

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

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

**Producción**

"Implementación de Metodología de Confiabilidad para un  
programa de Mantenimiento de una Flota de Camiones"

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**

Examen Complexivo

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO MECÁNICO**

Presentado por:

Eduardo Fernando Torres Icaza

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2015

## AGRADECIMIENTO

A la memoria de mi padre quién con sus consejos y ejemplos inculcó valores que han sido pilares fundamentales en mi vida.

A mi madre por ser una gran mujer que siempre ha estado a mi lado y ha sido la guía para mi desarrollo personal y profesional.

A mi familia, mi Esposa y mis Hijas, que con su amor y entrega son la fuerza que me motivan a diario a seguir adelante y alcanzar nuevas metas.

# DEDICATORIA

A DIOS

A MIS PADRES

A MI ESPOSA

A MIS HIJAS

## TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

---

Ing. Walter Gamarra

VOCAL

---

Ing. Gonzalo Zabala O.

VOCAL

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido en el presente Trabajo Final de Graduación me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

---

Eduardo Fernando Torres Icaza

## RESUMEN

El trabajo documentado se lo realiza en una empresa de productos alimenticios específicamente panadería para el consumo masivo. En este tipo de industria la disponibilidad de la flota de vehículos es vital dentro de la cadena de suministro de un producto con una vida de percha corta. El enfoque del proyecto es dirigido a identificar y evaluar las fallas que se generan en los camiones y las consecuencias que estas generan en la operación. Se utilizó la técnica de Ingeniería de Confiabilidad como es el Análisis de Modos y Efectos de Fallas y Evaluación de Criticidad por medio de la cual se identifican los principales sistemas del camión, identifican las fallas que tienen mayor impacto operacional para lo cual se tomó como base un registro histórico de órdenes de mantenimiento de la flota y luego se establecen las tareas y rutinas de mantenimiento. Una vez aplicada la metodología se logró incrementar la disponibilidad de la flota de 90% al 96% y disminución de los gastos de mantenimiento. Esta metodología permitió identificar los sistemas críticos del camión y sus modos de falla y se logró mejorar la confiabilidad de los camiones en su operación diaria.

# ÍNDICE GENERAL

|  | Pág. |
|--|------|
| RESUMEN.....   | VI   |
| ÍNDICE GENERAL .....   | VII  |
| ABREVIATURAS .....   | X    |
| SIMBOLOGÍA .....   | XI   |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS .....   | XII  |
| ÍNDICE DE TABLAS .....   | XIII |
| INTRODUCCIÓN.....  | XIV  |
| CAPITULO 1   |      |
| 1. LA EMPRESA Y SITUACION ACTUAL .....   | 1    |
| 1.1 Actividad económica y distribución geográfica del negocio .....                            | 1    |
| 1.2 Contexto operacional de la flota de camiones .....   | 3    |
| 1.3 Análisis de la Gestión Actual de Mantenimiento .....                                       | 5    |
| CAPITULO 2   |      |
| 2. METODOLOGÍA DE INGENIERÍA DE CONFIABILIDAD Y SU<br>APLICACIÓN A UNA FLOTA DE CAMIONES ..... | 7    |
| 2.1 Análisis de Modos y Efectos de Fallas y Evaluación de Criticidad ....                      | 7    |
| 2.1.1 Funciones de los Equipos .....   | 8    |
| 2.1.2 Fallas sus modos y efectos .....   | 8    |
| 2.1.3 Índice de riegos y sus componentes .....   | 10   |
| 2.1.4 Indicadores de Gestión .....   | 11   |
| 2.2 Análisis sistemático de fallas en la flota de camiones .....                               | 13   |
| 2.2.1 Flota y su estructura .....  | 13   |
| 2.2.2 Historial de Fallas .....  | 14   |
| 2.2.3 Cálculo del índice de riesgo .....   | 17   |

### CAPITULO 3

|  |    |
|--|----|
| 3. ESTRATEGIAS Y PLANIFICACION DEL MANTENIMIENTO ..... | 19 |
| 3.1    Mantenimiento y actividades .....               | 19 |
| 3.2    Plan de Mantenimiento .....                     | 20 |

### CAPITULO 4

|   |    |
|---|----|
| 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... | 22 |
| 4.1. Conclusiones .....                 | 22 |
| 4.2. Recomendaciones .....              | 22 |

|                   |    |
|-------------------|----|
| BIBLIOGRAFÍA..... | 23 |
|-------------------|----|

|              |    |
|--------------|----|
| ANEXOS ..... | 24 |
|--------------|----|

|   |    |
|---|----|
| ANEXO A. Orden de trabajo preventiva sistema <i>Fénix</i> ..... | 25 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| ANEXO B. Orden de trabajo correctiva sistema Fenix ..... | 26 |
|--|----|

|   |    |
|---|----|
| Anexo C. Consecuencia de las fallas ..... | 27 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| Anexo D. Probabilidad de las Fallas (Ocurrencia) ..... | 28 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| Anexo E. Detección de las fallas ..... | 29 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| Anexo F. Disponibilidad año 2012 ..... | 31 |
|--|----|



## ABREVIATURAS

|               |   |
|---------------|---|
| FENIX         | Sistema informático para órdenes de trabajo |
| A             | Disponibilidad                              |
| R (t)         | Confiabilidad                               |
| $\lambda$ (t) | Tasa de fallas                              |
| M (t)         | Mantenibilidad                              |
| TPO           | Tiempo Promedio Operativo                   |
| TPFS          | Tiempo Promedio Fuera de Servicio           |
| N             | Número de eventos o fallas                  |
| S             | Severidad                                   |
| O             | Ocurrencia                                  |
| IR            | Índice de Riesgo                            |

## **SIMBOLOGÍA**

Km      Kilómetros

Kg      Kilogramos

t      Tiempo

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Figuras 1.1 | Distribución de centros de venta por región   | 3  |
| Figuras 1.2 | Distribución nacional de rutas                | 4  |
| Figuras 2.2 | Ordenes de trabajo camiones Chevrolet NHR     | 17 |
| Figuras 2.3 | Ordenes de trabajo camiones Mitsubishi Canter | 17 |
| Figuras 2.4 | Ordenes de trabajo camiones Daihatsu Delta    | 17 |
| Figuras 2.5 | Ordenes de trabajo camiones Kia Ceres         | 18 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|         |                                 |    |
|---------|---------------------------------|----|
| Tabla 1 | Valoración del Índice de Riesgo | 12 |
| Tabla 2 | Composición de la flota         | 15 |
| Tabla 3 | Subsistemas del camión          | 16 |
| Tabla 4 | Disponibilidad por marca        | 18 |
| Tabla 5 | Cálculo del índice de riesgo    | 19 |
| Tabla 6 | Plan de mantenimiento           | 23 |

# INTRODUCCIÓN

El transporte de carga es una parte muy importante dentro de las organizaciones fabriles la gestión adecuada para la conservación de los camiones es fundamental. Para el presente trabajo se establecen conceptos de Ingeniería de Confiabilidad como son las fallas sus modos y consecuencias , disponibilidad y la forma como estos conceptos se aplican a un programa de mantenimiento de una flota de camiones con el fin de mejorarlo agregando nuevas estrategias encaminadas a reducir el impacto que tiene las mismas en la operación.

La base de partida es el registro de fallas de los camiones y su respectivo análisis para determinar el impacto que cada una de ellas representa.

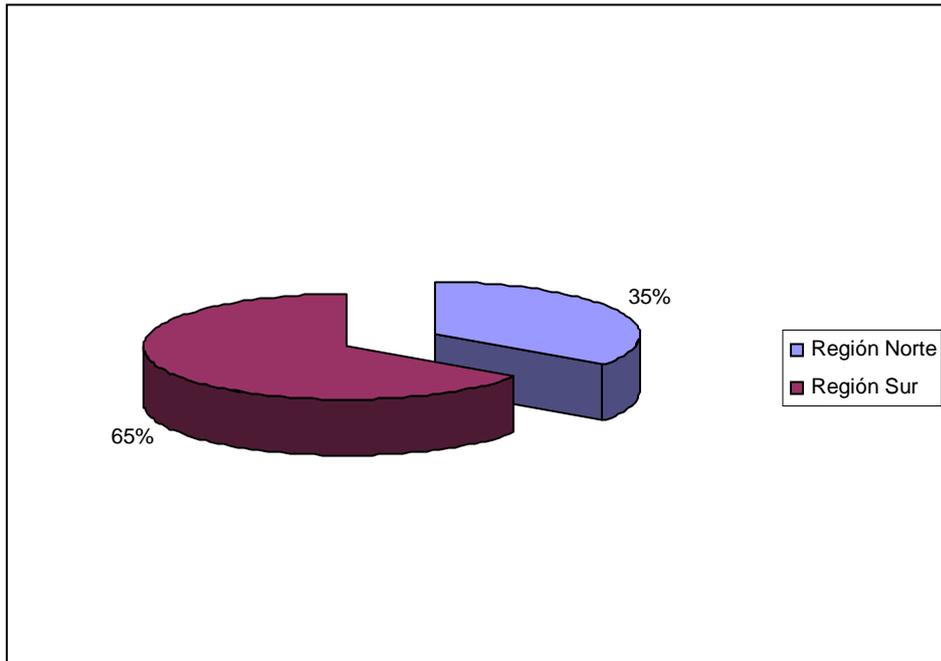
# **CAPÍTULO 1**

## **1. LA EMPRESA Y SITUACION ACTUAL**

La flota en mención pertenece a una empresa cuya actividad fundamental es la fabricación de productos alimenticios para el consumo masivo líder en el mercado nacional en su segmento, para la elaboración de los productos la empresa cuenta con dos plantas de producción en Quito y Guayaquil

