

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

**“Elaboración de un Plan de Mantenimiento de Chasis
para el Transporte de Contenedores”**

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Examen Complexivo

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Presentado por:

William Fernando Garnica Enderica

Guayaquil – Ecuador

Año: 2015

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi agradecimiento al M.Sc. Víctor Guadalupe, por la orientación brindada a este trabajo.

Agradecer a mi esposa Mirella, a mis hijos Andrea y Fernando, por su paciencia y comprensión con este trabajo final de graduación, por ese tiempo concedido, ya que sin sus apoyos nunca se habría realizado este escrito, y por eso, este trabajo es también suyo.

Gracias Dios por tus bendiciones recibidas.

DEDICATORIA

A mis padres

A mi esposa

A mis hijos

A mis hermanos

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

M.Sc. Víctor Guadalupe E
VOCAL

M.Sc. Gonzalo Almeida P.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de examen complejo me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

William Fernando Garnica Enderica

RESUMEN

Mantener operativos una cantidad de chasis que transportan contenedores, hace que, quien tiene la responsabilidad de conservarlos disponibles, cuente con indicadores de mantenimiento que priorizan fallos que afectan la vida útil de los equipos y seguridad; y permita que los costos de reparación estén en niveles apropiados.

El plan de mantenimiento se inició con un inventario de los 150 chasis activos y un listado de inspecciones en el período de un año, se registró los fallos más frecuentes representándolos en un diagrama de Pareto que permitió realizar el análisis de criticidad y así priorizar los fallos críticos que deben ser corregidos.

Se calculó indicadores de mantenibilidad y disponibilidad obteniéndose un tiempo promedio de reparación de 9 horas para los chasis.

Evaluados los indicadores de mantenimiento, se obtuvo que el sistema de los frenos tenga como la mayor prioridad para realizar las correcciones, debido a la ausencia de un método de trabajo, por el cual se implementó un procedimiento de capacitación continua de los mecánicos, lubricación y arreglos, para alargar la vida útil de los chasis.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ABREVIATURAS	vi
SIMBOLOGÍA	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1	
1. CHASIS PARA EL TRANSPORTE DE CONTENEDORES.....	3
1.1 Transportación de contenedores.....	3
1.2 Chasis para el transporte de contenedores.....	3
1.3 Factores que influyen en el costo de la transportación de contenedores. ..	4
1.4 Tipos de mantenimientos.....	5
1.4.1 Mantenimiento correctivo.....	5
1.4.2 Mantenimiento preventivo.....	5
1.4.3 Mantenimiento predictivo.....	5
CAPÍTULO 2	
2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS CHASIS.....	6

2.1 Componentes de un chasis.....	6
2.2 Inventario de chasis.....	9
2.3 Proceso de inspección.....	10
2.3.1 Inspección de chasis.....	10
2.3.2 Calidad y tipo de inspección.....	10
2.3.3 Criterio de decisión.....	12
2.4 Análisis de Criticidad.....	12
2.4.1 Factor de Frecuencia de Fallos (FF).....	13
2.4.2 Factores de Consecuencias (C).....	16
2.5 Matriz de criticidad.....	20
2.6 Indicadores.....	21
2.6.1 Mantenibilidad.....	21
2.6.2 Disponibilidad.....	23
 CAPÍTULO 3	
3. PLAN DE MEJORAS.....	25
3.1 Análisis de fallas.....	25
3.2 Árbol de fallas.....	27
MEJORA CONTINUA.....	28
3.3 Plan de mantenimiento de un chasis.....	28
3.4 Plan de mantenimiento anual de los chasis.....	29
3.5 Procedimiento de Lubricación.....	31

3.6 Plan de capacitación.....	34
-------------------------------	----

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	36
---	----

4.1 Conclusiones	36
------------------------	----

4.2 Recomendaciones	37
---------------------------	----

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
BLAS	Blasti. Talleres Especializados
CTR	Criticidad Total de Riesgo
FF	Frecuencia de Fallos
C	Consecuencias
IO	Impacto Operacional
FO	Flexibilidad Operacional
CM	Costes de Mantenimiento
SHA	Seguridad, Higiene y Ambiente

SIMBOLOGÍA

\bar{X}	Media muestral
S^2	Varianza
S	Desviación estándar
tmc	Tiempo medio correctivo
$P(Z)$	Probabilidad
σ	Desviación estándar
μ_x	Media muestral
Z	Distribución normal estándar
hr	horas

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	Componentes de un Chasis.....	8
Figura 2.2	Diagrama de Pareto.....	15
Figura 2.3	Matriz de Criticidad.....	21
Figura 3.1	Árbol de Fallas.....	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Inventario de chasis de la Empresa.....	9
Tabla 2	Inspección diaria o antes de cada uso de un chasis.....	11
Tabla 3	Frecuencia de Fallos 1er. Semestre 2014.....	13
Tabla 4	Frecuencia de Fallos 2do. Semestre 2014.....	14
Tabla 5	Factor de frecuencia de fallos.....	16
Tabla 6	Consecuencia de fallos.....	19
Tabla 7	Criticidad total por riesgo.....	19
Tabla 8	Principales fallos.....	20
Tabla 9	Tiempos de reparaciones.....	22
Tabla 10	Plan de mantenimiento de un chasis.....	29
Tabla 11	Plan de mantenimiento anual de chasis.....	30
Tabla 12	Plan de capacitación.....	35

INTRODUCCIÓN

El desarrollo del siguiente trabajo final de graduación, abarca principalmente lo siguiente.

En el capítulo 1, se describe la importancia de los chasis para el transporte de los contenedores y sus mantenimientos.

En el capítulo 2, se realiza una descripción de los chasis, el inventario de estos activos en la empresa donde se realiza este trabajo, el proceso de inspección para registrar los fallos en que incurren estos equipos. Con los datos obtenidos, se efectúa un análisis de criticidad, tomando como referencia el promedio mensual de fallos para asignarle un valor en el factor de frecuencia, así como los índices de consecuencias que ocasionan los fallos, sean estos operacionales, costos de mantenimiento, impacto en seguridad y al medio ambiente, y se prioriza los fallos con mayores valores. Se calcula indicadores de mantenibilidad y de disponibilidad, para obtener tiempos promedio de reparaciones.

De los resultados obtenidos, en el capítulo 3, se realiza un análisis de fallas para implementar un procedimiento de lubricación, un plan de mantenimiento

para cada chasis y otro en forma anual, una de capacitación a los mecánicos y de esta manera dar un mayor tiempo de vida útil a los equipos.

Finalmente en el capítulo 4, se dan las respectivas conclusiones y recomendaciones, para el plan de mantenimiento propuesto.

CAPÍTULO 1

1. CHASIS PARA EL TRANSPORTE DE CONTENEDORES

1.1 Transportación de contenedores.

La transportación de contenedores es un medio común en esta época, ya que abre un horizonte decisivo para el transporte e intercambio de bienes, sea a nivel nacional o internacional, en forma segura, protegiéndola contra deterioro y pérdidas desde el lugar de embalaje hasta las bodegas de sus dueños o consignatarios en el país de destino.

1.2 Chasis para el transporte de contenedores.

El transporte de los contenedores se los realiza a través de los chasis, que es una estructura metálica-esquelética, compuesta por 2 vigas longitudinales de chapa de acero, con capacidad para soportar tracción, compresión y flexión, y un conjunto de travesaños que ayudan a soportar el peso en los extremos laterales.

Está dotado de un acoplador frontal llamado “King pin”, desde donde es enganchado por un tracto-camión para su arrastre, y en la parte posterior tiene 2 o 3 ejes proporcionados con llantas, sistema de frenos, de suspensión, luces. La parte delantera tiene un par de patas de apoyo, sobre la que descansa la estructura cuando el chasis no está conectado al cabezal.

1.3 Factores que influyen en el costo de la transportación de contenedores.

La transportación de contenedores por intermedio de los chasis, generan costos inevitables debido al desgaste que sufren las partes mecánicas y sus componentes durante su movilización. Así como a rupturas imprevistas debido a abruptos caminos que deben transitar por las haciendas a recoger los contenedores ya llenos con las frutas a transportar.

Estos costos suelen ser elevados y los clientes se sienten insatisfechos por la no entrega de sus productos en el tiempo acordado y cumplir penalizaciones económicas para su embarque.

1.4 Tipos de mantenimientos.

El mantenimiento mecánico, es realizar acciones para que un equipo prosiga en lo que está ejecutando, no deje de operar y alargar la vida útil del equipo. [ref. 1]

1.4.1 Mantenimiento correctivo.

Son labores no programadas que se realizan a un equipo luego de haber ocurrido una falla, para regresarla a su condición normal de operación.

