



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

**REPOSICIÓN VEHICULAR PARA EL AUTO TRANSPORTE  
DE SERVICIO PESADO**

**ESTUDIO DE CASO (FLOTA VEHICULAR DE LA IP)**

# **TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:**

**MAESTRO EN INGENIERÍA  
(TRANSPORTE)**

**PRESENTA**

**BERNARDO ARREDONDO BERROCAL**

**DIRECTOR DE TESIS**

**DR. LAURENT YVES GEORGES DARTOIS GIRARD.**

**MÉXICO DF.**

**ENERO 2014**

*Agradecimientos.*

*Agradezco la oportunidad que me dio nuevamente mi Universidad la UNAM de regresar a sus aulas para adquirir más conocimiento y prepararme para ser un hombre más productivo al darme las herramientas necesarias para realizarme personal y profesionalmente.*

*En forma muy particular doy gracias a toda mi familia (Padres y hermanos) por el apoyo tan grande, el tiempo y los recursos que me obsequiaron para que yo pudiera concluir mis estudios, el espacio que me brindaban para que pudiera realizar mis tareas, estudiar, todo los consejos y ese aliento de ánimo que mis amados padres Amelia y Bernardino me dieron en cada ocasión que intentaba desistir por eso les agradezco infinitamente.*

*A mi hermosa esposa Edna que me acompañó desde el inicio de esta gran experiencia y que me apoyó hombro con hombro en todo momento ayudándome en todos los aspectos para que pudiera concluir esta gran etapa de mi vida y que al concluirla me ha regalado un par de hermosos hijos (Joscelyn y Juan Leonardo) por quienes lucharé siempre con todo lo que me ha dado esta gran Universidad, la UNAM, y que aparte de grandes conocimientos me ha dado también grandes amigos (Mauro, Pablo y Sergio) a quienes agradezco todo su apoyo en esta gran aventura.*

Abstract.....	6-7 pg.
---------------	---------

### Introducción

## Capítulo 1

### **Situación actual del auto transporte de servicio pesado en México**

1.1 Participación del sector Comunicaciones y Transportes en el PIB...	13-15 pg.
1.2 Clasificación de flota (edad, clase, etc).....	16-17 pg.
1.3 Costos clave operativos (diesel, llantas, mantenimiento).....	18-26 pg.

## Capítulo 2

### **Criterios de renovación vehicular**

2.1 Selección del tren motriz.....	27-29 pg.
2.2 Carga y rutas.....	30-34 pg.
2.3 Mantenimiento (calidad de los talleres, propios o externos).....	35-37 pg.

## Capítulo 3

### **Métodos para la renovación vehicular del auto transporte de servicio pesado**

3.1 Método contable.....	41-44 pg.
3.2 Método extracontable.....	45-46 pg.
3.3 Método de optimización.....	47-50 pg.

## Capítulo 4

### **Aplicación de métodos para reposición vehicular en una flota propia de la industria privada como caso de estudio.**

4.1 Propuesta metodológica.....	51 pg.
4.2 Caso de estudio.....	52-64 pg.
4.3 Análisis y resultados.....	65-72 pg.
4.4 Conclusiones.....	73-74 pg.

## Bibliografía.

La industria del transporte en México contempla una mezcla muy interesante y de gran diversidad por segmentos, aplicaciones, configuraciones, etc. El transporte ferroviario es uno de los medios de transporte que más compite, siendo este de menor costo para el transporte de mercancías y es por ello que debe ser cada día más eficiente para mantenerse muy competitiva dicha industria, dentro del autotransporte tenemos importantes áreas de oportunidad en cada uno de los indicadores y una de esas grandes áreas es la forma en la que realizan la “Reposición vehicular”.

Una buena parte de las compañías de este sector en México suelen concentrarse en aspectos de financiamiento, técnicos o tecnológicos de selección de las unidades pero sin tener métodos y/o estrategias bien establecidas para decidir el punto óptimo de reemplazo (Prácticas de business as usual) o normas preestablecidas – P.E. 5 u 8 años pues no toman en cuenta el tipo de operación en el que están trabajando los equipos o simplemente compran equipos que los dealers tienen de stock y eso perjudica la durabilidad de los componentes teniendo esto un impacto considerable en la reposición vehicular. En México aún se mantienen prácticas de reconstrucción de vehículos, normas que se implementaron en base a la experiencia de los gerentes o en base a modelos aplicados en otros países, pero realmente la mayoría no lo hace con un método bien establecido que tome en cuenta la mayor parte de las variables fundamentales, esto es porque existe una falta de planeación de largo plazo en las compañías de transporte porque, si no sabemos qué destino tendrá nuestra flota ¿Cómo aseguramos la sustentabilidad de las compañías?, es necesario cerrar ese círculo que ni la industria privada tiene bien definido actualmente mucho menos el gobierno, es cierto que las compañías en México tienen equipos de gente que trabaja de la mano con los fabricantes de equipo original para que les de sus puntos de vista y que al pasar los años van depurando el cómo reemplazarán su flota pero hace falta adoptar una estrategia con mayor planeación que nos garantice una permanencia con la eficiencia y calidad que el mercado demanda.

Debido a esta gran competencia es necesario revisar cada una de nuestras áreas de oportunidad y una de ellas es la reposición vehicular convirtiéndose en un elemento clave para la rentabilidad de esta industria.

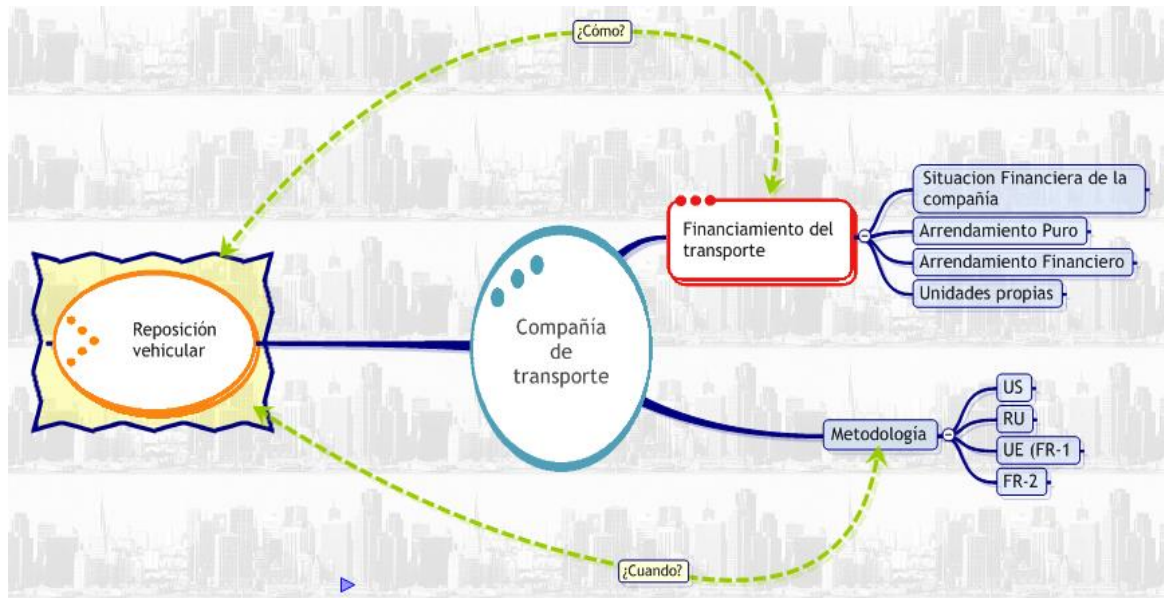


Figura 1: Mapa conceptual

La interpretación de este mapa conceptual nos dice que la idea central en este trabajo es resolver una necesidad actual en las empresas de autotransporte, la necesidad es ¿cómo y cuándo es el momento óptimo de hacer el reemplazo vehicular en forma eficiente?, para ello las compañías trasportistas deben analizar la forma de financiamiento que más convenga a sus intereses y/o su situación financiera pudiendo adquirir con arrendamiento puro, arrendamiento financiero o adquiriendo las unidades con capital propio, para resolver el cuándo reemplazar existen 4 métodos principales (US, RU, UE FR-1, FR-2) con los cuales se trabajaron estos métodos en un caso de estudio para poder obtener resultados y de esta forma encontrar con bases numéricas el método más adecuado para obtener las políticas de reemplazo por cada tipo de empresa transportista.

## Introducción.

---

En México debido a las viejas creencias y al desconocimiento de los beneficios tan significativos que se pueden reflejar en sus estados financieros aplicando un método correcto de reposición no se ha difundido con la fuerza que debería las metodologías existentes por lo que no se obtienen los beneficios tales como mayor disponibilidad de las unidades al no tomar en cuenta factores tan importantes como son:

- Sumar tiempos muertos por estadías en el taller mecánico.
- Comparar consumo de combustible entre unidades de diferentes edades.
- Menor costo de mantenimiento durante los primeros años de operación por tratarse en su mayoría de mantenimientos básicos y en el caso de mantenimientos correctivos existe la posibilidad de tramitarse por garantía, etc.

Encontrando el punto óptimo de reposición vehicular se pueden mantener en forma constante estos beneficios, por lo tanto, tomar la decisión de renovar dentro de un periodo determinado se convierte en una ventaja competitiva para la empresa de transporte y/o empresas que usan el transporte terrestre para mover su producto, llámese distribución primaria o secundaria; esta actividad “Reposición vehicular” requiere el conocimiento de una serie de datos que mas adelante se describirán con el fin de determinar cuál es el momento óptimo de reposición.

Cuando la empresa no cuenta con políticas adecuadas los resultados por lo regular son negativos y comúnmente las malas prácticas en las que se incurre son por ejemplo:

- Mantener un mayor tiempo en operación el vehículo.
- Hacer reparaciones costosas.
- No validar los consumos de combustible vs. unidades nuevas.
- Pasar por alto los costos de mantenimiento de unidades antiguas y ver un solo número de la flota sin clasificarlos por edades.



Las prácticas mencionadas anteriormente a pesar de que signifiquen montos cada vez más altos en los gastos de operación como es el mantenimiento tanto preventivo como el mayor, incremento en el consumo de combustible y en los costos del mismo, menor disponibilidad, sigue siendo esto una práctica muy común en el mundo del autotransporte desde empresas micro hasta las más grandes de México inclusive hoy en día una de las flotas más grandes de México ahora cuentan con una empresa que se va a dedicar a reconstruir sus vehículos obsoletos para convertirlos en transporte limpio y se puede observar también muy claramente en los países subdesarrollados que por falta de conocimientos sobre los costos de operación ya que no cuentan con sistemas que les permitan ver el detalle llevan a estas empresas a que prolonguen indefinidamente la vida de sus flotas. Algunas compañías donde se cuenta con bancos de información adecuada determinan previamente el kilometraje y rutas que recorrerán mensualmente sus vehículos, por lo tanto, pueden programar los períodos en el que estarán detenidos para operaciones de mantenimiento tanto preventivos como correctivos y en algunos casos se hacen proyecciones de los gastos de mantenimiento sobre todo cuando se tienen contratos de mantenimiento y/o arrendamiento en sus diferentes modalidades, lo anterior es lo más recomendable pues dichas empresas se pueden dedicar a su negocio principal y no al mantenimiento.

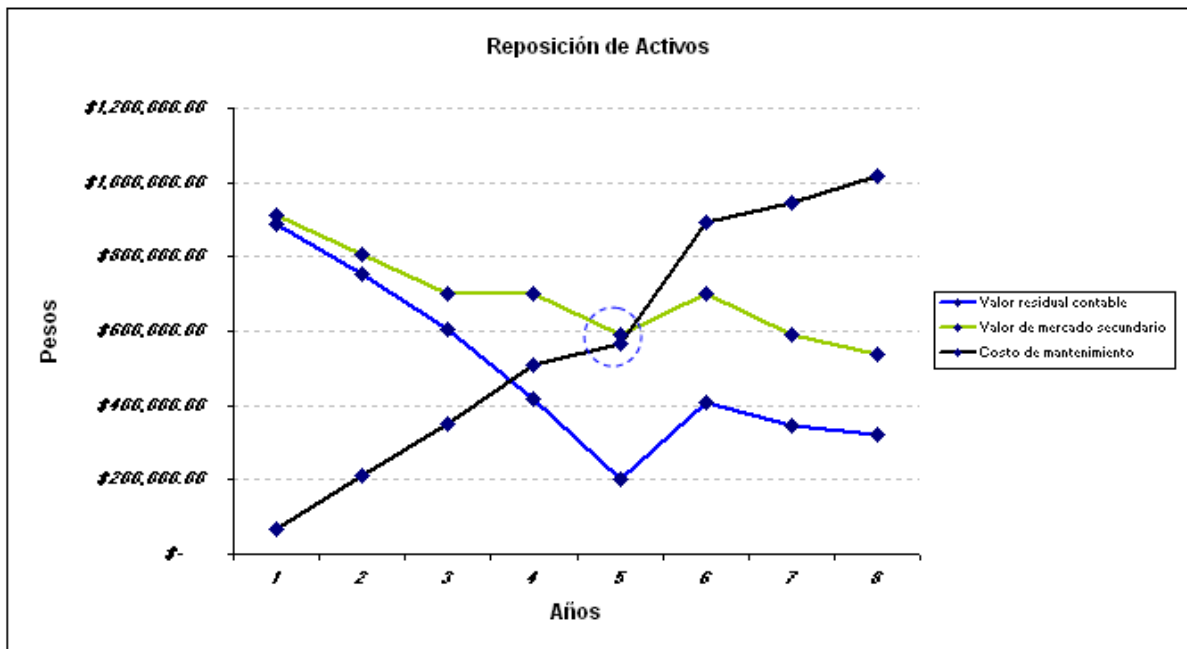
Si se tuvieran los controles antes mencionados se mejoraría significativamente el aprovechamiento de sus unidades, sin embargo, pueden producirse desvíos debido a factores de difícil evaluación, tales como:

- Modificación de las rutas e itinerarios
- Cambios en la forma de manejo debido a la rotación de los operadores, alterando los costos de operación estimados.

Por lo anterior la mayoría de los transportistas consideran el costo de operación como gasto variable siendo más difícil su administración, pudiendo evitarlo con un esquema de outsourcing de mantenimiento donde pueden pagar ya sea por km recorrido o por hora trabajada dependiendo del tipo de operación.

Un punto nodal es dar seguimiento a los costos operativos mediante un sistema que entregue datos confiables y de fácil manejo para el análisis, esto debido a que son imprescindibles para la determinación del momento exacto para dar de baja el vehículo, y seleccionar el más adecuado para las operaciones de la empresa; estos factores están directamente relacionados con la rentabilidad de una empresa de transporte.

Si bien un vehículo antiguo presenta costos fijos de operación que parecen ser bajos por no presentar gastos financieros de amortización de crédito, ni tampoco cargos por depreciación contable, estos costos fijos resultan ser un espejismo enorme, ya que la empresa asume crecientes costos variables tanto en combustible como en mantenimiento y lo que es más significativo, cualquier unidad antigua reporta menores ingresos anuales que una nueva por tener menor disponibilidad ya que es necesario mayores tiempos de reparación en el taller pues el deterioro que presentan es evidente a pesar de programas exhaustivos y costosos de mantenimiento, inclusive por el modelo en ciertas ciudades como en la Ciudad de México, dejan de circular ciertos días lo que representa menos viajes.



Gráfica 1: Momento de reemplazo

En esta gráfica podemos observar en un ejercicio muy simple el momento óptimo de reemplazo señalado en el círculo donde se cruzan valor de mercado vs. Costos de mantenimiento.

Tomando en cuenta variables tan básicas como son el costo de mantenimiento, valor residual contable y el valor de mercado secundario se puede aplicar el método más simple que desafortunadamente muchas empresas Mexicanas emplean por falta de sistemas de información eficientes, más adelante podremos observar como en los diferentes métodos se van agregando variables que los hacen más completos y tienen suficiente información para soportar y/o justificar el periodo de reemplazo recomendado.

Cuando hablamos de reposición vehicular no se ven como tal los costos operativos, financieros o los resultados de los métodos que se pudieran establecer sino que se debe también tomar en cuenta un punto muy importante como lo es la evolución tecnológica y restricciones gubernamentales para aplicar estas variables a cualquier política que se pueda establecer en las compañías para que sean susceptibles de modificación a través del tiempo y no pierdan vigencia por estos motivos.

En México existen empresas tan grandes y globalizadas que uno pensaría tendrían una política bien definida y sustentada en alguno de los métodos existentes, pero nos encontramos con la sorpresa de que existe un gran desconocimiento de estos métodos utilizados de manera particular en Francia, Reino Unido, Unión Europea y otra muy particular que se utiliza en USA.

Algunas compañías transnacionales aún mantienen ejecutivos que plasman normas de reposición vehicular definidas en términos de los kilómetros recorridos, por la edad del vehículo o hacen combinaciones de ambas. Las políticas que emanan de estas prácticas están principalmente fundamentadas en la experiencia de los tomadores de decisión en ese momento, es decir se establecen políticas que se ejecutan tal cual hasta el momento en que existe un cambio en estos tomadores de decisiones y cuando ingresa nuevo personal trata de cambiar aspectos que surgieron solo de la experiencia y no se lograron fundamentar para poder demostrar su efectividad. Por lo anterior es necesario definir con bases monetarias estas políticas y que sea demostrable el beneficio de cualquier práctica o política que se adapte mejor a cada caso o tipo de empresa.

A continuación se muestran las cuatro grandes metodologías para reposición vehicular, su área de influencia es el nivel de complejidad, determinando esta complejidad con base en el tipo de información que requieren para su aplicación que desafortunadamente en México pocas empresas transportistas son las que tienen registros confiables o suficientes.

- Metodología USA
- Metodología de la Unión Europea
- Metodología del Reino Unido
- Metodología Francesa

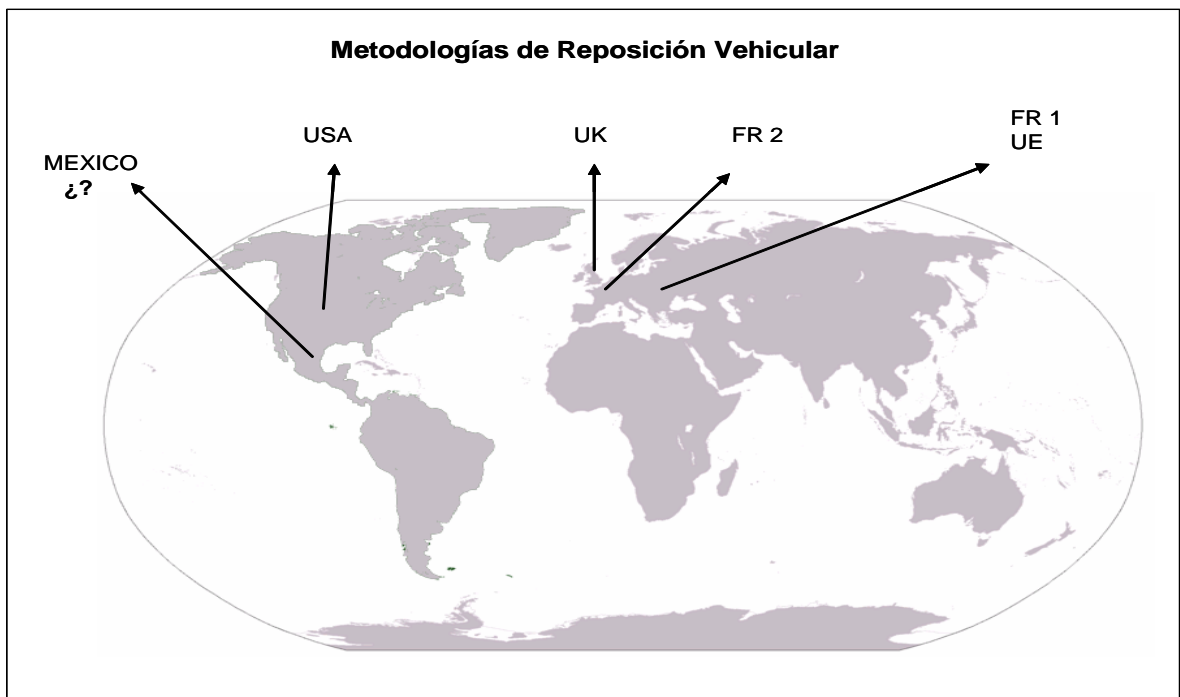


Figura 2: Área de influencia geográfica por método

En este mapa se muestra la distribución geográfica donde predomina el tipo de metodología para el reemplazo vehicular.