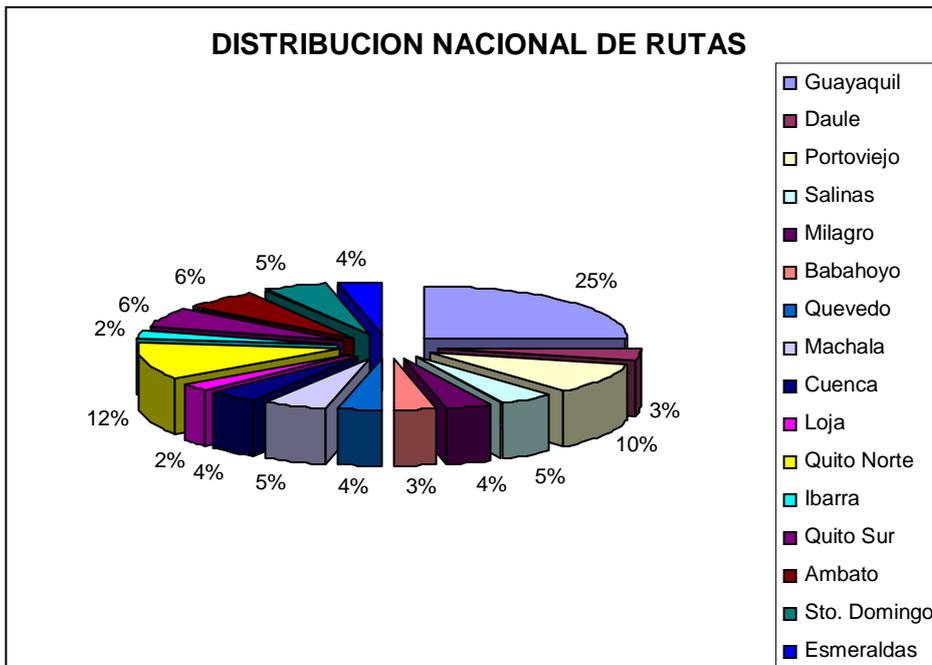
### **1.1 Actividad económica y distribución geográfica del negocio**

Además de su actividad de producción, la empresa se encarga directamente de la comercialización de sus productos a nivel nacional a través de los canales de distribución que son cobertura y autoservicio. Para la distribución de sus productos la empresa cuenta con 16 centros de distribución a nivel nacional. Geográficamente el área de comercialización divide al país en regiones norte y sur con 5 y 11 centros de venta. Los porcentajes de venta por regiones se muestran en la figura 1.1.



**Figura 1.1** Distribución de centros de venta por región

La empresa cuenta con 244 rutas de distribución nacional, mostrada en la figura 1.2, de los cuales 150 camiones son propios el resto los maneja bajo el modelo de alquiler a terceros. Los vehículos propios utilizados en la distribución son camiones tipo furgón de 2-5 toneladas de capacidad de carga.



**Figura 1.2** Distribución nacional de rutas

El alcance de este estudio está dirigido a la flota de 105 camiones que están asignados en los centros de distribución de la región sur. Los camiones son de las marcas Chevrolet, Mitsubishi Canter, Daihatsu Delta y Kia Ceres.

### 1.2 Contexto operacional de la flota de camiones

Para la distribución y venta de los productos de panadería a nivel nacional la empresa cuenta con transporte primario y secundario que se definen de la siguiente manera.

**Transporte primario:** es el que se realiza desde las fábricas de Guayaquil y Quito a los 16 centros de distribución a nivel nacional. Este transporte es subcontratado con compañías de transporte.

**Transporte secundario:** es el que atiende día a día los pedidos de los clientes y por lo general se realiza con flota ligera en nuestro caso este transporte efectivamente se lo realiza en camiones livianos tipo furgón de entre 2 -5 Toneladas de capacidad de carga.

Todo vehículo de carga debe cumplir las siguientes funciones [1]:

- **Función primaria del vehículo de carga:** transportar los productos desde un punto de carga a un punto de llegada en un tiempo determinado.
- **Función secundaria:** garantizar la seguridad del conductor y la carga.

En cuanto a la operación diaria de los vehículos debemos hacer las siguientes observaciones:

- Los vehículos operan de 10-12 horas diarias en jornadas de 06:00 - 18:00.
- Dentro del esquema de distribución el 85% de las rutas son locales es decir que realizan la cobertura y retornan al centro de distribución. El 15% son rutas foráneas que hacen reparto de productos entre cantones o parroquias rurales y retornan al día siguiente.

- La gestión de ventas se realiza en jornada diurna de lunes a sábado.
- El recorrido promedio mensual es 2000km para rutas locales y 2500km para rutas foráneas.
- El equipo como máximo van a un 60% de su capacidad de carga.
- Las rutas circulan por caminos de primero y segundo orden.
- La flota general está dividida en 16 centros de distribución.
- El análisis se centra en los vehículos de los centros de ventas de la región Sur.

### **1.3 Análisis de la Gestión Actual de Mantenimiento**

En el taller están definidos dos procesos, el mantenimiento preventivo que se lo ejecuta en base a los kilómetros diarios recorridos por los camiones y el correctivo que se ejecuta cuando se presenta la falla.

Los registros de mantenimiento de los equipos se los lleva en el sistema de información Fénix el cual fue configurado para emitir órdenes de trabajo preventivo y correctivo.

- **Plan de Mantenimiento preventivo:** el plan de mantenimiento preventivo está elaborado tomado en consideración el manual del

fabricante, el conocimiento del equipo y la experiencia. La ejecución del plan preventivo se lo lleva con el control semanal del recorrido de los camiones estos datos se alimenta en el sistema de información Fénix el cual genera automáticamente las ordenes de mantenimiento preventivo. Ver Anexo. 1

- **Planificación y ejecución del Mantenimiento Correctivo:** se trabaja en base a la falla que se presenta y en base a la experiencia y el histórico de falla. Las acciones en este caso se enfocan en habilitar el camión para que continúe en la ruta o quede disponible para laborar al día siguiente pero con poca frecuencia se realiza un análisis de la falla para así evitar que la misma se vuelva a presentar. Para el control de estos trabajos se elabora una orden de trabajo correctiva en el sistema Fénix. Ver anexo 2
- Si bien es cierto estas estrategias logran mantener la operación de la flota pero en ocasiones se generan fallas en los diferentes sistemas de los vehículos lo cual hace que disminuya su confiabilidad y disponibilidad y dependiendo de la consecuencia de la falla la misma puede generar altos costos de reparación.

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLGÍA DE INGENIERÍA DE CONFIABILIDAD Y SU APLICACIÓN A UNA FLOTA DE CAMIONES

### 2.1 Análisis de Modos y Efectos de Fallas y Evaluación de Criticidad

Es un método fundamental en el análisis de confiabilidad de los equipos, el cual permite identificar las posibles causas de las fallas, y las consecuencias en la operación de los equipos. Una vez conocidos estos modos, frecuencias, causa y consecuencias de las fallas se pueden plantear acciones de mantenimiento que garanticen la confiabilidad del equipo.

La metodología consta de las siguientes etapas:

- Jerarquizar sistemas desde el contexto operacional.
- Determinación de los modos de falla.
- Determinación de los efectos y consecuencias de los modos de falla.
- Cuantificación del riesgo por modo de falla.

### **2.1.1 Funciones de los Equipos**

Desde el contexto operativo de los camiones, las funciones que se espera que estos equipos cumplan se pueden clasificar de la siguiente manera.

**Funciones Primarias:** aquí se establecen funciones tales como la potencia, velocidad, el rendimiento, capacidad de carga, abastecimiento.

**Funciones Secundarias:** aquí se establecen características como seguridad, confort, cumplimiento de normas ambientales.

En base a los conceptos definidos se establecen las siguientes funciones para los camiones de carga:

- Transportar 600-1300kg de productos de panificación desde los almacenes hacia los diferentes clientes en un tiempo determinado.
- Cumplir con las normas medioambientales
- Brindar seguridad al conductor y la carga

### **2.1.2 Fallas sus modos y efectos**

La falla [2] es una incapacidad de un bien de cumplir con las funciones que el usuario espera que realice, falla funcional es la incapacidad de todo bien de cumplir una función a un nivel de desempeño aceptable por el usuario. El modo de falla se define como cualquier evento que cause una falla funcional.

La clasificación de modos de falla son los modos de falla que pueden ser clasificados en 3 grupos:

- **Capacidad reducida:** hace referencia a la capacidad que tiene el camión en relación al desempeño esperado de sus funciones: tiene como causas principales el deterioro, falla de lubricación, suciedad, desmontaje y errores humanos.
- **Desempeño deseado supera la capacidad inicial:** el desempeño aumenta hasta que el bien no pueda cumplirlo, en este enfoque tenemos las sobrecargas que se puedan aplicar a los camiones, sobre-revoluciones, operación incorrecta, choque.
- **Capacidad inicial:** asociados a la fallas prematuras o fallas de diseño.

Fuente de información de modos de falla:

- Fabricante o vendedor del equipo
- Registro e historiales técnicos
- Otros usuarios del mismo equipo
- Operadores y técnicos de mantenimiento.

Los efectos de las fallas describen que le sucede al camión cuando se presenta un modo de falla y en qué medida representan una amenaza para la seguridad y el medio ambiente y de qué manera afecta la logística diaria en la entrega de productos a los clientes en los diferentes puntos de venta.

