

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA

**Manual para el mantenimiento preventivo y  
reparaciones de bastidores utilizados para el  
transporte de contenedores**

Trabajo de Graduación presentado por Ángel Iván Martínez Álvarez para optar al  
grado de Licenciado en Ingeniería Mecánica

Guatemala

2007



**Manual para el mantenimiento preventivo y  
reparaciones de bastidores utilizados para el  
transporte de contenedores**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA

**Manual para el mantenimiento preventivo y  
reparaciones de bastidores utilizados para el  
transporte de contenedores**

Trabajo de Graduación presentado por Ángel Iván Martínez Álvarez para optar al  
grado de Licenciado en Ingeniería Mecánica

Guatemala

2007

Vo.Bo.:

(F)   
\_\_\_\_\_  
Ing. Víctor Hugo Ayerdi Bardales

Tribunal:

(F)   
\_\_\_\_\_  
Ing. Víctor Hugo Ayerdi

(F)   
\_\_\_\_\_  
Ing. Manuel Ruano

(F)   
\_\_\_\_\_  
Ing. Carlos Poitevin

Fecha de aprobación / 15 noviembre de 2007

## **PREFACIO**

Hoy en día, es cada vez más común la formación de grupos de trabajo multidisciplinarios, para la solución de problemas. Esto ocurre no sólo en ambientes académicos, sino también en las empresas. Atrás han quedado los días en que un gerente podía tomar todas las decisiones y conocer todos los temas. En la lucha constante por ser más competitivas, las empresas integran grupos de personas con diversas habilidades y conocimientos, para aprovechar de mejor manera sus talentos.

Durante el 2005 y 2006, se tuvo la oportunidad de trabajar en uno de estos proyectos, donde conjuntamente con expertos en finanzas, economía, operaciones y mercadeo fueron analizados los programas de mantenimiento locales de una naviera. Se encontraron diversos problemas y satisfactoriamente también se encontraron varias soluciones. Es posible calificar esta experiencia como enriquecedora, donde fue posible mezclar los conocimientos teóricos y habilidades de investigación con la práctica, a la vez que se absorbieron las lecciones y experiencia de los demás miembros del equipo.

Este trabajo resume un proyecto que se llevó a cabo en una empresa naviera que opera en Guatemala. Por ser un trabajo para optar a obtener la licenciatura en Ingeniería Mecánica, se enfoca en la parte operativa del mantenimiento y reparación de bastidores. Por razones de confidencialidad, se han removido o alterado las referencias a la empresa y no se incluyen datos financieros.

Se hace un agradecimiento especial a todas las personas y entidades que de una u otra manera colaboraron para la realización de este trabajo.

## CONTENIDO

PREFACIO	v
LISTA DE CUADROS	vii
LISTA DE GRÁFICOS	viii
RESUMEN	ix

### Capítulos

I. INTRODUCCIÓN	1
II. MANTENIMIENTO PREVENTIVO	7
III. SITUACIÓN ACTUAL	11
IV. PROYECTO Y SOLUCIONES	12
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	17
VI. BIBLIOGRAFÍA	18
VII. ÁPENDICES	19

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.	Tipos de contenedores	2
Cuadro 2.	Dimensiones y capacidades de contenedores	3

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfica 1.	Estadísticas de contenedores en Guatemala	5
Gráfica 2.	Mantenimiento y fiabilidad	8

## **RESUMEN**

El mantenimiento industrial es un área muy importante en las empresas hoy en día, ya que de ello depende el nivel de servicio que prestan. Las empresas navieras que utilizan contenedores para transportar la carga de sus clientes deben mantener en óptimas condiciones tanto los contenedores como demás equipos y accesorios. Luego que un equipo multidisciplinario determinara que financieramente es mejor subcontratar a terceras empresas para que se encarguen de brindar estos servicios de mantenimiento, se hizo necesario documentar y delimitar los procedimientos a seguir. Este trabajo establece los lineamientos e instrucciones para efectuar mantenimientos preventivos o reparaciones a bastidores utilizados para transportar contenedores.

# I. INTRODUCCIÓN

## A. Transporte de carga en contenedores

Antes de que existieran los contenedores, la carga se transportaba utilizando redes. Luego se descargaba dentro del buque y se almacenaba en las bodegas. Cargar y descargar el barco era una tarea lenta y requería altísimos costos de mano de obra. El transporte de carga en contenedores es el sistema más popular hoy en día. Se estima que más del 90% de la carga del mundo se mueve de esta manera.