## Capítulo I Situación actual

### 1.1 Participación del sector de CT en el PIB nacional

El sector de comunicaciones y transportes ha sido muy dinámico durante la última década en México, derivado principalmente de la aplicación de nuevas tecnologías y servicios, a continuación se muestra el desempeño del sector al cierre del 2012.

#### *Participación en el PIB del sector de comunicaciones y transportes*

Producto interno bruto trimestral por sector Millones de pesos a precios corrientes		2012	
		Anual	Estructura (%)
<b>Producto interno bruto, a precios de mercado</b>		<b>15 588 098</b>	
Impuestos a los productos, netos		483 196	
<b>Valor agregado bruto, a precios básicos</b>		<b>15 104 902</b>	<b>100</b>
11	Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	531 934	4
21	Minería	1 319 478	9
22	Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final	250 764	2
23	Construcción	1 229 043	8
31-3	Industrias manufactureras	2 699 750	18
43-4	Comercio	2 358 855	16
48-4	Transportes, correos y almacenamiento	946 786	6
51	Información en medios masivos	348 624	2
52	Servicios financieros y de seguros	472 839	3
53	Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	1 766 301	12
54	Servicios profesionales, científicos y técnicos	331 042	2
55	Corporativos	90 276	1
56	Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	487 951	3
61	Servicios educativos	609 245	4
62	Servicios de salud y de asistencia social	330 597	2
71	Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	68 999	
72	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	323 170	2
81	Otros servicios excepto actividades gubernamentales	310 566	2
93	Actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales	628 682	4

Figura 3: PIB 2012, fuente INEGI

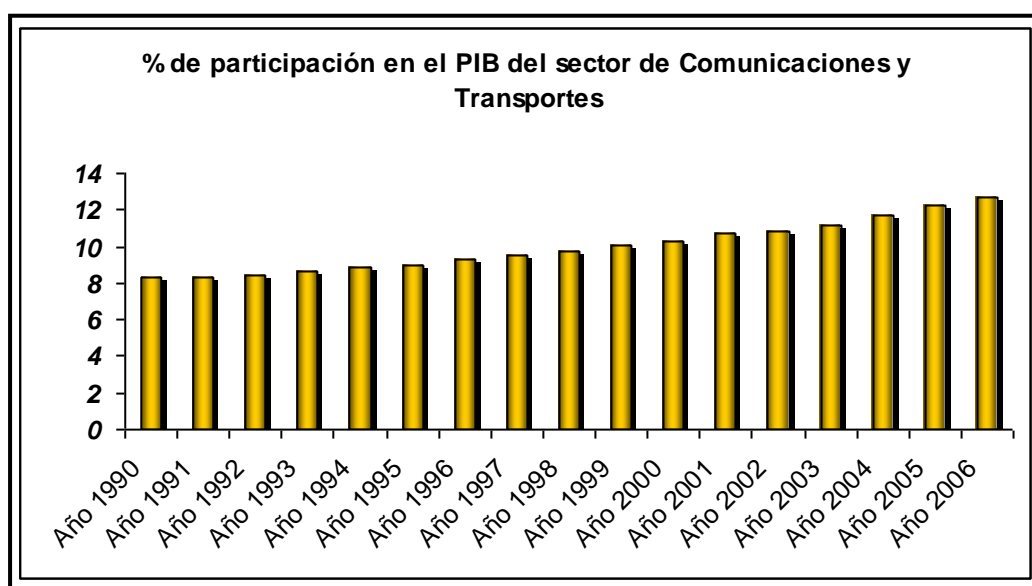
En la siguiente grafica podemos ver en millones de pesos corrientes lo que representó el tercer trimestre el sector de transporte correos y almacenamiento donde podemos ver un crecimiento de un punto porcentual respecto al acumulado del 2012, esto con la finalidad de poner en contexto cuál es la importancia del sector dentro de nuestro país.

Producto interno bruto trimestral por sector Millones de pesos a precios corrientes		2013	
		III <sup>P</sup>	Estructura (%)
<b>Producto interno bruto, a precios de mercado</b>		<b>16 074 983</b>	
Impuestos a los productos, netos		640 917	
<b>Valor agregado bruto, a precios básicos</b>		<b>15 434 066</b>	<b>100</b>
11	Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	436 988	3
21	Minería	1 253 062	8
22	Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final	264 644	2
23	Construcción	1 148 904	8
31-3	Industrias manufactureras	2 789 902	18
43-4	Comercio	2 510 812	17
<b>48-4 Transportes, correos y almacenamiento</b>		<b>1 006 752</b>	<b>7</b>
51	Información en medios masivos	358 274	2
52	Servicios financieros y de seguros	503 919	3
53	Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	1 833 660	12
54	Servicios profesionales, científicos y técnicos	327 232	2
55	Corporativos	93 103	1
56	Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	511 191	3
61	Servicios educativos	648 748	4
62	Servicios de salud y de asistencia social	356 727	2
71	Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	72 272	
72	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	346 133	2
81	Otros servicios excepto actividades gubernamentales	329 491	2
93	Actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales	642 254	4

Figura 4: PIB 2013, fuente INEGI

Podemos ver en este cuadro que el sector que nos atañe es el sexto en importancia para el país pero que a su vez es indispensable para que el resto de los sectores siga trabajando pues no podríamos concebir una economía sin medios de transporte.

Específicamente el caso que nos ocupa en este documento que es el subsector transporte, medido en el movimiento de carga y pasajeros ha mantenido un crecimiento sostenido en los últimos 10 años como se puede observar en la siguiente grafica ligeramente inferior al del crecimiento de la economía nacional, lo que refleja oportunidades para consolidar un subsector más dinámico y que sea palanca del propio crecimiento económico, en este documento se pretende resaltar la importancia de adoptar estrategias de reposición vehicular basados en métodos bien documentados y probados.



\*

Nota: Fuente Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Sistema de Cuentas Nacionales de México. SCT. CFT

## 1.2 Clasificación de la flota.

El auto transporte federal continúa siendo el principal medio de transporte de carga en el territorio nacional, sin embargo existe un enorme potencial para incrementar la eficiencia de este medio y una de ellas es precisamente el objeto de dicho documento con el tema **“Reposición vehicular para el auto transporte de servicio pesado”**.

Es de gran utilidad identificar la edad de flota que tiene nuestro país y aún más compararla contra una potencia mundial como USA por ejemplo, para saber cuáles son los grandes retos que tenemos como país y particularmente las compañías que son socialmente responsables hacia donde deben dirigir los esfuerzos necesarios.

### Estructura de la Flota Vehicular del Autotransporte

*Parque Vehicular por Edad en México y E.U.A*

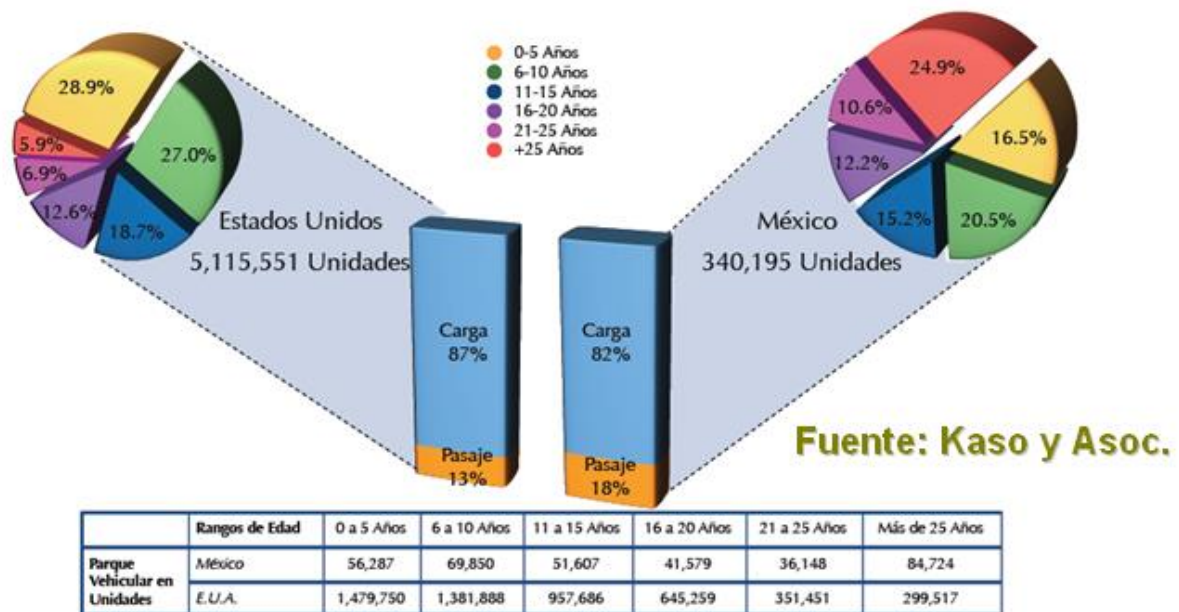


Figura 6: Distribución de la flota en USA y México, fuente Kaso Y Asociados.

Podemos observar en la figura 6 como existe una diferencia abismal en el número de unidades circulando entre ambos países y la diferencia más importante esta en los porcentajes de unidades de más de veinticinco años de edad, en USA tienen el seis por ciento y en México un enorme veinticinco por ciento lo que nos habla de una cultura que prefiere mantener flotas viejas a renovar para tener mayor eficiencia operativa.



Parte de la flota que no esta considerada en la gráfica anterior son los llamados *vehículos híbridos* debido a que es un proyecto en el cual se iniciaron pruebas en México durante Diciembre del año 2008 y dedicado o enfocado a unidades de rango medio (Clase 6 y 7) con el objetivo de mejorar la eficiencia de la operación para aplicaciones de transporte en carga de reparto urbano así como una importante reducción de emisiones contaminantes por el cambio de tecnología para dar movimiento a estos vehículos reemplazando el tipo de combustible y tipo de motores..



En México de acuerdo a la “Ley de Caminos, Puentes y Auto Transporte Federal” reformada y publicada en el DOF 25-10.2005 en el artículo 33, los servicios de auto transporte federal se dividen en los siguientes.

- I. De pasajeros
- II. De turismo
- III. De carga



I De Pasajeros



II De turismo



III. De carga

Las figuras anteriores nos muestran el tipo de autotransporte en el que divide la ley antes mencionada.

### 1.3 Costos operativos clave (diesel, llantas, mantenimiento).

Dentro de la gama de gastos importantes con los que debe trabajar una compañía de auto transporte de carga federal podemos extraer tres que se considera marcan el rumbo de los resultados financieros de dichas empresas.

- ✓ Diesel
- ✓ Llantas
- ✓ Mantenimiento

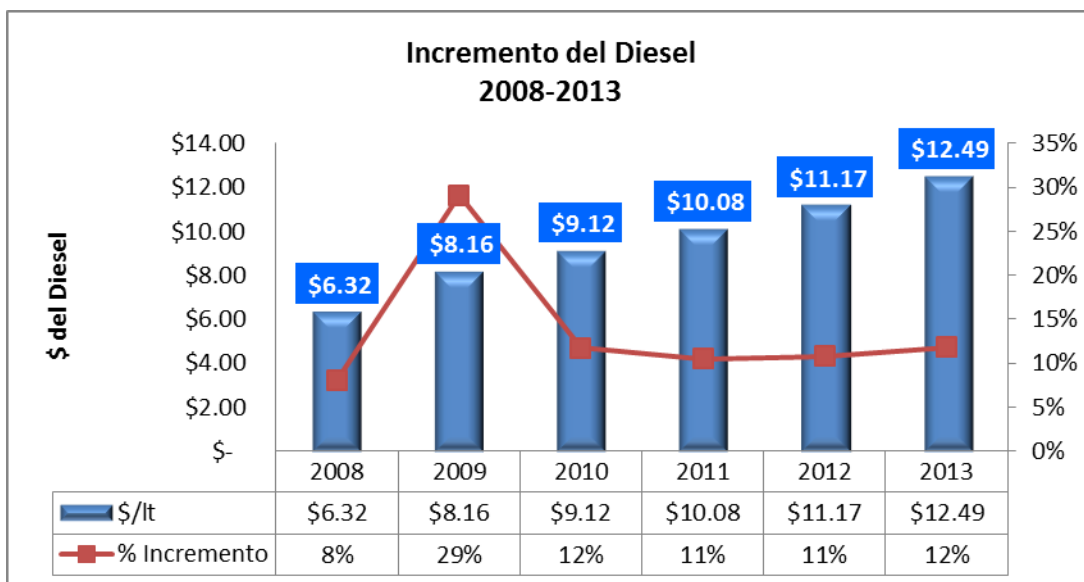
*Diesel* Es uno de los indicadores básicos y uno de los rubros con mayor impacto económico para las flotas de auto transporte; en los últimos tiempos esta teniendo un impacto importantísimo derivado de los incrementos mensuales que se están dando en México, vale la pena resaltar que del 2008 al 2013 los costos de este combustible se incrementaron en un 100 % pasando de \$6.32 por litro a \$12.49 por litro, esto de acuerdo a declaraciones gubernamentales con el objeto de retirar subsidios e igualar los costos de los combustibles a los de USA, retirando además el beneficio económico a las compañías con la modalidad de autoconsumo. Estas medidas lo que están ocasionando es llevar al sector del auto transporte a no ser rentable pues al igual que el resto del sector productivo tienen como propósito final la obtención de utilidades suficientes que le permitan ser viables. La experiencia en países Europeos ha demostrado que en el correcto seguimiento de los consumos de combustible se encuentra la fórmula para una operación eficiente de la empresa y esta es considerado como el mejor medio para la obtención de utilidades. En general el consumo de combustible se puede resumir y controlar en tres grandes grupos

- ✓ Logística de operación
- ✓ Políticas de mantenimiento y reemplazo vehicular
- ✓ Costumbres de conducción.

A través del análisis en estos tres factores se pueden detectar las áreas de oportunidad que existen en el modo de operar de la compañía, y de ahí pueden proponer una serie de medidas concretas para lograr hacer más eficiente el uso del combustible en las flotas como las que a continuación se enlistan:

- ✓ Selección técnica eficiente de la flota acorde a la operación.
- ✓ Políticas de mantenimiento adecuadas incluyendo garantías extendidas
- ✓ Revisión de las políticas logísticas (No hacer viajes en vacío, asignar las rutas más óptimas para los viajes, pesos adecuados, etc.)
- ✓ Capacitación en técnicas de manejo a operadores.

En las medidas antes mencionadas es necesario no perder de vista el vínculo que existe entre el consumo de combustible, la forma de operar el equipo, la logística de la compañía, el mantenimiento y las características propias de la flota para establecer el rendimiento necesario del parque vehicular. El análisis de estas medidas permite detectar fácilmente las áreas de oportunidad en cada caso para actuar de inmediato con el objetivo de mejorarlas y hacer un uso más eficiente del consumo de combustible.



Nota: Gráfica con el incremento de diesel durante el periodo de Diciembre 2008 a Diciembre 2013

En esta grafica podemos ver el incremento tan impresionante de los últimos seis años por lo que es imprescindible mantener vehículos muy eficientes y no perder jamás este indicador de vista para lograr costos óptimos de operación.

**Llantas:** Después del diesel y de la nómina normalmente se considera uno de los gastos de mayor importancia el rubro de llantas, este es un tema sumamente importante por el porcentaje que representa en los gastos de las compañías que cuenten con flota, ya sea para repartir su propio producto o empresas dedicadas a realizar fletes, además de la relevancia que tiene el gasto en llantas es sumamente interesante.



Para mantener un gasto óptimo en este rubro es necesario establecer un programa adecuado segmentando por operaciones dicho programa para mayor éxito en este rubro y poder incrementar el rendimiento de las llantas y mayor eficiencia al momento de ejercer dicho gasto, me refiero no solo al rendimiento de una llanta nueva, si no también me refiero al cuidado que debemos darle y el seguimiento puntual para poder obtener 2 o 3 renovados a ese casco, programa de revisión de presiones, alinear tanto tracto camiones como remolques y dollies, utilizar la marca que mayor rendimiento nos dé en nuestras operaciones, etcétera, todo esto para conseguir el costo optimo que nos permita ser más rentables.

¿Cuáles son los puntos más importantes para incrementar el rendimiento de las llantas?

- ✓ Comprar una llanta con las **características adecuadas** a la operación es fundamental para lograr un costo beneficio adecuado, por ejemplo debemos tomar en cuenta si es para carretera, terracería, operación mixta, el tonelaje que se va a estar manejando, etcétera y sobre todo se deben generar convenios y aprovecharlos al máximo para obtener los mejores precios de compra tanto en llantas nuevas como en los renovados, los tipos de garantía y apoyos que se puedan dar para mantener una flota sana. Aunado a estas recomendaciones la capacitación tanto al personal técnico como al administrativo no debe ser una opción, esto debe ser ya una obligación para dicho departamento y con ello lograr los costos correctos.

Ejemplo de los tipos de banda de rodamiento por aplicación.



*Toda posición*



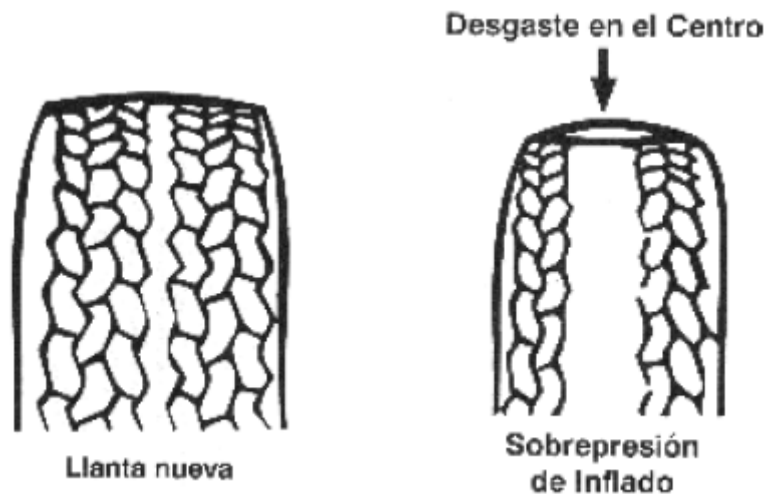
*Terracería*



*Mixta*

- ✓ **Presión de aire** adecuada es parte fundamental para obtener el mayor rendimiento en un neumático, es la vida misma del neumático e interviene en buen porcentaje con el rendimiento de combustible que se espera, no debe estar por encima ni por debajo de lo calculado por el fabricante y es buena práctica el tener las fichas técnicas como referencia para no estar adivinando porque manteniendo las condiciones de presión y temperatura adecuadas es donde podemos mantener un casco sano para obtener uno, dos o hasta tres renovados por cada casco.