1.4.2 Mantenimiento preventivo.

Es un conjunto de acciones programadas y ejecutadas periódicamente sobre los equipos operando y minimizar las paradas imprevistas.

1.4.3 Mantenimiento predictivo

Es el seguimiento del estado de los equipos, mediante monitorizaciones, que permiten realizar sustituciones y reparaciones cuando no se encuentren en buen estado.

CAPÍTULO 2

2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS CHASIS.

2.1 Componentes de un chasis.

En la Figura 2.1, se observa un chasis típico y sus principales componentes que se detallan a continuación:

Estructura completa: rieles longitudinales, apoyos frontal y posterior con refuerzos, puentes transversales, plancha del pin acoplador, pin acoplador.

Sistema de la suspensión: paquetes de resortes, abrazaderas “U”, balancines, soportes de paquetes y balancines, templadores fijos y regulables.

Seguros: bloqueadores del contenedor (twist lock).

Sistema de ejes: ejes soportes de llantas, tambores y aros de las llantas, sistema de rodamientos.

Sistema de los frenos: zapatas, raches reguladoras, ejes de leva, acoples de aire, tanques y válvula de aire, mangueras.

Sistema de luces: acople eléctrico, cables y luces.

Llantas: neumáticos, aros, espárragos, chavetas, tuercas.

Patas de apoyo: patas completas, caja de engranaje, zapatones estabilizadores.

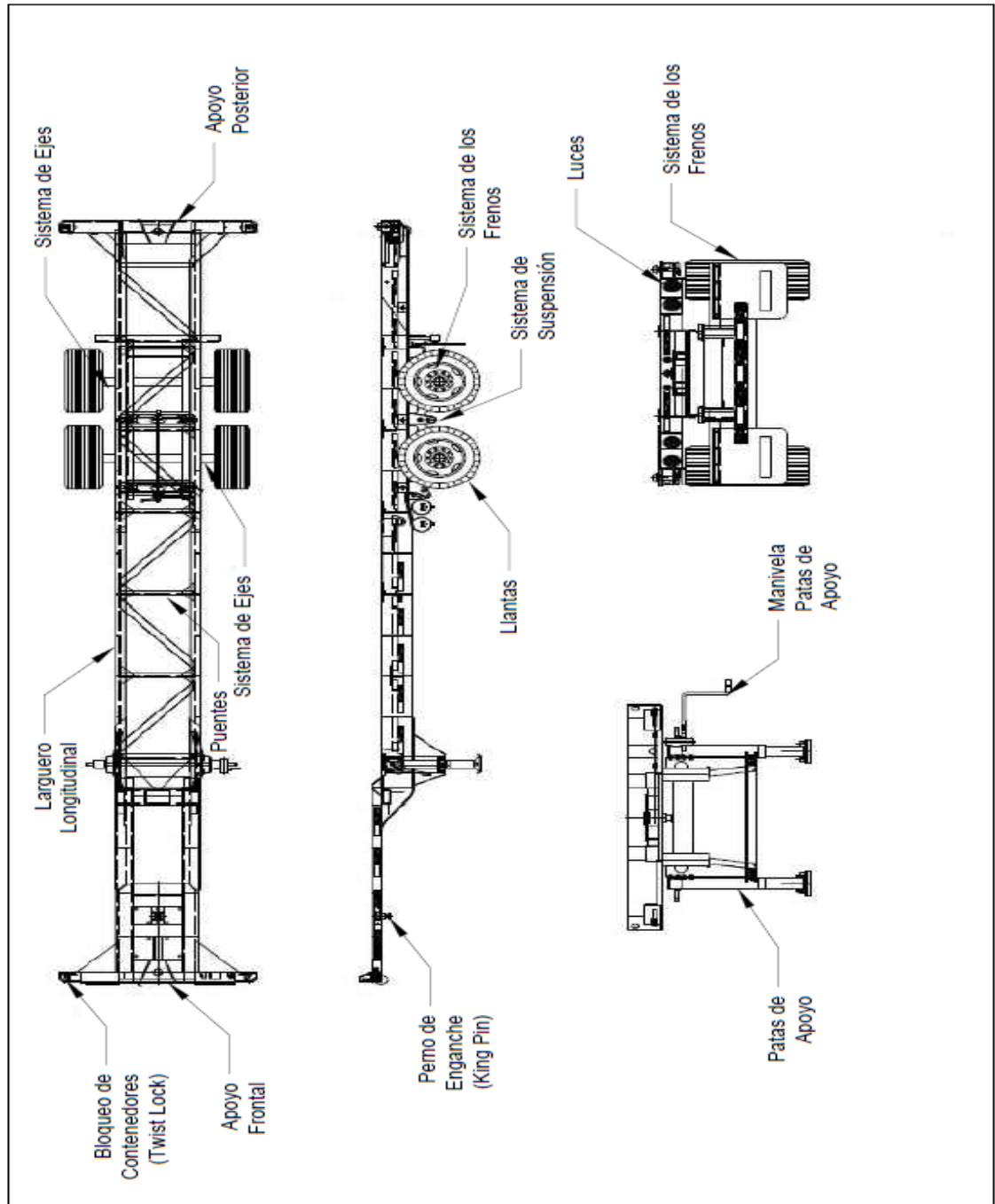


FIGURA 2.1 COMPONENTES DE UN CHASIS

2.2 Inventario de chasis

La empresa cuenta con 150 chasis, y en la tabla 1, se muestra un fragmento de la secuencia de los mismos, codificadas desde BLAS 2000001 hasta el chasis BLAS 2000020, que son chasis de 20 pies y de BLAS 4000001 hasta BLAS 4000130, que son chasis de 40 pies de longitud, utilizados en forma alternativa, ya que mientras unos son dejados con un contenedor vacío en los centros de acopio para su llenado con la fruta, otros son trasladados ya llenos hacia su embarque y punto de espera o para su mantenimiento en los talleres centrales.

TABLA 1
INVENTARIO DE CHASIS DE LA EMPRESA

ÍTEM	CÓDIGO	OBSERVACIONES
1	BLAS 2000001	Chasis de 20 pies
2	BLAS 2000002	Chasis de 20 pies
3	BLAS 4000001	Chasis de 40 pies
150	BLAS 4000130	Chasis de 40 pies

En los Anexos 1 y 2 se mostrará el listado completo.

2.3 Proceso de inspección.

2.3.1 Inspección de chasis.

Un chasis debe ser inspeccionado para prolongar la vida útil de sus componentes y sea confiable durante la transportación del contenedor.

2.3.2 Calidad y tipo de inspección.

Las inspecciones deben ser realizadas por una persona altamente capacitada, de una manera ágil, rápida pero minuciosa con criterio técnico, para autorizar la salida o no del chasis, sin perjudicar a la empresa, al cliente, ni a terceros. Esta inspección se la realiza a través de un listado de inspección, que puede ser a diario, mostrada en la tabla 2, donde se observan principales fallos críticos en las partes que componen el chasis y ponen en riesgo la seguridad del equipo.

Las inspecciones se realizan también en forma trimestral y anual, chequeando fallos de fisuras, desgastes previsible, distorsiones y sus arreglos programados en los mantenimientos preventivos y son mostradas en los anexos 3 y 4.

TABLA 2

INSPECCIÓN DIARIA O ANTES DE CADA USO DE UN CHASIS

Componente	Subcomponente	Condición encontrada	Observación	
			SI	NO
Estructura completa	Rieles principales	Torcido		
		Desoldado		
	Apoyo frontal	Torcido		
		Desoldado		
	Apoyo posterior	Torcido		
		Desoldado		
	Cuello	Torcido		
Desoldado				
Perno rey (king pin)	Desoldado			
Seguros	Pines bloqueadores	Operativos		
Patas de apoyo	Patas	Operativos		
	Zapatones	Deformados		
Sistema de los frenos	Sistema completo	Operativo		
	Válvula de aire	Fugas audibles		
	Raches reguladoras	Operativos		
	Mangueras y acoples	Aplastadas o partidas		
		Fugas audibles		
Zapatatas de frenos	Desgastadas			
	Completas			
Sistema de la suspensión	Paquetes de resorte	Rotos		
		Flojos		
	Abrazaderas "U"	Flojos		
	Balancines	Operativos		
		Rotos		
	Soportes de paquetes	Desoldados		
Rotos				
Tensores	Flojos			
Sistema de los ejes	Sistema completo	Incompleta		
		Deformados		
	Tambores	Rotos		
Arañas de las llantas	Deformadas			
Sistema de las llantas	Llantas	Desgastadas		
		Presiones correctas		
		Aseguradas correctamente		
	Aro de la llanta	Golpeadas		
Sistema eléctrico	Acople eléctrico	Operativo		
	Cables	Pelados		
	Luces	Operativas		
		Incompletas		

2.3.3 Criterio de decisión

La persona encargada de la inspección diaria o de antes de cada uso, toma la decisión de la salida o no del chasis, si encuentra fallos que comprometan la seguridad de la transportación, por ejemplo, desoldado la riel principal, el cuello del chasis, el perno rey, frenos no operativos, rotos los paquetes de resorte, los balancines, llantas desgastadas, luces no operativas, no debe dejar salir el equipo, pero si encuentra fallos que no comprometen la transportación en forma inmediata y que debe ser programada para el respectivo mantenimiento, si permite su salida.

