plan de Ejecución.....	86

Capítulo VI

Conclusiones	92
Recomendaciones	94
Bibliografía	95
Planos	96
Anexos	103

PROLOGO

El informe contiene la metodología para poder implementar cualquier mejora en la ejecución de procesos de mantenimiento en la industria y la minería, se estructura de la siguiente forma; Capítulo I, contiene las razones por lo cual se elaboró dicho informe, los antecedentes, objetivos, alcance y las limitaciones. Capítulo II contiene la descripción del camión, el sistema y el proceso de mantenimiento de las suspensiones al cual está enfocada dicha mejora. En el Capítulo III, se identifica el problema dentro del proceso de mantenimiento de las suspensiones y se plantea la hipótesis en función a la identificación del problema. El Capítulo IV contiene las teorías aplicadas para el desarrollo de este informe. En el Capítulo V se desarrolla la solución del problema identificado en el Capítulo III, mediante un análisis estructurado y lógico para lo cual emplearemos el diagrama de medios y fines descrito en el Capítulo IV con lo cual se identifican tres aspectos de mejora e implementación. El Capítulo VI contiene las conclusiones del informe y al final tenemos las recomendaciones, bibliografía, planos y anexos que espero sea de su completa satisfacción.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El presente informe tiene como finalidad determinar las causas que hacen que el mantenimiento del sistema de suspensión del camión CAT 793C sea muy lento en la operación minera de la cual se hará el estudio, con este fin analizaremos el problema mediante la metodología de tormenta de ideas, diagrama causa-efecto y medios-fines, con el propósito de que se realice correctamente y el tiempo de su ejecución no sea muy largo (alrededor de 15 horas por las 4 suspensiones), de esta forma evitar tener retrabajos que hacen que los costos se eleven de forma exponencial. Para lo cual se identifican tres aspectos de mejora, los que se trataran en este informe.

1.1 Antecedentes

Se tiene actualmente muchos problemas por daño al chasis de los camiones CAT 793C y constante malestar de los operadores debido a golpes causados por el mal estado de las suspensiones.

HORAS DE CAMIÓN PARADO EN OPERACIONES POR PROBLEMAS DE SUSPENSIONES			
AÑO	MES	HORAS DE PARADA	COSTO EN DOLARES
2011	noviembre	261.52	\$ 75,949
2011	diciembre	191.13	\$ 55,507
2012	enero	254.05	\$ 73,780
2012	febrero	155.58	\$ 45,183
2012	marzo	334.83	\$ 97,239
TOTAL ACUMULADO		1197.11	\$ 347,657.13
PROMEDIO/MES		239.42	\$ 69,531.43

Tabla 1.1 Horas de camión parado por temas de suspensiones.

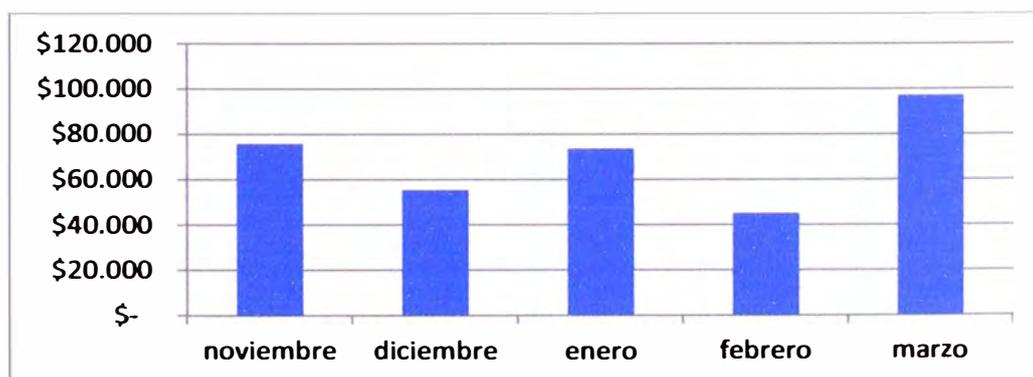


Figura 1.2 Costo por mes de paradas de camión por temas de suspensión.

Como podemos observar en la Tabla 1.1 en el mes de marzo, tenemos un total de 334.83 horas de camión parado, que merece una adecuada atención puesto que si consideramos que la hora de camión parado equivale a 290.41 dólares (Ver Tabla 1.3), tenemos en promedio por mes por paradas

de camión por temas de suspensión de 69,531 dólares y un costo acumulado de 347,657 dólares por los 5 meses de data histórica.

US\$ / HORA DE CAMIÓN CAT 793C PARADO AÑO 2011					
ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	AÑO
\$ 278.33	\$ 317.05	\$ 290.44	\$ 288.57	\$ 281.17	\$ 290.41

Tabla 1.3 Costo en dólares por hora de camión parado.



Figura 1.4 Costo en dólares por hora de camión parado.

1.2 Objetivo General

- Mejorar el proceso de mantenimiento de las suspensiones del camión CAT 793C respecto a:
 - Herramientas, accesorios y facilidades.
 - Procedimiento estándar de trabajo.
 - Entrenamiento

1.3 Objetivo Específico

- Asegurar que el área de trabajo cuente con todas las facilidades para el desarrollo correcto del mantenimiento de las suspensiones.
- Modificar el procedimiento estándar de trabajo en la parte de lavado y carga de aceite de las suspensiones.

- Elaborar y ejecutar un plan de entrenamiento global enfocado en competencias.

1.4 Justificación

1.4.1 Académica:

Porque se explica la manera de mejorar el proceso de mantenimiento de las suspensiones de los camiones CAT 793C de una forma racional, eficaz y eficiente, con criterios muy bien definidos, con lógica, homogénea y coherente. Para este fin utilizaremos metodologías establecidas para la identificación de los puntos de mejora, como es tormenta de ideas, diagrama causa-efecto de Ishikawa y el diagrama de medios-fines que se detallan en el capítulo 4.4 y 4.5 del presente informe.

1.4.2 Tecnológica:

Porque se desarrollan mejoras al proceso de mantenimiento, con la implementación de mejoras sustanciales, con tecnología local como es el diseño y fabricación de un múltiple de dos tomas y un banco de pruebas para dicho múltiple, donde se evalúan las pérdidas hidráulicas y presiones de trabajo.

También se emplea procedimientos de cálculo de resistencia mecánica para el diseño y software que aplica el método de elementos finitos.

Mejora al procedimiento de trabajo y entrenamiento basado en competencias, que ayudan a producir mayor valor agregado a dicho procedimiento de trabajo.

1.4.3 Productiva:

Porque se acortan los tiempos de mantenimiento, se realiza correctamente y se evitan los retrabajos, aumentando la disponibilidad de dichos camiones, de esta forma se alcanzan producciones mayores que generan mayores utilidades.

1.5 Alcance

Se tiene como alcance la mejora al proceso de mantenimiento de las suspensiones de 35 camiones CAT 793C (Ver Capítulo 2.3), el cual se desarrolla en el área de mantenimiento de una mina de oro a tajo abierto al norte del Perú. En dicha mejora está involucrada toda la jerarquía funcional del área como son la jefatura, supervisores y técnicos, luego de implementar las mejoras, tanto en el procedimiento, entrenamiento teórico, entrenamiento práctico, facilidades en taller y accesorios, se quiere lograr concientizar en la importancia de este sistema en el camión y las buenas prácticas de mantenimiento.

1.6 Limitaciones

Esta dada por las limitaciones encontradas en el uso de las herramientas de medición (tolerancias y rangos de medidas), hardware, software, transporte, recurso humano (personal con el cual trabajaremos), comunicaciones, teorías y normas técnicas, utilizados en la elaboración de este informe, como son:

Hardware

- Diseño y fabricación de un múltiple de dos tomas, que facilitara el mantenimiento de las suspensiones.
- Diseño y fabricación del banco de pruebas hidráulico, donde se realizaran las pruebas de hermeticidad y de perdidas hidráulicas del múltiple.
- Computadora, herramienta empleada para utilizar el respectivo software de aplicación.
- Impresora de inyección de tinta.

Software

- Autodesk Inventor Profesional, empleado para dibujo en 3D y análisis por elementos finitos de los modelos diseñados.
- Auto Cad, empleado para el dibujo en 2D.
- Office
- Microsoft Project
- WBS Chart Pro

Medición

- Caudalimetro (0-5L/min)
- Termómetro (0-150°C)
- Manómetros (0-2000psi)

Transporte

- Camioneta, medio de transporte en mina.

Recursos humanos

- Supervisores (8 sup)
- Técnicos (60 mec)

Comunicación

- Teléfonos celulares
- Equipo de radio, para la comunicación en mina.

Teorías

- Entrenamiento por competencias.
- Calculo de resistencia mecánica.
- Diagramas de causa – efecto y medios-fines.
- Sistemas hidráulicos.

Normas Técnicas

- Manuales Caterpillar

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DEL CAMIÓN 793C Y DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO DE LAS SUSPENSIONES

2.1 El Camión 793C

En la actualidad, la necesidad de acarrear material para labores de minería se hace más predominante, por este motivo se requieren camiones cada vez de mayores capacidades de carga, como la versión que se presenta en este informe (Ver Figura 2.1, 2.2 y 2.3).

MOTOR: 3516B TA
POTENCIA: 2300HP / 2166HP
PESO VACIO: 113,513 kg *
* El peso de la tolva puede variar de 21,795 kg a 54,431 kg
PESO CARGADO: 376.488 kg
CAPACIDAD: 218TM / 240TON
MEDIDAS:
LARGO: 12.86 m
ANCHO: 7.41 m
ALTURA: 6.43 m
DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA POR EJE
VACIO:
FRONTALES: 47.0%
POSTERIORES: 53.0%
CARGADO:
FRONTALES: 33.6%
POSTERIORES: 66.4%



VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO: 53.6 km/h
NEUMATICOS: 40.00 R57

Figura 2.1 Especificaciones técnicas del camión



Figura 2.2 Vista del camión de frente



Figura 2.3 Vista del camión de costado

El camión está constituido por varios sistemas como son:

Sistema de motor, sistema de transmisión, sistema de levante, sistema de frenos, sistema de dirección y **sistema de suspensión**.

Detallamos a continuación el sistema de suspensión que analizaremos en este informe.

2.2 Descripción del Funcionamiento de las Suspensiones

El sistema de suspensión de los camiones CAT 793C, consiste en cuatro cilindros cargados con aceite y nitrógeno. Cuando está cargado con la cantidad correcta, el sistema de suspensión proveerá una marcha suave para el chasis y el operador (Ver Figura 2.4). El sistema de suspensión, es una parte importante del sistema de monitoreo de carga útil del camión, por lo tanto la carga del cilindro debe ser la correcta para que el sistema funcione de la forma para lo cual fue diseñado.

2.2.1 Operación del Cilindro de Suspensión

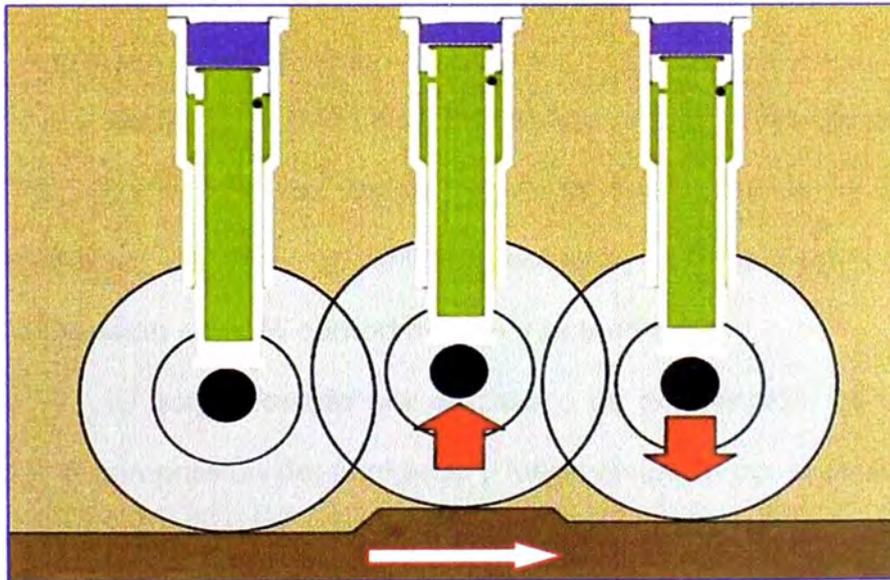


Figura 2.4 Accionamiento de la suspensión

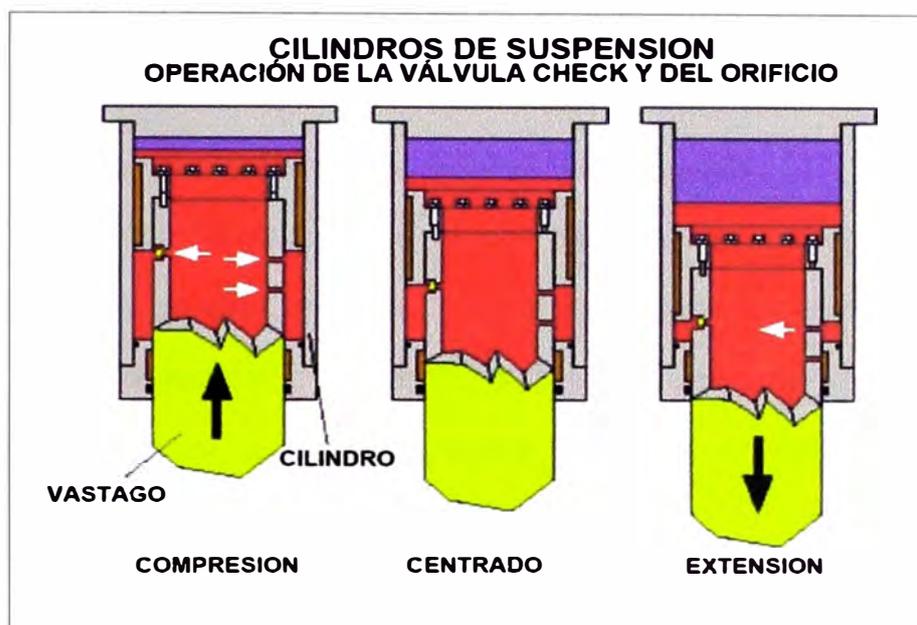


Figura 2.5 Vista en corte de la suspensión

Se muestra una vista seccionada de un cilindro de suspensión (Ver Figura 2.5), en donde se ve la operación de la válvula de retención de bola y orificio restrictor, cuando un cilindro de suspensión se está comprimiendo y extendiendo.

El golpe sentido por el cilindro de suspensión, es controlado por la compresión del nitrógeno y luego disipado por la proporción del flujo de aceite a través de orificios de la válvula de retención de bola. Cuando se siente un golpe, la rueda se mueve hacia arriba lo que causa que el vástago también se mueva hacia arriba en la carcasa.

El movimiento hacia arriba del vástago comprime al nitrógeno. La compresión del nitrógeno mueve el aceite desde la cámara dentro del vástago a través de orificios y de la válvula de retención de bola hacia la cavidad entre el vástago y la carcasa. El aceite en movimiento a través de la válvula de retención y los orificios restringe el movimiento del vástago.

Cuando se disipa el golpe, la acción del cilindro de suspensión se invierte. El peso de la rueda y el eje mas la presión del nitrógeno mueve el vástago hacia fuera de la carcasa.

Cuando el vástago se mueve hacia abajo, el volumen de aceite en la cavidad entre el vástago y la carcasa disminuye y el aceite es comprimido. El aceite a presión cierra la válvula de retención de bola. El aceite debe fluir a través de orificios hacia la cámara dentro del vástago.

Al cerrarse la válvula de retención de bola, durante la extensión del cilindro se provee una proporción variable de la amortiguación de la suspensión. Los cilindros se pueden comprimir a una razón más rápida de lo que se pueden extender. Disminuyendo la extensión del cilindro se previene a las ruedas de ser empujadas rápidamente hacia el suelo causando un “andar” áspero.

A medida que el vástago se mueve hacia abajo, el orificio inferior se cierra y el flujo de aceite disminuye. (Los cilindros de suspensión traseros tienen un solo orificio). El otro orificio es lentamente cerrado mientras el vástago se mueve hacia abajo, lo que nuevamente disminuye la cantidad de flujo de aceite.

El cierre de los orificios previene que el vástago contacte el fondo del cilindro (cilindros de suspensión delanteros) o el fondo de la carcasa (cilindros de suspensión traseros), golpeándolos.

2.2.1.1 Cilindro de Suspensión Delantero

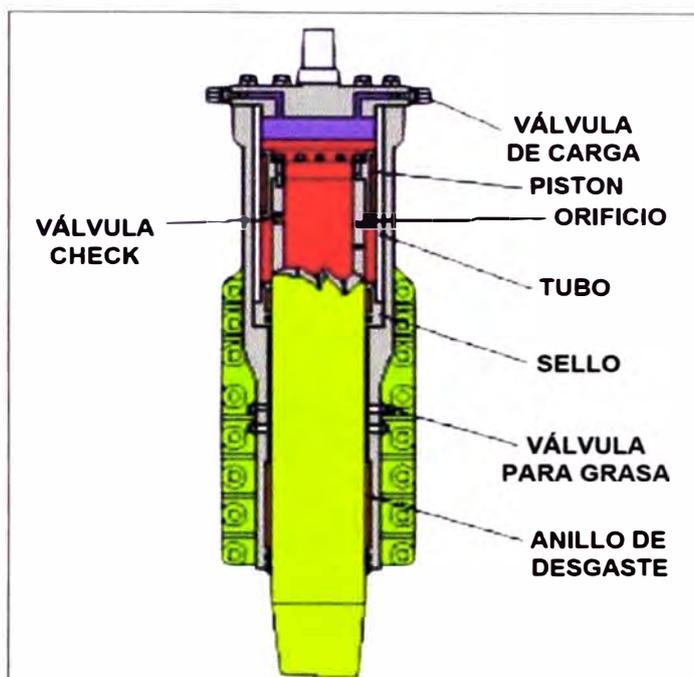


Figura 2.6 Vista de la suspensión delantera

Se muestra una vista en corte del cilindro de suspensión delantero (Ver Figura 2.6), la operación de los cilindros de suspensión delanteros es la misma en todos los camiones.

Todos los cilindros de suspensión delanteros tienen tres anillos de desgaste cada uno: en el pistón, en la camisa guía y en la carcasa del cilindro.

Todos los cilindros de suspensión delanteros también tienen una válvula de retención de bola y dos orificios.

Una mancha negra/azul en el cromo del cilindro de suspensión puede ser causada por el calor producto de la fricción entre la barra y la banda de desgaste baja. La mancha puede ser pulida y no afecta la vida útil del cilindro de suspensión. Eventualmente la banda de

desgaste se saturara con aceite y grasa y la fricción y el manchado disminuirán.

2.2.1.2 Cilindro de Suspensión Posterior

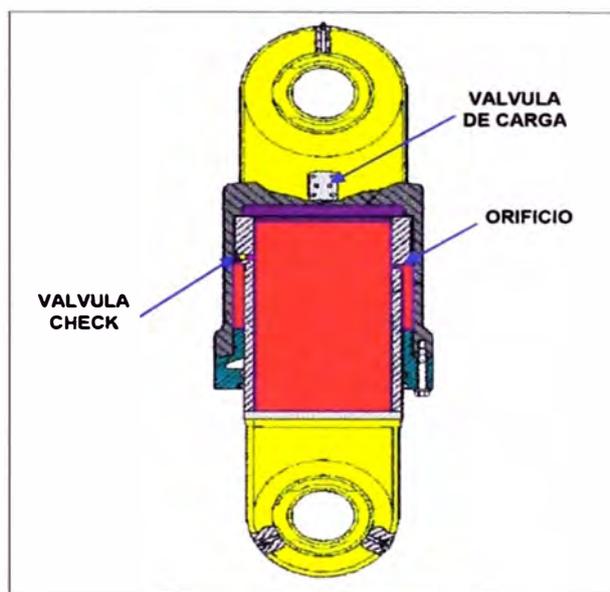


Figura 2.7 Vista de la suspensión posterior

Se muestra una vista seccionada de un cilindro de suspensión trasero (Ver Figura 2.7), los cilindros de la suspensión trasera son básicamente los mismos en todos los camiones con la excepción que algunos son más grandes y algunos son invertidos (Vástago por encima). La operación de los cilindros de suspensión traseros es la misma en todos los camiones.

Los cilindros de suspensión traseros tienen un anillo de desgaste en el pistón, una válvula de retención de bola y un orificio.

NOTA: los cilindros de suspensión más antiguos tenían un pistón que estaba apernado con el vástago. Todos los camiones ahora tienen un pistón de una pieza con el vástago.

2.3 Descripción del Proceso de Mantenimiento Mina

El proceso de mantenimiento mina esta descrito en el diagrama de flujo de la Figura 2.8, el cual inicia con la generación de backlogs que son los trabajos identificados por los inspectores, los cuales se suman con los trabajos planificados semanal y diariamente. El objeto de estudio dentro del proceso se encuentra en la ejecución del trabajo y en particular del proceso de mantenimiento de las suspensiones, que detallaremos en este informe.

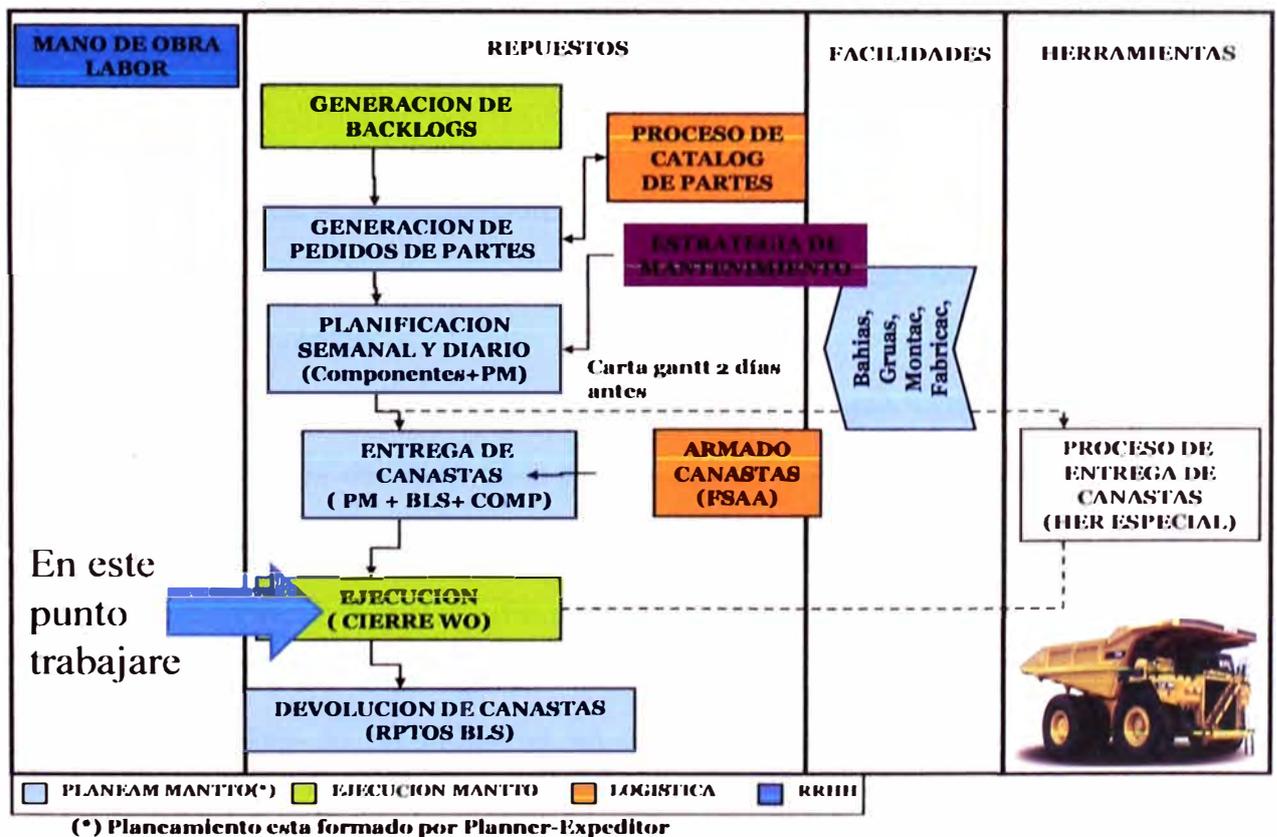


Figura 2.8 Diagrama de flujo del proceso de mantenimiento mina

2.4 Descripción del Proceso de Mantenimiento de las Suspensiones

Se recomienda hacer servicio de mantenimiento al cilindro de suspensión cuando se detecte cualquiera de las siguientes condiciones:

- Se muestre un código de falla en el Sistema de Administración de Información Vital (VIMS) si el cilindro de suspensión se comprime totalmente.
- El cilindro de suspensión muestra indicios de fugas.
- El peso del camión cambia a más de 22 241 N (2270 kg).
- La amortiguación es brusca o los montantes de refuerzo están a plena extensión cuando el camión está vacío.
- Las presiones del cilindro de suspensión varían 345kPa (50 lb/pulg²) o más en comparación con el otro lado cuando el camión está vacío. Vea "Preparación de la máquina" Compare la parte delantera izquierda con la parte delantera derecha y la parte trasera izquierda con la parte trasera derecha. No compare la parte delantera con la parte trasera.
- La altura de la amortiguación de cada cilindro no está dentro de ± 13 mm ($\pm 0,5$ pulg) de la altura estimada de ese vehículo. Esto es sólo para una referencia rápida.
- Estos números sólo se deben utilizar si no hay ningún registro anterior de las longitudes de altura de la amortiguación. Utilice los datos registrados de otros camiones similares para cargar los cilindros de suspensión, si esos datos están disponibles.

En el análisis de un problema en cilindros de suspensión, cada cilindro opera como una unidad separada. También tomar en cuenta, cuando el cilindro trasero izquierdo está bajo, el cilindro delantero derecho estará alto,

debido al cambio en la distribución del peso de la máquina. Las mismas condiciones existen para el cilindro trasero derecho y el cilindro delantero izquierdo.

2.4.1 Inspección Visual

El primer paso que se debe seguir para analizar un problema es una inspección visual de cada cilindro de suspensión. Asegúrese de que la máquina esté sobre un terreno horizontal. Haga la inspección con el motor apagado y la máquina vacía.

Compruebe cada cilindro de suspensión para ver si hay fugas de aceite alrededor de los sellos y de las válvulas de carga.

Compruebe cada cilindro de suspensión para ver si hay fugas de nitrógeno. Una fuga de nitrógeno es difícil de detectar. Se puede utilizar una solución de agua y jabón para encontrar las fugas. Asegúrese de que no existan fugas alrededor del cuerpo de la válvula. Asegúrese de que las tapas de las válvulas estén en su lugar y apretadas al par correcto.

Compruebe para ver si hay fugas en los sellos anulares ubicados debajo del múltiple y debajo del sensor de presión. Compruebe para ver si hay fugas en los sellos anulares ubicados debajo de las planchas de protección que están en la cabeza. Estas planchas de protección cubren algunos pernos de la cabeza para evitar que se desinstale la cabeza cuando haya presión en el cilindro de suspensión.



Figura 2.9 Suspensión delantera derecha

2.4.1.1 Inspección del Cilindro de Suspensión Delantero

Cada rueda delantera es sostenida, por un cilindro de suspensión óleo-neumática (Ver Figura 2.9). Los cilindros proveen una marcha suave controlando golpes en las ruedas delanteras durante la operación.

Los cilindros de suspensión delanteros son el pivote de la dirección para el mecanismo de dirección. El montaje del marco para los cilindros de suspensión delanteros esta también diseñado con un ligero ángulo de inclinación para proveer las características correctas de dirección.

Los cilindros de suspensión deben ser verificados diariamente por cualquier signo de filtración, daño estructural y la carga correcta de aceite / nitrógeno.

Una mancha negra/azul en el cromo del cilindro de suspensión puede ser causada por el calor de la fricción entre la barra y la banda de desgaste baja. La mancha puede ser pulida y no afecta la vida útil del cilindro de suspensión. Eventualmente la banda de desgaste se saturara con aceite y grasa y la manchado disminuirán.

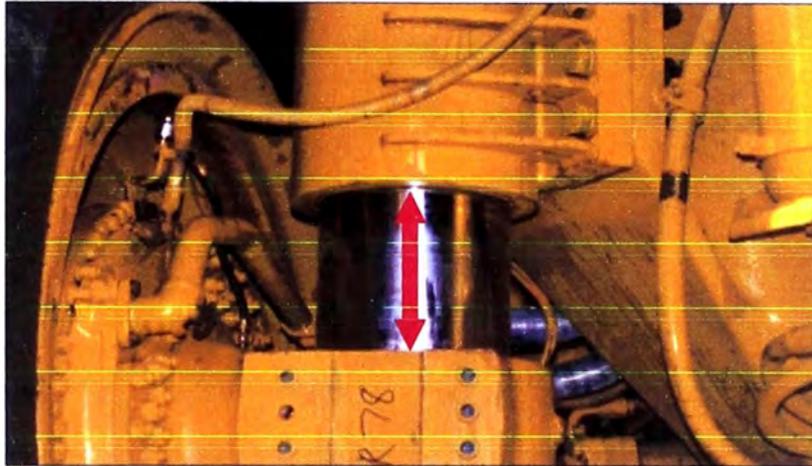


Figura 2.10 Medida de la altura de la suspensión

La altura de la suspensión (cromo expuesto) de los cilindros delanteros (Ver Figura 2.10), debe ser siempre verificado cuando la maquina sea conducida a una detención suave, sin frenar, en suelo plano. La altura de la suspensión de los cilindros delanteros variara de una maquina a otra dependiendo de la cantidad de combustible o de cuanto material externo este adherido a la máquina.

El cilindro delantero izquierdo generalmente mostrara menos cromo expuesto que el cilindro delantero derecho debido al peso de la cabina. No añada nitrógeno adicional como compensación al peso de la cabina. El añadir demasiado nitrógeno implicara un “andar” brusco.

Para administrar la condición de carga del cilindro de suspensión delantero, mida y registre la longitud de cromo expuesto de ambos cilindros de la suspensión delantera después que hayan sido cargados apropiadamente. La dimensión medida debería ser usada entonces como referencia cuando se inspeccione la condición de carga del cilindro de suspensión.

Otro método de controlar la condición de carga de los cilindros de suspensión delanteros es observar la porción de cromo del vástago. Después que el camión es cargado apropiadamente, opérelo por varios ciclos de carga. Mida y registre la extensión del sector cromado del vástago (Ver Figura 2.10). La dimensión medida debería ser usada como referencia cuando se inspeccione la condición de carga del cilindro de suspensión delantero.



Figura 2.11 Válvula de carga y descarga de nitrógeno

La válvula de carga (Flecha de la Figura 2.11) es el lugar donde comúnmente se producen fugas de nitrógeno. Siempre verifique las válvulas de carga y todas las juntas alrededor de la cabeza del cilindro por fugas de nitrógeno con una solución de agua y jabón.

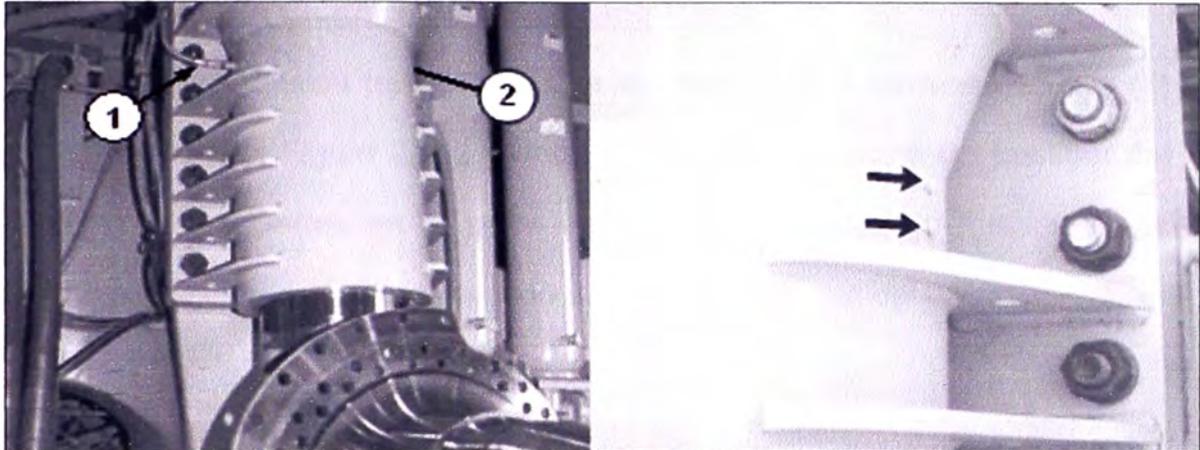


Figura 2.12 Línea de engrase (1), Válvulas de alivio de grasa (2)

La carcasa del cilindro tiene una graseira (1) y dos válvulas de alivio (2) (Ver Figura 2.11). Engrase lentamente el cilindro de suspensión delantero con una pistola manual de engrasado para prevenir forzar los sellos bajos, de la carcasa del cilindro, si no tiene el sistema automático.

NOTA: Algunos Camiones están equipados con un sistema de auto lubricación. La línea de suministro de grasa para el sistema de auto lubricación está ubicada en la parte trasera del cilindro de suspensión. Hay dos válvulas de alivio ubicadas en la parte frontal del cilindro de suspensión en el lado opuesto de la línea de suministro de grasa. Ninguna válvula de alivio debería estar ubicada en el mismo lado del cilindro donde está la ubicación del llenado de grasa. Si se ubica la válvula de alivio en el mismo lado del cilindro de suspensión donde está el llenado, se impedirá una apropiada lubricación del cilindro.

2.4.1.2 Inspección del Cilindro de Suspensión Posterior

La suspensión trasera consiste en dos cilindros oleo-neumáticos (1) conectados (Ver Figura 2.13), montados en la parte trasera del bastidor del camión y a soportes en la parte inferior del yugo del eje trasero. Cada cilindro de suspensión está ubicado al final de cada viga del bastidor.

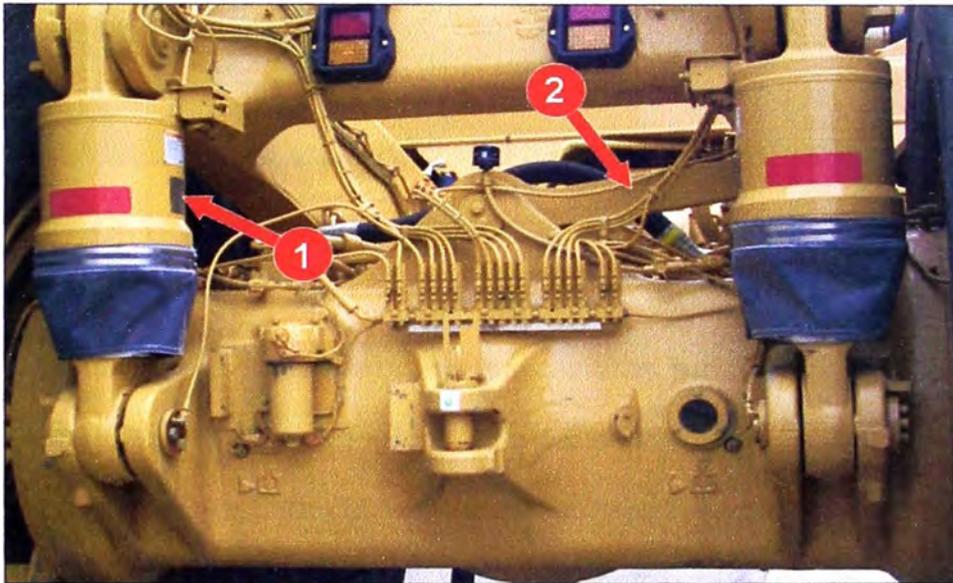


Figura 2.13 Cilindro de suspensión posterior (1), Rol control (2)

Un conjunto de soporte (marco tipo A) está montado en la parte delantera del yugo y se conecta al marco por una junta flexible. Una barra (eslabonada) (2) está asegurada a la parte superior de la carcasa del eje y conectada a una viga del marco (Ver Figura 2.13). El conjunto de soporte, la barra y los cilindros de suspensión permiten al eje trasero moverse independientemente del bastidor o chasis del camión.

Los cilindros de suspensión traseros proveen la “acción del resorte” entre las ruedas traseras y el marco del camión y soportan el extremo trasero del camión para llevar la carga.

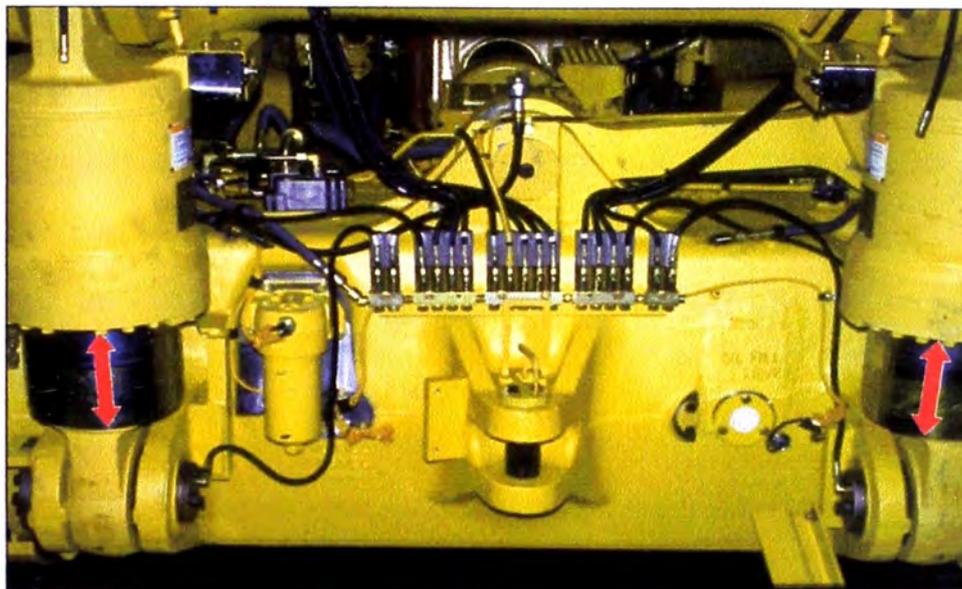


Figura 2.14 Medida de la altura de la suspensión posterior

La altura de la suspensión de los cilindros traseros de la suspensión deben verificarse deteniendo la maquina suavemente sobre un terreno parejo, sin frenar (Ver figura 2.14). La altura de la suspensión de los cilindros traseros varia de una maquina a otra dependiendo de la cantidad de combustible o de cuanto material este adherido a la máquina.

Para verificar la condición de carga del cilindro de suspensión trasero, mida y registre la distancia entre la línea de centro del pasador de montaje superior y la parte superior de la carcasa del cilindro, de ambos cilindros de suspensión trasera después que hayan sido cargados apropiadamente. En camiones con cilindros invertidos, medir desde la línea de centro del pasador de montaje inferior hasta la carcasa del cilindro. La dimensión medida se usara como referencia cuando se inspeccione la condición de carga de cilindro de suspensión.

Otro método de administrar la condición de carga de los cilindros de suspensión traseros es observar la longitud de la parte que está siendo

limpiada por el sello. Después que el camión es cargado apropiadamente, opere el camión por varios ciclos de carga (Ver Figura 2.16). Mida y registre la extensión del sector cromado del vástago que ha sido pulido por los sellos limpiadores. La dimensión medida debería ser usada como referencia cuando se inspeccione la condición de carga del cilindro de suspensión trasero.

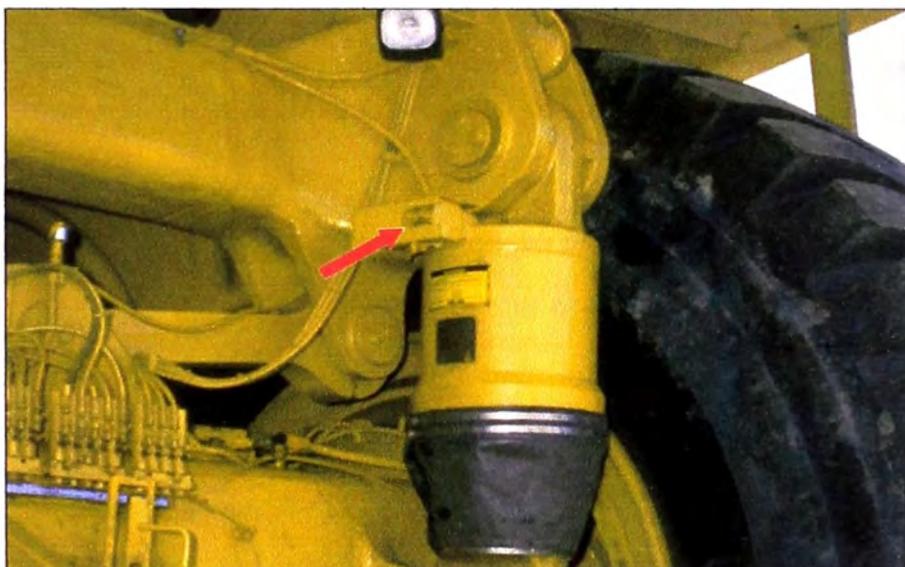


Figura 2.15 Válvulas de carga y descarga de nitrógeno

Al igual que el cilindro de suspensión delanteros, la válvula de carga (flecha) es el lugar donde comúnmente se producen fugas de nitrógeno (Ver figura 2.15). Siempre verifique las válvulas de carga y todas las juntas alrededor de la cabeza del cilindro por fugas de nitrógeno con una solución de agua y jabón.



Figura 2.16 Vista posterior del camión

2.4.2 Procedimiento Standard de trabajo (PST)

Es el conjunto de tareas que el mecánico debe realizar de la forma que está enumerada, para poder realizar el trabajo de mantenimiento de las suspensiones de forma segura y correcta, el procedimiento (PST) que está vigente en este momento, es el que se encuentra en el Capítulo IV, Anexos.

CAPITULO III

IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA Y DETERMINACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE TRABAJO

3.1 Identificación del Problema

Para la identificación del problema se empleó el diagrama causa-efecto (Ver Figura 3.1), la decisión de los puntos que trabajaremos como oportunidades de mejora, se realizaron mediante un programa de observaciones de tarea (Ver Figura 3.2), como resultado de estas observaciones se elaboró un diagrama de Pareto, donde identificamos los puntos que afecta sustancialmente al proceso (Ver Figura 3.4), de estos puntos se desprende la hipótesis de trabajo.

3.1.1 Diagrama causa – efecto (Ishikawa)

La definición y metodología lógica se encuentra detallada en el Capítulo IV-4.4, en esta parte mostraremos la aplicación de dicho diagrama para lograr disminuir el tiempo del proceso de mantenimiento de las suspensiones. Para desarrollar el diagrama se utiliza la metodología de tormenta de ideas en la que participaron supervisores y mecánicos, de esta forma identificamos todas las posibles causas que suman negativamente (Ver Figura 3.1).

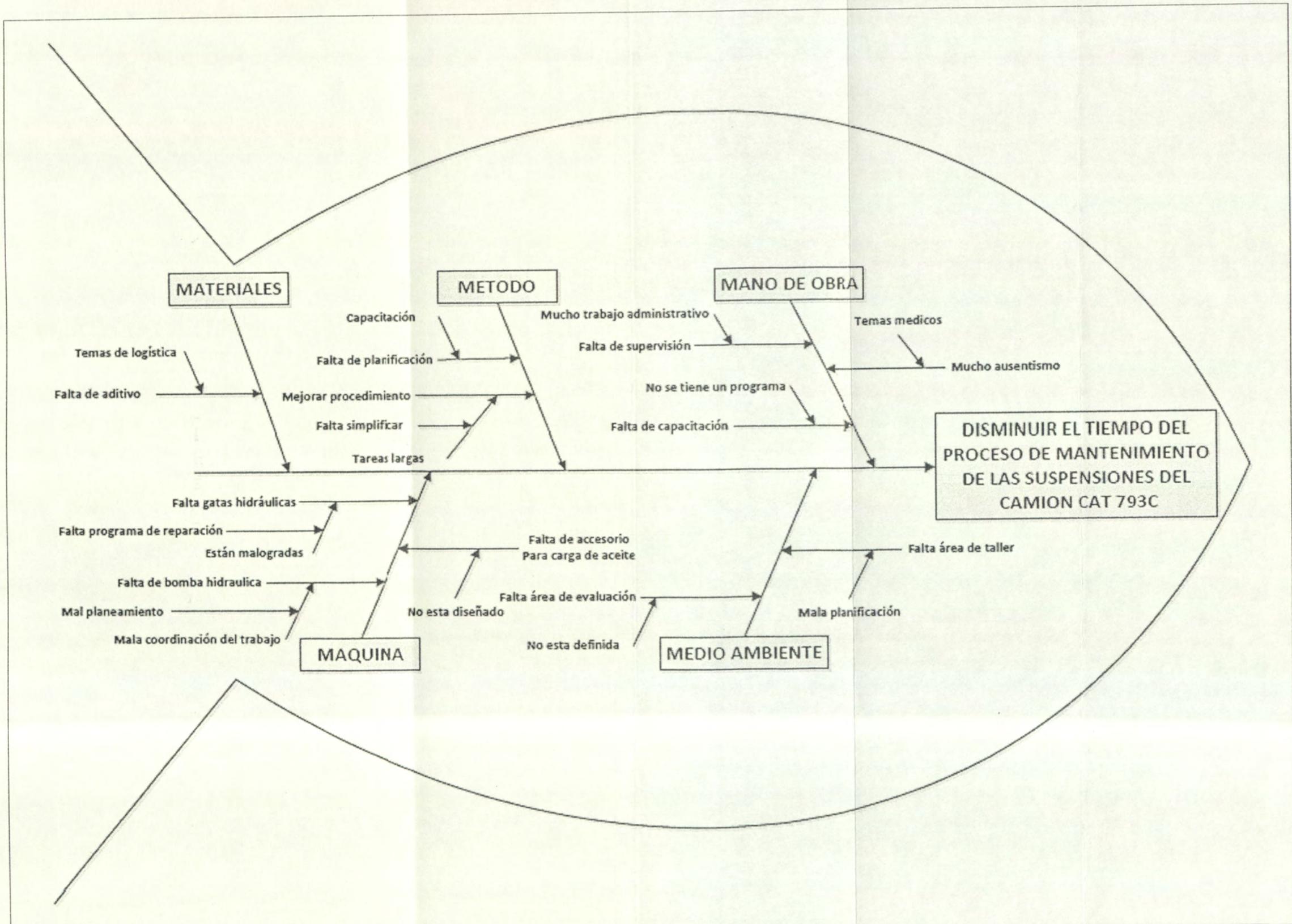


Figura 3.1 Diagrama causa–efector o espina de pescado (Ishikawa)

El desarrollo del programa de observaciones se realizó en las fechas indicadas (Ver Figura 3.2), donde se verifica el trabajo realizado por los mecánicos y de esta forma se identifican las oportunidades de mejora.

MARZO 2012																														
Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
II DIA O NOCHE			A DIA O NOCHE			II NOCHE O DIA			A NOCHE O DIA			II DIA O NOCHE			A DIA O NOCHE			II NOCHE O DIA			A NOCHE O DIA									

Figura 3.2 Programa de observaciones de tarea

Se cuantifico los resultados de las seis observaciones de tarea realizada a los mecánicos (Ver Tabla 3.3).

CATEGORIAS	CAUSA	SUBCAUSA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
MATERIALES	Falta aditivo	Logística y planeamiento	0	0%
METODO	Falta de planificación	Entrenamiento	2	33%
	Deficiente procedimiento	Deficiente procedimiento, que facilite el trabajo	6	100%
MANO DE OBRA	Falta de supervisión	Trabajo administrativo	5	83%
	Falta de entrenamiento	No se tiene un programa	6	100%
	Mucho ausentismo	Temas médicos	0	0%
MAQUINAS	Faltan gatas hidráulicas	Falta logística (gatas hidráulicas)	6	100%
	Faltan bombas hidráulicas	Falta logística y planeamiento	0	0%
	Falta accesorio para la carga	Diseño y fabricación	6	100%
MEDIO AMBIENTE	Falta área de taller	Mala planificación	1	17%
	Falta área de evaluación	Falta definir y habilitar	6	100%

Total de observaciones	6
-------------------------------	----------

Tabla 3.3 Resultados de las observaciones de tarea

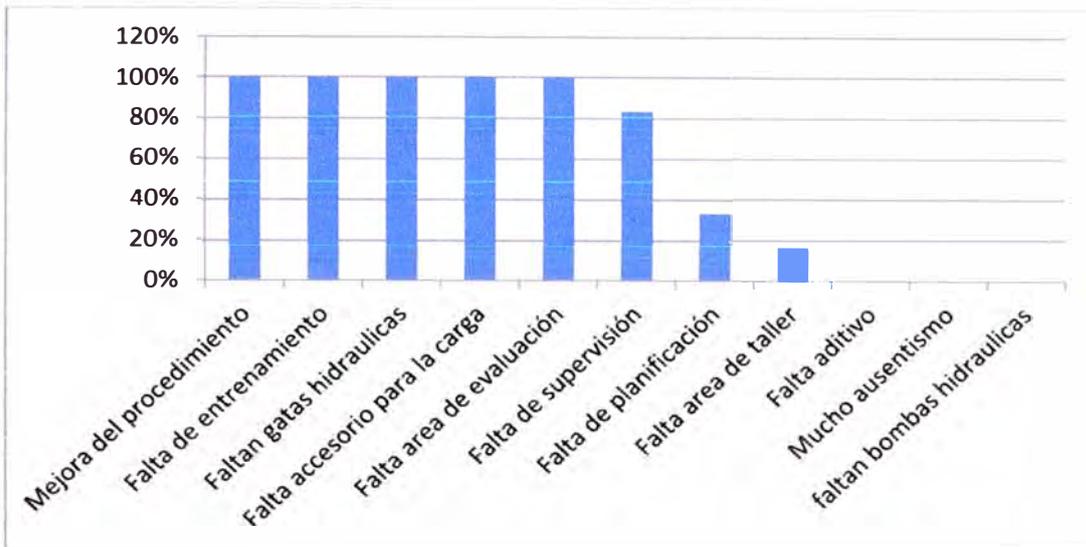


Figura 3.4 grafica de los resultados de las observaciones de tarea

3.2 Hipótesis de Trabajo

Del Pareto (Ver Figura 3.4), podemos identificar mejoras en el procedimiento, en temas de entrenamiento, en herramientas como son gatas hidráulicas, en accesorios para facilitar el lavado de las suspensiones, en un área adecuada para realizar las evaluaciones. Todas estas oportunidades las podemos agrupar en tres puntos (Ver Figura 3.5).



Figura 3.5 Identificación de las mejoras mediante el diagrama de medios-fines

El diagrama de medios-fines (Ver Figura 3.6), nos ayuda a identificar todas las acciones necesarias de acuerdo a lo mencionado en los tres puntos tratados en la Figura 3.5.

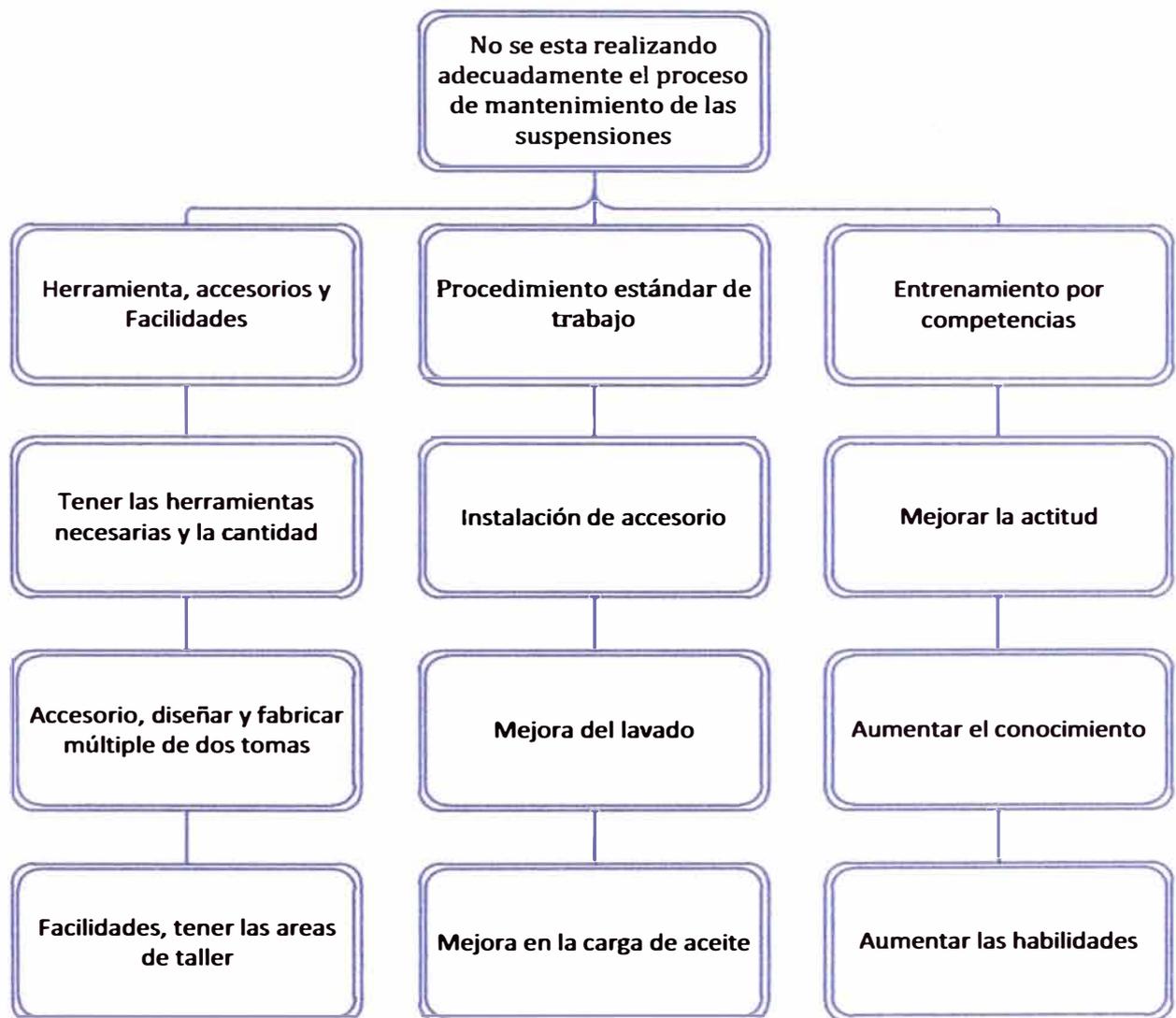


Figura 3.6 Despliegue de los factores de mejora

Trabajando en las mejoras de los puntos descritos en el diagrama de medios-fines de la Figura 3.6, mejoramos el proceso de mantenimiento de las suspensiones y reducimos el tiempo de ejecución en un 40%, que es la hipótesis que nos vamos a plantear.