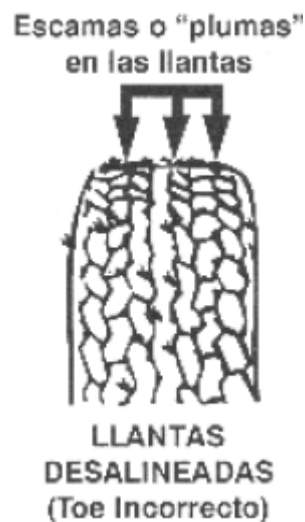
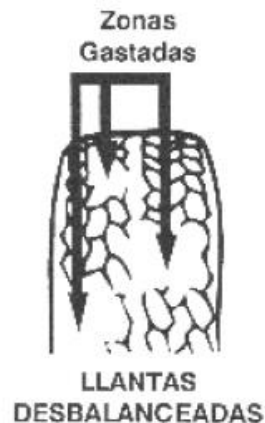
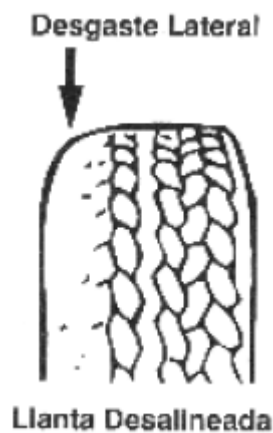
La presión adecuada de aire depende del tonelaje que se vaya a mover y de la posición de la que estemos hablando, normalmente los neumáticos que cargan el producto son de las posiciones 3 a la 10 en caso de un tracto camión en configuración de llantas duales o de la posición 3 a la 6 en caso de utilizar llantas en el tándem como la X-ONE de Michelin y en los remolques y dollies si está presente la carga en cada neumático, es por ello que por lo general las posiciones 1 y 2 son las de menor presión pero para esto se deben consultar las tablas recomendadas por el fabricante para obtener los rendimientos que se buscan para cada operación. Cuando no se consultan dichas tablas y se ha especificado cierta presión podemos estar tirando dinero por el simple hecho de no ponerle atención a este punto pues con baja presión estaremos incluso incrementando el consumo de combustible, incrementando la temperatura de los neumáticos por lo tanto podemos quemar la ceja y echar a perder este caso lo que nos bajaría el índice de neumáticos renovados, los desgastes por el efecto de inflar con mayor presión los podemos apreciar en las siguientes imágenes.



Para mantener una buena presión de aire existen en la actualidad diferentes tecnologías como son los sistemas de auto inflado que esencialmente trabajan de la siguiente forma:

- Si existe una fuga de aire por alguna pinchadura este sistema se activa y empieza a inyectar aire alimentado por los tanques de almacenamiento de la unidad
- Otra de estas tecnologías son productos químicos que es una especie de líquido con alta densidad que básicamente cuando existe alguna penetración en la banda de rodamiento este producto sale por este orificio y paulatinamente hace un tapón sellando por completo esta fuga, por lo general están fabricados con desperdicios industriales a base de plásticos, se muelen y adicionan químicos para tener una mezcla que permita tapar orificios de los neumáticos evitando con esto la fuga de aire
- Una tercer tecnología son aquellos neumáticos que en su construcción traen integrada una banda de rodamiento que tiene ciertas características físico químicas que cuando existe alguna penetración sellan en automático la perforación con el tipo de material que traen adicional en la banda de rodamiento

- ✓ **Mantenimiento en llantas** de aquí depende en gran medida un desgaste regular y por consiguiente obtener un costo adecuado en el indicador de llantas pues cuando no existe un buen mantenimiento la unidad presenta desgastes que son bien marcados como los que se presentan en las siguientes imágenes y que son los más comunes dentro de una flota que no cuentan con un programa de mantenimiento bien establecido. Los problemas derivados de falta de mantenimiento o también llamados desgastes irregulares son los que contribuyen a que no se de la rentabilidad calculada en condiciones normales de manejo, es decir si tenemos perdida prematura en la banda de rodamiento estamos dejando escapar kilómetros recorridos por la unidad e incrementando el número de ingresos a taller lo que se traduce en menor disponibilidad de la unidad por lo tanto menor facturación y además incrementando el costo de las llantas pues al tener perdida prematura del hule será necesario retirar estas llantas antes de tiempo para ser renovadas en el caso de que aun este en óptimas condiciones dicho casco. A continuación se presentan los desgastes irregulares más comunes ocasionados por falta de mantenimiento.



**Mantenimiento mecánico.** El indicador o indicadores de mantenimiento son realmente relevantes para obtener los niveles de servicio adecuados y los costos necesarios para ser empresas competitivas a nivel mundial, desafortunadamente es un área de poco interés para la gran mayoría de las



compañías transportistas pues prefieren hacer reparaciones correctivas a las preventivas que por mucho son de menor costo, sin embargo es un área vital e inevitable. En casos muy limitados empresarios con visión global de sus negocios en este caso del auto transporte han cambiado la percepción de ver al mantenimiento como un gasto para verlo entonces ya como una inversión que le permitirá mantener una disponibilidad confiable y con esto obtener los números deseados dentro de sus organizaciones ya sea para darle un excelente servicio al cliente final que contrata un viaje o para el cliente final que consume el producto de dichas empresas que cuentan con el auto fleteo como pueden ser los refresqueros, panificadoras, cementeras, mensajería, etc. El contar con un buen programa de mantenimiento integral no solo es para mantener una disponibilidad optima ni los costos esperados en este sector, también es para mantener excelente imagen corporativa, adicional a esto es necesario complementar el buen estado de la flota con capacitación a los operadores para que cuiden el equipo y eviten posibles accidentes.

Para lograr una buena imagen no solo debemos asegurarnos de mantener en buenas condiciones el aspecto estético, debemos considerar un programa de mantenimiento adecuado para cada operación y tipo de vehículo con ello evitar que se descompongan en alguna vialidad pues como este tipo de compañías utilizan su propia flota como publicidad este tipo de eventos daña esa imagen que buscan cuidar por lo que en cada caso debemos conocer perfectamente los siguientes puntos para diseñar un buen programa de mantenimiento que este alineado a los objetivos generales de la compañía.

- ✓ Política de renovación
- ✓ Tipo de vehículos (Técnicamente)
- ✓ Tipo de operación (Mina, carretera, mixto, etc).
- ✓ Kilómetros recorridos u horas trabajadas.
- ✓ Tonelaje
- ✓ Garantías.



Una vez que tenemos estos datos podemos establecer periodos y tipos de mantenimiento que necesita el equipo y si la compañía tiene la capacidad de realizarlos o se busca la opción de tercerizar esta actividad.

El área de mantenimiento es tan importante y tan compleja que en ocasiones se vuelve una carga tan pesada para las compañías que optan por dejar esta administración a compañías que exclusivamente se dedican a esta actividad es decir el mantenimiento por outsourcing. ¿Que es lo que más conviene a las compañías que cuentan con una flota propia? esta pregunta se debe responder con el soporte de un análisis de costos vs disponibilidad para tener un panorama completo y tomar la mejor decisión.

En lo particular estoy seguro por tener diez años de experiencia en coordinar talleres de servicio que el mantener una estructura propia de mantenimiento reduce el costo de mantenimiento de manera significativa máxime si ya se cuenta con instalaciones y herramental pues ya no es necesario hacer nuevamente dicha inversión como en aquellos casos que no se tengan dichos activos, pero cuando ya se tienen debemos tener un buen soporte administrativo en estos talleres, estructura adecuada, programas de capacitación, herramienta suficiente y procedimientos bien definidos pues de lo contrario este tema se sale de control y empezamos a tener más gente de lo necesario, almacenes inmensos sin rotación, tiempos muertos incrementales en taller que provocan un costo de mano de obra superior al que nos puede ofrecer un tercero, etc.

Este último argumento de los tiempos muertos es uno de sus argumentos más comunes que utilizan las empresas que se dedican a dar mantenimiento al momento de ofrecer sus servicios es decir la calidad y eficiencia de su mano de obra. Una de las ventajas que nos puede proporcionar el contratar el servicio de mantenimiento con terceros es que se hace más esbelta la estructura organizacional del departamento de mantenimiento y ya no se debe invertir en un taller mecánico, no se tiene mecánicos propios, herramienta, activos fijos como camionetas de rescates, almacenes obesos, etc, pero el no querer tomar la responsabilidad de hacer eficiente el área de mantenimiento resulta por lo general más caro económicamente para flotas grandes, aquellas flotas pequeñas si conviene más contratar outsourcing pues no tendrían que invertir en toda una infraestructura, capacitaciones, herramental, estructura administrativa, etc.

A continuación se muestra un pequeño control administrativo para comparar los costos del taller externo vs el taller propio.

<b>2.- Recursos económicos</b>										
<b>2.1 Gastos de mantenimiento en taller interno</b>										
Preventivo (\$)		Correctivo (\$)		Total (\$)	Preventivo (\$)		Correctivo (\$)		Total (\$)	Discrepancia R/Ob
Insumos	Mano de obra	Insumos	Mano de obra		Insumos	Mano de obra	Insumos	Mano de obra		
<b>2.2 Gastos de subcontratación (talleres externos)</b>										
Preventivo (\$)		Correctivo (\$)		Total (\$)	Preventivo (\$)		Correctivo (\$)		Total (\$)	Discrepancia R/Ob
Insumos	Mano de obra	Insumos	Mano de obra		Insumos	Mano de obra	Insumos	Mano de obra		
<b>2.3 Total de gastos de mantenimiento</b>										

\*Reporte simple generado en base de excel para comparativos de gastos

\* Nota: En el punto 2.3 de este cuadro es la sumatoria de talleres externos más el taller interno con los mismos conceptos.

Es una excelente práctica mantener un tipo de control sobre los gastos tanto en talleres propios como en los terceros y se pueden hacer los formatos de acuerdo a la operación de cada flota, la imagen anterior solo muestra lo mínimo indispensable para dicho comparativo sin embargo cada administrador de mantenimiento deberá generar sus propios reportes que no le representen re trabajos de captura, una vez teniendo dicha captura lista en algún sistema ya sea JDE, SAP, o cualquier sistema se deben hacer diferentes tipos de análisis que nos muestren una radiografía para encontrar las áreas de oportunidad.

## Capitulo II Criterios para la renovación vehicular

### 2.1 Selección del tren motriz

En este punto cada uno de los empresarios y/o responsables del departamento de flotas debe considerar diferentes factores para poder seleccionar el tren motriz que más se ajuste a su operación y al periodo que se pueda establecer para que se de la renovación vehicular en el periodo adecuado, con esto quiero decir que el elegir el tren motriz más adecuado para cada compañía puede influir drásticamente en los costos de mantenimiento, periodo de vida de las unidades, y rendimientos de combustible, esto es si compramos un tracto camión que tiene características para carretera y resulta que yo lo ocupo en mina pues los costos en suspensión, llantas, carrocería, etc; se incrementarán respecto a una unidad que este diseñada para el tipo de camino en el que vamos a estar operando. Por ejemplo, un tracto camión diseñado para carretera si lo metemos a mina no tendrá los filtros de aire adecuados para soportar el polvo excesivo de una mina, sus accesorios como deflectores y soportes en general se dañarán prematuramente, etc.



En el mundo del auto transporte los fabricantes de piezas, las armadoras y los clientes se han mantenido en una constante búsqueda de la unidad ideal para sus operaciones pero la realidad es que no existe tal equipo, únicamente se llega a un nivel cercano a lo deseado, es por ello que el procedimiento para seleccionar el tren motriz

no es nada fácil pues cada mecanismo que lo integra se encuentra relacionado con el resto de los elementos y las modificaciones que se pidan afectan en su conjunto al tren motriz, esto motivo a que las compañías armadoras desarrollaran un programa donde se puede configurar el tren motriz con los componentes disponibles en el país donde se necesite el vehículo y de acuerdo con las condiciones particulares de operación para una selección óptima de cada uno de los elementos que integran un tren motriz, también permite evaluar el desempeño del vehículo en operación con diferentes escenarios o circunstancias.

Los puntos relevantes que debemos tomar en consideración para el procedimiento de selección técnica del tren motriz son:

- ✓ Tipo de operación
- ✓ Ruta de operación más crítica
- ✓ Toneladas que se pretenden mover
- ✓ Normatividad para circular
- ✓ Políticas internas de renovación vehicular
- ✓ Acuerdos con los diferentes fabricantes del tren motriz

Cada uno de los elementos anteriores son de suma importancia para establecer parámetros de qué tipo de vehículo se necesita, aún así cuando se cree tener el vehículo correcto debemos correr pruebas en las condiciones reales de operación pues el no hacerlo por increíble que parezca es uno de los grandes errores más comunes de algunos directivos de las compañías que adquieren flotas importantes pues se basan únicamente en analizarlo con los números que se presentan en el diseño de cada componente y cuando inicia operaciones la unidad y se enfrenta a las condiciones reales sufre el conjunto de elementos complicaciones que pueden llevarnos a paros prolongados en taller. Al momento de seleccionar el tren motriz ya en su conjunto es muy importante analizar las opciones en cuanto a:

- ✓ Motor: Debemos buscar un motor con la potencia, torque y cilindrada adecuada, no comprar el de mayor capacidad pues esto nos ocasiona sobre costos en el consumo de combustible.
- ✓ Adecuar nuestra flota a los requerimientos de la carga que vayamos a transportar si son operaciones dedicadas y/o buscar lo más adecuado a nuestra flota.



- ✓ Transmisión: Existen en el mercado las transmisiones manuales, semi automáticas y automáticas por lo que debemos buscar el mejor rendimiento de combustible posible pero tomando en cuenta las características de cada una de estas opciones para que no se vea afectada la disponibilidad por no utilizarse en la aplicación correcta.



- ✓ Diferenciales: Deberán buscarse con un paso adecuado a las rutas donde circularemos y con la capacidad adecuada al tonelaje real que se pretende mover



- ✓ Suspensión: De acuerdo al tonelaje que se pretende mover y los terrenos donde se moverá el vehículo deben ser las características de la suspensión a elegir.

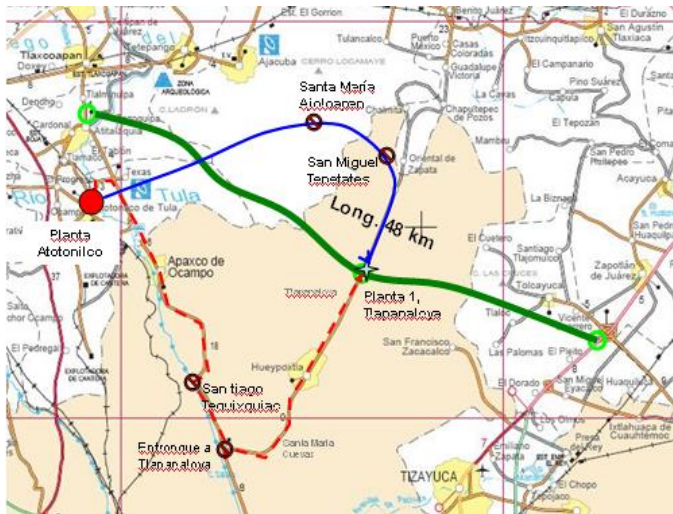


Los elementos antes descritos deben ser tomados en cuenta con mucho detenimiento para escoger los mejores productos y así obtener una unidad acorde a la operación en la cual están destinados a trabajar pero sin lugar a dudas nos vamos a evitar muchos problemas si también tomamos en cuenta el factor “*Servicio de post venta*” con esto quiero decir que debemos analizar en el mercado si existe una red adecuada de servicio que nos de el soporte necesario cuando cada uno de estos elementos falle y el refaccionamiento necesario, además de negociar las garantías que nos puede brindar cada uno de los fabricantes del equipo, pues sería un gran error comprar unidades sin el respaldo suficiente o las negociaciones de garantías por escrito.

El servicio de post venta no debe quedarse de lado pues de que nos serviría comprar un vehículo o ciertos elementos con la mayor tecnología y los mejores materiales si no existieran los suficientes lugares para poder acudir cuando se trate de reemplazar algún elemento y/o hacer una reparación.

## 2.2 Carga y rutas

La naturaleza de la carga determina algunas características del tipo de Vehículo que debemos seleccionar y de los elementos que serán contemplados en el tren motriz, por ejemplo si es de carga o de pasaje, si debe tener un tamaño determinado, deberá utilizar un tipo de combustible específico, etc. Un vehículo debe ser diseñado de acuerdo al tipo de rutas donde estará trabajando, incluso elementos que ya no son del tren motriz pero que son tan importantes debido al desgaste que tienen por ejemplo el tipo de neumáticos que deberemos instalar, si la unidad circulara por concreto, asfalto, mina, etc. La carga que deberá transportar el vehículo tiene que estar ligada y justificada de acuerdo a las normas vigentes que en este caso para México es la norma de pesos y dimensiones pues si se diseña un vehículo con capacidad que sobre pasa las normas pues estaremos desperdiciando dinero al adquirir equipo que no podremos utilizar y por lo regular esto es peso muerto que se adiciona a los vehículos.



Contemplando que el vehículo ideal no existe, lo que se recomienda hacer es no aceptar vehículos que las agencias tengan como stock ni aceptar vehículos modificados, lo mejor será establecer los elementos técnicos para obtener la mejor opción y establecer el periodo de reemplazo adecuado tomando en cuenta la

elección de los elementos del tren motriz, sus garantías, kilómetros programados el tipo de recorrido que el vehículo realizará con mayor frecuencia, el soporte de postventa de cada elemento del tren motriz y del vehículo completo, el tipo de carreteras en las rutas más comunes que cubre la empresa, lo anterior es para lograr un desempeño mecánico y el rendimiento de combustible óptimo para lograr que la compañía sea rentable.

La mercancía o carga que será transportada y el tipo de presentación que se maneja, la forma de cargarla y descargarla, la seguridad dentro del traslado, determina algunas de las características del vehículo y el tiempo que debe conservarse ya sea para mercancía tipo sólida, líquido, o gas. Con el propósito de hacer más eficientes las compañías de auto transporte es necesario que en cada ruta se pueda establecer si el nivel de aprovechamiento del vehículo es el adecuado para obtener la rentabilidad adecuada, y para ello se cuenta con los siguientes indicadores:

- ✓ Índice de carga (Ocupación promedio)  $I_c$ .
- ✓ Índice kilométrico o índice recorrido  $I_k$
- ✓ Índice recorrido con carga o pasaje  $I_{rc}$
- ✓ Índice de aprovechamiento vehicular  $I_{av}$

*Índice de carga (ocupación promedio)  $I_c$ .* Este Indicador representa el aprovechamiento de la capacidad de carga útil del vehículo y se determina considerando el promedio de carga en kilogramos o el número de pasajeros transportados, con respecto a la capacidad útil del vehículo y se expresa matemáticamente mediante la ecuación número 1:

$$I_c = U_{pt}/C \dots\dots\dots(1)$$

Donde:

$I_c$  = Índice de carga

$U_{pt}$  = Unidades promedio transportadas, pasajeros o kilogramos de carga

$C$  = Capacidad útil del vehículo

La capacidad de carga útil de vehículo es la diferencia entre el peso vehicular total menos el peso muerto de la unidad completa.