### 2.1.3 Índice de riesgos y sus componentes

El propósito fundamental de un Análisis de falla [3] es identificar todas las acciones necesarias para reducir el riesgo. El índice de riesgo se lo define como el producto matemático de la gravedad de los efectos (severidad), la probabilidad de que la causa provocara la falla asociada con estos efectos (ocurrencia) y la habilidad de detectar la falla antes que esta se presente. La Tabla 1 muestra los rangos de valoración del riesgo en el que se puede encontrar la falla. El índice de riesgos es calculado mediante la ecuación (2.1)

$$IR = \text{Severidad} \times \text{Ocurrencia} \times \text{Detección} \quad (2.1)$$

**Tabla 1.** Valoración del índice de riesgo

| RANGO    | CRITERIO |
|----------|----------|
| 1-50     | BAJO     |
| 50-100   | MEDIO    |
| 100-200  | ALTO     |
| 200-1000 | MUY ALTO |

Las consecuencias se definen como las posibles repercusiones que tendrá sobre el camión, el operador y el medio ambiente la presencia de las fallas.

Ver Anexo C.

La frecuencia de fallas determina el número de fallas presentes en los camiones en un determinado tiempo. Ver Anexo D

La detección es la habilidad de detectar la falla antes que esta afecte las funciones del camión. Ver Anexo E

#### **2.1.4 Indicadores de Gestión**

La confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad son parte clave para todo gestor de mantenimiento. Estos tres conceptos están relacionados y son pilares del mantenimiento moderno.

La confiabilidad se define como la probabilidad que los camiones operen sin falla de 10-12 horas diarias en las diferentes rutas a nivel nacional.

$$R(t) = \exp(-\lambda t) \quad (2.2)$$

Donde  $\lambda$  = Tasa de falla = Número de fallas/tiempo de intervención

Ecuación (2.2)

La mantenibilidad es la expectativa que se tiene que un camión sea puesto en condiciones de operación dentro de un tiempo establecido, para su cálculo se utiliza la ecuación (2.3)

$$M(t) = 1 - \exp(-\mu t) \quad (2.3)$$

Donde  $\mu$  es la frecuencia de mantenimiento/total de acciones de mantenimiento

La disponibilidad es el objetivo clave del mantenimiento y se define como el porcentaje del tiempo disponible del camión en un tiempo determinado.

Relaciona básicamente los tiempos promedios fuera de servicio y los tiempos promedios operativos. La disponibilidad se puede obtener de la ecuación (2.4).

$$A = \text{TPO}/(\text{TPO}+\text{TPFS}) \quad (2.4)$$

Donde:

A= Disponibilidad

TPO= Tiempo promedio operativo hasta fallar es definido como la relación entre la sumatoria de todos los TO (tiempos operativos) y el número de fallas en el periodo evaluado.

TPFS = Tiempo promedio fuera de servicio es definido como la relación de todos los tiempos fuera TFS (tiempos fuera de servicio) y el número de fallas en el periodo evaluado.

## 2.2 Análisis sistemático de fallas en la flota de camiones

Para una mejor comprensión y análisis de fallas y sus modos presentes en la flota, al camión como tal se lo divide en componentes principales y por cada componente se revisará la incidencia de fallas.

### 2.2.1 Flota y su estructura

En la Tabla 2 se muestra la composición de la flota de camiones de la empresa.

**Tabla 2.** Composición de la Flota

| <b>MARCA</b> | <b>CANTIDAD</b> |
|--------------|-----------------|
| CHEVROLET    | 73              |
| MITSUBISHI   | 10              |
| DAIHATSU     | 12              |
| KIA          | 10              |

El camión como un sistema completo se lo divide en subsistemas que van del S-01 al S-08.

La codificación se identifica como S-01 SUBSISTEMA MOTOR y así con los demás componente, como se lo puede observar en la Tabla 3

**Tabla 3.** Subsistema

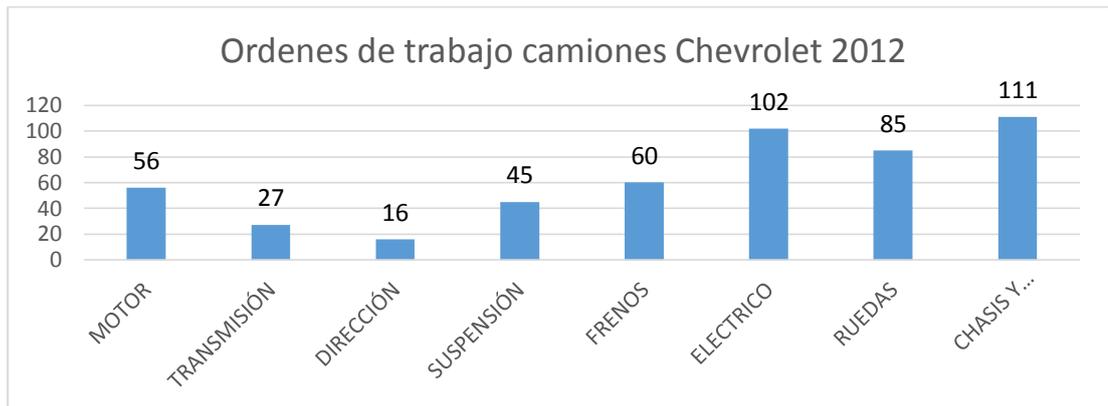
del camión

| <b>CODIGO</b> | <b>SUBSISTEMAS</b> |
|---------------|--------------------|
| S-01          | MOTOR              |
| S-02          | TRANSMISIÓN        |
| S-03          | DIRECCIÓN          |
| S-04          | SUSPENSIÓN         |
| S-05          | FRENOS             |
| S-06          | ELECTRICO          |
| S-07          | RUEDAS             |
| S-08          | CHASIS -FURGON     |

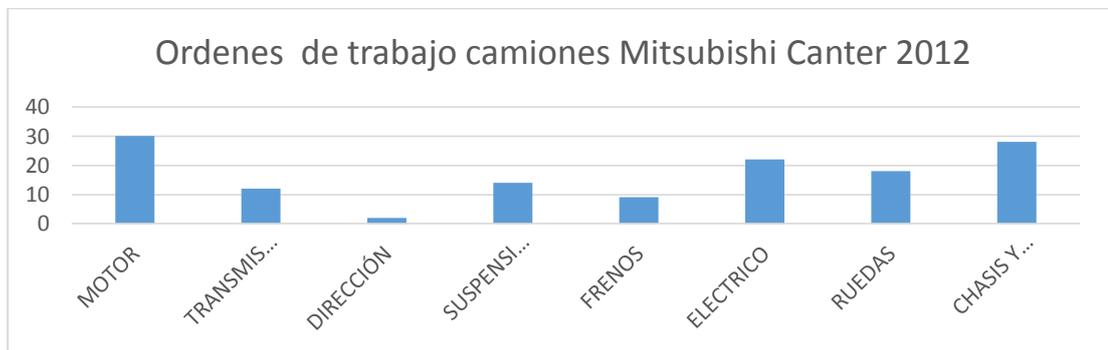
### **2.2.2 Historial de Fallas**

Se consolidó el registro histórico de órdenes de trabajo de la base de datos del sistema *FENIX* por cada tipo de camión según la estructura definida y a su vez se tabuló el tiempo de intervención de mantenimiento para poder evaluar la disponibilidad. El registro histórico de órdenes de trabajo corresponde al año 2012.

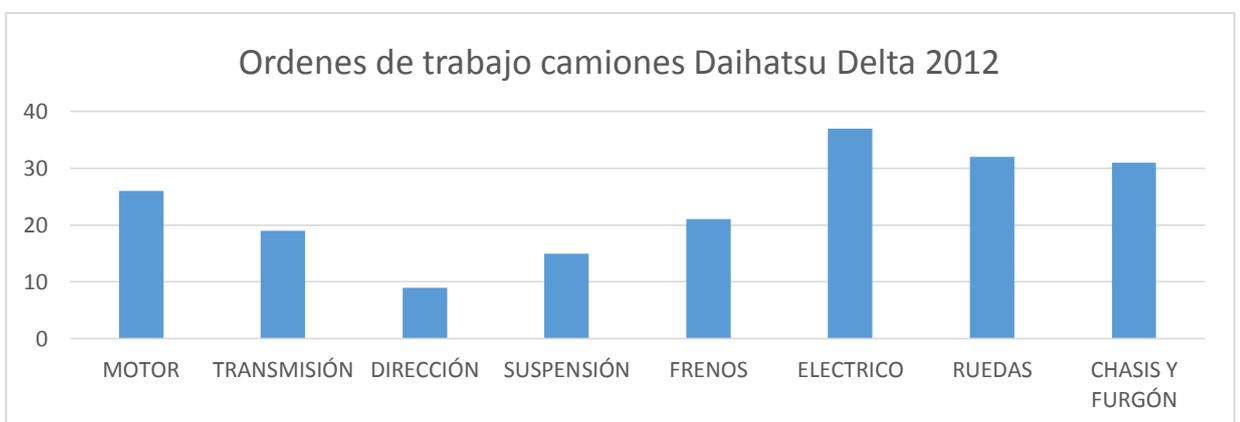
En las figuras 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 se detallan los registros de órdenes de trabajo como reporte de falla en las diferentes marcas de camiones que constituyen la flota de la empresa.