3.2.1 Herramientas, facilidades y accesorios

Para las herramientas, accesorios y facilidades, se desarrolla una tabla con lo necesario para realizar el trabajo correctamente en dos bahías (área de taller) y se identifica lo encontrado. Con la compra de las tres gatas faltantes, la habilitación de un área de pruebas y la fabricación de un múltiple de dos tomas reduciremos el tiempo del mantenimiento.

HERRAMIENTAS	N° DE PARTE	FOTOS	CANTIDAD NECESARIA	CANTIDAD ENCONTRADA
Gata Hidráulica de accionamiento neumático	SUPERLIFT 200-38		4	1
Grupo de carga de nitrógeno	175-5507		2	2
Bomba dispensadora de aceite y grupo de manómetros de carga de nitrógeno	9U-5617		2	2
Extractor de válvula aguja			2	2
Llaves mixtas de: 3/8", 1/2", 9/16", 11/16", 3/4", 7/8" y 1-1/8"			2 de c/u	2 de c/u

Tabla 3.7 Identificación de mejora en herramientas

FACILIDADES	FOTOS	CANTIDAD	CANTIDAD
Tomas y suministro de aire adecuado		2	2
Área de taller adecuada (bahía)		2	2
Área de pruebas y calibración de la balanza		1	0
Suministros de aceite		2	2
Aditivo para el aceite		Tener el adecuado en el almacén ver PST	Tener el adecuado en el almacén ver PST

Tabla 3.8 Identificación de mejora en facilidades

ACCESORIO	FOTOS	CANTIDAD
Múltiple de dos tomas		6 por camión

Tabla 3.9 Identificación de mejora en accesorios

3.2.2 Procedimiento Standard de Trabajo (PST)

Para la identificación de las oportunidades de mejora al PST se desarrolló un programa de observaciones de tarea, que consiste en ver como los mecánicos realizan dicho mantenimiento, de esta forma se determinan las siguientes mejoras (Ver Tabla 3.10), la necesidad de incorporar un accesorio (múltiple de dos tomas) para el lavado de las suspensiones y por tanto la modificación del PST.

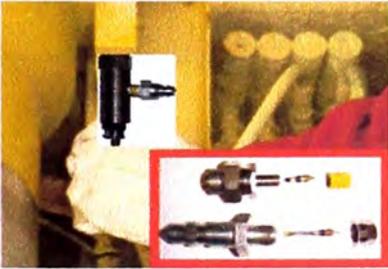
PUNTOS DE MEJORA IDENTIFICADOS DE ACUERDO AL ANTIGUO PROCEDIMIENTO			
ANTES	AHORA	FOTOS	OBSERVACIONES
Retirar la válvula de carga del nitrógeno, esta es una check muy pequeña.	Con el accesorio (múltiple de dos tomas) instalado de forma permanente no se requiere retirar la válvula check.		Al retirar la válvula check de nitrógeno, en muchos de los casos se rompe por estar agarrotada.
Tiempo muy largo en el lavado de las suspensiones y no se realiza correctamente quedando residuos de aceite contaminado.	Se reduce considerablemente el tiempo de lavado y se retira casi por completo el aceite contaminado, realizando el trabajo correctamente.		Los sobretiempos en trabajos de mantenimiento y los retrabajos mal hechos, implican mayores costos.
La carga de 1 pulgada de aceite según procedimiento, se hace levantando el peso del camión con la energía hidráulica que transforma la bomba.	Se lava levantando el camión con la gata a 4 pulgadas por encima y se baja con el peso del camión hasta dejarlo en 1 pulgada.		Disminuye el consumo de energía y esfuerzo de la bomba, se elimina el tiempo que demora en levantar la bomba al camión.

Tabla 3.10 Mejoras en el (PST)

De las seis observaciones se tomó el tiempo de duración, se considera el inicio cuando el camión esta lavado y dentro del taller y el final cuando es entregado a operaciones, siendo el promedio del mantenimiento de 15 horas (Ver Tabla 3.11).

DURACIÓN DE PROCESO DE MANTENIMIENTO				
N°	FECHA	HORA INICIO	HORA FIN	TIEMPO TOTAL
1	05/03/2012	08:00	23:00	15:00
2	09/03/2012	08:00	00:00	16:00
3	13/03/2012	08:00	22:00	14:00
4	16/03/2012	08:00	22:00	14:00
5	20/03/2012	08:00	23:00	15:00
6	26/03/2012	08:00	00:00	16:00

Tabla 3.11 Duración del mantenimiento

Con la mejora del procedimiento de trabajo en los puntos de lavado y de carga de aceite, reduciremos el tiempo de mantenimiento.

3.2.3 Entrenamiento

Una vez planteada las dos hipótesis anteriores, lo que queda es desarrollar un programa de charlas de concientización para el buen trabajo de mantenimiento (motivación a los mecánicos), luego elaborar un manual del sistema de suspensiones, un programa de entrenamiento teórico (conocimientos) y un programa de entrenamiento práctico (habilidades), en el nuevo procedimiento mejorado, de esta forma reduciremos el tiempo de mantenimiento en un 40%.

CAPITULO IV

MARCO TEÓRICO A USAR

4.1 Sistemas Hidráulicos

Conforme los equipos accionados hidráulicamente se hacen más sofisticados, la necesidad de un mejor entendimiento de su operación y mantenimiento se incrementa. Los sistemas hidráulicos pueden ser simples o complejos. Pueden operar a altas temperaturas (por ejm. 60°C, 140°F), altas presiones y ciclos rápidos.

Para empezar, la ley básica de la hidráulica establecida por Pascal "la presión en cualquier punto en un líquido estático es la misma en cualquier dirección y ejerce una fuerza igual en todas las áreas" (ver la Figura 4.1). Los fluidos son prácticamente incompresibles, la fuerza mecánica puede ser dirigida y controlada por medio de fluidos a presión.

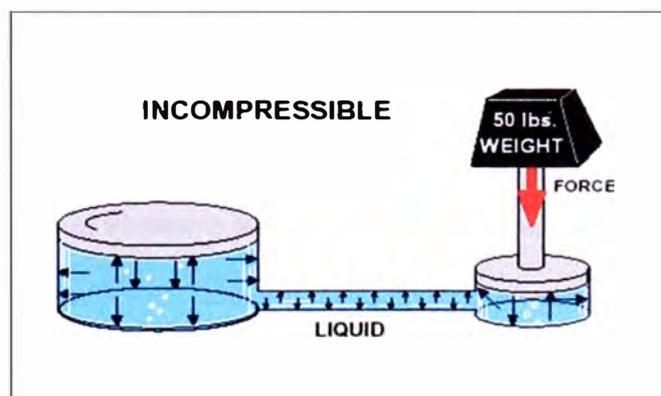


Figura 4.1 Principio de pascal

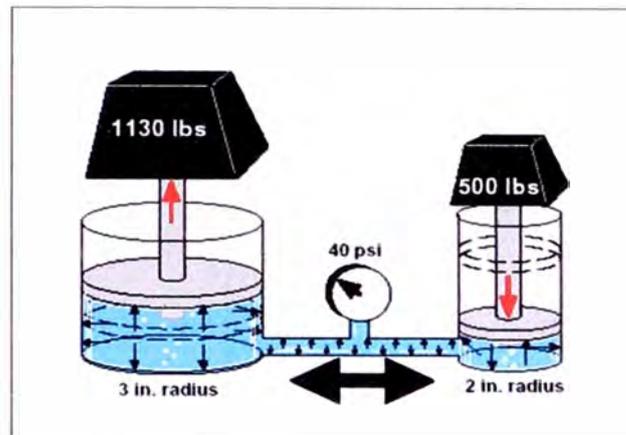


Figura 4.2 La presión es transmitida en todas las direcciones

4.1.1 Ley de Pascal

La presión en cualquier punto en un líquido estático es la misma en cualquier dirección y ejerce una fuerza igual en áreas iguales.

Las fuerzas mecánicas pueden ser transmitidas, multiplicadas y controladas mediante un fluido hidráulico bajo presión, debido a que fuerza es igual a la presión por el área.

Muchos de los circuitos hidráulicos contienen cinco componentes mecánicos básicos: un recipiente, un filtro, una bomba, válvulas de control de flujo y un cilindro o actuador (Ver Figura 4.2). También está el fluido hidráulico a considerar. No importa que tan sofisticado se vuelva el sistema, el fluido hidráulico lleva a cabo en el sistema cuatro funciones simples:

- Transmitir potencia.
- Lubricar la bomba, válvulas y sellos.
- Proteger el sistema removiendo contaminantes.
- Humedad.
- Suciedad.
- Calor.
- Aire.

- Sellar con los componentes internos.

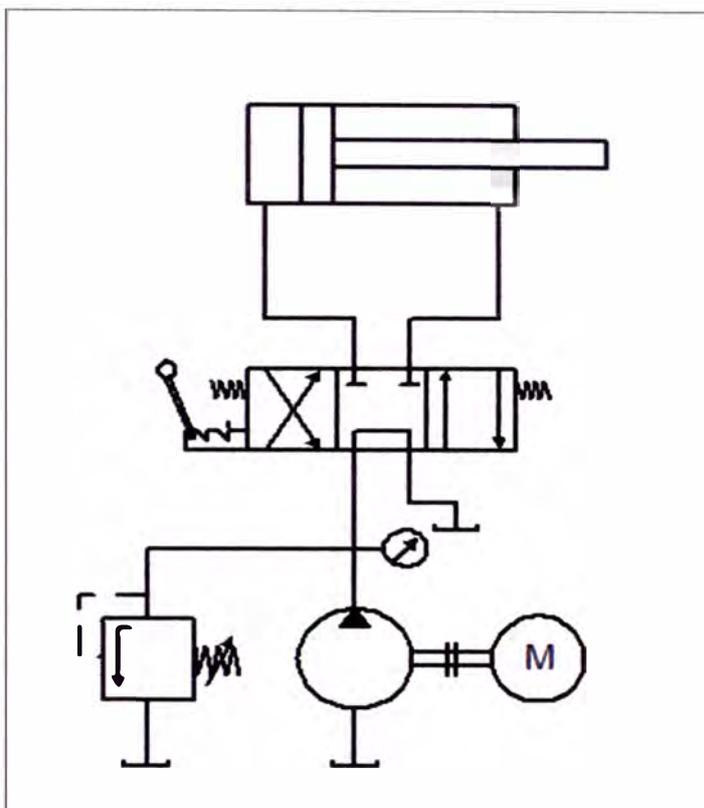


Figura 4.3 Sistema hidráulico básico

La presión aplicada dará al fluido la potencia necesaria para transmitir una fuerza dentro del sistema (Ver Figura 4.3). Conforme la complejidad del sistema se incrementa, el trabajo requerido del fluido también se incrementa. El fluido suministra potencia y al mismo tiempo lubrica los componentes por los cuales fluye. El fluido hidráulico, como lubricante, reduce la fricción entre los componentes produciendo una barrera o película que separa las superficies que giran o se deslizan una sobre otra. La viscosidad es una medida de la resistencia del fluido a fluir. Un fluido que tiene una alta resistencia a fluir (alta viscosidad) es como melaza fría o aceite para engranes SAE 140. Un fluido que tiene baja resistencia a fluir (baja viscosidad) es como el agua o aceite hidráulico SAE 10. La viscosidad

del fluido está directamente relacionada con la habilidad del fluido para lubricar. Un fluido de alta viscosidad genera una película de mayor espesor entre las superficies lubricadas debido a que tiene una mayor resistencia a ser desplazado de las superficies lubricadas. La viscosidad del fluido cambiará con la temperatura del fluido. Incrementar la temperatura del fluido reducirá su viscosidad. Al contrario, al disminuir la temperatura del fluido se incrementa su viscosidad.

En muchos casos, el fluido es el único sello contra la presión interna en un componente hidráulico en donde no existe un anillo de sello entre el vástago y el cuerpo de la válvula para minimizar la fuga entre las áreas de alta presión y las de baja presión. El claro en el ajuste mecánico y la viscosidad del aceite determinan la cantidad de fuga. Para mantener la fricción y el desgaste del sistema al mínimo, debe especificarse la filtración adecuada y usted debe usar el fluido de la viscosidad correcta y operar el sistema dentro de los parámetros de diseño apropiados. Para mayor información acerca de sistemas hidráulicos refiérase a otros Boletines de Servicio Técnico del FMC y también al Catálogo de Publicaciones de la NFPA (National Fluid Power Association).

4.2 Propiedades mecánicas de los aceros

4.2.1 Comportamiento mecánico en tensión

El esfuerzo es la magnitud de la reacción interna producida en un sólido bajo la acción de una carga externa, cuando esto sucede el cuerpo sufre un cambio de forma que se conoce como deformación.

El esfuerzo ingenieril se lo define como la relación entre la carga aplicada P y el área original A_o de la sección transversal del sólido.

Este cálculo supone que el esfuerzo es constante en toda la sección transversal del sólido. Así, tenemos que:

$$\sigma_{ing} = \frac{P}{A_0}$$

De igual manera, la deformación unitaria ingenieril es la relación entre el cambio en la longitud del sólido (ΔL) y la longitud original del sólido (L_0). Se supone que la deformación unitaria es constante a través del sólido.

$$\varepsilon_{ing} = \frac{\Delta L}{L_0}$$

La figura 4.3 representa la relación entre el esfuerzo y la deformación en un material dado bajo tensión uniaxial, la cual es una característica importante del material, puesto que proporciona el medio para obtener datos respecto a la resistencia a la tensión de un material sin importar el tamaño o forma física del material. A continuación se presenta el diagrama esfuerzo deformación ingenieril para un acero bajo carbono:

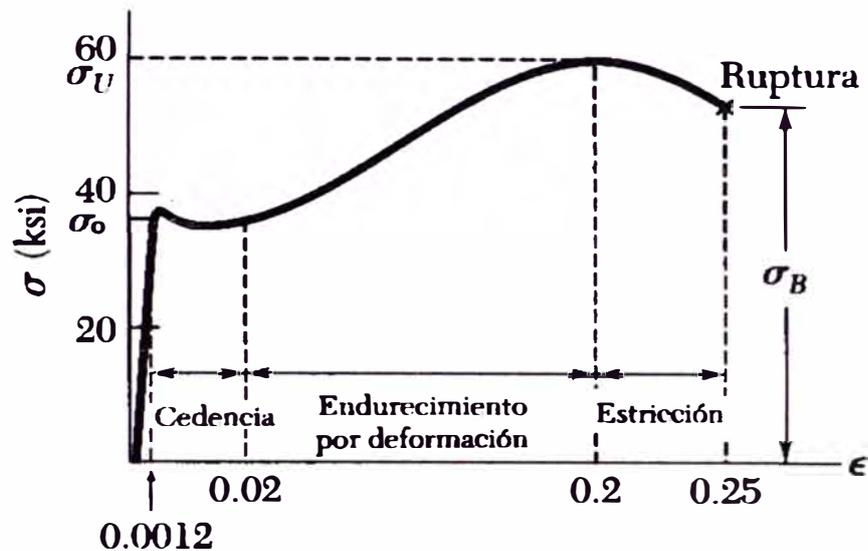


Figura 4.4 Esfuerzo deformación del acero

Al someterse un sólido a una carga que aumenta, su longitud se incrementa primero linealmente con la carga y a una tasa muy lenta. Si al retirar la carga, el cuerpo recupera sus dimensiones iniciales, se dice que el comportamiento es elástico y si hay un alargamiento permanente, el comportamiento es plástico.

Así la porción inicial del diagrama esfuerzo – deformación es una línea recta con una pendiente pronunciada.

Luego de alcanzar un valor crítico del esfuerzo conocido como esfuerzo de cedencia (σ_0), el material experimenta una gran deformación con un incremento relativamente pequeño de la carga aplicada y el material comienza a deformarse plásticamente. Esta deformación es causada por el deslizamiento del material a lo largo de superficies oblicuas y se debe sobre todo a esfuerzos cortantes. Al contrario de la carga elástica, una carga que ocasione la cedencia del material cambiará permanentemente las propiedades del mismo. En los aceros con bajo contenido de carbono, se distinguen dos valores para el punto de cedencia. El punto superior de cedencia

ocurre primero, seguido por una disminución súbita en la capacidad de soportar carga hasta un punto inferior de cedencia. Sin embargo, una vez que se ha alcanzado el punto inferior de cedencia, el material continuará deformándose sin ningún incremento de carga. Luego de alcanzar la cedencia se requiere incrementar el esfuerzo para continuar deformando el material produciendo la trayectoria curva, esto se debe al endurecimiento por deformación.

Al haber alcanzado un cierto valor máximo del esfuerzo (σ_u), la sección transversal del material sufre una contracción severa, este fenómeno se conoce como estricción. Después de que comienza la estricción, son suficientes cargas algo menores para que el material se deforme más, hasta que finalmente alcance su máxima deformación a un esfuerzo σ_B correspondiente a la fractura.

Para materiales elásticos lineales, las relaciones esfuerzo – deformación unitaria provienen de la ley de Hooke generalizada, que relaciona el esfuerzo (σ) y deformación (ϵ), por medio de una constante llamada “módulo de elasticidad” (E).

$$\sigma = E \epsilon$$

4.2.2 Comportamiento mecánico de recipientes de pared gruesa sometido a presión interna

Cuando el espesor de pared (t) es mayor al 10% del diámetro de la tubería (D), las ecuaciones usadas en recipientes a presión de pared delgada ya no son útiles y es necesario definir nuevas ecuaciones para los esfuerzos principales.

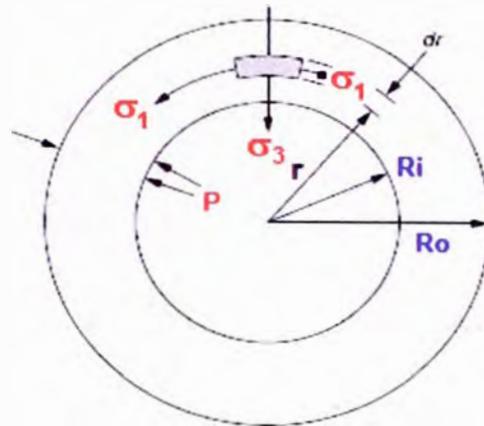


Figura 4.5 Esfuerzos que actúan en un tubo de pared gruesa

$$\sigma_1 = \frac{P}{(m^2 - 1)} \left[1 + \frac{Ro^2}{r^2} \right]$$

$$\sigma_2 = \frac{P}{(m^2 - 1)}$$

$$\sigma_3 = \frac{P}{(m^2 - 1)} \left[1 - \frac{Ro^2}{r^2} \right]$$

$$m = \frac{Ro}{Ri}$$

Dónde:

P = Presión interna

Ro = Radio externo de la tubería

Ri = Radio interno de la tubería

r = Radio donde se desea calcular el esfuerzo

Cilindro de pared gruesa internamente presurizado, que muestra los esfuerzos circunferencial (en el aro) y radial para diferentes valores del radio

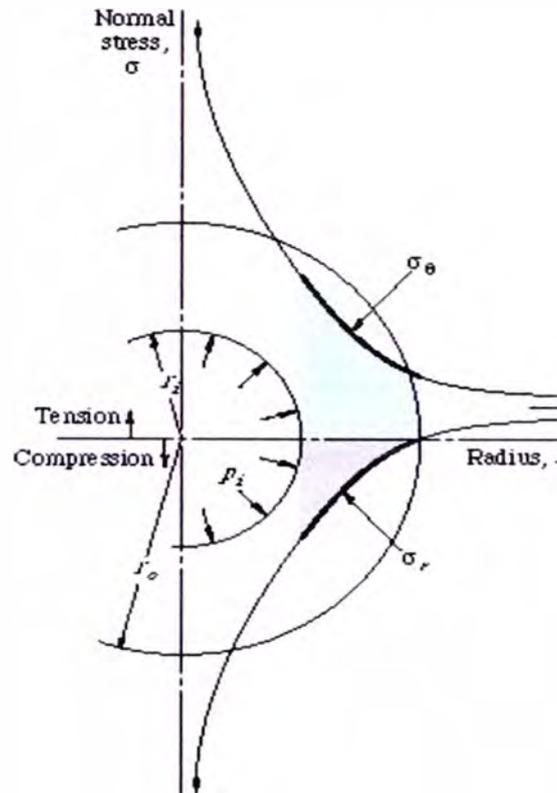


Figura 4.6 Distribución de esfuerzos tangenciales y radiales

4.3 Entrenamiento por competencias

El entrenamiento también puede definirse como un proceso de enseñanza-aprendizaje que permite al individuo adquirir y/o desarrollar conocimientos, habilidades, destrezas y mejorar las actitudes hacia el trabajo, a fin de que logre un eficiente desempeño en su puesto de trabajo. De esta definición puede desprenderse que el entrenamiento constituye un aprendizaje guiado o dirigido, mediante el cual se logra la adquisición de nuevas conductas o cambios de conducta ya observadas, por una nueva conducta deseada.



Figura 4.7 Entrenamiento en taller

Se buscará la capacitación o entrenamiento basada en competencias, cuando se observe una deficiencia de rendimiento la cual puede atribuirse a:

- Conocimientos
- Habilidades
- Actitudes del empleado.

4.3.1 Importancia

Las organizaciones deben capacitar a su personal, porque el contexto actual es sumamente cambiante. Ante esta circunstancia, el comportamiento se modifica y nos enfrenta constantemente a situaciones de ajuste, adaptación, transformación y desarrollo. Cuando el talento de los empleados es valioso, raro y difícil de imitar y sobre todo organizado, una empresa puede alcanzar ventajas competitivas importantes, apoyada en las personas.

4.3.2 Beneficios de la capacitación

- Beneficio para la empresa

Mayor rentabilidad

Mejores relaciones Jefe – subordinado

Promueve el desarrollo

- Beneficios para el individuo

Mayor satisfacción con el trabajo

Logro de metas

Ayuda a tomar decisiones de trabajo y carrera.

Empleabilidad

- Beneficios para la Sociedad

Aumento de productividad y rentabilidad

Mejora de los individuos

Promoción del desarrollo y del aprendizaje

Aumento de la riqueza

4.3.3 Diseño de planes y programas de capacitación

El plan y programas de capacitación se realizan considerando los resultados obtenidos del diagnóstico de necesidades.

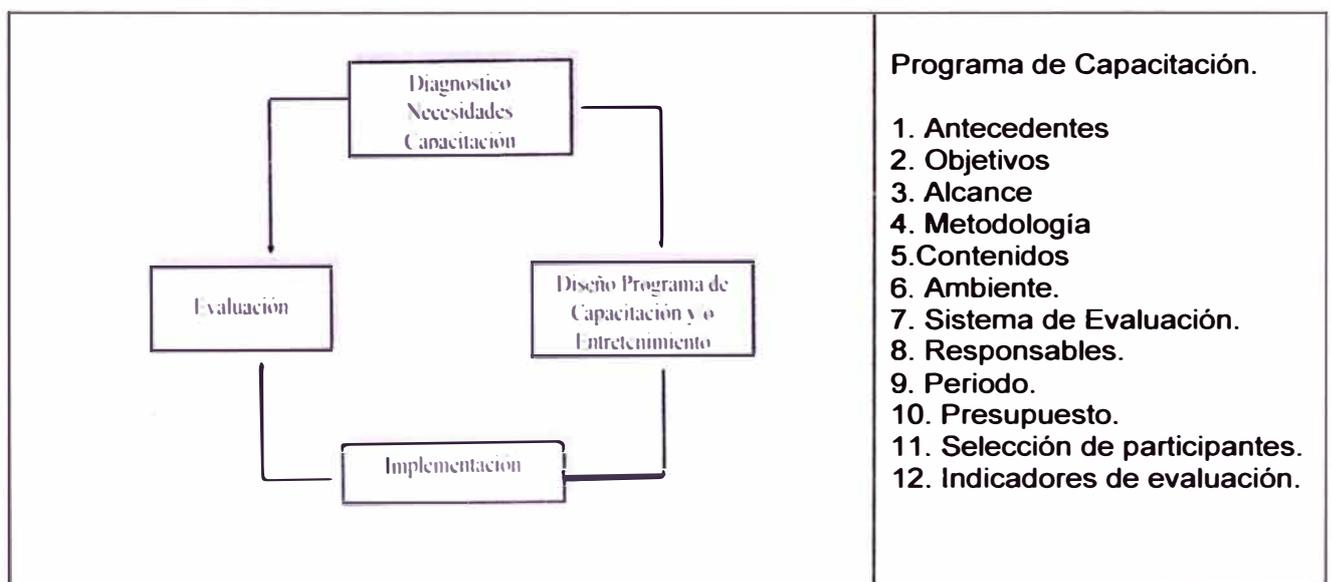


Figura 4.8 Enfoque sistemático de la capacitación

4.3.4 Plan de Capacitación

Permite tener una visión general acerca de lo que se desea realizar, por lo que considera:

- Datos generales de la organización, nombre, dirección, etc.
- Puestos de trabajo que involucra.
- Número de trabajadores que serán capacitados.
- Periodo de tiempo en que será desarrollado.
- Prioridades de atención.
- Eventos a realizar.

4.3.5 Conducción del programa de capacitación

Es la etapa de la puesta en marcha del plan de capacitación y desarrollo, específicamente se coordina y prepara el programa para el desarrollo del evento, utilizando los trípticos y/u otro medio para difundir la realización del evento.

La ejecución de las actividades de capacitación pueden darse de distintas modalidades, dependiendo de la programación establecida: conferencias, tele-conferencia, seminario, películas-videos, cursos, etc.

Además debemos tener en cuenta, que el programa de capacitación debe ser planificado y con la interacción del método, calidad de instructores y características de los colaboradores a instruir.

4.3.6 Evaluación del programa de capacitación.

La etapa final es la evaluación del programa de capacitación para comprobar su eficacia, es decir para verificar si la capacitación tuvo en cuenta las necesidades de la organización y de los clientes.

Normalmente se debe evaluar si el programa de capacitación satisface las necesidades para las que fue diseñado. La respuesta a las siguientes preguntas puede ayudar a determinar la eficacia del programa de capacitación:

¿Se eliminaron los rechazos y los desperdicios?

¿Disminuyeron los costos de trabajo?

¿Las personas se tornaron más productivas?

¿La organización alcanzo sus objetivos estratégicos y tácticos?

4.4 Diagrama causa - efecto

El diagrama causa-efecto es una herramienta de análisis que nos permite obtener un cuadro, detallado y de fácil visualización, de las diversas causas que pueden originar un determinado efecto o problema.

El diagrama causa-efecto se conoce también con el nombre de su creador, el profesor japonés Kaoru Ishikawa (diagrama de Ishikawa), o como el “diagrama de espina de pescado”.

4.4.1 Utilización

- Definir un problema.
- Identificar requisitos de los datos.
- Identificar causas posibles.
- Desarrollar los objetivos para las soluciones.

- Reducir las causas.

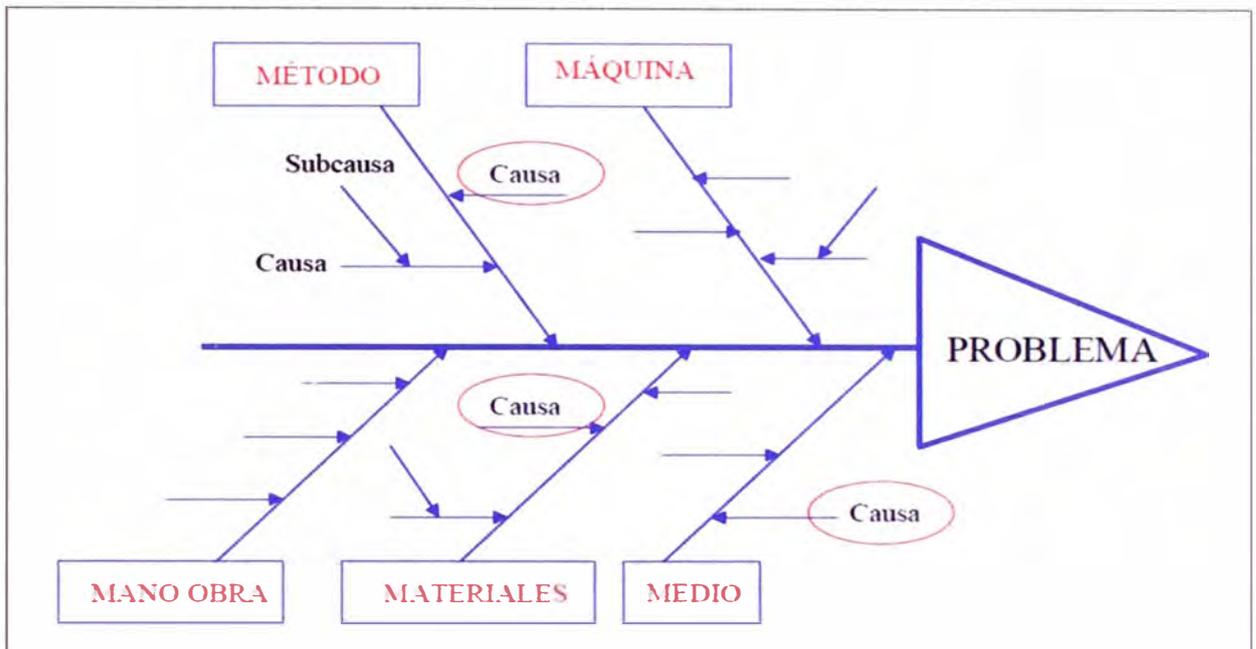


Figura 4.9 Diagrama causa-efecto (Ishikawa)

4.4.2 Ventajas

- Ayuda a analizar un problema aparentemente grande descomponiéndolo en elementos más pequeños.
- Ayuda a los individuos y a los grupos a producir ideas.
- Provee un método para registrar las ideas.
- Revela las relaciones ocultas entre las causas y los efectos.
- Ayuda a identificar la raíz de un problema.
- Destaca relaciones importantes para la investigación.

4.4.3 Consejos para la construcción del diagrama

- Se debe recordar que el diagrama causa y efecto, únicamente identifica causas posibles. Aun cuando todos estén de acuerdo en estas causas posibles, solamente los datos apuntarán a las causas.
- El diagrama de causa y efecto es una forma gráfica de exhibir gran información de causas en un espacio compacto. El uso del diagrama ayuda a los equipos a pasar de opiniones a teorías comprobables.

4.5 Diagrama de medios y fines

Es una representación gráfica que muestra el desglose progresivo de los factores (causas) o medios (soluciones) que pueden contribuir a un efecto u objetivo (fines) determinado.

Diagrama de soluciones (Diagrama de objetivos):

Este diagrama se utiliza para identificar las acciones de mejora que deben ser emprendidas, en base a un despliegue de objetivos, representa la cadena de soluciones a un problema dado, se plantea el problema a modo de pregunta ¿Cómo solucionarlo?; cuando se obtengan respuestas, éstas deben responder a la pregunta ¿Cómo hacerlo? de forma sucesiva. La relación existente entre un nivel y otro es la de medio-fin. También puede redactarse: (verbo + objeto). Ejm: reducir costos, mejorar la imagen, etc.

4.5.1. Cuando usarlo

- Se requiere desglosar a distintos niveles e integración un efecto u objetivo.
- Se necesita una planificación estructurada.

- Se busca una guía en el análisis o estudio de alternativas de actuación.

4.5.2 Como construirlo

a) Definan el problema (efecto) o estado deseado en un recuadro. Éste debe ser específico y no estar sesgado.

Con la pregunta ¿Cuál es el propósito de este objetivo? Podrá determinar si este es el objetivo final o existe otro objetivo superior.

b) Seleccionen el enfoque a utilizar:

- Realicen un proceso lógico, paso a paso, en el que se irán analizando cada uno de los objetivos finales, identificándose los medios principales para conseguirlos y a partir de éstos los medios secundarios, etc. En este caso la fuente primaria serán los propios componentes del equipo o la persona responsable de su construcción.
- Generen ideas (lluvia de ideas) sobre las causas probables y luego clasifiquenlas en ramas principales. Al generar causas, el equipo debe agregar o descartar categorías según sea necesario. Este enfoque también es válido para la identificación de los medios que contribuyan a los objetivos.

Nota: ambos métodos lograrán el mismo objetivo, pueden adoptar el que más se acomode al equipo.

c) Se recomienda que cada rama o cada nivel (categoría) tenga tres o cuatro posibles causas/medios. Si una rama/nivel tiene menos

buscar ayuda de terceros que posean conocimientos sobre el tema tratado.

- d) Preguntar ¿Por qué? / ¿Cómo? Para cada causa / medio hasta que se haya identificado una potencial causa/ medio principal.

Una causa / medio principal es aquella que para las causas:

1. Puede explicar el "efecto" ya sea en forma directa o mediante una serie de hechos.
2. Si se suprime, se eliminaría o disminuiría el problema.

Para los medios:

3. Pregunte ¿Qué medios podríamos utilizar para conseguir este objetivo? Y comprobar que las ideas expresadas son un medio directo para la consecución de dicho objetivo.

- e) Hacer que el equipo seleccione varias áreas que consideren como las causas / medios más probables. Estas selecciones se pueden hacer por medio de una votación para captar el óptimo juicio colectivo del equipo.

- f) Usar la lista reducida de probables causas / medios para elaborar herramientas simples de recopilación de datos para probar la teoría del grupo. Si los datos no confirman ninguna de las posibles causas / medios, volver al diagrama de árbol y seleccionar otras causas / medios para probar.

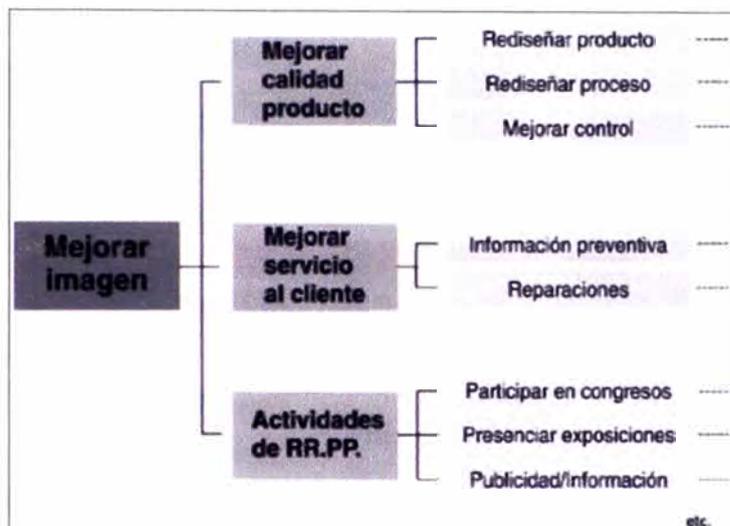


Figura 4.10 Esquema árbol de soluciones.

4.5.3 Precauciones a tener

- a) No olvidar que los diagramas de causa-efecto, medio-fin representan hipótesis sobre las causas/medios, no hechos. No necesariamente son los datos reales.
- b) El efecto o problema se debe expresar con claridad.
- c) Es mejor elaborar tantas hipótesis sea posible.
- d) Se debe desarrollar completamente cada rama/nivel.

4.5.4 Comprobación de la validez del diagrama

Una vez terminada la construcción del árbol se realiza un análisis del mismo en sentido inverso (partiendo desde el último nivel del desglose hasta llegar al efecto o problema).

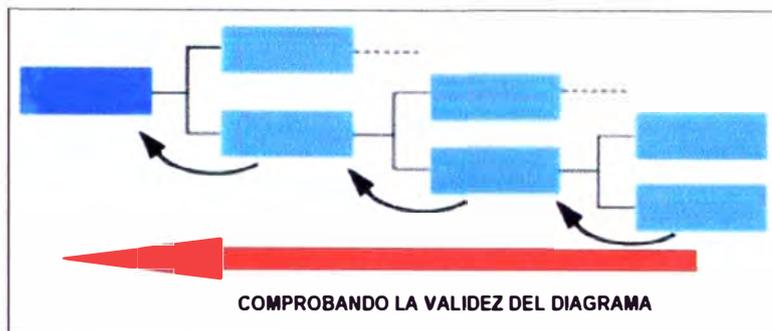


Figura 4.11 Verificando la validez

4.5.5 Ventajas graficas

Frente al diagrama causa - efecto presenta ventajas gráficas cuando:

4. Se requiere comprobar posibles causas al mismo nivel de desglose.
5. Se desea expresar cuantitativamente su contribución al efecto.
6. Se pretende utilizar otro tipo de herramientas gráficas como ayuda para la identificación de causas raíz.
7. Es necesario comparar diagramas que reflejen el problema analizado.

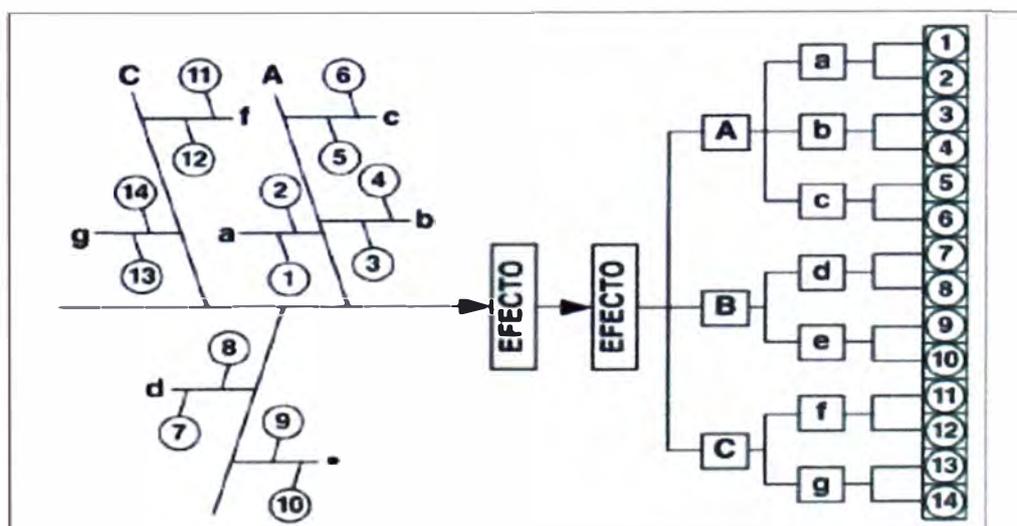


Figura 4.12 Comparando los diagramas

4.6 Medición del caudal

La forma más sencilla de medir el caudal es utilizando un recipiente graduado (V) y un cronómetro (t), no obstante es recomendable emplear caudalímetros.

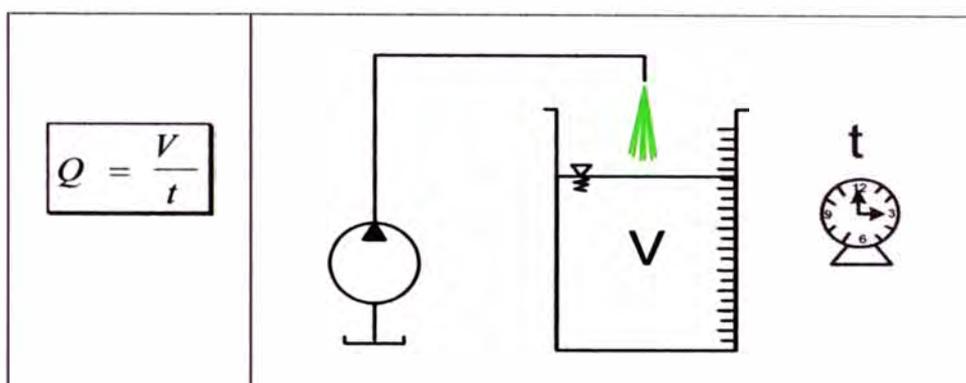


Figura 4.13 medición del caudal de forma sencilla.

4.6.1 Caudalímetro

Instrumentos que miden el caudal (Ver Figura 4.12), tenemos un caudalímetro de 0 a 5 l/min cuyo principio es la caída de presión en el elemento móvil:

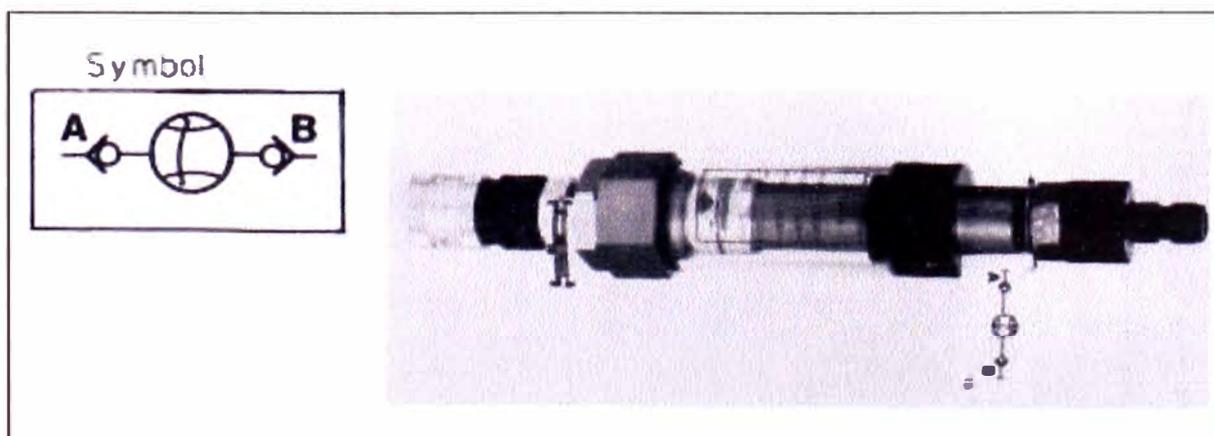


Figura 4.14caudalímetro.

CAPITULO V

DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

5.1 Diagrama de medios y fines

Se identificó de las seis observaciones realizadas a los mecánicos en la respectiva tarea que faltaban herramientas, principalmente gatas para el trabajo, teniendo que prestarse del área de llantas, sumando las demoras de no tener un área especialmente designada para las evaluaciones finales y calibración de la balanza, también se observó que el trabajo de lavado de las suspensiones es muy lento e inadecuado, para corregirlo se deben realizar mejoras al procedimiento. La metodología para poder desarrollar las mejoras se describe en el diagrama de medios-fines que se muestra en la Figura 5.1 y en el Capítulo 4.5.

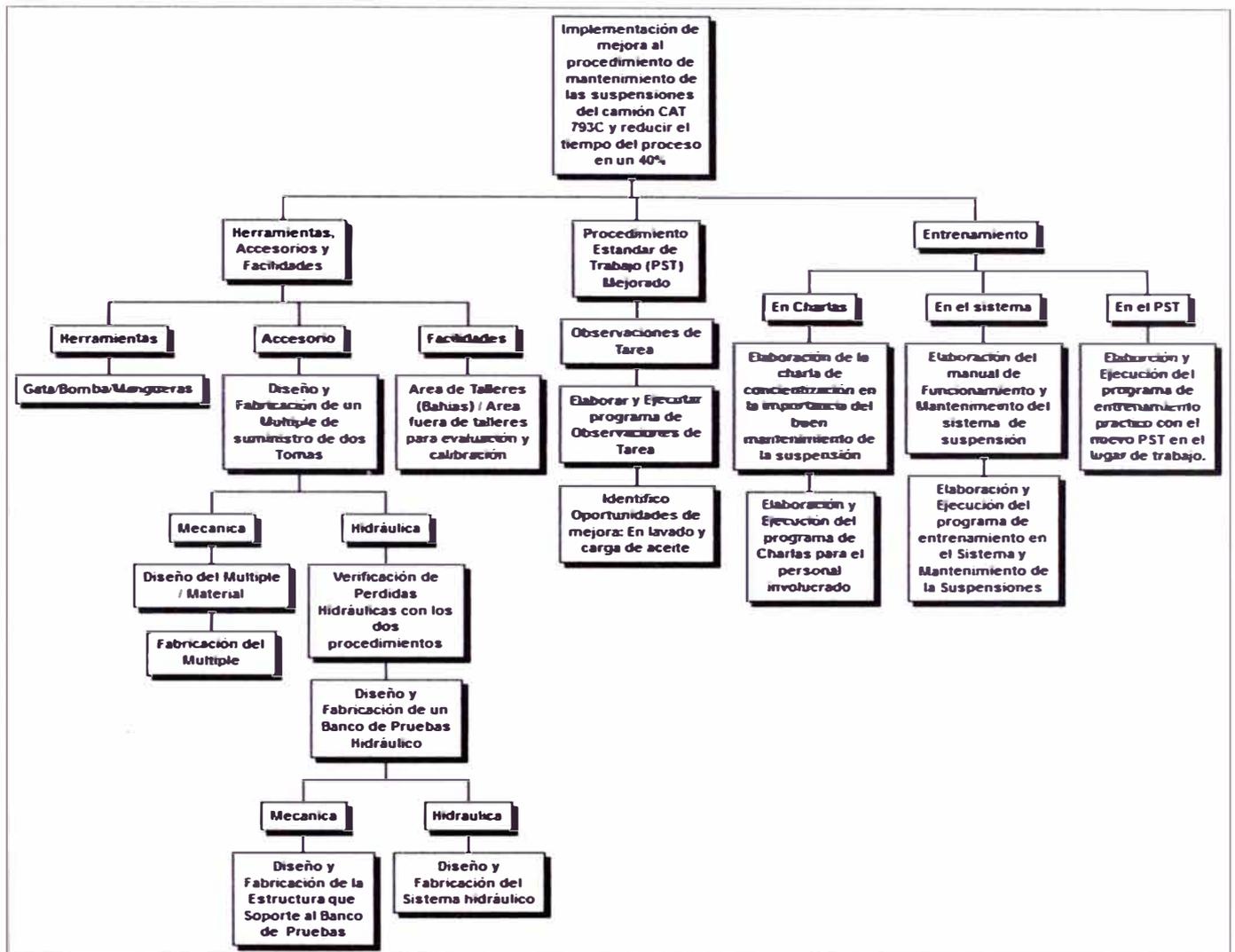


Figura 5.1 Diagrama de medios y fines

5.2 Configuración de las mejoras

En adelante desarrollaremos cada uno de estos puntos, que están agrupándolos en tres, como son:

5.2.1 Herramientas, accesorios y facilidades

Se implementa las herramientas, accesorios y facilidades necesarias para realizar el trabajo adecuadamente en dos talleres (Ver Capítulo 3.2.1).

5.2.1.1 Herramientas

Se identificó la falta de tres gatas (Ver Tabla 5.2), se solicitó cotización (Ver anexo cotización de compra de herramientas), se realizó la coordinación para la compra y se entregó a las dos semanas de la cotización.

HERRAMIENTAS	N° DE PARTE	FOTOS	CANTIDAD NECESARIA	CANTIDAD ENCONTRADA
Gata Hidráulica de accionamiento neumático	SUPERLIFT 200-38		4	1
Grupo de carga de nitrógeno	175-5507		2	2
Bomba dispensadora de aceite y grupo de manómetros de carga de nitrógeno	9U-5617		2	2
Extractor de válvula aguja			2	2
Llaves mixtas de: 3/8", 1/2", 9/16", 11/16", 3/4", 7/8" y 1-1/8"			2 de c/u	2 de c/u

Tabla 5.2 Relación de herramientas necesarias.

5.2.1.2 Facilidades

Se identificó la falta de un área para las pruebas finales (pruebas de altura de suspensión, presiones y calibración de la balanza), se coordinó con el área de operaciones para la habilitación de dicha área (Ver Tabla 5.3).

FACILIDADES	FOTOS	CANTIDAD	CANTIDAD
Tomas y suministro de aire adecuado		2	2
Área de taller adecuada (bahía)		2	2
Área de pruebas y calibración de la balanza		1	0
Suministros de aceite		2	2
Aditivo para el aceite		Tener el adecuado en el almacén ver PST	Tener el adecuado en el almacén ver PST

Tabla 5.3 Relación de facilidades necesarias.

5.2.1.3 Accesorios

Se identificó la falta de accesorios permanentes para el lavado con aceite de las suspensiones. Se realizó el diseño y la fabricación de un múltiple de dos tomas, para la válvula de carga de nitrógeno y carga de aceite (Ver Tabla 5.4).

ACCESORIO	FOTOS	CANTIDAD
Múltiple de dos tomas		6 por camión

Tabla 5.4 Accesorio, múltiple de dos tomas.

5.2.1.3.1 Diseño y fabricación del múltiple de dos tomas

Se diseñan tres prototipos del múltiple, para lo cual se emplea el programa Autodesk Inventor Profesional que incluye una opción de cálculo de resistencia mecánica mediante elementos finitos, seleccionamos el material de fabricación que es un acero de medio carbono SAE 1045 con buenas propiedades para ser maquinado y tratado térmicamente (Ver anexos, especificaciones técnicas de materiales), cada prototipo es sometido a una presión de 10.34MPa (1500psi), que es la presión media de trabajo en las suspensiones.

5.2.1.3.1.1 Prototipo N°1

En la Figura 5.5, se muestra en una barra vertical de colores, donde se observa la distribución de los esfuerzos mecánicos del prototipo N°1, sometido a una presión interna de trabajo de 10.34MPa (1500psi).

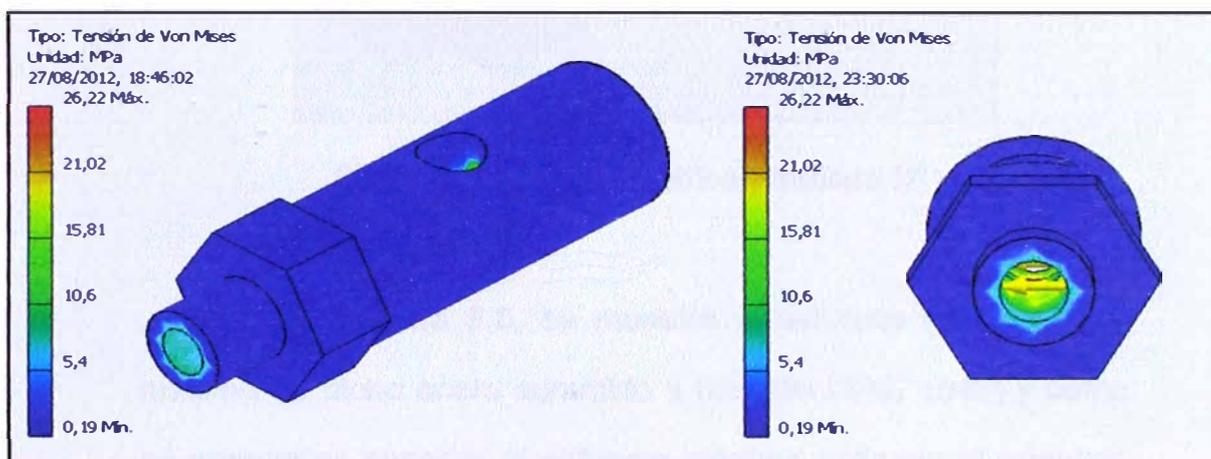


Figura 5.5 Análisis por elementos finitos

En la Figura 5.6, se muestra el esfuerzo máximo y mínimo distribuido en el múltiple, como lo indica en los campos de color gris.

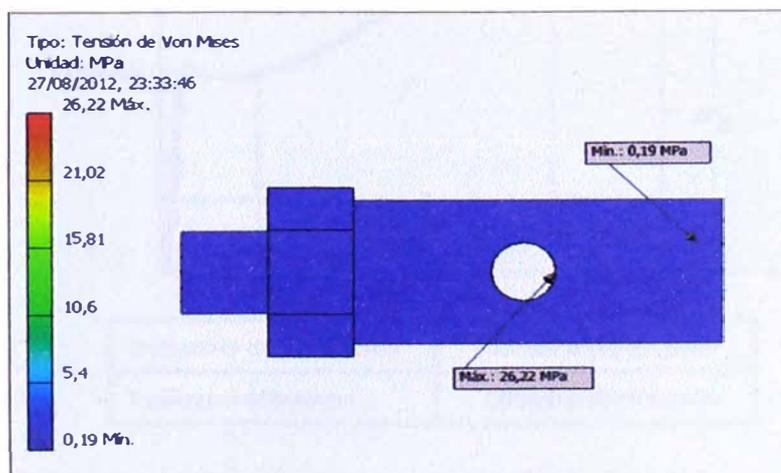


Figura 5.6 Esfuerzo máximo y mínimo



Figura 5.7 Vista isométrica prototipo N°1.

En la Figura 5.8, se muestra el esfuerzo de fluencia y máximo de dicho acero sometido a tracción (SAE 1045) y como se aprecia es superior al esfuerzo máximo aplicado al prototipo N°1 (26.22MPa), dando un factor de seguridad de 11.5.