**Índice kilométrico o índice de recorrido  $I_k$ .** Es la relación entre la utilización del vehículo con base en la distancia anual recorrida y la distancia anual que la empresa determine como norma de recorrido ideal y se determina mediante la ecuación número dos. Para empresas que no tienen un valor considerado como ideal el IMT ha realizado estudios y determinaron que se pudo establecer un recorrido ideal para empresas de transporte de carga 100,000 kilómetros por año y para empresas de transporte de pasaje se establece de 180,000 kilómetros anuales.

$$I_k = dr / di \dots\dots\dots(2)$$

Donde:

$I_k$  = Índice kilométrico

$dr$  = Distancia real recorrida

$di$  = distancia ideal establecida

**Índice de recorrido con carga o pasajeros  $I_{rc}$ .** Aquí se hace una predicción del porcentaje de recorrido en vacío de la unidad, es decir, la relación entre los kilómetros recorridos con carga o pasajeros y el kilometraje total efectuado y la expresión matemática para obtener este dato es la siguiente:

$$I_{rc} = drc / dto \dots\dots\dots(3)$$

Donde:

$I_{rc}$  = Índice de recorrido de carga

$drc$  = distancia recorrida con carga

$dto$  = distancia total efectuada



**Índice de aprovechamiento vehicular  $I_{av}$ .** Sirve para relacionar el número de toneladas-kilómetro (pasajero-kilómetro) realmente transportadas y el número de toneladas-kilómetro o pasajero-kilómetro ofrecidas por la empresa

$$I_{av} = I_c \times I_{rc} \dots\dots\dots(4)$$

Donde:

$I_{av}$  = Índice de aprovechamiento vehicular

$I_c$  = Índice de carga

Otra forma de calcular el índice de aprovechamiento vehicular es mediante el producto del índice de carga y el índice de recorrido con carga, esto dará como resultado la tasa de aprovechamiento del vehículo, su expresión matemática es la siguiente:

$$I_{av} = ( U_{pt} / C ) \times ( d_{rc} / d_{to} )$$

Donde:

$I_{av}$  = Índice de aprovechamiento vehicular

$U_{pt}$  = Unidades promedio transportadas (pasajeros o kilogramos) de carga

$C$  = Capacidad útil del vehículo

$d_{rc}$  = Distancia recorrida con carga

$d_{to}$  = Distancia total efectuada

Los valores calculados con estos indicadores deben tener una tendencia cercana a uno de manera ideal, sin embargo, en México se han establecido los valores promedio para este tipo de indicadores dependiendo del tipo de transporte, en la siguiente tabla se establecen los valores promedio.

Tabla de valores promedio

<b>Indicadores</b>	<b>Tipo de autotransporte</b>		
	<b>foráneo de carga</b>	<b>foráneo de pasajeros</b>	<b>flotas industriales</b>
Indice kilométrico	0.80	1.00	0.85
Indice de Carga	0.50	0.90	0.50
Indice de recorrido con carga	0.50	0.90	0.50
Indice de aprovechamiento vehicular	0.50	0.81	0.25

Nota: Tabla de valores promedio de los índices de operación en México, fuente “Selección del tren Motriz de Vehículos pesados de la SCT

## 2.3 Mantenimiento (calidad de los talleres, propios o externos)

El objetivo principal del mantenimiento es mantener la disponibilidad del parque vehicular al mejor costo y a partir de este enunciado se pueden modificar los objetivos por tipo de empresa que le puede agregar variables de imagen, seguridad, etc.

Para dictar una política de mantenimiento es necesario contar con la política de reemplazo vehicular, esto es deben ser compatibles y complementarias, ya que ambas tienen el mismo objetivo “*Hacer eficiente y mantener el parque vehicular en su máximo nivel de rentabilidad y de competitividad*”. Se deben diseñar los programas de mantenimiento de acuerdo al tiempo o disponibilidad que se quedará la unidad en la compañía. Un ciclo rápido de renovación es sinónimo de un taller interno con costos de mantenimiento bajos, lo contrario es una política de conservación hasta que los vehículos se vuelven chatarra pero en este último caso lo que sucede es que la confiabilidad de la flota y la disponibilidad decrecen además de costos altos en mantenimiento un taller pesado en estructura, herramientas y mano de obra excesiva.

¿Cuáles son los factores que determinan los costos de mantenimiento?

- ✓ Selección del vehículo (tren motriz, contabilidad, estructura, disponibilidad de partes, soporte de servicio.)
- ✓ Actividad ( tonelaje a mover, recorridos, demanda)
- ✓ Tipo de manejo (tradicional, agresivo, supervisado, certificado.)
- ✓ Mantenimiento (calidad de mano de obra, frecuencia, disponibilidad de refacciones, instalaciones y herramientas adecuadas, controles administrativos).
- ✓ Política de renovación (duración de ciclo).

El cálculo de los costos operativos y los costos de mantenimiento deben ser factores de suma importancia para el dueño de una empresa de transporte y/o los directivos de las compañías ya que le otorgan al empresario la posibilidad de evaluar los todos los aspectos inherentes a la administración de la flota.

**Políticas de mantenimiento** Cada empresa puede establecer sus políticas de mantenimiento dependiendo del tipo de operación en la que estén circulando las unidades, la disponibilidad que necesite, la imagen que deben dar; pero en la realidad se observan tres tendencias generales en esta materia.

- ✓ Metodología de la espera o “sufrir” el mantenimiento. Con esta metodología las empresas esperan a que se presente la falla para hacer la reparación, y esta desafortunadamente la utilizan la mayoría de las empresas Mexicanas, es decir sufren el mantenimiento y **es la más costosa** de todas.
- ✓ Metodología de “dominar” el mantenimiento. Esta política se refiere a la que se utilizo en los años 60’s y 80’s donde se cambiaban las piezas en ciertos kilometrajes o periodos pero esto aplica más a la industria de la transformación ya que en el auto transporte esta metodología resulta costosa si se utiliza al 100 por ciento, pero esta experiencia permitió llegar a planes de mantenimiento condicional (Prever).
- ✓ Metodología de “prever” el mantenimiento. Este tipo de mantenimiento condicional o predictivo implica el dominio de la debilidad en los elementos y la existencia de controles bien planeados antes de cambiar las piezas y no solo remitirse a la recomendación del fabricante, es decir, obtener el máximo beneficio.

Siguiendo esta última política es difícil prever todas las fallas lo que quiere decir que el mantenimiento correctivo no puede evitarse, sin embargo este tipo de mantenimiento puede representar molestias al área de operaciones, pero nos proporciona la política de mantenimiento condicional o predictivo hasta el 33 % de ahorro y no quiere decir que se tenga indisponibilidad por lo cual es una excelente opción para el área de auto transporte.

**Administración de un taller interno** Es una actividad que representa un gran reto para los ejecutivos que están al frente de esta área, pues no es únicamente tener conocimientos de administración, se deben tener otras cualidades tales como:

- ✓ Manejo de personal
- ✓ Conocimientos técnicos
- ✓ Liderazgo
- ✓ Administración
- ✓ Sociable
- ✓ Negociador

Estas son solo algunas de las habilidades con las que debe contar un buen Gerente de Mantenimiento pues los retos de hacer eficiente una red de talleres, de mantener una disponibilidad óptima en la flota, con un presupuesto por lo regular corto, hacen de esta actividad alta mente compleja. Las actividades imprescindibles para realizar la gestión del taller interno de una empresa es obtener los costos de las reparaciones en el taller propio y compararla contra algún proveedor que brinde este mismo servicio para siempre tener claro la ventaja competitiva que es contar con un taller propio, estos costos se pueden dividir como sigue:

- ✓ Determinar el costo de mano de obra  
$$\text{CMO} = (\text{Suma de gastos de personal} + \text{gastos de taller}) / \text{Número de horas dedicadas a mantenimiento})$$
- ✓ Tasa de productividad del taller, en el mejor de los casos se puede llegar a obtener el 90 %, sin embargo el promedio esta en 70 %

**Análisis de fallas** Se diseña para obtener información mes a mes y analizarla para obtener por ejemplo el índice de repetición de una falla que nos permitirá dar una solución a este problema, pero si no se analiza y solo se archiva con el simple propósito de darse una idea del reparto de actividades por grupos no vale la pena si no se culmina este trabajo con soluciones ya que este es el propósito del análisis de fallas.

## Capítulo 3 Métodos para renovación vehicular para el auto transporte de servicio pesado.

Existen diferentes métodos para la renovación de los vehículos que utilizan las empresas de auto transporte. Cada uno tiene su grado de complejidad y la aplicación de cada uno de ellos depende básicamente de la información con la que cuenten las compañías de transporte. Cuando se vende un vehículo usado, se recupera en parte el capital invertido en su adquisición y técnicamente a esta recuperación se le denomina “**valor residual**” que es uno de los valores más importantes para saber con que capital se cuenta para la compra de una unidad nueva. En el mercado de unidades usadas se observa que la pérdida de valor es uniforme con el paso de los años, de esta forma, se tiene que en los primeros años la pérdida es grande, aminorando progresivamente con el paso de los años, hasta conseguir prácticamente una estabilización, cabe destacar que una unidad que cuenta con mejores elementos en el tren motriz se devalúa con menor velocidad que una unidad “normal”.

La depreciación por la operación del vehículo varía en un rango del 12 al 17 %, siendo mayor para los que funcionan a base de gasolina y menor para los de Diesel, llegando a ser en algunos casos de hasta un 30% según el tipo de trabajo al que esta destinado el vehículo. Los métodos para decidir el periodo óptimo de reposición de un vehículo, se pueden clasificar u ordenar para su estudio en tres grandes categorías:

- ✓ Método Contable
- ✓ Método extra contable
- ✓ Método de optimización.

Estas metodologías que han sido utilizadas en Canadá, Estados Unidos, Unión Europea, Francia y Reino unido están siendo conocidas cada vez más por los transportistas mexicanos, sobre todo la de USA por la cercanía geográfica.

En la unión americana existe una empresa llamada “**PENSKE Truck**” la cual es líder en el sector de auto transporte en renta de unidades y mantenimiento, por lo cual será tomado en cuenta este conocimiento sobre el tema y cómo es que se realiza este proceso de reposición vehicular. Después de una entrevista con el director en México (Al Hernández) de esta compañía se encontró que para resolver el tema de reposición vehicular consideran las siguientes variables.

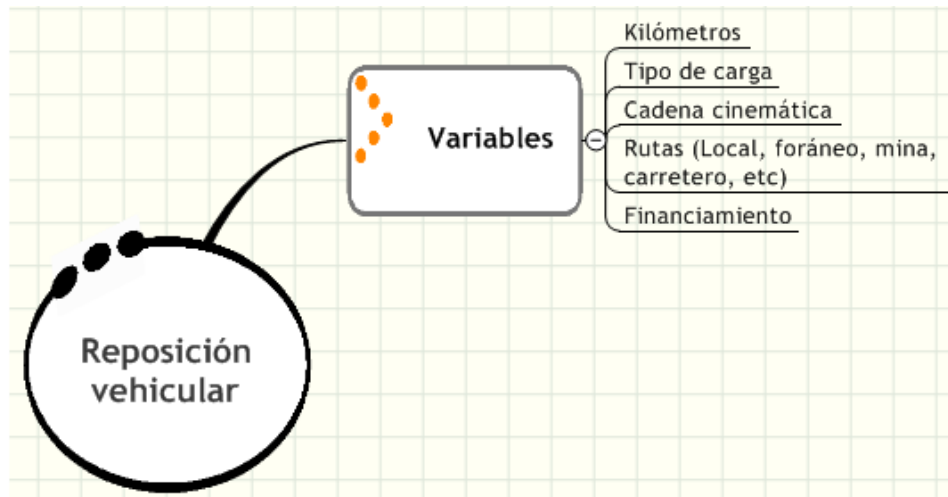


Figura 7: Variables de decisión.

A lo largo de su vida esta compañía ha perfeccionado sus métodos, pasando de tomar esta decisión empleando cálculos manuales, experiencia de los directivos, condiciones de los clientes y después de haber transitado un largo camino realizándolo manualmente, en la actualidad la empresa captura en un programa llamado “Sales Net” dichas variables, y en automático entrega el tiempo de vida para cada tipo de unidad, teniendo en cuenta las variables mencionadas en la tabla anterior, para determinar la vida óptima de las unidades dependiendo del tipo de operación del cliente.

Cabe destacar que la flota a nivel mundial de esta empresa es de aproximadamente 212,000 unidades y es la forma en que llevan su programa de reposición vehicular. Este programa está alimentado con datos de los proveedores de auto partes y datos estadísticos de la compañía como por ejemplo, tiempos óptimos de desempeño en el tren motriz, chasis, carrocería, etc.

Los resultados que esta compañía ha obtenido es mayor disponibilidad de sus unidades, mejor costo por kilómetro para su operación y sobre todo se ha ganado el ser reconocida como una empresa confiable con excelentes costos operativos.

**¿Que es lo deseado y por quien?** Lo deseado es contar con los elementos suficientes de decisión para la industria privada respecto a cuál es el punto óptimo de reemplazo, dependiendo del tipo de financiamiento que se tenga de sus unidades como lo es el arrendamiento puro, bancario, tener unidades propias, cuál es modelo adecuado de reemplazo de unidades aplicable a las condiciones actuales de nuestro país.

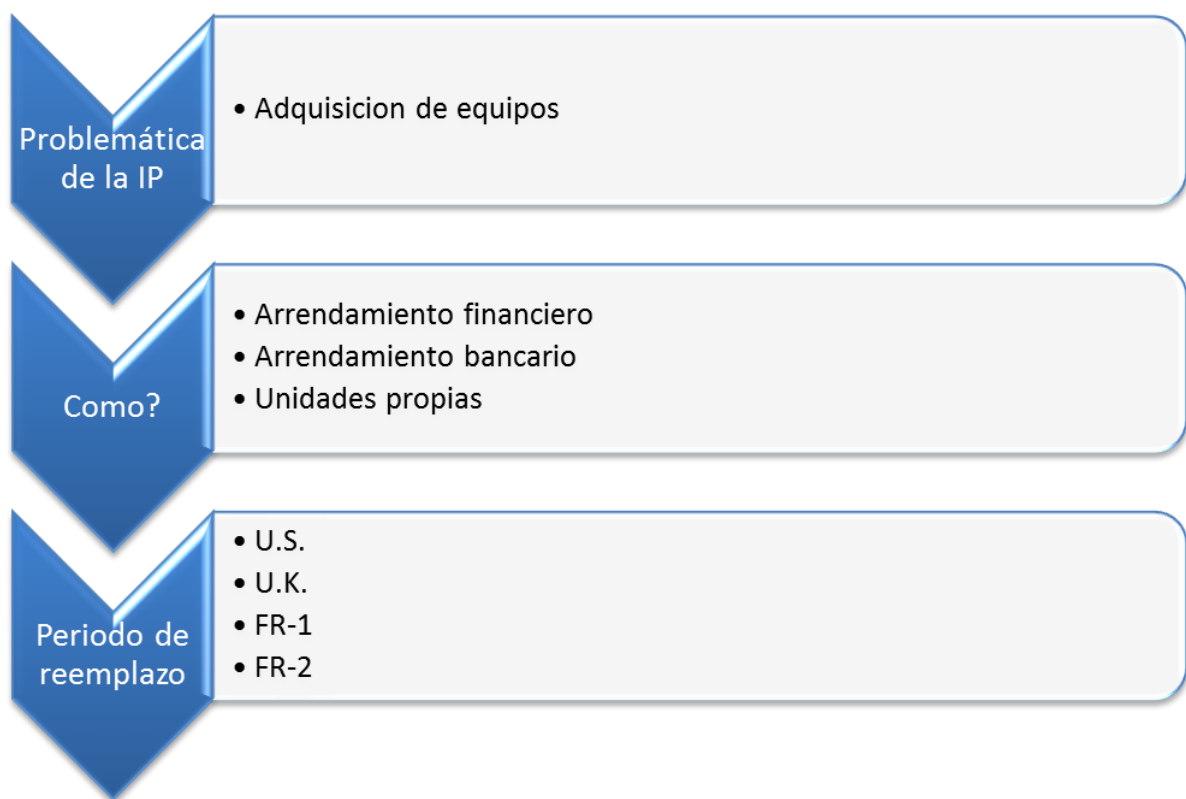


Figura 8: ¿Qué es lo deseado y por quién?

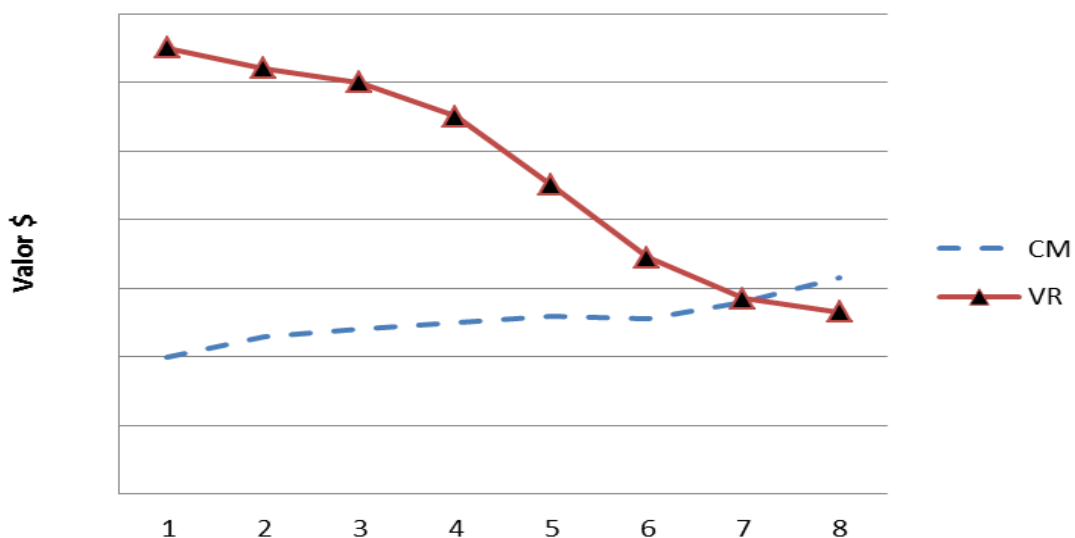
A manera de resumen se presenta en la figura 8 lo que necesita la industria del autotransporte como puede hacerlo y en qué periodo, se mencionan las opciones viables para que se tomen en cuenta y analicen las diferentes combinaciones.