1. Historia de la carga en contenedores. Malcolm McLean inventó los contenedores de carga en los 1950s en New Jersey, y luego fundó Sea-Land Service, Inc. Se le ocurrió la idea mientras estaba sentado en un muelle, esperando que la carga que había llevado la descargaran del camión y la cargaran dentro del barco. McLean se dio cuenta que en lugar de cargar y descargar de esta manera, sería más eficiente modificar el camión y que mediante grúas, se cargara el camión dentro del buque.

En 1956, zarpó de Newark, New Jersey, el primer barco cargado con contenedores en el mundo. Luego de este exitoso viaje, Sea-Land empezó a construir barcos especializados para transportar contenedores.

2. Desarrollo de contenedores. Con el tiempo se han ido desarrollando diferentes tipos de contenedores para adecuarse a diferentes tipos de carga y a las necesidades de los clientes. La mayoría de carga se transporta en contenedores “secos” estándar que no son más que una caja de aluminio o acero con puertas en un extremo. Sin embargo es una ventaja competitiva para la compañía de transporte poder ofrecer distintos tipos de contenedores a sus

clientes. El siguiente cuadro muestra algunos de los tipos de contenedores más comunes y sus características:

Cuadro 1. Tipos de contenedores

<b>Tipo de contenedor</b>	<b>Características</b>	<b>Tipo de carga</b>
Dry o seco	Contenedor hecho de aluminio o acero, piso de madera y puertas en un extremo	General
Reefer o refrigerado	Contenedor equipado con aislamiento y maquinaria para mantener y controlar la temperatura, humedad y ventilación.	Perecedera
Flat rack o plataforma	Unidad que consiste en una plataforma y dos paredes abatibles.	Grandes dimensiones
Open top o abierto	Contenedor hecho de aluminio o acero, sin techo fijo.	Grandes dimensiones

a. Tamaño. En la industria de transporte de carga de contenedores, se han adoptado medidas estándar para facilitar el manejo de equipo y permitir un funcionamiento eficiente de terminales en todo el mundo. Las longitudes estándar son 20, 40 y 45 pies, el ancho es 8 pies y las alturas son 8.5 y 9.5 pies. En la industria de transporte marítimo es común utilizar medidas de capacidad expresadas en TEU, que representan unidades o contenedores equivalentes de 20 pies, por sus siglas en inglés. Existen límites en términos de volumen y peso, a lo que un contenedor puede transportar. Esto se debe a los límites que permiten su manejo con seguridad durante operaciones en el buque, la terminal y transporte terrestre. El siguiente cuadro muestra las dimensiones y límites de carga para los tipos más comunes de contenedores:

Cuadro 2. Dimensiones y capacidades de contenedores.