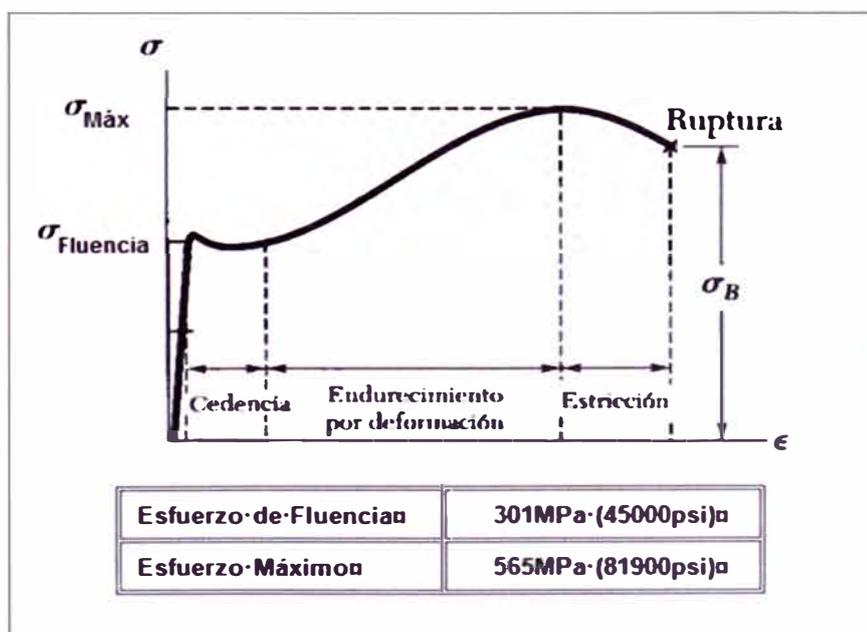


Figura 5.8 Ensayo de tracción acero SAE 1045

5.2.1.3.1.2 Prototipo N°2

En la Figura 5.9, se muestra en una barra vertical de colores, donde se observa la distribución de los esfuerzos mecánicos del prototipo N°2, sometido a una presión interna de trabajo de 10.34MPa (1500psi).

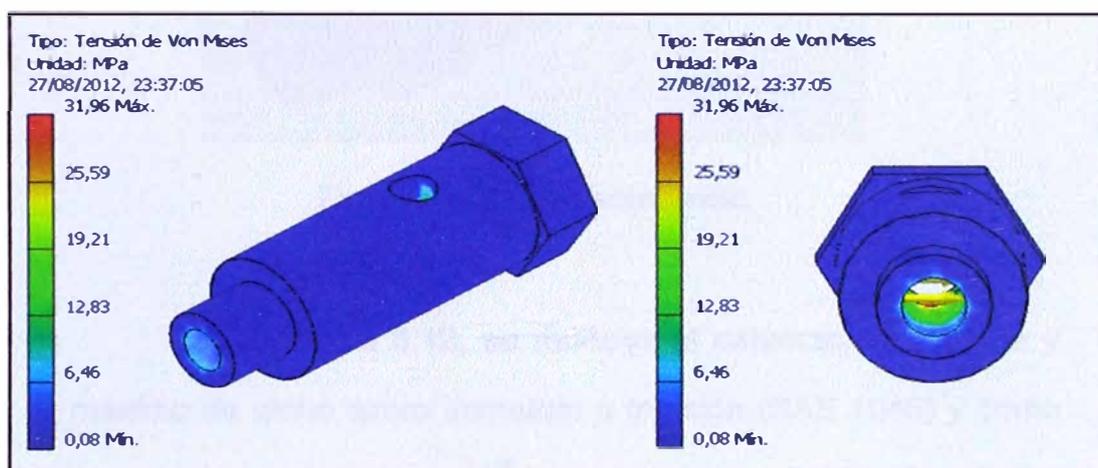


Figura 5.9 Análisis por elementos finitos

En la Figura 5.10, se muestra el esfuerzo máximo y mínimo distribuido en el múltiple, como lo indica en los campos de color gris.

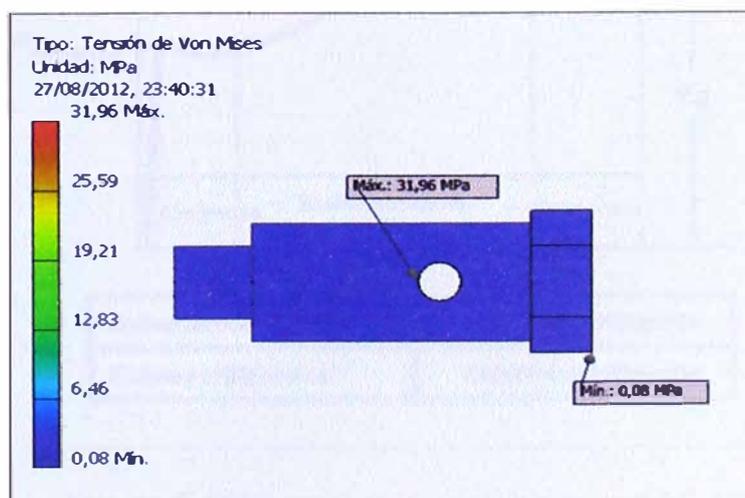


Figura 5.10 Esfuerzo máximo y mínimo

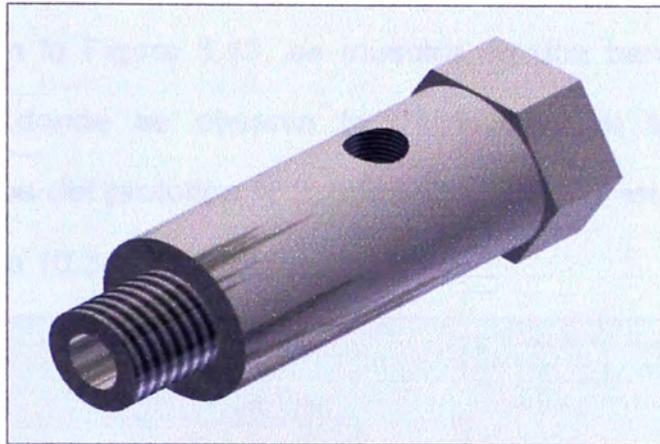


Figura 5.11 Vista isométrica.

En la Figura 5.12, se muestra el esfuerzo de fluencia y máximo de dicho acero sometido a tracción (SAE 1045) y como se aprecia es superior al esfuerzo máximo aplicado al prototipo N°2 (31.96MPa), dando un factor de seguridad de 9,4.

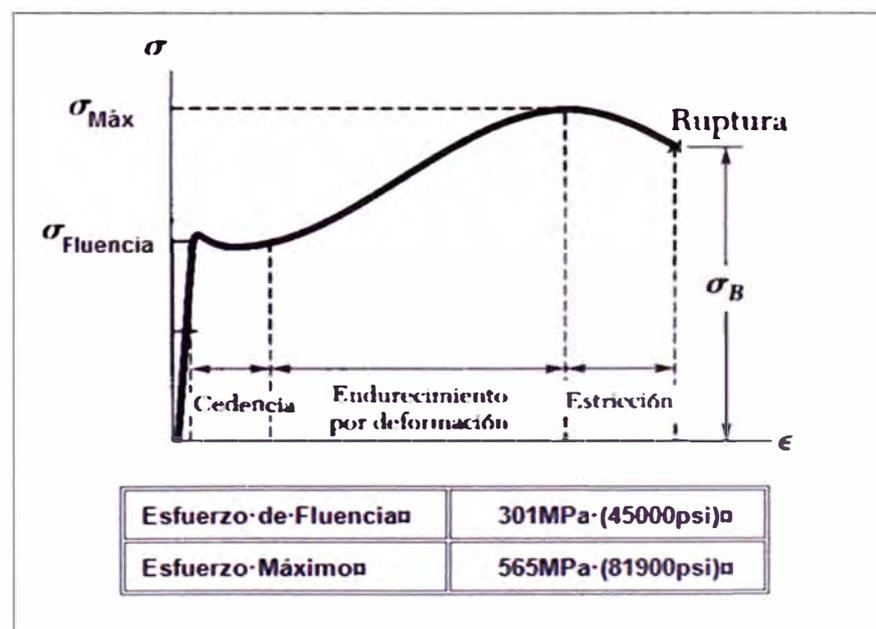


Figura 5.12 Ensayo de tracción acero SAE 1045

5.2.1.3.1.3 Prototipo N°3

En la Figura 5.13, se muestra en una barra vertical de colores, donde se observa la distribución de los esfuerzos mecánicos del prototipo N°2, sometido a una presión interna de trabajo de 10.34MPa (1500psi).

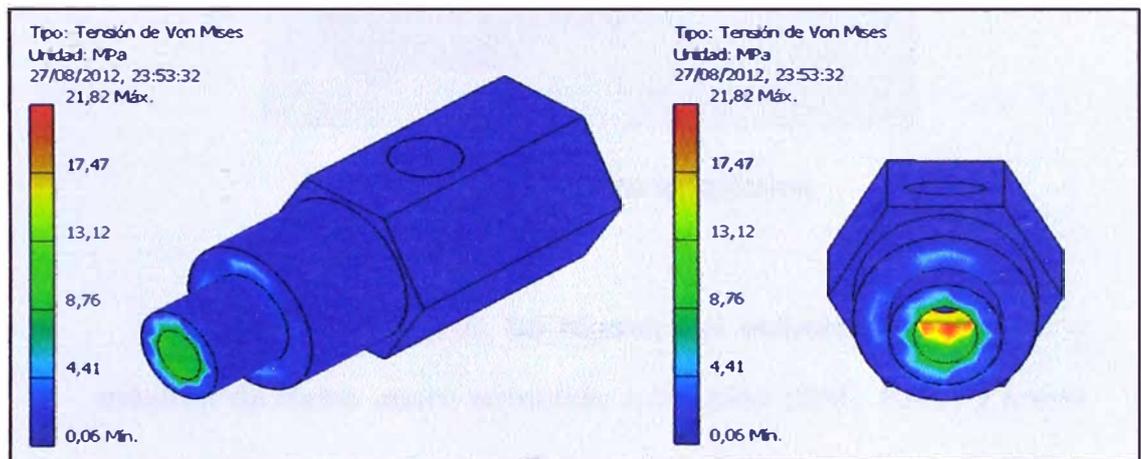


Figura 5.13 Análisis por elementos finitos

En la Figura 5.14, se muestra el esfuerzo máximo y mínimo distribuido en el múltiple, como lo indica en los campos de color gris.

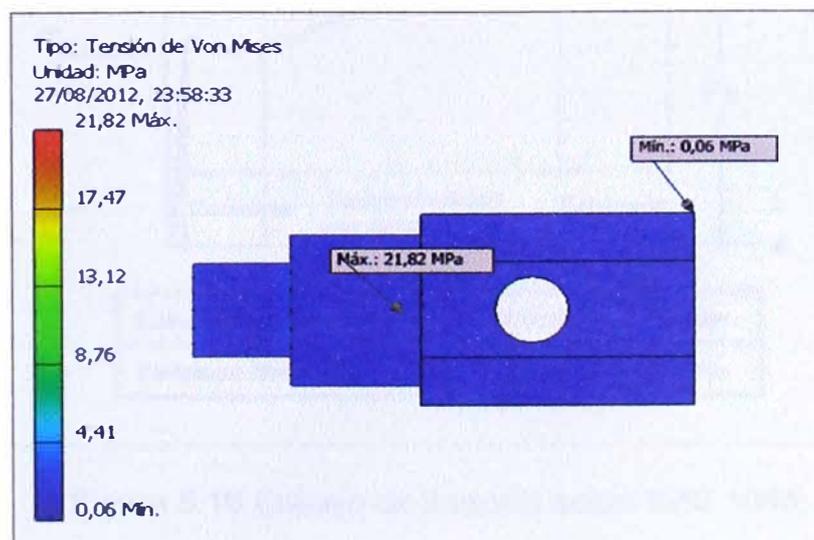


Figura 5.14 Esfuerzo máximo y mínimo

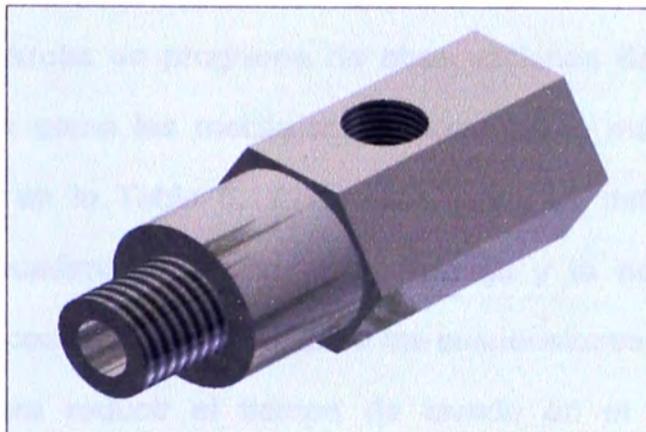


Figura 5.15 Vista isométrica.

En la Figura 5.16, se muestra el esfuerzo de fluencia y máximo de dicho acero sometido a tracción (SAE 1045) y como se aprecia es superior al esfuerzo máximo aplicado al prototipo N°3 (21.82MPa), dando un factor de seguridad de 13,8.

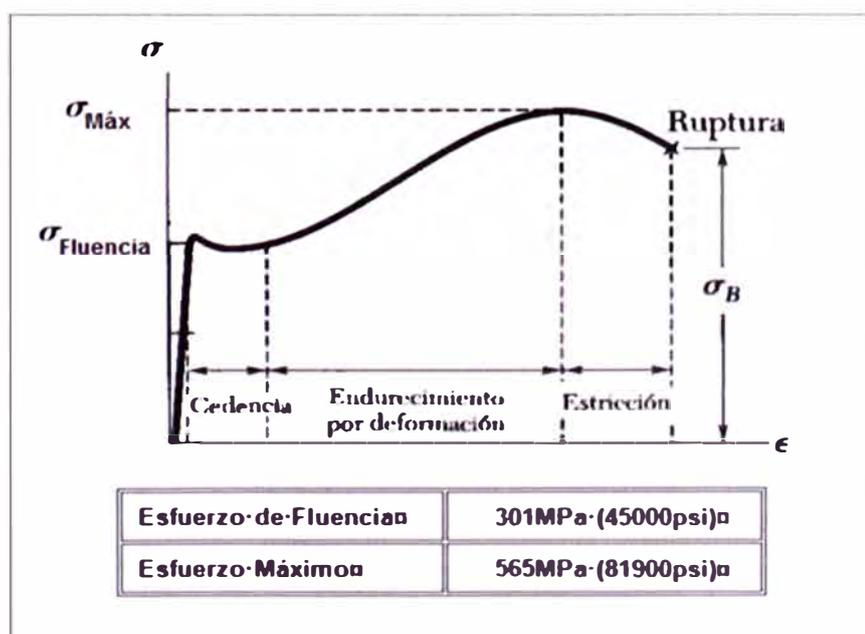


Figura 5.16 Ensayo de tracción acero SAE 1045

5.2.2 Procedimiento estándar de trabajo (PST)

Se desarrolla un programa de observaciones de tarea, que consiste en ver como los mecánicos realizan dicho mantenimiento que se detalla en la Tabla 5.17, de esta forma se determinan las mejoras al procedimiento estándar de trabajo y la necesidad de incorporar un accesorio permanente en las suspensiones (múltiple de dos tomas) para reducir el tiempo de lavado en el proceso de mantenimiento, como se muestra en la tabla 5.5.

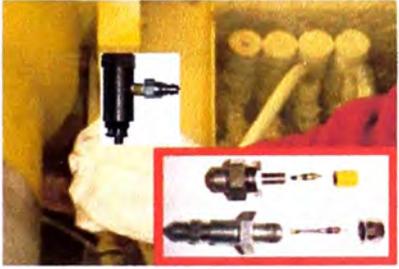
PUNTOS MEJORADOS EN COMPARACIÓN AL ANTIGUO PROCEDIMIENTO			
ANTES	AHORA	FOTOS	OBSERVACIONES
Retirar la válvula de carga del nitrógeno, esta es una check muy pequeña.	Con el accesorio (múltiple de dos tomas) instalado de forma permanente no se requiere retirar la válvula check.		Al retirar la válvula check de nitrógeno, en muchos de los casos se rompe por estar agarrotada.
Tiempo muy largo en el lavado de las suspensiones y no se realiza correctamente quedando residuos de aceite contaminado.	Se reduce considerablemente el tiempo de lavado y se retira casi por completo el aceite contaminado, realizando el trabajo correctamente.		Los sobretiempos en trabajos de mantenimiento y los retrabajos por trabajos mal hechos, implican mayores costos.
La carga de 1 pulgada de aceite según procedimiento, se hace levantando el peso del camión con la energía hidráulica que transforma la bomba.	Se lava levantando el camión con la gata a 4 pulgadas por encima y se baja con el peso del camión hasta dejarlo en 1 pulgada.		Disminuye el consumo de energía y esfuerzo de la bomba, se elimina el tiempo que demora en levantar la bomba al camión.

Tabla 5.17 Puntos mejorados en el nuevo PST

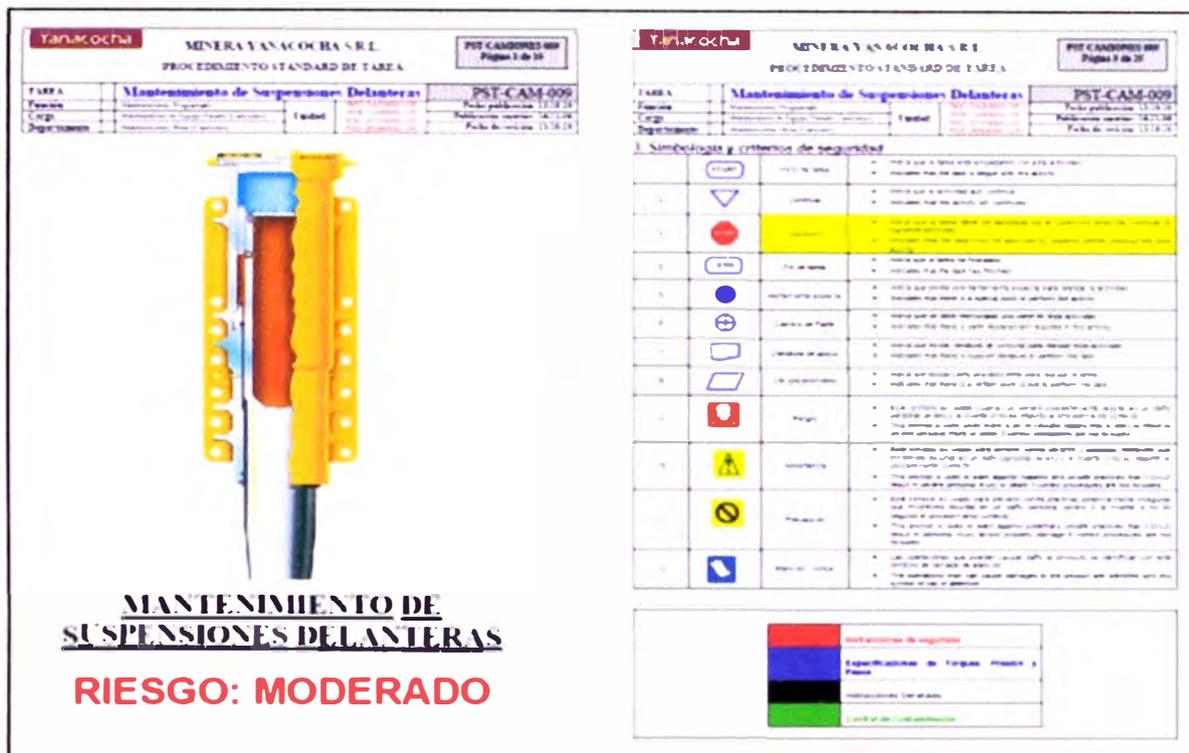


Figura 5.18 Nuevo procedimiento standard de trabajo (PST)

Los puntos de mejora del nuevo PST lo podemos revisar en Anexos, PST de camión mejorado de las suspensiones delanteras y PST de camión mejorado de las suspensiones posteriores.

5.2.3 Entrenamiento

El entrenamiento está basado en competencias de acuerdo a la tendencia moderna, el marco teórico que lo sustenta se encuentra detallado en el Capítulo IV-4.3 y desarrollaremos cada uno de estos tres puntos.

5.2.3.1 Actitud

Para el desarrollo de este punto se trabaja mucho con los mecánicos y los supervisores, para lo cual se elaboró en PowerPoint la charla de motivación (Ver Figura 5.19) y un programa de dictado en las fechas

5.2.3.2 Conocimientos

Para incrementar el nivel de conocimiento de los mecánicos se elabora el manual del sistema de suspensión (Ver Figura 5.21) y del programa de cursos teóricos de acuerdo al plan de ejecución del Capítulo V-5.7 (Ver Figura 5.22).

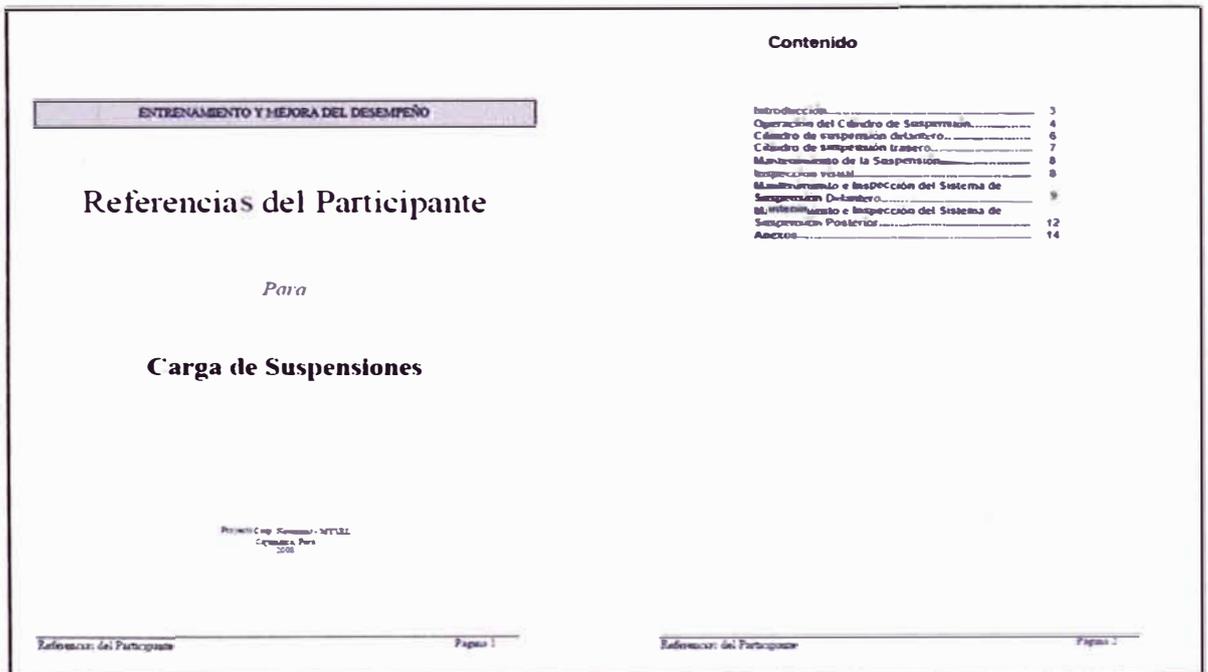


Figura 5.21 Manual del curso teórico

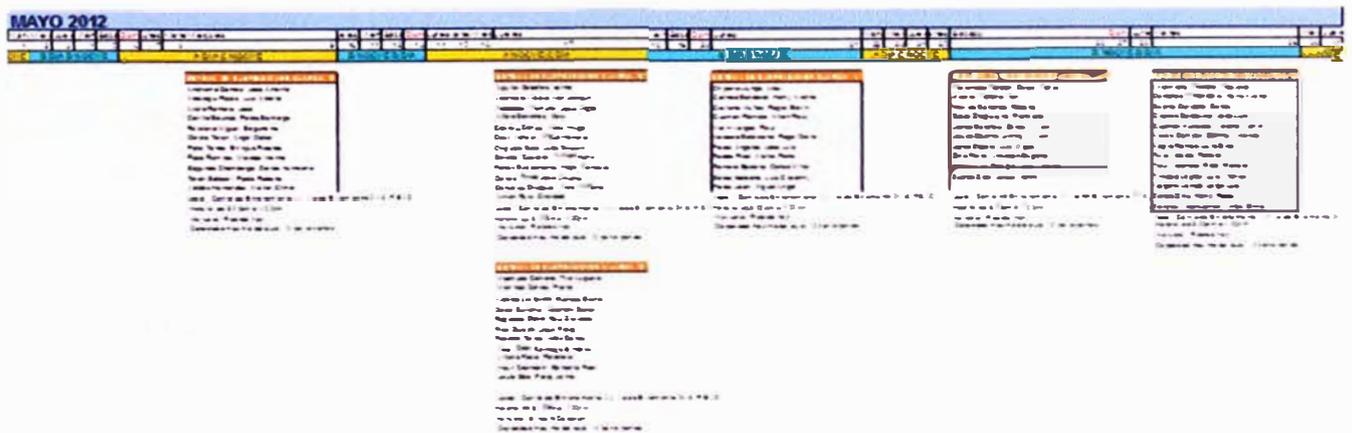


Figura 5.22 Programa de cursos teóricos

5.2.3.3 Habilidades

Con el procedimiento mejorado (Ver Figura 5.23), se realiza el entrenamiento práctico de acuerdo al programa elaborado en el plan de ejecución del Capítulo V-5.7 (Ver Figura 5.24).



Figura 5.23 Procedimiento estándar de trabajo mejorado



Figura 5.24 Programa de entrenamiento practico

5.3 Implementación de las tres mejoras

Luego de implementar las tres mejoras identificadas en el diagrama de medios y fines, se consiguió mejorar el proceso de mantenimientos de las suspensiones reduciendo el tiempo de ejecución y mejorando la calidad del trabajo, esto tiene como beneficio la reducción de costos por menor tiempo de ejecución de la tarea y la eliminación de los retrabajos por este tema.

5.4 Comprobaciones preliminares

Para la validación del múltiple se diseña y fabrica un banco de pruebas hidráulico con el cual se demuestra la ganancia en caudal en su aplicación.

5.4.1 Diseño y fabricación del banco de pruebas

Se diseña y fabrica un banco de pruebas para evaluar el desempeño del múltiple de dos tomas.

5.4.1.1 Diseño del sistema hidráulico

Se realiza el esquema de como trabajara el banco de pruebas antes de su fabricación (Ver Figura 5.25).

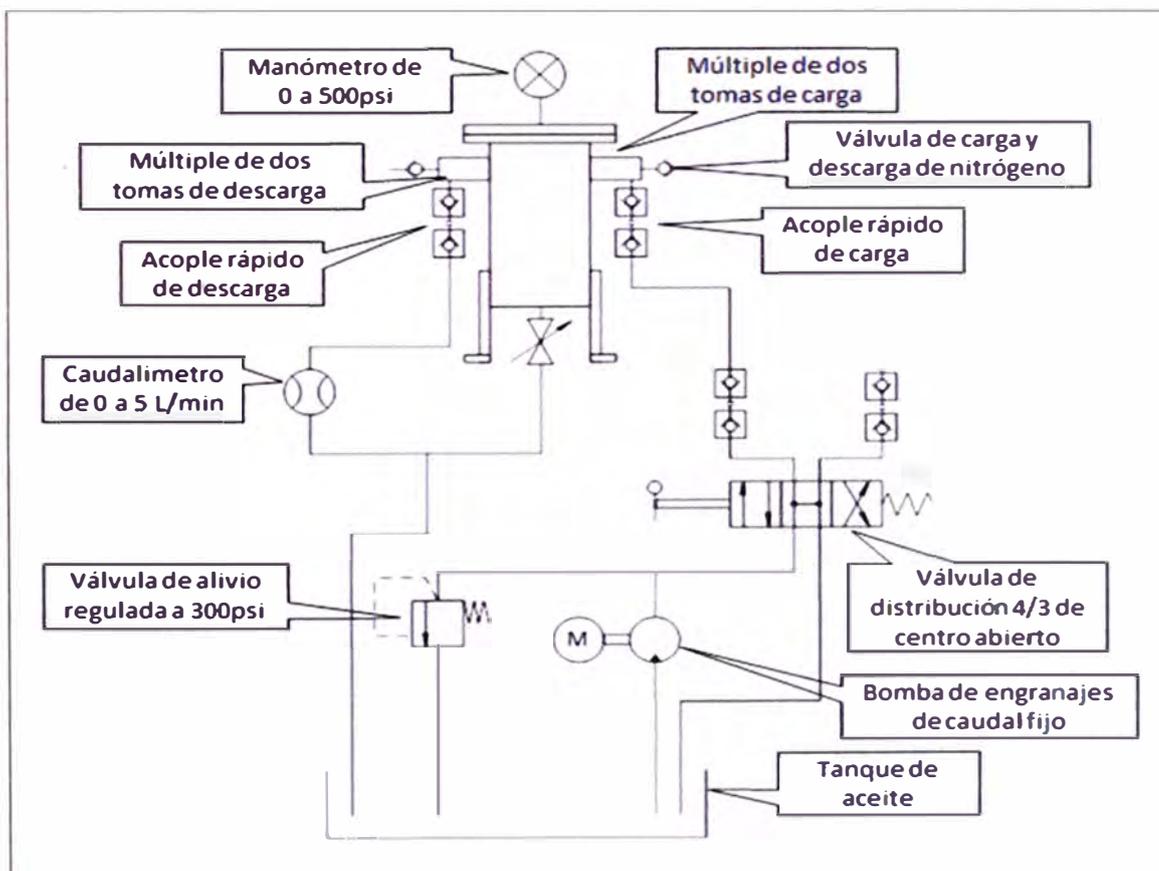


Figura 5.25 Esquema hidráulico

5.4.1.2 Diseño y fabricación del cilindro

Este cilindro tiene como función simular el paso de aceite por las suspensiones en el proceso de lavado, de esta forma determinar la variación de flujo que pasa por la válvula de carga de nitrógeno y por los acoples rápidos, para su fabricación se emplea un acero SAE 1045 sometido a una presión de trabajo de 3.44MPa (500psi).

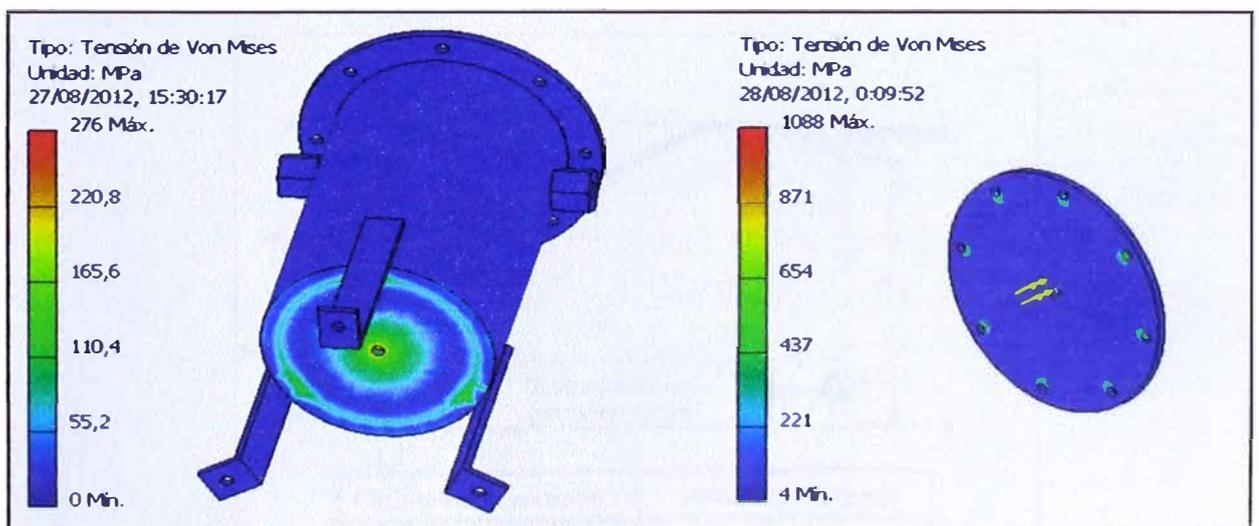
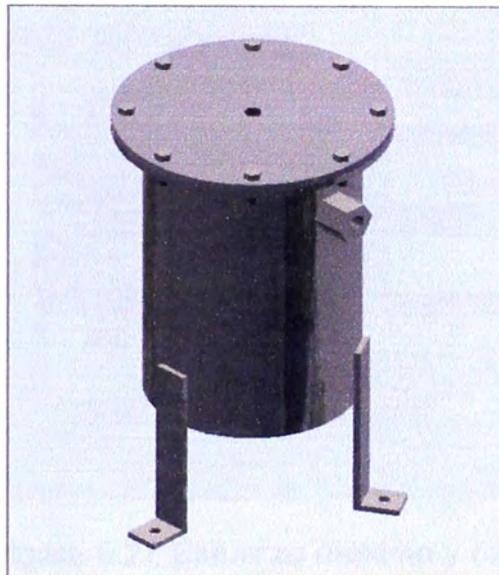


Figura 5.26 Analisis de elementos finitos de la tapa y el cilindro.

Empleando Autodesk Inventor Profesional, generamos un reporte donde se muestra el esfuerzo maximo y minimo en el cilindro (Ver Figura 5.27), el esfuerzo máximo aplicado es de 276MPa, dando un factor de seguridad de 1.1.

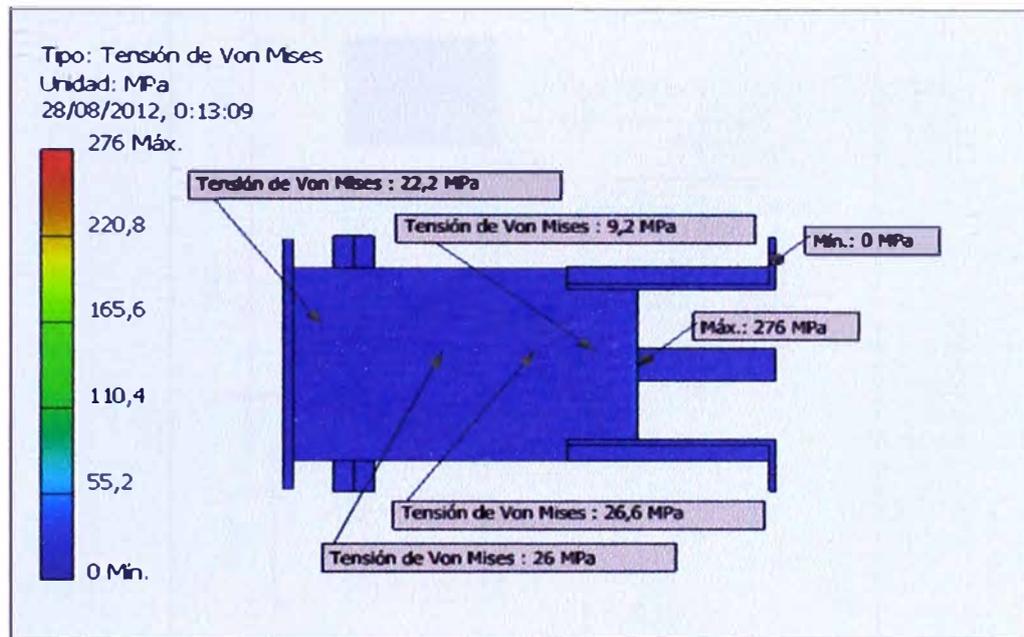


Figura 5.27 Esfuerzo maximo y minimo

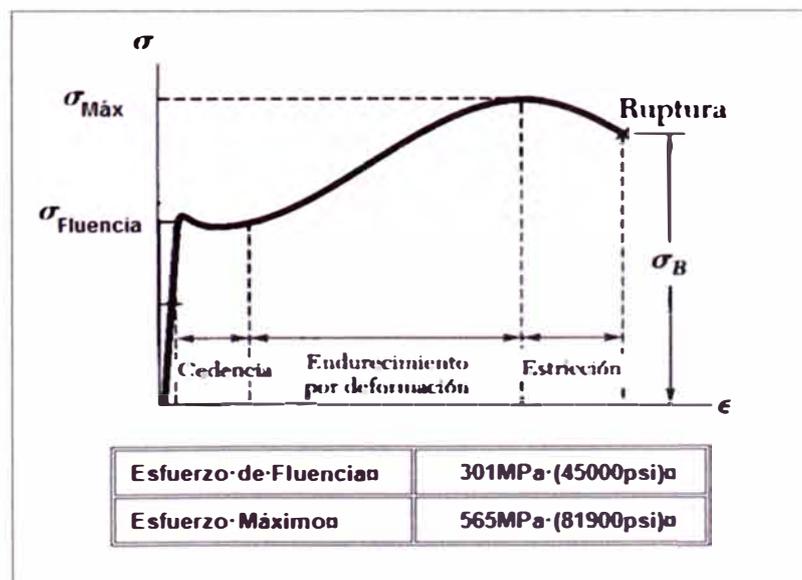


Figura 5.28 Ensayo de tracción acero SAE 1045

5.4.1.3 Diseño y fabricación del coche

Con este fin se hace el diseño del coche mediante un plano y se procede a la fabricación (Ver Figura 5.29 y 5.30).

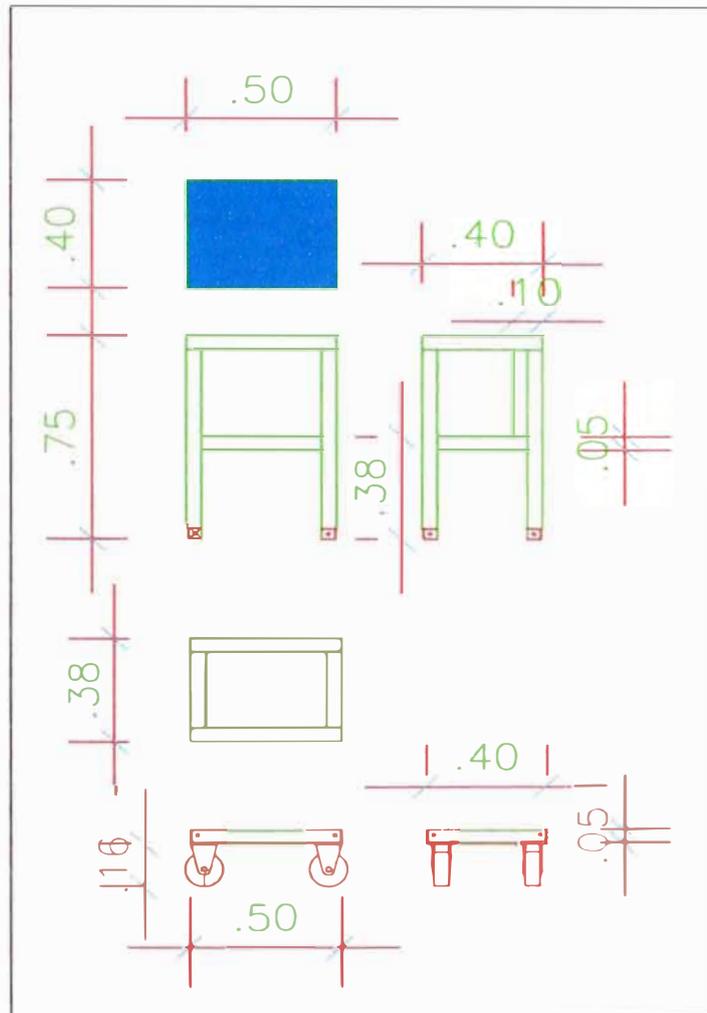


Figura 5.29 Plano de fabricación



Figura 5.30 Fabricación del coche según plano

5.4.1.4 Ensamble del banco de pruebas

Se juntan las partes para la conformación del banco de pruebas para evaluar el múltiple de dos tomas y verificación del caudal en el proceso de lavado de las suspensiones, como se puede observar en la Figura 5.31 y 5.32.

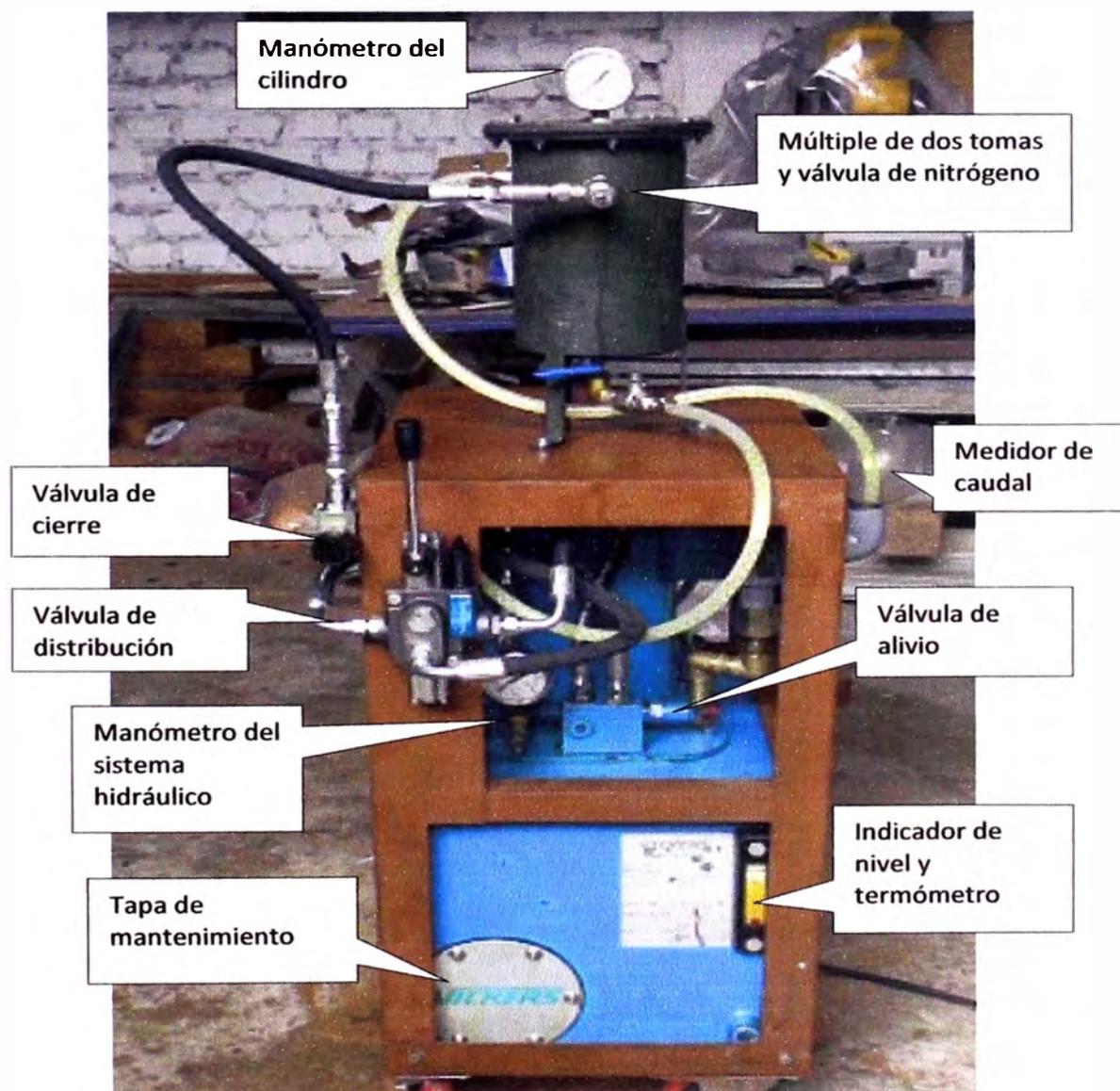


Figura 5.31 Banco de pruebas para los prototipos de múltiple

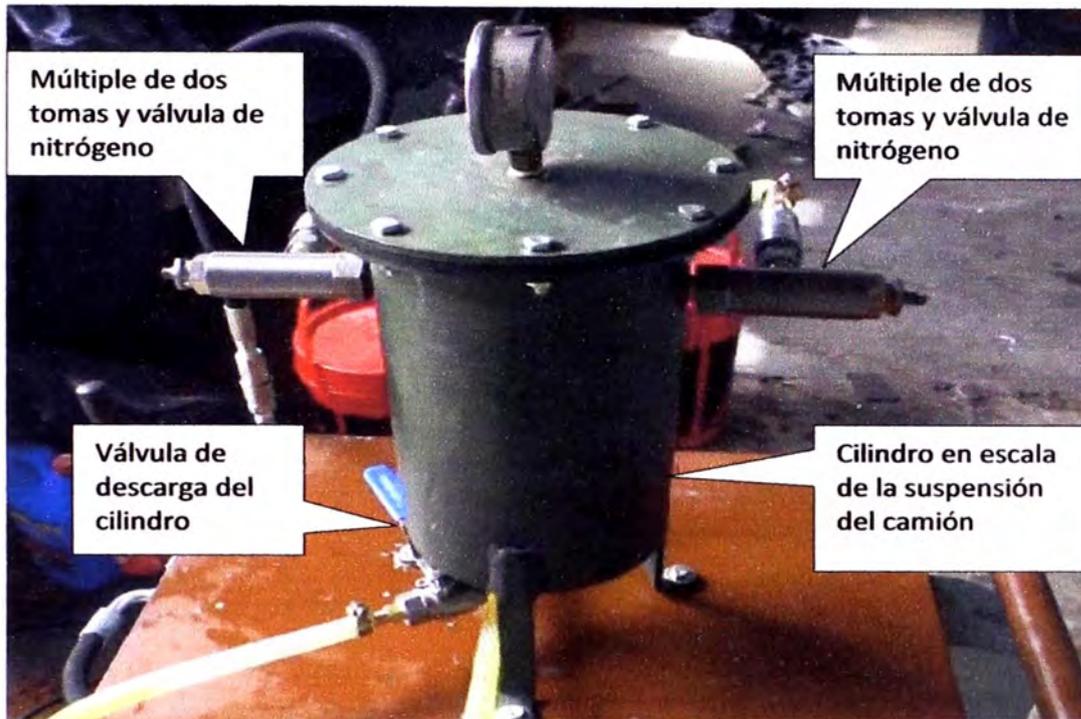


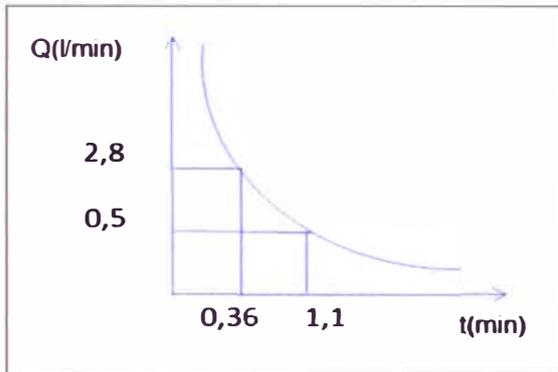
Figura 5.32 Instalación de los múltiples de dos tomas

5.4.2 Prueba de caudal

Calculo del caudal con la válvula de carga de nitrógeno y con el múltiple de dos tomas y acople rápido (Ver Figura 5.34).



Figura 5.33 Medición del caudal con el banco de pruebas



Válvula	Caudal
Carga de nitrógeno	0,5 L/min
Acople rápido	2,8 L/min

Figura 5.34 Indica la variación de caudal con la mejora

5.4.3 Prueba de hermeticidad

La prueba de hermeticidad se realiza para verificar que no se tengan fugas entre las uniones del tapón, acople rápido, válvula de carga de nitrógeno y en las conexiones al múltiple de la suspensión, para lo cual se somete a una determinada presión en un determinado tiempo de tal forma que me garantice que no se tiene fugas (Ver Tabla 5.36), para la prueba utilizar un gas inerte como el nitrógeno.

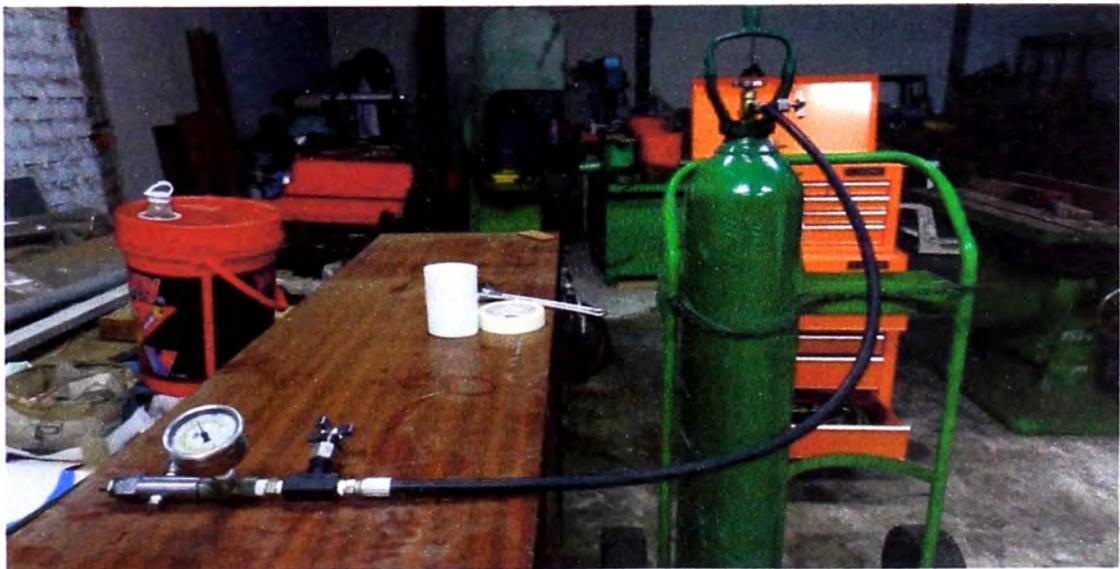


Figura 5.35 Ensamble para la prueba de hermeticidad



Presión de operación en las suspensiones	Presión de ensayo	Tiempo de ensayo
400psi < P < 1500psi	1500psi	6 horas

Tabla 5.36 Valores de prueba de hermeticidad

5.5 Comprobaciones finales

Por último se realiza un programa de observaciones de tarea (Ver Figura 5.37), para verificar que se encuentren los talleres con las mejoras implementadas (Ver tabla 5.38), de las seis observaciones se tomó el tiempo de duración. Se considera el inicio cuando el camión esta lavado y dentro del taller y el final cuando es entregado a operaciones, siendo el promedio del mantenimiento de 9 horas (Ver Tabla 3.39), también se verifico que se esté realizando el procedimiento de acuerdo a lo entrenado, de las observaciones iniciales realizadas en marzo se tenía un tiempo de 15 horas, lo que nos indica una reducción de 40% tal como se planteó en la hipótesis, de esta forma no tendremos retrabajos por trabajos mal hechos e impactaremos favorablemente en los costos operativos.

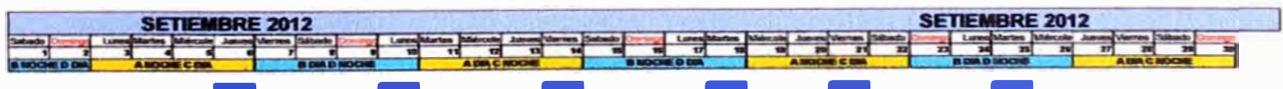


Figura 5.37 Programa de observaciones de tarea con la mejora

RESULTADOS DE LAS OBSERVACIONES DE TAREA			
CATEGORIAS	CAUSA	SUBCAUSA	ESTADO
METODO	Mejora del procedimiento	Mejora del procedimiento que facilite el trabajo	OK
MANO DE OBRA	Falta de entrenamiento	No se tiene un programa	OK
MAQUINAS	Faltan gatas hidráulicas	Faltan gatas hidráulicas	OK
	Falta accesorio para la carga	Diseño y fabricación	OK
MEDIO AMBIENTE	Falta área de evaluación	Falta definir y habilitar	OK

Tabla 5.38 Resultados de las observaciones de tarea

DURACIÓN DE PROCESO DE MANTENIMIENTO				
N°	FECHA	HORA INICIO	HORA FIN	TIEMPO TOTAL
1	06/09/2012	08:00	17:00	09:00
2	10/09/2012	08:00	18:00	10:00
3	14/09/2012	08:00	16:00	08:00
4	18/09/2012	08:00	16:00	08:00
5	21/09/2012	08:00	17:00	09:00
6	25/09/2012	08:00	18:00	10:00

Tabla 5.39 Duración del mantenimiento

Los resultados encontrados demuestran la hipótesis planteada en el Capítulo 3.2.

5.6 Estimado de Costo

Los costos están en función de la implementación de los puntos por mejorar identificados en el diagrama de medios-fines Capítulo 5.1.

5.6.1 Herramientas, accesorios y facilidades

En la tabla 5.40, se encuentra el detalle del costo de implementación de las mejoras indicadas en el Capítulo 5.2.1.