### 3.1 Métodos contables

#### 3.1.1 Método 1 “Reposición de activos” comúnmente utilizado en EEUU

En estos métodos se considera a la flota vehicular como un activo contable que se Depreciará a través del tiempo. A medida que disminuye el valor de la unidad, se incorporan refacciones similares, que disminuyen el valor de rescate del vehículo. Normalmente se compara el valor de rescate o comercial de la unidad en el mercado de reventa contra el costo acumulado de mantenimiento de cada vehículo, por lo tanto *“Cada vez que el costo acumulado de mantenimiento supera el valor comercial de la unidad, se encuentra un periodo oportuno para renovarla”*.



**Valor residual (VR) = Valor comercial de reventa**

**Costo acumulado de mantenimiento (CM)**

Figura 9: Gráfica típica del método reposición de activos.

La gráfica anterior nos muestra cómo se puede encontrar el punto de reposición, en otras palabras este método consiste en comparar cada año el valor residual (VR) de un vehículo con el costo acumulado de mantenimiento (CM) para conservar la unidad, tomando en cuenta que el *valor residual es el valor comercial de reventa* y cuando se tenga el mismo valor es cuando se decide reemplazar la unidad.

### 3.1.2 Método 2 “Costo promedio anual”

Es uno de los métodos más recomendados por los fabricantes de camiones, pues su implantación es relativamente sencilla, es por ello que un gran número de compañías lo utilizan en la actualidad, en forma práctica el (CPA) Costo Promedio Anual esta definido como el costo acumulado de depreciación más el costo de mantenimiento acumulado ente el número de años de utilización del vehículo. Sin embargo, debemos tener cuidado con dos limitaciones que en ocasiones invalidan su aplicación en las compañías.

**Limitante 1:** Las variables de operación y mantenimiento que se tomaron en cuenta para desarrollar estos métodos como patrones particulares son las siguientes:

- ✓ Kilometraje anual constante o con baja variación
- ✓ Flota homogénea
- ✓ Programa de mantenimiento preventivo homologado

Estas condiciones nos permiten obtener curvas de costo de mantenimiento y del costo promedio anual muy regulares en su comportamiento, es por ello que la aplicación de los dos métodos indicarán por lo general un sólo periodo óptimo de reposición.

Al aplicar este tipo de métodos a flotas donde no se cumplen las variables antes mencionadas y adicional se tiene la cultura de reconstruir vehículos como es el caso de una gran parte de las flotas de Latino América incluyendo a México, los resultados nos pueden arrojar varios periodos de reposición.

**Limitante 2:** Esta segunda limitante es por que se hacen cálculos donde no se consideran los costos reales de operación, es decir, solo se considera una pequeña parte del costo de operación que son los costos de mantenimiento por estar contablemente sumando al gasto de esa unidad y se olvidan del objetivo general de una flota de transporte que es producir en base a toneladas movidas “toneladas-kilómetro” dando como resultado una utilidad neta para la compañía. Por lo anterior, este método no integra las variables necesarias para brindar un tiempo de reemplazo integral, es decir solo nos revela un tiempo irreal por solo contemplar dos variables.

Vale la pena destacar que si se aplica este método “costo promedio anual”, da resultados más precisos que en el caso de aplicar el método 1”reposición de activos”. Es por eso que en su momento lo adoptaron las armadoras europeas instaladas en América Latina (principalmente Mercedes Benz de Brasil, Volvo y Scania), aprovechando la experiencia que se tenía con las grandes flotillas de transporte que utilizaron el método 1 en Argentina y Brasil. Esto también nos dice que no necesariamente sean los métodos más recomendables para obtener la información adecuada en las condiciones de nuestro país.

$$\text{CPA} = \frac{\text{depreciación acumulada Veh} + \text{mantenimiento acumulado}}{\text{Periodo de años}}$$

$$\text{Costo anual de depreciación y mantenimiento (CA)} = \text{Depreciación anual} + \text{Mantenimiento anual}$$

### **PERIODOS OPTIMOS DE RENOVACIÓN:**

Cuando CA - CPA es positivo es un periodo ideal de reemplazo

La expresión matemática de la figura anterior determina el momento ideal para reemplazar un vehículo, y a continuación se presenta el significado de cada variable de la ecuación.

$$\text{CPA} = (\text{DA} + \text{MA}) / t$$

Donde:

CPA = costo promedio anual

DA = depreciación acumulada

MA = mantenimiento acumulado

t = período en años

Sin embargo no se debe olvidar que el momento exacto será cuando el costo total anual supere al costo promedio anual, a continuación se presenta la siguiente gráfica dando un ejemplo de cómo se encuentra el momento exacto para el reemplazo vehicular con éste método.

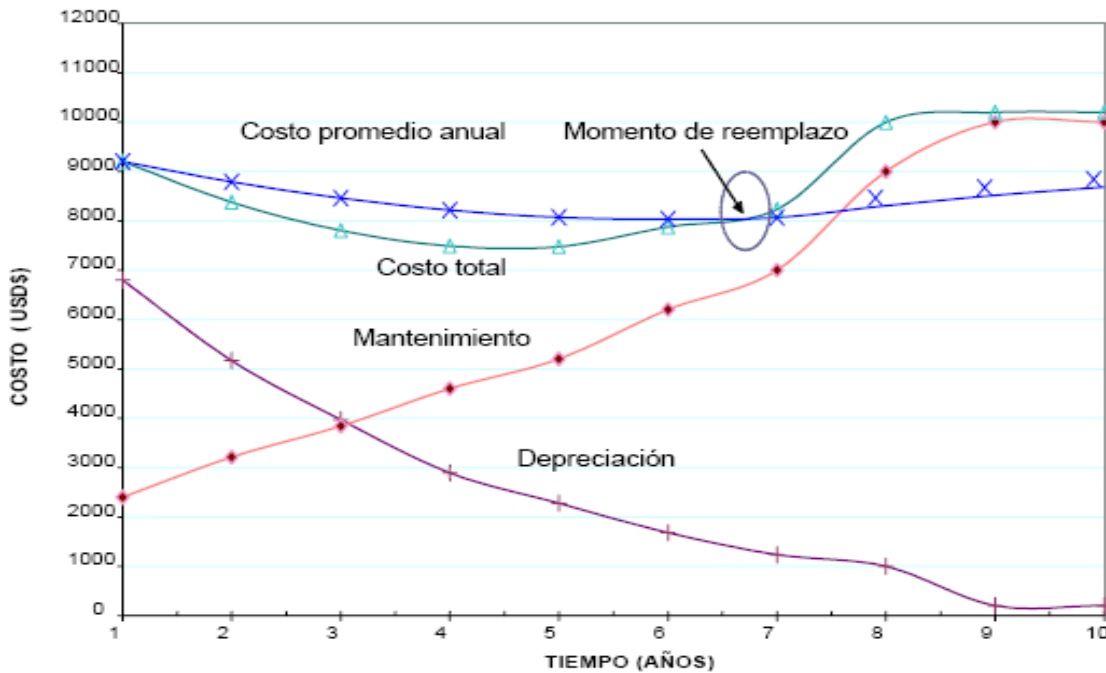


Figura 10: Gráfica típica del método costo promedio anual.

Lo que podemos observar en esta gráfica son en teoría dos periodos, con el método reposición de activos nos dice que el periodo es a los tres años, pero si se incorpora la variable del costo promedio anual el resultado varía extendiéndose cerca de los seis años, bastante la diferencia y es aquí donde se valora un buen análisis pues esto se traduce en bastante dinero tanto en inversión para reponer la flota que este en esa edad y en cuanto a los ingresos que dejaría de ingresar a la empresa por concepto de mayor número de fletes.

## 3.2 Métodos extracontables

Los métodos extracontables o de contabilidad analítica, en lugar de contabilizar el mantenimiento por origen del gasto se deben agrupar todos los costos de mantenimiento de cada vehículo y cada familia utilizando información de las bitácoras de mantenimiento como son las ordenes de trabajo, vales de refacciones, horas hombre, insumos, etc; de esta manera es como se calcula el costo total del transporte para elegir el punto adecuado de reemplazo, a partir de la separación de este tipo de cuentas de la contabilidad general, a diferencia del contable donde separa el gasto de mantenimiento de acuerdo con el origen del gasto como son refacciones, aceites, lubricantes, agua, energía eléctrica y mano de obra del taller. El método más conocido que se encuentra en esta categoría es el llamado **método del costo unitario anual** donde es necesario llevar el control de los gastos fijos y variables por familia de vehículo a lo largo de toda la vida útil de la unidad, después se suman todos estos costos y se divide entre el kilometraje anual o acumulado y se deduce un costo unitario de utilización para cada familia de vehículos.

$$\text{Costo unitario de utilización anual} = \frac{\text{Gastos fijos y variables por familia de vehículos}}{\text{Kilometraje anual acumulado}}$$

*Cuando se encuentre el valor mínimo de este costo es el momento adecuado para reemplazar el* vehículo, pero si la compañía no lo reemplaza en ese momento tendrá que asumir costos crecientes por operar estos vehículos. Cuando el (CUA) costo unitario anual varía mucho de un año a otro, es valido considerar la relación entre el costo y el kilometraje acumulados a lo largo de la vida útil de la unidad, con esto estaremos en posibilidad de determinar el costo unitario promedio de transporte.

A continuación se muestra un ejemplo de las gráficas que se pueden obtener con este método

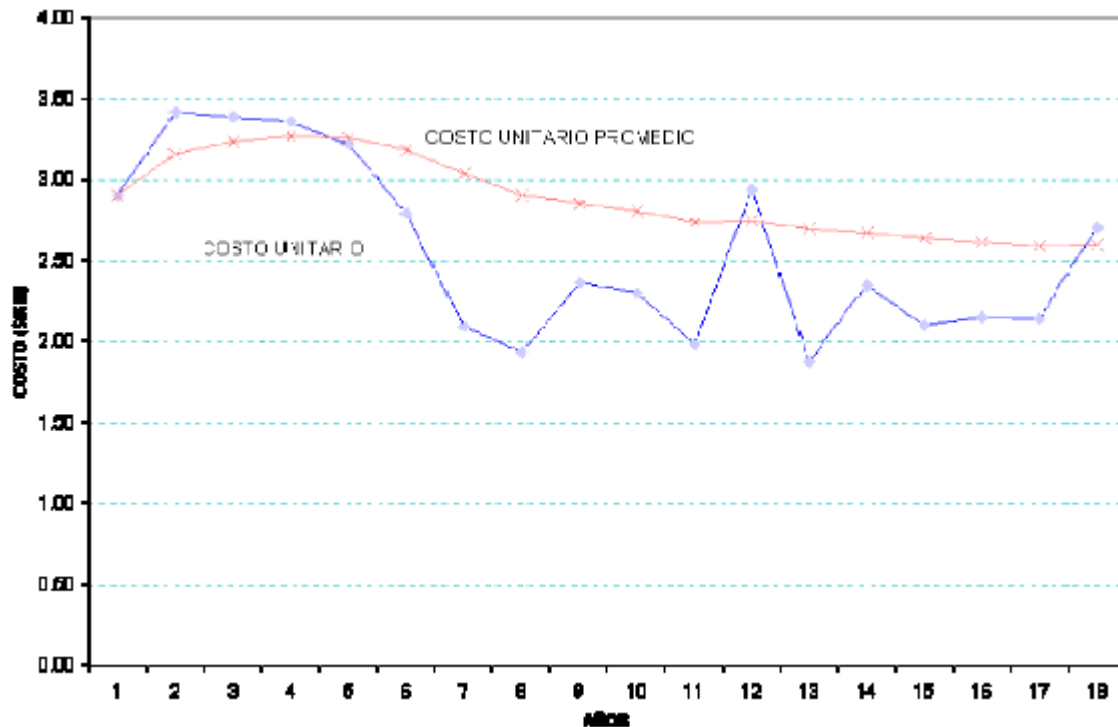


Figura 11: Gráfica típica del método costo unitario anual.

Cuando tenemos una flota con operación constante se reflejará un solo valor mínimo del costo unitario anual, esto quiere decir que podemos tomar el valor en años como una norma o una política de reemplazo para el parque vehicular. Por otro lado cuando se presentan varios periodos mínimos en el tiempo, es decir, varios periodos posibles de reposición el valor que nos dará la pauta para elegir el momento adecuado para establecer la política será el **costo unitario más bajo**.

Este es uno de los métodos más populares en la unión europea y forma parte de la capacitación básica en la administración del transporte pues tiene la ventaja de referirse al costo real de utilización de un vehículo, sin embargo, es necesario contar con un sistema que registre todos los datos necesarios para la aplicación de este modelo y que por lo general las pequeñas empresas no lo tienen.

### 3.3 Métodos de optimización.

Estos métodos permiten incluir variables tan importantes para una compañía de transporte como son la:

- ✓ Disponibilidad financiera
- ✓ Capacidad crediticia
- ✓ Política de renovación.

Las variables antes mencionadas hacen una gran diferencia respecto a los métodos antes descritos donde se puede determinar uno o varios periodos posibles de reposición vehicular pero sin tomar en cuenta puntos tan delicados no podemos establecer una política de renovación tan solo en el modelo matemático porque de lo contrario no servirá de mucho el trabajo realizado, por lo que es necesario incluir estos puntos como parte fundamental al momento de establecer dicha política. Por la magnitud de la importancia en este tema firmas consultoras y centros de capacitación han desarrollado métodos de optimización para empresas de transporte de carga y de pasaje de los cuales se presentan dos que son los más utilizados por dichas empresas.

- ✓ Método del margen de utilidad
- ✓ Método del costo de posesión

### 3.3.1 Métodos del margen de utilidad

Fue desarrollado por el TRRL (Transport and Road Research Laboratory) de Inglaterra y también es conocido como el **método de la utilidad marginal**. En este método el tema central es la utilidad promedio por unidad, es decir se establece una norma o un objetivo de la rentabilidad que debe tener cada unidad de la flota y el que no cumpla con dicha norma no importa si es nuevo o antiguo una vez clasificando los vehículos por orden decreciente de utilidad anual se deben reemplazar los que estén fuera de política empezando por los que más se alejan del objetivo con la finalidad de ser prácticos y evitar al máximo lidiar con unidades que presentan problemas, es muy sencillo y si no cumple se debe cambiar, y esto se puede hacer hasta agotar el presupuesto asignado para la reposición vehicular.

Este método tiene la gran ventaja de tomar la decisión desde el punto de vista de un criterio racional, es decir, este método considera la operación de las unidades bajo el criterio estricto de su rentabilidad, es por ello que se considera como una ventaja pues no es simplemente especulativo. Todos aquellos vehículos que por razones financieras no pudieron darse de baja en el periodo señalado por la política, van a seguir participando en la utilidad promedio del siguiente año y el tomador de decisiones debe tener bien presente que este factor por que puede modificar la norma o política de reemplazo de su empresa y se puede establecer que jamás se logrará una renovación completa a menos que los recursos sean ilimitados para tal fin, por lo que pocas empresas podrán aplicar este método y un ejemplo de las que si pueden son aquellas que tienen un sistema logístico de corporación financiera como los agentes de carga o las compañías de transporte multimodal.



### 3.3.2 Métodos del costo de posesión.

Método de origen Francés desarrollado por la firma consultora (*Intralog*) en sinergia con el Instituto Nacional de Investigación en Transporte y Seguridad y la Agencia para la Protección Ambiental y el Dominio de la Energía.



Este método se ha adaptado a los cambios tecnológicos de la informática y a una infinidad de aplicaciones en diferentes países, por lo mismo se ha convertido en el método más competitivo y más preciso que se conozca hasta el momento, una de sus características y que hasta el momento no se había hablado es el **costo de inmovilización** que este método si lo toma en cuenta por ser un gasto real, pero que la mayoría de las empresas no lo contabilizan por que no es contablemente visible, es decir no existe un gasto directo, si no más bien es la suma de varios gastos inherentes a este factor como son el valor del vehículo dividido a través del tiempo, si se paga renta pues la renta se cobra las 24 hrs del día por lo tanto debería trabajar todo es tiempo pero de este 100 % de tiempo se le debe dividir y multiplicar por el tiempo inmovilizado para saber el valor este valor, las horas hombre que se desperdician por tener la unidad inmovilizada, etc. Es un concepto bastante amplio y que es uno de los principales elementos de valor agregado del método del costo de posesión **que se define como la suma de:**

- ✓ Costos anuales de depreciación (Se obtiene por comparación entre los valores de reventa en el mercado secundario o en su defecto considerando la depreciación contable anual)
- ✓ Costos anuales de mantenimiento (Incluye los costos fijos y variables del taller propio y de los servicios de talleres externos)
- ✓ Costos anuales de inmovilización (Es la suma de los costos fijos inherentes a la unidad mientras no esta produciendo como en taller o en espera de flete, más los ingresos que dejó de generar por estar inmovilizado el equipo).

El costo anual de posesión es elevado pues representa el costo de poseer y conservar el vehículo en los primeros años de la vida útil pues finalmente esto es un capital para la compañía. Vale la pena mencionar que los gastos financieros y el costo anual de depreciación son superiores al resto de los costos fijos y los de mantenimiento, es por ello que se convierte en un costo elevado a pesar de la tendencia a decrecer año con año generalmente hasta el año cuatro dependiendo del kilometraje anual del vehículo pues después de este año cuatro tienden a desaparecer los gastos financieros por amortización de préstamos. Hacia este mismo año por lo general los gastos de mantenimiento y las pérdidas por no contar con el vehículo tienden a incrementar siendo no lineal en el tiempo.

¿Que nos dice lo anterior? Podemos interpretar lo anterior como la existencia de varios picos y descensos en estos costos dependiendo del tipo de reparación que se realizó en el taller dando como resultado que el costo de posesión tenga fluctuaciones que representan varios mínimos en el tiempo coincidiendo estos con un periodo posible de reposición, siendo esta una de las mejores ventajas respecto al resto de los métodos de reposición donde se rompe la idea clásica de que existe un solo periodo ideal de reposición.

Como se mencionó con anterioridad el hecho de incluir el costo de inmovilización de un vehículo es una gran ventaja para las empresas por que de esta forma se pueden implementar estrategias que lo minimicen ya que a medida que la unidad envejece se convierte en uno de los costos más importantes pues año tras año el equipo pasa más días en el taller lo que se traduce en mayores pérdidas comerciales.

## Capítulo 4 Aplicación de métodos de reposición en un caso de estudio de flota propia de la industria privada.

### 4.1 Propuesta metodológica

Se pretende comprobar que tipo de métodos de reposición pueden aplicarse en el caso de una flota propia de la industria privada en México para hacer eficiente y disminuir por lo tanto el costo de reposición vehicular y para esto la propuesta metodológica se divide en dos secciones que tendrán los siguientes criterios.

- ✓ ***Flota adquirida mediante crédito convencional:*** En este caso estamos hablando de la reposición de un activo (Método US), de la utilización de un activo (Método UE o FR 1), o bien de la medición de un “performance” de un activo (P.E. utilidad anual por vehículo del método Ingles). Pero ¿cuál sería el método más pertinente para el caso de México?
  
- ✓ ***Flota en arrendamiento bancario o financiero:*** En este caso tiene más peso el componente financiero (costo del arrendamiento mensual), puesto que el arrendamiento suele ser caro, por lo tanto aplican mejor los métodos de optimación (UK o costo de posesión FR 2). Otra vez, ¿cuál sería el más pertinente para el caso de México?