45' High Cube Dry Containers					
Contenedores Secos 45' HC					
Dimensiones interiores			Tara	Peso máximo de carga	Capacidad
L:	13.556 m	44'5 11/16"	4,590 kg	27,910 kg	86.0 cbm.
W:	2.352 m	7'8 9/16"	10,118 lbs	61,529 lbs	3,031 cu. ft.
H:	2.695 m	8'10 1/16"			
40' High Cube Dry Containers					
Contenedores Secos 40' HC					
Dimensiones interiores			Tara	Peso máximo de carga	Capacidad
L:	12.030 m	39'5 9/16"	3,930 kg	28,570 kg	76.0 cbm.
W:	2.350 m	7'8 1/2"	8,663 lbs	62,984 lbs	2,714 cu. ft.
H:	2.690 m	8'9 7/8"			
20' High Cube Dry Containers					
Contenedores Secos 20' HC					
Dimensiones interiores			Tara	Peso máximo de carga	Capacidad
L:	5.919 m	19'5"	1,900 kg	24,800 kg	33.0 cbm.
W:	2.340 m	7'8 1/16"	4,189 lbs	54,673 lbs	1,179 cu. ft.
H:	2.286 m	7'6"			
20' Open Top Container					
Contenedores Abiertos 20'					
Dimensiones interiores			Tara	Peso máximo de carga	Capacidad
L:	5.919 m	19'5"	2,177 kg	21,823 kg	32.0 cbm.
W:	2.340 m	7'8 1/16"	4,799 lbs	48,110 lbs	1,143 cu. ft.
H:	2.286 m	7'6"			
40' Open Top Container					
Contenedores Abiertos 40'					
Dimensiones interiores			Tara	Peso máximo de carga	Capacidad
L:	12.043 m	39'6"	4,300 kg	28,280 kg	64.0 cbm.
W:	2.338 m	7'8"	9,480 lbs	62,344 lbs	2,260 cu. ft.
H:	2.272 m	7'5 1/4"			
45 High-Cube Reefer Container					
Contenedores Refrigerados 45' HC					
Dimensiones interiores			Tara	Peso máximo de carga	Capacidad
L:	13.102 m	42'11 3/4"	5,200 kg	27,300 kg	75.4 cbm.
W:	2.286 m	7'6"	11,463 lbs	60,184 lbs	2,663 cu. ft.
H:	2.509 m	8'2 3/4"			
40 High-Cube Reefer Container					
Contenedores Refrigerados 40' HC					
Dimensiones interiores			Tara	Peso máximo de carga	Capacidad
L:	11.577 m	37'11 3/4"	4,150 kg	28,350 kg	67.0 cbm.
W:	2.294 m	7'6 1/4"	9,148 lbs	62,499 lbs	2,366 cu. ft.
H:	2.509 m	8'2 3/4"			
40' Standard Reefer Container					
Contenedores Refrigerados 40'					
Dimensiones interiores			Tara	Peso máximo de carga	Capacidad
L:	11.577 m	37'11 3/4"	3,950 kg	7,910 kg	58.7 cbm.
W:	2.294 m	7'6 1/4"	8,708 lbs	61,529 lbs	2,073 cu. ft.
H:	2.210 m	7'3"			
40' Standard Dry Container					
Contenedores Secos 40'					
Dimensiones interiores			Tara	Peso máximo de carga	Capacidad
L:	12.035 m	39'5 13/16"	3,700 kg	28,800 kg	67.0 cbm.
W:	2.350 m	7'8 1/2"	8,156 lbs	63,491 lbs	2,393 cu. ft.
H:	2.393 m	7'10 3/16"			
20' Standard Dry Container					
Contenedores Secos 20'					
Dimensiones interiores			Tara	Peso máximo de carga	Capacidad
L:	5.440 m	17'10 3/16"	2,750 kg	24,250 kg	27.9 cbm.
W:	2.294 m	7'6 1/4"	6,062 lbs	53,460 lbs	986 cu. ft.
H:	2.237 m	7'4 1/16"			
20' Flat Rack Container					
Plataformas 20'					
Dimensiones interiores			Tara	Peso máximo de carga	Capacidad
L:	5.935 m	19'5 5/8"	2,560 kg	21,440 kg	
W:	2.398 m	7'10 3/8"	5,643 lbs	47,265 lbs	
H:	2.327 m	7'7 9/16"			
40' Flat Rack Container					
Plataformas 40'					
Dimensiones interiores			Tara	Peso máximo de carga	Capacidad
L:	12.080 m	39'7 9/16"	5,480 kg	25,000 kg	
W:	2.420 m	7'11 1/4"	12,080 lbs	55,113 lbs	
H:	2.103 m	6'10 13/16"			

## B. Economía y crecimiento

El comercio internacional ha experimentado un crecimiento impresionante durante los últimos años. Entre 1990 y 2005, el transporte de carga en contenedores se reivindicó como una de las industrias más dinámicas del mundo a un ritmo de expansión del 10% anual en promedio. Se espera que este crecimiento continúe durante al menos 10 años aunque la tasa de crecimiento anual puede bajar a un 9%.

La importancia del transporte de carga en contenedores se basa en diversos factores. Desde el punto de vista económico, ha sido posible observar altas tasas de crecimiento en PIBs alrededor del mundo; particularmente en Asia, se han experimentado incrementos mayores al promedio. Estados Unidos ha recuperado un poco de la fuerza económica de antaño y hasta Europa ha mostrado avances positivos en su economía.