COSTO DEL BANCO DE PRUEBAS HIDRÁULICO			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRESIO UNITARIO	PRESIO TOTAL
Fabricación de un cilindro según plano	1	S/. 120.00	S/. 120.00
Sistema de potencia hidráulica	1	S/. 2,500.00	S/. 2,500.00
Válvula de distribución 4/3	1	S/. 400.00	S/. 400.00
Fabricación de carrito de soporte	1	S/. 200.00	S/. 200.00
Ruedas del carrito	4	S/. 25.00	S/. 100.00
Mangueras hidráulicas	5	S/. 30.00	S/. 150.00
Acople rápido	5	S/. 30.00	S/. 150.00
Válvula de cierre	1	S/. 60.00	S/. 60.00
Respiradero de tanque hidráulico	1	S/. 60.00	S/. 60.00
Válvula de paso de 1/4	1	S/. 20.00	S/. 20.00
Manómetro de 0 - 300 psi	1	S/. 30.00	S/. 30.00
Manómetro de 0 - 2000 psi	1	S/. 50.00	S/. 50.00
Guardo motor eléctrico	1	S/. 150.00	S/. 150.00
Cable de toma eléctrica 7m	1	S/. 50.00	S/. 50.00
Enchufe trifásico	1	S/. 25.00	S/. 25.00
Codo 90° de 3/4 fierro	2	S/. 2.50	S/. 5.00
Te 3/4" fierro	1	S/. 5.00	S/. 5.00
Niple 3 pulg. Fierro	2	S/. 7.50	S/. 15.00
Niple de 1 pulg. Fierro	2	S/. 1.00	S/. 2.00
Niple de 13 pulg. Fierro	1	S/. 8.00	S/. 8.00
Tapón de 3/4" fierro	1	S/. 2.00	S/. 2.00
Niple 1/4 pulg. X 2pulg.	2	S/. 1.00	S/. 2.00
Codo 90° de 1/4" bronce	2	S/. 3.00	S/. 6.00
Manguera de 3/8 pulg. 2m	1	S/. 10.00	S/. 10.00
Abrazaderas 3/8 de pulg.	4	S/. 1.50	S/. 6.00
Niple de 1/4 pulg.	4	S/. 6.00	S/. 24.00
Balde de 5 galones de aceite Hidráulico	2	S/. 180.00	S/. 360.00
Empaque de nitrilo	2	S/. 15.00	S/. 30.00
			S/. 4,540.00

Tabla 5.40 Relación de costos del banco de pruebas

COSTO DEL MULTIPLE DE DOS TOMAS			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRESIO UNITARIO	PRESIO TOTAL
Fabricación de un múltiple de dos tomas según plano	7	S/. 80.00	S/. 560.00
Macho de 1/8" NPT	4	S/. 12.00	S/. 48.00
Macho de 1/4" NPT	4	S/. 15.00	S/. 60.00
Macho de 3/8" NPT	2	S/. 25.00	S/. 50.00
Broca de 8,7 mm HSS	5	S/. 12.00	S/. 60.00
Acople rápido	4	S/. 30.00	S/. 120.00
Niple de 1/4" a 1/8"	4	S/. 4.00	S/. 16.00
			S/. 914.00

Tabla 5.41 Relación de costos del múltiple de dos tomas

COSTO DE COMPRA DE TRES GATAS			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRESIO UNITARIO	PRESIO TOTAL
Gata hidroneumática simplex de 150 TN	3	S/. 57,346.00	S/. 172,038.00

PROYECTO DE HABILITACIÓN DE AREA DE EVALUACIONES FINALES			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRESIO UNITARIO	PRESIO TOTAL
Habilitar un área de 2000 m2	1	S/. 79,500.00	S/. 79,500.00

Tabla 5.42 Relación de costos de compras y habilitación

5.6.2 Procedimiento de trabajo (PST)

Costo del programa de observaciones de tarea que se realizaron al trabajo de mantenimiento, antes de implementada la mejora			
N° de observaciones	duración en horas	costo por hora de instructor	Costo total
6	4	S/. 42.00	S/. 1,008.00

Costo del programa de observaciones de tarea que se realizaron al trabajo de mantenimiento, luego de implementado la mejora			
N° de observaciones	duración en horas	costo por hora de instructor	Costo total
6	4	S/. 42.00	S/. 1,008.00

Tabla 5.43 Costo por ejecución del PST

5.6.3 Entrenamiento

5.6.3.1 Charlas

Costo del programa de charlas de concientización				
N° de charlas	Duración en min	Duración en horas	costo soles por hora de instructor	Costo total en soles
20	15	0.25	42	S/. 210.00

Costo de preparación de la charla		
Duración en horas	costo soles por hora de instructor	Costo total en soles
16	42	S/. 672.00

Costo de impresión del material		
N° de impresiones	costo en soles por impresión	Costo total en soles
230	1	S/. 230.00

Costo total	S/. 1,112.00
--------------------	---------------------

Tabla 5.44 Costo por ejecución de las charlas

5.6.3.2 Teórico (conocimientos)

Costo del programa de cursos teórico					
N° de mecánicos	Participantes por sesión	N° de sesiones	Duración	Costo de instructor por hora	Costo total
120	16	7,5	8	S/. 42,00	S/. 2.520,00

Se considera mecánicos de talleres que son los que realizarán la tarea

Costo del alquiler del local		
Costo de Sala	N° sesiones	Total
300	8	S/. 2.400,00

Costo de almuerzo y break		
Costo de comida	N° de mecánicos	costo total
18	120	S/. 2.160,00

Costo de preparación del Instructor		
N° de horas	Costo de instructor por hora	Costo total
56	42	S/. 2.352,00

Costo de impresión de material		
N° de manuales	Costo por manual	Costo total
120	6	S/. 720,00

Costo total	S/. 10.152,00
--------------------	----------------------

Tabla 5.45 Costo por ejecución de los cursos teóricos

5.6.3.3 Practico (Habilidad)

Costo de entrenamiento practico en mina					
N° de mecánicos	Participantes por sesión	N° de sesiones	Duración	Costo de instructor por hora	Costo total
60	8	8	8	S/. 42,00	S/. 2.520,00

Tabla 5.46 Costo por ejecución de los cursos practicas

5.6.4 Resumen de costos de implementación

RESUMEN DE COSTOS TOTALES	
Diseño y fabricación del múltiple de dos tomas	S/. 914
Diseño y fabricación del banco de pruebas	S/. 4,540
Gata hidroneumática simplex de 150 TN	S/. 172,038
Habilitar un área de 2000 m2, para evaluaciones finales	S/. 79,500
Programa y ejecución de observaciones de tarea antes de la mejora	S/. 1,008
Programa y ejecución de observaciones de tarea después de la mejora	S/. 1,008
Programa y ejecución de charlas (actitud)	S/. 1,112
Programa y ejecución de entrenamiento teórico (conocimientos)	S/. 10,152
Programa y ejecución de entrenamiento practico (habilidades)	S/. 2,520

Inversión total en la mejora= S/. 272,792

Tabla 5.47 Resumen de costos

5.6.5 Recuperación de la inversión

GANANCIAS RAPIDAS POR LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEJORAS			
DESCRIPCIÓN	HORAS	COSTO DE PARADA	GANANCIA
De los antecedentes se tiene reportado en promedio 239.42 horas/mes de camión parado, considerando solo el 50% neto por temas de suspensiones, tenemos un ahorro	119.71	S/. 755.07	S/. 90,388.95
En promedio se atienden 4 camiones/mes que ingresan a taller por temas de suspensiones, teniendo un ahorro de 6 horas por camión	24	S/. 755.07	S/. 18,121.58
TOTAL=			S/. 108,510.53

Tabla 5.48 Ganancias rápidas

GANANCIAS RAPIDAS POR LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEJORAS		
PERIODO	MES	FLUJO DE FONDOS
0	SETIEMBRE	-S/. 272,792.00
1	OCTUBRE	S/. 108,510.53
2	NOVIEMBRE	S/. 108,510.53
3	DICIEMBRE	S/. 108,510.53
4	ENERO	S/. 108,510.53

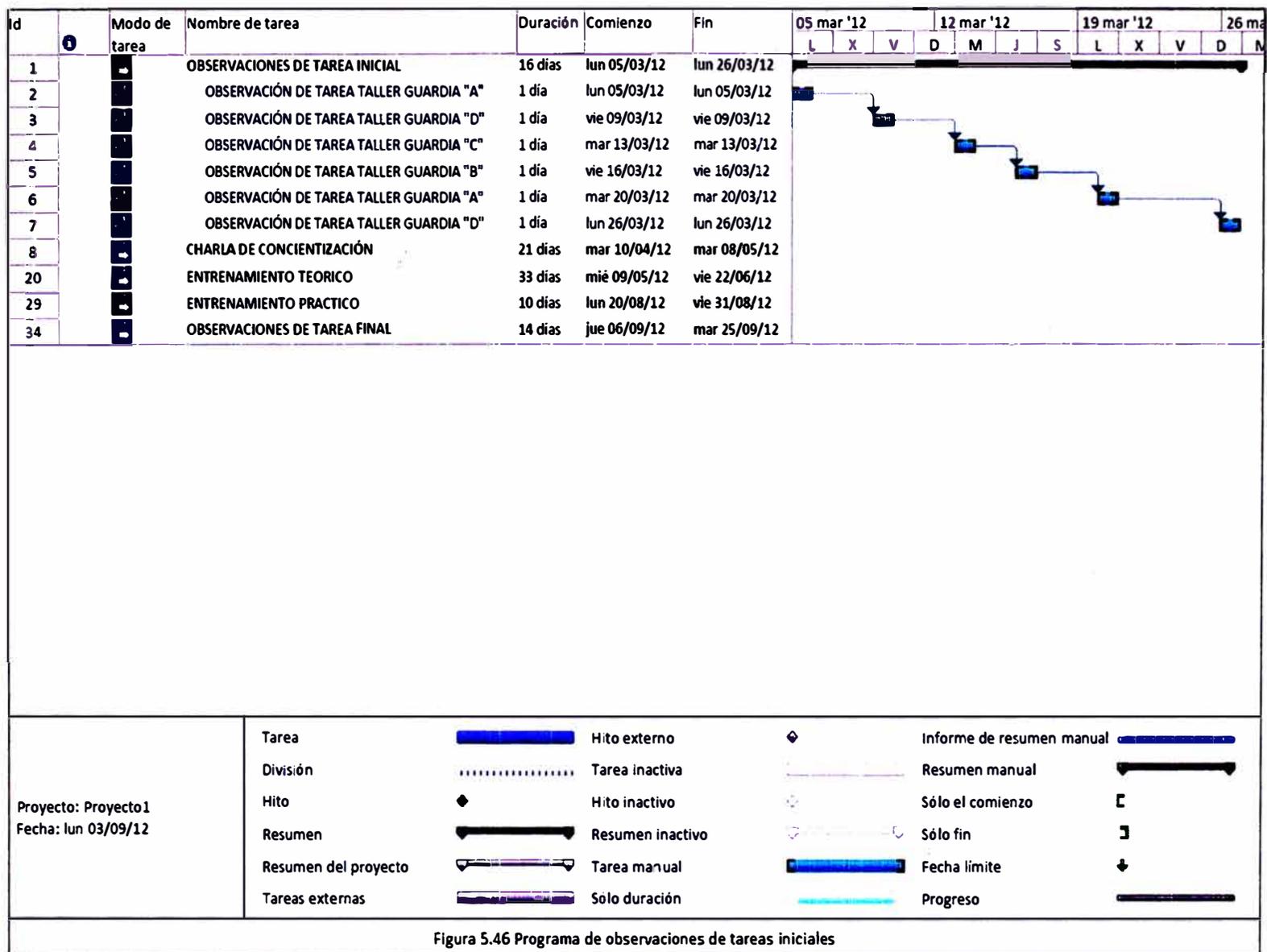
TIR	21.56%
VAN	S/. 71,171.79
ROI	59.11%

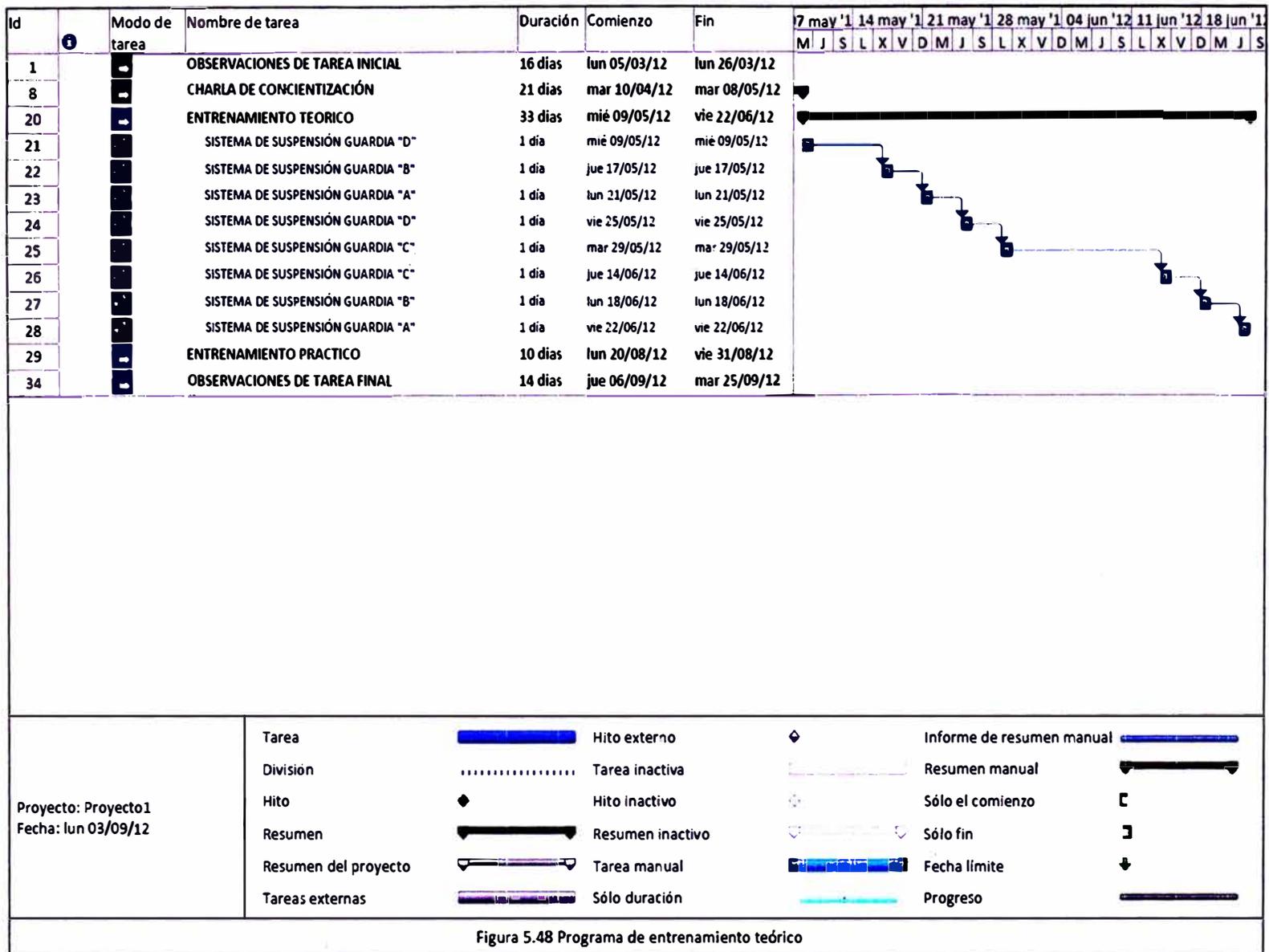
Tabla 5.49 Flujo de fondos

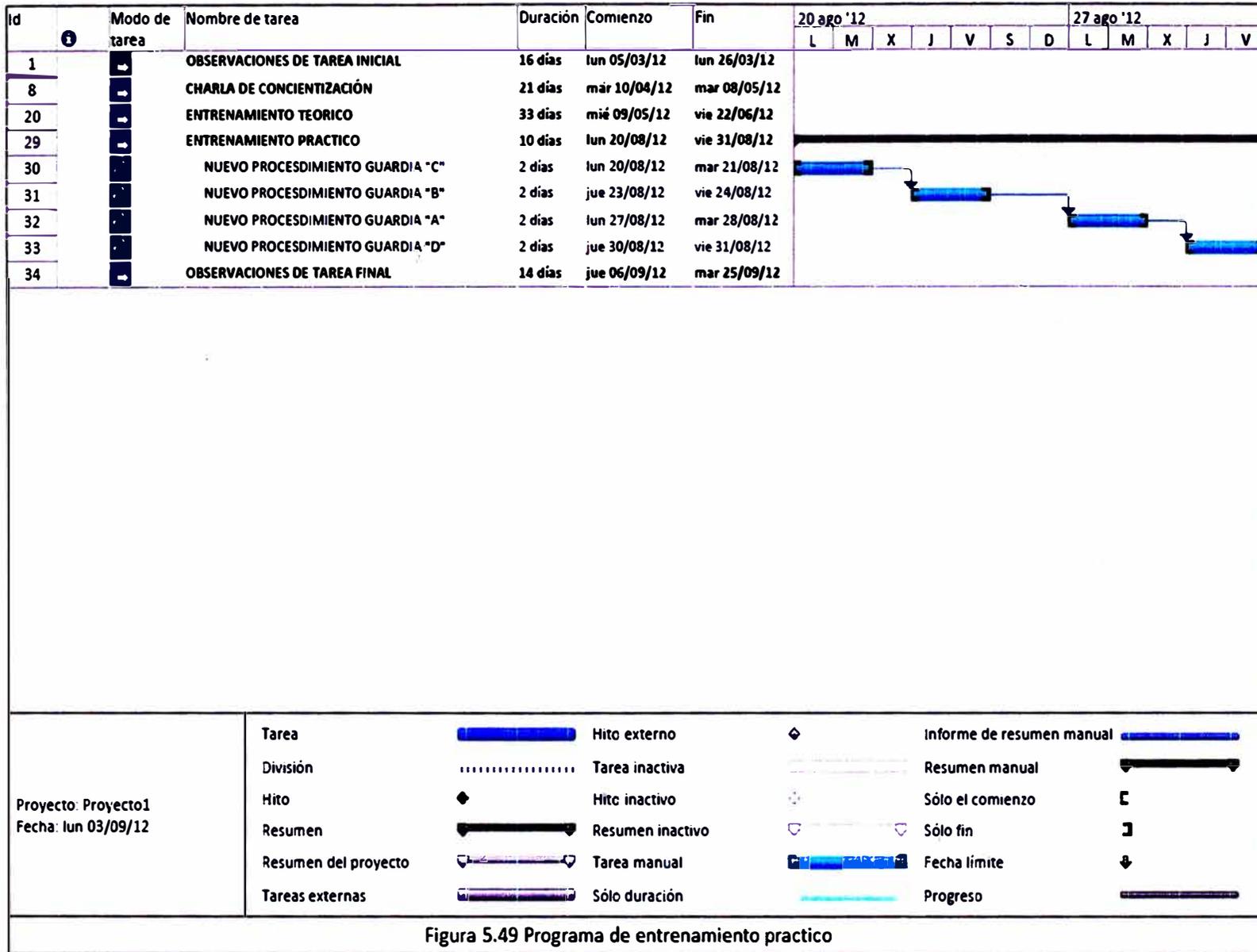
5.7 Plan de Ejecución

Se contempló:

1. Observaciones de tare iniciales, se realizaron 6 observaciones en función al PST (Procedimiento Standard de Trabajo) vigente, las cuales duraron aproximadamente 4 horas cada una. La distribución y las fechas se puede observar en la Figura 5.46.
2. Charlas de concientización, se realizaron 20 charlas de 15 minutos cada una, la distribución y las fechas se puede observar en la Figura 5.47.
3. Cursos de entrenamiento teórico, se realizaron 8 sesiones de 8 horas cada una, la distribución y las fechas se puede observar en la Figura 5.48.
4. Entrenamiento practico, se realizaron 8 sesiones de 8 horas cada una, la distribución y las fechas se puede observar en la Figura 5.49.
5. Observaciones de tarea finales, se realizaron 6 observaciones en función al nuevo PST (Procedimiento Standard de Trabajo), las cuales duraron aproximadamente 4 horas cada una. La distribución y las fechas se puede observar en la Figura 5.50.







CAPITULO VI

CONCLUSIONES

Realizando las mejoras en todos los puntos indicados en el diagrama de medios-fines se concluye:

1. Herramientas, accesorios y facilidades, se implementa las tres gatas faltantes, se diseña y fabrica un múltiple de dos tomas para ser instalado de forma permanente en cada suspensión, disminuyendo el tiempo de lavado, se habilita un área adecuada para las evaluaciones finales.
2. Procedimiento estándar de trabajo (PST), se implementa un procedimiento con las mejoras que se identificaron mediante las observaciones de tarea realizadas al inicio, de esta forma se agiliza el trabajo, garantiza la calidad y la seguridad.
3. Entrenamiento, se realizó el entrenamiento por competencias (conocimientos, habilidades y actitud), aumentando los niveles de conocimientos, habilidades y actitud, que se reflejan en los resultados del trabajo.

4. Se concluye luego de las pruebas realizadas a los tres prototipos que el prototipo N°3 presenta menos pérdidas hidráulicas, teniendo un incremento del caudal de 400% y mayor resistencia a los esfuerzos mecánicos, con un factor de seguridad de 13.8.
5. Con la implementación de todas las mejoras descritas anteriormente se consigue el objetivo principal identificado en el diagrama de medios-fines que es reducir de 15 horas a 9 horas el mantenimiento de las cuatro suspensiones del camión CAT 793C, esto representa un 40% menos del tiempo empleado, lo cual demuestra la hipótesis planteada en el capítulo III.

RECOMENDACIONES

1. Implementar seis múltiples de dos tomas del prototipo N°3 en todos los camiones CAT 793C, cuatro para las suspensiones delanteras y dos para las posteriores, también pueden ser empleados en los camiones CAT 785C, 793B y 793D.
2. Se recomienda para las suspensiones posteriores instalar de forma permanente un solo múltiple de dos tomas por suspensión, puesto que ingreso de aceite para el lavado es por la toma rápida del múltiple y la salida es por la tapa de drenaje (parte inferior de la suspensión).
3. El torque de ajuste del múltiple será el mismo indicado por el fabricante para la válvula de carga de nitrógeno.
4. Diseño y fabricación de un depósito que pueda contener como mínimo 100gal de aceite, con una bomba de engranajes eléctrica, un sistema de mesclado eléctrico del aceite con el aditivo y calentador de aceite, de esta forma aumentamos el flujo de aceite para el lavado de las suspensiones.
5. Se recomienda utilizar el prototipo N°3 puesto que los acoples rápidos tienen rosca para tubo de $\frac{1}{4}$ NPT con numero de parte CAT 6V3966, con mayor sección de ingreso de aceite y es un repuesto común en el almacén.

BIBLIOGRAFÍA

Dra. Violeta Barzola Cordero., Diagrama del árbol, Dirección de calidad en salud, Ministerio de Salud., Perú.

Ing. Francisco J. Camacho Javamillo, Análisis elastoplástico de pérdidas de metal externas en soldaduras circunferenciales de tuberías a presión, aplicandi el MEF., México 2006.

Lic. Maria C. De Sousa de R., Análisis de necesidad de entrenamiento basado en el modelo de competencias. Caracas Venezuela, Mayo 2001.

Ferreyros, Boletín de Información Técnica., Purgado y carga de cilindro de suspensión., SENR 1456-05, 2002.

FilterManufacturers Council, Sistemas Hidráulicos, Boletín de servicio técnico 96-1

H. Gutierrez R. de la Vara., Análisis y Diseño de Experimentos, 1ra ed., México, MC Graw Hill, 2003

Universidad de Vigo, Escuela técnica superior de ingenieros Industriales., El Diagrama Causa-Efecto., España.

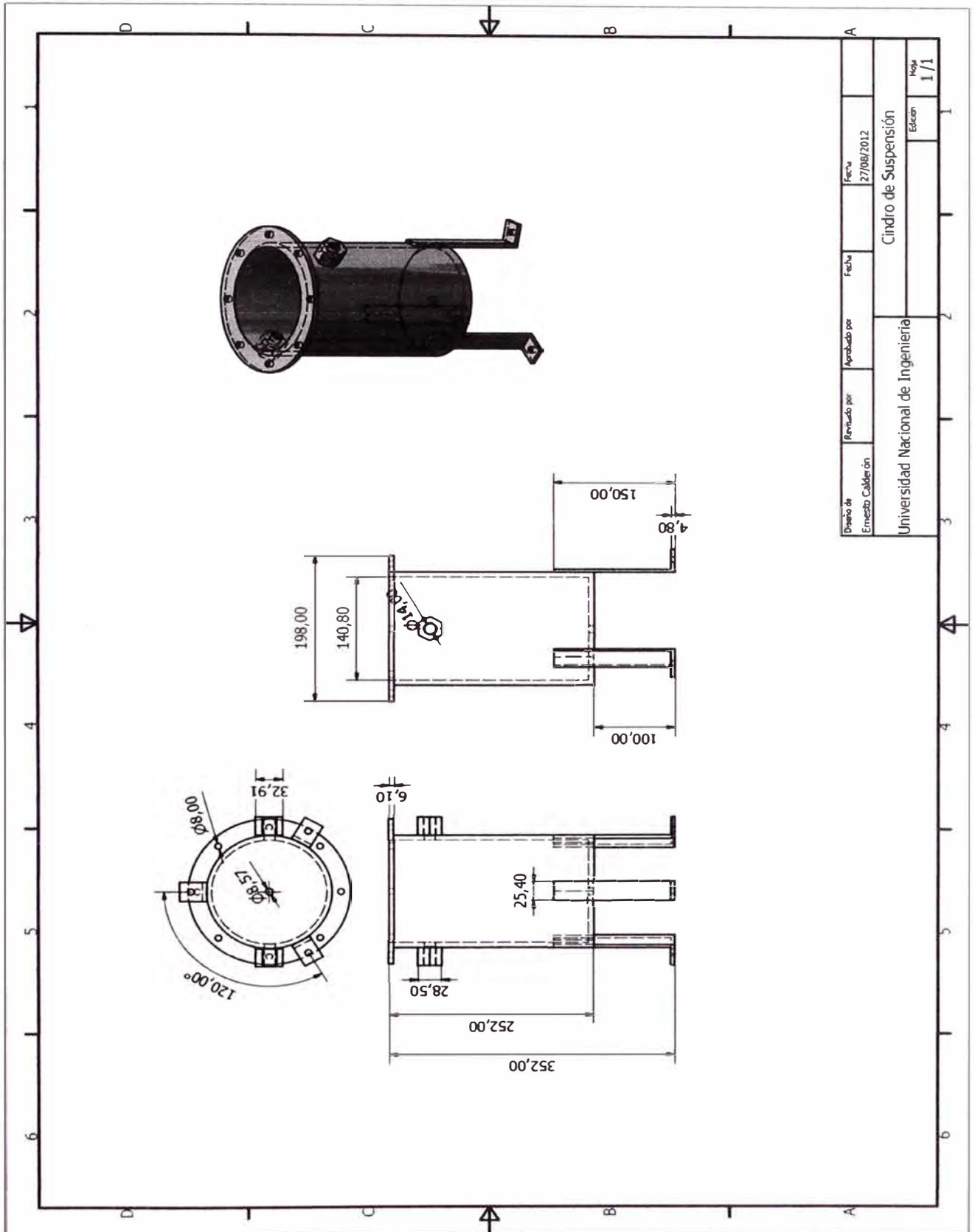
CAT Service Information System., Acoplesy Niples, SEBD 1135, 1981.

A. Valencia, Tecnología del tratamiento térmico de los metales, 2a ed., Medellín: Universidad de Antioquia, 2009.

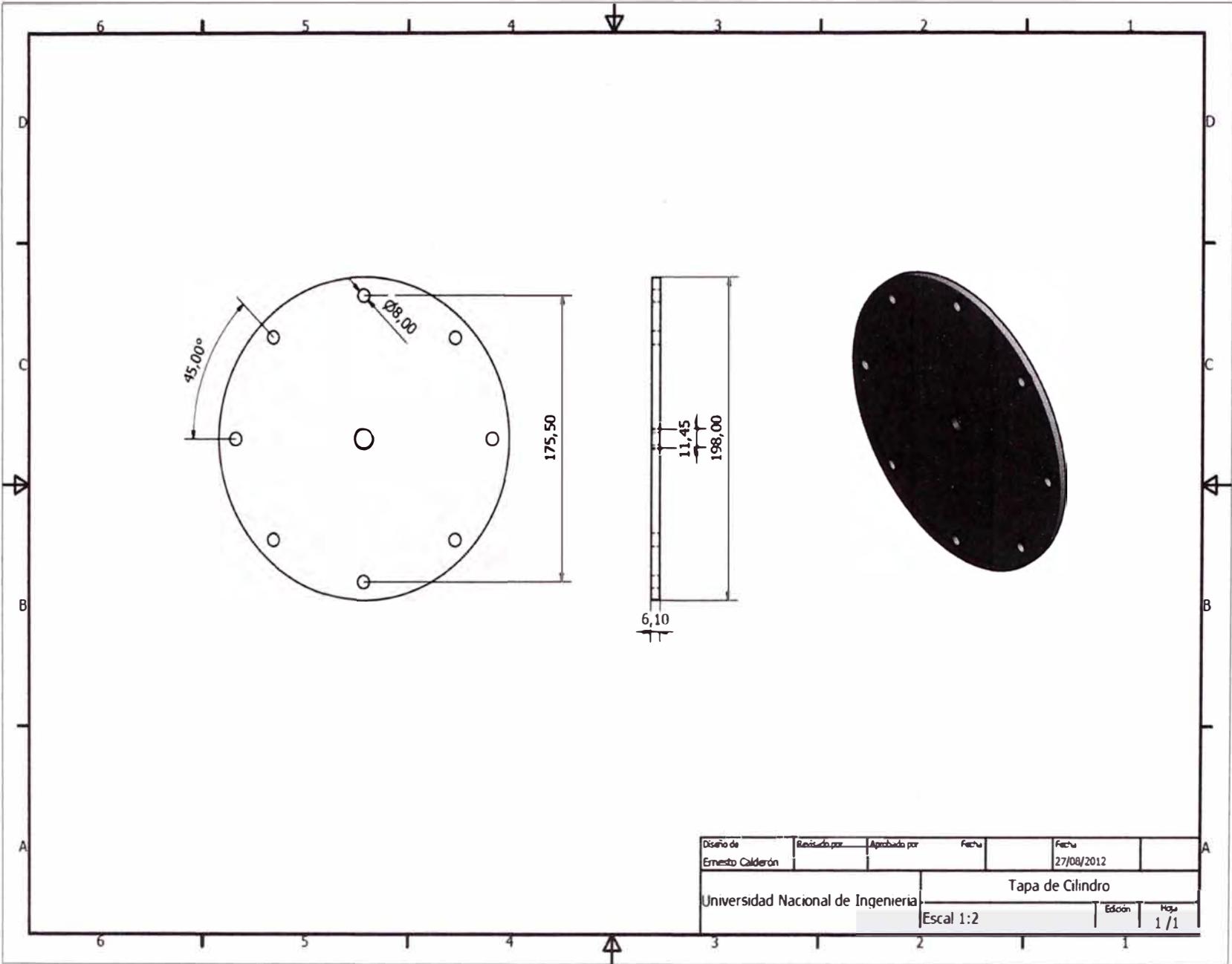
PLANOS

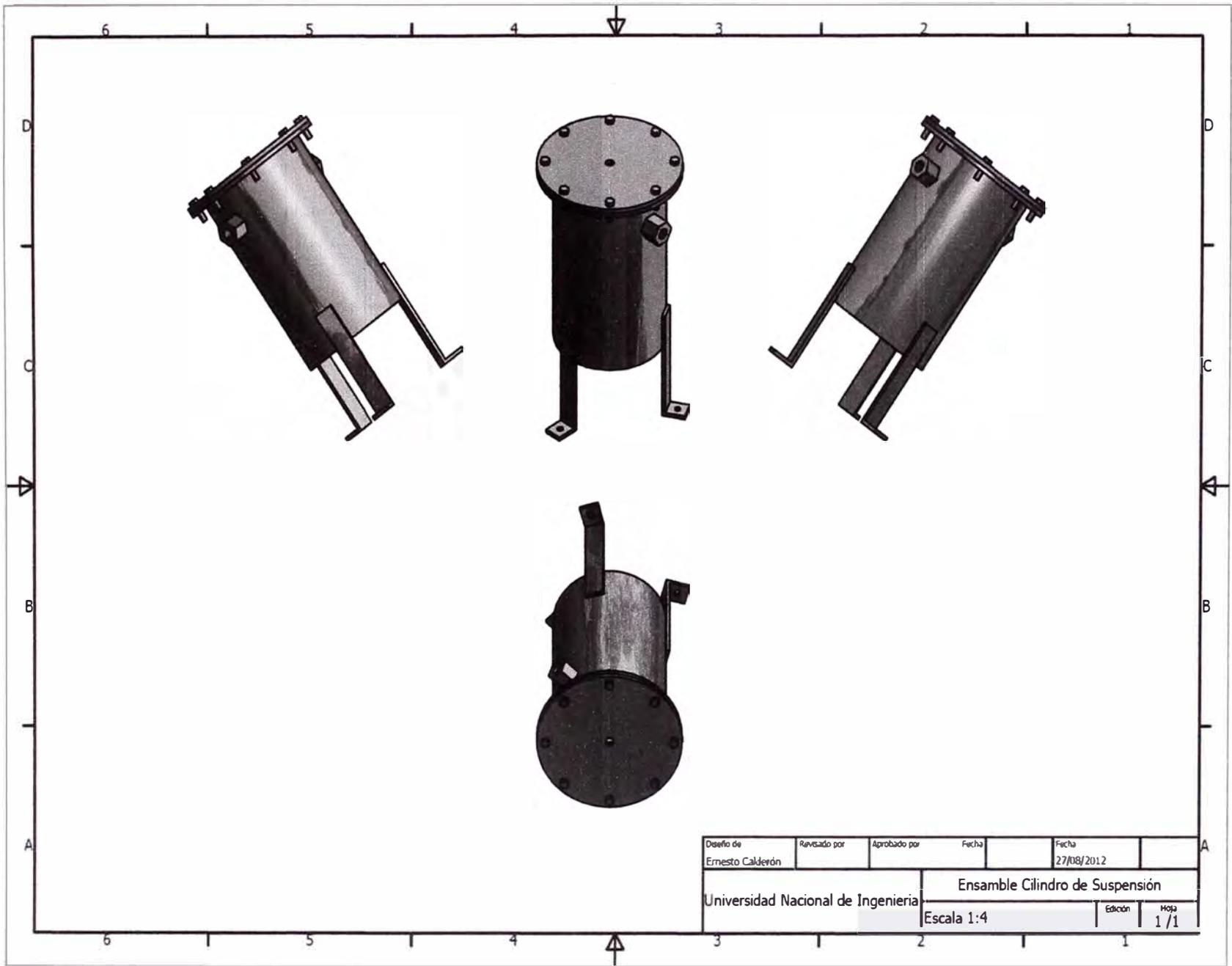
Se tienen elaborados los planos del cilindro del banco de pruebas y los planos de los tres modelos del múltiple implementado como mejora.

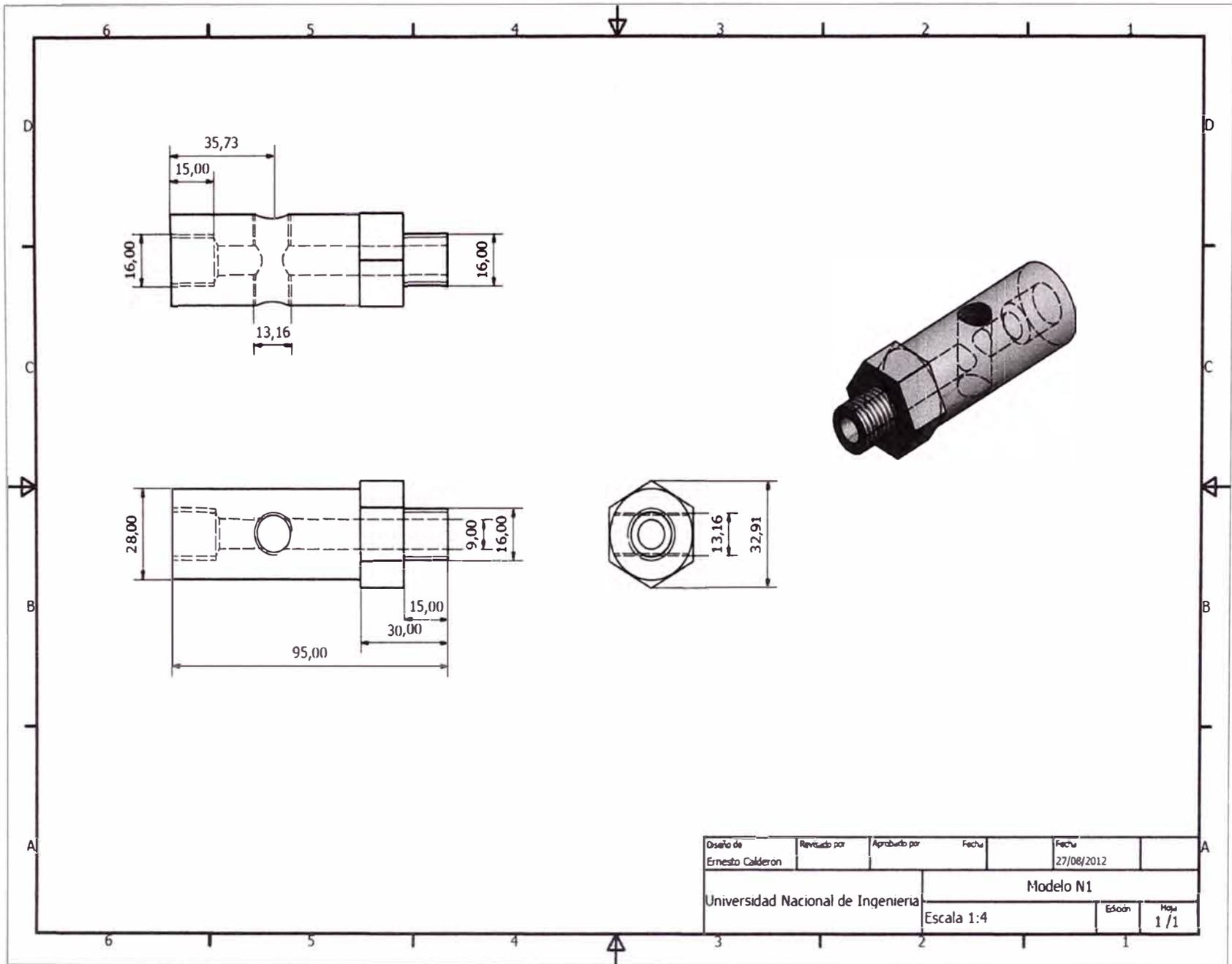
1. Vista de la proyección ortogonal del cilindro de suspensión del banco de pruebas, plano 1/6.
2. Vista de la proyección ortogonal de la tapa del cilindro suspensión del banco de pruebas, plano 2/6.
3. Vista isométrica en distintos ángulos del ensamble del cilindro de suspensión del banco de pruebas, plano 3/6.
4. Vista de la proyección ortogonal del modelo N1 del múltiple de dos tomas, plano 4/6.
5. Vista de la proyección ortogonal del modelo N2 del múltiple de dos tomas, plano 5/6.
6. Vista de la proyección ortogonal del modelo N3 del múltiple de dos tomas plano 6/6.



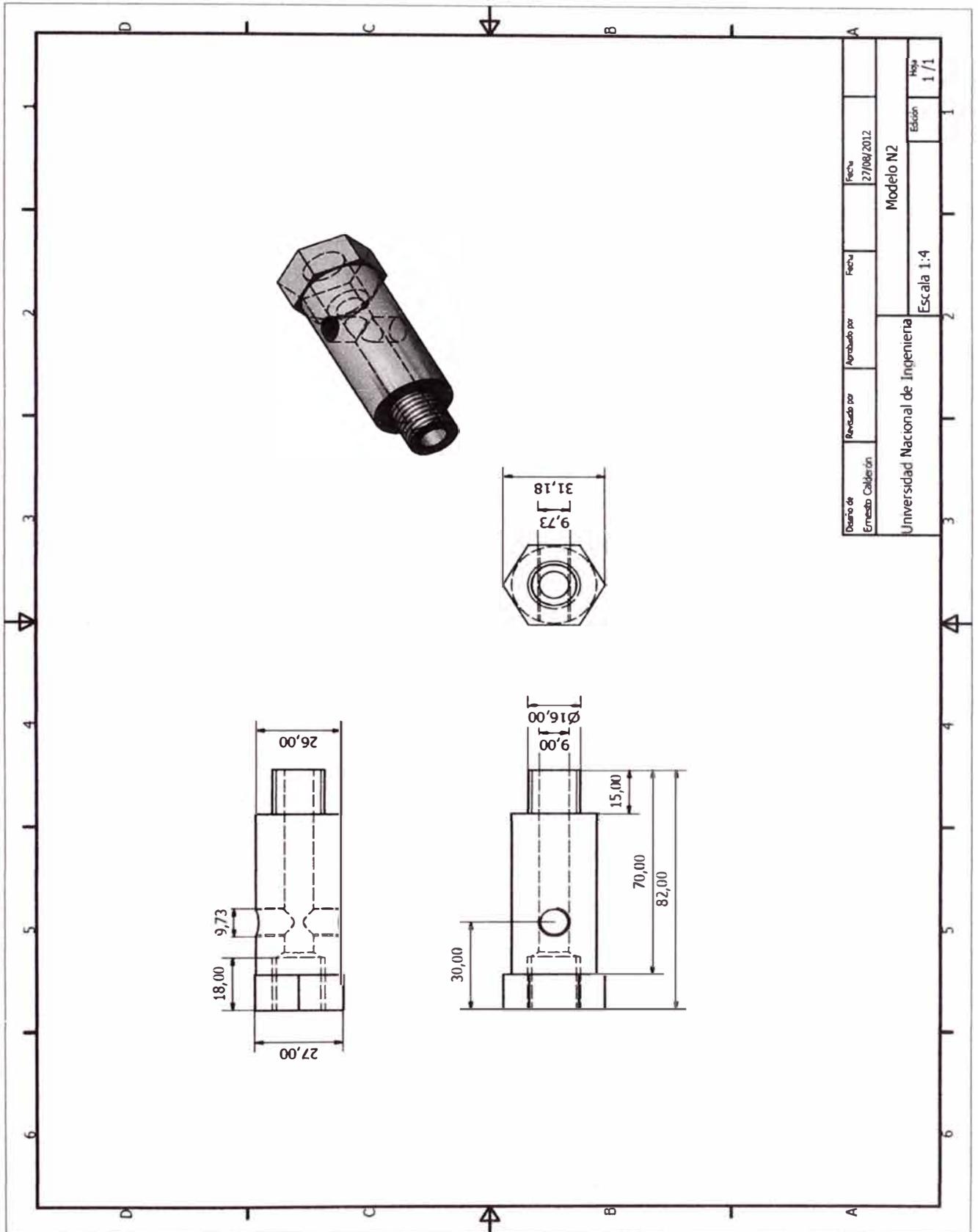
Diseno de Ernesto Calderon	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	Fecha
				27/08/2012	
Universidad Nacional de Ingenieria			Cilindro de Suspensión		
			Edicion	Hoja	
				1 / 1	



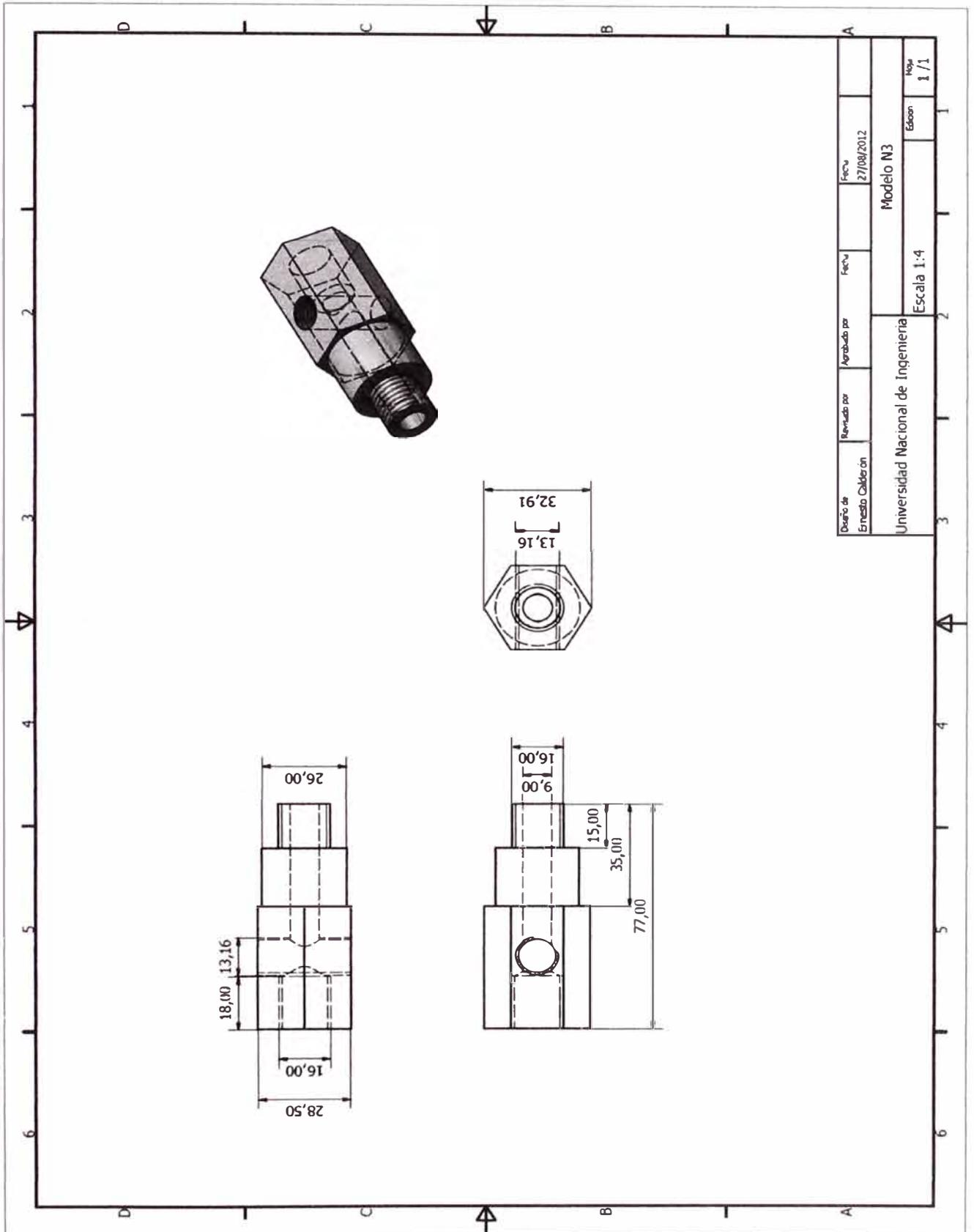




Diseño de Ernesto Calderon	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha 27/08/2012	
Universidad Nacional de Ingeniería			Modelo N1		
Escala 1:4			Edición	Hoja 1 / 1	



Diseño de Ernesto Calderín	Revisado por	Aprobado por	Fecha 27/08/2012	Fecha 27/08/2012
Universidad Nacional de Ingeniería			Modelo N2	
Escala 1:4			Edición	Hoja 1 / 1



ANEXOS

1. Procedimiento Standard de Tarea (PST) de camión CAT 785C-793B-793C-793D, mantenimiento de suspensiones delanteras.

- 1.1. Pre-requisitos de competencia.
- 1.2. Simbología y criterios de seguridad.
- 1.3. Advertencias importantes de seguridad.
- 1.4. Materiales necesarios.
- 1.5. Conocimientos previos (preparación).
- 1.6. Condiciones para el servicio (preparación).
- 1.7. Herramientas necesarias (preparación).
- 1.8. Trabajos previos (preparación).
- 1.9. Verificación de sensores de presión.
- 1.10. Descarga y purga de los cilindros.
- 1.11. Lavado de cilindros.
- 1.12. Carga de aceite a los cilindros.
- 1.13. Carga de nitrógeno a los cilindros.
- 1.14. Entrega del equipo.
- 1.15. Tareas finales (documentación).

2. Procedimiento Standard de Tarea (PST) de camión CAT 785C-793B-793C-793D, mantenimiento de suspensiones posteriores.

- 2.1. Pre-requisitos de competencia.
- 2.2. Simbología y criterios de seguridad.
- 2.3. Advertencias importantes de seguridad.
- 2.4. Materiales necesarios.
- 2.5. Conocimientos previos (preparación).

- 2.6. Condiciones para el servicio (preparación).
- 2.7. Herramientas necesarias (preparación).
- 2.8. Trabajos previos (preparación).
- 2.9. Verificación de sensores de presión.
- 2.10. Descarga y purga de los cilindros.
- 2.11. Lavado de cilindros.
- 2.12. Carga de aceite a los cilindros.
- 2.13. Carga de nitrógeno a los cilindros.
- 2.14. Entrega del equipo.
- 2.15. Tareas finales (documentación).

3. Procedimiento Standard de Tarea (PST) mejorado en los puntos de descarga, lavado y carga de aceite de los cilindros del camión CAT 785C-793B-793C-793D, para el mantenimiento de suspensiones delanteras.

- 3.1. Descarga y purga de los cilindros.
- 3.2. Lavado de cilindros.
- 3.3. Carga de aceite a los cilindros.

4. Procedimiento Standard de Tarea (PST) mejorado en los puntos de descarga, lavado y carga de aceite de los cilindros del camión CAT 785C-793B-793C-793D, para el mantenimiento de suspensiones posteriores.

- 4.1. Descarga y purga de los cilindros.
- 4.2. Lavado de cilindros.
- 4.3. Carga de aceite a los cilindros.

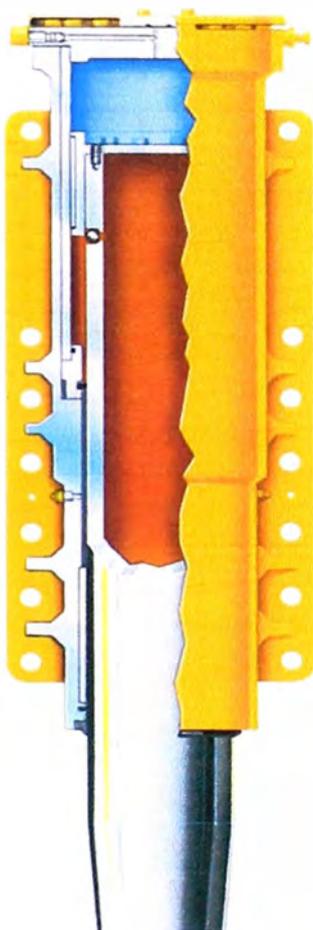
5. Especificaciones técnicas de materiales.

- 5.1. Acero AISI-SAE 1045
- 5.2. Tratamientos térmicos de acero SAE 1045
- 5.3. Acoples rápido.

6. Cotizaciones de compra de herramientas

- 6.1. Fabricación de equipo de carga de suspensiones.
- 6.2. Reparación y compra de gata hidráulica Simplex de 150 TN.

1. PROCEDIMIENTO STANDARD DE TAREA (PST) DE CAMIONES CAT 785C-793B-793C-793D			
TAREA	:	Mantenimiento de Suspensiones Delanteras	
Cargo	:	Mantenedores de Equipo Pesado	Fecha de revisión: 12-07-2011
Gerencia	:	Mantenimiento Mina	Fecha publicación: 04-08-2011
Área	:	Camiones	Sub-área : Correctivos



MANTENIMIENTO DE SUSPENSIONES DELANTERAS
CAT 785C-793B-793C-793D

1.1. Pre-requisitos de competencia

PRE REQUISITOS DE COMPETENCIA									
	Lider	Técnico 1	Técnico 2	Técnico 3	Clipero.	Electricista.	Inspector 1	Inspector 2	Lavador
Inducción General	x	x	x						
Introd. Prevención de pérdidas.	x	x	x						
Introd sist de higiene Industrial EPP cumplimiento	x	x	x						
Respuesta a emergencia	x	x	x						
Repaso Anual	x	x	x						
Primeros Aux. básicos	x	x	x						
Lucha contra incendios	x	x							
Aislamiento de energía	x	x	x						
Seguridad de trabajos en altura	x	x	x						
Seguridad en trabajo de riggers	x	x	x						
Seguridad en trabajo de vigias y cuadradores	x	x	x						
Manejo defensivo	x								
Autorización de manejo 793 B/C	x								
Autorización de grúa puente	x	x							
autorización de Montacargas	x								
Motores de combustión interna	x	x	x						
Hidráulica básica	x	x	x						
Neumática básica	x	x	x						
Sistemas de frenos, suspensión y dirección	x	x	x						
Trenes de potencia	x	x	x						
Sistemas eléctricos	x	x							
Uso de literatura CAT	x	x	x						
Ellipse	x	x	x						
Rigger	x	x	x						
Hand tools	x	x	x						
Fasteners + broken bolts	x	x	x						
5's	x	x	x						
Sistemas hidráulicos - Intermedio A	x	x	x						
Sistemas hidráulicos - Intermedio B	x	x	x						
Sistemas de frenos - Intermedio	x	x	x						
Suspensión y dirección - Intermedio	x	x	x						
Motores electrónicos CAT EUI	x								
Interpretación de planos eléctricos CAT	x								
Interpretación de planos hidráulicos CAT	x	x	x						
Introducción al OHT CAT 777D (PM)									
Introducción al OHT CAT 785C (PM)	x	x	x						
Introducción al OHT CAT 793B (PM)	x	x	x						
Introducción al OHT CAT 793C (PM)	x	x	x						

Referencias relacionadas:

- PST PP-P-30.01 Sistema de higiene industrial.
- PST PP-P-30.02 Conservación Auditiva.
- PST PP-P-30.03 Protección respiratoria 7
- PST PP-P-37.01 Aislamiento de Energía.
- PST PP-P-39.02 Herramientas manuales y eléctricas.
- PST PP-P-44.01 Trabajos en altura.
- PST PP-P-47.01 Equipos de izaje.
- PST Subida-Bajada de tolva.
- PST Lavado de camiones Gigantes.
- PST Ingreso-Salida taller.
- Manual de partes 793C / B.
- Manual de servicio 793C / B.
- Boletín de información técnica (BIT).
- Services training meeting guide (STMG).
- Material safety data sheet (MSDS)
- Manual de Medio ambiente.
- Guías de control de contaminación.
- Manual de bolsillo de prevención de pérdidas.
- Observaciones de tarea.
- Referencias (Kidney looping, SOS, Coolant, Ferrografía, desgaste, control de contaminación, aceites, otros.)
- Sis Web (<https://sis.cat.com>)

Planeamiento.

Fecha de inicio
Hora de inicio
Tiempo de horas planificado
Cantidad mecánicos planificados
Tiempo de horas real
Cantidad de mecánicos real
Fecha de termino
Hora de termino

SIS CAT	x	x	x								
CAT ET	x	x									
Tren de potencia del OHT CAT	x	x	x								
Sistemas eléctricos y monitoreo OHT CAT	x	x									
Sistema de frenos en OHT CAT	x	x									
Sistema hidráulico de implementos en OHT CAT	x	x									
Sistema de dirección en OHT CAT	x	x									
Vims - Básico	x	x									
Pruebas y ajustes en motores EUI	x										
Pruebas y ajustes sistemas de frenos OHT CAT	x	x	x								
Pruebas y ajustes sistemas de dirección OHT CAT	x	x									
Pruebas y ajustes en el tren de potencia OHT CAT	x	x	x								
Pruebas y ajustes sistema eléctrico y monitoreo OHT CAT	x										
Pruebas y ajustes sistema de implementos OHT CAT	x	x									
Vims avanzado	x										
Fundamentos del AFA	x										
Solución de problemas en tren de potencia CAT	x										
Solución de problemas sistemas de frenos CAT	x										
Solución de problemas en sistemas electrónicos y de monitoreo CAT	x										
Solución de problemas en motores electrónicos CAT	x										
Solución de problemas en sistemas de dirección OHT CAT	x										
Solución de problemas en sistemas de implementos OHT CAT	x										
AFA	x										

No	PASO (QUÉ)	EXPLICACIÓN (CÓMO)
1.	OBJETIVO	<ul style="list-style-type: none"> Ejecutar el proceso de MANTENIMIENTO DE LAS SUSPENSIONES DELANTERAS de los camiones gigantes en los talleres de MYSRL, trabajando en un nivel de clase mundial (cumpliendo los procedimientos estándares en cuanto a seguridad, cuidado del medio ambiente, calidad, limpieza, eficacia y mejora de habilidades), enfocados en MAXIMIZAR LA DISPONIBILIDAD Y CONFIABILIDAD de las suspensiones delanteras en los equipos, optimizando y reduciendo nuestros costos operativos.
2.	DESCRIPCION DE TAREAS	<ul style="list-style-type: none"> Lavado de Camión. Verificación de sensores de presión Descarga y purga de los cilindros Lavado de Cilindros Carga de aceite a los Cilindros Carga de nitrógeno a los Cilindros Entrega de Equipo Documentación
3.	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL	<ul style="list-style-type: none"> Casco de seguridad. Lentes de seguridad (Googles) Zapatos de seguridad. Guantes. Protección auditiva. Ropa de seguridad.