## 4.2 Caso de Estudio

El caso de estudio se seleccionó para aplicar los métodos existentes de renovación vehicular corresponde a una empresa privada que cuenta con flota propia y fue seleccionada esta compañía por ser una de las más completas en las bases de datos para aplicar los métodos existentes. Los datos base que se consideran son por un periodo de 8 años y están multiplicados por un factor X para protección de la información de dicha compañía.

Se presenta un vehículo tipo tracto camión quinta rueda, con motor de 475 hp, neumáticos 11R 24.5, con capacidad máxima de arrastre de 70 toneladas. El valor de adquisición del vehículo para este ejercicio se considera de \$1, 396,941.00 y por la naturaleza de la base de datos se considera para un periodo de 8 años de vida y se



considera una depreciación en forma lineal por un periodo de 5 años. Esta unidad recorrerá en su primer año de vida 120 mil kilómetros transportando 21,600 toneladas anuales, los días de operación en su primer año de vida serán 312 este número es por que ya se está restando los días que no laboran en esta compañía ya sea por periodos de mantenimiento, por fines de semana, etc.). La unidad por la naturaleza operativa de dicha compañía no pueden hacer viajes cargado-cargado, por lo que el porcentaje de uso es del 50 % y el desglose de los gastos fijos y variables aparecen en la tabla “Costo total de transporte”, las siguientes tablas son la aplicación de los métodos.

Datos Base de un vehículo T3								
Vehículo T3	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5	año 6	año 7	año 8
Consumo de combustible (l/100 km)	68	67	67	65	64	64	63	63
Precio litro combustible (\$)	\$ 4.76	\$ 4.94	\$ 5.09	\$ 5.24	\$ 5.46	\$ 5.85	\$ 6.60	\$ 7.80
Consumo de combustible anual (\$)	#####	\$ 397,176.00	\$ 395,594.80	\$ 395,096.00	\$ 366,912.00	\$ 434,304.00	\$ 395,010.00	\$ 506,142.00
<b>Mantenimiento</b>	####							
Lubricantes	#####	\$ 3,196.16	\$ 3,046.12	\$ 3,309.11	\$ 3,723.72	\$ 3,877.72	\$ 3,376.56	\$ 3,543.67
Llantas	#####	\$ 48,376.97	\$ 50,045.58	\$ 50,901.24	\$ 19,689.67	\$ 56,659.06	\$ 54,989.65	\$ 20,893.45
Mantenimiento (Almacén)	#####	\$ 87,036.24	\$ 118,281.36	\$ 164,272.80	\$ 246,224.40	\$ 270,224.40	\$ 291,212.40	\$ 322,552.80
<b>Total mnto</b>	#####	\$ 138,609.37	\$ 171,373.06	\$ 218,483.15	\$ 269,637.79	\$ 330,761.18	\$ 349,578.61	\$ 346,989.92
#####	\$ 11,550.78	\$ 14,281.09	\$ 18,206.93	\$ 22,469.82	\$ 27,563.43	\$ 29,131.55	\$ 28,915.83	
<b>Operación</b>								
Kilometraje anual (miles)	120	120	116	116	105	116	95	103
Número de días en operación (año)	312	312	300	300	296	300	276	288
Toneladas por año	23,400	23,400	22,500	22,500	22,200	22,500	20,700	21,600
Uso de capacidad por viaje redondo (%)	50	50	50	50	50	50	50	50
<b>Operador</b>								
Salario del operador	#####	\$ 108,000.00	\$ 103,846.15	\$ 103,846.15	\$ 102,461.54	\$ 103,846.15	\$ 95,538.46	\$ 99,692.31
Viáticos (\$/día)	#####	\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 100.00
<b>Diversos</b>								
Peaje	#####	\$ 20,700.00	\$ 19,903.85	\$ 19,638.46	\$ 19,638.46	\$ 18,311.54	\$ 18,311.54	\$ 18,311.54
Impuestos	#####	\$ 26,741.33	\$ 26,043.73	\$ 24,648.53	\$ 22,788.27	\$ 22,523.19	\$ 20,890.00	\$ 19,985.00
Seguros	#####	\$ 15,630.00	\$ 15,630.00	\$ 15,630.00	\$ 15,630.00	\$ 15,630.00	\$ 15,630.00	\$ 15,630.00
Gastos	#####	\$ 4,890.00	\$ 4,890.00	\$ 4,890.00	\$ 4,890.00	\$ 4,890.00	\$ 4,890.00	\$ 4,890.00

Figura 12: Datos de un vehículo T3.

Costo anual de utilización de un vehículo T-3 Costo total de transporte proyección para un período de 8 años								
	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5	año 6	año 7	año 8
<b>Resultados</b>								
Valor por depreciar (\$)	\$ 1,074,570.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Gastos variables</b>								
Combustible (\$/km)	3.24	3.31	3.41	3.41	3.49	3.74	4.16	4.91
Lubricantes (\$/km)	0.026	0.027	0.026	0.029	0.035	0.033	0.036	0.034
Llantas (\$/km)	0.401	0.403	0.431	0.439	0.188	0.488	0.579	0.203
Mantenimiento (Almacén) (\$/km)	0.368	0.725	1.020	1.416	2.345	2.330	3.065	3.132
Peaje (\$/km)	0.1725	0.173	0.172	0.169	0.187	0.158	0.193	0.178
<b>Total variables</b>	<b>4.204</b>	<b>4.637</b>	<b>5.059</b>	<b>5.459</b>	<b>6.249</b>	<b>6.753</b>	<b>8.031</b>	<b>8.461</b>
<b>Gastos fijos</b>								
Salario operador (\$/día)	346.15	346.15	346.15	346.15	346.15	346.15	346.15	346.15
Seguro (\$/día)	50.10	50.10	52.10	52.10	52.80	52.10	56.63	54.27
Viáticos (\$/día)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Impuestos (\$/día)	89.44	85.71	86.81	82.16	76.99	75.08	75.69	69.39
Amortización (\$/día)								
gastos generales ( \$/día)	15.67307692	15.67	16.30	16.30	16.52	16.30	17.72	16.98
Depreciación lineal (\$/día)	688.83	931.29	931.29	931.29	931.29	931.29	931.29	931.29
<b>Total fijos</b>								
<b>Costo anual de transporte</b>								
	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5	año 6	año 7	año 8
\$/año	504,496.52	556,485.37	586,871.71	633,217.61	656,188.25	783,376.72	762,900.15	871,443.46
\$/km	4.20	4.64	5.06	5.46	6.25	6.75	8.03	8.46
<b>Gastos variables</b>								
\$/año	402,538.00	401,375.33	395,323.89	393,928.69	390,283.81	176,889.35	164,548.46	168,997.31
\$/km	3.35	3.34	3.41	3.40	3.72	1.52	1.73	1.64
<b>Gastos fijos</b>								
\$/año	907,034.52	957,860.70	982,195.59	1,027,146.30	1,046,472.06	960,266.06	927,448.61	1,040,440.77
\$/km	7.56	7.98	8.47	8.85	9.97	8.28	9.76	10.10
Determinación del costo anual de transporte								

Figura 13: Datos para determinar el costo anual de transporte.

Datos numéricos para la aplicación del método "Reposición de activos"								
<b>Vehículo T3</b>	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5	año 6	año 7	año 8
Valor de reventa								
Valor vehículo inicio de año	\$ 1,074,570.00	\$ 859,656.00	\$ 644,742.00	\$ 429,828.00	\$ 214,914.00	\$ -		
Depreciación anual del vehículo	\$ 214,914.00	\$ 214,914.00	\$ 214,914.00	\$ 214,914.00	\$ 214,914.00			
Valor residual fin de año	\$ 859,656.00	\$ 644,742.00	\$ 429,828.00	\$ 214,914.00	\$ -			
Valor anual de refacciones	\$ 44,176.20	\$ 87,036.24	\$ 118,281.36	\$ 164,272.80	\$ 246,224.40	\$ 270,224.40	\$ 291,212.40	\$ 322,552.80
Valor acumulado de refacciones	\$ 44,176.20	\$ 131,212.44	\$ 249,493.80	\$ 413,766.60	\$ 659,991.00	\$ 930,215.40	\$ 1,221,427.80	\$ 1,543,980.60
Depreciación anual		\$ 17,407.25	\$ 23,656.27	\$ 32,854.56	\$ 49,244.88	\$ 54,044.88	\$ 58,242.48	\$ 64,510.56
Depreciación acumulada	\$ -	\$ 17,407.25	\$ 41,063.52	\$ 73,918.08	\$ 123,162.96	\$ 177,207.84	\$ 235,450.32	\$ 299,960.88
Valor residual fin de año	\$ 44,176.20	\$ 113,805.19	\$ 208,430.28	\$ 339,848.52	\$ 536,828.04	\$ 753,007.56	\$ 985,977.48	\$ 1,244,019.72
Valor residual contable	1	\$ 886,520.25	\$ 752,199.00	\$ 605,950.02	\$ 417,900.27	\$ 199,977.48	\$ 408,981.34	\$ 346,226.45
% del valor nuevo		\$ 82.50	\$ 70.00	\$ 56.39	\$ 38.89	\$ 18.61	\$ 38.06	\$ 32.22
Valor de mercado secundario	2	\$ 913,384.50	\$ 805,927.50	\$ 698,470.50	\$ 698,470.50	\$ 591,013.50	\$ 591,013.50	\$ 537,285.00
% del valor nuevo		\$ 85.00	\$ 75.00	\$ 65.00	\$ 65.00	\$ 55.00	\$ 65.00	\$ 50.00
Costo de mantenimiento	3	\$ 65,668.17	\$ 208,944.00	\$ 352,296.52	\$ 507,684.56	\$ 567,134.17	\$ 892,490.00	\$ 945,022.50
Costo anual de mantenimiento		\$ 65,668.17	\$ 140,290.97	\$ 166,292.62	\$ 126,112.73	\$ 98,505.25	\$ 285,355.89	\$ 188,774.84
Periodo óptimo de renovación								
Diferencia 1-3		\$ 820,852.08	\$ 543,255.00	\$ 253,653.50	\$ 89,784.29	\$ -	\$ 367,156.69	\$ -483,508.66
Diferencia 2-3		\$ 847,716.33	\$ 596,983.50	\$ 346,173.98	\$ 190,785.94	\$ 23,879.33	\$ -194,019.50	\$ -354,009.00

Nota: El periodo óptimo de reposición se encuentra entre los años 5 y 6 considerando el valor de rescate y el incremento notable en el costo de mtto

Figura 14: Datos para aplicación del método de reposición de activos.

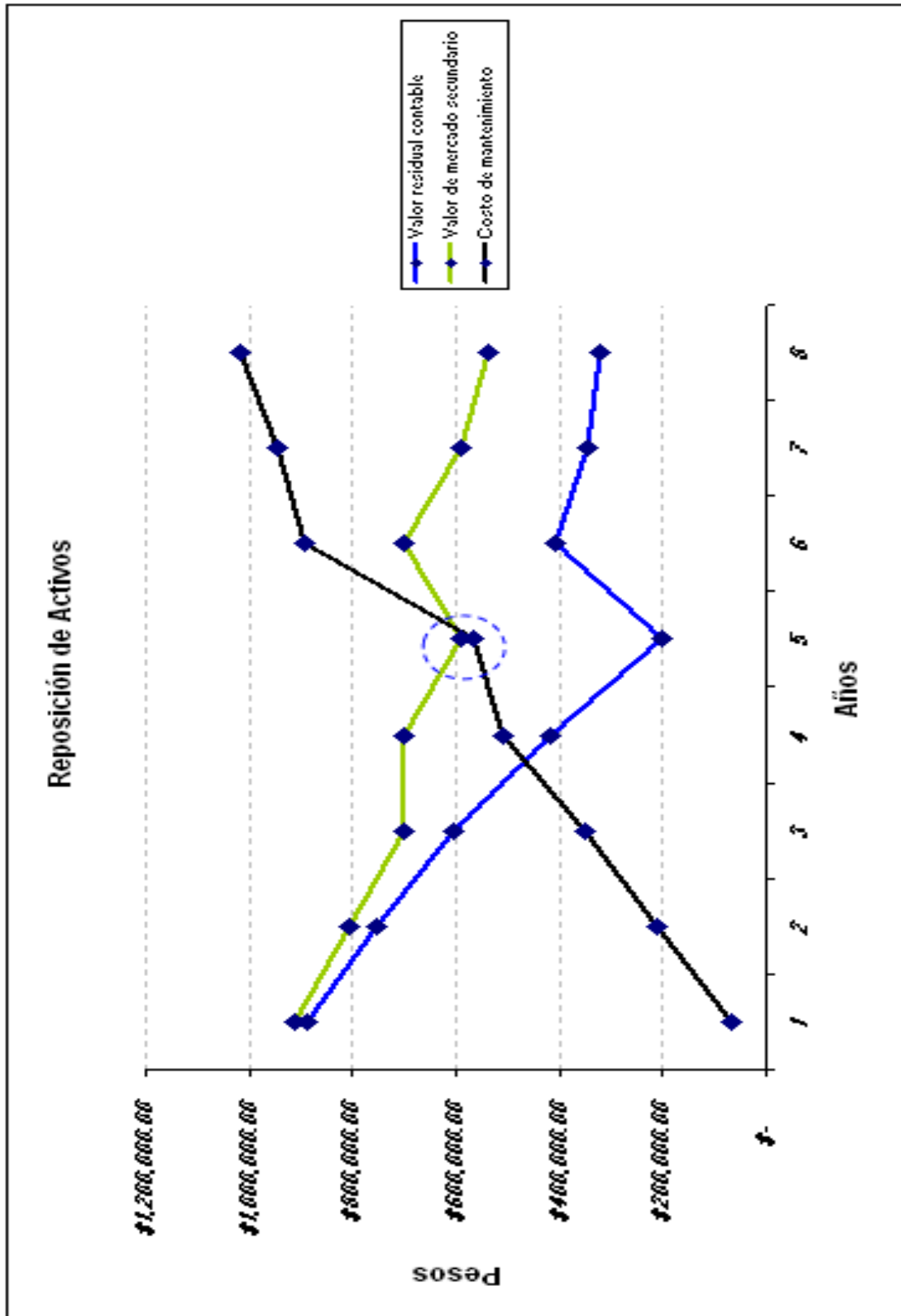


Figura 15: Grafica reposición de activos.



Datos numéricos para la aplicación del método "Costo promedio anual"								
Vehículo T3	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5	año 6	año 7	año 8
<b>Costo promedio anual</b>								
Depreciación anual del vehículo (1)	\$ 214,914.00	\$ 429,828.00	\$ 644,742.00	\$ 859,656.00	\$ 1,074,570.00	\$ -	\$ -	\$ -
Mantenimiento acumulado (2)	\$ 65,668.17	\$ 208,944.00	\$ 352,296.52	\$ 507,684.56	\$ 567,134.17	\$ 892,490.00	\$ 945,022.50	\$ 1,019,343.75
Periodo en años (3)	1	2	3	4	5	6	7	8
CPA = (1+2) / (3)	\$ 280,582.17	\$ 319,386.00	\$ 332,346.17	\$ 341,835.14	\$ 328,340.83	\$ 148,748.33	\$ 135,003.21	\$ 127,417.97
<b>Costo anual depreciación + mantenimiento</b>								
Depreciación anual del vehículo (4)	\$ 214,914.00	\$ 214,914.00	\$ 214,914.00	\$ 214,914.00	\$ 214,914.00	\$ -	\$ -	\$ -
Mantenimiento anual (5)	\$ 65,668.17	\$ 140,290.97	\$ 166,292.62	\$ 126,112.73	\$ 98,505.25	\$ 285,355.89	\$ 188,774.84	\$ 122,321.25
CA = (4) + (5)	\$ 280,582.17	\$ 355,204.97	\$ 381,206.62	\$ 341,026.73	\$ 313,419.25	\$ 285,355.89	\$ 188,774.84	\$ 122,321.25
Periodos óptimos de renovación								
Diferencia CA - CPA	\$ -	\$ 35,818.97	\$ 48,860.45	\$ 808.41	\$ 14,921.58	\$ 136,607.56	\$ 53,771.63	\$ 5,086.72
Nota: El periodo ideal de reposición se encuentra en el año 5 tomando en cuenta la diferencia del CA-CPA								
Datos para la aplicación del método del costo promedio anual								

Figura 16: Datos para la aplicación del método del costo promedio anual.

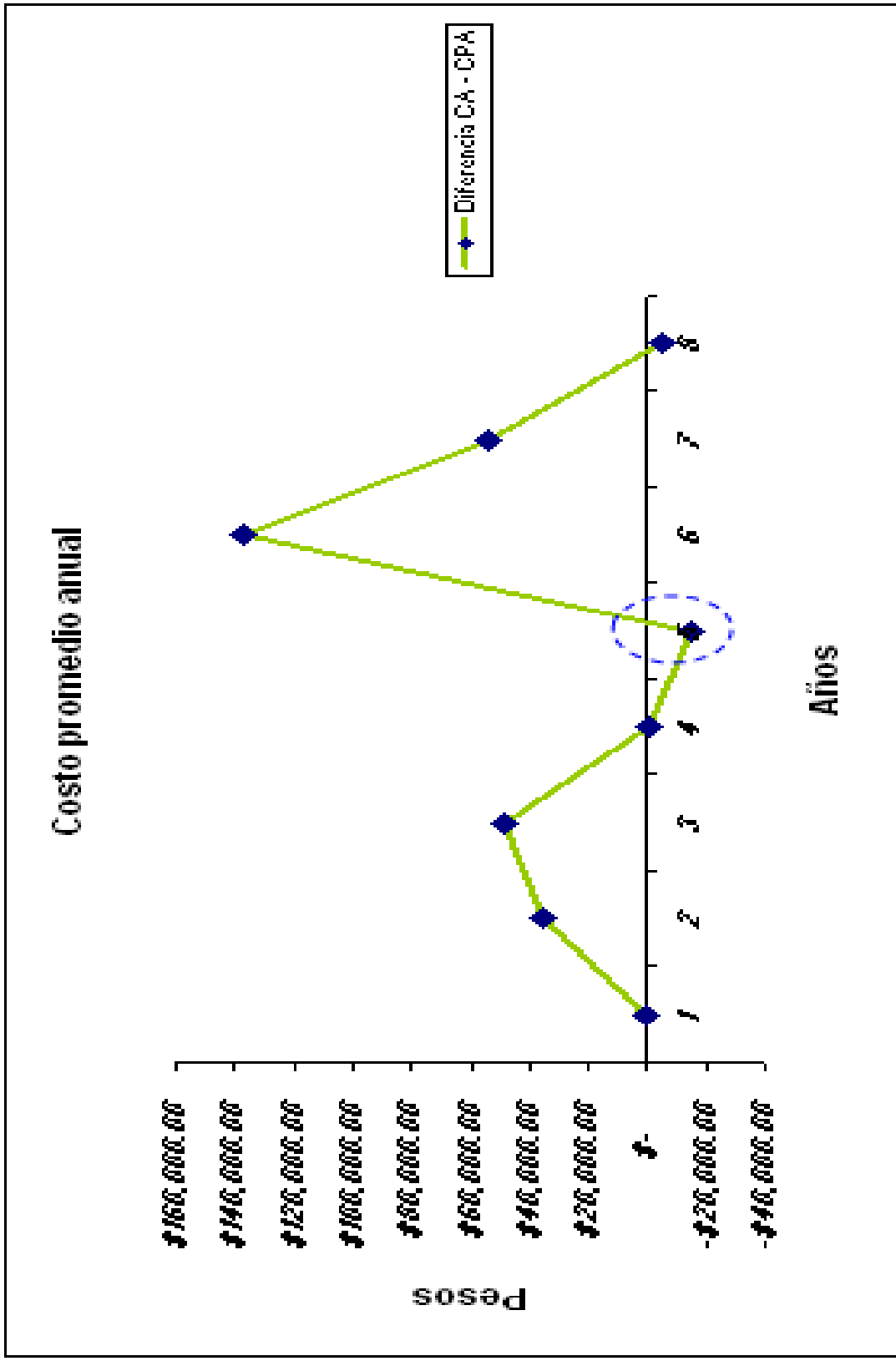


Figura 17: Grafica del método del costo promedio anual.