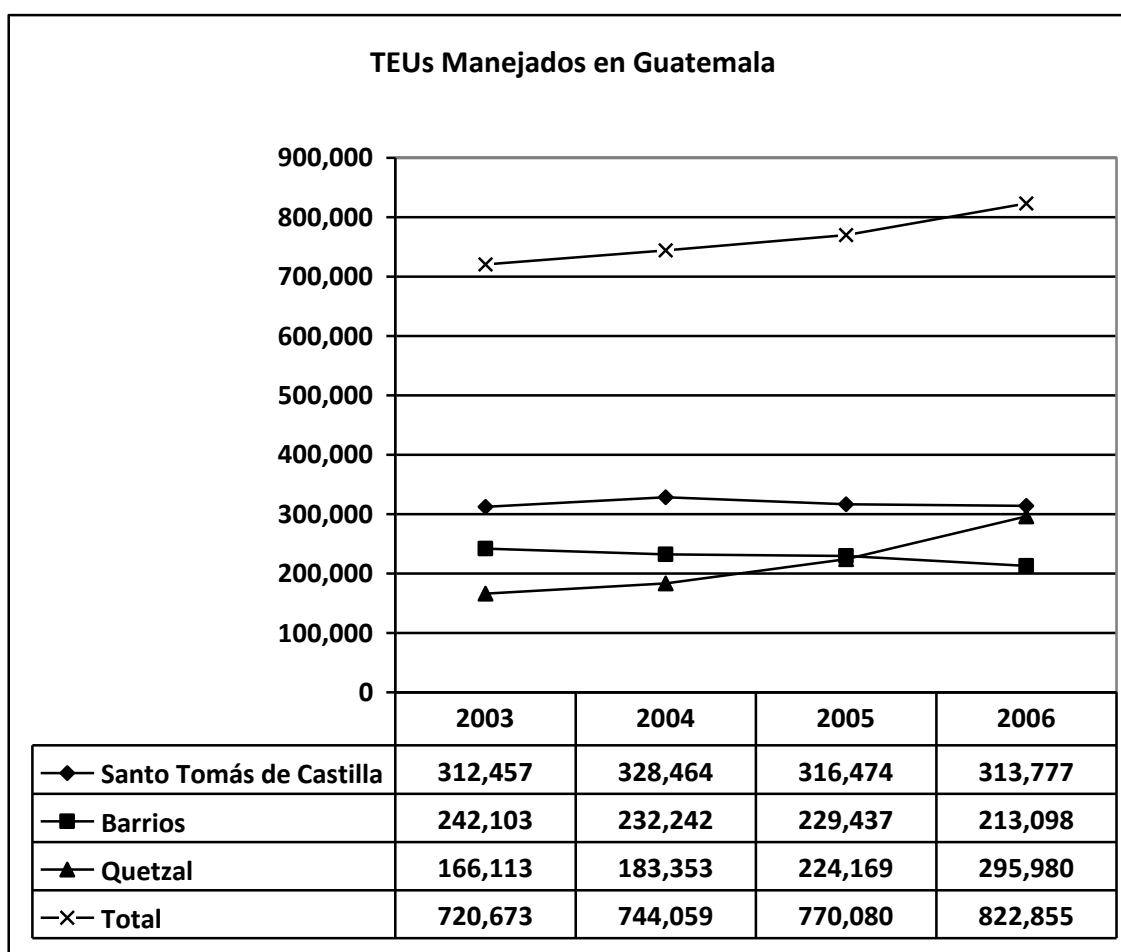
Las fuertes inversiones extranjeras en China, que sobrepasaron los 60 billones para el 2006, muestran la vigorosa economía que posee la región. La mayoría de estas inversiones se han concentrado en el sector industrial y en pocos años han logrado que China se posicione como líder en producción y calidad de diversos productos. Esto a su vez ha incrementado las necesidades de Asia de importar materias primas. El creciente libre comercio, reducciones arancelarias y abolición de cuotas también han influido en el aumento de comercio internacional.

Además de estos factores económicos, el transporte de carga en contenedores se ha visto beneficiado por tiempos de tránsito más cortos y por procesos de carga y descarga más eficientes. En términos de cantidad de barcos transportadores de contenedores, la flota mundial ha crecido más de 180% entre 1990 y 2005. Sin embargo, en capacidad, la flota se expandió más del 400%.

### C. Carga en contenedores en Guatemala.

1. Datos actuales y expectativas. El transporte de carga en contenedores en Guatemala, también ha experimentado en los últimos años un crecimiento que aunque modesto, es importante para el desarrollo del país. Actualmente, el país cuenta con tres puertos con capacidad de manejar la carga y descarga de buques porta contenedores: Santo Tomás de Castilla y Puerto Barrios en el Océano Atlántico y Puerto Quetzal en el Océano Pacífico. La siguiente gráfica muestra el crecimiento en el número de contenedores manejados en puertos de Guatemala en los últimos años, expresados en unidades de 20 pies (TEUs):

Gráfica 1. Estadísticas de contenedores en Guatemala



Se espera que la tendencia ascendente se incremente, pero es necesaria la modernización de los puertos del país para que sean más eficientes. La Comisión Portuaria Nacional de Guatemala (CPN) tiene como visión contar con un sistema portuario altamente competitivo que sirva de plataforma al desarrollo del comercio exterior. Cuenta con varios proyectos, que involucran a los distintos sectores económicos de Guatemala, que aspiran a modernizar los puertos y facilitar las actividades de transporte.