No	PASO (QUÉ)	EXPLICACIÓN (CÓMO)

1.2. Simbología y criterios de seguridad

1		Inicio de tarea	<ul style="list-style-type: none"> Indica que la tarea esta empezando con esta actividad. Indicates that the task is begun with this activity.
2		Continúa	<ul style="list-style-type: none"> Indica que la actividad aun continúa. Indicates that the activity still continues.
3		Decisión	<ul style="list-style-type: none"> Indica que la tarea debe ser aprobada por el supervisor antes de continuar la siguiente actividad. Indicates that the task must be approved by superior before continue the next activity
4		Fin de tarea	<ul style="list-style-type: none"> Indica que la tarea ha finalizado. Indicates that the task has finished
5		Herramienta especial	<ul style="list-style-type: none"> Indica que existe una herramienta especial para realizar la actividad. Indicates that there is a special tools to perform the activity
6		Cambio de Parte	<ul style="list-style-type: none"> Indica que se debe reemplazar una parte en esta actividad. Indicates that there is parts replacement required in this activity
7		Literatura de apoyo	<ul style="list-style-type: none"> Indica que existe literatura de consulta para realizar esta actividad. Indicates that there is support literature to perform the task
8		Ver procedimiento	<ul style="list-style-type: none"> Indica que existe cierto procedimiento para realizar la tarea. Indicates that there is a certain work scope to perform the task
9		Peligro	<ul style="list-style-type: none"> Este símbolo es usado cuando un peligro probablemente resulte en un daño personal severo o la muerte si no es seguido el procedimiento correcto. This prompt is used when there is an immediate hazard that is likely to result in severe personal injury or death if correct procedures are not followed
10		Advertencia	<ul style="list-style-type: none"> Este símbolo es usado para advertir contra peligros y practicas inseguras que PODRIAN resultar en un daño personal severo o la muerte si no es seguido el procedimiento correcto. This prompt is used to warn against hazards and unsafe practices that COULD result in severe personal injury or death if correct procedures are not followed.
11		Precaución	<ul style="list-style-type: none"> Este símbolo es usado para prevenir contra prácticas potencialmente inseguras que PODRIAN resultar en un daño personal severo o la muerte si no es seguido el procedimiento correcto. This prompt is used to warn against potentially unsafe practices that COULD result in personal injury and/or property damage if correct procedures are not followed

12		Atención (notice)	<ul style="list-style-type: none"> Las operaciones que pueden causar daño al producto se identifican con este símbolo de llamada de atención. The operations than can cause damages to the product are identified whit this symbol of call of attention.
----	---	--------------------	--

	Instrucciones de seguridad
	Especificaciones de Torques, Presión y Pesos
	Instrucciones Generales
	Control de Contaminación

1.3. ADVERTENCIA IMPORTANTE DE SEGURIDAD

	Advertencia	<p><u>En este procedimiento de trabajo no se pueden anticipar todas las circunstancias que podrían involucrar un peligro potencial. Las advertencias en este PST y en la maquina no lo incluye todo. Corresponde al usuario determinar que las herramientas, los procedimientos, los métodos de trabajo y las técnicas de operación ofrezcan seguridad.</u></p> <p>Si usted usa una herramienta, procedimiento, método de trabajo o técnica de operación que no ha sido recomendado por CATERPILLAR o por este PST usted debe asegurarse de que en el proceso no ocasione daños a usted, a su compañero ni al equipo.</p>
	Advertencia para trabajos con lanzas TORCH	<p>El personal de mantenimiento deberá usar tapones auditivos u orejeras obligatoriamente dentro de talleres de Minera Yanacocha de manera permanente.</p> <p>Personal de soldadura debe comunicar antes de emplear lanzas TORCH, al personal que se encuentra laborando cerca.</p>

INDICACION PRELIMINAR CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD ANTES DE REALIZAR ESTE TRABAJO:

(CA) COMPETENCIA ALCANZADA.
(NC) NO COMPETENTE.

N°	PASO (QUE)	EXPLICACION (COMO)
#	Se describe el concepto general del paso	Descripción a detalle de cada paso de cómo realizar la tarea

PROCESOS BASICOS TRABAJOS PREVIOS, DESMONTAJE, MONTAJE, PRUEBAS, DOCUMENTACION

1.4. MATERIALES NECESARIOS

VERIFICAR LA CALIBRACION DE LOS INSTRUMENTOS DE AJUSTE Y DE PRECISION A SER USADOS:

DESCRIPCION DEL INSTRUMENTO	CODIGO / SERIE	FECHA DE REVISION	ESTADO

LITERATURA TECNICA DE REFERENCIA (SIS WEB)

N° MEDIA	NOMBRE	FECHA DE PUBLICACION	FECHA DE ACTUALIZACION
SSHS-9411	Especial Instrucción	01/10/2005	07/10/2005
SENR-1456	BIT (Boletín de información técnica)	01/10/2002	04/10/2002

LITERATURA RELACIONADAS AL TRABAJO

PST BASICOS	N ° DE REFERENCIA
DECLARACION DE COMPROMISO CON LA SEGURIDAD MEDIO AMBIENTE Y RELACIONES COMUNITARIAS 2006	
PST INGRESO Y SALIDA DE EQUIPOS DE TALLER	
PST SUBIDA Y BAJADA DE TOLVA	
MATERIAL SAFETY DATA SHEET	
MANUAL DE MEDIO AMBIENTE	
MANUAL DE BOLSILLO DE PREVENCIÓN DE PERDIDAS	
GUIA DE CONTROL DE CONTAMINACION	
HOJA DE CONTROL DE RIESGOS	

ONCE REGLAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

N°	PASO (QUE)	EXPLICACION (COMO)
1	Personal técnico inspeccionar el área de trabajo.	Revisar el área 360 °.
2	Antes de usar herramientas de levante tales como gatas, tecles, estrobos o eslingas se debe revisar minuciosamente su estado, además de la cinta de inspección .No usarlos si presentan fugas deformaciones o daños .Se deben desechar y destruir estrobos o eslingas con hebras o telas cortadas.	Revise que tenga la última cinta de color del trimestre.
3	Cada vez que se trabaje con sistemas presurizados, antes de desacoplar cualquier línea hidráulica, neumática se debe de aliviar el sistema. Antes de abrir cualquier compartimiento o	Utilice bandejas limpias y que estén en buen estado.

	desmontar algún componente que contenga fluidos, asegúrese de tener recipientes adecuados para recoger el aceite.	
4	Contaminantes podrían causar el desgaste prematuro y reducir la vida útil del componente.	Siempre que retire mangueras, tuberías de cualquier sistema proteja con tapones adecuados.
5	Retire las líneas hidráulicas (A temperatura de funcionamiento, el aceite está caliente y bajo presión. El aceite puede causar quemaduras).	Espere a que la temperatura del aceite del sistema se enfríe a temperatura ambiente, antes de retirar cualquier línea.
6	Levantar la tolva (si es necesario para realizar otros trabajos)	Siempre reciba la indicación de un técnico ubicado en la parte posterior antes de levantar (Instale el cable de seguridad de tolva y coloque cinta de color rojo a 2 metros del borde).
7	Siempre que necesite subir o bajar del equipo.	Al subir o bajar utilice los 3 puntos de apoyo, es decir las dos manos y un pie fijos o los dos pies y una mano fijos.
8	Siempre que necesite subir escaleras o subir al equipo,	Los peldaños y superficies de acceso deben estar completos, limpios de grasa y aceite, y en buen estado (libres de herramientas u otros objetos).
9	Siempre reportar inmediatamente todo accidente y/o incidente	Reportarlo al supervisor inmediato por muy insignificante que sea .En caso de accidente personal solo profesionales de la salud tiene la facultad de diagnosticar.
10	Al usar esmeril, buriles, pulidoras neumáticas, combas. u otras herramientas que proyecten partículas se deben usar además de los lentes de seguridad ,protección facial	Es recomendable usar caretas faciales para colocarlos en el casco de seguridad.
11	Levantar un componente.	Antes de levantar cualquier componente verifique el peso del componente la capacidad de la grúa, y la capacidad del equipo de izaje.

RECUERDE: ¡SI NO ES SEGURO, NO LO HAGA!

1.5. Conocimientos Previos (PREPARACIÓN)

Esta instrucción especial contiene la información y el procedimiento que se debe utilizar para purgar y cargar de aceite y nitrógeno a los cilindros de suspensión posteriores de los camiones de obras. **Lea el documento de completo** antes de proceder con cualquier trabajo en los cilindros de suspensión.

<p>ADVERTENCIA</p> 	<p><u>El movimiento repentino del cilindro de suspensión puede ocasionar lesiones graves o mortales.</u></p> <p>El movimiento repentino, hacia arriba o hacia abajo, puede cambiar rápidamente el espacio libre que hay por encima de su cabeza.</p> <p>Antes de prestar servicio a los cilindros de suspensión, lea todas las etiquetas de advertencia sobre los cilindros .No compruebe el aceite en el cilindro de suspensión hasta que haya aliviado totalmente la presión de nitrógeno.</p> <p><u>No saque, bajo ninguna circunstancia, válvulas, tapa ni tapones del cilindro a menos que haya aliviado toda la presión de nitrógeno.</u></p> <p>No se pare debajo de la máquina para probar o ajustar los cilindros de</p>
---	--

	suspensión.
ADVERTENCIA 	<p>El levantamiento o el bloqueo inapropiado pueden ocasionar lesiones personales graves o mortales.</p> <p>Cuando se utilice un elevador para levantar cualquier pieza o componente, manténgase alejado del área. Cerciórese de que la gata tenga la capacidad correcta para levantar un componente.</p>
Información importante de seguridad La información siguiente es una explicación de diversas etiquetas que se encuentran en este documento.	
Advertencias 	<p>La etiqueta de advertencia informa al técnico que pueden ocurrir lesiones o la muerte como resultado de una condición que puede existir. <u>Si no se entienden estas advertencias de peligro</u>, pueden ocurrirle a usted o a otras personas lesiones corporales o la muerte. La palabra de señal "ADVERTENCIA" tiene los siguientes significados:</p> <ul style="list-style-type: none"> ¡Ponga atención! ¡Esté alerta! ¡Su seguridad está implicada!
Avisos / Nota 	<p>Un aviso informa al técnico que puede dañarse el componente como resultado de una condición existente se identifican por las etiquetas "NOTICE" en la máquina y en la información de servicio. <u>Obtenga conocimiento del sistema y de los componentes</u> antes de quitar o desarmar cualquier componente.</p>
Precaución / Atención 	<p>Una precaución contiene información general para el técnico sobre la operación que se esté realizando.</p>
<p>Lea toda la información de seguridad antes de efectuar cualquier reparación o cualquier tarea de mantenimiento. Entienda toda la información de seguridad antes de efectuar cualquier reparación o cualquier tarea de mantenimiento.</p>	

Subida y bajada de la máquina 	<ul style="list-style-type: none"> • Limpie, inspeccione los escalones y los asideros. • Utilice los escalones y asideros para subir y bajar de la máquina. • Mantenga un contacto de tres puntos con los escalones y los asideros. • Nota: Tres puntos de contacto pueden ser los dos pies y una mano. Tres puntos de contacto también pueden ser un pie y las dos manos. • No suba, no baje, ni salte de una máquina en movimiento. • No trate de subir a la máquina llevando herramientas o pertrechos.
Artículos presurizados	<ul style="list-style-type: none"> • Utilice siempre una tabla o un trozo de cartón cuando compruebe para ver si hay una fuga. <u>El fluido que escapa bajo presión</u>

	<p><u>puede penetrar la piel causando lesiones graves y la posibilidad de muerte.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Alivie toda la presión en los sistemas de aire, aceite o agua antes de desconectar o quitar cualquier conexión. • Las tuberías y mangueras hidráulicas que estén flojas pueden causar incendios. No doble ni golpee las tuberías de alta presión. • Cuando utilice aire o agua a presión para limpiar, use una máscara protectora, ropa y zapatos de protección. La presión máxima de aire para propósitos de limpieza tiene que estar por debajo de 205 kPa (30 lb/ pulg²).
--	--

1.6. Condiciones para el servicio (PREPARACIÓN)

	<ul style="list-style-type: none"> • Se muestra un código de falla en el VIMS. • El cilindro tiene indicios de fuga (de nitrógeno o aceite) • El peso del camión cambia a más de 22,241 N (5,000 lb) • La amortiguación es brusca, incluso cuando el camión está vacío. • Las presiones de los cilindros de suspensión varían 345 kPa (50 lb/pulg²) o más en comparación con el otro lado (ente izquierdo y derecho) cuando el camión está vacío. No compare la parte delantera con la parte trasera. • La altura de cada cilindro varía ± 13 mm ($\pm 0,5$ pulg) de la altura estimada de ese vehículo. Esto es sólo para una referencia rápida. • Nota: Al analizar un problema en los cilindros de suspensión, cada cilindro opera como una unidad separada. Cuando el cilindro trasero izquierdo está bajo, el cilindro delantero derecho estará alto debido al cambio en el peso del vehículo. Las mismas condiciones existen para el cilindro trasero derecho y el cilindro delantero izquierdo.
--	---

1.7. Herramientas necesarias (PREPARACIÓN)

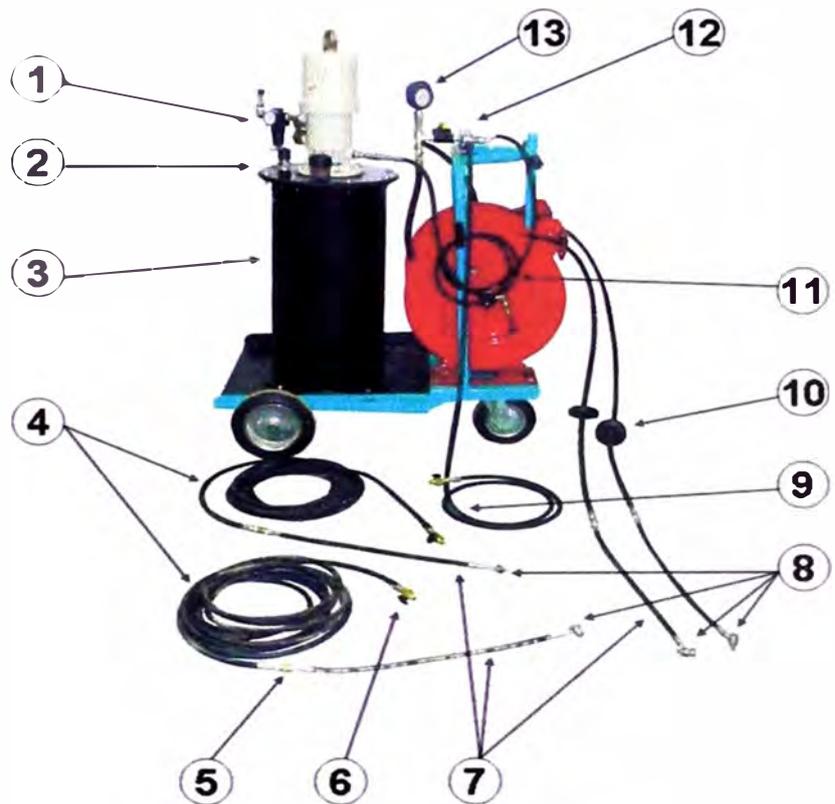
TABLA DE HERRAMIENTAS			
Artículo	Número de pieza	Descripción	Cantidad
A	9U-5617	Bomba de Reabastecimiento de Aceite y Nitrógeno ⁽¹⁾	1
B	175-5507	Grupo de Carga de Nitrógeno ⁽¹⁾	1
C	SUPERLIFT 200-38	Elevadores neumáticos de 200 TN cada uno ⁽²⁾	2
D		Llaves mixtas de: 3/8", 1/2", 9/16", 11/16", 3/4", 7/8" y 1-1/8"	1 de c/u
E	1U-9891	Aditivo para aceite hidráulico especial (c/u contiene 0.25 gal)	opcional
F		Espátula	1
G		Extractor de válvulas aguja	1

⁽¹⁾Cuando trabaje con el conjunto de Válvula 238-9928 como una válvula de carga, se necesitarán dos Boquillas de Sujeción 1S-8938 en lugar de las dos Boquillas de Sujeción 7S-5106.

⁽²⁾ Se puede usar 2 elevadores hidráulicos CAT 9U-7536 y una bomba electro hidráulica CAT de 10.000 PSI 4C-5809.

Herramienta A

1. Ingreso aire / regulador de presión
2. Toma wiggins
3. Tanque c/ mirilla
4. Mangueras de drenado
5. Adaptador ¼ x ¼ NPT
6. Llave CAT
7. Manguera 1S-8941
8. Boquillas intercambiables
9. Manguera de alivio
10. Manguera de abastecimiento
11. Manguera de alta presión
12. Bloque central con llaves de paso
13. Manómetros



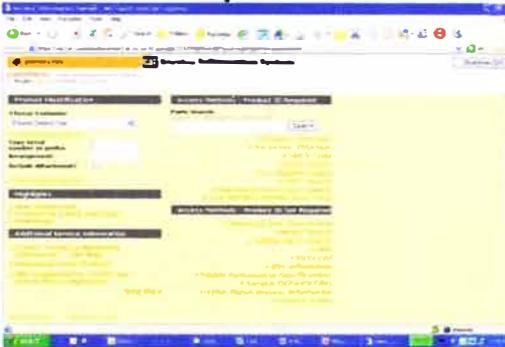
Herramienta B

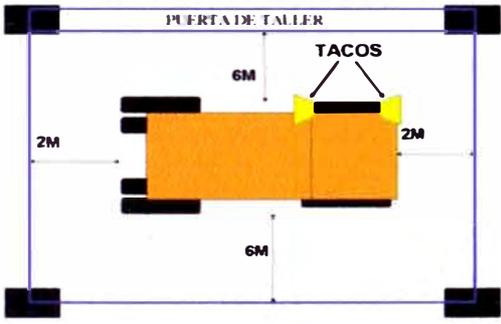


Grupo de Carga de Nitrógeno

1.8. Trabajos Previos (PREPARACIÓN)

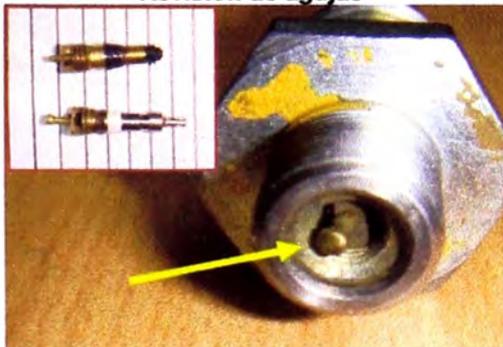
N°	PASO (QUE)	EXPLICACION (COMO)
1	<p>Ingreso de camión a Talleres</p> 	<p>Recuerde, la tolva debe ingresar al taller completamente limpia de cualquier material pegado.</p> <p>El camión debe llegar con la TOLVA LIBRE DE RESIDUOS de material de Operaciones a Talleres. El TANQUE DE COMBUSTIBLE DEBE ESTAR LLENO. Comuníquese con su supervisor constantemente para hacer efectivo esta orden.</p> <ul style="list-style-type: none"> El tanque de combustible debe estar lleno. El camión es traído por un personal de Operaciones. Si el camión ha sido dejado en el área de "Camiones Listos" el inspector lo llevará al lavadero.
2	<p>Inspección de camión</p> 	<ul style="list-style-type: none"> El inspector recibirá el camión, se comunicará con el operador sobre las fallas e inspeccionará la máquina. Estacionará el camión al costado del lavadero, en una zona donde pueda realizar la inspección de forma segura. <p>El inspector tomará todas las precauciones de seguridad antes de ingresar a inspeccionar el camión.</p> <p>El inspector tiene una programación diaria de inspección a los camiones que entran a talleres y los realiza a las 11:00 AM y a las 5:00 PM. Por eso tener en cuenta la llegada de los camiones de operaciones.</p>
3	<p>Lavado de camión</p> 	<p>Personal capacitado para esta tarea lo debe hacer. Solo si entiende como funcionan las herramientas de lavado</p> <ul style="list-style-type: none"> Un personal con autorización para operar camiones gigantes debe hacer ingresar el camión al lavadero con el conocimiento de la supervisión del área de Lavadero y siguiendo el "Procedimiento seguro de ingreso y salida de equipos del lavadero". Un personal con autorización para operar camiones gigantes debe retirar el camión del lavadero con el conocimiento de la supervisión del área de Lavadero y siguiendo el "Procedimiento seguro de ingreso y salida de equipos del lavadero". Asegúrese de que se lave bien la zona encima, debajo y dentro de los Cilindros de Suspensión Delantera.
4	<p>Revisar el diagrama GANTT.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Conocer cual es la bahía en la que se debe realizar el mantenimiento de los cilindros de suspensiones Leer la carta GANTT para saber: <ol style="list-style-type: none"> las tareas de los trabajos de cambio de componentes. Las tareas de los trabajos de PM. Las tareas por trabajos diferidos "back logs" Informe al Líder del equipo y al supervisor sobre estos trabajos. Asegúrese de ser escuchado. Solicite a "expediting" que los repuestos para el servicio de mantenimiento de las suspensiones se encuentre

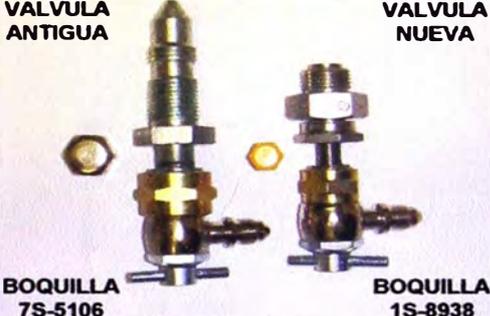
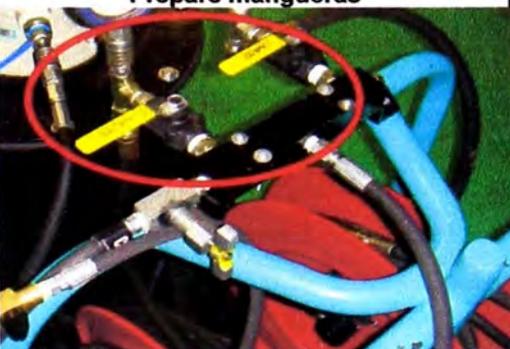
		<p>completos.</p> <ul style="list-style-type: none"> Haga las coordinaciones necesarias para evitar desviar la programación. 										
5	<p>Revisar información CATERPILLAR a aplicar</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Revise si hay alguna información nueva que se pueda aplicar al cambio del cilindro de suspensión delantera. <p> Más información se puede tener de los comunicadores técnicos de Ferreyros SAA. Solicite a su supervisor que pida información.</p>										
6	<p>Preparación de herramientas</p> 	<p> Todas las herramientas que se utilizan deben estar debidamente inspeccionadas y marcadas con la cinta de acuerdo al trimestre. Esta inspección es responsabilidad de los supervisores.</p> <ul style="list-style-type: none"> Verifique que las herramientas se encuentren en el lugar de trabajo. Realice un inventario de las herramientas de acuerdo al listado de herramientas necesarias. <table border="1" data-bbox="735 1294 1465 1429"> <thead> <tr> <th>COLOR</th> <th>MES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AMARILLO</td> <td>1º Trimestre</td> </tr> <tr> <td>NEGRO</td> <td>2º Trimestre</td> </tr> <tr> <td>AZUL</td> <td>3º Trimestre</td> </tr> <tr> <td>ROJO</td> <td>4º Trimestre</td> </tr> </tbody> </table>	COLOR	MES	AMARILLO	1º Trimestre	NEGRO	2º Trimestre	AZUL	3º Trimestre	ROJO	4º Trimestre
COLOR	MES											
AMARILLO	1º Trimestre											
NEGRO	2º Trimestre											
AZUL	3º Trimestre											
ROJO	4º Trimestre											
7	<p>Preparación de facilidades</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Preparar todas las facilidades que necesitara: <ol style="list-style-type: none"> Bandejas para drenar aceites. Equipo de reabastecimiento de aceite. Grupo de carga de Nitrógeno. Balón de Nitrógeno. Escaleras para acceso a la parte superior de los cilindros de la suspensión delantera. Escaleras cortas de piso. Gata para levantar el camión. 										
8	<p>Lavado de llantas</p>	<ul style="list-style-type: none"> Al ingresar a la bahía de talleres posicione la máquina en un terreno horizontal. Traiga la máquina a una parada gradual y uniforme. Una parada súbita modificará la cantidad de cromado expuesto. <p>Personal capacitado para esta tarea lo debe hacer. Solo si entiende como funcionan las herramientas de lavado (línea de agua a alta presión).</p>										

		 <ul style="list-style-type: none"> • Antes de ingresar a la bahía se deberá lavar las llantas del camión para controlar la contaminación.
<p>9</p>	<p>Ingreso de equipo a bahía de talleres</p> 	 <p><i>Esta terminantemente prohibido ingresar un equipo a las bahías de trabajo si es que no se cuenta con los cuatro vigías con paletas.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar el procedimiento "PST Ingreso y salida de equipos en las bahías de los talleres de mantenimiento V1.1" • Use las paletas para ser vigía.  <p>Antes de ingresar a las bahías, el operador debe verificar que cuatro mecánicos hagan las veces de vigías y que cada uno cuente con su respectiva paleta de siga y pare.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ingrese la máquina de manera que la parada sea gradual y uniforme. Una parada súbita modificará la cantidad de cromado expuesto.
<p>10</p>	<p>Estacionamiento del equipo en bahía</p> 	 <p><i>Daño personal o la muerte puede resultar si la maquina se mueve repentinamente. Asegúrese que todo el personal que no participa del proceso permanezca alejado de la zona.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Posicione el equipo de acuerdo a lo revisado en el GANTT • Aplique el freno de parqueo, cierre la llave de contacto y el motor se apagará solo usando el sistema TURBO TIMER. • Instale los dos "tacos" de seguridad en la llanta posición 01. 
<p>11</p>	<p>Aislamiento seguro de ENERGIA del equipo</p>  <p>CANDADO DE LA COMPAÑIA LETRERO "FUERA DE SERVICIO" CANDADOS DE SEGURIDAD</p>	 <p><i>Daño personal o la muerte puede resultar si la maquina se mueve repentinamente.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar el procedimiento PST "Aislamiento de Energia de Camiones en Taller". • Gire la llave del interruptor general (llave de conejo) a la posición desconectada. • El CANDADO DE LA COMPAÑIA es colocado por el supervisor, es el primer candado en ser instalado y el último en ser retirado. • Todo el personal que participa en los trabajos del equipo deberá colocar su tenaza, candado y tarjetas de bloqueo. • Instalar letrero "EQUIPO FUERA DE SERVICIO" en la parte delantera de equipo. • Seguidamente libere las presiones y energías de los sistemas.
<p>12</p>	<p>Revisión de riesgos</p>	

		<ul style="list-style-type: none"> • Todos los técnicos involucrados en el trabajo deberán inspeccionar el área alrededor del equipo (360 °). • La hoja de control de riesgos deberá ser llenada por el mecánico líder y con la participación de los mecánicos asignados a la ejecución del trabajo. • La hoja de control de riesgos deberá de ser validada y firmada por el supervisor de guardia. <p> Todos los mecánicos involucrados deben de evaluar el área de trabajo y llenar la hoja de control de riesgos y firmarlo.</p>
13	<p style="text-align: center;">FIRMA DEL SUPERVISOR</p>	<p>Antes de la tarea el Supervisor debe:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asegurarse que el procedimiento se realice de manera segura para el personal involucrado, ordenado, limpio, seguro para la maquina (no golpear alguna estructura de la maquina o parte) y cuidando el medio ambiente. • QUE SU PERSONAL ESTE CAPACITADO PARA ESTA TAREA

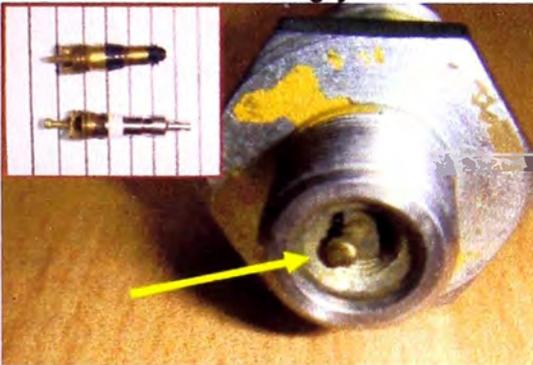
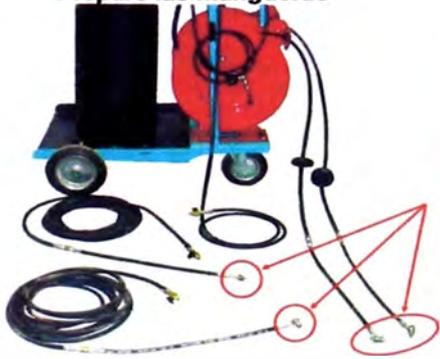
1.9. Verificación de sensores de presión

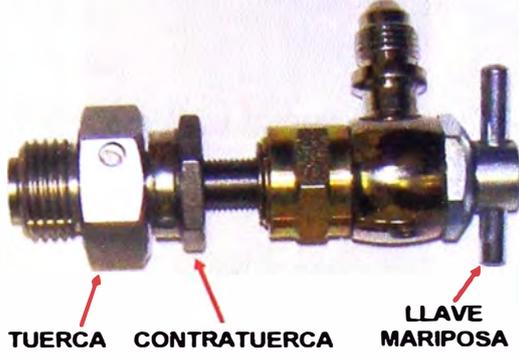
Nº	PASO (QUE)	EXPLICACION (COMO)										
14	<p style="text-align: center;">Retire las tapas</p> 	<p><i>Antes de dar servicio a los cilindros de suspensión, lea todas etiquetas de advertencia que aparecen en los mismos.</i></p> <p><i>El camión debe estar en un terreno horizontal.</i></p> <p></p> <ul style="list-style-type: none"> • Quite las tapas (indicado con flecha) de las válvulas de carga. Hay dos válvulas de carga en cada uno de los cilindros de suspensión delanteros. 										
15	<p style="text-align: center;">Revisión de agujas</p> 	<p> <i>Nota / avisos: Inspeccione las válvulas de carga. Por si la aguja esta doblada o si tiene suciedad. Use un cartón para frenar el chorro en caso se produzca.</i></p> <p> <i>Colóquese en zona donde no proyectará el posible chorro de aceite.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Si la aguja esta sucia límpiela. Teniendo cuidado que si presiona puede haber fuga de aceite a alta presión. • Colóquese en zona donde no proyectará el posible chorro de aceite. • Si esta doblado entonces trabaje por la otra válvula. • Hay dos bloques en la parte superior final de cada cilindro. Cada bloque tiene una válvula de carga. 										
16	<p style="text-align: center;">Determine el tipo de válvula y boquilla</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Existen dos tipos de válvulas, determine cual usara. <table border="1" data-bbox="805 1803 1428 2038"> <thead> <tr> <th>Válvula antigua</th> <th>Válvula nueva</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9T-2238</td> <td>238-9928</td> </tr> <tr> <th>Boquillas de sujeción</th> <th>Boquillas de sujeción</th> </tr> <tr> <td>7S-5106</td> <td>1S-8938</td> </tr> <tr> <td>Diámetro de tapa es mayor</td> <td>Diámetro de tapa es menor. Tiene una contratuerca (sello primario)</td> </tr> </tbody> </table>	Válvula antigua	Válvula nueva	9T-2238	238-9928	Boquillas de sujeción	Boquillas de sujeción	7S-5106	1S-8938	Diámetro de tapa es mayor	Diámetro de tapa es menor. Tiene una contratuerca (sello primario)
Válvula antigua	Válvula nueva											
9T-2238	238-9928											
Boquillas de sujeción	Boquillas de sujeción											
7S-5106	1S-8938											
Diámetro de tapa es mayor	Diámetro de tapa es menor. Tiene una contratuerca (sello primario)											

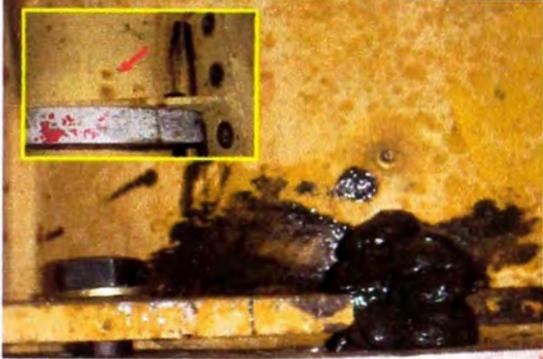
		
17	<p>Prepare las mangueras</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Instale el tipo de boquillas de sujeción seleccionada, que usará en las mangueras del "equipo de reabastecimiento de aceite": <ol style="list-style-type: none"> 1. En las dos mangueras de drenado. 2. En las dos mangueras de abastecimiento. <p>NOTA IMPORTANTE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las mangueras de drenado (las que están sueltas) deben ser instaladas en las válvulas de los bloques posteriores de cada cilindro de suspensión delanteras. • Las mangueras de abastecimiento (las que están en los carretes) deben ser instalados en las válvulas de los bloques delanteros de cada cilindro de suspensión delantera.
18	<p>Instale las mangueras de abastecimiento</p> 	 <p><i>Use una escalera adecuada para llegar a la altura de las válvulas. La descarga es por las válvulas de los bloques posteriores.</i></p> <p>NOTA: Instale las mangueras de abastecimiento (las que están en los carretes) en las válvulas de los bloques delanteros de cada cilindro de suspensión delanteras. En este paso NO instale las mangueras de drenado.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gire la llave mariposa de cada boquilla de sujeción completamente a la izquierda (sentido antihorario). • Instale las boquillas de sujeción a las válvulas de carga en ambas suspensiones delanteras.
19	<p>Prepare mangueras</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Asegúrese que las llaves de paso del equipo (manijas amarillas) estén cerradas. • Gire la llave mariposa de las boquillas de sujeción -que están en cada válvula de las suspensiones- completamente a la derecha (sentido horario) <p>PARA LA VALVULA NUEVA: (vea el paso 30)</p> <ul style="list-style-type: none"> • En caso de la válvula 238-9928 es necesario también abrir la contratuerca. • Sujete la tuerca de la válvula de carga con una llave 7/8" y afloje la contratuerca con una llave 3/4" dos vueltas y media. Esta acción abre el sello primario en la válvula de carga.
20	<p>Eleve las suspensiones</p>	 <p><i>Verifique que ninguna persona se encuentre trabajando encima del equipo y que no haya escaleras, bandejas, u otros objetos cerca del equipo antes de levantar el camión.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Extienda completamente los cilindros de suspensión levantando el camión desde el bastidor delantero. Las llantas deben quedar en el aire. • Las suspensiones deben estar totalmente extendidas.

		
<p>21</p>	<p>Forme un solo circuito de suspensiones</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Asegúrese que la válvula de drenado este cerrado • Asegúrese de desconectar la manguera de alta presión. • Abra las dos llaves de paso (manijas amarillas) <p>Esto hará que los interiores de las dos suspensiones formen un solo circuito logrando que las presiones sean iguales en el interior de cada suspensión delantera.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lea la presión en los manómetros del equipo de reabastecimiento de aceite. • La presión debe ser aproximadamente 260±5 PSI.
<p>22</p>	<p>Retire los candados de seguridad</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Una vez seguros que los involucrados no están a los alrededores del camión y de la tolva suspendida, retire los candados de seguridad del camión. • Energice la corriente del camión.
<p>23</p>	<p>Medir las presiones en el VIMS</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Al momento de carga las suspensiones se formo un solo circuito en los dos cilindros, por lo que se asegura que ambos cilindros tienen la misma presión. • Solo abra contacto, no arranque la maquina. • Revise la lectura de presión de las suspensiones delanteras en el panel del VIMS. • Los parámetros para leer las presiones de suspensiones es: <ul style="list-style-type: none"> 720 cilindro de suspensión delantera izquierda 722 cilindro de suspensión delantera derecha • Las presiones deben ser similares en los dos cilindros y debe estar cerca a la lectura del manómetro de 260±5 PSI. • De ser así, esta comprobado que los sensores de presión están en buenas condiciones de trabajo. • Si la lectura no concuerda, será necesario cambiar el sensor que no lee la presión correcta, después de descargar la suspensión.

1.10. Descarga y purga de los cilindros

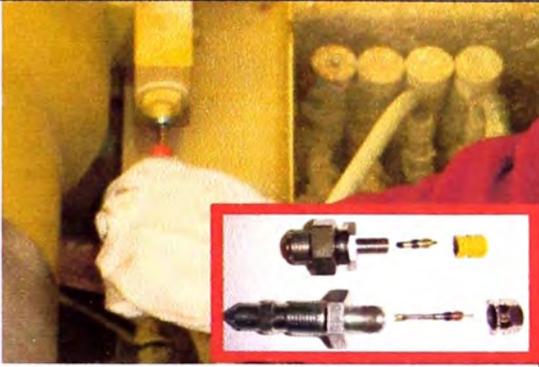
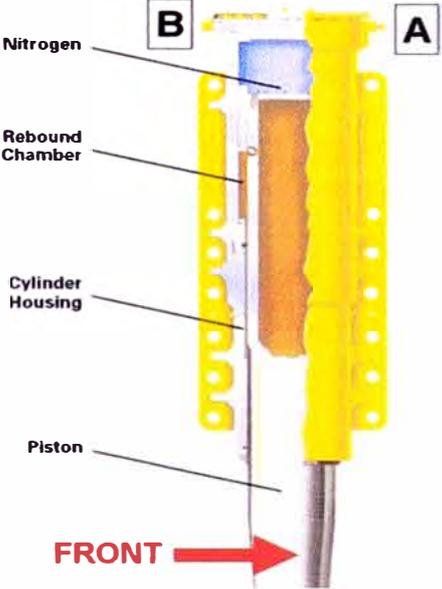
N°	PASO (QUE)	EXPLICACION (COMO)										
24	<p>Retire las tapas</p> 	<p>EXPLICACION (COMO)</p> <p><i>Antes de dar servicio a los cilindros de suspensión, lea todas etiquetas de advertencia que aparecen en los mismos.</i></p> <p><i>El camión debe estar en un terreno horizontal.</i></p>  <ul style="list-style-type: none"> • Quite las tapas (indicado con flecha) de las válvulas de carga. Hay dos válvulas de carga en cada uno de los cilindros de suspensión delanteros. 										
25	<p>Revisión de agujas</p> 	<p>EXPLICACION (COMO)</p> <p><i>Nota / avisos: Inspeccione las válvulas de carga. Por si la aguja esta doblada o si tiene suciedad. Use un cartón para frenar el chorro en caso se produzca.</i></p>  <p><i>Colóquese en zona donde no proyectará el posible chorro de aceite.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Si la aguja esta sucia límpiela. Teniendo cuidado que si presiona puede haber fuga de aceite a alta presión. • Colóquese en zona donde no proyectará el posible chorro de aceite. • Si esta doblado entonces drene por la otra válvula. • Hay dos bloques en la parte superior final de cada cilindro. Cada bloque tiene una válvula de carga. 										
26	<p>Determine el tipo de válvula y boquilla</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>VALVULA ANTIGUA</p>  <p>BOQUILLA 7S-5106</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>VALVULA NUEVA</p>  <p>BOQUILLA 1S-8938</p> </div> </div>	<ul style="list-style-type: none"> • Existen dos tipos de válvulas, determine cual usara. <table border="1" data-bbox="815 1249 1437 1480"> <thead> <tr> <th>Válvula antigua</th> <th>Válvula nueva</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9T-2238</td> <td>238-9928</td> </tr> <tr> <th>Boquillas de sujeción</th> <th>Boquillas de sujeción</th> </tr> <tr> <td>7S-5106</td> <td>1S-8938</td> </tr> <tr> <td>Diámetro de tapa es mayor</td> <td>Diámetro de tapa es menor. Tiene una contratuerca (sello primario)</td> </tr> </tbody> </table>	Válvula antigua	Válvula nueva	9T-2238	238-9928	Boquillas de sujeción	Boquillas de sujeción	7S-5106	1S-8938	Diámetro de tapa es mayor	Diámetro de tapa es menor. Tiene una contratuerca (sello primario)
Válvula antigua	Válvula nueva											
9T-2238	238-9928											
Boquillas de sujeción	Boquillas de sujeción											
7S-5106	1S-8938											
Diámetro de tapa es mayor	Diámetro de tapa es menor. Tiene una contratuerca (sello primario)											
27	<p>Prepare las mangueras</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Instale el tipo de boquillas de sujeción seleccionada, que usará en las mangueras del "equipo de reabastecimiento de aceite": <ol style="list-style-type: none"> 3. En las dos mangueras de drenado. 4. En las dos mangueras de abastecimiento. <p>NOTA IMPORTANTE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las mangueras de drenado (las que están sueltas) deben ser instaladas en las válvulas de los bloques posteriores de cada cilindro de suspensión delanteras. • Las mangueras de abastecimiento (las que están en los carretes) deben ser instalados en las válvulas de los bloques delanteros de cada cilindro de suspensión delantera. 										
28	<p>Instale las mangueras de drenado</p>	<p>EXPLICACION (COMO)</p> <p><i>Use una escalera adecuada para llegara a la altura de las válvulas. La descarga es por las</i></p> 										

		<p>válvulas de los bloques posteriores.</p> <ul style="list-style-type: none"> • NOTA: Instale las mangueras de drenado (las que están sueltas) en las válvulas de los bloques posteriores de cada cilindro de suspensión delanteras. • En este paso NO instale las mangueras de abastecimiento. • Gire la llave mariposa de cada boquilla de sujeción completamente a la izquierda (sentido antihorario). • Instale las boquillas de sujeción a las válvulas de carga. • Coloque las puntas de las mangueras de drenado en una bandeja donde recibirá el aceite contaminado. • Abra las llaves de paso de las puntas de las mangueras sueltas.
<p>29</p>	<p>Descargue los cilindros</p> 	<p> Recoja el aceite de la descarga de los cilindros en un recipiente adecuado. Para evitar derrames y posibles caídas del personal.</p> <p>Limpie de inmediato si hay algún derrame.</p> <p>Una manguera suelta y abierta con flujo a alta presión SE AGITARA y podría golpear al personal o dañar algún componente.</p> <p>El CAMIÓN CAERÁ cuando se descargue los cilindros, asegúrese que no haya nada que pueda ser aplastado, avise a sus compañeros que se realizara la descarga.</p> <p></p> <ul style="list-style-type: none"> • Asegure la punta de la manguera de drenado a la bandeja. • Gire la llave mariposa de la boquilla de sujeción hacia la derecha (sentido horario), esto abrirá el sello para descargar el nitrógeno y al aceite de los cilindros de la suspensión delantera. • NOTA: Si tiene la válvula nueva (238-9928) siga el procedimiento que abajo se indica para la descarga. • Descargue hasta que los cilindros toquen fondo, y deje las válvulas abiertas hasta que la presión desaparezca (0PSI).
<p>30</p>	<p>Descargue los cilindros (válvula nueva)</p>  <p>TUERCA CONTRATUERCA LLAVE MARIPOSA</p>	<p> Recoja el aceite de la descarga de los cilindros en un recipiente adecuado. Para evitar derrames y posibles caídas del personal.</p> <p>Limpie de inmediato si hay algún derrame.</p> <p>PROCEDIMIENTO CON VALVULA NUEVA:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gire la llave mariposa de la boquilla de sujeción hacia la derecha (sentido horario), Esto abre el sello secundario en la válvula de carga. • Sujete la tuerca de la válvula de carga con una llave 7/8" y afloje la contratuerca con una llave 3/4" dos vueltas y media. Esta acción abre el sello primario en la válvula de carga. • Esta acción permite que el aceite y el nitrógeno fluyan a través de la válvula de carga de modo que los cilindros toquen el fondo completamente.
<p>31</p>	<p>Compruebe válvula de alivio de engrase</p>	<p> Limpie de inmediato si hay algún derrame.</p> <p>Antes de retirar cualquier tapa de un componente asegúrese que no haya presión acumulada. Podría impactarle la tapa y el contenido presurizado.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La alimentación de grasa es por una manguera (parte posterior) • El cilindro tiene 02 válvulas de alivio (parte delantera cilindro) • Asegúrese que funcionan las válvulas de alivio de

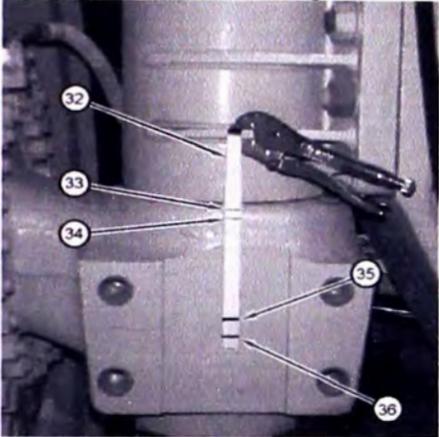
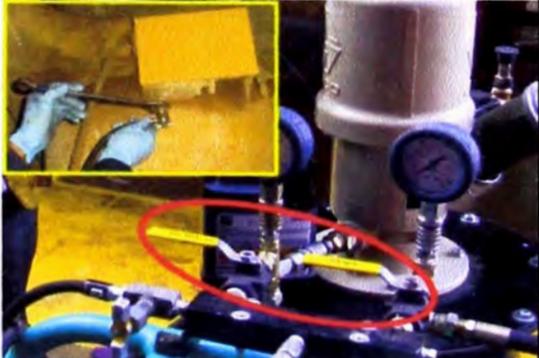
	<p>ENGRASE: Deben estar manchadas con grasa que ha sido expulsada Active LUBMAN en el teclado del VIMS y debe salir grasa.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si los alivios están tapados, actúe con precaución al retirar los tapones. • Revise si la grasa está contaminado con aceite, esto indica que sellos del vástago están desgastados y permite el paso del aceite. • Comunique a su supervisor si encuentra esta anomalía en el cilindro.
---	--

1.11. Lavado de Cilindros

N°	PASO (QUE)	EXPLICACION (COMO)
32	<p>Prepare aceite con aditivo</p> 	<p> <i>Utilice aceite SAE 10W con la clasificación actual de servicio para el procedimiento de carga de aceite.</i> <i>El aditivo 1U-9891 ayuda a reducir el ruido.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • En el tanque del equipo de carga de suspensiones llene 10 galones de aceite 10W (no use de los tanques de recuperación). • Agregue 02 frascos del aditivo 1U-9891. • Si es necesario usar mas aceite debe prepararse aceite con aditivo en la misma proporción de 10 galones de 10W y 02 frascos de 1U-9891. <p> <i>Siempre asegúrese de usar el aceite con aditivo como recomienda CATERPILLAR, el no usar hará que pierda más rápido sus propiedades el aceite.</i></p>
33	<p>Coloque una gata hidráulica</p> 	<p> <i>Si el camión cae repentinamente por una fuga hidráulica en la suspensión, podría causar daños personales (aplastamiento y/o corte por presión hidráulica) o muerte.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Coloque una gata debajo del camión con las suspensiones descargadas (como se ve en la foto) • Levante la gata hasta que toque el chasis y déjelo presentado. • Esto ayudará a que no caigan las suspensiones delanteras, y no genere ninguna presión en la cámara interna de la suspensión. • Esto asegura que no habrá presión interna cuando se retire la válvula tipo aguja. • En este paso no se debe levantar el camión.
34	<p>Retire las válvulas tipo aguja</p>	<p> <i>Antes de retirar el núcleo o válvulas tipo agujas asegúrese que NO HAYA PRESIÓN remanente en el interior, al retirar <u>la válvula podría convertirse en un PROYECTIL</u> y causar daños personales (impacto y/o corte por presión hidráulica) o muerte.</i></p> <p> <i>Use una escalera adecuada para llegara a la altura de las válvulas.</i> <i>Limpe de inmediato si hay algún derrame.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Realice el paso 33 antes de retirar las válvulas tipo aguja. • Verifique que la presión sea 0PSI (vea el paso 29)

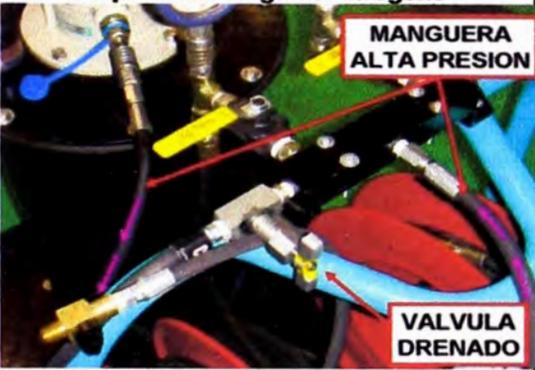
		<ul style="list-style-type: none"> • Retire las mangueras de drenado. • Retire las válvulas tipo aguja del bloque delantero y también del bloque posterior del cilindro, usando la herramienta saca válvulas. 						
<p>35</p>	<p>Instale las mangueras</p> 	<p> <i>Use una escalera adecuada para llegar a la altura de las válvulas.</i> <i>Limpe de inmediato si hay algún derrame.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • NOTA: sin las válvulas tipo aguja en las válvulas de carga es indiferente si se abre o cierra la llave mariposa de las boquillas. • Instale las mangueras de abastecimiento (las que están en los carretes) en las válvulas de los bloques delanteros de cada cilindro de suspensión delantera. • Instale las mangueras de drenado (las que están sueltas) en las válvulas de los bloques posteriores de cada cilindro de suspensión delanteras. 						
<p>36</p>	<p>Lavar cilindro de suspensión</p> 	<p> <i>Recoja el aceite de la descarga de los cilindros en un recipiente adecuado. Para evitar derrames y posibles caídas del personal. Limpie de inmediato si hay algún derrame.</i></p> <p> <i>Nota / avisos: Utilice aceite SAE 10W con la clasificación actual de servicio para el procedimiento de carga de aceite.</i></p> <p>Cierre las llaves de paso que se encuentra en el bloque central.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conecte una línea de aire al equipo de reabastecimiento de aceite. • Alimente por el lado A con aceite aditivado • Reciba el aceite sucio por la manguera instalada en el lado B. • NOTA: lave cada cilindro por separado. Podría confundirse cuanto aceite llenamos en el interior si se alimenta los dos a la vez. • Abastezca aceite 10W aditivado (vea el paso 32) a cada cilindro posterior como mínimo, según la tabla adjunta: <table border="1" data-bbox="831 1630 1406 1686"> <tr> <td>Según SIS</td> <td>785</td> <td>793</td> </tr> <tr> <td>Volumen interior para aceite</td> <td>13 gal</td> <td>20 gal</td> </tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> • O hasta que el aceite que sale por el lado B salga limpio. • Detenga la alimentación de aceite. • Permita que el remanente de aceite de ambos lados drene a la bandeja donde se recibe el aceite sucio. Esto permitirá que la presión interna del cilindro sea estable. • Retire las mangueras. 	Según SIS	785	793	Volumen interior para aceite	13 gal	20 gal
Según SIS	785	793						
Volumen interior para aceite	13 gal	20 gal						

1.12. Carga de aceite a los Cilindros

N°	PASO (QUE)	EXPLICACION (COMO)															
37	<p>Preparación de regla</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Prepare y coloque una regla de acero como se muestra en la foto, le ayudara a cargar los cilindros de una manera correcta. <table border="1" data-bbox="762 472 1469 611"> <tr> <td>(32) Regla de Acero</td> <td>785</td> <td>793</td> </tr> <tr> <td>33 Línea de referencia</td> <td>0.0 pulg.</td> <td>0.0 pulg.</td> </tr> <tr> <td>34 Línea de carga de aceite</td> <td>1.0 pulg.</td> <td>1.0 pulg.</td> </tr> <tr> <td>35 Mínimo Altura amortiguación</td> <td>9.5 pulg.</td> <td>9.5 pulg.</td> </tr> <tr> <td>36 Máximo altura amortiguación</td> <td>10.5 pulg.</td> <td>10.5 pulg.</td> </tr> </table> <p>(32) Regla de acero (33) Línea de referencia (34) Línea de referencia para el procedimiento de carga de aceite (35) Mínimo para la altura de la amortiguación (36) Máximo para la altura de la amortiguación</p> <ul style="list-style-type: none"> Mida las alturas de amortiguación desde la línea de referencia 33. Mida la altura de la amortiguación (35) para el mínimo y haga una marca. Mida la altura de la amortiguación (36) para el máximo y haga una marca. 	(32) Regla de Acero	785	793	33 Línea de referencia	0.0 pulg.	0.0 pulg.	34 Línea de carga de aceite	1.0 pulg.	1.0 pulg.	35 Mínimo Altura amortiguación	9.5 pulg.	9.5 pulg.	36 Máximo altura amortiguación	10.5 pulg.	10.5 pulg.
(32) Regla de Acero	785	793															
33 Línea de referencia	0.0 pulg.	0.0 pulg.															
34 Línea de carga de aceite	1.0 pulg.	1.0 pulg.															
35 Mínimo Altura amortiguación	9.5 pulg.	9.5 pulg.															
36 Máximo altura amortiguación	10.5 pulg.	10.5 pulg.															
38	<p>Instale las válvulas aguja</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Instale las válvulas de aguja nuevas en el cuerpo de las válvulas, según corresponda. <table border="1" data-bbox="762 1025 1469 1178"> <tr> <td>Válvula antigua</td> <td>Válvula nueva</td> </tr> <tr> <td>9T-2238</td> <td>238-9928</td> </tr> <tr> <td>Válvula aguja</td> <td>Válvula aguja</td> </tr> <tr> <td>175-3185</td> <td>239-5305</td> </tr> <tr> <td>Diámetro de tapa es mayor.</td> <td>Diámetro de tapa es menor.</td> </tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> Asegure las válvulas de los bloques posteriores. Coloque la tapa SOLO de la válvula del bloque posterior. En caso de las válvulas 238-9928 ajuste la contratuerca. 	Válvula antigua	Válvula nueva	9T-2238	238-9928	Válvula aguja	Válvula aguja	175-3185	239-5305	Diámetro de tapa es mayor.	Diámetro de tapa es menor.					
Válvula antigua	Válvula nueva																
9T-2238	238-9928																
Válvula aguja	Válvula aguja																
175-3185	239-5305																
Diámetro de tapa es mayor.	Diámetro de tapa es menor.																
39	<p>Instale las mangueras de abastecimiento</p> 	<p> <i>Use una escalera adecuada para llegar a la altura de las válvulas.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> NOTA: Se debe instalar las mangueras de abastecimiento (las que están en el carrete) en las válvulas de los bloques delanteros de cada cilindro de suspensión delanteras. En este paso YA NO instale las mangueras de drenado. Cierre las llaves de paso (manijas amarillas) del equipo. Gire la llave mariposa de cada boquilla –que están en cada válvula de las suspensiones- completamente a la izquierda (sentido antihorario). Instale las boquillas de sujeción a las válvulas de carga. Gire la llave mariposa a la derecha (sentido horario) En caso de la válvula 238-9928 abra girando la contratuerca dos vueltas y media. 															
40	<p>Llene aceite</p>	<p> <i>Nota / avisos: Utilice aceite SAE 10W con la clasificación actual de servicio para el procedimiento de carga de aceite.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Ajuste la presión de aire del regulador. Establezca la línea de referencia inicial, debe estar paralela con el borde de la punta del vástago (foto: línea inferior) Establezca la línea de referencia del aceite, debe estar paralela a 1 pulgada (foto: línea superior) Abra las llaves de corte. inyecte aceite en los cilindros hasta alcanzar la altura 															

		<p>deseada (1 pulg.).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cierre las llaves de paso (manija amarilla en el equipo). • NOTA: si un cilindro se llena más rápido, cierre la llave de paso para ese cilindro y continúe inyectando aceite al otro cilindro.
--	---	--

1.13. Carga de nitrógeno a los Cilindros

Nº	PASO (QUE)	EXPLICACION (COMO)
41	<p>Preparación carga de nitrógeno</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Cierre las llaves de paso (manija amarilla) del bloque central del equipo. • Verifique que el manómetro de ingreso del aire indique 0 PSI. Quite la alimentación de aire a la bomba GRACO del equipo. • Alivie la presión que queda en la manguera de alta presión (que une la salida de la bomba GRACO y la entrada del bloque central) abriendo la válvula de drenado. <p> <i>Recoja el aceite de la descarga de los cilindros en un recipiente adecuado. Limpie de inmediato si hay algún derrame. Para evitar derrames y posibles caídas del personal.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Desconecte la manguera de alta presión de la bomba GRACO.
42	<p>Preparación carga de nitrógeno</p> 	<p> <i>Nitrógeno seco es el único que ha sido aprobado para usar en los cilindros de suspensión. Si se cargan los cilindros de suspensión con oxígeno se producirá una explosión.</i></p> <p><i>Coloque el balón de nitrógeno seco en una base que evite caídas del balón.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Instale la válvula reguladora a la salida del balón de nitrógeno. • Conecte la manguera de alta presión a la válvula reguladora. • Regule lentamente la presión de salida del nitrógeno a 150 PSI
43	<p>Mida la presión de los cilindros (ACEITE)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cuando haya cerrado la llave de paso (manija amarilla) verifique la presión real en los cilindros de suspensiones. • Tener en cuenta que cuando el cilindro esta con aceite la presión aproximada es mas de 500 PSI. • Y la presión especificada con nitrógeno es de 260 PSI (para 785 y 793). • Entonces es necesario bajar la presión en el cilindro, por que si no el aceite regresaría al momento de abastecer el nitrógeno.