Datos para la aplicación del método "Costo unitario anual"								
Vehículo T3	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5	año 6	año 7	año 8
<b>Costo unitario anual</b>								
Costo anual de transporte (\$)	907,034.52	957,860.70	982,195.59	1,027,146.30	1,046,472.06	960,266.06	927,448.61	1,040,440.77
Kilometraje anual (km)	120,000	120,000	116,000	116,000	105,000	116,000	95,000	103,000
<b>Costo unitario (\$/km)</b>	<b>7.56</b>	<b>7.98</b>	<b>8.47</b>	<b>8.85</b>	<b>9.97</b>	<b>8.28</b>	<b>9.76</b>	<b>10.10</b>
<b>Costo unitario Promedio</b>								
Costo acumulado de transporte	907,034.52	1,864,895.22	2,847,090.82	3,874,237.12	4,920,709.17	5,880,975.24	6,808,423.85	7,848,864.62
Kilometraje anual acumulado	120,000	240,000	356,000	472,000	577,000	693,000	788,000	891,000
<b>Costo unitario promedio (\$/km)</b>	<b>7.56</b>	<b>7.77</b>	<b>8.00</b>	<b>8.21</b>	<b>8.53</b>	<b>8.49</b>	<b>8.64</b>	<b>8.81</b>
<b>Nota: El periodo ideal de reposición se encuentra en el año 6</b>								

Figura 18: Datos para la aplicación del método del costo unitario anual.

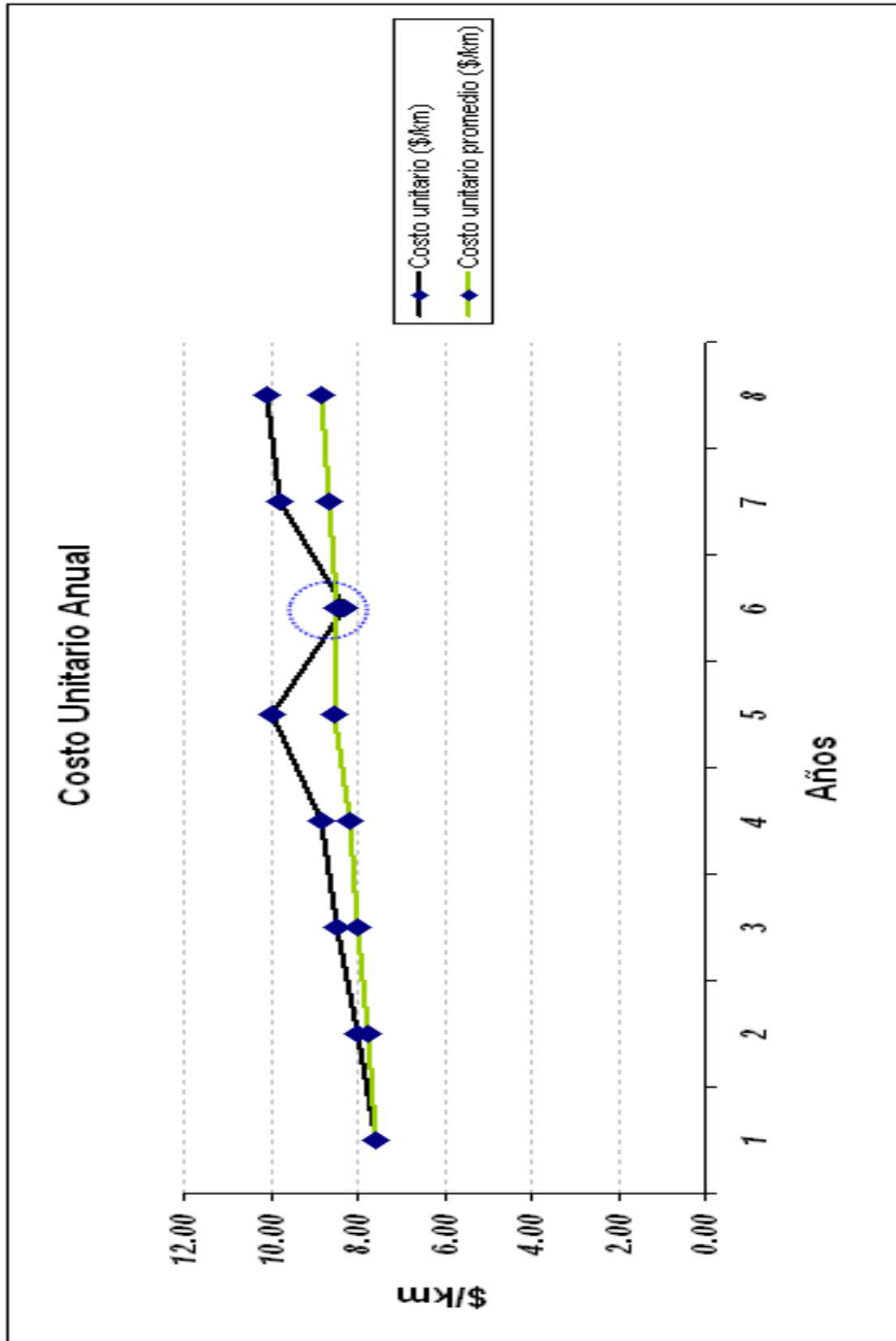


Figura 19: Grafica del costo unitario anual.

Datos numéricos para la aplicación del método "Margen de utilidad anual"								
Vehículo T3	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5	año 6	año 7	año 8
<b>Margen de utilidad anual</b>								
<b>Gastos fijos</b>								
Salario del operador (\$/día)	346.15	346.15	346.15	346.15	346.15	346.15	346.15	346.15
Seguro (\$/día)	50.10	50.10	52.10	52.10	52.80	52.10	56.63	54.27
Viáticos (\$/día)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Amortización (\$/día)	693.33	693.33	693.33	693.33	693.33	693.33	693.33	693.33
Gastos generales (\$/día)	15.67	15.67	16.30	16.30	16.52	16.30	17.72	16.98
Total fijos	1205.26	1205.26	1207.89	1207.89	1208.81	1207.89	1213.84	1210.74
<b>Gastos fijos (\$/año)</b>	376,040.00	376,040.00	362,366.15	362,366.15	357,808.21	362,366.15	335,018.46	348,692.31
<b>Gastos variables</b>								
Combustible (\$/km)	3.24	3.31	3.41	3.41	3.49	3.74	4.16	4.91
Lubricantes (\$/km)	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04	0.03
Llantas (\$/km)	0.40	0.40	0.43	0.44	0.19	0.49	0.58	0.20
Mantenimiento (Almacén) (\$/km)	0.37	0.73	1.02	1.42	2.34	2.33	3.07	3.13
Peaje (\$/km)	0.17	0.17	0.17	0.17	0.19	0.16	0.19	0.18
<b>Total variables</b>	4.20	4.64	5.06	5.46	6.25	6.75	8.03	8.46
<b>Gastos variables (\$/año)</b>	504,496.52	556,485.37	586,871.71	633,217.61	656,188.25	783,376.72	762,900.15	871,443.46
<b>Costo total</b>	880,536.52	932,525.37	949,237.86	995,583.77	1,013,996.46	1,145,742.87	1,097,918.61	1,220,135.77
Toneladas kilómetro	528,068.96	455,379.93	500,897.15	519,369.02	472,515.36	542,479.44	799,136.89	941,083.79
Costo unitario (\$/km)	1.67	2.05	1.90	1.92	2.15	2.11	1.37	1.30
<b>Precio unitario (\$/ton-km)</b>	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38	4.38
Utilidad de operación \$/ton-km (1)	2.71	2.33	2.48	2.46	2.23	2.27	3.01	3.08
Norma de la empresa \$/ton-km (2)	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
<b>Margen de utilidad (1-2)</b>	1.36	0.98	1.13	1.11	0.88	0.92	1.66	1.73

Figura 20: Datos para la aplicación del método del margen de utilidad anual.

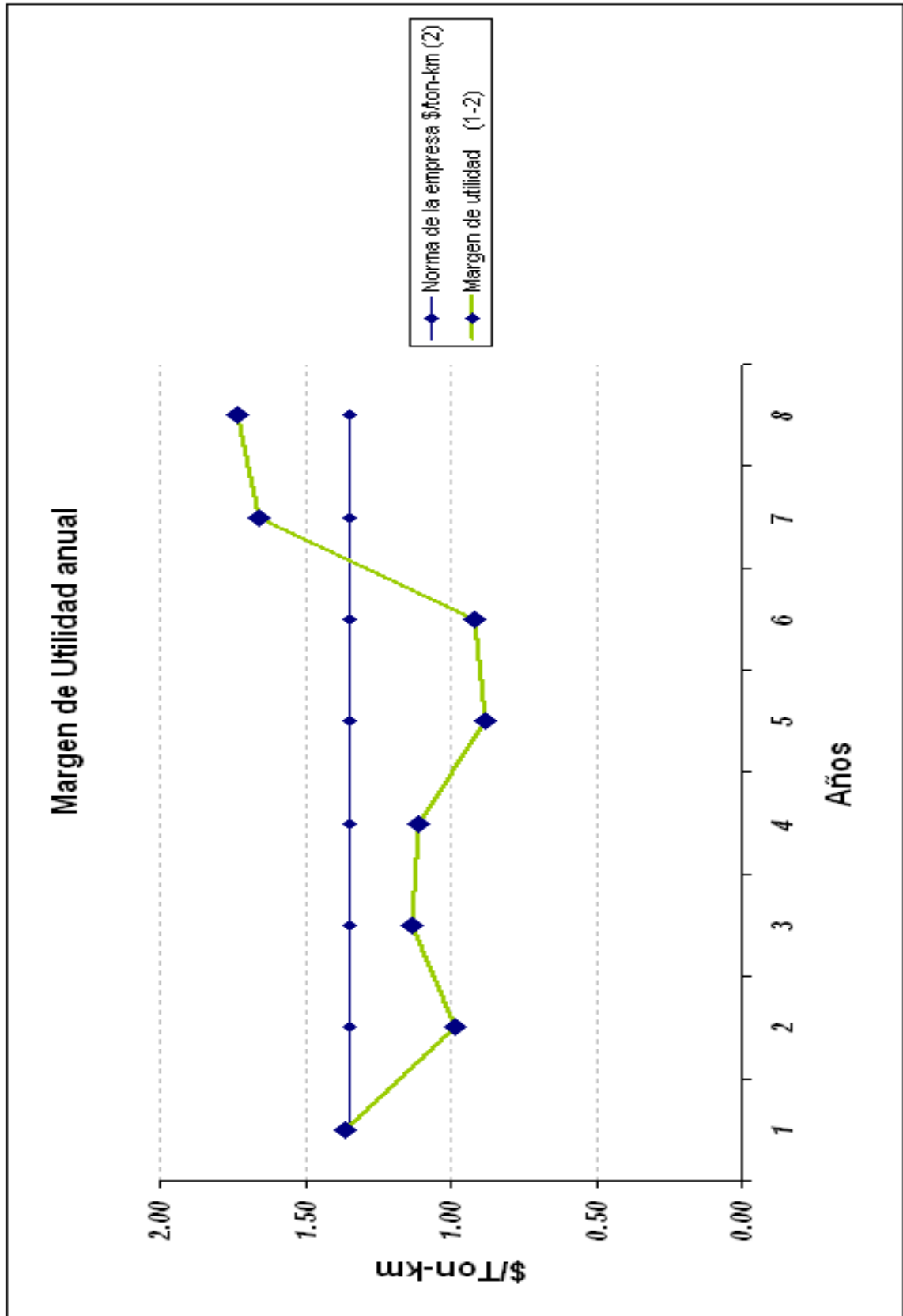


Figura 21: Grafica del método del margen de utilidad anual

Datos numéricos para la aplicación del método "Costo anual de posesión"								
Vehículo T3	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5	año 6	año 7	año 8
<b>Costo anual de posesión</b>								
Depreciación anual contable (\$)	\$ 107,457.00	\$ 107,457.00	\$ 107,457.00	\$ 107,457.00	\$ 107,457.00	\$ 107,457.00	\$ 107,457.00	\$ 107,457.00
Costo anual de mantenimiento (\$)	\$ 65,668.17	\$ 140,290.97	\$ 166,292.62	\$ 126,112.73	\$ 98,505.25	\$ 285,355.89	\$ 188,774.84	\$ 122,321.25
<b>Inmovilización anual</b>								
Costos fijos por día (\$)	1205.26	1205.26	1207.89	1207.89	1208.81	1207.89	1213.84	1210.74
Días de inmovilización por año	53	53	65	65	69	65	89	77
Costo anual de inmovilización técnica (\$)	63,878.59	63,878.59	78,512.67	78,512.67	83,407.99	78,512.67	108,031.32	93,226.76
Toneladas-kilómetro por día de operación	16,925.29	14,595.51	16,696.57	17,312.30	15,963.36	18,082.65	28,954.23	32,676.52
Margen de utilidad por ton-Km (\$)	0.14	0.10	0.11	0.11	0.09	0.09	0.17	0.17
Pérdida anual por inmovilización técnica (\$)	122,224.87	75,979.55	123,170.77	125,255.94	97,375.11	107,893.47	426,769.88	436,159.04
Costo anual de inmovilización	186,103.46	139,858.14	201,683.44	203,768.61	180,783.10	186,406.13	534,801.20	529,385.81
<b>Costo anual de posesión</b>	<b>359,228.63</b>	<b>387,606.11</b>	<b>475,433.06</b>	<b>437,338.34</b>	<b>386,745.35</b>	<b>579,219.02</b>	<b>831,033.04</b>	<b>759,164.06</b>
<b>Nota: El periodo de reposición recomendado es el año 5 de acuerdo al costo anual de posesión</b>								
Datos para la aplicación del método del costo anual de posesión.								

Figura 22: Datos para la aplicación del método del costo anual de posesión.

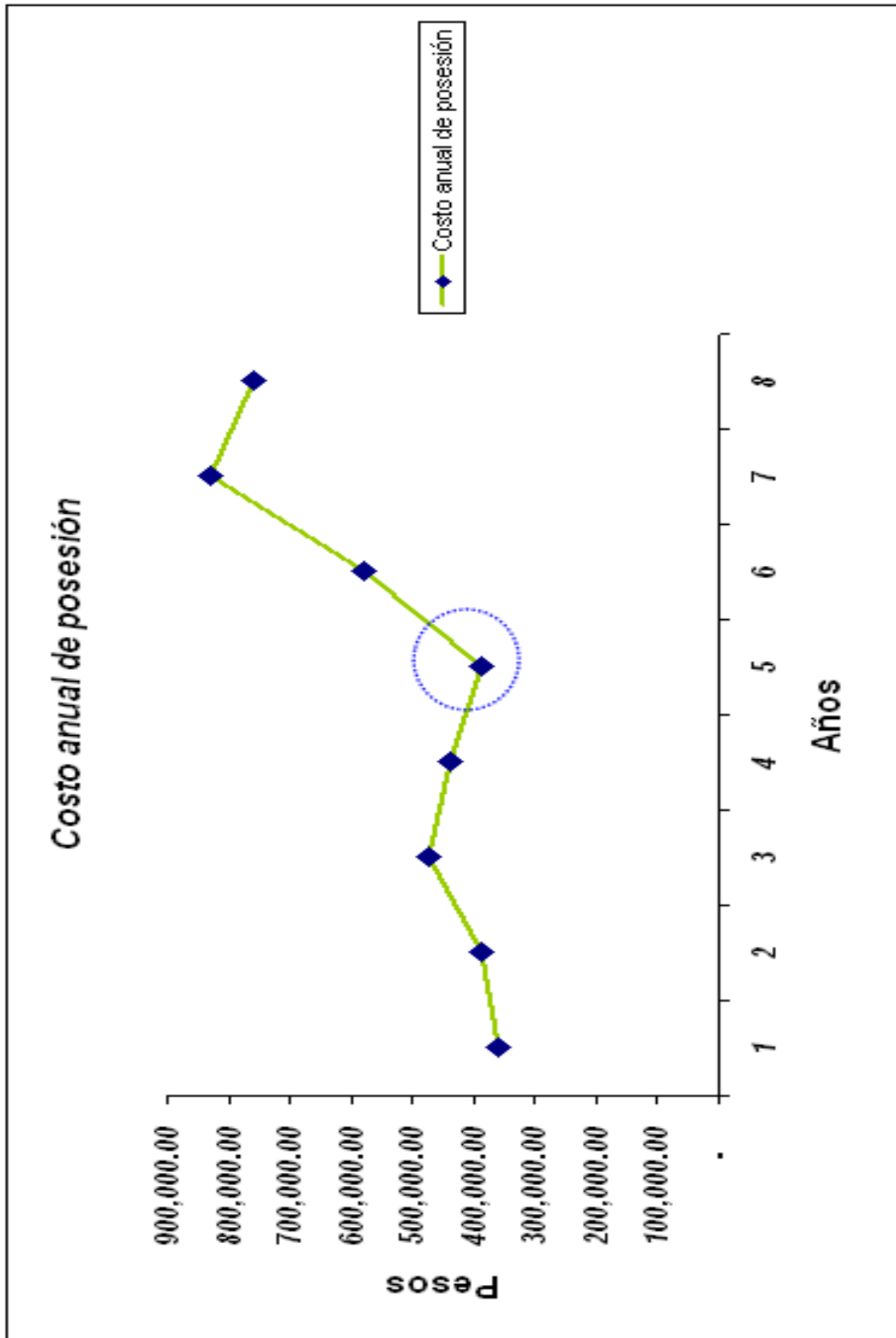


Figura 23: Grafica del método del costo anual de posesión.



### 4.3 Análisis y resultados

A continuación se muestran los resultados que se obtuvieron en la aplicación de los métodos de renovación vehicular aplicados al caso de estudio en una empresa mexicana de la industria privada que cuenta con flota propia. El cálculo se realizó con un periodo de vida de 8 años para todos los métodos y así tener las mismas condiciones.

#### **Método 1: “Reposición de activos”**

Este método comúnmente utilizado en USA y clásico de esta cultura es fácilmente aplicable a las empresas de nuestro país por una razón fundamental, la facilidad que existe en recabar la información, ya que no se necesitan bases de datos muy complejas y es lo mínimo indispensable con lo que cuentan la mayor parte de las compañías en México. Lo más importante en este método es estar comparando año con año el valor residual contable, el valor de mercado secundario o de reventa y principalmente el costo de mantenimiento.