2.4 Análisis de Criticidad.

El análisis de criticidad es una metodología que permite priorizar un conjunto de fallos, y aplicar correctivos que las eliminen de forma definitiva, soportado en el concepto del riesgo, y como la consecuencia de multiplicar la frecuencia de un fallo por la severidad del mismo. [Ref. 1]

$$\text{CTR} = \text{FF} \times \text{C}$$

Donde **FF** es el factor de frecuencia, y

C es la severidad de los fallos

2.4.1 Factor de Frecuencia de Fallos (FF)

Es un índice que mide el número de fallos que aparecen en un activo que no se mantiene correctamente en un tiempo determinado. [Ref. 1]

En la tabla 3 se observa la frecuencia de fallos del primer semestre del 2014, donde hay valores altos hasta el mes de mayo, ya que es una época donde es alta la comercialización del banano y por tanto mayor utilización de los chasis

TABLA 3
FRECUENCIA DE FALLAS 1ER SEMESTRE DEL 2014

	FALLA	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
1	Estructura completa	4	5	4	2	2	2
2	Sistema de la suspensión	17	22	19	15	7	4
3	Sistema de los frenos	27	21	22	17	15	2
4	Sistema de los ejes	11	12	15	6	3	4
5	Sistema de las llantas	7	5	9	9	5	5
6	Sistema eléctrico	8	5	11	7	5	3
7	Seguros	3	2	3	2	2	1
8	Patatas de apoyo	14	13	18	16	12	8

En la tabla 4, se muestra la frecuencia de fallos del 2do semestre del 2014, observando que en el último trimestre, los fallos aumentan, ya que es la época donde la fruta comienza su mayor productividad, siendo el sistema de los frenos y de la suspensión los que tienen mayores valores.

TABLA 4
FRECUENCIA DE FALLAS 2DO SEMESTRE DEL 2014

	FALLA	Julio	Agost	Sept	Octub	Novie	Dicie	TOTAL
1	Estructura completa	1	1	0	1	1	2	25
2	Sistema de la suspensión	3	5	10	11	13	15	141
3	Sistema de los frenos	2	2	5	11	13	17	154
4	Sistema de los ejes	2	3	2	3	7	11	79
5	Sistema de las llantas	2	3	1	3	6	6	61
6	Sistema eléctrico	1	2	2	3	5	7	59
7	Seguros	0	1	1	1	2	4	22
8	Patas de apoyo	9	4	5	8	7	14	128

Se toma en una escala del 1 al 4, el factor de frecuencia de fallos

(FF): [Ref. 1]

4: Frecuente: Mayor a 10 eventos promedio mensual

3: Promedio: Menor a 10 y mayor a 6 eventos promedio mensual

2: Bueno: Menor a 6 y mayor a 2 eventos promedio mensual

1: Excelente: Menor a 2 eventos promedio mensual

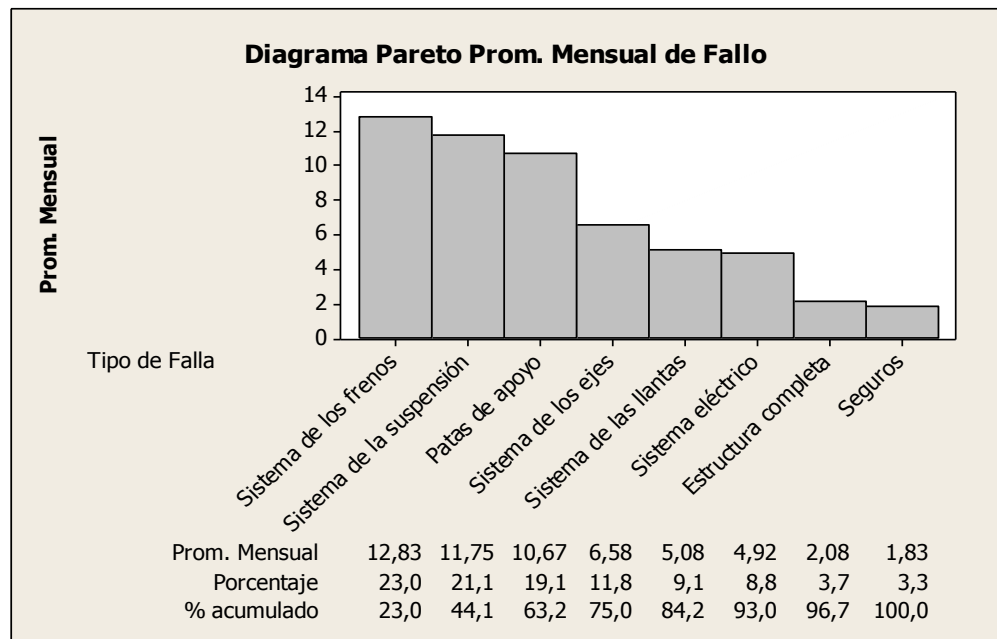


FIGURA 2.2 PROMEDIO MENSUAL DE FALLOS

La figura 2.2 se indica que el sistema de los frenos tiene un promedio de fallos mensual mayor a 10, con un 23% del total, por lo que se obtiene un factor de frecuencia de 4, ocurre igual al sistema de la suspensión y patas de apoyo tener un factor de frecuencia de 4 por tener fallos mayores a 10, ocupando también porcentajes altos de 21.1% y 19.1% respectivamente, haciendo que los 3 primeros fallos tengan un 63.2% del total. El sistema de los ejes por tener fallos entre 6 y 10, tiene un factor de frecuencia de 3, mientras que los otros 4 restantes van de 2 a 6 fallos, teniendo los 5 últimos un porcentaje acumulado del 36.7% del total.

En la tabla 5, se muestra el factor de frecuencia que ocupan los fallos, de acuerdo al promedio mensual de la ocurrencia.

TABLA 5
FACTOR DE FRECUENCIA DE FALLOS

	FALLOS	Promedio mensual de fallos	Factor de Frecuencia FF
1	Estructura completa	2,08	2
2	Sistema de la suspensión	11,75	4
3	Sistema de los frenos	12,83	4
4	Sistema de los ejes	6,58	3
5	Sistema de las llantas	5,08	2
6	Sistema eléctrico	4,92	2
7	Seguros	1,83	1
8	Patatas de apoyo	10,67	4

2.4.2 Factores de Consecuencias (C)

Es un índice que considera las consecuencias que ocasiona los fallos de un activo en el entorno donde trabaja. [Ref. 1]

Se la obtiene de la siguiente expresión

$$C = (IO \times FO) + CM + SHA$$

2.4.2.1 Impacto Operacional (IO) (escala de 1-10) [Ref. 1]

10: Pérdidas en operaciones superiores al 75%

7: Pérdidas en operaciones entre el 50% y el 74%

5: Pérdidas en operaciones entre el 25% y el 49%

3: Pérdidas en operaciones entre el 10% y el 24%

1: Pérdidas en operaciones menor al 10%

2.4.2.2 Impacto por Flexibilidad Operacional (FO) (escala de

1-4) [Ref. 1]

4: No se cuenta con unidades de reserva para cubrir las operaciones, tiempos de reparaciones altas y logística muy grandes

3: No se cuenta con unidades de reserva, tiempos de reparaciones intermedia y logística intermedio

2: Se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir en forma parcial el impacto en operaciones, tiempos de reparaciones intermedio y logística intermedio

1: Se cuenta con unidades de reserva en línea, tiempos de reparaciones bajos y logística pequeños

2.4.2.3 Impacto en Costes de Mantenimiento (CM) (escala de

1-2) [Ref. 1]

2: Costes de reparación, materiales y mano de obra superiores a 1000 dólares

1: Costes de reparación, materiales y mano de obra inferiores a 1000 dólares

2.4.2.4 Impacto en Seguridad, Higiene y Ambiente (SHA)

(escala de 1-8) [Ref.1]

8: Riesgo alto de pérdida de vida, daños graves a la salud del personal y/o incidente ambiental mayor, que exceden los límites permitidos

6: Riesgo medio de pérdida de vida, daños importantes a la salud y/o incidente ambiental de difícil restauración

3: Riesgo mínimo de pérdida de vida y afección a la salud (recuperable en corto plazo) y/o incidente ambiental menor

1: No existe ningún riesgo de pérdida de vida, ni afección a la salud, ni daños ambientales

En la tabla 6, se muestra los valores que los fallos ocupan debido a las diferentes consecuencias que ocasionan sus impactos dentro de sus operaciones, sean estos operacionales, flexibilidad operacional, costes de mantenimiento, seguridad, higiene y ambiente.