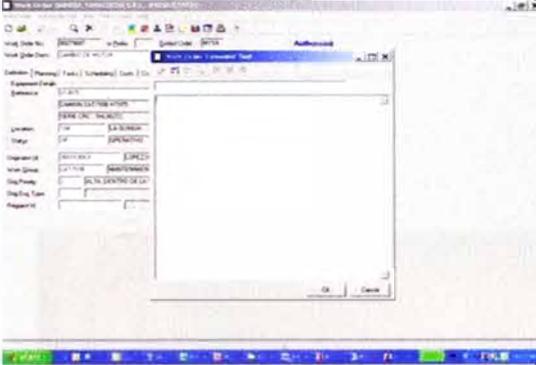
		
44	<p>Baje la presión interna de los cilindros</p> 	 <p><i>Verifique que ninguna persona se encuentre trabajando encima del equipo y que no haya escaleras, bandejas, u otros objetos cerca del equipo antes de levantar el camión.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ingrese una gata hidroneumática de 150 TN debajo del camión. • Asegúrese de posicionar bien la gata. • Eleve el camión SOLO lo necesario hasta que la presión interna de los cilindros bajen a menos de 150 PSI. • Esto evitará que el cilindro de suspensión arrastre vacío en el interior.
45	<p>Llene nitrógeno</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Asegúrese el camión elevado y los cilindros de suspensión con presiones internas de aproximadamente 150 PSI. • Abra la llave de paso (manija amarilla) del bloque central, que anteriormente lo ha regulado a 150 PSI. • Esto permitirá que el nitrógeno llene el cilindro internamente. • Y se conseguirá que no cree un vacío en el interior.
46	<p>Cargue nitrógeno</p> 	 <p><i>Verifique que ninguna persona se encuentre trabajando encima del equipo y que no haya escaleras, bandejas, u otros objetos cerca del equipo antes de levantar el camión.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Extienda completamente los cilindros de suspensión levantando el camión desde el bastidor delantero. Las llantas deben quedar en el aire. Es necesario extender los cilindros de suspensión para eliminar cualquier fricción o atascamiento entre los sellos y el cilindro de manera que las mediciones de presión sean precisas. • Llene el nitrógeno a los cilindros de suspensión hasta que la presión se estabilice en ambos cilindros hasta –según el SIS– 260±5 PSI (para 785 y 793). • Asegúrese que las dos llaves de paso estén abiertos al mismo tiempo, esto permitirá que los dos cilindros estén conectados y se hagan un solo circuito, con lo que las presiones sean las mismas en ambos cilindros. • Cuando este estable las presiones, cierra las llaves de paso (manija amarilla)
47	<p>Retirar las mangueras</p>	 <p><i>Use una escalera adecuada para llegar a la altura de las válvulas.</i></p>

		<ul style="list-style-type: none"> • Cierre la llave de paso del balón de nitrógeno. • Gire la llave mariposa de cada boquilla de sujeción completamente a la izquierda (sentido antihorario), esto cierra el paso por las válvulas de aguja. • NOTA: en las válvulas nuevas ajuste a un torque de 60±5 lb-pulg las contratueras, esto cierra el sello primario de la válvula. • Abra las llaves de paso (manija amarilla). • Libere la presión existente en las mangueras, abriendo la válvula de drenado. • Verifique que los manómetros (equipo y balón) indiquen 0 PSI. • Retire las mangueras de los cilindros y del balón de nitrógeno. 									
<p>48</p>	<p>Medir las presiones en el VIMS</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Al momento de carga las suspensiones se formó un solo circuito en los dos cilindros, por lo que se asegura que ambos cilindros tienen la misma presión. • Mida la presión de los cilindros delanteros en el VIMS, con los parámetros: 720 cilindro de suspensión delantera izquierda 722 cilindro de suspensión delantera derecha • Las presiones deben ser similares en los dos cilindros y debe estar cerca a la lectura del manómetro de 260±5 PSI. • Verifique los cilindros posteriores, su presión debe ser 160±5PSI. 721 cilindro de suspensión posterior izquierda 723 cilindro de suspensión posterior derecha • De ser así el equipo esta listo para ser entregado. 									
<p>49</p>	<p>Pruebas en piso</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Baje la tolva y traslade el equipo a un terreno horizontal duro. •  Antes de salir de las bahías, el operador debe verificar que cuatro mecánicos hagan las veces de vigías y que cada uno cuente con su respectiva paleta de siga y pare. • Opere el camión vacío a una velocidad mínima de desplazamiento de 6,5 Km/h (4 mph) en terreno horizontal duro. • Mueva el selector de cambios de la transmisión a la posición neutral y deje que el camión se pare por si solo. No use los frenos de servicio ni el retardador. • Después de que el camión se pare completamente, verifique que las medidas de toda la parte cromada de cada cilindro sea: <table border="1" data-bbox="790 1534 1436 1624"> <thead> <tr> <th>Según SIS</th> <th>785</th> <th>793</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mínimo Altura amortiguación</td> <td>9.5 pulg.</td> <td>10.5 pulg.</td> </tr> <tr> <td>Máximo altura amortiguación</td> <td>9.5 pulg.</td> <td>10.5 pulg.</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> • Si no se alcanza la medida deseada: • Levante el camión extendiendo totalmente los vástagos • Cargue nitrógeno aumentando la presión en 5PSI (a 265±5PSI) • Cargue de manera independiente los cilindros • Espere un tiempo a que la presión se establezca en el interior. • Prosiga con los pasos antes indicados. 	Según SIS	785	793	Mínimo Altura amortiguación	9.5 pulg.	10.5 pulg.	Máximo altura amortiguación	9.5 pulg.	10.5 pulg.
Según SIS	785	793									
Mínimo Altura amortiguación	9.5 pulg.	10.5 pulg.									
Máximo altura amortiguación	9.5 pulg.	10.5 pulg.									

1.14. Entrega de Equipo

N°	PASO (QUE)	EXPLICACION (COMO)
50	<p>Calibración de balanza (PAYLOAD)</p>  <p>“PAYCAL”</p>	<p> Antes de realizar este procedimiento verifique:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Que no haya eventos activos que puedan afectar las medidas de carga útil, estos sucesos podrían ser: Interruptor de tolva levantada, control de la transmisión, cilindros de la suspensión cargados incorrectamente y cualquier otro suceso con la carga útil. -Tanque de combustible totalmente lleno. -Tolva vacía <ul style="list-style-type: none"> • En terreno plano, desplace el camión solo a 6,5 Km/h (4 MPH). • Ponga la palanca de cambios a la posición neutral y deje que el camión se pare por si solo, sin el uso de los frenos. • inmediatamente que el camión pare, escriba en el panel del VIMS el código “7 2 9 2 2 5” (PAYCAL) y presione OK • Debe leerse CALIBRACION COMPLETADO CON ÉXITO. • Si no se lee este mensaje vuelva a calibrar el camión. • <u>En algunos casos será necesario conectarse con una LAPTOP</u> con el programa VIMS PC para realizar la calibración, solicite apoyo de INSPECCIONES.
51	<p>Inspección de calidad final</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Complete los valores solicitados en el formato de inspección final de calidad.
52	<p>Entrega de equipo</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Terminada la inspección, entregue el camión a Operaciones. • Comunique a su Supervisor para que lo comunique a Dispatch. • Lleve el camión a la zona de “camiones listos”

1.15. Tareas Finales (DOCUMENTACIÓN)

N°	PASO (QUE)	EXPLICACION (COMO)
87	<p>Ingreso de datos al Ellipse</p> 	<p> La no revisión de la documentación puede originar descontrol en el proceso de planeamiento generando sobre costos al departamento de mantenimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> • Escriba los trabajos realizados en la hoja de descripción del ELLIPSE (MSQ-620). • Mencione las horas del componente y otras observaciones importantes. • Cierre la O/T. • Llène guiándose del adjunto Entrenamiento Codificación WO_03_Feb_09
88	<p>Culminar el llenado del diagrama GANTT</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Complete de marcar el tiempo en el diagrama Gantt de las tareas realizadas • Asegúrese que la información sea real y precisa. <p> La no revisión de la documentación puede originar descontrol en el proceso de planeamiento generando sobre costos al departamento de mantenimiento.</p> <p>Llenar las Hojas "Job Card". Debe figurar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nombre de la persona que realiza la tarea. • Fecha en que se realiza la tarea. • Firma del supervisor.
93	<p>Limpieza total de bahía</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Una vez que la bahía esta despejada, limpie el piso a fondo.

2. PROCEDIMIENTO STANDARD DE TAREA (PST) DE CAMIONES CAT 785C-793B-793C-793D

TAREA	:	Mantenimiento de Suspensiones Posteriores		
Cargo	:	Mantenedores de Equipo Pesado	Fecha de revisión:	12-07-2011
Gerencia	:	Mantenimiento Mina	Fecha publicación:	04-08-2011
Área	:	Camiones	Sub-área	: Correctivos



**MANTENIMIENTO DE SUSPENSIONES
POSTERIORES CAT 785C-793B-793C-793D**

2.1. Pre-requisitos de competencia

PRE REQUISITOS DE COMPETENCIA									
	Lider	Técnico 1	Técnico 2	Técnico 3	Clipero.	Electricista.	Inspector 1	Inspector 2	Lavador
Inducción General	x	x	x						
Introd. Prevención de pérdidas.	x	x	x						
Introd sist de higiene Industrial EPP cumplimiento	x	x	x						
Respuesta a emergencia	x	x	x						
Repaso Anual	x	x	x						
Primeros Aux. básicos	x	x	x						
Lucha contra incendios	x	x							
Aislamiento de energía	x	x	x						
Seguridad de trabajos en altura	x	x	x						
Seguridad en trabajo de riggers	x	x	x						
Seguridad en trabajo de vigias y cuadradores	x	x	x						
Manejo defensivo	x								
Autorización de manejo 793 B/C	x								
Autorización de grúa puente	x	x							
autorización de Montacargas	x								
Motores de combustión interna	x	x	x						
Hidráulica básica	x	x	x						
Neumática básica	x	x	x						
Sistemas de frenos, suspensión y dirección	x	x	x						
Trenes de potencia	x	x	x						
Sistemas eléctricos	x	x							
Uso de literatura CAT	x	x	x						
Ellipse	x	x	x						
Rigger	x	x	x						
Hand tools	x	x	x						
Fasteners + broken bolts	x	x	x						
5's	x	x	x						
Sistemas hidráulicos - Intermedio A	x	x	x						
Sistemas hidráulicos - Intermedio B	x	x	x						
Sistemas de frenos - Intermedio	x	x	x						
Suspensión y dirección - Intermedio	x	x	x						
Motores electrónicos CAT EUI	x								
Interpretación de planos eléctricos CAT	x								
Interpretación de planos hidráulicos CAT	x	x	x						
Introducción al OHT CAT 777D (PM)									
Introducción al OHT CAT 785C (PM)	x	x	x						
Introducción al OHT CAT 793B (PM)	x	x	x						
Introducción al OHT CAT 793C (PM)	x	x	x						

Referencias relacionadas:

- PST PP-P-30.01 Sistema de higiene industrial.
- PST PP-P-30.02 Conservación Auditiva.
- PST PP-P-30.03 Protección respiratoria.7
- PST PP-P-37.01 Aislamiento de Energía.
- PST PP-P-39.02 Herramientas manuales y eléctricas.
- PST PP-P-44.01 Trabajos en altura.
- PST PP-P-47.01 Equipos de izaje.
- PST Subida-Bajada de tolva.
- PST Lavado de camiones Gigantes.
- PST Ingreso-Salida taller.
- Manual de partes 793C / B.
- Manual de servicio 793C / B.
- Boletín de información técnica (BIT).
- Services training meeting guide (STMG).
- Material safety data sheet (MSDS)
- Manual de Medio ambiente.
- Guías de control de contaminación.
- Manual de bolsillo de prevención de pérdidas.
- Observaciones de tarea.
- Referencias (Kidney looping, SOS, Coolant, Ferrografía, desgaste, control de contaminación, aceites, otros.)
- Sis Web (<https://sis.cat.com>)

Planeamiento.

Fecha de inicio
Hora de inicio
Tiempo de horas planificado
Cantidad mecánicos planificados
Tiempo de horas real
Cantidad de mecánicos real
Fecha de termino
Hora de termino

SIS CAT	x	x	x																
CAT ET	x	x																	
Tren de potencia del OHT CAT	x	x	x																
Sistemas eléctricos y monitoreo OHT CAT	x	x																	
Sistema de frenos en OHT CAT	x	x																	
Sistema hidráulico de implementos en OHT CAT	x	x																	
Sistema de dirección en OHT CAT	x	x																	
Vims - Básico	x	x																	
Pruebas y ajustes en motores EUI	x																		
Pruebas y ajustes sistemas de frenos OHT CAT	x	x	x																
Pruebas y ajustes sistemas de dirección OHT CAT	x	x																	
Pruebas y ajustes en el tren de potencia OHT CAT	x	x	x																
Pruebas y ajustes sistema eléctrico y monitoreo OHT CAT	x																		
Pruebas y ajustes sistema de implementos OHT CAT	x	x																	
Vims avanzado	x																		
Fundamentos del AFA	x																		
Solución de problemas en tren de potencia CAT	x																		
Solución de problemas sistemas de frenos CAT	x																		
Solución de problemas en sistemas electrónicos y de monitoreo CAT	x																		
Solución de problemas en motores electrónicos CAT	x																		
Solución de problemas en sistemas de dirección OHT CAT	x																		
Solución de problemas en sistemas de implementos OHT CAT	x																		
AFA	x																		

No	PASO (QUÉ)	EXPLICACIÓN (CÓMO)
1.	OBJETIVO	<ul style="list-style-type: none"> Ejecutar el proceso de MANTENIMIENTO DE LAS SUSPENSIONES DELANTERAS de los camiones gigantes en los talleres de MYSRL, trabajando en un nivel de clase mundial (cumpliendo los procedimientos estándares en cuanto a seguridad, cuidado del medio ambiente, calidad, limpieza, eficacia y mejora de habilidades), enfocados en MAXIMIZAR LA DISPONIBILIDAD Y CONFIABILIDAD de las suspensiones delanteras en los equipos, optimizando y reduciendo nuestros costos operativos.
2.	DESCRIPCION DE TAREAS	<ul style="list-style-type: none"> Lavado de Camión. Verificación de sensores de presión Descarga y purga de los cilindros Lavado de Cilindros Carga de aceite a los Cilindros Carga de nitrógeno a los Cilindros Entrega de Equipo Documentación
3.	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL	<ul style="list-style-type: none"> Casco de seguridad. Lentes de seguridad (Googles) Zapatos de seguridad. Guantes. Protección auditiva. Ropa de seguridad.

No	PASO (QUÉ)	EXPLICACIÓN (CÓMO)
		

2.2. Simbología y criterios de seguridad

1		Inicio de tarea	<ul style="list-style-type: none"> Indica que la tarea esta empezando con esta actividad. Indicates that the task is begun with this activity.
2		Continúa	<ul style="list-style-type: none"> Indica que la actividad aun continúa. Indicates that the activity still continues.
3		Decisión	<ul style="list-style-type: none"> Indica que la tarea debe ser aprobada por el supervisor antes de continuar la siguiente actividad. Indicates that the task must be approved by superior before continue the next activity
4		Fin de tarea	<ul style="list-style-type: none"> Indica que la tarea ha finalizado. Indicates that the task has finished
5		Herramienta especial	<ul style="list-style-type: none"> Indica que existe una herramienta especial para realizar la actividad. Indicates that there is a special tools to perform the activity
6		Cambio de Parte	<ul style="list-style-type: none"> Indica que se debe reemplazar una parte en esta actividad. Indicates that there is parts replacement required in this activity
7		Literatura de apoyo	<ul style="list-style-type: none"> Indica que existe literatura de consulta para realizar esta actividad. Indicates that there is support literature to perform the task
8		Ver procedimiento	<ul style="list-style-type: none"> Indica que existe cierto procedimiento para realizar la tarea. Indicates that there is a certain work scope to perform the task
9		Peligro	<ul style="list-style-type: none"> Este símbolo es usado cuando un peligro probablemente resulte en un daño personal severo o la muerte si no es seguido el procedimiento correcto. This prompt is used when there is an immediate hazard that is likely to result in severe personal injury or death if correct procedures are not followed
10		Advertencia	<ul style="list-style-type: none"> Este símbolo es usado para advertir contra peligros y practicas inseguras que PODRIAN resultar en un daño personal severo o la muerte si no es seguido el procedimiento correcto. This prompt is used to warn against hazards and unsafe practices that COULD result in severe personal injury or death if correct procedures are not followed.
11		Precaución	<ul style="list-style-type: none"> Este símbolo es usado para prevenir contra prácticas potencialmente inseguras que PODRIAN resultar en un daño personal severo o la muerte si no es seguido el procedimiento correcto. This prompt is used to warn against potentially unsafe practices that COULD result in personal injury and/or property damage if correct procedures are not followed

12		Atención (notice)	<ul style="list-style-type: none"> Las operaciones que pueden causar daño al producto se identifican con este símbolo de llamada de atención. The operations than can cause damages to the product are identified whit this symbol of call of attention.
----	---	-------------------	--

	Instrucciones de seguridad
	Especificaciones de Torques, Presión y Pesos
	Instrucciones Generales
	Control de Contaminación

2.3. ADVERTENCIA IMPORTANTE DE SEGURIDAD

	Advertencia	<p><u>En este procedimiento de trabajo no se pueden anticipar todas las circunstancias que podrían involucrar un peligro potencial. Las advertencias en este PST y en la maquina no lo incluye todo. Corresponde al usuario determinar que las herramientas, los procedimientos, los métodos de trabajo y las técnicas de operación ofrezcan seguridad.</u></p> <p>Si usted usa una herramienta, procedimiento, método de trabajo o técnica de operación que no ha sido recomendado por CATERPILLAR o por este PST usted debe asegurarse de que en el proceso no ocasiona daños a usted, a su compañero ni al equipo.</p>
	Advertencia para trabajos con lanzas TORCH	<p>El personal de mantenimiento deberá usar tapones auditivos u orejeras obligatoriamente dentro de talleres de Minera Yanacocha de manera permanente.</p> <p>Personal de soldadura debe comunicar antes de emplear lanzas TORCH, al personal que se encuentra laborando cerca.</p>

INDICACION PRELIMINAR CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD ANTES DE REALIZAR ESTE TRABAJO:

(CA) COMPETENCIA ALCANZADA.

(NC) NO COMPETENTE.

N°	PASO (QUE)	EXPLICACION (COMO)
#	Se describe el concepto general del paso	Descripción a detalle de cada paso de cómo realizar la tarea

PROCESOS BASICOS TRABAJOS PREVIOS, DESMONTAJE, MONTAJE, PRUEBAS, DOCUMENTACION

2.4. MATERIALES NECESARIOS

VERIFICAR LA CALIBRACION DE LOS INSTRUMENTOS DE AJUSTE Y DE PRECISION A SER USADOS:

DESCRIPCION DEL INSTRUMENTO	CODIGO / SERIE	FECHA DE REVISION	ESTADO

LITERATURA TECNICA DE REFERENCIA (SIS WEB)

N° MEDIA	NOMBRE	FECHA DE PUBLICACION	FECHA DE ACTUALIZACION
SSHS-9411	Especial Instrucción	01/10/2005	07/10/2005
SENR-1456	BIT (Boletín de información técnica)	01/10/2002	04/10/2002

LITERATURA RELACIONADAS AL TRABAJO

PST BASICOS	N ° DE REFERENCIA
DECLARACION DE COMPROMISO CON LA SEGURIDAD MEDIO AMBIENTE Y RELACIONES COMUNITARIAS 2006	
PST INGRESO Y SALIDA DE EQUIPOS DE TALLER	
PST SUBIDA Y BAJADA DE TOLVA	
MATERIAL SAFETY DATA SHEET	
MANUAL DE MEDIO AMBIENTE	
MANUAL DE BOLSILLO DE PREVENCION DE PERDIDAS	
GUIA DE CONTROL DE CONTAMINACION	
HOJA DE CONTROL DE RIESGOS	

ONCE REGLAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

N°	PASO (QUE)	EXPLICACION (COMO)
1	Personal técnico inspeccionar el área de trabajo.	Revisar el área 360 °.
2	Antes de usar herramientas de levante tales como gatas, tecles, estrobos o eslingas se debe revisar minuciosamente su estado, además de la cinta de inspección .No usarlos si presentan fugas deformaciones o daños .Se deben desechar y destruir estrobos o eslingas con hebras o telas cortadas.	Revise que tenga la última cinta de color del trimestre.
3	Cada vez que se trabaje con sistemas presurizados, antes de desacoplar cualquier línea hidráulica, neumática se debe de aliviar el sistema. Antes de abrir cualquier compartimento o	Utilice bandejas limpias y que estén en buen estado.

	desmontar algún componente que contenga fluidos, asegúrese de tener recipientes adecuados para recoger el aceite.	
4	Contaminantes podrían causar el desgaste prematuro y reducir la vida útil del componente.	Siempre que retire mangueras, tuberías de cualquier sistema proteja con tapones adecuados.
5	Retire las líneas hidráulicas (A temperatura de funcionamiento, el aceite está caliente y bajo presión. El aceite puede causar quemaduras).	Espere a que la temperatura del aceite del sistema se enfríe a temperatura ambiente, antes de retirar cualquier línea.
6	Levantar la tolva (si es necesario para realizar otros trabajos)	Siempre reciba la indicación de un técnico ubicado en la parte posterior antes de levantar (Instale el cable de seguridad de tolva y coloque cinta de color rojo a 2 metros del borde).
7	Siempre que necesite subir o bajar del equipo.	Al subir o bajar utilice los 3 puntos de apoyo, es decir las dos manos y un pie fijos o los dos pies y una mano fijos.
8	Siempre que necesite subir escaleras o subir al equipo,	Los peldaños y superficies de acceso deben estar completos, limpios de grasa y aceite, y en buen estado (libres de herramientas u otros objetos).
9	Siempre reportar inmediatamente todo accidente y/o incidente	Reportarlo al supervisor inmediato por muy insignificante que sea .En caso de accidente personal solo profesionales de la salud tiene la facultad de diagnosticar.
10	Al usar esmeril, buriles, pulidoras neumáticas, combas. u otras herramientas que proyecten partículas se deben usar además de los lentes de seguridad ,protección facial	Es recomendable usar caretas faciales para colocarlos en el casco de seguridad.
11	Levantar un componente.	Antes de levantar cualquier componente verifique el peso del componente la capacidad de la grúa, y la capacidad del equipo de izaje.

RECUERDE: ¡SI NO ES SEGURO, NO LO HAGA!

2.5. Conocimientos Previos (PREPARACIÓN)

Esta instrucción especial contiene la información y el procedimiento que se debe utilizar para purgar y cargar de aceite y nitrógeno a los cilindros de suspensión posteriores de los camiones de obras. **Lea el documento de completo** antes de proceder con cualquier trabajo en los cilindros de suspensión.

ADVERTENCIA



El movimiento repentino del cilindro de suspensión puede ocasionar lesiones graves o mortales.

El movimiento repentino, hacia arriba o hacia abajo, puede cambiar rápidamente el espacio libre que hay por encima de su cabeza.

Antes de prestar servicio a los cilindros de suspensión, lea todas las etiquetas de advertencia sobre los cilindros .No compruebe el aceite en el cilindro de suspensión hasta que haya aliviado totalmente la presión de nitrógeno.

No saque, bajo ninguna circunstancia, válvulas, tapa ni tapones del cilindro a menos que haya aliviado toda la presión de nitrógeno.

No se pare debajo de la máquina para probar o ajustar los cilindros de

	suspensión.
ADVERTENCIA 	<p>El levantamiento o el bloqueo inapropiado pueden ocasionar lesiones personales graves o mortales.</p> <p>Cuando se utilice un elevador para levantar cualquier pieza o componente, manténgase alejado del área. Cerciórese de que la gata tenga la capacidad correcta para levantar un componente.</p>
Información importante de seguridad La información siguiente es una explicación de diversas etiquetas que se encuentran en este documento.	
Advertencias 	<p>La etiqueta de advertencia informa al técnico que pueden ocurrir lesiones o la muerte como resultado de una condición que puede existir. <u>Si no se entienden estas advertencias de peligro</u>, pueden ocurrirle a usted o a otras personas lesiones corporales o la muerte. La palabra de señal "ADVERTENCIA" tiene los siguientes significados:</p> <p>¡Ponga atención! ¡Esté alerta! ¡Su seguridad está implicada!</p>
Avisos / Nota 	<p>Un aviso informa al técnico que puede dañarse el componente como resultado de una condición existente se identifican por las etiquetas "NOTICE" en la máquina y en la información de servicio. <u>Obtenga conocimiento del sistema y de los componentes</u> antes de quitar o desarmar cualquier componente.</p>
Precaución / Atención 	<p>Una precaución contiene información general para el técnico sobre la operación que se esté realizando.</p>
<p>Lea toda la información de seguridad antes de efectuar cualquier reparación o cualquier tarea de mantenimiento. Entienda toda la información de seguridad antes de efectuar cualquier reparación o cualquier tarea de mantenimiento.</p>	

Subida y bajada de la máquina 	<ul style="list-style-type: none"> • Limpie, inspeccione los escalones y los asideros. • Utilice los escalones y asideros para subir y bajar de la máquina. • Mantenga un contacto de tres puntos con los escalones y los asideros. • Nota: Tres puntos de contacto pueden ser los dos pies y una mano. Tres puntos de contacto también pueden ser un pie y las dos manos. • No suba, no baje, ni salte de una máquina en movimiento. • No trate de subir a la máquina llevando herramientas o pertrechos.
Artículos presurizados	<ul style="list-style-type: none"> • Utilice siempre una tabla o un trozo de cartón cuando compruebe para ver si hay una fuga. <u>El fluido que escapa bajo presión</u>

	<p><u>puede penetrar la piel causando lesiones graves y la posibilidad de muerte.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Alivie toda la presión en los sistemas de aire, aceite o agua antes de desconectar o quitar cualquier conexión. • Las tuberías y mangueras hidráulicas que estén flojas pueden causar incendios. No doble ni golpee las tuberías de alta presión. • Cuando utilice aire o agua a presión para limpiar, use una máscara protectora, ropa y zapatos de protección. La presión máxima de aire para propósitos de limpieza tiene que estar por debajo de 205 kPa (30 lb/ pulg²).
--	--

2.6. Condiciones para el servicio (PREPARACIÓN)

	<ul style="list-style-type: none"> • Se muestra un código de falla en el VIMS. • El cilindro tiene indicios de fuga (de nitrógeno o aceite) • El peso del camión cambia a más de 22,241 N (5,000 lb) • La amortiguación es brusca, incluso cuando el camión está vacío. • Las presiones de los cilindros de suspensión varían 345 kPa (50 lb/pulg²) o más en comparación con el otro lado (ente izquierdo y derecho) cuando el camión está vacío. No compare la parte delantera con la parte trasera. • La altura de cada cilindro varía ± 13 mm ($\pm 0,5$ pulg) de la altura estimada de ese vehículo. Esto es sólo para una referencia rápida. • Nota: Al analizar un problema en los cilindros de suspensión, cada cilindro opera como una unidad separada. Cuando el cilindro trasero izquierdo está bajo, el cilindro delantero derecho estará alto debido al cambio en el peso del vehículo. Las mismas condiciones existen para el cilindro trasero derecho y el cilindro delantero izquierdo.
--	---

2.7. Herramientas necesarias (PREPARACIÓN)

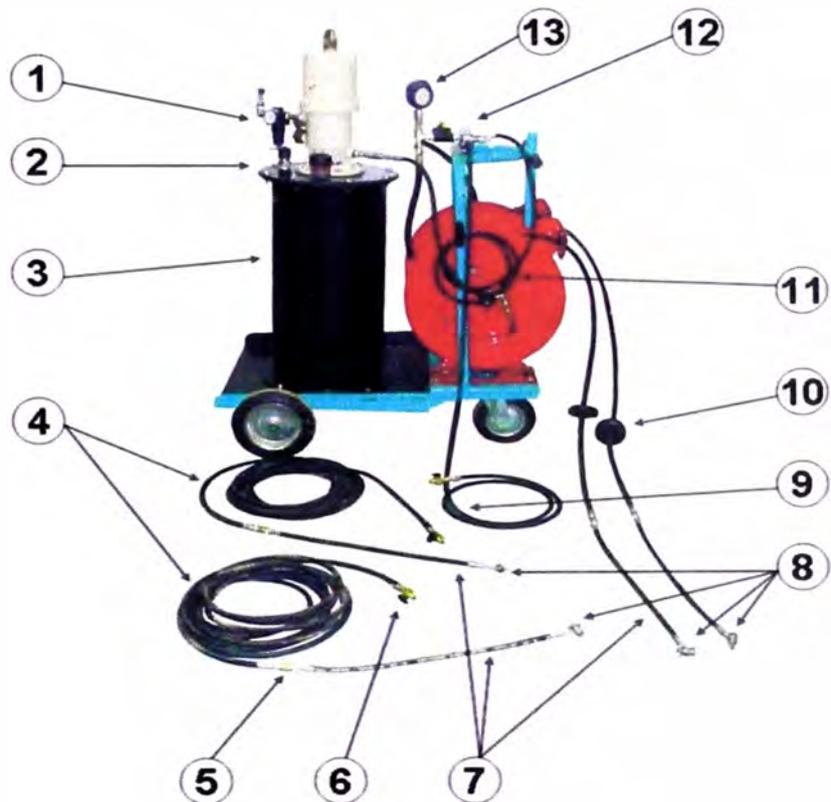
TABLA DE HERRAMIENTAS			
Artículo	Número de pieza	Descripción	Cantidad
A	9U-5617	Bomba de Reabastecimiento de Aceite y Nitrógeno ⁽¹⁾	1
B	175-5507	Grupo de Carga de Nitrógeno ⁽¹⁾	1
C	SUPERLIFT 200-38	Elevadores neumáticos de 200 TN cada uno ⁽²⁾	2
D		Llaves mixtas de: 3/8", 1/2", 9/16", 11/16", 3/4", 7/8" y 1-1/8"	1 de c/u
E	1U-9891	Aditivo para aceite hidráulico especial (c/u contiene 0.25 gal)	opcional
F		Espátula	1
G		Extractor de válvulas aguja	1

⁽¹⁾ Cuando trabaje con el conjunto de Válvula 238-9928 como una válvula de carga, se necesitarán dos Boquillas de Sujeción 1S-8938 en lugar de las dos Boquillas de Sujeción 7S-5106.

⁽²⁾ Se puede usar 2 elevadores hidráulicos CAT 9U-7536 y una bomba electro hidráulica CAT de 10.000 PSI 4C-5809.

Herramienta A

1. Ingreso aire / regulador de presión
2. Toma wiggins
3. Tanque c/ mirilla
4. Mangueras de drenado
5. Adaptador $\frac{1}{4}$ x $\frac{1}{4}$ NPT
6. Llave CAT
7. Manguera 1S-8941
8. Boquillas intercambiables
9. Manguera de alivio
10. Manguera de abastecimiento
11. Manguera de alta presión
12. Bloque central con llaves de paso
13. Manómetros

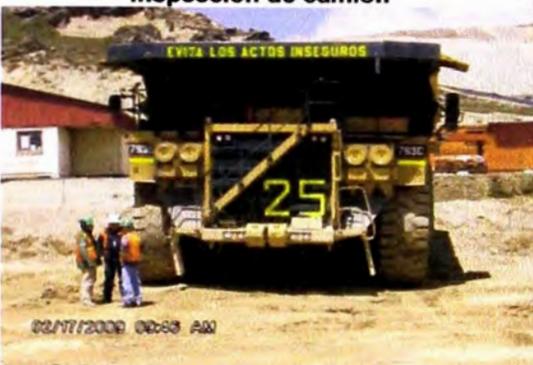


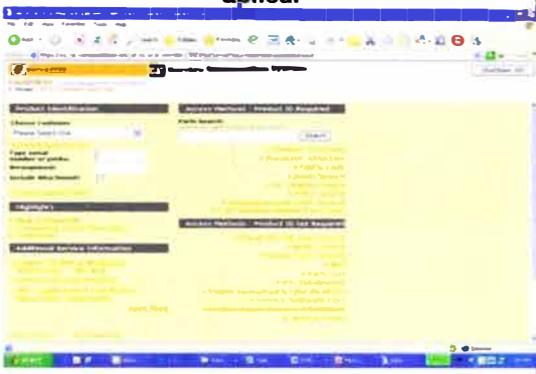
Herramienta B

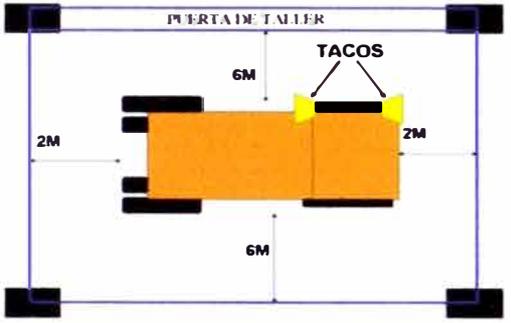


Grupo de Carga de Nitrógeno

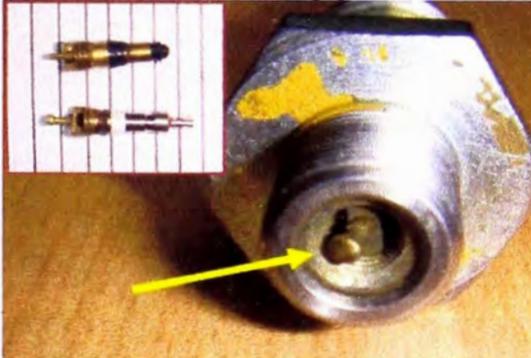
2.8. Trabajos Previos (PREPARACION)

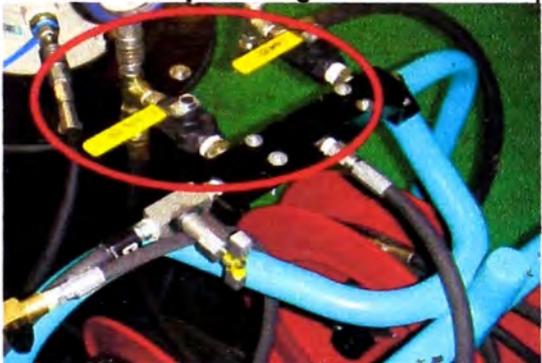
Nº	PASO (QUE)	EXPLICACION (COMO)
1	<p>Ingreso de camión a Talleres</p> 	<p>Recuerde, la tolva debe ingresar al taller completamente limpia de cualquier material pegado.</p>   <p>El camión debe llegar con la TOLVA LIBRE DE RESIDUOS de material de Operaciones a Talleres. El TANQUE DE COMBUSTIBLE DEBE ESTAR LLENO. Comuníquese con su supervisor constantemente para hacer efectivo esta orden.</p> <ul style="list-style-type: none"> El tanque de combustible debe estar lleno. El camión es traído por un personal de Operaciones. Si el camión ha sido dejado en el área de "Camiones Listos" el inspector lo llevará al lavadero.
2	<p>Inspección de camión</p> 	<ul style="list-style-type: none"> El inspector recibirá el camión, se comunicará con el operador sobre las fallas e inspeccionará la máquina. Estacionará el camión al costado del lavadero, en una zona donde pueda realizar la inspección de forma segura.  <p>El inspector tomará todas las precauciones de seguridad antes de ingresar a inspeccionar el camión.</p>  <p>El inspector tiene una programación diaria de inspección a los camiones que entran a talleres y los realiza a las 11:00 AM y a las 5:00 PM. Por eso tener en cuenta la llegada de los camiones de operaciones.</p>
3	<p>Lavado de camión</p> 	 <p>Personal capacitado para esta tarea lo debe hacer. Solo si entiende como funcionan las herramientas de lavado</p> <ul style="list-style-type: none"> Un personal con autorización para operar camiones gigantes debe hacer ingresar el camión al lavadero con el conocimiento de la supervisión del área de Lavadero y siguiendo el "Procedimiento seguro de ingreso y salida de equipos del lavadero". Un personal con autorización para operar camiones gigantes debe retirar el camión del lavadero con el conocimiento de la supervisión del área de Lavadero y siguiendo el "Procedimiento seguro de ingreso y salida de equipos del lavadero". Asegúrese de que se lave bien la zona encima, debajo y dentro de los Cilindros de Suspensión Posterior.
4	<p>Revisar el diagrama GANTT.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Conocer cual es la bahía en la que se debe realizar el mantenimiento de los cilindros de suspensiones Leer la carta GANTT para saber: <ol style="list-style-type: none"> Las tareas de los trabajos de cambio de componentes. Las tareas de los trabajos de PM. Las tareas por trabajos diferidos "back logs" Informe al Líder del equipo y al supervisor sobre estos trabajos. Asegúrese de ser escuchado. Solicite a "expediting" que los repuestos para el servicio de mantenimiento de las suspensiones se encuentre completos. Haga las coordinaciones necesarias para evitar desviar la programación.

<p>5</p>	<p>Revisar información CATERPILLAR a aplicar</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Revise si hay alguna información nueva que se pueda aplicar al cambio del Cilindro de Suspensión Posterior. <p> Más información se puede tener de los comunicadores técnicos de Ferreyros SAA. Solicite a su supervisor que pida información.</p>										
<p>6</p>	<p>Preparación de herramientas</p> 	<p> Todas las herramientas que se utilizan deben estar debidamente inspeccionadas y marcadas con la cinta de acuerdo al trimestre. Esta inspección es responsabilidad de los supervisores.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verifique que las herramientas se encuentren en el lugar de trabajo. • Realice un inventario de las herramientas de acuerdo al listado de herramientas necesarias. <table border="1" data-bbox="766 985 1476 1131"> <thead> <tr> <th>COLOR</th> <th>MES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MARILLO</td> <td>1° Trimestre</td> </tr> <tr> <td>NEGRO</td> <td>2° Trimestre</td> </tr> <tr> <td>VERDE AZUL</td> <td>3° Trimestre</td> </tr> <tr> <td>ROJO</td> <td>4° Trimestre</td> </tr> </tbody> </table>	COLOR	MES	MARILLO	1° Trimestre	NEGRO	2° Trimestre	VERDE AZUL	3° Trimestre	ROJO	4° Trimestre
COLOR	MES											
MARILLO	1° Trimestre											
NEGRO	2° Trimestre											
VERDE AZUL	3° Trimestre											
ROJO	4° Trimestre											
<p>7</p>	<p>Preparación de facilidades</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Preparar todas las facilidades que necesitara: <ol style="list-style-type: none"> 8. Bandejas para drenar aceites. 9. Equipo de reabastecimiento de aceite. 10. Grupo de carga de Nitrógeno. 11. Balón de Nitrógeno. 12. Escaleras para acceso a la parte superior de los cilindros de la suspensión posterior. 13. Escaleras cortas de piso. 14. Gatas para levantar el camión. 										
<p>8</p>	<p>Lavado de llantas</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Al ingresar a la bahía de talleres posicione la máquina en un terreno horizontal. Traiga la máquina a una parada gradual y uniforme. Una parada súbita modificará la cantidad de cromado expuesto. <p> Personal capacitado para esta tarea lo debe hacer. Solo si entiende cómo funcionan las herramientas de lavado (línea de agua a alta presión).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Antes de ingresar a la bahía se deberá lavar las llantas del camión para controlar la contaminación. 										
<p>9</p>	<p>Ingreso de equipo a bahía de talleres</p>	<p> Está terminantemente prohibido ingresar un equipo a las bahías de trabajo si es que no se cuenta con los cuatro vigias con paletas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar el procedimiento *PST Ingreso y salida de 										

		<p>equipos en las bahías de los talleres de mantenimiento V1.1"</p> <ul style="list-style-type: none"> • Use las paletas para ser vigia. <p> Antes de ingresar a las bahías, el operador debe verificar que cuatro mecánicos hagan las veces de vigias y que cada uno cuente con su respectiva paleta de siga y pare.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ingrese la máquina de manera que la parada sea gradual y uniforme. Una parada súbita modificará la cantidad de cromado expuesto.
<p>10</p>	<p>Estacionamiento del equipo en bahía</p> 	<p> Daño personal o la muerte puede resultar si la maquina se mueve repentinamente. Asegúrese que todo el personal que no participa del proceso permanezca alejado de la zona.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Posicione el equipo de acuerdo a lo revisado en el GANTT • Aplique el freno de parqueo, cierre la llave de contacto y el motor se apagará solo usando el sistema TURBO TIMER. • Instale los dos "tacos" de seguridad en la llanta posición 01. 
<p>11</p>	<p>Aislamiento seguro de ENERGIA del equipo</p>  <p>CANDADO DE LA COMPAÑIA LETRERO "FUERA DE SERVICIO" CANDADOS DE SEGURIDAD</p>	<p> Daño personal o la muerte puede resultar si la maquina se mueve repentinamente.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar el procedimiento PST "Aislamiento de Energía de Camiones en Taller". • Gire la llave del interruptor general (llave de conejo) a la posición desconectada. • EL CANDADO DE LA COMPAÑIA es colocado por el supervisor, es el primer candado en ser instalado y el último en ser retirado. • Todo el personal que participa en los trabajos del equipo deberá colocar su tenaza, candado y tarjetas de bloqueo. • Instalar letrero "EQUIPO FUERA DE SERVICIO" en la parte delantera de equipo. • Seguidamente libere las presiones y energías de los sistemas.
<p>12</p>	<p>Revisión de riesgos</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Todos los técnicos involucrados en el trabajo deberán inspeccionar el área alrededor del equipo (360 °). • La hoja de control de riesgos deberá ser llenada por el mecánico líder y con la participación de los mecánicos asignados a la ejecución del trabajo. • La hoja de control de riesgos deberá de ser validada y firmada por el supervisor de guardia. <p> Todos los mecánicos involucrados deben de evaluar el área de trabajo y llenar la hoja de control de riesgos y firmarlo.</p> <p>Antes de la tarea el Supervisor debe:</p>
<p>13</p>	<p>FIRMA DEL SUPERVISOR</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Asegurarse que el procedimiento se realice de manera segura para el personal involucrado, ordenado, limpio, seguro para la maquina (no golpear alguna estructura de la maquina o parte) y cuidando el medio ambiente. • QUE SU PERSONAL ESTE CAPACITADO PARA ESTA TAREA

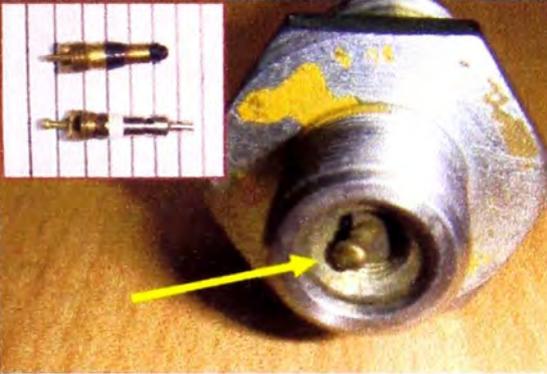
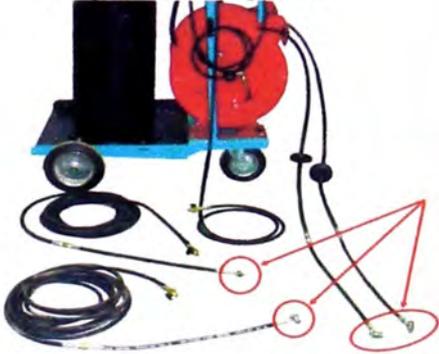
2.9. Verificación de sensores de presión

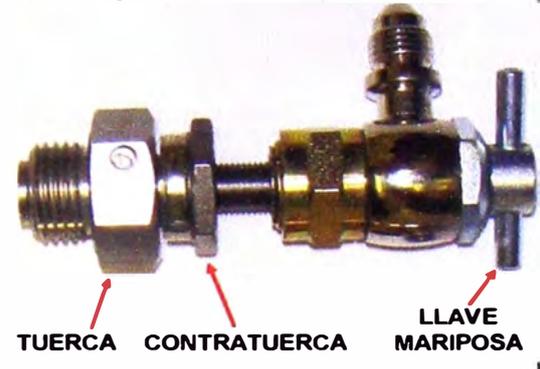
N°	PASO (QUE)	EXPLICACION (COMO)																
14	<p>Retire las tapas</p> 	<p>Antes de dar servicio a los cilindros de suspensión, lea todas etiquetas de advertencia que aparecen en los mismos.</p> <p> El camión debe estar en un terreno horizontal.</p> <ul style="list-style-type: none"> Quite las tapas (indicado con flecha) de las válvulas de carga. Hay dos válvulas de carga en cada uno de los cilindros de suspensión posteriores. 																
15	<p>Revisión de agujas</p> 	<p> Nota / avisos: Inspeccione las válvulas de carga. Por si la aguja esta doblada o si tiene suciedad. Use un cartón para frenar el chorro en caso se produzca.</p> <p> Colóquese en zona donde no proyectará el posible chorro de aceite.</p> <ul style="list-style-type: none"> Si la aguja esta sucia límpiela. Teniendo cuidado que si presiona puede haber fuga de aceite a alta presión. Colóquese en zona donde no proyectará el posible chorro de aceite. Si esta doblado entonces trabaje por la otra válvula. Hay dos válvulas de carga en el bloque de la parte superior final de cada cilindro. 																
16	<p>Determine el tipo de válvula y boquilla</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;">VALVULA ANTIGUA</td> <td style="text-align: center;">VALVULA NUEVA</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">BOQUILLA 7S-5106</td> <td style="text-align: center;">BOQUILLA 1S-8938</td> </tr> </table>	VALVULA ANTIGUA	VALVULA NUEVA			BOQUILLA 7S-5106	BOQUILLA 1S-8938	<ul style="list-style-type: none"> Existen dos tipos de válvulas, determine cual usara. <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #e1f5fe;">Válvula antigua</th> <th style="background-color: #e1f5fe;">Válvula nueva</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">9T-2238</td> <td style="text-align: center;">238-9928</td> </tr> <tr> <th style="background-color: #e1f5fe;">Boquillas de sujeción</th> <th style="background-color: #e1f5fe;">Boquillas de sujeción</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">7S-5106</td> <td style="text-align: center;">1S-8938</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e1f5fe;">Diámetro de tapa es mayor</td> <td style="background-color: #e1f5fe;">Diámetro de tapa es menor. Tiene una contratuerca (sello primario)</td> </tr> </tbody> </table>	Válvula antigua	Válvula nueva	9T-2238	238-9928	Boquillas de sujeción	Boquillas de sujeción	7S-5106	1S-8938	Diámetro de tapa es mayor	Diámetro de tapa es menor. Tiene una contratuerca (sello primario)
VALVULA ANTIGUA	VALVULA NUEVA																	
																		
BOQUILLA 7S-5106	BOQUILLA 1S-8938																	
Válvula antigua	Válvula nueva																	
9T-2238	238-9928																	
Boquillas de sujeción	Boquillas de sujeción																	
7S-5106	1S-8938																	
Diámetro de tapa es mayor	Diámetro de tapa es menor. Tiene una contratuerca (sello primario)																	
17	<p>Prepare las mangueras</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Instale el tipo de boquillas de sujeción seleccionada, que usará en las mangueras del "equipo de reabastecimiento de aceite": <ol style="list-style-type: none"> 5. En las dos mangueras de drenado. 6. En las dos mangueras de abastecimiento. <p>NOTA IMPORTANTE</p> <ul style="list-style-type: none"> Las mangueras de drenado (las que están sueltas) deben ser instaladas en las válvulas delanteros del bloque de cada cilindro de suspensión posterior. Las mangueras de abastecimiento (las que están en los carretes) deben ser instalados en las válvulas posteriores del bloque de cada cilindro de suspensión posterior. 																
18	<p>Instale las mangueras de abastecimiento</p>	<p> Use una escalera adecuada para llegara a la altura de las válvulas. La descarga es por las válvulas de los bloques posteriores.</p>																

		<p>NOTA: Instale las mangueras de abastecimiento (las que están en los carretes) en las válvulas de los bloques de cada cilindro de suspensión posteriores.</p> <p>En este paso NO instale las mangueras de drenado.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gire la llave mariposa de cada boquilla de sujeción -que están en cada válvula de las suspensiones-completamente a la izquierda (sentido antihorario). • Instale las boquillas de sujeción a las válvulas de carga en ambas suspensiones posteriores.
19	<p>Prepare mangueras</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Asegúrese que las llaves de paso del equipo (manijas amarillas) estén cerradas. • Gire la llave mariposa de las boquillas de sujeción -que están en cada válvula de las suspensiones-completamente a la derecha (sentido horario) <p>PARA LA VALVULA NUEVA: (vea el paso 30)</p> <ul style="list-style-type: none"> • En caso de la válvula 238-9928 es necesario también abrir la contratuerca. • Sujete la tuerca de la válvula de carga con una llave 7/8" y afloje la contratuerca con una llave 3/4" dos vueltas y media. Esta acción abre el sello primario en la válvula de carga.
20	<p>Eleve las suspensiones</p> 	 <p>Verifique que ninguna persona se encuentre trabajando encima del equipo y que no haya escaleras, bandejas, u otros objetos cerca del equipo antes de levantar el camión.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Coloque dos gatas debajo del camión con las suspensiones descargadas. • Eleve totalmente el camión (los neumáticos posteriores den estar en el aire) con las gatas, desde el bastidor central que está alineado con la parte inferior de los cilindros de levante (donde se indica con la flecha). • Esto hará que se extiendan completamente los vástagos de los cilindros de suspensión posteriores.
21	<p>Forme un solo circuito de suspensiones</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Asegúrese que la válvula de drenado este cerrado • Asegúrese de desconectar la manguera de alta presión. • Abra las dos llaves de paso (manijas amarillas)  <p>Esto hará que los interiores de las dos suspensiones formen un solo circuito logrando que las PRESIONES SEAN IGUALES en el interior de cada suspensión posterior. La presión debe ser aproximadamente 160±5 PSI.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lea la presión en los manómetros del equipo de reabastecimiento de aceite. • una lectura diferente en los manómetros indicaría que uno de los manómetros esta mal. • Anote la diferencia para tomarlo en cuenta a la hora de realizar la recarga, esto ayudara a recarga presiones iguales.
22	<p>Retirar aislamiento de ENERGIA</p>	 <p>Daño personal o la muerte puede resultar si la maquina se mueve repentinamente.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar el procedimiento PST "Aislamiento de Energía

		<p>de Camiones en Taller”.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Todo el personal que participa en los trabajos del equipo deberá retirar su tenaza, candado y tarjetas de bloqueo. <p> El CANDADO DE LA COMPAÑIA es retirado por el supervisor, es el primer candado en ser instalado y el último en ser retirado.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Instalar letrero "EQUIPO EN PRUEBA "en la parte delantera de equipo. • Gire la llave del interruptor general (llave de conejo) a la posición conectada.
<p>23</p>	<p>Medir las presiones en el VIMS</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Al momento de instalar las líneas de abastecimiento a las suspensiones se formo un solo circuito en los dos cilindros, por lo que se asegura que ambos cilindros tienen la misma presión. • Solo abra contacto, no arranque la máquina. • Revise la lectura de presión de las suspensiones delanteras en el panel del VIMS. • Los parámetros para leer las presiones de suspensiones es: <ul style="list-style-type: none"> 721 cilindro de suspensión posterior izquierda 723 cilindro de suspensión posterior derecha • Las presiones deben ser similares en los dos cilindros y debe estar cerca a la lectura del manómetro de 160±5 PSI. • Si presiones iguales: esta comprobado que los sensores de presión están en buenas condiciones de trabajo. • Si presiones diferentes: será necesario cambiar el sensor que no lee la presión correcta, después de descargar la suspensión. • Compruebe también con la lectura de los manómetros
	<p>Retire las mangueras de abastecimiento</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Cierre la llave de paso del equipo (manijas amarillas) • Gire la llave mariposa de las boquillas de sujeción -que están en cada válvula de las suspensiones- completamente a la izquierda (sentido antihorario) • Libere la presión contenida en el circuito, abriendo lentamente la válvula de drenado del equipo de abastecimiento. • Mientras la válvula de drenado esta abierto, abra las llaves de paso del equipo (manija amarilla) • Cuando las líneas están libres de presión (verifique los manómetros) retire las mangueras que instalo inicialmente
	<p>Baje las suspensiones</p> 	<p> Verifique que ninguna persona se encuentre trabajando encima del equipo y que no haya escaleras, bandejas, u otros objetos cerca del equipo antes de bajar el camión. Podrían sufrir aplastamiento.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Baje totalmente el camión (los neumáticos posteriores den estar en el piso). • Esto hará que el peso del camión comprima completamente los vástagos de los cilindros de suspensión posteriores. • Deje las dos gatas debajo del camión con las suspensiones comprimidas.