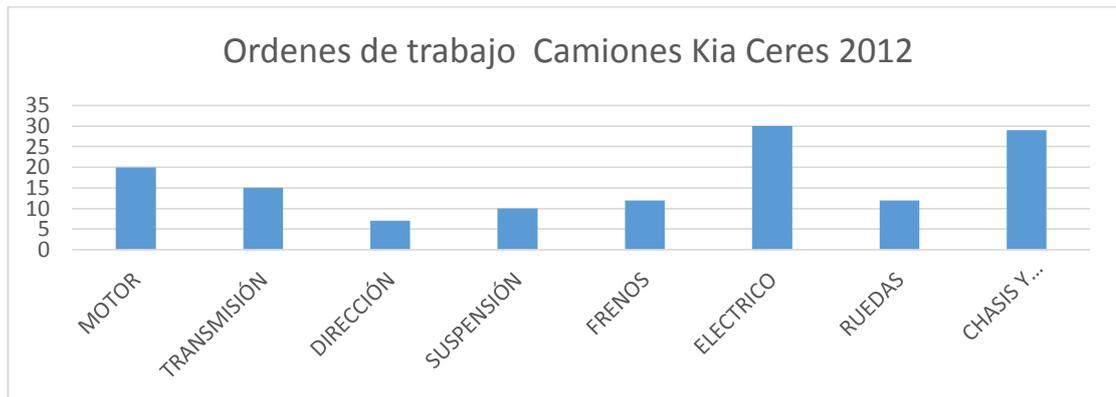
**Figura 2.1** Ordenes de trabajo camiones Chevrolet, Modelo NHR



**Figura 2.2** Ordenes de trabajo camiones Mitsubishi, Modelo Canter



**Figura 2.3** Ordenes de trabajo camiones Daihatsu, Modelo Delta



**Figura 2.4** Ordenes de trabajo camiones Kia Ceres

Para cálculo de disponibilidad en los camiones Chevrolet, se determinaron los tiempos promedios que estuvieron en el taller por las diferentes fallas ocurridas y se realiza el cálculo con la ecuación (2.4). Ver Anexo F, G, H, I.

La disponibilidad de la flota por marca de camión del registro histórico se encuentra en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Disponibilidad por marca

| MARCA      | DISPONIBILIDAD |
|------------|----------------|
| CHEVROLET  | 93,8           |
| MITSUBISHI | 86,9           |
| DAIHATSU   | 83,1           |
| KIA        | 82             |

El promedio de disponibilidad de toda la flota en el año 2012 fue 90.81%

### 2.2.3 Cálculo del índice de riesgo

Una vez revisado el historial de órdenes de trabajo, se procede a evaluar las fallas funcionales y modos de falla que mayor impacto generan en la operación, seguridad y medio ambiente.

De los anexos F, G, H e I, se observa que los subsistemas en los que las fallas presentadas generaron mayor impacto en cuanto a la disponibilidad fueron Motor, Transmisión, Chasis-Furgón y Sistema Eléctrico.

La Tabla 5. muestra los resultados del índice de riesgo para las fallas funcionales de estos subsistemas, utilizando la ecuación (2.1).

**Tabla 5.** Cálculo del índice de riesgo y valoración

| FALLA FUNCIONAL      |   | MODO DE FALLA                            | S | O | D | IR  | VALORACION |
|----------------------|---|--|---|---|---|-----|------------|
| SOBRECALENTAMIENTO   | 1 | RADIADOR                                 | 8 | 6 | 8 | 384 | MUY ALTO   |
|                      | 2 | FUGA BOMBA DE AGUA                       | 8 | 4 | 8 | 256 | MUY ALTO   |
|                      | 3 | TERMOSTATO OBSTRUIDO                     | 7 | 4 | 8 | 224 | MUY ALTO   |
|                      | 4 | MANGUERA DE ENFRIAMIENTO DEFECTUOSA      | 7 | 4 | 8 | 224 | MUY ALTO   |
| PERDIDA DE POTENCIA  | 1 | FILTRO DE AIRE                           | 2 | 5 | 2 | 20  | BAJO       |
|                      | 2 | AGUA EN COMBUTIBLE                       | 8 | 5 | 8 | 320 | MUY ALTO   |
|                      | 3 | ESCAPE OBSTRUIDO                         | 3 | 4 | 7 | 84  | MEDIO      |
|                      | 4 | CABEZOTE                                 | 7 | 5 | 8 | 280 | MUY ALTO   |
|                      | 5 | VALVULA EGR/TURBOCARGADOR                | 7 | 4 | 8 | 224 | MUY ALTO   |
|                      | 6 | INYECTORES/BOMBA DE INYECCIÓN DEFECTUOSO | 7 | 4 | 8 | 224 | MUY ALTO   |
| VEHICULO NO ENCIENDE | 1 | BATERÍA Y/O CONEXIONES EN MAL ESTADO     | 3 | 6 | 5 | 90  | MEDIO      |
|                      | 2 | USO INADECUADO DE LUCES                  | 3 | 7 | 6 | 126 | ALTO       |
|                      | 3 | NO HAY COMBUSTIBLE EN TANQUE             | 2 | 6 | 4 | 48  | BAJO       |
|                      | 4 | INYECTORES/BOMBA DE INYECCIÓN DEFECTUOSO | 8 | 4 | 8 | 256 | MUY ALTO   |
| MARCHAS NO INGRESAN  | 1 | SINCRONIZADORES                          | 8 | 6 | 5 | 240 | MUY ALTO   |
|                      | 2 | EMBRAGUE                                 | 4 | 7 | 8 | 224 | MUY ALTO   |
|                      | 3 | MECANISMO DE CAMBIO                      | 2 | 6 | 4 | 48  | BAJO       |
|                      | 4 | CILINDROS Y LÍQUIDO DE EMBRAGUE          | 7 | 6 | 6 | 252 | MUY ALTO   |
| GOLPES / CHOQUES     | 1 | OPERACIÓN INADECUADA                     | 7 | 5 | 8 | 280 | MUY ALTO   |

Donde:

S= Severidad

O=Ocurrencia

D=Detección

IR=Índice De Riesgo

# CAPÍTULO 3

## 3. ESTRATEGIAS Y PLANIFICACION DEL MANTENIMIENTO

Para lograr incrementar la vida útil de los camiones y tener una operación continúa y segura se deben implementar estrategias de mantenimiento que contengan actividades de intervención adecuadas para reducir la presencia de fallas.

### 3.1 Mantenimiento y actividades

Para mejorar el mantenimiento de los equipos y así incrementar su confiabilidad y disponibilidad al plan general se adicionan actividades que están enfocadas a reducir el riesgo de falla.

Una vez analizadas los índices de riesgo de las fallas funcionales establecemos los componentes que causan mayor indisponibilidad.

- Obstrucción o rotura de radiador
- Fuga de bomba de agua
- Obstrucción de termostato
- Daño en mangueras de enfriamiento
- Contaminación de combustible
- Daño en empaque de cabezote

- Daño en turbocargador
- Obstrucción de válvula recirculadora de gases de escape
- Daño de bomba de inyección e inyectores

### **3.2 Plan de Mantenimiento**

El plan de mantenimiento elaborado, tomando como base el manual del fabricante [4], la experiencia y el conocimiento del equipo y el análisis de fallas funcionales, queda establecido que, de acuerdo a la operación que tiene los camiones repartidores y el recorrido promedio de 2000 km rutas locales y 2500 km rutas foráneas, tendrán entre 5-6 intervenciones de mantenimiento al año.

**Tabla 6. Plan de Mantenimiento**

| PLAN DE MANTENIMIENTO |   |            |      |       |       |       |       |
|-----------------------|---|------------|------|-------|-------|-------|-------|
|                       | ACTIVIDAD                                       | FRECUENCIA |      |       |       |       |       |
|                       |   | 5000       | 1000 | 15000 | 20000 | 25000 | 30000 |
| 1                     | Cambiar aceite y filtros de motor               | x          | x    | x     | x     | x     | x     |
| 2                     | Cambiar aceite de caja y diferencial            |            |      |       |       |       | x     |
| 3                     | Regulación de frenos y embrague                 |            | x    |       |       |       |       |
| 4                     | Alineación y balanceo de ruedas                 |            | x    |       |       |       |       |
| 5                     | Revisión de rodamientos y retendores de rueda   |            |      |       | x     |       |       |
| 6                     | Reajuste de suspensión                          |            | x    |       |       |       |       |
| 7                     | Revisar amortiguadores                          |            |      |       |       |       |       |
| 8                     | Engrase de pines y crucetas                     |            | x    |       |       |       |       |
| 9                     | Revisar bornes/batería                          | x          | x    | x     | x     | x     | x     |
| 10                    | Cambiar zapatas de freno                        |            |      |       |       |       | x     |
| 11                    | Mantenimiento de radiador                       |            |      |       |       |       | x     |
| 12                    | Cambiar refrigerante                            |            |      |       |       |       | x     |
| 13                    | Limpieza de inyectores                          |            |      |       |       |       | x     |
| 14                    | Mantenimiento de alternador y motor de arranque |            |      |       |       |       | x     |
| 15                    | Estado de mangueras de enfriamiento             | x          | x    | x     | x     | x     | x     |
| 16                    | Limpieza sistema recirculación de gases         |            | x    |       | x     |       | x     |
| 17                    | Verificar consumos de aceite de motor           | x          | x    | x     | x     | x     | x     |
| 18                    | Verificar sonido anormal en motor               | x          | x    | x     | x     | x     | x     |
| 19                    | Mantenimiento de arranque y alternador          |            |      |       |       |       | x     |
| 20                    | Revisar bomba de agua y termostato              |            | x    | x     |       | x     |       |
| 21                    | Limpieza de tanque de combustible               |            |      |       |       |       | x     |
| 22                    | Revisar turbocargador y válvula recirculadora   |            | x    | x     |       | x     |       |
| 23                    | Verificar estado de líquido de frenos           | x          | x    | x     | x     | x     | x     |
| 24                    | Calibrar válvulas de motor                      |            |      | x     |       |       | x     |
| 25                    | Revisar y/o reparar asientos y tapicería        |            |      | x     |       |       | x     |
| 26                    | Revisar y/o reemplazar mecanismo de puertas     |            |      | x     |       |       | x     |

Una vez aplicado el plan de mantenimiento se hace un análisis de la incidencia de fallas desde junio de 2013 a junio de 2014, obteniéndose una disponibilidad del 95.5%

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. Conclusiones

- El análisis del registro histórico de órdenes de trabajo se convierte en una buena fuente de información como punto de partida para el análisis de falla.
- Aplicando el análisis de falla y agregando actividades al plan de mantenimiento se logró incrementar la disponibilidad de la flota del 90.81% al 95.5%.
- Por medio de este análisis se procedió a proponer a la Gerencia la baja de los 10 camiones Kia Ceres y 3 Daihatsu delta debido a su reducida disponibilidad.
- Con el cálculo del índice de riesgo podemos definir cuáles son las fallas que tienen mayor impacto.