TABLA 6
CONSECUENCIAS DE FALLOS

	FALLOS	Promedio mensual de fallos	Impacto Operacional IO	Impacto por Flexibilidad Operacional FO	Impacto en Costes de Mantenimiento CM	Impacto de Seguridad Higiene y Ambiente SHA
1	Estructura completa	2,08	1	2	2	8
2	Sistema de la suspensión	11,75	1	2	2	6
3	Sistema de los frenos	12,83	1	1	1	8
4	Sistema de los ejes	6,58	1	1	1	8
5	Sistema de las llantas	5,08	1	1	2	8
6	Sistema eléctrico	4,92	1	1	1	1
7	Seguros	1,83	1	1	1	3
8	Patatas de apoyo	10,67	1	1	1	1

En la tabla 7, se observa los valores de criticidad total por riesgo, que se la obtiene por el producto de las frecuencias de fallos y sus consecuencias.

TABLA 7
CRITICIDAD TOTAL POR RIESGO

	FALLOS	Promedio mensual de fallos	Factor de Frecuencia FF	Consecuencia de los eventos de fallos C $= (IO \times FO) + CM + SHA$	Criticidad Total por Riesgo CTR = FF * C
1	Estructura completa	2,08	2	12	24
2	Sistema de la suspensión	11,75	4	10	40
3	Sistema de los frenos	12,83	4	10	40
4	Sistema de los ejes	6,58	3	10	30
5	Sistema de las llantas	5,08	2	11	22
6	Sistema eléctrico	4,92	2	3	6
7	Seguros	1,83	1	5	5
8	Patatas de apoyo	10,67	4	3	12

En la tabla 8, se prioriza los cinco fallos que tienen mayor criticidad total por riesgo, fallos que se toman en cuenta para continuar en el análisis posterior.

TABLA 8
PRINCIPALES FALLOS

	FALLOS	Promedio mensual de fallos	Criticidad Total por Riesgo CTR = FF*C
1	Sistema de los frenos	12,83	40
2	Sistema de la suspensión	11,75	40
3	Sistema de los ejes	6,58	30
4	Estructura completa	2,08	24
5	Sistema de las llantas	5,08	22

2.5 Matriz de criticidad.

Se presenta los resultados de esta evaluación en una matriz de criticidad 4 x 5 (Figura 2.3), donde el eje vertical esta dado por 4 niveles de frecuencia de fallos, y el eje horizontal por 5 niveles de consecuencias de fallos. La matriz está dada en tres zonas que representan tres niveles de criticidad. [Ref. 1]

NC = No crítico

MC = Medio crítico

C = Crítico

F R E C U E N C I A	4	MC	C	C	C	C	
	3	MC	MC	C	C	C	
	2	NC	MC	MC	C	C	
	1	NC	NC	MC	MC	C	
		0	10	20	30	40	50
		CONSECUENCIAS					

FIGURA 2.3 MATRIZ DE CRITICIDAD

2.6 Indicadores

Los indicadores de mantenimiento, son parámetros numéricos, que permiten evaluar el comportamiento de ciertas acciones de los equipos o máquinas durante sus operaciones.

2.6.1 Mantenibilidad.

Es la probabilidad de que un activo sea reparado en un tiempo determinado. [Ref. 1]

En la tabla 9, se tienen los tiempos de reparación que se requiere para rehabilitar los fallos encontrados, datos que sirven para hallar la media de reparaciones, varianza, desviación estándar, con estos valores y ayudado por la tabla de la normal calcular el tiempo promedio de reparación de los distintos fallos.

TABLA 9
TIEMPOS DE REPARACIONES

FALLOS	Promedio mensual de fallos	Tiempo de reparación en horas por chasis
Sistema de los frenos	12,83	4
Sistema de la suspensión	11,75	6
Sistema de los ejes	6,58	3
Estructura completa	2,08	9
Sistema de las llantas	5,08	2
		24

Media

$$Media = \frac{\text{tiempo de reparaciones}}{\text{items de falla}} \quad Ec (2.1)$$

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{n=1}^i x_i$$

$$\bar{X} = \frac{1}{5} (4 + 6 + 3 + 9 + 2)$$

$$\bar{X} = 4.8$$

Varianza

$$S_x^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{n=1}^i (X_i - \bar{X})^2 \quad Ec (2.2)$$

$$S^2 = \frac{1}{5-1} [(4-4.8)^2 + (6-4.8)^2 + (3-4.8)^2 + (9-4.8)^2 + (2-4.8)^2]$$

$$S^2 = 7.7$$

Desviación estándar

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{7.7}$$

$$S = 2.77$$

Tiempo Medio Correctivo

$$tmc = (Z * \sigma) + \mu_x \quad Ec (2.3)$$

Con $P(Z) = 90\%$ de confiabilidad, la tabla normal nos da un valor de $Z = 1.29$ [tabla de la normal]

$$tmc = (1.29 * 2.77) + 5$$

$$tmc = 8.57hr = 9hr$$

A modo de comprobación se tiene:

$$Z = \frac{t - \mu_x}{\sigma_x} = \frac{8.5 - 5}{2.77} = 1.26 \Rightarrow P(Z) = 89.62\% \approx 90\%$$

2.6.2 Disponibilidad

Es un indicador técnico que permite estimar en forma global, el porcentaje de tiempo real que un activo está en condiciones de cumplir la función requerida. [Ref. 1]

Ya que la empresa cuenta con 150 chasis para el traslado de los contenedores durante los 365 del año, se señala:

$$365 \text{ días} \times 24 \text{ horas} = 8760 \text{ horas}$$

$$150 \text{ chasis} \times 8760 \text{ horas} = 1314000 \text{ horas}$$

Tiempo promedio de reparación de un chasis es de 9 horas

150 chasis x 9 horas = 1350 horas

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{tiempo de operaciones} - \text{tiempo de parada}}{\text{tiempo de operaciones}} \quad \text{Ec (2.4)}$$

$$\text{Disponibilidad} = \frac{1314000 - 1350}{1314000} = 0.9989$$

$$\text{Disponibilidad} = 99.89\%$$

CAPÍTULO 3

3. PLAN DE MEJORAS

3.1 Análisis de fallas

Evaluados importantes indicadores de mantenimiento, se observa que en la frecuencia de fallos en los chasis hay un promedio mensual de 10 fallos, el cual se considera crítico dentro de un mantenimiento. Se razona también las consecuencias con que estos fallos hacen incurrir a los equipos en cuanto al impacto operacional, ya que existiendo una buena cantidad de reserva y disponibilidad de chasis generan pérdidas operacionales menor al 10%, con tiempos medios de mantenibilidad, costos que fluyen de menos de \$ 1000 a mayores de dicha cantidad, siendo estos impactos manejables, pero en cuanto a riesgos de seguridad tanto para los equipos como a vidas humanas y al medio ambiente, son los más altos, teniendo el sistema de los frenos el mayor valor en la criticidad total de riesgo, donde se actúa para reducir estas frecuencias conjuntamente con el sistema de la suspensión y de los ejes, porque funcionan solidariamente.

Tomando como base todos los conceptos anteriores, la siguiente etapa del presente trabajo, trata sobre la elaboración de un procedimiento de lubricación para los chasis, y observando la figura 3.1 del árbol de fallos, se indica como causa importante de que el eje de leva y los reguladores de las zapatas, se traben por tener una lubricación defectuosa, ocasionando que el sistema de frenos no funcione adecuadamente, aumentando altamente sus riesgos.