2.10. Descarga y purga de los cilindros

N°	PASO (QUE)	EXPLICACION (COMO)										
24	<p>Retire las tapas</p> 	<p>Antes de dar servicio a los cilindros de suspensión, lea todas etiquetas de advertencia que aparecen en los mismos. El camión debe estar en un terreno horizontal.</p>  <ul style="list-style-type: none"> Quite las tapas (indicado con flecha) de las válvulas de carga. Hay dos válvulas de carga en cada uno de los cilindros de suspensión posteriores. 										
25	<p>Revisión de agujas</p> 	<p>Nota / avisos: Inspeccione las válvulas de carga. Por si la aguja esta doblada o si tiene suciedad. Use un cartón para frenar el chorro en caso se produzca.</p>  <p>Colóquese en zona donde no proyectará el posible chorro de aceite.</p> <ul style="list-style-type: none"> Si la aguja esta sucia límpiela. Teniendo cuidado que si presiona puede haber fuga de aceite a alta presión. Colóquese en zona donde no proyectará el posible chorro de aceite. Si esta doblado entonces drene por la otra válvula. Hay dos válvulas de carga. 										
26	<p>Determine el tipo de válvula y boquilla</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>VALVULA ANTIGUA</p>  <p>BOQUILLA 7S-5106</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>VALVULA NUEVA</p>  <p>BOQUILLA 1S-8938</p> </div> </div>	<ul style="list-style-type: none"> Existen dos tipos de válvulas, determine cual usara. <table border="1" data-bbox="810 1218 1433 1442"> <thead> <tr> <th style="background-color: #e6f2ff;">Válvula antigua</th> <th style="background-color: #fff2cc;">Válvula nueva</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #e6f2ff;">9T-2238</td> <td style="background-color: #fff2cc;">238-9928</td> </tr> <tr> <th style="background-color: #e6f2ff;">Boquillas de sujeción</th> <th style="background-color: #fff2cc;">Boquillas de sujeción</th> </tr> <tr> <td style="background-color: #e6f2ff;">7S-5106</td> <td style="background-color: #fff2cc;">1S-8938</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e6f2ff;">Diámetro de tapa es mayor</td> <td style="background-color: #fff2cc;">Diámetro de tapa es menor. Tiene una contratuerca (sello primario)</td> </tr> </tbody> </table>	Válvula antigua	Válvula nueva	9T-2238	238-9928	Boquillas de sujeción	Boquillas de sujeción	7S-5106	1S-8938	Diámetro de tapa es mayor	Diámetro de tapa es menor. Tiene una contratuerca (sello primario)
Válvula antigua	Válvula nueva											
9T-2238	238-9928											
Boquillas de sujeción	Boquillas de sujeción											
7S-5106	1S-8938											
Diámetro de tapa es mayor	Diámetro de tapa es menor. Tiene una contratuerca (sello primario)											
27	<p>Prepare las mangueras</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Instale el tipo de boquillas de sujeción seleccionada, que usará en las mangueras del "equipo de reabastecimiento de aceite": <ol style="list-style-type: none"> En las dos mangueras de drenado. En las dos mangueras de abastecimiento. <p>NOTA IMPORTANTE</p> <ul style="list-style-type: none"> Debe usarse las mangueras que están en los carretes para el abastecimiento de aceite a cada cilindro de suspensión posterior. Debe usarse las <u>mangueras sueltas para el drenado</u> de aceite de cada cilindro de suspensión posterior. 										
28	<p>Instale las mangueras de drenado</p>	 <p>Use una escalera adecuada para llegara a la altura de las válvulas. Instale las mangueras de drenado (las que están sueltas) en las válvulas delanteras del bloque de cada cilindro de suspensión posterior.</p>										

		<ul style="list-style-type: none"> • En este paso NO instale las mangueras de abastecimiento. • Gire la llave mariposa de cada boquilla de sujeción -que están en cada válvula de las suspensiones-completamente a la izquierda (sentido antihorario). • Instale las boquillas de sujeción a las válvulas de carga. • Coloque las puntas de las mangueras de drenado en una bandeja donde recibirá el aceite contaminado. • Abra las llaves de paso de las puntas de las mangueras sueltas.
<p>29</p>	<p>Descargue los cilindros</p> 	<p> Recoja el aceite de la descarga en un recipiente adecuado. Para evitar derrames y posibles caídas del personal. Limpie de inmediato si hay algún derrame.</p> <p>Una manguera suelta y abierta con flujo a alta presión SE AGITARA y podría golpear al personal o dañar algún componente.</p> <p> El CAMIÓN CAERÁ cuando se descargue los cilindros, asegúrese que no haya nada que pueda ser aplastado, avise a sus compañeros que se realizara la descarga.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asegure la punta de la manguera de drenado a la bandeja. • Gire la llave mariposa de la boquilla de sujeción hacia la derecha (sentido horario), esto abrirá el sello para descargar el nitrógeno y al aceite de los cilindros de la suspensión posterior. • NOTA: Si tiene la válvula nueva (238-9928) siga el paso 30. • Descargue hasta que los cilindros toquen fondo, y deje las válvulas abiertas hasta que la presión desaparezca (0PSI). • OBSERVACION: Al tocar fondo se ve parte del vástago cromado.
<p>30</p>	<p>Descargue los cilindros (válvula nueva)</p> 	<p> Recoja el aceite de la descarga de los cilindros en un recipiente adecuado. Para evitar derrames y posibles caídas del personal.</p> <p>Limpie de inmediato si hay algún derrame.</p> <p>PROCEDIMIENTO CON VALVULA NUEVA:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gire la llave mariposa de la boquilla de sujeción hacia la derecha (sentido horario), Esto abre el sello secundario en la válvula de carga. • Sujete la tuerca de la válvula de carga con una llave 7/8" y afloje la contratuerca con una llave 3/4" dos vueltas y media. Esta acción abre el sello primario en la válvula de carga. • Esta acción permite que el aceite y el nitrógeno fluyan a través de la válvula de carga de modo que los cilindros toquen el fondo completamente. <p>Esta foto muestra la boquilla de sujeción instalado en la válvula</p>
<p>31</p>	<p>Drene por tapa inferior</p>	<p> Recoja el aceite de la descarga de los cilindros en un recipiente adecuado. Limpie de inmediato si hay algún derrame.</p> <p>Antes de retirar cualquier tapa de un componente asegúrese que no haya presión acumulada. Podría impactarle la tapa y el contenido presurizado.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asegúrese que no hay presión alguna en el cilindro.

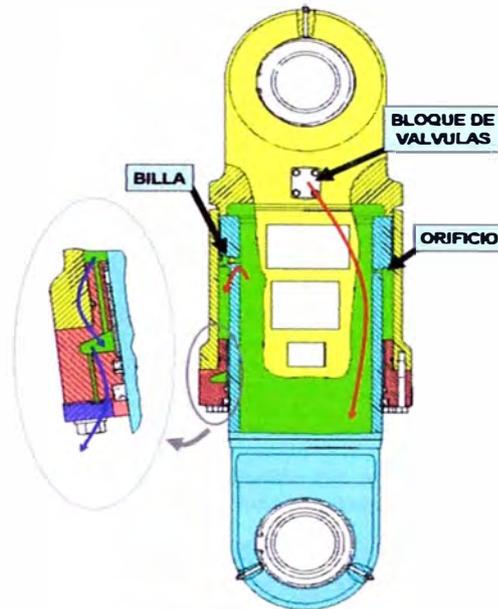


- Afloje y desenrosque lentamente los dos pernos de la tapa inferior.
- No se ponga en la proyección del posible chorro de aceite. De ser posible use un cartón como escudo.
- Deje que drene todo el aceite remanente.
- Retire las tapas, si es necesario cambie el sello e instale.
- El propósito es que drene todo el aceite de la cámara interior del cilindro.

2.11. Lavado de Cilindros

Nº	PASO (QUE)	EXPLICACION (COMO)
32	<p>Prepare aceite con aditivo</p> 	<p>Nota / avisos: Utilice aceite SAE 10W con la clasificación actual de servicio para el procedimiento de carga de aceite.</p> <ul style="list-style-type: none"> En el tanque del equipo de carga de suspensiones llene 10 galones de aceite 10W (no use de los tanques de recuperación). Agregue 02 frascos del aditivo 1U-9891. Si es necesario usar mas aceite debe prepararse aceite con aditivo en la misma proporción de 10 galones de 10W y 02 frascos de 1U-9891.
33	<p>Coloque una gata hidráulica</p> 	<p>Si el camión cae repentinamente por una fuga hidráulica en la suspensión, podría causar daños personales (aplastamiento y/o corte por presión hidráulica) o muerte.</p> <ul style="list-style-type: none"> Coloque dos gatas debajo del camión con las suspensiones descargadas (donde se indica con la flecha) Levante las gatas hasta que toque el chasis y déjelo presentado. Esto ayudara a que no caigan las suspensiones posteriores, y no genere ninguna presión en la cámara interna de la suspensión. Esto asegura que no habrá presión interna cuando se retire la válvula tipo aguja. En este paso no se debe levantar el camión.
34	<p>Retire las válvulas tipo aguja</p> 	<p>Antes de retirar el núcleo o válvulas tipo agujas asegúrese que NO HAYA PRESIÓN remanente en el interior, al retirar la válvula podría convertirse en un PROYECTIL y causar daños personales (impacto y/o corte por presión hidráulica) o muerte.</p> <p>Use una escalera adecuada para llegara a la altura de las válvulas. Limpie de inmediato si hay algún derrame.</p> <ul style="list-style-type: none"> Realice el paso 33 antes de retirar las válvulas tipo aguja. Verifique que la presión sea 0PSI (vea el paso 29) Retire las mangueras de drenado. Retire la válvula tipo aguja SOLO de una válvula de carga del bloque del cilindro posterior, usando la herramienta saca válvulas. Asegúrese que la otra válvula de carga del mismo bloque tenga instalado la válvula tipo aguja.
35	<p>Instale las mangueras</p> 	<p>Use una escalera adecuada para llegara a la altura de las válvulas. Limpie de inmediato si hay algún derrame.</p> <ul style="list-style-type: none"> NOTA: sin las válvulas tipo aguja en las válvulas de carga es indiferente si se abre o cierra la llave mariposa de las boquillas. Instale las mangueras de abastecimiento (las que están en los carretes) en la válvula que no tiene instalado la válvula tipo aguja. Instale el tapón de la válvula de carga en la válvula que tiene instalado la válvula tipo aguja.

ESQUEMA DEL CILINDRO DE SUSPENSION POSTERIOR



Lavar cilindro de suspensión



Recoja el aceite de la descarga de los cilindros en un recipiente adecuado. Para evitar derrames y posibles caídas del personal. Limpie de inmediato si hay algún derrame.

Utilice aceite SAE 10W con la clasificación actual de servicio para el procedimiento de carga de aceite.

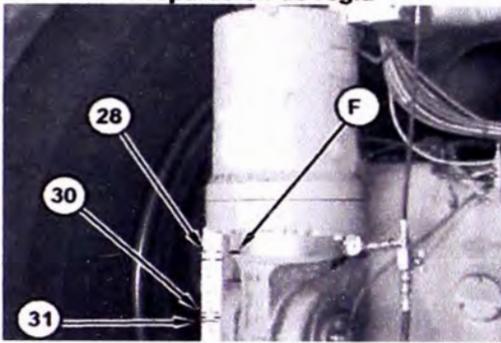
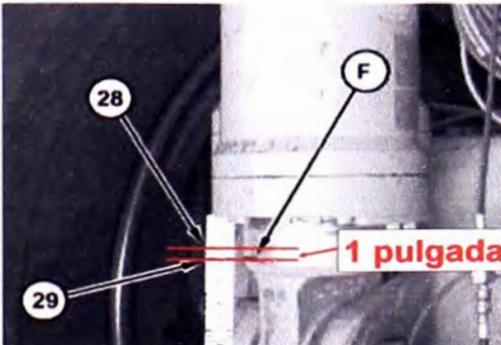
- Cierre las llaves de paso (manijas amarillas) que se encuentra en el bloque central del equipo de abastecimiento.
- Conecte una línea de aire al equipo de abastecimiento de aceite.
- Alimente por el lado del bloque de la suspensión con aceite aditivado.
- Instale una bandeja grande donde podrá recibir el aceite drenado.
- Reciba el aceite sucio por las tapas inferiores abiertas que deajo.
- Refiérase al **esquema** líneas arriba para entender por donde drenara el aceite al momento de realizar el lavado.
- **NOTA:** lave cada cilindro por separado. Podría confundirse cuanto aceite llenamos en el interior si se alimenta las dos suspensiones a la vez.
- Cuando salga aceite limpio por las tapas inferiores, detenga el llenado de aceite.
- Limpie las tapas e instale, si es necesario cambie los sellos.
- Ajuste los pernos a un torque de $215 \pm 40 \text{ N}\cdot\text{m}$ ($158.6 \pm 29.5 \text{ lb ft}$).

- Abastezca aceite 10W aditivado a cada cilindro posterior como mínimo, según la tabla adjunta:

Según SIS	785	793
Volumen interior para aceite	7 gal	10 gal

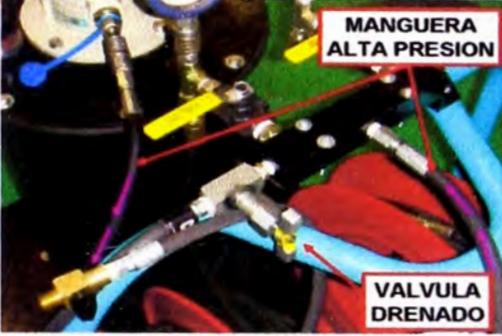
- O hasta que el aceite que sale por el lado B salga limpio.
- Detenga la alimentación de aceite.
- Permita que el remanente de aceite de ambos lados drene a la bandeja donde se recibe el aceite sucio. Esto permitirá que la presión interna del cilindro sea estable.
- Retire las mangueras.

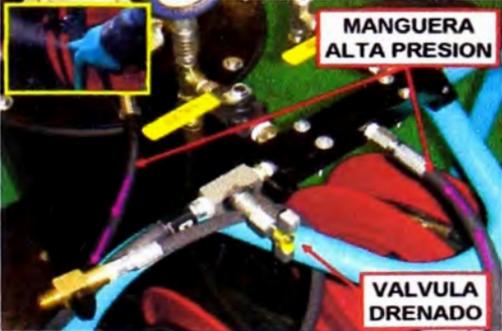
2.12. Carga de aceite a los Cilindros

Nº	PASO (QUE)	EXPLICACION (COMO)																				
37	<p>Preparación de regla</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Prepare y coloque una regla de acero como se muestra en la foto, le ayudara a cargar los cilindros de una manera correcta. <table border="1" data-bbox="751 504 1477 640"> <thead> <tr> <th colspan="2">Regla de Acero</th> <th>785</th> <th>793</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F</td> <td>Línea de referencia</td> <td>0.0 pulg.</td> <td>0.0 pulg.</td> </tr> <tr> <td>28</td> <td>Línea de carga de aceite</td> <td>1.0 pulg.</td> <td>1.0 pulg.</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>Mínimo Altura amortiguación</td> <td>6.0 pulg.</td> <td>7.5 pulg.</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>Máximo altura amortiguación</td> <td>7.0 pulg.</td> <td>8.5 pulg.</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> Mida las alturas de la amortiguación desde la línea de referencia (F). Mida la altura de la amortiguación (30) para el mínimo y haga una marca. Mida la altura de la amortiguación (31) para el máximo y haga una marca. 	Regla de Acero		785	793	F	Línea de referencia	0.0 pulg.	0.0 pulg.	28	Línea de carga de aceite	1.0 pulg.	1.0 pulg.	30	Mínimo Altura amortiguación	6.0 pulg.	7.5 pulg.	31	Máximo altura amortiguación	7.0 pulg.	8.5 pulg.
Regla de Acero		785	793																			
F	Línea de referencia	0.0 pulg.	0.0 pulg.																			
28	Línea de carga de aceite	1.0 pulg.	1.0 pulg.																			
30	Mínimo Altura amortiguación	6.0 pulg.	7.5 pulg.																			
31	Máximo altura amortiguación	7.0 pulg.	8.5 pulg.																			
38	<p>Instale las válvulas de aguja</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Instale las válvulas tipo aguja nuevas en el cuerpo de las válvulas, según corresponda. <table border="1" data-bbox="762 898 1469 1048"> <thead> <tr> <th>Válvula antigua</th> <th>Válvula nueva</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9T-2238</td> <td>238-9928</td> </tr> <tr> <th>Válvula tipo aguja</th> <th>Válvula tipo aguja</th> </tr> <tr> <td>175-3185</td> <td>239-5305</td> </tr> <tr> <td>Diámetro de tapa es mayor.</td> <td>Diámetro de tapa es menor.</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> Asegure las dos válvulas de los bloques de las suspensiones. Coloque la tapa SOLO de la válvula delantera del bloque. En caso de las válvulas 238-9928 ajuste la contratuerca. 	Válvula antigua	Válvula nueva	9T-2238	238-9928	Válvula tipo aguja	Válvula tipo aguja	175-3185	239-5305	Diámetro de tapa es mayor.	Diámetro de tapa es menor.										
Válvula antigua	Válvula nueva																					
9T-2238	238-9928																					
Válvula tipo aguja	Válvula tipo aguja																					
175-3185	239-5305																					
Diámetro de tapa es mayor.	Diámetro de tapa es menor.																					
39	<p>Instale las mangueras de abastecimiento</p> 	<p> Use una escalera adecuada para llegar a la altura de las válvulas.</p> <ul style="list-style-type: none"> NOTA: Se debe instalar las mangueras de abastecimiento (las que están en el carrete) en las válvulas posteriores del bloque de cada cilindro de suspensión posterior. En este paso YA NO instale las mangueras de drenado. Cierre las llaves de paso (manijas amarillas) del bloque central. Gire la llave mariposa de cada boquilla de sujeción -que están en cada válvula de las suspensiones- completamente a la izquierda (sentido antihorario). Instale las boquillas de sujeción a las válvulas de carga. Gire la llave mariposa a la derecha (sentido horario) En caso de la válvula 238-9928 abra girando la contratuerca dos vueltas y media (vea el paso 30) 																				
40	<p>Llene aceite</p> 	<ul style="list-style-type: none"> NOTA: cargue cada cilindro por separado. Podría confundirse cuanto aceite llenamos en el interior si se alimenta las dos suspensiones a la vez. <p>Ya ha pasado en otras oportunidades, que se ha cargado los dos cilindros a la vez y solo uno carga, el que esta mas suave de desplazarse.</p> <p>En campo ha golpeado las suspensiones y al recargar se ha encontrado que NO HA TENIDO EL ACEITE para amortiguar que necesita.</p> <p> Nota / avisos: Utilice aceite SAE 10W con la clasificación actual de servicio para el</p>																				

		<p style="text-align: center;">procedimiento de carga de aceite.</p> <ul style="list-style-type: none">• Ajuste la presión de aire del regulador.• Establezca la línea de referencia inicial (F) con la línea de la regla (28).• Establezca la línea de referencia del aceite (29), debe estar paralela a 1 pulgada.• Abra la llave de corte (manija amarilla) del lado de la suspensión que primero cargará.• Inyecte aceite en el cilindro hasta alcanzar la altura deseada (1pulg).• Cierre la llave de paso (manija amarilla en el equipo).• Ahora continúe cargando la suspensión que falta.• Realice el procedimiento que se indica líneas arriba en este mismo paso 40, hasta conseguir la altura deseada (1pulg).• NOTA: si un cilindro se llena más rápido, cierre la llave de paso para ese cilindro y continúe inyectando aceite al otro cilindro.
--	--	---

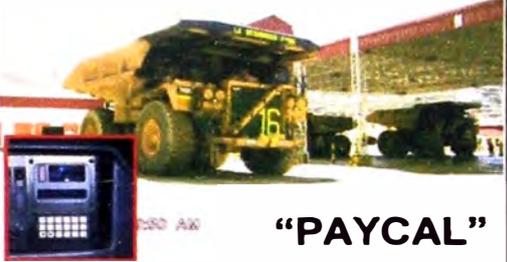
2.13. Carga de nitrógeno a los Cilindros

Nº	PASO (QUE)	EXPLICACION (COMO)
41	<p>Preparación carga de nitrógeno</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Cierre las llaves de paso (manija amarilla) del bloque central del equipo. • Verifique que el manómetro de ingreso del aire indique 0 PSI. Quite la alimentación de aire a la bomba GRACO del equipo. • Alivie la presión que queda en la manguera de alta presión (que une la salida de la bomba GRACO y la entrada del bloque central) abriendo la válvula de drenado. <p> Recoja el aceite de la descarga de los cilindros en un recipiente adecuado. Limpie de inmediato si hay algún derrame. Para evitar derrames y posibles caídas del personal.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desconecte la manguera de alta presión de la bomba GRACO. • Cuando haya cerrado la llave de paso (manija amarilla) verifique la presión real en los cilindros de suspensiones.
42	<p>Preparación carga de nitrógeno</p> 	<p> Nitrógeno seco es el único que ha sido aprobado para usar en los cilindros de suspensión. Si se cargan los cilindros de suspensión con oxígeno se producirá una explosión.</p> <p>Coloque el balón de nitrógeno seco en una base que evite caídas del balón.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Instale la válvula reguladora a la salida del balón de nitrógeno. • Conecte la manguera de alta presión (que desconectó de la bomba GRACO) a la válvula reguladora. • Regule lentamente la presión de salida del nitrógeno a 160 PSI.
43	<p>Mida la presión de los cilindros (ACEITE)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuando haya cerrado la llave de paso (manija amarilla) verifique la presión real en los cilindros de suspensiones. • Tener en cuenta que cuando el cilindro esta con aceite la presión aproximada es mas de 500 PSI. • Y la presión especificada con nitrógeno es de 160±5 PSI (para 785 y 793). • Entonces es necesario bajar la presión en el cilindro, por que si no el aceite regresaría al momento de abastecer el nitrógeno.
44	<p>Eleve gradualmente el camión</p>	<p> Verifique que ninguna persona se encuentre trabajando encima del equipo y que no haya escaleras, bandejas, u otros objetos cerca del equipo antes de levantar el camión.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Levante el equipo de la zona donde indica la flecha (vea foto). Use dos gatas hidroneumáticas. También puede usar dos elevadores CAT. • Asegúrese de posicionar bien la gata. • Eleve el camión SOLO lo necesario hasta que la presión interna de los cilindros bajen a menos de 160 PSI. • Esto evitará que el cilindro de suspensión arrastre vacío en el interior.

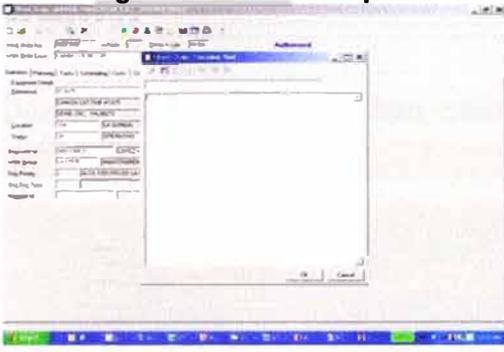
		
45	<p>Llene nitrógeno</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Con el camión elevado y los cilindros de suspensión con presiones internas de aproximadamente 160 PSI. • Abra la llave de paso (manija amarilla) del bloque central. • Esto permitirá que el nitrógeno llene el cilindro internamente. • Y se conseguirá que no cree un vacío en el interior.
46	<p>Cargue nitrógeno</p> 	 <p>Verifique que ninguna persona se encuentre trabajando encima del equipo y que no haya escaleras, bandejas, u otros objetos cerca del equipo antes de levantar el camión.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Continúe levantando el camión hasta que las llantas cuelguen en el aire, con eso se asegura que se han extendido completamente los cilindros de suspensión, con lo que se logra eliminar cualquier fricción o atascamiento entre los sellos y el cilindro de manera que las mediciones de presión sean precisas. • Llene el nitrógeno a los cilindros de suspensión hasta que la presión se estabilice en ambos cilindros hasta –según el SIS- 160±5 PSI (para 785 y 793). • Asegúrese que las dos llaves de paso (manijas amarillas) estén abiertos al mismo tiempo, esto permitirá que los dos cilindros estén conectados y se hagan un solo circuito, con lo que las presiones sean las mismas en ambos cilindros • Cuando esté estable las presiones, cierre las llaves de paso (manija amarilla)
47	<p>Retirar las mangueras</p> 	 <p>Use una escalera adecuada para llegar a la altura de las válvulas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cierre la llave de paso del balón de nitrógeno. • Gire la llave mariposa de cada boquilla de sujeción -que están en cada válvula de las suspensiones- completamente a la izquierda (sentido antihorario), esto cierra el paso por las válvulas de aguja. • NOTA: en las válvulas nuevas ajuste a un torque de 60±5 lb-pulg las contratueras, esto cierra el sello primario de la válvula. • Abra las llaves de paso (manija amarilla). • Libere la presión existente en las mangueras, abriendo la válvula de drenado. • Verifique que los manómetros (equipo y balón) indiquen 0 PSI. • Retire las mangueras de los cilindros y del balón de

		<p>nitrógeno.</p> <ul style="list-style-type: none"> Coloque las tapas a las válvulas de carga. 									
48	<p>Medir las presiones en el VIMS</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Al momento de carga las suspensiones se formó un solo circuito en los dos cilindros, por lo que se asegura que ambos cilindros tienen la misma presión. Mida la presión de los cilindros delanteros en el VIMS, con los parámetros: <ul style="list-style-type: none"> 721 cilindro de suspensión posterior izquierda 723 cilindro de suspensión posterior derecha Las presiones deben ser similares en los dos cilindros y debe estar cerca a la lectura del manómetro de 160±5 PSI. Si desea también: Verifique los cilindros delanteros, su presión debe ser 260±5PSI. <ul style="list-style-type: none"> 720 cilindro de suspensión delantera izquierda 722 cilindro de suspensión delantera derecha De ser así el equipo está listo para ser entregado. 									
49	<p>Pruebas en piso</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Baje el equipo y traslade el equipo a un terreno horizontal duro.  Antes de salir de las bahías, el operador debe verificar que cuatro mecánicos hagan las veces de vigías y que cada uno cuente con su respectiva paleta de siga y pare. Opere el camión vacío a una velocidad mínima de desplazamiento de 6,5 Km/h (4 mph) en terreno horizontal duro. Mueva el selector de cambios de la transmisión a la posición neutral y deje que el camión se pare por sí solo. No use los frenos de servicio ni el retardador. Después de que el camión se pare completamente, verifique que las medidas de toda la parte cromada de cada cilindro sea: <table border="1" data-bbox="783 1196 1433 1279"> <thead> <tr> <th>Según SIS</th> <th>785</th> <th>793</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mínimo Altura amortiguación</td> <td>6.0 pulg.</td> <td>7.5 pulg.</td> </tr> <tr> <td>Máximo altura amortiguación</td> <td>7.0 pulg.</td> <td>8.5 pulg.</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> Si no se alcanza la medida deseada: Levante el camión extendiendo totalmente los vástagos Cargue nitrógeno aumentando la presión en 5PSI (a 165±5PSI) Cargue de manera independiente los cilindros Espere un tiempo a que la presión se estabilice en el interior. Prosiga con los pasos antes indicados. 	Según SIS	785	793	Mínimo Altura amortiguación	6.0 pulg.	7.5 pulg.	Máximo altura amortiguación	7.0 pulg.	8.5 pulg.
Según SIS	785	793									
Mínimo Altura amortiguación	6.0 pulg.	7.5 pulg.									
Máximo altura amortiguación	7.0 pulg.	8.5 pulg.									

2.14. Entrega de Equipo

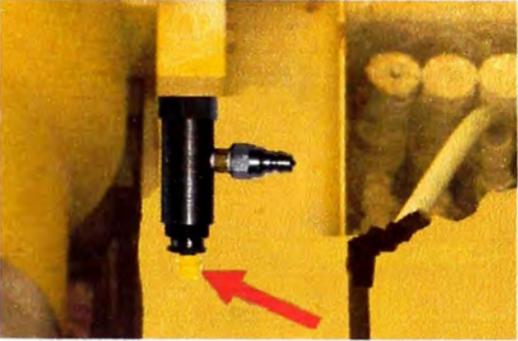
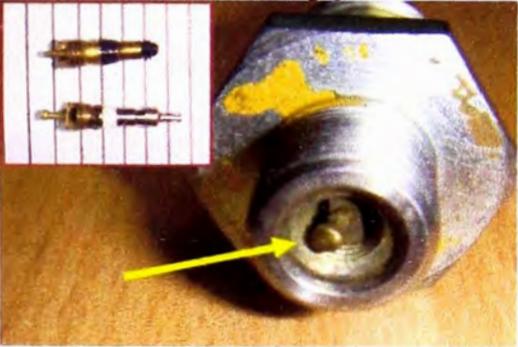
N°	PASO (QUE)	EXPLICACION (COMO)
50	<p data-bbox="261 367 679 396">Calibración de balanza (PAYLOAD)</p>  <p data-bbox="496 680 711 719">"PAYCAL"</p>	 <p data-bbox="852 398 1465 622">Antes de realizar este procedimiento verifique: -Que no haya eventos activos que puedan afectar las medidas de carga útil, estos sucesos podrían ser: Interruptor de tolva levantada, control de la transmisión, cilindros de la suspensión cargados incorrectamente y cualquier otro suceso con la carga útil. -Tanque de combustible totalmente lleno. -Tolva vacía</p> <ul data-bbox="746 651 1465 965" style="list-style-type: none"> • En terreno plano, desplace el camión solo a 6,5 Km/h (4 MPH). • Ponga la palanca de cambios a la posición neutral y deje que el camión se pare por sí solo, sin el uso de los frenos. • Inmediatamente que el camión pare, escriba en el panel del VIMS el código "7 2 9 2 2 5" (PAYCAL) y presione OK • Debe leerse CALIBRACION COMPLETADO CON ÉXITO. • Si no se lee este mensaje vuelva a calibrar el camión. • <u>En algunos casos será necesario conectarse con una LAPTOP</u> con el programa VIMS PC para realizar la calibración, solicite apoyo de INSPECCIONES.
51	<p data-bbox="309 994 632 1023">Inspección de calidad final</p> 	<ul data-bbox="746 1016 1465 1072" style="list-style-type: none"> • Complete los valores solicitados en el formato de inspección final de calidad.
52	<p data-bbox="360 1480 580 1509">Entrega de equipo</p> 	<ul data-bbox="746 1503 1465 1637" style="list-style-type: none"> • Terminada la inspección, entregue el camión a Operaciones. • Comuníquese a su Supervisor para que lo comunique a Dispatch. • Lleve el camión a la zona de "camiones listos"

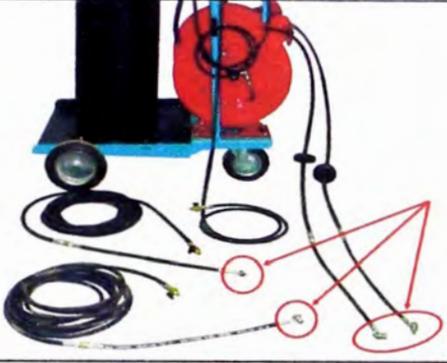
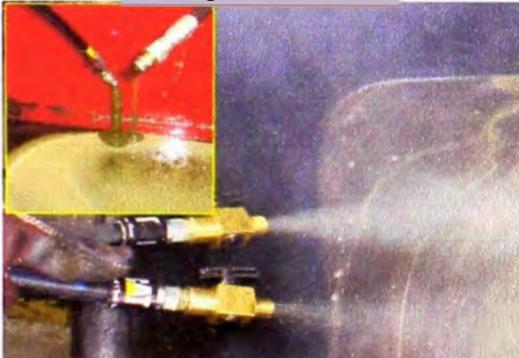
2.15. Tareas Finales (DOCUMENTACION)

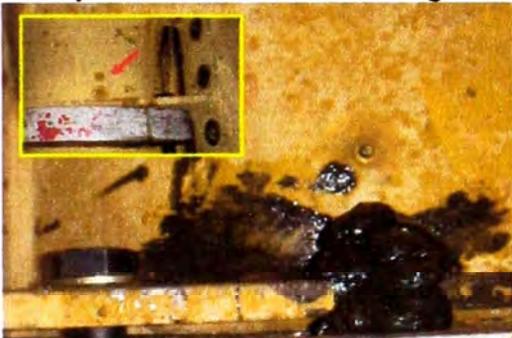
N°	PASO (QUE)	EXPLICACION (COMO)
87	<p>Ingreso de datos al Ellipse</p> 	<p>La no revisión de la documentación puede originar descontrol en el proceso de planeamiento generando sobre costos al departamento de mantenimiento</p>  <ul style="list-style-type: none"> • Escriba los trabajos realizados en la hoja de descripción del ELLIPSE (MSQ-620). • Mencione las horas del componente y otras observaciones importantes. • Cierre la O/T. • Llene guiándose del adjunto Entrenamiento Codificación WO_03_Feb_09
88	<p>Culminar el llenado del diagrama GANTT</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Complete de marcar el tiempo en el diagrama Gantt de las tareas realizadas • Asegúrese que la información sea real y precisa. <p>La no revisión de la documentación puede originar descontrol en el proceso de planeamiento generando sobre costos al departamento de mantenimiento.</p>  <p>Llenar las Hojas "Job Card". Debe figurar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nombre de la persona que realiza la tarea. • Fecha en que se realiza la tarea. • Firma del supervisor.
93	<p>Limpieza total de bahía</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Una vez que la bahía está despejado, limpie el piso a fondo.

3. Procedimiento Standard de Tarea (PST) Mejorado en el punto de descarga, lavado y carga de aceite de los cilindros, para el mantenimiento de las suspensiones delanteras.

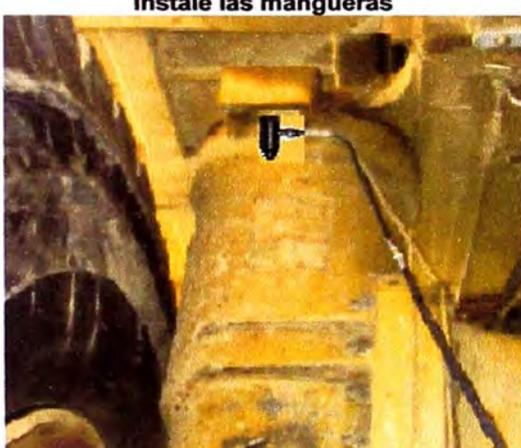
3.1. Descarga y purga de los cilindros

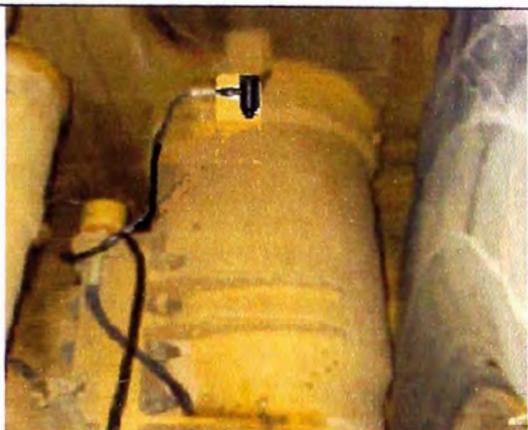
N°	PASO (QUE)	EXPLICACION (COMO)
24	<p>Retire las tapas</p> 	<p><i>Antes de dar servicio a los cilindros de suspensión, lea todas etiquetas de advertencia que aparecen en los mismos.</i></p> <p>El camión debe estar en un terreno horizontal.</p>  <ul style="list-style-type: none"> • Quite las tapas (indicado con flecha) de las válvulas de carga. Hay dos válvulas de carga en cada uno de los cilindros de suspensión delanteros.
25	<p>Revisión de agujas</p> 	<p><i>Nota / avisos: Inspeccione las válvulas de carga. Por si la aguja esta doblada o si tiene suciedad. Use un cartón para frenar el chorro en caso se produzca.</i></p> <p>Colóquese en zona donde no proyectará el posible chorro de aceite.</p>  <ul style="list-style-type: none"> • Si la aguja está sucia límpiela. Teniendo cuidado que si presiona puede haber fuga de aceite a alta presión. • Colóquese en zona donde no proyectará el posible chorro de aceite. • Si esta doblado entonces drene por la otra válvula. • Hay dos bloques en la parte superior final de cada cilindro. Cada bloque tiene una válvula de carga.
26	<p>Eleve las suspensiones</p> 	<p>Verifique que ninguna persona se encuentre trabajando encima del equipo y que no haya escaleras, bandejas, u otros objetos cerca del equipo antes de levantar el camión.</p>  <ul style="list-style-type: none"> • Extienda completamente los cilindros de suspensión levantando el camión desde el bastidor delantero. Las llantas deben quedar en el aire. • Las suspensiones deben estar totalmente extendidas.
27	<p>Prepare las mangueras</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Instale el tipo de boquillas de sujeción seleccionada, que usará en las mangueras del "equipo de reabastecimiento de aceite": <ol style="list-style-type: none"> 7. En las dos mangueras de drenado. 8. En las dos mangueras de abastecimiento. <p>NOTA IMPORTANTE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las mangueras de drenado (las que están sueltas) deben ser instaladas en las válvulas de los bloques posteriores de cada cilindro de suspensión delanteras. • Las mangueras de abastecimiento (las que están en los

		<p>carretes) deben ser instalados en las válvulas de los bloques delanteros de cada cilindro de suspensión delantera.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Instale los adaptadores a las mangueras para usarlas con los acoples rápidos.
28	<p>Instale las mangueras de drenado</p> 	 <p><i>Use una escalera adecuada para llegar a la altura de las válvulas. La descarga es por las válvulas de los bloques posteriores.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • NOTA: Instale las mangueras de drenado (las que están sueltas), en las válvulas de los bloques posteriores de cada cilindro de suspensión delanteras. • En este paso NO instale las mangueras de abastecimiento. • Gire la llave mariposa de cada boquilla de sujeción completamente a la izquierda (sentido antihorario). • Instale las boquillas de sujeción a las válvulas de carga. • Coloque las puntas de las mangueras de drenado en una bandeja donde recibirá el aceite contaminado. • Abra las llaves de paso de las puntas de las mangueras sueltas.
29	<p>Descargue los cilindros</p> 	 <p><i>Recoja el aceite de la descarga de los cilindros en un recipiente adecuado. Para evitar derrames y posibles caídas del personal.</i></p> <p><i>Limpie de inmediato si hay algún derrame.</i></p> <p><i>Una manguera suelta y abierta con flujo a alta presión SE AGITARA y podría golpear al personal o dañar algún componente.</i></p> <p><i>El CAMIÓN CAERÁ cuando se descargue los cilindros, asegúrese que no haya nada que pueda ser aplastado, avise a sus compañeros que se realizara la descarga.</i></p>  <ul style="list-style-type: none"> • Asegure la punta de la manguera de drenado a la bandeja. • Gire la llave mariposa de la boquilla de sujeción hacia la derecha (sentido horario), esto abrirá el sello para descargar el nitrógeno y el aceite de los cilindros de la suspensión delantera. • NOTA: Si tiene la válvula nueva (238-9928) siga el procedimiento que abajo se indica para la descarga. • Deje las válvulas abiertas hasta que la presión desaparezca (0PSI).
30	<p>Descargue los cilindros (válvula nueva)</p>  <p>TUERCA CONTRATUERCA LLAVE MARIPOSA</p>	 <p><i>Recoja el aceite de la descarga de los cilindros en un recipiente adecuado. Para evitar derrames y posibles caídas del personal.</i></p> <p><i>Limpie de inmediato si hay algún derrame.</i></p> <p>PROCEDIMIENTO CON VALVULA NUEVA:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gire la llave mariposa de la boquilla de sujeción hacia la derecha (sentido horario), Esto abre el sello secundario en la válvula de carga. • Sujete la tuerca de la válvula de carga con una llave 7/8" y afloje la contratuerca con una llave 3/4" dos vueltas y media. Esta acción abre el sello primario en la válvula de carga.

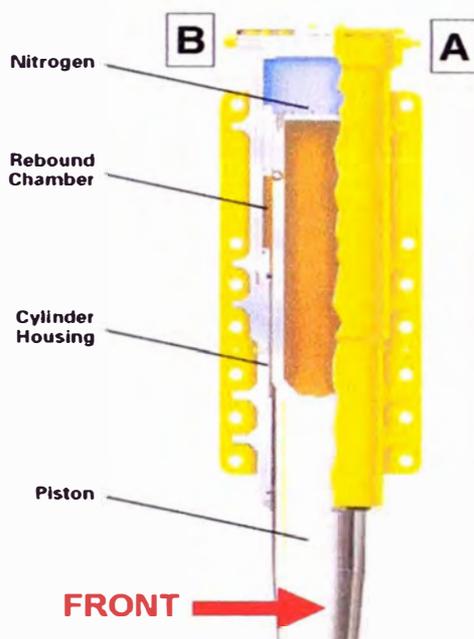
		<ul style="list-style-type: none"> Esta acción permite que el aceite y el nitrógeno fluyan a través de la válvula de carga de modo que los cilindros toquen el fondo completamente.
31	<p>Instale las mangueras</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Use una escalera adecuada para llegar a la altura de los acoples rápidos. Limpie de inmediato si hay algún derrame. Cuando la presión este en (0 psi) instale las mangueras en el acople rápido para carga y descarga de aceite. Baje las gatas hasta que los cilindros toquen fondo y la presión llegue a (0PSI) nuevamente. El peso del camión drenará el resto de nitrógeno y aceite.
32	<p>Compruebe válvula de alivio de engrase</p> 	<p> Limpie de inmediato si hay algún derrame. Antes de retirar cualquier tapa de un componente asegúrese que no haya presión acumulada. Podría impactarle la tapa y el contenido presurizado.</p> <ul style="list-style-type: none"> La alimentación de grasa es por una manguera (parte posterior) El cilindro tiene 02 válvulas de alivio (parte delantera cilindro) Asegúrese que funcionan las válvulas de alivio de ENGRASE: Deben estar manchadas con grasa que ha sido expulsada Active LUBMAN en el teclado del VIMS y debe salir grasa. Si los alivios están tapados, actúe con precaución al retirar los tapones. Revise si la grasa está contaminado con aceite, esto indica que sellos del vástago están desgastados y permite el paso del aceite. Comuníquese a su supervisor si encuentra esta anomalía en el cilindro.

3.2. Lavado de Cilindros

Nº	PASO (QUE)	EXPLICACION (COMO)
33	<p>Prepare aceite con aditivo</p> 	<p> Utilice aceite SAE 10W con la clasificación actual de servicio para el procedimiento de carga de aceite. El aditivo 1U-9891 ayuda a reducir el ruido.</p> <ul style="list-style-type: none"> • En el tanque del equipo de carga de suspensiones llene 10 galones de aceite 10W (no use de los tanques de recuperación). • Agregue 02 frascos del aditivo 1U-9891. • Si es necesario usar mas aceite debe prepararse aceite con aditivo en la misma proporción de 10 galones de 10W y 02 frascos de 1U-9891. <p> Siempre asegúrese de usar el aceite con aditivo como recomienda CATERPILLAR, el no usar hará que pierda más rápido sus propiedades el aceite.</p>
34	<p>Coloque una gata hidráulica</p> 	<p> Si el camión cae repentinamente por una fuga hidráulica en la suspensión, podría causar daños personales (aplastamiento y/o corte por presión hidráulica) o muerte.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Coloque una gata debajo del camión con las suspensiones descargadas (como se ve en la foto) • Levante la gata hasta que toque el chasis y déjelo presentado. • Esto ayudará a que no caigan las suspensiones delanteras, y no genere ninguna presión en la cámara interna de la suspensión. • Esto asegura que no habrá presión interna cuando se retire la válvula tipo aguja. • En este paso no se debe levantar el camión.
35	<p>Instale las mangueras</p> 	<p> Antes de instalar los acoples rápidos en las respectivas tomas, asegúrese que NO HAYA PRESIÓN remanente en el interior, podría causar daños personales (impacto y/o corte por presión hidráulica) o muerte.</p> <p> Use una escalera adecuada para llegar a la altura de los acoples rapidos. Limpie de inmediato si hay algún derrame.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realice el paso 33 antes de retirar las válvulas tipo aguja. • Verifique que la presión sea OPSI (vea el paso 29) • Instale las mangueras de abastecimiento (las que están en los carretes) en las válvulas de los bloques delanteros de cada cilindro de suspensión delantera. • Instale las mangueras de drenado (las que están sueltas) en las válvulas de los bloques posteriores de cada cilindro de suspensión delanteras.



Lavar cilindro de suspensión



36



Recoja el aceite de la descarga de los cilindros en un recipiente adecuado. Para evitar derrames y posibles caídas del personal. Limpie de inmediato si hay algún derrame.



Nota / avisos: Utilice aceite SAE 10W con la clasificación actual de servicio para el procedimiento de carga de aceite.

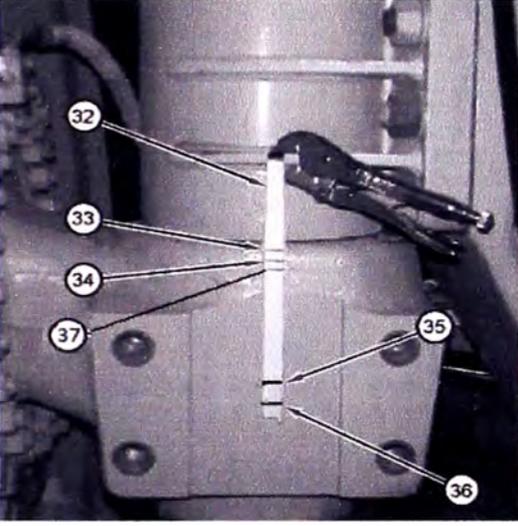
Cierre las llaves de paso que se encuentra en el bloque central.

- Conecte una línea de aire al equipo de reabastecimiento de aceite.
- Alimente por el lado A con aceite aditivado
- Reciba el aceite sucio por la manguera instalada en el lado B.
- **NOTA: lave cada cilindro por separado. Podría confundirse cuanto aceite llenamos en el interior si se alimenta los dos a la vez.**
- Abastezca aceite 10W aditivado (vea el paso 32) a cada cilindro posterior como mínimo, según la tabla adjunta:

Según SIS	785	793
Volumen interior para aceite	13 gal	20 gal

- O hasta que el aceite que sale por el lado B salga limpio.
- Detenga la alimentación de aceite.
- Permita que el remanente de aceite de ambos lados drene a la bandeja donde se recibe el aceite sucio. Esto permitirá que la presión interna del cilindro sea estable.
- Retire las mangueras.

3.3. Carga de aceite a los Cilindros

N°	PASO (QUE)	EXPLICACION (COMO)																		
37	<p>Preparación de regla</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Prepare y coloque una regla de acero como se muestra en la foto, le ayudara a cargar los cilindros de una manera correcta. <table border="1" data-bbox="762 472 1469 640"> <thead> <tr> <th>(32) Regla de Acero</th> <th>785</th> <th>793</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>33 Línea de referencia</td> <td>0.0 pulg.</td> <td>0.0 pulg.</td> </tr> <tr> <td>34 Línea de carga de aceite final</td> <td>1.0 pulg.</td> <td>1.0 pulg.</td> </tr> <tr> <td>37 Línea de carga de aceite ini.</td> <td>2.0 pulg.</td> <td>2.0 pulg.</td> </tr> <tr> <td>35 Mínimo Altura amortiguación</td> <td>9.5 pulg.</td> <td>9.5 pulg.</td> </tr> <tr> <td>36 Máximo altura amortiguación</td> <td>10.5 pulg.</td> <td>10.5 pulg.</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> (32) Regla de acero (33) Línea de referencia (34) Línea de referencia para el procedimiento de carga de aceite (35) Mínimo para la altura de la amortiguación (36) Máximo para la altura de la amortiguación <ul style="list-style-type: none"> Mida las alturas de amortiguación desde la línea de referencia 33. Mida la altura de la amortiguación (35) para el mínimo y haga una marca. Mida la altura de la amortiguación (36) para el máximo y haga una marca. 	(32) Regla de Acero	785	793	33 Línea de referencia	0.0 pulg.	0.0 pulg.	34 Línea de carga de aceite final	1.0 pulg.	1.0 pulg.	37 Línea de carga de aceite ini.	2.0 pulg.	2.0 pulg.	35 Mínimo Altura amortiguación	9.5 pulg.	9.5 pulg.	36 Máximo altura amortiguación	10.5 pulg.	10.5 pulg.
(32) Regla de Acero	785	793																		
33 Línea de referencia	0.0 pulg.	0.0 pulg.																		
34 Línea de carga de aceite final	1.0 pulg.	1.0 pulg.																		
37 Línea de carga de aceite ini.	2.0 pulg.	2.0 pulg.																		
35 Mínimo Altura amortiguación	9.5 pulg.	9.5 pulg.																		
36 Máximo altura amortiguación	10.5 pulg.	10.5 pulg.																		
38	<p>Eleve las suspensiones</p> 	 <p>Verifique que ninguna persona se encuentre trabajando encima del equipo y que no haya escaleras, bandejas, u otros objetos cerca del equipo antes de levantar el camión.</p> <ul style="list-style-type: none"> Extienda los cilindros de suspensión 2 pulg. de parte cromada del vástago levantando el camión desde el bastidor delantero. Establezca la línea de referencia inicial, debe estar paralela con el borde de la punta del vástago (foto: línea inferior 33). Establezca la línea de referencia del aceite, debe estar paralela a 2 pulgada (foto: línea superior 37). 																		
39	<p>Instale las mangueras de abastecimiento</p>  <p>Llene aceite</p>	<p>Use una escalera adecuada para llegar a la altura de las válvulas.</p> <p>Nota / avisos: Utilice aceite SAE 10W con la clasificación actual de servicio para el procedimiento de carga de aceite.</p> <ul style="list-style-type: none"> NOTA: Se debe instalar las mangueras de abastecimiento (las que están en el carrete) en las válvulas de los bloques delanteros de cada cilindro de suspensión delanteras. Se debe instalar las mangueras de drenado. Ajuste la presión de aire del regulador. Abra las llaves de corte. Hacer circular aceite por la suspensión como si se estuviera lavando, hasta que salga por la manguera de drenado. Cierre las llaves de paso (manija amarilla en el equipo). Luego retire las cuatro mangueras (dos de abastecimiento y dos de drenado). 																		

40

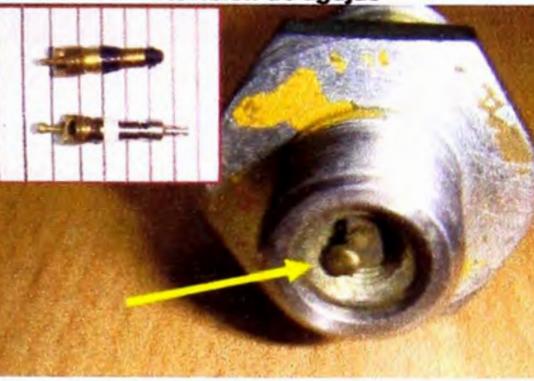


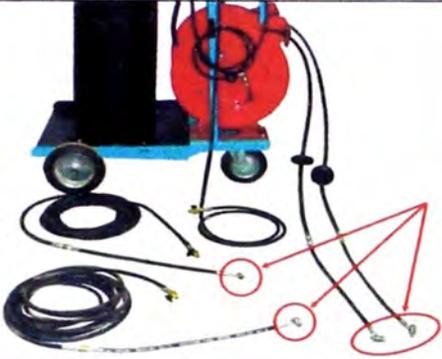
Use una escalera adecuada para llegar a la altura de las válvulas.