### 4.2. Recomendaciones

- Para una mejor comprensión de las fallas se recomienda dividir el camión en subsistemas.
- Se debe revisar continuamente el plan de mantenimiento para ir agregando actividades que eviten la ocurrencia de falla.
- Se debe establecer plan continuo de capacitación a conductores para disminuir los daños por mala operación.

## BIBLIOGRAFÍA

1. JULIO JUAN ANAYA TEJERO , “El Transporte de Mercancías”, Esic Editorial
2. JOHN MOUBRAY, Reliability Centered Maintenance, Butterworth-Heinemann, 1997.
3. CHRYSLER LLC, FORD MOTOR COMPANY, GENERAL MOTOR CORPORATION, AIAG, Potential Failure Mode and Effects Analysis, Fourth Edition 2008.
4. ISUZU MOTORS LIMITED, Manual de Servicio Chevrolet serie N, Primera edición Enero 1999.

## **ANEXOS**





## Anexo C. Consecuencia de las fallas

| RANGO | EFECTO          | CRITERIO   |
|-------|-----------------|--|
| 1     | Ninguno         | La falla no tiene efecto   |
| 2     | Muy leve        | Perturbación menor de funcionamiento.  |
| 3     | Leve            | Acción correctiva  |
| 4     | Leve y moderado | Posible demora en restituir la función.  |
| 5     | Moderado        | Demora en un 100% en restituir la función  |
| 6     | Moderado alto   | Demora en la reparación  |
| 7     | Alto            | Demoras mayores en sustituir funciones   |
| 8     | Muy alto        | Se pierde función gran demora en reparar   |
| 9     | Riesgoso        | Afectación graves en cuanto a seguridad, salud y medio ambiente. Falla <u>avisa antes de ocurrencia.</u> |
| 10    | Riesgoso        | Afectación grave en cuanto a seguridad, salud y medioambiente. Falla <u>repentina.</u>                   |

[3]

## Anexo D. Probabilidad de las Fallas (Ocurrencia)

| RANGO | PROBABILIDAD | COMENTARIO |
|-------|--------------|------------|
| 1     | 1/10000      | Remota     |
| 2     | 1/5000       | Baja       |
| 3     | 1/2000       | Baja       |
| 4     | 1/1000       | Ocasional  |
| 5     | 1/500        | Moderada   |
| 6     | 1/200        | Moderada   |
| 7     | 1/100        | Alta       |
| 8     | 1/50         | Alta       |
| 9     | 1/20         | Muy alta   |
| 10    | 1/10         | Muy alta   |

[3]

## Anexo E. Detección de las fallas

| RANGO | EFEECTO             | CRITERIO                                |
|-------|---------------------|---|
| 10    | Incertidumbre total | Falla ocurriera con aviso               |
| 9     | Muy remota          | Falla ocurriera sin aviso               |
| 8     | Remota              | Pérdida de función primaria             |
| 7     | Muy baja            | Función reducida                        |
| 6     | Baja                | Baja probabilidad de detectar la falla  |
| 5     | Moderado            | Moderada probabilidad de detección      |
| 4     | Moderado alto       | Moderada alta probabilidad de detección |
| 3     | Alto                | Alta probabilidad de detección          |
| 2     | Alto muy alto       | Muy alta probabilidad de detección      |
| 1     | Casi certeza total  | Falla no tiene efecto                   |

[3]