Así mismo, se obtiene una media muestral de 5, una desviación estándar de 2.77, con una confiabilidad del 90% en la curva de la normal, la variable de la distribución da un valor de 1.29, determinándose un tiempo promedio de reparación de 9 horas, cuyo valor sirve de referencia para implementar programas de mantenimientos para los equipos, tanto individual como anual.

3.2 Árbol de fallas

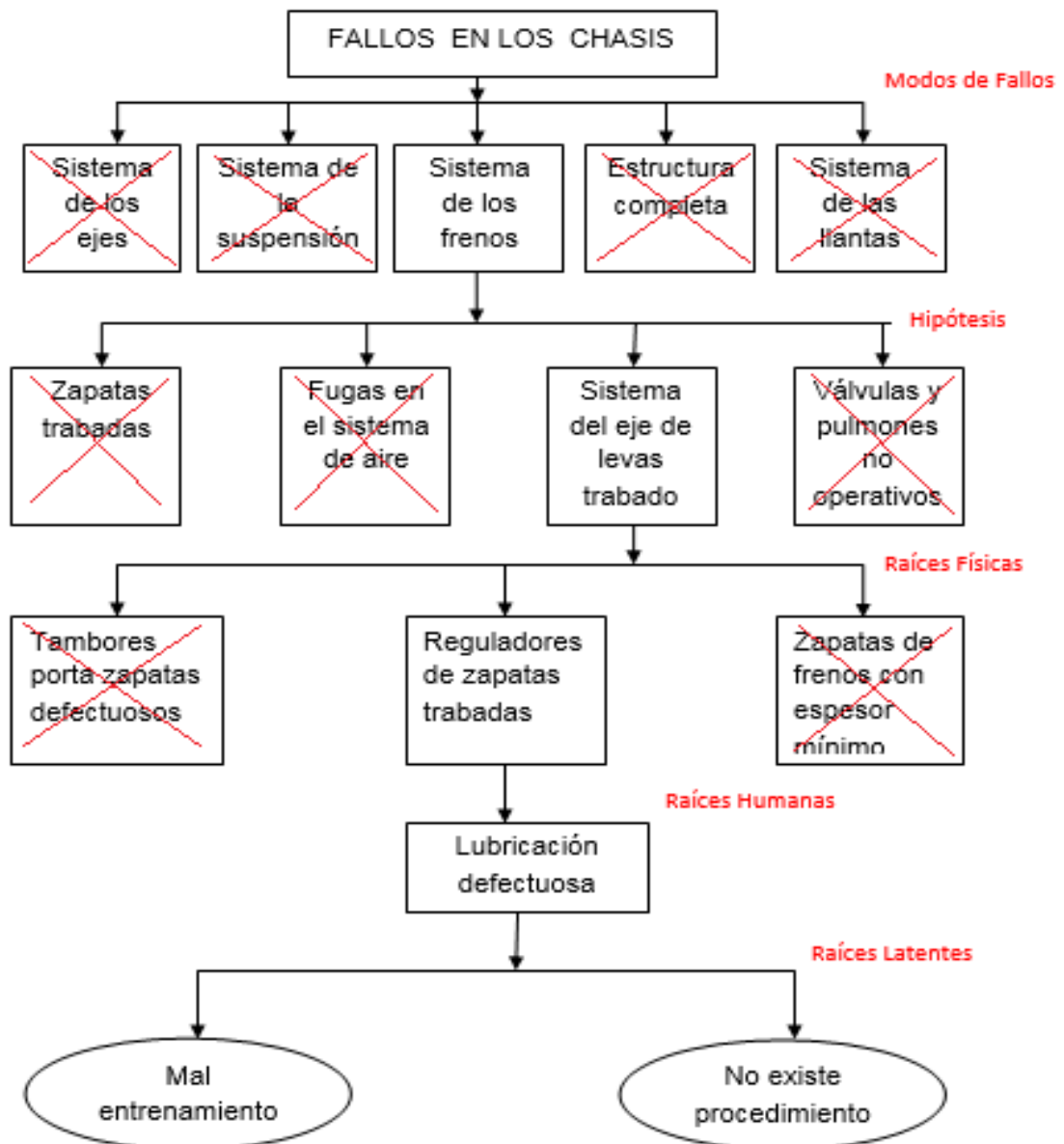


FIGURA 3.1 ÁRBOL DE FALLAS

En la figura 3.1 del árbol de fallas, se comienza con las principales ocurrencias de fallos que suceden en los chasis, tales como el

sistema de los ejes, sistema de los frenos, sistema de la suspensión, sistema de las llantas, la estructura completa, donde se estableció que el sistema de los frenos es la primera prioridad de fallos, indicándose que el sistema falla es porque los ejes de levas que accionan el conjunto de las zapatas, no se accionan, debido a que los reguladores o raches que maniobran dichos ejes de leva se traban, por una lubricación defectuosa, siendo las causas principales la falta de métodos de trabajos, tales como mal entrenamiento y falta de procedimiento de lubricación.

MEJORA CONTINUA

3.3 Plan de mantenimiento de un chasis

Se ha calculado un promedio de 9 horas de mantenimiento por chasis, el plan es comenzar por la estructura, que es donde se invierte el mayor tiempo en reparación, simultáneamente con el sistema de la suspensión, seguir con el sistema de los ejes, frenos, y llantas, tal como se observa en la tabla 10

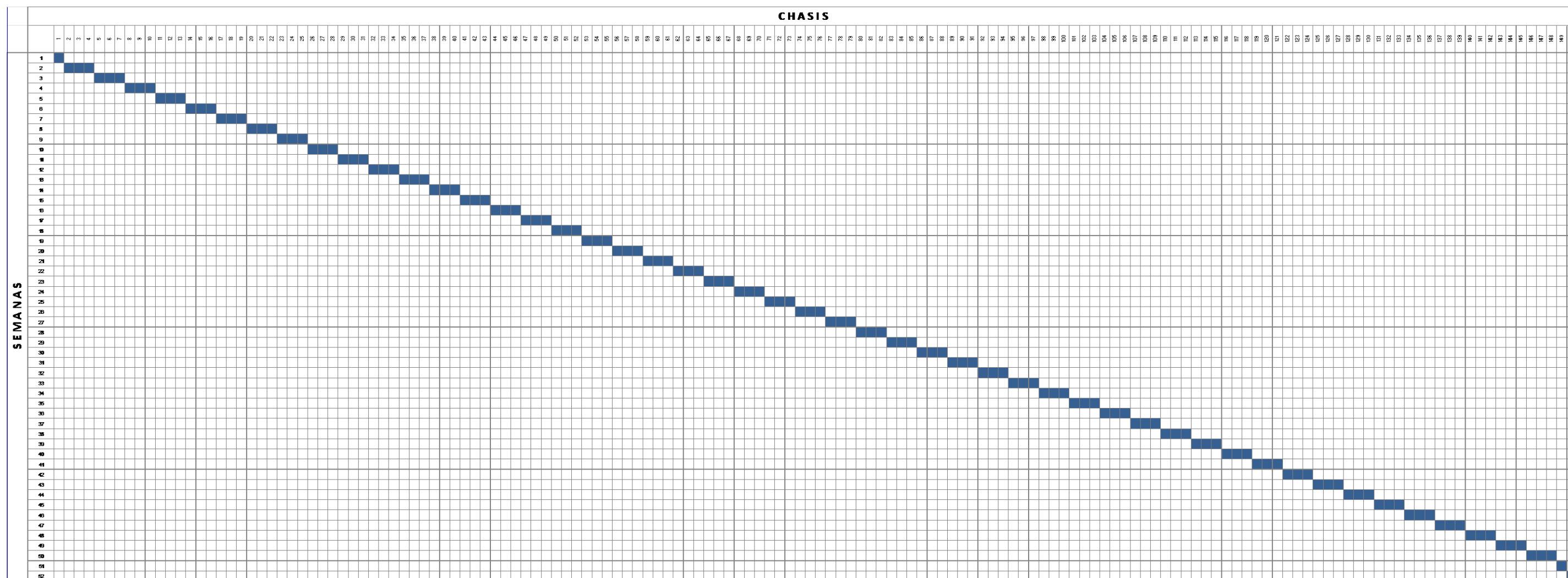
TABLA 10
PLAN DE MANTENIMIENTO PARA UN CHASIS

FALLOS	HORAS								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sistema de los frenos									
Sistema de la suspensión									
Sistema de los ejes									
Estructura completa									
Sistema de las llantas									

3.4 Plan de mantenimiento anual de los chasis


En la tabla 11, se muestra el plan de mantenimiento de los 150 chasis (eje horizontal) por las 52 semanas del año (eje vertical), siendo en promedio de 3 chasis por semana, excepto la primera y las 2 últimas, que se tiene un chasis para sus mantenimientos por ser semanas irregulares.