- **NOTA:** Se debe instalar las mangueras de abastecimiento (las que están en el carrete) en las válvulas de carga de nitrógeno de los bloques delanteros de cada cilindro de suspensión delanteras.
- En este paso **YA NO instale** las mangueras de drenado en las válvulas de carga de nitrógeno del lado posterior.
- Cierre las llaves de paso (manijas amarillas) del equipo.
- Gire la llave mariposa de cada boquilla –que están en cada válvula de las suspensiones- completamente a la izquierda (sentido antihorario).
- Instale las boquillas de sujeción a las válvulas de carga.
- Gire la llave mariposa a la derecha (sentido horario)
- Abra la llave de paso (manijas amarillas) del equipo.
- Baje la gata lentamente para que drene el aceite, verificando cada suspensión que la altura quede en 1 pulg, cuando este al valor indicado cerrar la llave de paso (manijas amarillas).
- En caso de la válvula 238-9928 abra girando la contratuerca dos vueltas y media.
- **NOTA:** si un cilindro se drene más rápido, cierre la llave de paso para ese cilindro y continúe drenando aceite al otro cilindro.

4. Procedimiento Standard de Tarea (PST) Mejorado en el punto de descarga, lavado y carga de aceite de los cilindros, para el mantenimiento de las suspensiones posteriores.

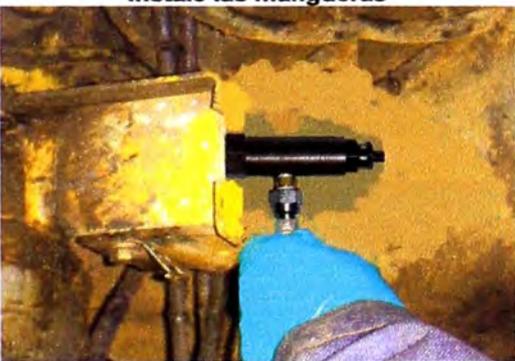
4.1. Descarga y purga de los cilindros

N°	PASO (QUE)	EXPLICACION (COMO)
24	<p>Retire las tapas</p> 	<p>Antes de dar servicio a los cilindros de suspensión, lea todas etiquetas de advertencia que aparecen en los mismos.</p> <p>El camión debe estar en un terreno horizontal.</p>  <ul style="list-style-type: none"> • Quite las tapas (indicado con flecha) de las válvulas de carga. Hay dos válvulas de carga en cada uno de los cilindros de suspensión posteriores.
25	<p>Revisión de agujas</p> 	<p>Nota / avisos: Inspeccione las válvulas de carga. Por si la aguja esta doblada o si tiene suciedad. Use un cartón para frenar el chorro en caso se produzca.</p>  <p>Colóquese en zona donde no proyectará el posible chorro de aceite.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si la aguja esta sucia límpiela. Teniendo cuidado que si presiona puede haber fuga de aceite a alta presión. • Colóquese en zona donde no proyectará el posible chorro de aceite. • Si esta doblado entonces drene por la otra válvula. • Hay dos válvulas de carga.
	<p>Eleve las suspensiones</p> 	<p>Verifique que ninguna persona se encuentre trabajando encima del equipo y que no haya escaleras, bandejas, u otros objetos cerca del equipo antes de levantar el camión.</p>  <ul style="list-style-type: none"> • Coloque dos gatas debajo del camión con las suspensiones cargadas. • Eleve totalmente el camión (los neumáticos posteriores den estar en el aire) con las gatas, desde el bastidor central que está alineado con la parte inferior de los cilindros de levante (donde se indica con la flecha). • Esto hará que se extiendan completamente los vástagos de los cilindros de suspensión posteriores.
27	<p>Prepare las mangueras</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Instale el tipo de boquillas de sujeción seleccionada, que usará en las mangueras del "equipo de reabastecimiento de aceite": <ol style="list-style-type: none"> 5. En las dos mangueras de drenado. 6. En las dos mangueras de abastecimiento. <p>NOTA IMPORTANTE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Debe usarse las mangueras que están en los carretes para el abastecimiento de aceite a cada cilindro de suspensión posterior. • Debe usarse las <u>mangueras sueltas para el drenado</u> de aceite de cada cilindro de suspensión posterior.

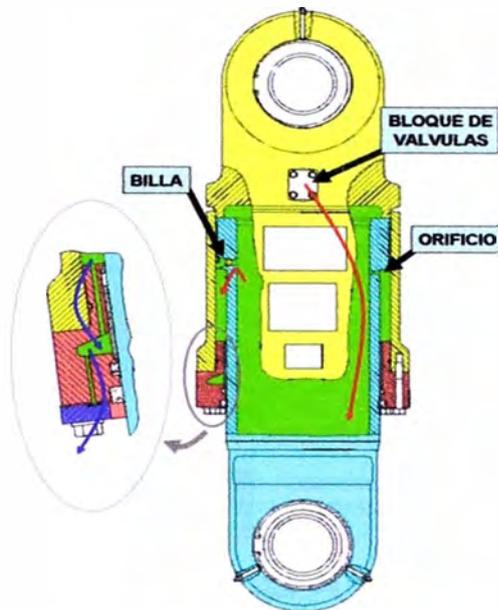
		<ul style="list-style-type: none"> • Instale los adaptadores a las mangueras para usarlas con los acoples rapidos.
28	<p>Instale las mangueras de drenado</p> 	 <p>Use una escalera adecuada para llegar a la altura de las válvulas. Instale las mangueras de drenado (las que están sueltas) en las válvulas delanteras del bloque de cada cilindro de suspensión posterior.</p> <ul style="list-style-type: none"> • NOTA: Instale las mangueras de drenado (las que están sueltas), en las válvulas de los bloques posteriores de cada cilindro. • En este paso NO instale las mangueras de abastecimiento. • Gire la llave mariposa de cada boquilla de sujeción -que están en cada válvula de las suspensiones-completamente a la izquierda (sentido antihorario). • Instale las boquillas de sujeción a las válvulas de carga. • Coloque las puntas de las mangueras de drenado en una bandeja donde recibirá el aceite contaminado. • Abra las llaves de paso de las puntas de las mangueras sueltas.
29	<p>Descargue los cilindros</p> 	 <p>Recoja el aceite de la descarga en un recipiente adecuado. Para evitar derrames y posibles caídas del personal. Limpie de inmediato si hay algún derrame.</p> <p>Una manguera suelta y abierta con flujo a alta presión SE AGITARA y podría golpear al personal o dañar algún componente. EL CAMIÓN CAERÁ cuando se descargue los cilindros, asegúrese que no haya nada que pueda ser aplastado, avise a sus compañeros que se realizara la descarga.</p>  <ul style="list-style-type: none"> • Asegure la punta de la manguera de drenado a la bandeja. • Gire la llave mariposa de la boquilla de sujeción hacia la derecha (sentido horario), esto abrirá el sello para descargar el nitrógeno y al aceite de los cilindros de la suspensión posterior. • NOTA: Si tiene la válvula nueva (238-9928) siga el paso 30. • Descargue hasta que la presión desaparezca (0PSI). • OBSERVACION: Al tocar fondo se ve parte del vástago cromado.
30	<p>Descargue los cilindros (válvula nueva)</p>	 <p>Recoja el aceite de la descarga de los cilindros en un recipiente adecuado. Para evitar derrames y posibles caídas del personal. Limpie de inmediato si hay algún derrame.</p> <p>PROCEDIMIENTO CON VALVULA NUEVA:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gire la llave mariposa de la boquilla de sujeción hacia la derecha (sentido horario), Esto abre el sello secundario en la válvula de carga. • Sujete la tuerca de la válvula de carga con una llave 7/8" y afloje la contratuerca con una llave 3/4" dos vueltas y

	 <p>TUERCA CONTRATUERCA LLAVE MARIPOSA</p>	<p>media. Esta acción abre el sello primario en la válvula de carga.</p> <ul style="list-style-type: none"> Esta acción permite que el aceite y el nitrógeno fluyan a través de la válvula de carga de modo que los cilindros toquen el fondo completamente. <p>Esta foto muestra la boquilla de sujeción instalado en la válvula</p>
31	<p>Instale las mangueras</p> 	 <p>Use una escalera adecuada para llegar a la altura de las válvulas. Limpie de inmediato si hay algún derrame.</p> <ul style="list-style-type: none"> Cuando la presión este en (0 psi) Instale las mangueras en el acople rápido para carga y descarga de aceite. Baje las gatas hasta que los cilindros toquen fondo y la presión llegue a (0PSI) nuevamente. El peso del camión drenara el resto de nitrógeno y aceite.
32	<p>Drene por tapa inferior</p> 	 <p>Recoja el aceite de la descarga de los cilindros en un recipiente adecuado. Limpie de inmediato si hay algún derrame.</p> <p>Antes de retirar cualquier tapa de un componente asegúrese que no haya presión acumulada. Podría impactarle la tapa y el contenido presurizado.</p> <ul style="list-style-type: none"> Asegúrese que no hay presión alguna en el cilindro. Afloje y desenrosque lentamente los dos pernos de la tapa inferior. No se ponga en la proyección del posible chorro de aceite. De ser posible use un cartón como escudo. Deje que drene todo el aceite remanente. Retire las tapas, si es necesario cambie el sello e instale. El propósito es que drene todo el aceite de la cámara interior del cilindro.

4.2. Lavado de Cilindros

N°	PASO (QUE)	EXPLICACION (COMO)
32	<p>Prepare aceite con aditivo</p> 	<p>Nota / avisos: Utilice aceite SAE 10W con la clasificación actual de servicio para el procedimiento de carga de aceite.</p> <ul style="list-style-type: none"> • En el tanque del equipo de carga de suspensiones llene 10 galones de aceite 10W (no use de los tanques de recuperación). • Agregue 02 frascos del aditivo 1U-9891. • Si es necesario usar mas aceite debe prepararse aceite con aditivo en la misma proporción de 10 galones de 10W y 02 frascos de 1U-9891.
33	<p>Coloque una gata hidráulica</p> 	<p>Si el camión cae repentinamente por una fuga hidráulica en la suspensión, podría causar daños personales (aplastamiento y/o corte por presión hidráulica) o muerte.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Coloque dos gatas debajo del camión con las suspensiones descargadas (donde se indica con la flecha) • Levante las gatas hasta que toque el chasis y déjelo presentado. • Esto ayudara a que no caigan las suspensiones posteriores, y no genere ninguna presión en la cámara interna de la suspensión. • Esto asegura que no habrá presión interna cuando se retire la válvula tipo aguja. • En este paso no se debe levantar el camión.
35	<p>Instale las mangueras</p> 	<p>Use una escalera adecuada para llegara a la altura de las válvulas. Limpie de inmediato si hay algún derrame.</p> <ul style="list-style-type: none"> • NOTA: sin las válvulas tipo aguja en las válvulas de carga es indiferente si se abre o cierra la llave mariposa de las boquillas. • Instale las mangueras de abastecimiento en el acople rápida para aceite. • Instale el tapón de la válvula de carga en la válvula que tiene instalado la válvula tipo aguja.

ESQUEMA DEL CILINDRO DE SUSPENSION POSTERIOR



Lavar cilindro de suspensión



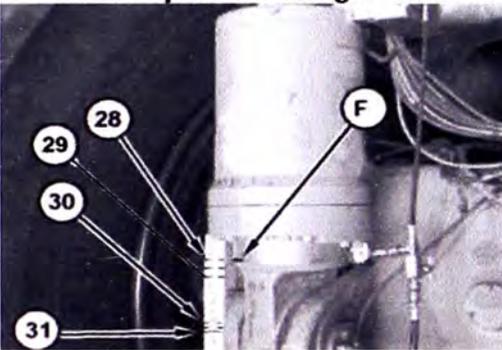
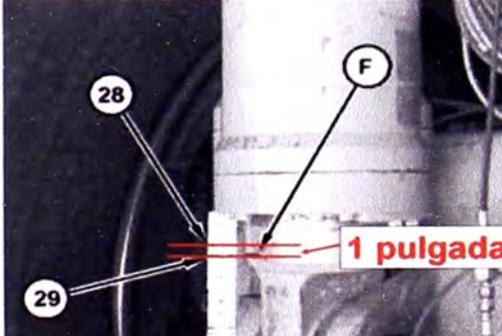
Recoja el aceite de la descarga de los cilindros en un recipiente adecuado. Para evitar derrames y posibles caídas del personal. Limpie de inmediato si hay algún derrame.

Utilice aceite SAE 10W con la clasificación actual de servicio para el procedimiento de carga de aceite.

- Cierre las llaves de paso (manijas amarillas) que se encuentra en el bloque central del equipo de abastecimiento.
- Conecte una línea de aire al equipo de abastecimiento de aceite.
- Alimente por el lado del bloque de la suspensión con aceite aditivado.
- Instale una bandeja grande donde podrá recibir el aceite drenado.
- Reciba el aceite sucio por las tapas inferiores abiertas que deje.
- Refiérase al **esquema** líneas arriba para entender por donde drenara el aceite al momento de realizar el lavado.
- **NOTA:** lave cada cilindro por separado. Podría confundirse cuanto aceite llenamos en el interior si se alimenta las dos suspensiones a la vez.
- Cuando salga aceite limpio por las tapas inferiores, detenga el llenado de aceite.
- Limpie las tapas e instale, si es necesario cambie los sellos.
- Ajuste los pernos a un torque de $215 \pm 40 \text{ N}\cdot\text{m}$ ($158.6 \pm 29.5 \text{ lb}\cdot\text{ft}$).
- Abastezca aceite 10W aditivado a cada cilindro posterior como mínimo, según la tabla adjunta:

Según SIS	785	793
Volumen interior para aceite	7 gal	10 gal
- O hasta que el aceite que sale por el lado B salga limpio.
- Detenga la alimentación de aceite.
- Permita que el remanente de aceite de ambos lados drene a la bandeja donde se recibe el aceite sucio. Esto permitirá que la presión interna del cilindro sea estable.
- Retire las mangueras.

4.3. Carga de aceite a los Cilindros

Nº	PASO (QUE)	EXPLICACION (COMO)																								
37	<p>Preparación de regla</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Prepare y coloque una regla de acero como se muestra en la foto, le ayudara a cargar los cilindros de una manera correcta. <table border="1" data-bbox="738 472 1468 640"> <thead> <tr> <th colspan="2">Regla de Acero</th> <th>785</th> <th>793</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F</td> <td>Línea de referencia</td> <td>0.0 pulg.</td> <td>0.0 pulg.</td> </tr> <tr> <td>28</td> <td>Línea de carga de aceite final</td> <td>1.0 pulg.</td> <td>1.0 pulg.</td> </tr> <tr> <td>29</td> <td>Línea de carga de aceite inc</td> <td>2.0 pulg.</td> <td>2.0 pulg.</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>Mínimo Altura amortiguación</td> <td>6.0 pulg.</td> <td>7.5 pulg.</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>Máximo altura amortiguación</td> <td>7.0 pulg.</td> <td>8.5 pulg.</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> Mida las alturas de la amortiguación desde la línea de referencia (F). Mida la altura de la amortiguación (30) para el mínimo y haga una marca. Mida la altura de la amortiguación (31) para el máximo y haga una marca. 	Regla de Acero		785	793	F	Línea de referencia	0.0 pulg.	0.0 pulg.	28	Línea de carga de aceite final	1.0 pulg.	1.0 pulg.	29	Línea de carga de aceite inc	2.0 pulg.	2.0 pulg.	30	Mínimo Altura amortiguación	6.0 pulg.	7.5 pulg.	31	Máximo altura amortiguación	7.0 pulg.	8.5 pulg.
Regla de Acero		785	793																							
F	Línea de referencia	0.0 pulg.	0.0 pulg.																							
28	Línea de carga de aceite final	1.0 pulg.	1.0 pulg.																							
29	Línea de carga de aceite inc	2.0 pulg.	2.0 pulg.																							
30	Mínimo Altura amortiguación	6.0 pulg.	7.5 pulg.																							
31	Máximo altura amortiguación	7.0 pulg.	8.5 pulg.																							
39	<p>Instale las mangueras de abastecimiento</p> 	<p> Use una escalera adecuada para llegar a la altura de las válvulas.</p> <ul style="list-style-type: none"> NOTA: Se debe instalar las mangueras de abastecimiento (las que están en el carrete) en las válvulas posteriores del bloque de cada cilindro de suspensión. En este paso YA NO instale las mangueras de drenado. Cierre las llaves de paso (manijas amarillas) del bloque central. Gire la llave mariposa de cada boquilla de sujeción -que están en cada válvula de las suspensiones- completamente a la izquierda (sentido antihorario). Instale las boquillas de sujeción a las válvulas de carga. Gire la llave mariposa a la derecha (sentido horario) En caso de la válvula 238-9928 abra girando la contratuerca dos vueltas y media (vea el paso 30) 																								
40	<p>Llene aceite</p> 	<ul style="list-style-type: none"> NOTA: cargue cada cilindro por separado. Podria confundirse cuanto aceite llenamos en el interior si se alimenta las dos suspensiones a la vez. <p> Nota / avisos: Utilice aceite SAE 10W con la clasificación actual de servicio para el procedimiento de carga de aceite.</p> <ul style="list-style-type: none"> Ajuste la presión de aire del regulador. Establezca la línea de referencia inicial (F) con la línea de la regla (28). Establezca la línea de referencia del aceite (29), debe estar paralela a 1 pulgada. Abra la llave de corte (manija amarilla) del lado de la suspensión que primero cargará. Inyecte aceite en el cilindro hasta alcanzar la altura deseada (1pulg). Cierre la llave de paso (manija amarilla en el equipo). Ahora continúe cargando la suspensión que falta. Realice el procedimiento que se indica líneas arriba en este mismo paso 40, hasta conseguir la altura deseada (1pulg). <ul style="list-style-type: none"> NOTA: si un cilindro se llena más rápido, cierre la llave de paso para ese cilindro y continúe inyectando aceite al otro cilindro. 																								

5. Especificaciones técnicas de materiales

5.1. Acero AISI-SAE 1045

ACERO GRADO MAQUINARIA



AISI 1045

Soluciones sólidas y duraderas...

ACERO AISI-SAE 1045 (UNS G10450)

1. Descripción: es un acero utilizado cuando la resistencia y dureza son necesarios en condición de suministro. Este acero medio carbono puede ser forjado con martillo. Responde al tratamiento térmico y al endurecimiento por llama o inducción, pero no es recomendado para cementación o cianurado. Cuando se hacen prácticas de soldadura adecuadas, presenta soldabilidad adecuada. Por su dureza y tenacidad es adecuado para la fabricación de componentes de maquinaria.

2. Normas involucradas: ASTM A108

3. Propiedades mecánicas: Dureza 163 HB (84 HRb)
 Esfuerzo de fluencia 310 MPa (45000 PSI)
 Esfuerzo máximo 565 MPa (81900 PSI)
 Elongación 16% (en 50 mm)
 Reducción de área (40%)
 Módulo de elasticidad 200 GPa (29000 KSI)
 Maquinabilidad 57% (AISI 1212 = 100%)

4. Propiedades físicas: Densidad 7.87 g/cm³ (0.284 lb/in³)

5. Propiedades químicas: 0.43 – 0.50 % C
 0.60 – 0.90 % Mn
 0.04 % P máx
 0.05 % S máx

6. Usos: los usos principales para este acero es piñones, cuñas, ejes, tornillos, partes de maquinaria, herramientas agrícolas y remaches.

7. Tratamientos térmicos: se da normalizado a 900°C y recocido a 790°C

NOTA

Los valores expresados en las propiedades mecánicas y físicas corresponden a los valores promedio que se espera cumple el material. Tales valores son para orientar a aquella persona que debe diseñar o construir algún componente o estructura pero en ningún momento se deben considerar como valores estrictamente exactos para su uso en el diseño.

ACERO MAQUINARIA - AISI 1045



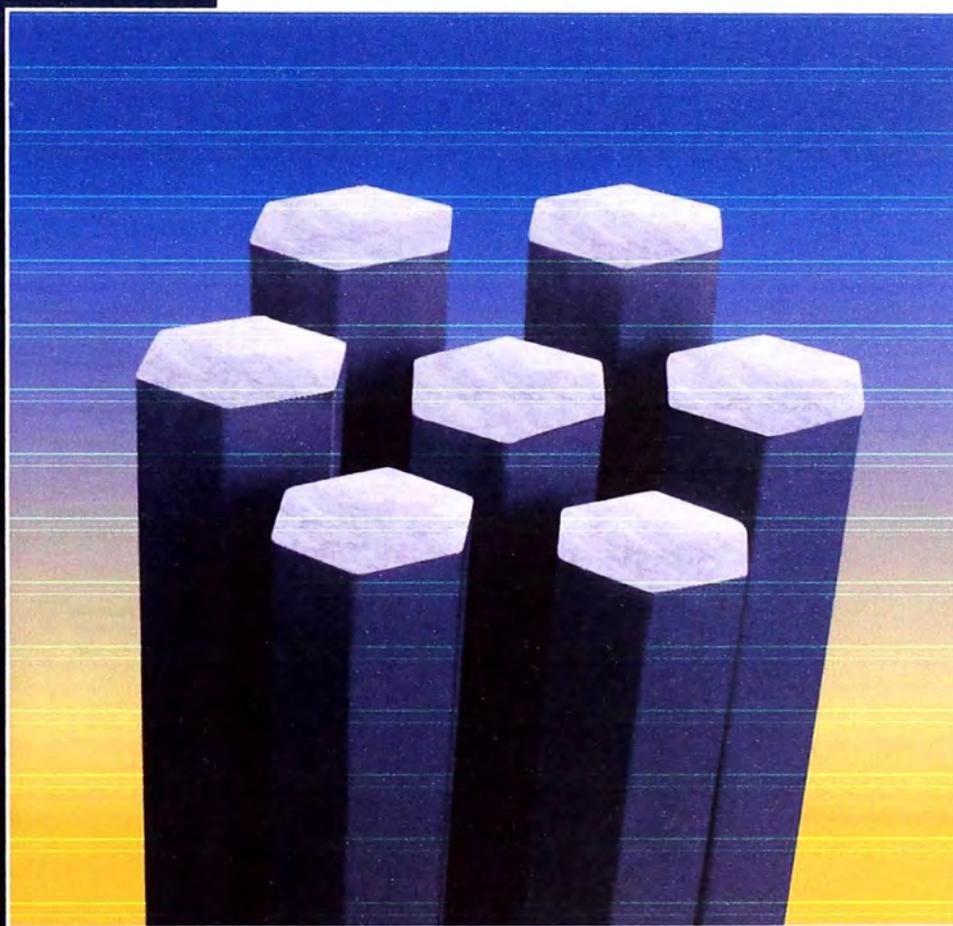
TEL: (506) 591-7514
FAX: (506) 551-4169
E-MAIL: mercadeo@sumiteccr.com

www.sumiteccr.com



**ACEROS
AREQUIPA**

BARRAS HEXAGONALES



ISO 9001

Planta 1: Certificado N° 33215
Planta 2: Certificado N° 32450

CORPORACION ACEROS AREQUIPA S.A.

LIMA: Av Enrique Meiggs 297, Parque Internacional de la Industria y Comercio Lima y Callao-Callao 3-Peru, Tlf. (51)(1) 517-1800 / Fax Central (51)(1) 452-0059

AREQUIPA: Calle Jacinto Ibañez 111, Parque Industrial Arequipa-Peru, Tlf. (51)(54) 23-2430 / Fax (51)(54) 21-9796

PISCO: Panamericana Sur Km.240, Ica Peru, Tlf. (51)(56) 53-2967, (51)(56) 53-2969 / Fax (51)(56) 53-2971.

www.acerosarequipa.com e-mail: mktng@acerosarequipa.com

BARRAS HEXAGONALES

DENOMINACIÓN:
HEXAG SAE 1045.

DESCRIPCIÓN:
Producto de acero laminado en caliente de sección hexagonal, de superficie lisa.

USOS:
Para la fabricación de elementos de máquinas, pernos, tuercas, ejes, pines, chavetas, herramientas manuales como barretas, cinceles, puntas, etc. Estos elementos pueden ser sometidos a temple y revenido.

NORMAS TÉCNICAS:
Composición Química: SAE 1045.
Tolerancias Dimensionales: ASTM A6 / A6M.

PRESENTACIÓN:
Se produce en barras de 6 m de longitud. Se suministra en paquetes de 1 TM.

DIMENSIONES Y PESOS NOMINALES:

Dimensiones (pulg.)	Peso Estimado	
	kg / m	kg / 6 m
1"	4.386	26.315
1 1/8"	5.551	33.305
1 1/4"	6.853	41.117
1 3/8"	8.290	49.740
1 1/2"	9.870	59.220

REQUERIMIENTOS QUÍMICOS EN LA CUCHARA (%):
C = 0.43 / 0.50 Mn = 0.60 / 0.90 P = 0.04 max.
S = 0.05 max. Si = 0.40 max.

PROPIEDADES MECÁNICAS:
Limite de Fluencia mínimo = 4500 kg/cm² (*)
Resistencia a la Tracción mínima = 7500 kg/cm² (*)
Alargamiento en 200 mm mínimo = 14% (*)
(*) Valores referenciales.

TOLERANCIA DIMENSIONAL:

Dimensión Nominal (d) - mm	Tolerancias (mm)		
	Lado	Fuera de Hexágono Máximo	Flecha Máxima (mm/m)
1"	± 0.4	0.35	4.0
1 1/8"	+ 0.5 - 0.3	0.60	
1 1/4"			
1 3/8"			
1 1/2"			

Tolerancia en la longitud: - 0 / + 50 mm



ISO 9001

El Sistema de Gestión de Calidad aplicable a los Procesos de Fabricación y Comercialización de Corporación Aceros Arequipa S.A., cuenta con la Certificación ISO 9001 : 2000 emitida por la ABS QUALITY EVALUATIONS, INC de TEXAS USA, para sus dos plantas:

- Planta 1: Certificado N° 33215
- Planta 2: Certificado N° 32450



**CORPORACION
ACEROS AREQUIPA S.A.**

5.2. Tratamientos térmicos de acero SAE 1045

Redalyc
Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal



Mazuera Robledo, David; Ortiz Cárdenas, Andrés

Evaluación de los parámetros de temple y revenido para el acero AISI/SAE1045 a escala industrial

Scientia Et Technica, vol. XVI, núm. 49, diciembre-, 2011, pp. 25-29

Universidad Tecnológica de Pereira

Pereira, Colombia

Disponible en <http://www.redalyc.org/sra/inicio/Art1/dtRed.jsp?iCve=84522675005>



Scientia Et Technica

ISSN (Versión impresa) 0122-1701

scientia@utp.edu.co

Universidad Tecnológica de Pereira

Colombia

[¿Cómo citar?](#)

[Número completo](#)

[Más información del artículo](#)

[Página de la revista](#)

www.redalyc.org

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Evaluación de los parámetros de temple y revenido para el acero AISI/SAE1045 a escala industrial

Assessment of quench and tempering conditions for AISI/SAE1015 steel at industrial scale.

David Mazuera Robledo¹, Andrés Ortiz Cárdenas²
 Corporación Eco-eficiente, Medellín, Colombia
 aortiz@forjasbolivar.com
 d.mazuera@corpoeeco.org

Resumen— Se realizó un experimento del tipo “mover un factor a la vez” (OFAT) para evaluar diferentes combinaciones de temperatura y tiempo en los tratamientos térmicos de temple y revenido del acero AISI-SAE 1045 a escala industrial. La evaluación se realizó con base en el análisis de la microestructura y dureza obtenidas en cada tratamiento térmico. Los resultados obtenidos sugieren que en condiciones industriales la temperatura recomendada para austenización del acero AISI/SAE1045 es 870°C y que puede existir una relación entre la temperatura de austenización y la tetragonalidad de la martensita obtenida al templar aceros simples al carbono.

Palabras clave— acero AISI/SAE 1045, revenido, temple, tetragonalidad de la martensita.

Abstract— A One-Factor-at-a-Time (OFAT) experiment was carried out to assess different time-temperature combination for quench and tempering heat treatment of AISI/SAE 1045 steel under industrial conditions. The assessment was based upon microstructural analysis and hardness measurements. It was found that 870°C would be the recommended austenizing temperature for AISI/SAE 1045 steel. It was also found that a relationship between austenizing temperature and tetragonality of obtained martensite could exist for carbon steels.

Key Word — AISI/SAE 1045 steel, quenching, tempering, tetragonality of martensite.

I. INTRODUCCIÓN

El acero bajo¹ especificación AISI/SAE 1045 es un acero simple al carbono con un porcentaje en peso de dicho elemento que oscila entre 0,42% y 0,5%, razón por la cual también es clasificado como un acero de medio carbono [1]-[3]. En Colombia, este material es utilizado de manera

frecuente como acero de construcción mecánica para la fabricación de piezas forjadas a las cuales se les confieren las propiedades mecánicas requeridas mediante tratamientos térmicos de temple y revenido. Por lo anterior, la obtención de piezas cuyas propiedades satisfagan los requerimientos de diseño depende directamente de un adecuado control y conocimiento de los parámetros del tratamiento térmico al que son sometidas una vez son fabricadas.

Dada el uso extensivo del acero AISI/SAE 1045 tanto en Colombia como en el mundo no es de sorprender que exista en la literatura amplia información acerca de la respuesta del acero mencionado a los tratamientos de térmicos de temple y revenido. Sin embargo, la mayor parte de dicha información ha sido producida bajo condiciones controladas en ambiente de laboratorio [1]-[4], lo que en ocasiones ha conllevado a que los parámetros recomendados no conduzcan a las propiedades esperadas cuando son aplicados a procesos de tratamiento térmico a escala industrial.

En el presente trabajo se realizó un experimento del tipo “mover un factor a la vez” [5] para evaluar diferentes combinaciones de temperatura y tiempo para tratamientos térmicos de temple y revenido para el acero AISI-SAE 1045 a escala industrial. La evaluación se realizó con base en el análisis de la microestructura y dureza obtenidas en cada tratamiento térmico.

II. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

A. MATERIALES

Se utilizó un redondo de 1,5” de diámetro de acero AISI/SAE1045 laminado en caliente, en estado de entrega, a partir del cual se cortaron con sierra industrial probetas de 1,5” de longitud (ver Figura 1).

B. TRATAMIENTOS TÉRMICOS

¹ Ingeniero mecánico, MSc ingeniería mecánica, Grupo de Investigación: PROCESOS METALMECANICOS ECOEFICIENTES

Fecha de Recepción: 26 de Agosto de 2011
 Fecha de Aceptación: 28 de Noviembre de 2011

² Ingeniero de materiales, Grupo de Investigación: PROCESOS METALMECANICOS ECOEFICIENTES

Los tratamientos térmicos evaluados se realizaron en la planta de tratamientos térmicos de la compañía Forjas Bolívar S.A. la cual está compuesta por dos hornos verticales uno para austenización y otro para revenido ambos con capacidad para 400kg de carga aptos para procesos bajo atmósfera controlada, una cámara generadora de endogas⁴ y un tanque para medios de temple con capacidad de 3500 litros. Para este trabajo el medio de temple usado fue aceite mineral (ver propiedades del aceite en la Tabla 1) a 45°C.

PROPIEDAD	UNIDAD	VALOR	MÉTODO
VISCOSIDAD	CSl-40 C	26,03	ASTM D455
DENSIDAD	g/ml	0,86	ASTM D1298
INDICE VISCOSIDAD	N/A	104	ASTM D2270

Tabla 1 Propiedades físicas del aceite usado como medio de temple

Para el tratamiento térmico de temple se evaluaron tres temperaturas de austenización: 820°C, 870°C y 930°C, elegidas de acuerdo con los rangos recomendados por diferentes proveedores locales de acero AISI/SAE 1045⁵. El tratamiento de revenido se llevó a cabo a 150°C, 400°C y 630°C, con tiempos de sostenimiento de 1 y 3 horas⁶.

C. ANALISIS MICROESTRUCTURAL

Se llevaron a cabo mediciones de difracción de rayos X (XRD) para identificar las fases presentes y evaluar la tetragonalidad de la martensita en cada una de las muestras estudiadas. Las mediciones se llevaron a cabo a temperatura ambiente usando un difractómetro PANalytical X'Pert PRO MPD, variando el ángulo 2θ entre 20° y 120° usando radiación Cu-ku ($\lambda=0,1542\text{nm}$). En algunas muestras seleccionadas se llevó a cabo un análisis metalográfico para complementar los resultados obtenidos en las pruebas de XRD.

D. MEDICIONES DE DUREZA

Se realizaron seis mediciones de dureza Rockwell C (HRC) en diferentes posiciones de una de las caras planas de cada probeta (ver Figura 1). Adicionalmente, se llevaron a cabo barridos de microdureza para determinar la distribución de durezas en la sección transversal de las muestras, las cuales para este ensayo, fueron cortadas por hilo (EDM) para minimizar la posibilidad de inducir transformaciones de fase por el calor producido durante el proceso de corte.



Figura 1 Probetas usadas en el estudio (der) y esquema de las posiciones usadas para la medición de dureza en la cara plana de las probetas (izq).

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. DIFRACCIÓN DE RAYOS X

Cada uno de los difractogramas obtenidos fue tratado con el paquete PowderX⁷ para suprimir el ruido de fondo (background) así como para determinar la posición de cada pico y el cálculo de la distancia interplanar d necesaria para determinar los parámetros de red a y c de la martensita con los cuales se evaluó su tetragonalidad [6][7] usando las ecuaciones reportadas en la literatura para tal fin [8][9].

En la Figura 2 se presentan los difractogramas correspondientes a las muestras templadas desde las temperaturas de austenización seleccionadas, en ella se identificaron los picos correspondientes a martensita (α') y austenita retenida, los cuales coinciden con la información disponible en la literatura [10][14]. Se puede observar en dicha figura la presencia de austenita retenida en las tres muestras; sin embargo, su presencia, estimada por la relación de alturas entre los picos cada una de las fases, es menor en la probeta austenizada a 870°C.

En la Tabla 2 se presentan los parámetros de red a y c obtenidos para las muestras sometidas a tratamiento de temple desde diferentes temperaturas de austenización, con su correspondiente relación c/a . Estos resultados muestran que la martensita con mayor tetragonalidad, evaluada ésta mediante el valor de c/a , es la de la muestra austenizada a 870°C, lo que podría explicarse por el menor contenido de austenita retenida detectado en los difractogramas de la Figura 2. Adicionalmente, se llevó a cabo el cálculo el valor ideal de c/a de acuerdo con las ecuaciones del modelo teórico planteado por Rammo y Abdulah para aceros al carbono[7]; de igual manera se realizó este cálculo usando el modelo experimental presentado en el trabajo mencionado. Los resultados de dichos cálculos arrojaron valores de c/a iguales a 1,0201 y 1,0193 \pm 0,0005 muestran un ajuste razonable con los datos obtenidos en el presente estudio si se tiene en cuenta que el modelo teórico fue desarrollado contemplando sólo hierro y carbono como componentes de la aleación[7].

⁴ El endogas es un medio protector con altos contenidos de H₂ y CO que se produce a partir de la conversión de propano o metano y aire

⁵ Los proveedores de aceros que se tuvieron en cuenta para esta selección fueron Diaeco, Compañía General de Aceros, Bohler y Ferrocortes

⁶ La elección de las temperaturas y tiempos de sostenimiento para los tratamientos de revenido se hizo con base en las prácticas de Forjas Bolívar, compañía para la que se llevó a cabo este trabajo.

⁷ PowderX for Windows by Cheng Dong (Institute of Physics, Chinese Academy of Sciences, P.O.Box 603, Beijing 100080, P.R. China. E-mail: chengdong@aphy.iphy.ac.cn)

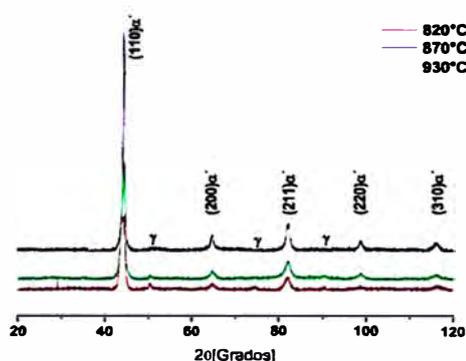


Figura 2 Difractogramas de las muestras templadas desde diferentes temperaturas de austenización en los que se identifican los picos correspondientes a martensita (α') y austenita retenida (γ)

Es importante anotar que tanto el modelo mencionado como otros valores de c/a reportados en la literatura [6] sólo relacionan la tetragonalidad de la martensita con el contenido de carbono. Sin embargo, los datos de la Tabla 2 sugieren que podría existir una relación entre la temperatura de austenización previa al temple y los valores de los parámetros de red de la martensita obtenida. No obstante, dado que el experimento realizado en este trabajo fue del tipo "mover un factor a la vez", se requerirá un estudio detallado con un tratamiento estadístico más adecuado que permita confirmar o refutar esta hipótesis.

TEMPERATURA DE AUSTENIZACIÓN (°C)	a (Å)	c (Å)	c/a
930	2,861	2,876	1,006
870	2,838	2,880	1,015
820	2,853	2,879	1,009

Tabla 2 Parámetros de red para las muestras templadas desde diferentes temperaturas de austenización

Con base en los resultados obtenidos hasta este punto se decidió llevar a cabo los tratamientos de revenido sobre muestras templadas desde una temperatura de austenización de 870°C. Para las muestras revenidas los resultados del análisis de XRD sólo revelaron picos correspondientes a martensita (ver Figura 3); al igual que para las muestras templadas, se realizó el cálculo de los parámetros de red de la celda unitaria para evaluar la tetragonalidad de la martensita; en los resultados, que se muestran en la Tabla 3, se puede observar (como se esperaba) que para cada temperatura de revenido, la tetragonalidad de la martensita disminuye a medida que se aumenta el tiempo de sostenimiento sin que se evidenciara un patrón en los valores obtenidos de a/c con respecto a la temperatura de revenido para un mismo tiempo de sostenimiento.

TRATAMIENTO TÉRMICO	a (Å)	c (Å)	c/a
Solo Temple	2,838	2,880	1,015
Temple + revenido a 150°C, 1h	2,845	2,878	1,012
Temple + revenido a 150°C, 3h	2,851	2,876	1,009
Temple + revenido a 400°C, 1h	2,858	2,875	1,006
Temple + revenido a 400°C, 3h	2,859	2,874	1,005
Temple + revenido a 630°C, 1h	2,851	2,876	1,009
Temple + revenido a 630°C, 3h	2,858	2,875	1,006

Tabla 3 Parámetros de red para las muestras templadas desde 870°C y sometidas a diferentes combinaciones de temperatura y tiempo de revenido.

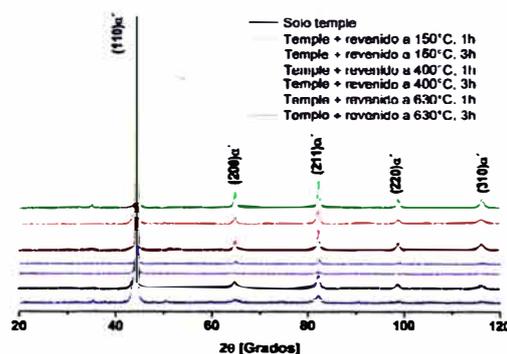


Figura 3 Difractogramas para las muestras templadas desde 870°C y sometidas a diferentes combinaciones de temperatura y tiempo de revenido en los que se identifican los picos correspondientes a martensita (α')

B. MEDICIONES DUREZA Y MICRODUREZA

Los valores de dureza obtenidos en las muestras templadas desde diferentes temperaturas de austenización (Tabla 4) se encuentran dentro del rango de dureza máxima para 99,9% de martensita en aceros con 0,45% en peso de carbono, el cual de acuerdo con la información reportada en la literatura, se encuentra entre 55 y 64HRC [3][4]. Desde este punto de vista se podría decir que el resultado obtenido es satisfactorio independientemente de la temperatura de austenización utilizada.

De acuerdo con lo expuesto en el análisis de los resultados de XRD sólo se presentan las mediciones de dureza realizadas en a las probetas templadas desde 870°C sometidas a tratamiento de revenido (ver Tabla 5), para las cuales se muestran además los valores de dureza calculados de forma teórica usando el método expuesto en [15]. Se puede observar en la Tabla 5 que los valores calculados de forma teórica siguen la misma tendencia que los resultados experimentales. Sin embargo, en algunos casos (e.g. la muestra revenida a 400°C durante 1 hora) la diferencia entre ambos valores es considerable, lo que lleva a pensar que el método teórico pueden servir como una primera aproximación para determinar las condiciones de tratamiento térmico (i.e. temple y revenido en el caso de este trabajo) para un acero particular teniendo en cuenta que a escala industrial se deberán

realizar pruebas para poner a punto las variables de tratamiento térmico (i.e temperatura y tiempo de sostenimiento para el revenido) para garantizar que el material adquiriera las propiedades requeridas.

TEMPERATURA DE AUSTENIZACIÓN (°C)	DUREZA (HRC)
930	64,8
870	59,0
820	63,9

Tabla 4 Durezas obtenidas en las muestras templadas desde diferentes temperaturas de austenización

TRATAMIENTO TÉRMICO	DUREZA (HRC)	
	Experimental	Teórica
Solo Temple	59,8	55-64
Temple + revenido a 150°C, 1h	64,9	55-64
Temple + revenido a 150°C, 3h	61,4	55-64
Temple + revenido a 400°C, 1h	63,5	42,8
Temple + revenido a 400°C, 3h	45,0	42
Temple + revenido a 630°C, 1h	26,4	22
Temple + revenido a 630°C, 3h	21,4	19,3

Tabla 5 Parámetros de red para las muestras templadas desde 870°C y sometidas a diferentes combinaciones de temperatura y tiempo de revenido

Como se mencionó en la sección de procedimiento experimental, también se realizaron mediciones de microdureza para evaluar la distribución de la dureza en la sección transversal de las probetas, estos resultados (Figura 4 y Figura 5) muestran que la probeta templada presenta el 50% de martensita a una profundidad aproximada de 400µm. Este resultado contrasta con el perfil de dureza reportado en [3] y [4] para una probeta de 1" templada en aceite de la que se esperaría mayor templabilidad que la de los redondos de 1,5" usados en este estudio. Lo anterior podría deberse a que el potencial de carbono del gas usado para evitar que se presentara descarburación durante la austenización es de 0.5% en peso de carbono, el cual es ligeramente mayor al de las probetas y puede inducir un enriquecimiento de carbono en éstas, el cual explicaría el incremento de dureza. Adicionalmente, es importante resaltar que este horno se usa para procesos de cementación y es limpiado mensualmente de tal manera que el carbono adherido a las paredes del mismo también puede ser una fuente no controlada de aumento del potencial de carbono en la atmósfera del equipo.

IV. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este trabajo sugieren que en condiciones industriales la temperatura recomendada para austenización del acero AISI/SAE 1045 es 870°C, dado que al templar el acero desde dicha temperatura se obtiene una dureza superficial satisfactoria (dentro del rango de dureza máxima para un acero al carbono con 0.45% en peso de

carbono) con la menor cantidad de austenita retenida y la mayor tetragonalidad de la martensita producida.

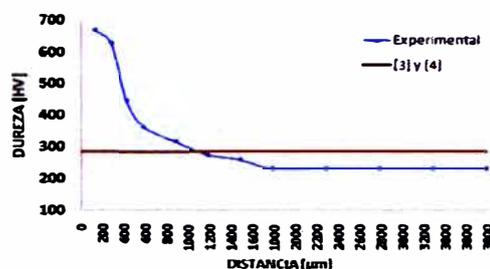


Figura 4 Perfiles de dureza de piezas templadas desde 870°C

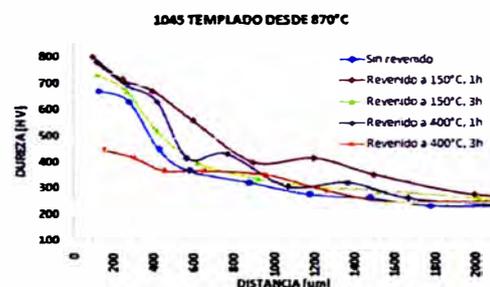


Figura 5 Perfiles de microdureza de piezas templadas desde 870°C y sometidas a diferentes combinaciones de temperatura y tiempo de revenido.

Finalmente, los resultados obtenidos sugieren que puede existir una relación entre la temperatura de austenización y la tetragonalidad de la martensita obtenida al templar aceros simples al carbono, como el AISI/SAE 1045, lo cual no se discute en la literatura consultada en este trabajo. Sin embargo, la confirmación de esta hipótesis requerirá de trabajo adicional con un manejo estadístico adecuado que sobrepasa el alcance de este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado con fondos de COLCIENCIAS y el SENA como parte de del proyecto 3324-454-22115 (contrato 438-2009). Los autores también agradecen a Forjas Bolívar S.A. por el apoyo técnico recibido y la información suministrada.

REFERENCIAS.

- [1] G. E. Totten, *Steel heat treatment handbook*, 2nd ed., Boca Raton: CRC, 2006, p 2-598.
- [2] W. D. Callister, *Materials science and engineering an introduction*, 7th ed., New York: Wiley, 2007.

- [3] G. Krauss, *Steels processing, structure and performance*, 1st ed., Materials Park: ASM, 2005.
- [4] A. Valencia, *Tecnología del tratamiento térmico de los metales*, 2nd ed., Medellín: Universidad de Antioquia, 2009.
- [5] H. Gutiérrez, R. de la Vara, *Análisis y diseño de experimentos*, 1st ed., Mexico: Mc Graw Hill, 2003.
- [6] G. Totten, M. Howes, T. Inoue, *Handbook of residual stress and deformation of steel*, Materials Park: ASM, 2002.
- [7] N.N. Rammo, O.G. Abdulah, "A model for the prediction of lattice parameters of iron-carbon austenite and martensite", *Journal of alloys and compounds*, 420, 117-120, 2006.
- [8] B. D. Cullity, *Elements of X-Ray diffraction*, 1st ed., Reading: Addison-Wesley, 1956.
- [9] B. E. Warren, *X-Ray diffraction*, 1st ed., Mineola: Dover, 1990.
- [10] J.J. Hoyos, A.A. Ghilarducci, H.R. Salva, C.A. Chaves, J.M. Vélez, "Internal friction in martensitic carbon steels", *Materials science and engineering A*, 521-522, 347-350, 2009.
- [11] M. H. Shaeri, H. Saghafian, S. G. Shabestari, "Effects of austempering and martempering processes on amount of retained austenite in Cr-Mo Steels (FMU-226) used in mill liner", *Journal of iron and steel research, international*, 17, 53-58, 2010.
- [12] M.R. Berrahmoune, S. Berveiller, K. Inal, A. Moulin, E. Patoor, "Analysis of the martensitic transformation at various scales in TRIP steel", *Materials science and engineering A*, 378, 304-307, 2004.
- [13] J. Pesicka, R. Kuzel, A. Dronhofer, G. Eggeler, "The evolution of dislocation density during heat treatment and creep of tempered martensite ferritic steels", *Acta materialia* 51, 4847-4862, 2003.
- [14] A. Munitz, G. Kimmel, J. C. Rawers, R. J. Fikls, "Ball milling induced bcc phase formation in iron and iron alloys", *Nanostructured materials*, 8, 867-877, 1997.
- [15] H. Sierra, "Aceros de construcción mecánica de herramientas e inoxidables y pautas para su elección", Universidad Nacional de Colombia, Medellín, reporte de investigación, 2002.

5.3. Acoples rápido



Service Information System

Cerrar SIS

Pantalla anterior

Producto: MOTOR GRADER

Modelo: 24H MOTOR GRADER 7KK

Configuración: 24H Motor Grader 2412F Engine 7KK00001-HP (MACHINE)

Información Técnica

1981/09/14

Número de medio -SE8D1135-00

Fecha de publicación -14-09-1981

Fecha de actualización -14-09-1981

SEBD11350001

New High Pressure Quick Disconnect Couplers And Nipples For Hydraulic Test Equipment {0651}

SMCS - 0651

The new 6V4144 and 6V4143 Couplers and 6V3965, 6V3966, 6V3989, and 6V4142 Nipples are of a different design than the former tools. The former quick disconnect couplers (5P9701, 5P9702, and 5P9706) were found to be difficult to use. The new couplers and nipples are available at a lower price than the former couplers and nipples.

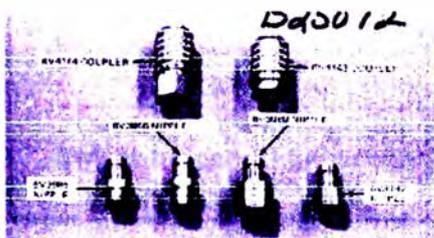


Illustration 1. New couplers and nipples for hydraulic test equipment.

The new couplers have a lock-back design which makes them easier to connect. The sleeve on the coupler stays in the lock-back position until it engages a nipple. The sleeve then releases and moves forward to the connected position. During installation the sleeve on the former couplers had to be held back by hand in the release position. This made it much more difficult to work with them. The new couplers also have a longer sleeve than the former ones which makes it easier to release them. See Illustration 2. The new couplers and nipples are silver in color while the former ones are gold in color. The new and former parts are rated at the same 41,500 kPa (6000 psi) operating pressure.



Illustration 2. New design and former design of couplers and nipples.

The new couplers and nipples are direct replacements for the former couplers and nipples when the new ones are used together. The new couplers and nipples can not be used with the former couplers and nipples.

New Part No.	Description	Former Part No.
**6V4144	Coupler	*5P9701
6V4143	Coupler	*5P9702
6V4144	Coupler	*5P9706
6V3966	Nipple	*5P9710
6V3966	Nipple	*5P9711
6V4142	Nipple	*5P9713
6V3965	Nipple	*5P9714
6V3989	Nipple	*5P9715

*Canceled. Order the new parts.

**Must be used with 5P8998 Nipple.

The new couplers and nipples along with their thread size and type are shown in the chart.

Part No.	Description	Type	Connection	
			Thread	Type
6V4143	Coupler	Valved	1/8 NPT	INT.
6V4144	Coupler	Valved	1/4 NPT	INT.
6V3966	Nipple	Valved	1/4 NPT	EXT.
6V3965	Nipple	Valved	9/16 SAE	EXT.
6V4142	Nipple	Open	1/8 NPT	INT.
6V3989	Nipple	Open	1/4 NPT	INT.

The part numbers of three groups have changed because of the new couplers and nipples included in them. The new and former groups are shown in the chart.

... from the former groups are shown in the chart.

Test Groups	
New Part No.	Former Part No.
6V4161	*5P5224
6V4157	*6V3015
6V4160	*5P6225

*Canceled. Order new part number.

6. Cotizaciones de compra de herramientas

6.3. Fabricación de equipo de carga de suspensiones



RUC 20506912921
Calle Omicron N° 487, Urb. Parque
de Industria y Comercio LIMA - CALLAO



Cotización de Reparación e Instalación

Código: FSG-01	Versión: 02	Fecha: 01.10.10	Área: Sub - Gerencia General
----------------	-------------	-----------------	------------------------------

Señores:

CIA. MINERA YANACOCHA SRL

27/04/2012

3011512-CE

Atención :

Ing. Enrique Cabrera / Ing. Elder Altamirano

Referencia : Carga de Suspensiones

ITM	QTY	Nº DE PARTE	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	1	ECS1108TR2	SERVICIO DE FABRICACION DE EQUIPO DE CARGA DE SUSPENSION INCLUYE COMPONENTES.	7988.00	7988.00



PRECIO TOTAL	US \$	7,988.00
---------------------	--------------	-----------------

CONDICIONES DE VENTA :

Precios: En Dólares Americanos US(\$). **NO** incluye el I.G.V.
 Validez de la oferta: 15 días.
 Plazo de entrega: 2 Semanas después de recibida su OC.
 Forma de pago: Factura 45 días.
 Garantía: 06 meses
 Además brindamos servicio técnico, asesoría y stock de repuestos originales en forma permanente

Atentamente

HYDROMAQ S.A.C
Alicia Calderon
RPC. 989109723

6.4. Reparación y compra de gata hidráulica Simplex de 150 TN.



RUC 20506912921
Calle Omicrón N° 487. Urb. Parque
de Industria y Comercio LIMA - CALLAO



Cotización de Reparación e Instalación

Código: FSG-01	Versión: 02	Fecha: 01.10.10	Area: Sub - Gerencia General
----------------	-------------	-----------------	------------------------------

Señores

CIA. MINERA YANACOCHA SRL

11/05/2012
212124-HQ-JH12

Atención :

Ing. Enrique Cabrera / Ing. Elder Altamirano

Referencia : COTIZACIÓN REPARACIÓN DE EQUIPOS
HQ-738 / GR 006-0094359

ITM	QTY	Nº DE PARTE	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	1	P-150	REPARACION DE GATA HIDRONEUMATICA SIMPLEX DE 150 TN C/M GHN-1108-TR2-01 (Cod. HQ GS-12-001)	4280.00	4280.00

CILINDRO HIDRAULICO

Cromado de pistón
Pulido de cilindro
Cambio de kit de sellos
Rectificado de rosca de embolo
Cambio de silleta
Bronceado de tuerca

TANQUE HIDRAULICO

Rellenado y rectificado de rosca

MOTOR NEUMATICO

Cambio de kit de motor
Cambio de kit de paletas
Rectificado de platos frontales
Cambio de reten
Reposición de silenciador

BOMBA Y ACCESORIOS

Cambio de kit de bomba.
Rectificado de asiento de válvula
Cambio de check
Cambio de empaquetaduras.
Calibración de válvula relief
Cambio de kit de válvula de retención de carga.
Cambio de unidad de mantenimiento
Mejorar estructura de unidad de mantenimiento
Cambio de tubing
Cambio de mando neumático
Cambio de filtro de aceite.
Cambio de válvula esférica
Cambio de sellos de válvula piloto
Cambio de cobertor de mangueras
Cambio de aceite hidráulico
Mantenimiento general, pintura y pruebas

	PRECIO DE EQUIPO NUEVO	\$	21.640.00	
PRECIO TOTAL			US \$	4.280.00

CONDICIONES DE VENTA :

Precios: En Dólares Americanos US(\$). **NO** incluye el I.G.V.
Validez de la oferta: 15 días
Plazo de entrega: 16 días después de recibida su OC
Forma de pago: FACTURA 45 DIAS
Garantía: 06 meses
Asesoría y stock de repuestos originales en forma permanente

Atentamente
HYDROMAQ S.A.C