## II. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Los programas de mantenimiento garantizan el funcionamiento adecuado y seguro de los diversos equipos que se utilizan en una empresa. Su objetivo es disminuir la cantidad de fallas y maximizar el aprovechamiento de recursos.

El mantenimiento preventivo abarca el mantenimiento programado que se realiza con el fin de prevenir la ocurrencia de fallas y su característica principal es la de inspeccionar los equipos, detectar las fallas en su fase inicial y corregirlas antes de que las fallas se vuelvan graves. Puede estar basado en las condiciones o en datos históricos de fallas del equipo. Existen diferentes áreas a observar en programas de mantenimiento preventivo:

- Limpieza: La limpieza constituye una actividad sencilla y eficaz para reducir desgastes, deterioros y roturas. Las máquinas limpias son más fáciles de mantener; operan mejor y disminuyen la contaminación.
- Inspección: La inspección constituye la base para verificar el funcionamiento seguro, eficiente y económico de la maquinaria y del equipo. Suministra la información necesaria para llevar a cabo el mantenimiento adecuado y oportuno.
- Lubricación: Esta operación es normalmente realizada de acuerdo con las especificaciones del fabricante y la experiencia obtenida a través del tiempo. Reduce el rozamiento, calentamiento y desgaste de las partes móviles del equipo.
- Ajuste: El ajuste es una consecuencia directa de la inspección, ya que es a través de ella que se detectan las condiciones inadecuadas de los equipos.

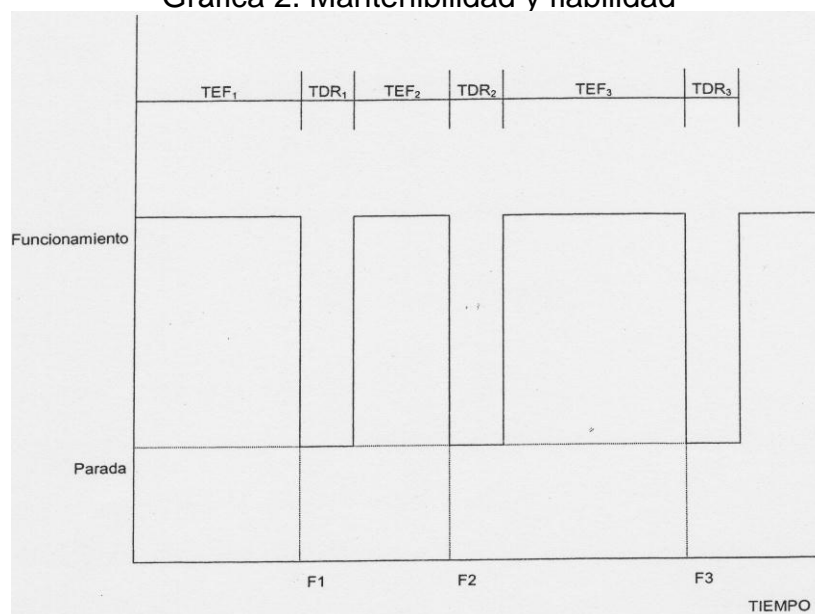
1. Fiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad. Los conceptos de fiabilidad y mantenibilidad son muy importantes en ingeniería mecánica, pues la operación adecuada de los equipos determina la rentabilidad de un proyecto. Esto hace

crucial que la cantidad de fallas y el tiempo que pasen los equipos sin operar en toda su capacidad sean minimizados.

- **Fiabilidad:** Es la probabilidad, durante un período de tiempo especificado, de que el equipo en cuestión pueda realizar su función en condiciones normales de operación. Una medida de fiabilidad es: Tiempo Medio entre Fallos, o TMEF por sus siglas en español.
- **Mantenibilidad:** Es la probabilidad de que el equipo en cuestión vuelva a condiciones de operación en un período de tiempo determinado después de sufrir un fallo. Una medida de mantenibilidad es: Tiempo Medio de Reparación o TMDR por sus siglas en español.