Tabla 11 Plan de mantenimiento anual de los chasis



3.5 Procedimiento de Lubricación

Luego del análisis de fallas, se determina que los fallos frecuentes se producen debido a una mala lubricación, por lo que se implementa un “Procedimiento de Lubricación”, con el fin de minimizar los daños que por este concepto se producen.

	Código : MTT.CH.01	Revisión: 01	Fecha: 01 / julio / 2015
	PROCEDIMIENTO PARA LA LUBRICACION DE LOS CHASIS		

Objetivo

Dar las directrices de lubricación en las partes móviles de un chasis, asegurando su frecuencia, prevenir posibles fallos, y así aumentar la vida útil de las mismas.

Alcance

Tiene alcance para los 150 chasis que conforman la flota en el traslado de los contenedores.

Definiciones y/o abreviaturas

(ST) Supervisor de los talleres de chasis. Persona encargada de coordinar las tareas de mantenimiento de los chasis.

(**MT**) Mecánico del taller de chasis. Persona encargada de ejecutar los trabajos de mantenimiento en los chasis.

(**JT**) Jefe de talleres. Persona encargada de todas las actividades de mantenimiento de los equipos y máquinas de transportación de la empresa.

Responsabilidades

Es responsabilidad del supervisor del taller de chasis y del jefe de talleres, velar por el cumplimiento del presente procedimiento de lubricación.

Procedimiento

- 1.- JT, solicita al departamento de operaciones, los chasis a los que se deben realizar los mantenimientos correctivos y preventivos de acuerdo al plan de mantenimientos.
- 2.- ST, recibe los chasis en el taller, de acuerdo a los arreglos que se van a realizar, sean estos correctivos y/o preventivos.
- 3.- ST, realiza la respectiva inspección del chasis de acuerdo al listado de chequeo diaria, trimestral o anual.
- 4.- ST, emite las respectivas órdenes de trabajo para la realización de los arreglos y la lubricación del mismo.

5.- ST, genera la requisición de materiales a utilizar, incluyendo grasas y aceites para la lubricación, y una vez aprobado por JT, procede a retirarlos de bodega.

6.- ST, entrega a MT, las órdenes de trabajo a realizar y los materiales a utilizarse.

7.- MT, ejecuta los trabajos ordenados y realiza las lubricaciones del equipo.

8.- MT, debe engrasar los siguientes ítems y una vez retirada la grasa vieja:

- engranaje completo de las patas de apoyo
- los 4 pines bloqueadores de contenedor
- 1 perno rey (King pin) y la plancha que lo soporta
- 4 raches reguladores de las zapatas de freno
- 2 balancines de los paquetes de resorte
- 4 ejes de leva, que accionan las zapatas de los frenos
- 4 tensores del sistema de ejes
- 4 conjuntos de puntas de ejes, donde rotan las llantas

9.- ST, una vez verificado los trabajos, procede a cerrar la orden de trabajo

10.- JT, registra este mantenimiento con los datos siguientes:

- código del equipo
- fecha último mantenimiento
- tipo de mantenimiento
- tiempo del mantenimiento realizado
- insumos utilizados y sus cantidades
- nombre del mecánico que realizó el mantenimiento
- fecha del próximo mantenimiento

Elaborado por Jefe de taller	Revisado por Gerente de área	Aprobado por Gerente General
---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------

3.6 Plan de capacitación

Como parte del diagnóstico, se implementa la capacitación del personal. Los mecánicos que conforman el taller de reparaciones generalmente en este medio, tienen una educación básica y falta de conocimientos técnicos, por lo que ejecutan trabajos no tan aceptables, por lo que se hace necesario realizar un programa de capacitación, y ellos aprendan de cómo realizar en buena forma los trabajos, teniendo

mayor confianza, seguridad y dar otro enfoque a las labores que realizan.

En la tabla 12, se muestra un plan de capacitación que debe darse a los mecánicos de los talleres, con un mínimo de horas y temas inherentes a sus trabajos.

TABLA 12
PLAN DE CAPACITACIÓN

CURSO	Horas promedio	Personal a asistir
Técnicas de lubricación	8	Mecánicos de talleres
Técnicas de revisión, diagnóstico y reparación de chasis	16	Mecánicos de talleres
Curso de neumática	8	Mecánicos de talleres
Elaboración de informes técnicos	6	Mecánicos de talleres
Curso de relaciones humanas	6	Mecánicos de talleres
Curso de electricidad básica	6	Mecánicos de talleres
Curso de soldadura	10	Mecánicos de talleres

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se realizó un inventario de chasis porque estaban dispersos en diferentes lugares de acopio de la fruta y no se les realizaba ningún tipo de mantenimiento.
- Se efectuó una matriz de criticidad con el fin de determinar los elementos críticos a la falla, encontrándose consecuencias de 40 con una frecuencia de 4, por lo que se consideran “críticos”, consecuencias de 20 con frecuencia de 2, considerado de “media criticidad” y consecuencias de 10 y frecuencia de 2 o 1, considerado “no crítico”.
- Se determinó la media de fallas de 4.7, una varianza de 7.7 y una desviación estándar de 2.77, valores que deben reducirse con la

- implementación del procedimiento de lubricación y capacitación, por el descenso de fallos correctivos.
- Se estableció que la disponibilidad de los chasis en el lapso de un año es del 99.88%, es bueno por tener un inventario alto
- Se determinó que el sistema de los frenos, es la primera prioridad de ocurrencia de fallos en los chasis, debido a su impacto de seguridad y al medio ambiente
- Se elaboró un “árbol de fallas”, para visualizar las fallas en el sistema de frenos y se estableció que las causas principales son por falta de un procedimiento de lubricación y capacitación continua de los mecánicos.
- Se acordó un plan de mantenimiento para cada chasis y en forma anual
- Se estableció un plan de lubricación y capacitación para los trabajadores en los talleres

4.2 Recomendaciones

- Seguir el procedimiento para la lubricación de las partes de los chasis
- Cumplir con el plan de capacitación

- Realizar un seguimiento continuo con los indicadores de mantenimiento y observar la eficacia de lo implementado
- Cumplir con los planes de mantenimiento para un chasis y el anual

BIBLIOGRAFÍA

1. PARRA MARQUEZ C. L. y Márquez Crespo A. “Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la Gestión de Mantenimiento”, MGM (julio, 2012)