## Anexo F. Disponibilidad año 2012

| DISPONIBILIDAD EN CAMIONES CHEVROLET NHR AÑO 2012 |          |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |    |       |        |      |
|---|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|----|-------|--------|------|
|   | PLACA    | AÑO  | S-01 | S-02 | S-03 | S-04 | S-05 | S-06 | S-07 | S-08 | TFS | TO  | N  | TPFS  | TPO    | D    |
| 1   | GLK-0055 | 2001 | 16   | 2    | 3    | 8    | 1    | 2    | 2    | 7    | 41  | 255 | 19 | 2,16  | 13,42  | 86,1 |
| 2   | GLL-767  | 2001 | 17   | 5    | 1    | 2    | 2    | 1    | 1    | 15   | 44  | 252 | 17 | 2,59  | 14,82  | 85,1 |
| 3   | GLK-054  | 2001 | 5    | 1    | 6    | 2    | 2    | 1    | 1    | 8    | 26  | 270 | 6  | 4,33  | 45,00  | 91,2 |
| 4   | GLL-765  | 2001 | 12   | 4    | 1    | 1    | 4    | 5    | 2    | 6    | 35  | 261 | 10 | 3,50  | 26,10  | 88,2 |
| 5   | GLM-273  | 2001 | 4    | 5    | 2    | 1    | 1    | 1    | 3    | 4    | 21  | 275 | 12 | 1,75  | 22,92  | 92,9 |
| 6   | GLJ-987  | 2001 | 1    | 1    | 2    | 4    | 2    | 6    | 1    | 4    | 21  | 275 | 9  | 2,33  | 30,56  | 92,9 |
| 7   | GLM-276  | 2001 | 6    | 4    | 2    | 1    | 3    | 1    | 1    | 10   | 28  | 268 | 9  | 3,11  | 29,78  | 90,5 |
| 8   | GLM-274  | 2001 | 15   | 5    | 1    | 1    | 6    | 3    | 2    | 16   | 49  | 247 | 16 | 3,06  | 15,44  | 83,4 |
| 9   | GLJ-874  | 2001 | 8    | 6    | 6    | 3    | 3    | 2    | 2    | 6    | 36  | 260 | 12 | 3,00  | 21,67  | 87,8 |
| 10  | GLJ-887  | 2001 | 16   | 4    | 1    | 1    | 2    | 1    | 1    | 8    | 34  | 262 | 17 | 2,00  | 15,41  | 88,5 |
| 11  | GLM-271  | 2001 | 14   | 3    | 0    | 1    | 2    | 1    | 4    | 10   | 35  | 261 | 10 | 3,50  | 26,10  | 88,2 |
| 12  | GLJ-875  | 2001 | 6    | 3    | 5    | 1    | 5    | 1    | 0    | 3    | 24  | 272 | 10 | 2,40  | 27,20  | 91,9 |
| 13  | GMF-853  | 2003 | 8    | 12   | 6    | 1    | 1    | 2    | 1    | 10   | 41  | 255 | 11 | 3,73  | 23,18  | 86,1 |
| 14  | GMF-832  | 2003 | 8    | 2    | 1    | 7    | 4    | 1    | 0    | 4    | 27  | 269 | 12 | 2,25  | 22,42  | 90,9 |
| 15  | GMF-850  | 2003 | 1    | 17   | 1    | 1    | 0    | 1    | 1    | 6    | 28  | 268 | 14 | 2,00  | 19,14  | 90,5 |
| 16  | GMF-830  | 2003 | 22   | 3    | 0    | 1    | 2    | 2    | 0    | 6    | 36  | 260 | 13 | 2,77  | 20,00  | 87,8 |
| 17  | GMF-838  | 2003 | 2    | 1    | 1    | 2    | 1    | 1    | 2    | 4    | 14  | 282 | 8  | 1,75  | 35,25  | 95,3 |
| 18  | GMO-778  | 2004 | 7    | 3    | 2    | 4    | 2    | 5    | 3    | 7    | 33  | 263 | 6  | 5,50  | 43,83  | 88,9 |
| 19  | GMO-763  | 2004 | 3    | 1    | 0    | 0    | 6    | 2    | 0    | 18   | 30  | 266 | 5  | 6,00  | 53,20  | 89,9 |
| 20  | GPG-108  | 2007 | 22   | 1    | 0    | 1    | 2    | 2    | 0    | 10   | 38  | 258 | 15 | 2,53  | 17,20  | 87,2 |
| 21  | GPG-945  | 2007 | 2    | 18   | 2    | 2    | 3    | 2    | 2    | 18   | 49  | 247 | 12 | 4,08  | 20,58  | 83,4 |
| 22  | GPG-879  | 2007 | 1    | 60   | 1    | 1    | 1    | 1    | 0    | 4    | 69  | 227 | 9  | 7,67  | 25,22  | 76,7 |
| 23  | GPG-911  | 2007 | 2    | 16   | 2    | 0    | 2    | 1    | 2    | 2    | 27  | 269 | 8  | 3,38  | 33,63  | 90,9 |
| 24  | GPG-929  | 2007 | 3    | 0    | 2    | 2    | 3    | 1    | 0    | 12   | 23  | 273 | 10 | 2,30  | 27,30  | 92,2 |
| 25  | GPG-105  | 2007 | 5    | 0    | 0    | 4    | 1    | 2    | 2    | 0    | 14  | 282 | 11 | 1,27  | 25,64  | 95,3 |
| 26  | GPG-925  | 2007 | 2    | 2    | 2    | 2    | 1    | 1    | 0    | 4    | 14  | 282 | 17 | 0,82  | 16,59  | 95,3 |
| 27  | GPH-579  | 2007 | 3    | 2    | 1    | 0    | 2    | 1    | 0    | 16   | 25  | 271 | 3  | 8,33  | 90,33  | 91,6 |
| 28  | GPH-585  | 2007 | 3    | 0    | 0    | 1    | 1    | 1    | 4    | 7    | 17  | 279 | 6  | 2,83  | 46,50  | 94,3 |
| 29  | GPG-411  | 2007 | 6    | 0    | 0    | 2    | 2    | 2    | 0    | 0    | 12  | 284 | 9  | 1,33  | 31,56  | 95,9 |
| 30  | GPG-110  | 2007 | 8    | 0    | 0    | 0    | 4    | 1    | 2    | 6    | 21  | 275 | 8  | 2,63  | 34,38  | 92,9 |
| 31  | GPD-627  | 2007 | 0    | 0    | 1    | 0    | 4    | 3    | 0    | 5    | 13  | 283 | 5  | 2,60  | 56,60  | 95,6 |
| 32  | GPD-281  | 2007 | 4    | 3    | 1    | 2    | 6    | 1    | 1    | 12   | 30  | 266 | 9  | 3,33  | 29,56  | 89,9 |
| 33  | GPG-109  | 2007 | 0    | 0    | 1    | 0    | 2    | 1    | 0    | 9    | 13  | 283 | 6  | 2,17  | 47,17  | 95,6 |
| 34  | GPG-100  | 2007 | 2    | 1    | 0    | 0    | 2    | 1    | 1    | 4    | 11  | 285 | 9  | 1,22  | 31,67  | 96,3 |
| 35  | GPD-602  | 2007 | 2    | 4    | 10   | 0    | 6    | 4    | 3    | 3    | 32  | 264 | 9  | 3,56  | 29,33  | 89,2 |
| 36  | GPG-874  | 2007 | 8    | 2    | 3    | 5    | 2    | 1    | 1    | 4    | 26  | 270 | 6  | 4,33  | 45,00  | 91,2 |
| 37  | GPG-385  | 2007 | 4    | 1    | 2    | 3    | 4    | 4    | 3    | 2    | 23  | 273 | 6  | 3,83  | 45,50  | 92,2 |
| 38  | GPD-532  | 2007 | 6    | 1    | 0    | 0    | 1    | 1    | 0    | 8    | 17  | 279 | 11 | 1,55  | 25,36  | 94,3 |
| 39  | GPG-891  | 2007 | 2    | 2    | 0    | 0    | 1    | 1    | 1    | 12   | 19  | 277 | 10 | 1,90  | 27,70  | 93,6 |
| 40  | GPD-484  | 2007 | 1    | 17   | 1    | 2    | 2    | 1    | 1    | 0    | 25  | 271 | 5  | 5,00  | 54,20  | 91,6 |
| 41  | GRS-269  | 2010 | 1    | 1    | 0    | 0    | 1    | 1    | 1    | 2    | 7   | 289 | 3  | 2,33  | 96,33  | 97,6 |
| 42  | GRS-258  | 2010 | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 4    | 7   | 289 | 11 | 0,64  | 26,27  | 97,6 |
| 43  | GRW-5312 | 2010 | 0    | 2    | 0    | 0    | 1    | 2    | 0    | 3    | 8   | 288 | 2  | 4,00  | 144,00 | 97,3 |
| 44  | GRW-5317 | 2010 | 1    | 0    | 0    | 2    | 0    | 0    | 1    | 0    | 4   | 292 | 2  | 2,00  | 146,00 | 98,6 |
| 45  | GRW-5310 | 2010 | 1    | 0    | 0    | 1    | 2    | 1    | 0    | 0    | 5   | 291 | 2  | 2,50  | 145,50 | 98,3 |
| 46  | GRX-3017 | 2010 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 2    | 4    | 7   | 289 | 5  | 1,40  | 57,80  | 97,6 |
| 47  | GRW-5314 | 2010 | 1    | 0    | 0    | 2    | 1    | 2    | 2    | 0    | 8   | 288 | 5  | 1,60  | 57,60  | 97,3 |
| 48  | GRW-1036 | 2010 | 1    | 0    | 0    | 0    | 2    | 1    | 4    | 2    | 10  | 286 | 3  | 3,33  | 95,33  | 96,6 |
| 49  | GRX-2974 | 2010 | 0    | 2    | 0    | 0    | 1    | 0    | 2    | 3    | 8   | 288 | 13 | 0,62  | 22,15  | 97,3 |
| 50  | GRX-2811 | 2010 | 0    | 2    | 0    | 1    | 0    | 1    | 1    | 2    | 7   | 289 | 3  | 2,33  | 96,33  | 97,6 |
| 51  | GRY-8765 | 2010 | 0    | 2    | 0    | 0    | 1    | 0    | 2    | 1    | 21  | 275 | 1  | 21,00 | 275,00 | 92,9 |
| 52  | GRY-8773 | 2010 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 2    | 4   | 292 | 3  | 1,33  | 97,33  | 98,6 |
| 53  | GRY-8776 | 2010 | 0    | 1    | 0    | 2    | 0    | 1    | 0    | 0    | 4   | 292 | 3  | 1,33  | 97,33  | 98,6 |
| 54  | GRX-2810 | 2010 | 0    | 0    | 1    | 0    | 1    | 1    | 0    | 0    | 3   | 293 | 2  | 1,50  | 146,50 | 99,0 |
| 55  | GRZ-2223 | 2011 | 6    | 0    | 0    | 2    | 0    | 3    | 0    | 0    | 11  | 285 | 3  | 3,67  | 95,00  | 96,3 |
| 56  | GRZ-2227 | 2011 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 2    | 1    | 3    | 6   | 290 | 2  | 3,00  | 145,00 | 98,0 |
| 57  | GRZ-1755 | 2011 | 0    | 3    | 0    | 1    | 1    | 1    | 0    | 0    | 6   | 290 | 7  | 0,86  | 41,43  | 98,0 |
| 58  | GRZ-2230 | 2011 | 0    | 0    | 0    | 0    | 2    | 1    | 1    | 4    | 8   | 288 | 4  | 2,00  | 72,00  | 97,3 |
| 59  | GSC-3771 | 2012 | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 1    | 1    | 3   | 293 | 2  | 1,50  | 146,50 | 99,0 |
| 60  | GSC-3852 | 2012 | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 1    | 3   | 293 | 1  | 3,00  | 293,00 | 99,0 |
| 61  | GSC-5181 | 2012 | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 1    | 1    | 0    | 3   | 293 | 1  | 3,00  | 293,00 | 99,0 |
| 62  | GSC-2061 | 2012 | 3    | 2    | 1    | 0    | 0    | 2    | 0    | 0    | 8   | 288 | 2  | 4,00  | 144,00 | 97,3 |
| 63  | GSC-2616 | 2012 | 0    | 0    | 4    | 0    | 0    | 1    | 0    | 5    | 10  | 286 | 3  | 3,33  | 95,33  | 96,6 |
| 64  | GSC-3703 | 2012 | 0    | 1    | 1    | 0    | 4    | 2    | 1    | 0    | 9   | 287 | 2  | 4,50  | 143,50 | 97,0 |
| 65  | GSC-2066 | 2012 | 0    | 2    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 3   | 293 | 1  | 3,00  | 293,00 | 99,0 |
| 66  | GSC-3774 | 2012 | 4    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 6   | 290 | 2  | 3,00  | 145,00 | 98,0 |
| 67  | GSC-2612 | 2012 | 0    | 5    | 1    | 0    | 0    | 1    | 0    | 1    | 8   | 288 | 2  | 4,00  | 144,00 | 97,3 |
| 68  | GSC-5652 | 2012 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 7    | 8   | 288 | 1  | 8,00  | 288,00 | 97,3 |
| 69  | GSC-2051 | 2012 | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 2    | 0    | 3    | 6   | 290 | 2  | 3,00  | 145,00 | 98,0 |
| 70  | GSC-5649 | 2012 | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 1    | 4    | 6   | 290 | 3  | 2,00  | 96,67  | 98,0 |
| 71  | GSC-5179 | 2012 | 0    | 4    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 0    | 6   | 290 | 2  | 3,00  | 145,00 | 98,0 |
| 72  | GSC-5741 | 2012 | 2    | 0    | 0    | 1    | 0    | 1    | 0    | 8    | 12  | 284 | 3  | 4,00  | 94,67  | 95,9 |
| 73  | GSC-4779 | 2012 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 2   | 294 | 1  | 2,00  | 294,00 | 99,3 |

| DISPONIBILIDAD |         |      |      |      |
|----------------|---------|------|------|------|
|                | PLACA   | AÑO  | S-01 | S-02 |
| 1              | GLO-364 | 2001 | 12   | 4    |
| 2              | GLG-463 | 2001 | 5    | 3    |
| 3              | GLG-464 | 2001 | 22   | 2    |
| 4              | GLO-357 | 2001 | 16   | 1    |
| 5              | GLO-358 | 2001 | 9    | 12   |
| 6              | GLO-359 | 2001 | 2    | 0    |
| 7              | GLO-363 | 2001 | 10   | 3    |
| 8              | GLO-813 | 2001 | 6    | 2    |
| 9              | GLO-814 | 2001 | 4    | 1    |
| 10             | GLO-356 | 2001 | 6    | 8    |