Las medidas de fiabilidad y mantenibilidad ayudan a determinar si los programas de mantenimiento son efectivos y eficientes y permiten tomar las medidas correctivas en caso de que no lo sean. Los responsables del mantenimiento son responsables de llevar un registro del tiempo y los recursos utilizados para asegurar un funcionamiento adecuado de los equipos. La siguiente gráfica ilustra los períodos de funcionamiento y de fallas en un equipo en función del tiempo, F denota las paradas por fallo, TEF el tiempo entre fallos y TDR el tiempo de reparación.

Gráfica 2. Mantenibilidad y fiabilidad



Como se indicó anteriormente, TMEF es una medida de fiabilidad y se determina sumando todos los tiempos en que el equipo se encuentra en operación (TEF) y se divide entre el número de veces que se ha puesto a operar (n).

$$TMEF = \frac{\sum_1^n (TEF)}{n}$$

TMDR es una medida de mantenibilidad y se calcula sumando todos los tiempos en que el equipo se encuentra en reparación debido a fallos (TDR) y se divide entre el número de veces que ha fallado (m).

$$TMDR = \frac{\sum_1^m (TDR)}{m}$$

Para poder llevar mejores controles y diferenciar entre paradas por fallos y paradas por revisiones sistemáticas, se introdujo un subíndice;  $R_1$  para fallos y  $R_2$  para revisiones sistemáticas.

La disponibilidad se define como la probabilidad de asegurar la operación de un equipo en un tiempo determinado. Se calcula dividiendo el TMEF entre la suma de TMEF y TMDR. Las siguientes ecuaciones describen la disponibilidad, diferenciando entre paradas por fallos y revisiones sistemáticas mediante el subíndice mencionado anteriormente.

$$D = \frac{TMEF}{TMEF + TMDR_1}$$

$$D = \frac{TMEF}{TMEF + TMDR_2}$$

Los conceptos de fiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad se deben analizar en conjunto ya que afectan la operación de los equipos. Junto con la vida de un material, sirven para calcular el porcentaje de equipos disponibles en un momento dado.

Dado que el TMEF representa el tiempo en que el equipo está operando, su inverso ( $\lambda$ ), da la tasa de fallos:

$$\lambda = \frac{1}{TMEF}$$

La tasa de reparaciones se representa por  $\mu_1$ :

$$\mu_1 = \frac{1}{TMDR_1}$$

La tasa de revisiones se representa por  $\mu_2$ :

$$\mu_2 = \frac{1}{TMDR_2}$$

Al conocer estos parámetros, es posible obtener mayor información acerca del rendimiento de los equipos y se puede determinar que tanto están operando y que tanto se encuentran fuera de servicio. Es necesario que el departamento encargado del mantenimiento se preocupe por minimizar y reducir el tiempo que no está operando algún equipo. Esto se puede lograr de tres maneras diferentes: minimizando el número de fallos, reduciendo los tiempos de reparación y las paralizaciones por mantenimiento preventivo.

### **III. SITUACIÓN ACTUAL**

En la actualidad, el departamento de mantenimiento es completamente manejado por la empresa naviera y todo su personal es empleado directo de la misma. Los procedimientos a seguir para prestar el mantenimiento preventivo a los bastidores no están documentados correctamente y se depende en gran medida del conocimiento de los empleados más antiguos. Estos factores, aunados a la utilización de diferentes bases de datos en cada localidad, dificultan la visibilidad de los trabajos de mantenimiento.

Debido a lo anterior, se hace necesaria la creación de manuales que documentan la forma en que los procedimientos de mantenimiento se deben de llevar a cabo, para lograr un trabajo más uniforme y eficiente. Asimismo, mediante la estandarización de procesos, se asegura un alto grado de uniformidad y se puede brindar un mejor servicio a los usuarios de bastidores.

## **IV. PROYECTO Y SOLUCIONES**

Después de un análisis financiero llevado a cabo por el Departamento de Finanzas de la empresa, se descubrió que es económicamente más viable contratar a terceros para llevar a cabo los mantenimientos y reparaciones de bastidores. Sin embargo, para asegurar un servicio de primera y garantizar la calidad del servicio prestado por la naviera a sus clientes, es necesario ordenar los procedimientos y delimitar claramente las responsabilidades.