ANEXOS

ANEXO 1 INVENTARIO DE CHASIS DE BLASTI

ITEM	CODIGO	OBSERVACIONES	ITEM	CODIGO	OBSERVACIONES
1	BLAS 2000001	Chasis de 20 pies	41	BLAS 4000021	Chasis de 40 pies
2	BLAS 2000002	Chasis de 20 pies	42	BLAS 4000022	Chasis de 40 pies
3	BLAS 2000003	Chasis de 20 pies	43	BLAS 4000023	Chasis de 40 pies
4	BLAS 2000004	Chasis de 20 pies	44	BLAS 4000024	Chasis de 40 pies
5	BLAS 2000005	Chasis de 20 pies	45	BLAS 4000025	Chasis de 40 pies
6	BLAS 2000006	Chasis de 20 pies	46	BLAS 4000026	Chasis de 40 pies
7	BLAS 2000007	Chasis de 20 pies	47	BLAS 4000027	Chasis de 40 pies
8	BLAS 2000008	Chasis de 20 pies	48	BLAS 4000028	Chasis de 40 pies
9	BLAS 2000009	Chasis de 20 pies	49	BLAS 4000029	Chasis de 40 pies
10	BLAS 2000010	Chasis de 20 pies	50	BLAS 4000030	Chasis de 40 pies
11	BLAS 2000011	Chasis de 20 pies	51	BLAS 4000031	Chasis de 40 pies
12	BLAS 2000012	Chasis de 20 pies	52	BLAS 4000032	Chasis de 40 pies
13	BLAS 2000013	Chasis de 20 pies	53	BLAS 4000033	Chasis de 40 pies
14	BLAS 2000014	Chasis de 20 pies	54	BLAS 4000034	Chasis de 40 pies
15	BLAS 2000015	Chasis de 20 pies	55	BLAS 4000035	Chasis de 40 pies
16	BLAS 2000016	Chasis de 20 pies	56	BLAS 4000036	Chasis de 40 pies
17	BLAS 2000017	Chasis de 20 pies	57	BLAS 4000037	Chasis de 40 pies
18	BLAS 2000018	Chasis de 20 pies	58	BLAS 4000038	Chasis de 40 pies
19	BLAS 2000019	Chasis de 20 pies	59	BLAS 4000039	Chasis de 40 pies
20	BLAS 2000020	Chasis de 20 pies	60	BLAS 4000040	Chasis de 40 pies
21	BLAS 4000001	Chasis de 40 pies	61	BLAS 4000041	Chasis de 40 pies
22	BLAS 4000002	Chasis de 40 pies	62	BLAS 4000042	Chasis de 40 pies
23	BLAS 4000003	Chasis de 40 pies	63	BLAS 4000043	Chasis de 40 pies
24	BLAS 4000004	Chasis de 40 pies	64	BLAS 4000044	Chasis de 40 pies
25	BLAS 4000005	Chasis de 40 pies	65	BLAS 4000045	Chasis de 40 pies
26	BLAS 4000006	Chasis de 40 pies	66	BLAS 4000046	Chasis de 40 pies
27	BLAS 4000007	Chasis de 40 pies	67	BLAS 4000047	Chasis de 40 pies
28	BLAS 4000008	Chasis de 40 pies	68	BLAS 4000048	Chasis de 40 pies
29	BLAS 4000009	Chasis de 40 pies	69	BLAS 4000049	Chasis de 40 pies
30	BLAS 4000010	Chasis de 40 pies	70	BLAS 4000050	Chasis de 40 pies
31	BLAS 4000011	Chasis de 40 pies	71	BLAS 4000051	Chasis de 40 pies
32	BLAS 4000012	Chasis de 40 pies	72	BLAS 4000052	Chasis de 40 pies
33	BLAS 4000013	Chasis de 40 pies	73	BLAS 4000053	Chasis de 40 pies
34	BLAS 4000014	Chasis de 40 pies	74	BLAS 4000054	Chasis de 40 pies
35	BLAS 4000015	Chasis de 40 pies	75	BLAS 4000055	Chasis de 40 pies
36	BLAS 4000016	Chasis de 40 pies	76	BLAS 4000056	Chasis de 40 pies
37	BLAS 4000017	Chasis de 40 pies	77	BLAS 4000057	Chasis de 40 pies
38	BLAS 4000018	Chasis de 40 pies	78	BLAS 4000058	Chasis de 40 pies
39	BLAS 4000019	Chasis de 40 pies	79	BLAS 4000059	Chasis de 40 pies
40	BLAS 4000020	Chasis de 40 pies	80	BLAS 4000060	Chasis de 40 pies

ANEXO 2 INVENTARIO DE CHASIS EN BLASTI

ITEM	CODIGO	OBSERVACIONES	ITEM	CODIGO	OBSERVACIONES
81	BLAS 4000061	Chasis de 40 pies	116	BLAS 4000096	Chasis de 40 pies
82	BLAS 4000062	Chasis de 40 pies	117	BLAS 4000097	Chasis de 40 pies
83	BLAS 4000063	Chasis de 40 pies	118	BLAS 4000098	Chasis de 40 pies
84	BLAS 4000064	Chasis de 40 pies	119	BLAS 4000099	Chasis de 40 pies
85	BLAS 4000065	Chasis de 40 pies	120	BLAS 4000100	Chasis de 40 pies
86	BLAS 4000066	Chasis de 40 pies	121	BLAS 4000101	Chasis de 40 pies
87	BLAS 4000067	Chasis de 40 pies	122	BLAS 4000102	Chasis de 40 pies
88	BLAS 4000068	Chasis de 40 pies	123	BLAS 4000103	Chasis de 40 pies
89	BLAS 4000069	Chasis de 40 pies	124	BLAS 4000104	Chasis de 40 pies
90	BLAS 4000070	Chasis de 40 pies	125	BLAS 4000105	Chasis de 40 pies
91	BLAS 4000071	Chasis de 40 pies	126	BLAS 4000106	Chasis de 40 pies
92	BLAS 4000072	Chasis de 40 pies	127	BLAS 4000107	Chasis de 40 pies
93	BLAS 4000073	Chasis de 40 pies	128	BLAS 4000108	Chasis de 40 pies
94	BLAS 4000074	Chasis de 40 pies	129	BLAS 4000109	Chasis de 40 pies
95	BLAS 4000075	Chasis de 40 pies	130	BLAS 4000110	Chasis de 40 pies
96	BLAS 4000076	Chasis de 40 pies	131	BLAS 4000111	Chasis de 40 pies
97	BLAS 4000077	Chasis de 40 pies	132	BLAS 4000112	Chasis de 40 pies
98	BLAS 4000078	Chasis de 40 pies	133	BLAS 4000113	Chasis de 40 pies
99	BLAS 4000079	Chasis de 40 pies	134	BLAS 4000114	Chasis de 40 pies
100	BLAS 4000080	Chasis de 40 pies	135	BLAS 4000115	Chasis de 40 pies
101	BLAS 4000081	Chasis de 40 pies	136	BLAS 4000116	Chasis de 40 pies
102	BLAS 4000082	Chasis de 40 pies	137	BLAS 4000117	Chasis de 40 pies
103	BLAS 4000083	Chasis de 40 pies	138	BLAS 4000118	Chasis de 40 pies
104	BLAS 4000084	Chasis de 40 pies	139	BLAS 4000119	Chasis de 40 pies
105	BLAS 4000085	Chasis de 40 pies	140	BLAS 4000120	Chasis de 40 pies
106	BLAS 4000086	Chasis de 40 pies	141	BLAS 4000121	Chasis de 40 pies
107	BLAS 4000087	Chasis de 40 pies	142	BLAS 4000122	Chasis de 40 pies
108	BLAS 4000088	Chasis de 40 pies	143	BLAS 4000123	Chasis de 40 pies
109	BLAS 4000089	Chasis de 40 pies	144	BLAS 4000124	Chasis de 40 pies
110	BLAS 4000090	Chasis de 40 pies	145	BLAS 4000125	Chasis de 40 pies
111	BLAS 4000091	Chasis de 40 pies	146	BLAS 4000126	Chasis de 40 pies
112	BLAS 4000092	Chasis de 40 pies	147	BLAS 4000127	Chasis de 40 pies
113	BLAS 4000093	Chasis de 40 pies	148	BLAS 4000128	Chasis de 40 pies
114	BLAS 4000094	Chasis de 40 pies	149	BLAS 4000129	Chasis de 40 pies
115	BLAS 4000095	Chasis de 40 pies	150	BLAS 4000130	Chasis de 40 pies

ANEXO 3 INSPECCIÓN TRIMESTRAL DE UN CHASIS
INSPECCION TRIMESTRAL DE UN CHASIS

Componente	Subcomponente	Condición encontrada	Observación	
			SI	NO
Estructura completa	Rieles principales	Fisuras		
	Apoyo frontal	Fisuras		
	Apoyo posterior	Fisuras		
	Puentes transversales	Desoldados		
		Torcidos		
	Cuello	Fisuras		
Perno rey (king pin)	Desoldado			
Seguros	Pines bloqueadores	Operativos		
Patas de apoyo	Patas	Operativos		
	Zapatones	Deformados		
Sistema de los frenos	Sistema completo	Operativo		
	Válvula de aire	Fugas audibles		
	Raches reguladoras	Operativos y engrasadas		
	Mangueras y acoples	Aplastadas o partidas		
	Pulmones de aire	Operativos		
	Zapatas de frenos	Desgastadas		
Sistema de la suspensión	Paquetes de resorte	Posición normal		
	Abrazaderas "U"	Completas		
	Balancines	Posición normal		
	Soportes de paquetes	Fisuras		
	Tensores	Engrasadas		
Sistema de los ejes	Sistema completo	Fisuras		
	Tambores	Rotos		
	Arañas de las llantas	Deformadas		
Sistema de las llantas	Llantas	Desgastadas		
	Aro de la llanta	Fisuras		
Sistema eléctrico	Acople eléctrico	Flojo		
	Cables	Sulfatados		
	Luces	Sulfatados		