| DISPONIBILIDAD |         |      |      |      |
|----------------|---------|------|------|------|
|                | PLACA   | AÑO  | S-01 | S-02 |
| 1              | GJR-769 | 1996 | 9    | 5    |
| 2              | GIR-543 | 1994 | 16   | 7    |
| 3              | GIR-544 | 1995 | 2    | 16   |
| 4              | GIZ-703 | 1995 | 16   | 3    |
| 5              | GJR-768 | 1996 | 18   | 8    |
| 6              | GIN-663 | 1994 | 25   | 9    |
| 7              | GIM-498 | 1996 | 4    | 14   |
| 8              | GIZ-702 | 1995 | 19   | 8    |
| 9              | GJX-758 | 1997 | 7    | 2    |
| 10             | GJK-841 | 1996 | 11   | 15   |
| 11             | GL-188  | 1994 | 5    | 12   |
| 12             | GJX-689 | 1996 | 6    | 4    |

| DISPONIBILIDAD |         |      |      |      |
|----------------|---------|------|------|------|
|                | PLACA   | AÑO  | S-01 | S-02 |
| 1              | GJX-591 | 1995 | 16   | 9    |
| 2              | GJX-592 | 1995 | 11   | 6    |
| 3              | GKJ-219 | 1994 | 12   | 3    |
| 4              | GKK-615 | 1998 | 9    | 13   |
| 5              | GIB-281 | 1998 | 23   | 2    |
| 6              | GKH-870 | 1998 | 19   | 1    |
| 7              | GKM-019 | 1998 | 15   | 4    |
| 8              | GKH-853 | 1998 | 18   | 12   |
| 9              | GKH-855 | 1994 | 7    | 7    |
| 10             | GKJ-222 | 1994 | 15   | 6    |