El propósito de este proyecto fue establecer los procedimientos de mantenimiento que se realizarán mediante terceros. Para asegurar un mejor control, uniformidad de servicio, eficiencia y reducción de costos, los procedimientos se deben comunicar claramente a los involucrados. Un punto específico fue crear un manual estandarizado que contenga los procedimientos, políticas y lineamientos a seguir respecto al mantenimiento y reparación de bastidores.

### **A. Delimitación de responsabilidades**

Por decisión de la empresa, la gerencia del departamento de mantenimiento y los supervisores continuarán siendo empleados directos de la misma. Únicamente serán subcontratados los mecánicos y técnicos responsables de las actividades diarias.

### **B. Responsabilidades de la gerencia**

Verificar que todos los procedimientos en este manual sean seguidos por los empleados del departamento y brindar el soporte que necesiten.

Proveer la información y entrenamiento necesarios a los supervisores.

Verificar que la bodega del departamento utilice un control de inventario adecuado.

### **C. Responsabilidades de los supervisores**

Verificar que todos los procedimientos en este manual sean seguidos por los empleados del departamento.

Proveer la información y entrenamiento necesarios a los mecánicos y técnicos.

En el caso del supervisor de bodega, deberá llevar un control de inventario adecuado.

### **D. Responsabilidades de mecánicos y técnicos**

Seguir los procedimientos detallados en este manual. En caso de duda, consultar a su respectivo supervisor.

### **E. Mantenimiento preventivo de bastidores**

Se debe realizar un mantenimiento preventivo al año a cada bastidor.

Primero, el técnico debe llenar el formulario azul indicando el mantenimiento preventivo de bastidor.

1. Si el bastidor necesita alguna reparación, el técnico debe seguir los pasos detallados en los capítulos siguientes de este manual. Si no necesita ninguna reparación, omitir esos pasos y empezar con el chequeo previo a utilización. Todo esto debe ser documentado en el formulario azul y entregado al asistente de bodega.

2. Cuando el mantenimiento preventivo se complete, es necesario que el técnico pinte en las partes frontal y posterior la fecha (MM/AA) del siguiente mantenimiento preventivo. Esta fecha deberá ser dentro de un año exactamente.

3. La persona responsable del mantenimiento preventivo (supervisor) debe verificar la conclusión del trabajo mediante el formulario rojo.

## **F. Chequeo previo a utilización**

Los pasos descritos a continuación deben servir como guía previo a la utilización de un bastidor.

1. Verificar que el contenedor esté asegurado, chequeando que todos los pines y seguros (twistlocks) se encuentren en buen estado y en la posición adecuada.

2. Verificar el funcionamiento de las luces traseras, luces de freno, reflectores y demás señales de precaución. Verificar la operación adecuada, color y limpieza.

3. Inspeccionar las mangueras de aire, empaques y líneas eléctricas. Verificar que no hayan signos de uso, rajaduras, fugas o daño visible.

4. Comprobar que la estructura del bastidor se encuentre en buen estado, verificar que no haya daño visible o piezas faltantes.

5. Inspeccionar las llantas y verificar que tengan la presión adecuada y estén en condiciones de operación. Las llantas deberán inflarse a 85 psi y la profundidad de la labor en las llantas deberá ser de al menos 3mm para que sean consideradas aptas para operar.

6. Inspeccionar y verificar que se encuentren en condiciones de operación los aros, la suspensión, los ejes y las loderas.

7. Probar los frenos y verificar que no existan fugas de aire. En el caso de las mangueras, se deben someter a 1.5 veces la presión de trabajo (120 psi) utilizando un compresor; las mangueras se considerarán en buen estado si durante al menos media hora son capaces de mantener la presión sin pérdidas. Los frenos deberán de operar sin dificultad y no deben de haber obstrucciones en su área de acción.

8. Asegurarse que la quinta rueda se encuentre asegurada y verificar que las patas del bastidor se encuentren en buenas condiciones y completamente levantadas.

## **G. Reparaciones**

Cuando sea necesario reparar un bastidor dañado, este trabajo deberá ser autorizado por la gerencia.

## **H. Procedimiento para reparaciones**

1. Antes de que el técnico proceda a reparar un bastidor dañado, debe efectuar un diagnóstico general y completar el formulario azul.

2. El técnico va a la bodega y solicita los repuestos y partes indicadas en el formulario azul.

3. Cuando la reparación haya sido finalizada, el técnico debe firmar el formulario azul. El supervisor debe aprobar el trabajo y firmar el formulario azul

si fue hecho correctamente. De lo contrario, el técnico debe corregir los errores y el supervisor lo debe revisar de nuevo.