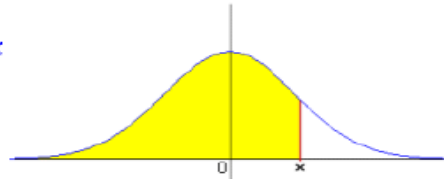
ANEXO 4 INSPECCIÓN ANUAL DE UN CHASIS

Componente	Subcomponente	Condición encontrada	Observación	
			SI	NO
Estructura completa	Rieles principales	Distorsionados		
	Apoyo frontal	Distorsionados		
	Apoyo posterior	Distorsionados		
	Puentes transversales	Distorsionados		
		Distorsionados		
	Cuello	Distorsionados		
Perno rey (king pin)	Distorsionados			
Seguros	Pines bloqueadores	Distorsionados		
Patas de apoyo	Patas	Distorsionados		
	Caja de engranajes	Desgastado		
		Lubricado		
Zapatones	Distorsionados			
Sistema de los frenos	Sistema completo	Operativo		
	Válvula de aire	Posición normal		
	Raches reguladoras	Desgastados		
	Mangueras y acoples	Tostadas		
	Pulmones de aire	Operativos		
	Zapatas de frenos	Posición normal		
Sistema de la suspensión	Paquetes de resorte	Posición normal		
	Balancines	Engrasadas		
	Soportes de paquetes	Posición normal		
	Tensores	Posición normal		
Sistema de los ejes	Sistema completo	Desalineados		
	Tambores	Fisuras		
	Arañas de las llantas	Fisuras		
Sistema de las llantas	Llantas	Seguros desgastados		
	Aro de la llanta	Fisuras		

ANEXO 5 TABLA DE LA NORMAL

TABLA DE DISTRIBUCIÓN NORMAL TIPIFICADA N(0,1)

$$F(x) = P(X \leq x) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}} dx$$



	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0,0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0,1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0,2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0,3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0,4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0,5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0,6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0,7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0,8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8079	0.8106	0.8133
0,9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1,0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1,1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1,2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1,3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1,4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1,5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1,6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1,7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1,8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1,9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2,0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2,1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2,2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2,3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2,4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2,5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2,6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2,7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2,8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2,9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3,0	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990

ANEXO 6 Chasis típico para transportar contenedores¹



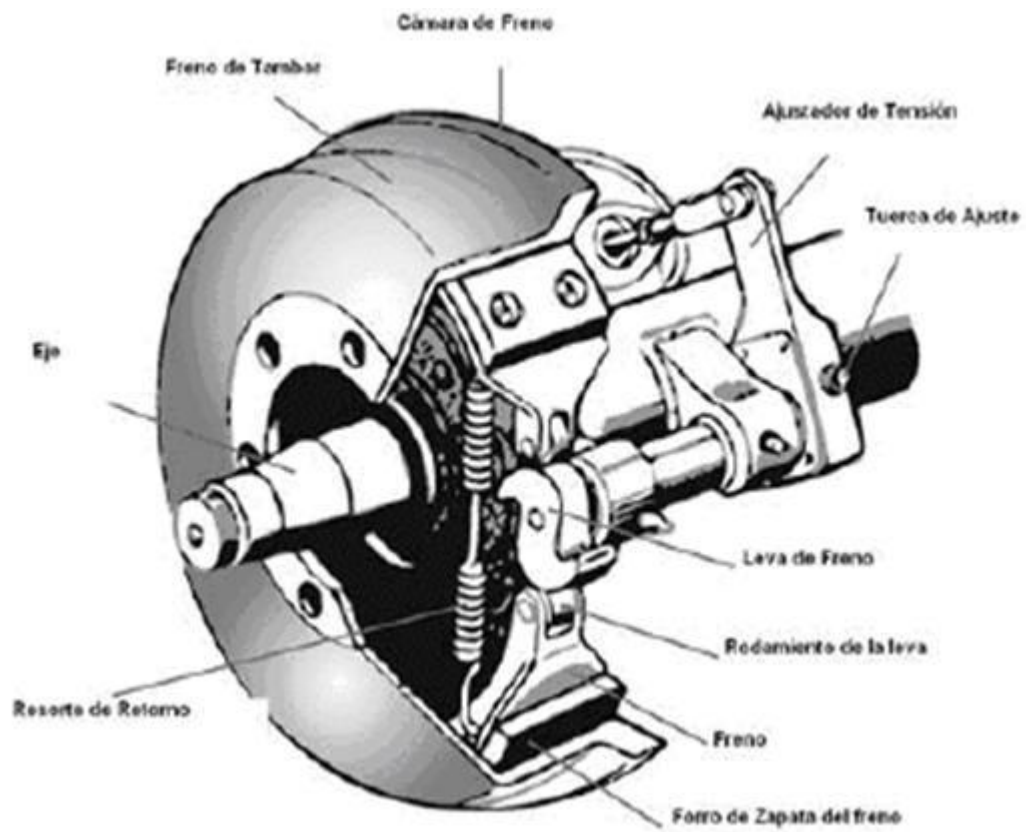
¹ www.larrosacamiones.com.ar

ANEXO 7 Transporte de un contenedor sobre un chasis²



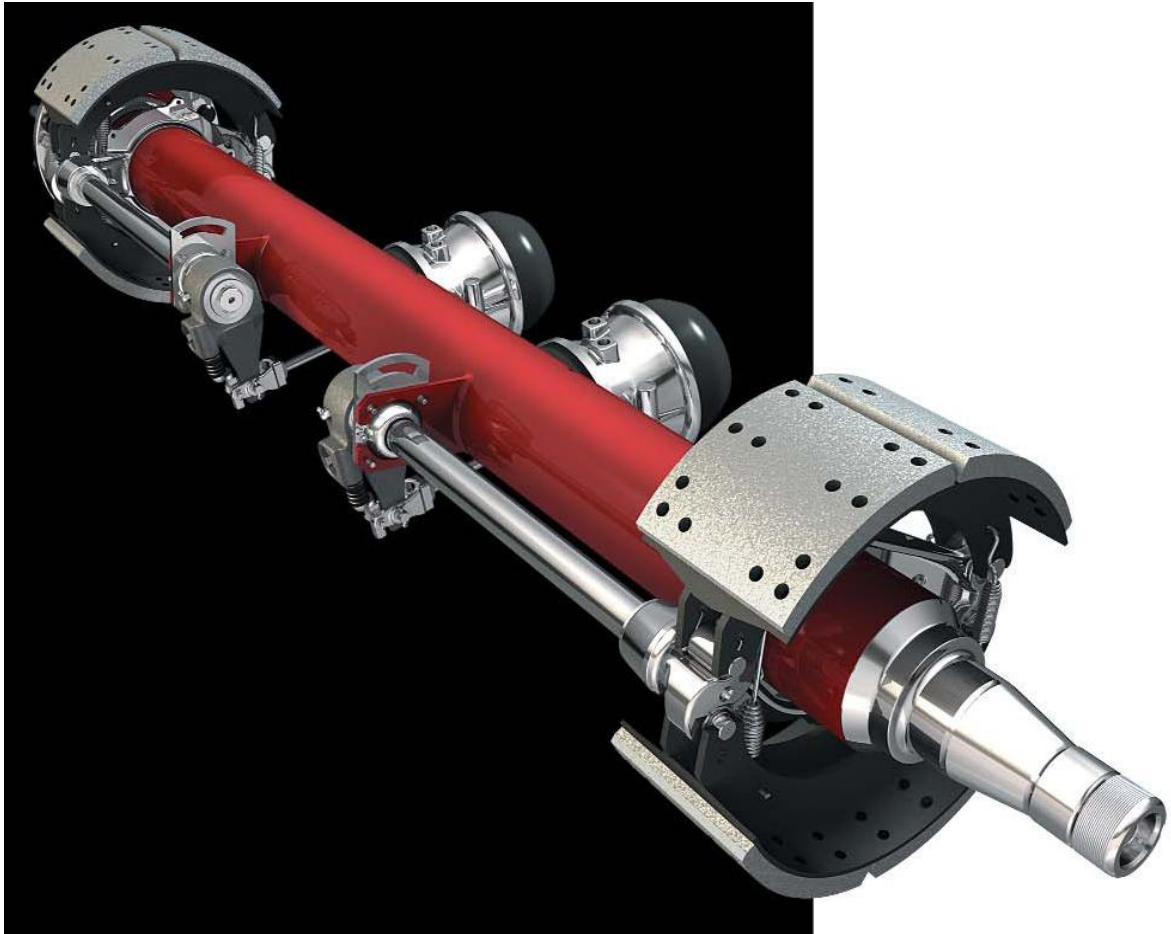
² www.matesacv.com.mx

ANEXO 8 Componentes de un sistema de frenos en una punta de eje³



³ www.taringa.net

ANEXO 9 Un sistema de eje y sus componentes⁴



⁴ www.taringa.net