| DISPONIBILIDAD TOTAL FLOTA JUNIO 2013-JUNIO 2014 |          |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |    |       |        |      |
|--|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|----|-------|--------|------|
|  | PLACA    | AÑO  | S-01 | S-02 | S-03 | S-04 | S-05 | S-06 | S-07 | S-08 | TFS | TO  | N  | TPFS  | TPO    | D    |
| 1  | GLK-0055 | 2001 | 2    | 2    | 3    | 1    | 2    | 2    | 2    | 4    | 17  | 279 | 19 | 0,89  | 14,68  | 94,3 |
| 2  | GLL-767  | 2001 | 4    | 5    | 1    | 2    | 2    | 1    | 1    | 5    | 21  | 275 | 17 | 1,24  | 16,18  | 92,9 |
| 3  | GLK-054  | 2001 | 5    | 1    | 1    | 2    | 2    | 1    | 1    | 3    | 16  | 280 | 6  | 2,67  | 46,67  | 94,6 |
| 4  | GLL-765  | 2001 | 1    | 4    | 1    | 1    | 1    | 1    | 2    | 1    | 12  | 284 | 10 | 1,20  | 28,40  | 95,9 |
| 5  | GLM-273  | 2001 | 4    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 3    | 4    | 16  | 280 | 12 | 1,33  | 23,33  | 94,6 |
| 6  | GLJ-987  | 2001 | 1    | 1    | 2    | 4    | 2    | 2    | 1    | 4    | 17  | 279 | 9  | 1,89  | 31,00  | 94,3 |
| 7  | GLM-276  | 2001 | 2    | 4    | 2    | 1    | 3    | 1    | 1    | 2    | 16  | 280 | 9  | 1,78  | 31,11  | 94,6 |
| 8  | GLM-274  | 2001 | 1    | 5    | 1    | 1    | 6    | 3    | 2    | 3    | 22  | 274 | 16 | 1,38  | 17,13  | 92,6 |
| 9  | GLJ-874  | 2001 | 1    | 1    | 6    | 3    | 3    | 2    | 2    | 1    | 19  | 277 | 12 | 1,58  | 23,08  | 93,6 |
| 10   | GLJ-887  | 2001 | 1    | 4    | 1    | 1    | 2    | 1    | 1    | 0    | 11  | 285 | 17 | 0,65  | 16,76  | 96,3 |
| 11   | GLM-271  | 2001 | 3    | 3    | 0    | 1    | 2    | 1    | 0    | 2    | 12  | 284 | 10 | 1,20  | 28,40  | 95,9 |
| 12   | GLJ-875  | 2001 | 2    | 3    | 5    | 1    | 5    | 1    | 0    | 3    | 20  | 276 | 10 | 2,00  | 27,60  | 93,2 |
| 13   | GMF-853  | 2003 | 3    | 3    | 2    | 1    | 1    | 2    | 1    | 3    | 16  | 280 | 11 | 1,45  | 25,45  | 94,6 |
| 14   | GMF-832  | 2003 | 3    | 2    | 1    | 7    | 1    | 1    | 0    | 4    | 19  | 277 | 12 | 1,58  | 23,08  | 93,6 |
| 15   | GMF-850  | 2003 | 1    | 0    | 1    | 1    | 0    | 1    | 1    | 6    | 11  | 285 | 14 | 0,79  | 20,36  | 96,3 |
| 16   | GMF-830  | 2003 | 4    | 3    | 0    | 1    | 2    | 2    | 0    | 6    | 18  | 278 | 13 | 1,38  | 21,38  | 93,9 |
| 17   | GMF-838  | 2003 | 2    | 1    | 1    | 2    | 1    | 1    | 2    | 4    | 14  | 282 | 8  | 1,75  | 35,25  | 95,3 |
| 18   | GMO-778  | 2004 | 4    | 2    | 5    | 4    | 2    | 5    | 3    | 7    | 32  | 264 | 6  | 5,33  | 44,00  | 89,2 |
| 19   | GMO-763  | 2004 | 0    | 1    | 2    | 0    | 6    | 2    | 0    | 4    | 15  | 281 | 5  | 3,00  | 56,20  | 94,9 |
| 20   | GPG-108  | 2007 | 1    | 2    | 2    | 1    | 2    | 2    | 0    | 3    | 13  | 283 | 15 | 0,87  | 18,87  | 95,6 |
| 21   | GPG-945  | 2007 | 2    | 3    | 2    | 2    | 3    | 2    | 2    | 4    | 20  | 276 | 12 | 1,67  | 23,00  | 93,2 |
| 22   | GPG-879  | 2007 | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 0    | 4    | 10  | 286 | 9  | 1,11  | 31,78  | 96,6 |
| 23   | GPG-911  | 2007 | 0    | 2    | 1    | 0    | 2    | 1    | 2    | 2    | 10  | 286 | 8  | 1,25  | 35,75  | 96,6 |
| 24   | GPG-929  | 2007 | 2    | 3    | 1    | 2    | 3    | 1    | 0    | 4    | 16  | 280 | 10 | 1,60  | 28,00  | 94,6 |
| 25   | GPG-105  | 2007 | 4    | 1    | 2    | 4    | 1    | 2    | 2    | 1    | 17  | 279 | 11 | 1,55  | 25,36  | 94,3 |
| 26   | GPG-925  | 2007 | 2    | 1    | 1    | 2    | 1    | 1    | 0    | 0    | 8   | 288 | 17 | 0,47  | 16,94  | 97,3 |
| 27   | GPH-579  | 2007 | 0    | 2    | 1    | 0    | 2    | 1    | 0    | 2    | 8   | 288 | 3  | 2,67  | 96,00  | 97,3 |
| 28   | GPH-585  | 2007 | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 4    | 0    | 10  | 286 | 6  | 1,67  | 47,67  | 96,6 |
| 29   | GPG-411  | 2007 | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 2    | 0    | 4    | 16  | 280 | 9  | 1,78  | 31,11  | 94,6 |
| 30   | GPG-110  | 2007 | 0    | 4    | 1    | 0    | 4    | 1    | 2    | 4    | 16  | 280 | 8  | 2,00  | 35,00  | 94,6 |
| 31   | GPD-627  | 2007 | 0    | 0    | 1    | 0    | 4    | 3    | 0    | 5    | 13  | 283 | 5  | 2,60  | 56,60  | 95,6 |
| 32   | GPD-281  | 2007 | 4    | 3    | 1    | 2    | 6    | 1    | 1    | 3    | 21  | 275 | 9  | 2,33  | 30,56  | 92,9 |
| 33   | GPG-109  | 2007 | 0    | 0    | 1    | 0    | 2    | 1    | 0    | 0    | 4   | 292 | 6  | 0,67  | 48,67  | 98,6 |
| 34   | GPG-100  | 2007 | 2    | 1    | 0    | 0    | 2    | 1    | 1    | 0    | 7   | 289 | 9  | 0,78  | 32,11  | 97,6 |
| 35   | GPD-602  | 2007 | 2    | 4    | 2    | 0    | 6    | 4    | 3    | 3    | 24  | 272 | 9  | 2,67  | 30,22  | 91,9 |
| 36   | GPG-874  | 2007 | 1    | 2    | 3    | 5    | 2    | 1    | 1    | 4    | 19  | 277 | 6  | 3,17  | 46,17  | 93,6 |
| 37   | GPG-385  | 2007 | 4    | 1    | 2    | 3    | 4    | 4    | 3    | 6    | 27  | 269 | 6  | 4,50  | 44,83  | 90,9 |
| 38   | GPD-532  | 2007 | 1    | 1    | 0    | 0    | 1    | 1    | 0    | 1    | 5   | 291 | 11 | 0,45  | 26,45  | 98,3 |
| 39   | GPG-891  | 2007 | 2    | 2    | 0    | 0    | 1    | 1    | 1    | 0    | 7   | 289 | 10 | 0,70  | 28,90  | 97,6 |
| 40   | GPD-484  | 2007 | 1    | 1    | 1    | 2    | 2    | 1    | 1    | 3    | 12  | 284 | 5  | 2,40  | 56,80  | 95,9 |
| 41   | GRS-269  | 2010 | 1    | 1    | 0    | 0    | 1    | 1    | 1    | 2    | 7   | 289 | 3  | 2,33  | 96,33  | 97,6 |
| 42   | GRS-258  | 2010 | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 4    | 7   | 289 | 11 | 0,64  | 26,27  | 97,6 |
| 43   | GRW-5312 | 2010 | 0    | 2    | 0    | 0    | 1    | 2    | 0    | 3    | 8   | 288 | 2  | 4,00  | 144,00 | 97,3 |
| 44   | GRW-5317 | 2010 | 1    | 0    | 0    | 2    | 0    | 0    | 1    | 0    | 4   | 292 | 2  | 2,00  | 146,00 | 98,6 |
| 45   | GRW-5310 | 2010 | 1    | 0    | 0    | 1    | 2    | 1    | 0    | 0    | 5   | 291 | 2  | 2,50  | 145,50 | 98,3 |
| 46   | GRX-3017 | 2010 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 2    | 4    | 7   | 289 | 5  | 1,40  | 57,80  | 97,6 |
| 47   | GRW-5314 | 2010 | 1    | 0    | 0    | 2    | 1    | 2    | 2    | 0    | 8   | 288 | 5  | 1,60  | 57,60  | 97,3 |
| 48   | GRW-1036 | 2010 | 1    | 0    | 0    | 0    | 2    | 1    | 4    | 2    | 10  | 286 | 3  | 3,33  | 95,33  | 96,6 |
| 49   | GRX-2974 | 2010 | 0    | 2    | 1    | 2    | 4    | 2    | 0    | 3    | 14  | 282 | 13 | 1,08  | 21,69  | 95,3 |
| 50   | GRX-2811 | 2010 | 0    | 2    | 0    | 1    | 1    | 2    | 2    | 2    | 10  | 286 | 3  | 3,33  | 95,33  | 96,6 |
| 51   | GRY-8765 | 2010 | 0    | 2    | 1    | 3    | 2    | 3    | 3    | 1    | 21  | 275 | 1  | 21,00 | 275,00 | 92,9 |
| 52   | GRY-8773 | 2010 | 0    | 0    | 4    | 2    | 2    | 3    | 2    | 2    | 15  | 281 | 3  | 5,00  | 93,67  | 94,9 |
| 53   | GRY-8776 | 2010 | 0    | 1    | 0    | 6    | 2    | 3    | 1    | 0    | 13  | 283 | 3  | 4,33  | 94,33  | 95,6 |
| 54   | GRX-2810 | 2010 | 0    | 0    | 4    | 1    | 6    | 2    | 2    | 0    | 15  | 281 | 2  | 7,50  | 140,50 | 94,9 |
| 55   | GRZ-2223 | 2011 | 1    | 0    | 2    | 1    | 1    | 5    | 4    | 0    | 14  | 282 | 3  | 4,67  | 94,00  | 95,3 |
| 56   | GRZ-2227 | 2011 | 0    | 0    | 2    | 1    | 3    | 2    | 1    | 3    | 12  | 284 | 2  | 6,00  | 142,00 | 95,9 |
| 57   | GRZ-1755 | 2011 | 0    | 3    | 0    | 1    | 1    | 1    | 0    | 0    | 6   | 290 | 7  | 0,86  | 41,43  | 98,0 |
| 58   | GRZ-2230 | 2011 | 0    | 0    | 0    | 0    | 2    | 1    | 1    | 0    | 4   | 292 | 4  | 1,00  | 73,00  | 98,6 |
| 59   | GSC-3771 | 2012 | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 1    | 1    | 3   | 293 | 2  | 1,50  | 146,50 | 99,0 |
| 60   | GSC-3852 | 2012 | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 1    | 3   | 293 | 1  | 3,00  | 293,00 | 99,0 |
| 61   | GSC-5181 | 2012 | 1    | 0    | 0    | 1    | 0    | 1    | 1    | 0    | 4   | 292 | 1  | 4,00  | 292,00 | 98,6 |
| 62   | GSC-2061 | 2012 | 3    | 2    | 1    | 0    | 0    | 2    | 0    | 0    | 8   | 288 | 2  | 4,00  | 144,00 | 97,3 |
| 63   | GSC-2616 | 2012 | 0    | 0    | 4    | 0    | 0    | 1    | 0    | 1    | 6   | 290 | 3  | 2,00  | 96,67  | 98,0 |
| 64   | GSC-3703 | 2012 | 0    | 1    | 1    | 0    | 2    | 2    | 1    | 0    | 7   | 289 | 2  | 3,50  | 144,50 | 97,6 |
| 65   | GSC-2066 | 2012 | 0    | 2    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 2   | 294 | 1  | 2,00  | 294,00 | 99,3 |
| 66   | GSC-3774 | 2012 | 1    | 1    | 0    | 1    | 0    | 0    | 1    | 1    | 5   | 291 | 2  | 2,50  | 145,50 | 98,3 |
| 67   | GSC-2612 | 2012 | 1    | 5    | 1    | 0    | 0    | 1    | 0    | 1    | 9   | 287 | 2  | 4,50  | 143,50 | 97,0 |
| 68   | GSC-5652 | 2012 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 1   | 295 | 1  | 1,00  | 295,00 | 99,7 |
| 69   | GSC-2051 | 2012 | 1    | 0    | 1    | 1    | 0    | 2    | 0    | 0    | 5   | 291 | 2  | 2,50  | 145,50 | 98,3 |
| 70   | GSC-5649 | 2012 | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 1    | 0    | 2   | 294 | 3  | 0,67  | 98,00  | 99,3 |
| 71   | GSC-5179 | 2012 | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 0    | 3   | 293 | 2  | 1,50  | 146,50 | 99,0 |
| 72   | GSC-5741 | 2012 | 2    | 0    | 0    | 1    | 1    | 1    | 0    | 2    | 7   | 289 | 3  | 2,33  | 96,33  | 97,6 |
| 73   | GSC-4779 | 2012 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 2   | 294 | 1  | 2,00  | 294,00 | 99,3 |
| 74   | GLO-364  | 2001 | 1    | 0    | 2    | 0    | 2    | 1    | 1    | 0    | 7   | 287 | 14 | 0,50  | 20,50  | 97,6 |
| 75   | GLG-463  | 2001 | 5    | 3    | 1    | 2    | 4    | 2    | 0    | 3    | 20  | 274 | 8  | 2,50  | 34,25  | 93,2 |
| 76   | GLG-464  | 2001 | 3    | 0    | 0    | 1    | 1    | 1    | 1    | 2    | 9   | 285 | 16 | 0,56  | 17,81  | 96,9 |
| 77   | GLO-357  | 2001 | 2    | 1    | 1    | 3    | 2    | 3    | 3    | 1    | 16  | 278 | 16 | 1,00  | 17,38  | 94,6 |
| 78   | GLO-358  | 2001 | 0    | 1    | 2    | 2    | 2    | 3    | 2    | 0    | 12  | 282 | 16 | 0,75  | 17,63  | 95,9 |
| 79   | GLO-359  | 2001 | 2    | 0    | 0    | 1    | 2    | 3    | 1    | 1    | 10  | 284 | 11 | 0,91  | 25,82  | 96,6 |
| 80   | GLO-363  | 2001 | 2    | 0    | 0    | 5    | 3    | 2    | 2    | 0    | 14  | 280 | 12 | 1,17  | 23,33  | 95,2 |
| 81   | GLO-813  | 2001 | 1    | 2    | 2    | 5    | 1    | 5    | 4    | 3    | 23  | 271 | 12 | 1,92  | 22,58  | 92,2 |
| 82   | GLO-814  | 2001 | 3    | 1    | 2    | 1    | 3    | 2    | 1    | 2    | 15  | 279 | 12 | 1,25  | 23,25  | 94,9 |
| 83   | GLO-356  | 2001 | 0    | 0    | 0    | 4    | 1    | 3    | 3    | 2    | 13  | 281 | 18 | 0,72  | 15,61  | 95,6 |
| 84   | GJR-769  | 1996 | 9    | 5    | 3    | 3    | 1    | 1    | 3    | 1    | 26  | 268 | 13 | 2,00  | 20,62  | 91,2 |
| 85   | GIR-543  | 1994 | 4    | 7    | 4    | 4    | 4    | 4    | 2    | 3    | 32  | 262 | 16 | 2,00  | 16,38  | 89,1 |
| 86   | GIZ-703  | 1995 | 6    | 3    | 1    | 2    | 2    | 1    | 3    | 2    | 20  | 274 | 22 | 0,91  | 12,45  | 93,2 |
| 87   | GJR-768  | 1996 | 7    | 1    | 1    | 5    | 1    | 4    | 3    | 1    | 23  | 271 | 15 | 1,53  | 18,07  | 92,2 |
| 88   | GIM-498  | 1996 | 4    | 3    | 3    | 4    | 4    | 2    | 1    | 1    | 22  | 272 | 12 | 1,83  | 22,67  | 92,5 |
| 89   | GJX-758  | 1997 | 7    | 2    | 2    | 3    | 3    | 7    | 4    | 0    | 28  | 266 | 14 | 2,00  | 19,00  | 90,5 |
| 90   | GJK-841  | 1996 | 6    | 2    | 0    | 2    | 6    | 4    | 2    | 3    | 25  | 269 | 21 | 1,19  | 12,81  | 91,5 |
| 91   | GIL-188  | 1994 | 5    | 4    | 4    | 2    | 5    | 1    | 3    | 4    | 28  | 266 | 17 | 1,65  | 15,65  | 90,5 |
| 92   | GJX-689  | 1996 | 6    | 4    | 3    | 2    | 2    | 5    | 3    | 4    | 29  | 265 | 10 | 2,90  | 26,50  | 90,1 |