4. El técnico entrega a la bodega el formulario azul. El supervisor de bodega estará encargado de ordenar los repuestos necesarios para mantener un inventario completo.

5. Luego el formulario verde debe ser llenado por el supervisor de mantenimiento. Aquí se detallan los recursos utilizados así como las horas-hombre que fueron necesarias para la reparación.

6. Finalmente el formulario verde debe ser entregado a la gerencia de mantenimiento, quien se encargará de archivar, auditar y pagar los trabajos de reparación.

## **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

1. Todos los trabajos realizados deben quedar completamente documentados. Esto ayuda al análisis de las ocurrencias, además de permitir identificar las áreas más problemáticas las cuales pueden conducir a encontrar las causas de las fallas.

2. Se recomienda utilizar una misma base de datos para los equipos en diferentes localidades, para facilitar el seguimiento y aumentar la transparencia de los programas de mantenimiento.

3. La gerencia deberá supervisar y auditar el trabajo de supervisores y técnicos, asegurándose que los recursos se utilicen de la mejor manera y se reduzca el desperdicio.

4. Este manual deberá revisarse al menos una vez al año y deberán hacerse los ajustes y cambios necesarios dependiendo de las condiciones de operación.

5. La gerencia deberá proveer suficientes y adecuados entrenamientos para todo el personal con el fin que puedan realizar su trabajo eficientemente.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

- González, Francisco. 2003. *Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado*. FC Editorial
- Hadson, William. 1998. *Manual del Ingeniero Industrial, Tomo II*. Editorial McGraw Hill. México.
- Herman, E. 2006. *Container Shipping – Overcapacity inevitable despite increasing demand*. Deutsche Bank Research. Frankfurt.
- Langfeldt, Enno, et. al. 2006. *Handbook of Container Shipping Management Vol. 1: The Container Market – Supply/Demand Patterns*. Institute of Shipping Economics and Logistics. Christel Heideloff.

### Referencias tomadas de internet

- CI Yearbook. Container Traffic. <http://www.ci-online.co.uk/>
- Bureau of Transportation Statistics. Maritime Trade & Transportation 2002. <http://bts.gov/>
- World Trade Organization. International Trade Statistics 2006. [http://www.wto.org/English/res\\_e/statis\\_e/its2006\\_e/its2006\\_e.pdf](http://www.wto.org/English/res_e/statis_e/its2006_e/its2006_e.pdf)

## VII. APÉNDICES

### A. Glosario

Bastidor (Chasis): Vehículo construido especialmente para transportar contenedores, a manera que cuando éste y el contenedor se ensamblan juntos, la unidad producida sirve como furgón.

FFE: Contenedores de 40'. Por sus siglas en inglés (Forty-foot-equivalent-unit). Se utiliza como medida estándar en la industria de transporte marítimo.

TEU: Contenedor de 20'. Por sus siglas en inglés. (Twenty-foot-equivalent-unit). Se utiliza como medida estándar en la industria de transporte marítimo. Un contenedor de 40' equivale a dos TEUs.

Twist Lock: Dispositivo mecánico que se coloca en cada esquina de un contenedor, utilizado para asegurarlo físicamente a un chasis o a otros contenedores cuando están apilados.

### B. Formularios



LOGO DE LA EMPRESA					FORMULARIO ROJO			
CONTROL DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS (MP)								
Lugar:								
Año:								
Supervisor:								
#	Chassis ID	Fecha siguiente MP	#	Chassis ID	Fecha siguiente MP	#	Chassis ID	Fecha siguiente MP
1			51			101		
2			52			102		
3			53			103		
4			54			104		
5			55			105		
6			56			106		
7			57			107		
8			58			108		
9			59			109		
10			60			110		
11			61			111		
12			62			112		
13			63			113		
14			64			114		
15			65			115		
16			66			116		
17			67			117		
18			68			118		
19			69			119		
20			70			120		
21			71			121		
22			72			122		
23			73			123		
24			74			124		
25			75			125		
26			76			126		
27			77			127		
28			78			128		
29			79			129		
30			80			130		
31			81			131		
32			82			132		
33			83			133		
34			84			134		
35			85			135		
36			86			136		
37			87			137		
38			88			138		
39			89			139		
40			90			140		
41			91			141		
42			92			142		
43			93			143		
44			94			144		
45			95			145		
46			96			146		
47			97			147		
48			98			148		
49			99			149		
50			100			150		