Cabe mencionar que en el valor de reventa influye bastante el equipo periférico adicional con el que cuenta la unidad dedicado al tema de seguridad, ahorro de combustible, mayor carga y nuevas tecnologías y esto puede ampliar el periodo de renovación al incrementar el valor de reventa, es decir si un tracto trae rines de aluminio, cuenta con retardador, transmisión auto shift o ultra shift, etc. Si no existiera un mercado secundario un ejercicio recomendado es considerar el valor residual contable (depreciándolo a 10 años), sumándole el valor de las refacciones y partes instaladas para conservar la unidad.

Haciendo referencia a los resultados obtenidos en este caso nuestro tracto su valor residual contable tubo una tendencia a la baja, hasta alcanzar el 18.6 % de su valor inicial en el año 5 de operación y después repunta hasta alcanzar aproximadamente el 38 % de su valor inicial en el año 6 debido a que existe una rehabilitación en ese año, después de esto la tendencia es volver a bajar alcanzando el 30 % del valor inicial del vehículo en el año 8.

El costo de mantenimiento que depende en gran medida de las rutinas preestablecidas por cada compañía que depende del tipo de operación que se maneje es uno de los costos que más importantes, es tal su importancia que hacia el año 4 el costo acumulado de mantenimiento es mayor en 18 % al valor residual contable, en el año 5 aumenta modestamente el costo de mantenimiento, pero en el año 6 existe un incremento importante debido a que es necesario reconstruir el vehículo para garantizar la continuidad operativa del camión, es por esto que en éste método se recomendaría tomando en cuenta el valor residual contable hacer la renovación en el año 3, pero resultaría un proceso muy dinámico y que la mayoría de las empresas no tendrían el capital suficiente para soportar esta política de renovación. Por lo anterior se recomienda tomar en cuenta el valor de rescate comercial (valor de reventa) antes de meterse en temas de reparaciones mayores y que esto provoque los costos tan altos que se muestran en la gráficas de este método quedando **el periodo recomendado de reposición para este ejercicio en el año 5.**

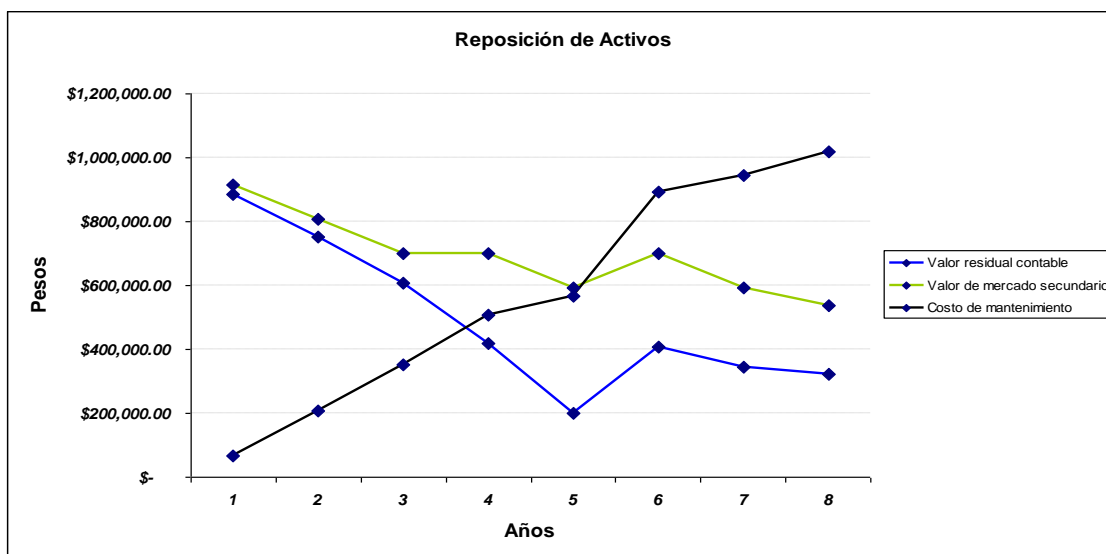


Figura 24: Grafica del método de reposición de activos.

## Método 2: Costo promedio anual

En estricta teoría el (CPA) se define matemáticamente como el costo acumulado de depreciación más el costo acumulado de mantenimiento, y este resultado se divide entre el tiempo de vida de la unidad (años de operación). ¿Cómo identificar el periodo óptimo de reposición?, se debe calcular la diferencia entre el costo total anual y el costo promedio anual, cuando el resultado de esta operación sea positivo estaremos obteniendo un periodo de reposición que es básicamente cuando el CPA es menor que el CA. Los resultados que se obtuvieron después de la aplicación de este método al caso de estudio arrojan que **el periodo óptimo de reposición es el año 5** como se muestra en la gráfica, coincidiendo con el método de reposición de activos.

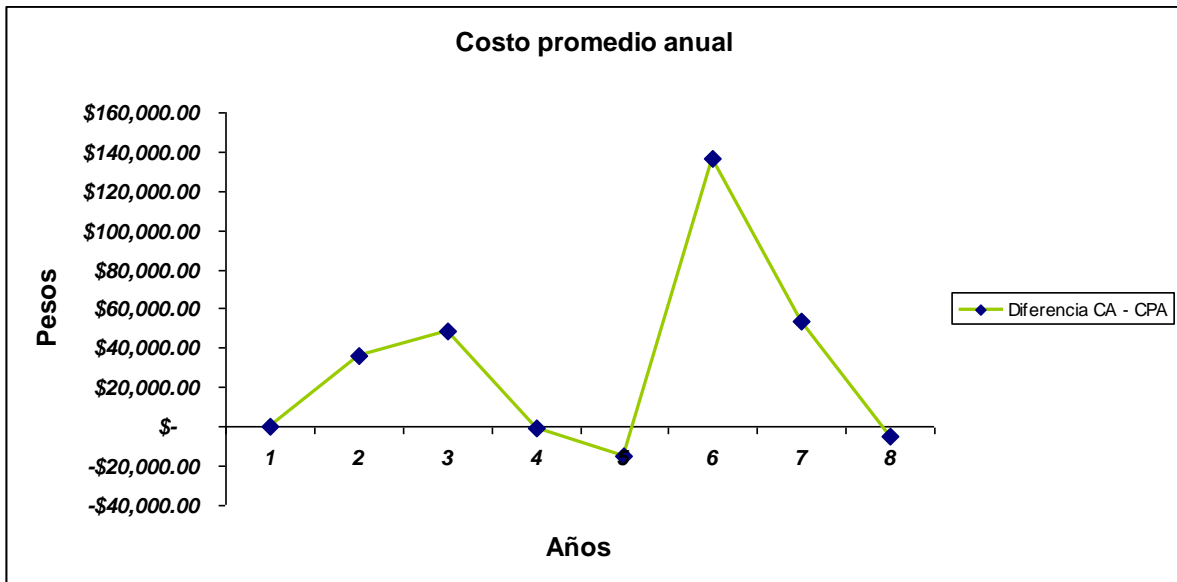


Figura 25: Grafica del método del costo promedio anual.

Esta tendencia a la baja que se ve en el año 3 se explica debido a que en ese año se realizaron reparaciones medianas que impactan en el costo de mantenimiento alto y en los siguientes dos años no requiere de sobre costos en mantenimiento, a partir del año 5 existe un incremento drástico por que es necesario hacer su primer reconstrucción y como son eventos aislados en los siguientes años se ve el efecto en el que trata de regresar al costo promedio, es por eso que se recomienda renovar los vehículos antes de la reconstrucción pues ya no alcanzara la disponibilidad de una unidad nueva.

### Método 3: Costo unitario anual

El costo unitario anual tiene básicamente dos elementos que marcan el resultado que se obtuvo al aplicar este método en el caso de estudio, estos elementos son:

- ✓ CUA, estrictamente es el costo total anual de transporte entre el kilometraje anual, si con esta operación tenemos una variación muy grande de un año a otro se considera la relación entre el costo y kilometrajes acumulados, con esto podemos determinar el costo unitario promedio de transporte.
- ✓ Kilometraje recorrido es un dato muy importante pues determina en gran medida el resultado de este método por que es la relación directa que informa los días de operación y en esta industria la mayor parte de las empresas se miden por el \$/km ya que en base a los kilómetros recorridos la mayoría es como calculan sus tarifas por la relación tan estrecha con todos los gastos que emanan de cada kilómetro recorrido por las unidades.

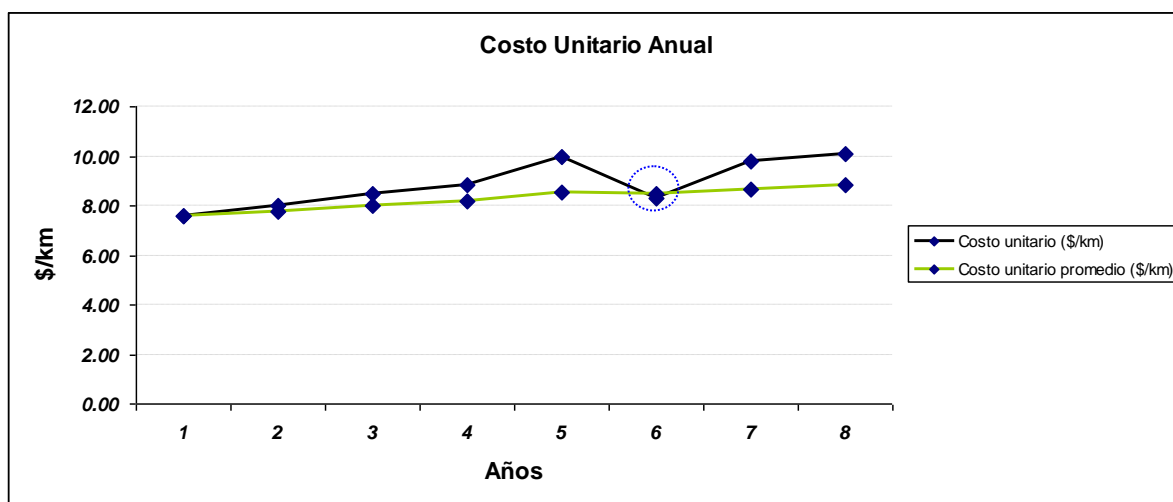


Figura 26: Grafica del método del costo unitario anual.

Esta gráfica el (CUA) no tiene una gran variación debido a que en los primeros años de vida de los vehículos el kilometraje recorrido es constante, sin embargo podemos interpretar este resultado como la cercanía del resultado a los métodos anteriores recomendando en este caso **iniciar la renovación en el año 6 teniendo un periodo hasta el año 7** para concluirlo ya que es cuando inicia el incremento en el (CUA).

#### Método 4: Margen de utilidad anual

Como se menciona en la descripción del capítulo 3 este es un método en el que se deben clasificar la flota por edades, esto para que se pueda apreciar de acuerdo a la edad cuál es su utilidad anual marginal respecto a la norma que marca la empresa y con los resultados más alejados de dicha norma es como podremos determinar el o los periodos adecuados de reposición, para no caer en errores o confusiones en el cálculo por el hecho de separar por edades se dejan fuera gastos financieros, depreciación e impuestos.

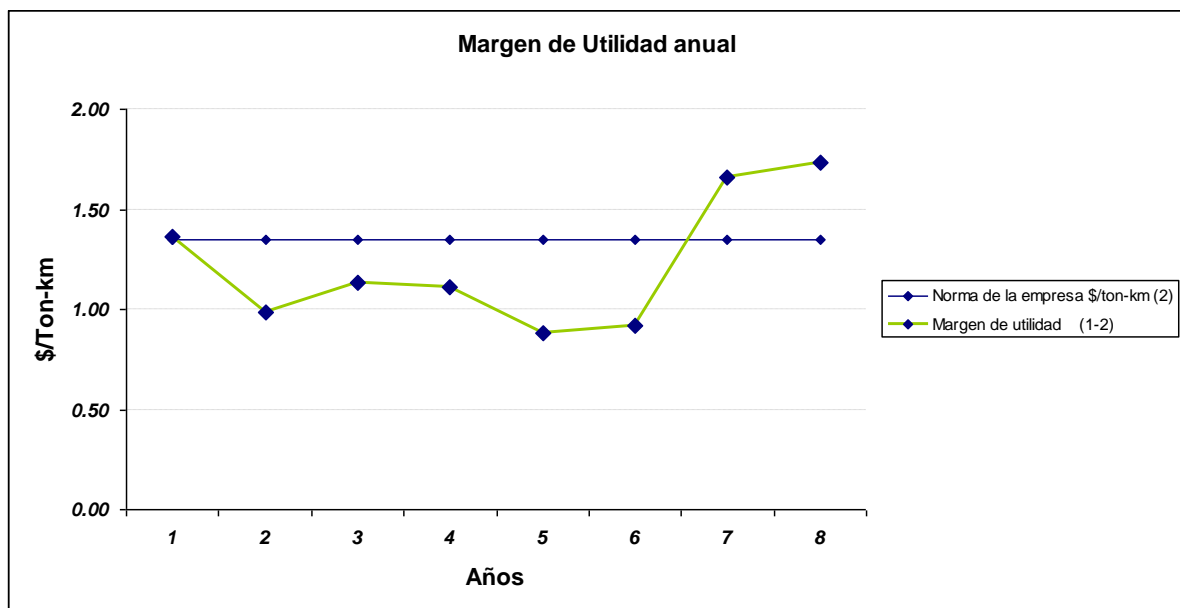


Figura 27: Grafica del método de margen de utilidad anual.

Aparentemente es una gráfica muy sencilla, pero es la que representa mayor complejidad para obtenerla pues los cálculos están hechos con base en los costos por cada día trabajado y en base a los kilómetros recorridos, toneladas movidas y todo esto separado por cuentas muy específicas entonces representa un gran reto para las compañías mexicanas pues en la mayor parte de estas no se llevan bases de datos tan completas como la que se necesita para un buen cálculo de este método, en este caso debido a que no existen grandes variaciones entre los gastos fijos y variables no tiene grandes picos, sin embargo, se ve claramente que **en el año 5 y 6** es cuando se aleja más de la norma de la compañía y es el momento óptimo de reemplazo si se quieren evitar gastos de reconstrucción.

## Método 5: Costo de posesión

Es un concepto muy interesante éste método y al mismo tiempo representa una estructura en cálculos muy completa, ya que integra el costo de inmovilización que es tan importante incluir pues representa un esquema global, es decir, son los costos fijos menos la depreciación cuando la unidad no está trabajando, el costo anual de mantenimiento que ya incluye los costos fijos y variables del taller propio y la mano de obra externa, también tenemos el costo anual de depreciación que se obtiene comparando los valores de reventa en el mercado secundario o tomando en cuenta la depreciación contable anual.

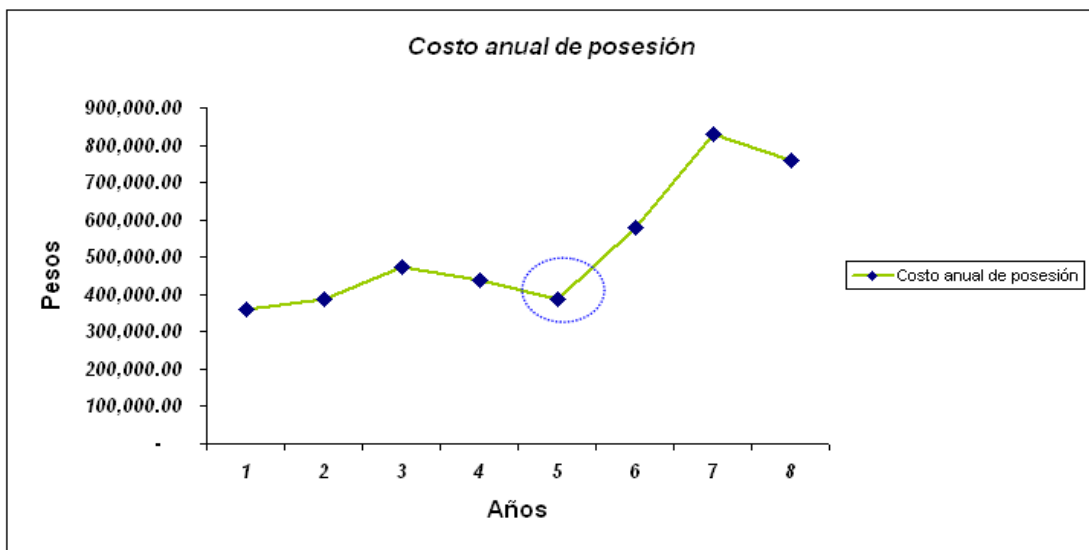


Figura 28: Grafica del método del costo anual de posesión.

De acuerdo a esta gráfica existe una coincidencia con los resultados obtenidos en los métodos anteriores, pero aquí nos deja bien claro como se dispararía el costo de posesión, si se incluyen los costos de inmovilización se hace más drástico el incremento, también se puede apreciar que en el año 3 existe un incremento debido a costos de mantenimiento adicionales, de ahí existe un decremento resultado de un mayor kilometraje recorrido, mayor utilidad y menor mantenimiento, pero eso provoca el desgaste del equipo que requiere de mayor tiempo en el taller lo que provoca menos kilometraje recorrido, menor utilidad anual y costos elevados de mantenimiento es por ello que **se recomienda hacer el reemplazo en el año 5.**

En las siguientes tablas aparece un resumen de los resultados que se obtuvieron al momento de aplicar los diferentes métodos en el caso de estudio y los requerimientos en sistemas de información necesarios para aplicar correctamente los métodos, de estos resultados y necesidades se desprenderán las recomendaciones para aplicar en México.

Método	Reposición (años)
Reposición de activos	5
Costo promedio anual	5
Costo unitario anual	6 / 7
Margen de utilidad anual	5 / 6
Costo anual de posesión	5

Figura 29: Tabla con resultados de la aplicación.

Sistemas de información necesarios para la implantación de los métodos de renovación vehicular.

Método	Información necesaria para aplicar el método	Complicaciones
Reposición de activos	Valor de la unidad Depreciación anual Costo anual de mantenimiento	\$ / unidad
Costo promedio anual	Valor de la unidad Depreciación anual Costo anual de mantenimiento	\$ / unidad
Costo unitario anual	Valor de la unidad Depreciación anual Gastos Variables Gastos Fijos Kilometraje anual.	\$ / unidad \$ / km en Gastos variables \$ / km en Gastos fijos
Margen de utilidad anual	Valor de la unidad Depreciación anual Gastos Variables Gastos Fijos Kilometraje anual. Toneladas movidas anuales Precios de venta	\$ / unidad \$ / km en Gastos variables \$ / km en Gastos fijos \$ / ton-km
Costo anual de posesión	Valor de la unidad Depreciación anual Gastos Variables Gastos Fijos Kilometraje anual. Toneladas movidas anuales Precios de venta Días de inmovilización	\$ / unidad \$ / km en Gastos variables \$ / km en Gastos fijos \$ / ton-km \$ fijos / día \$ de inmovilización

Figura 30: Tabla resumen con el tipo de información necesaria por método.



## 4.4 Conclusiones.

Los resultados que se obtuvieron al momento de aplicar los métodos existentes sobre renovación vehicular nos arrojan importantes lecturas que a continuación se describen y sobre estas se hacen las siguientes recomendaciones.

- I. Mi primer conclusión es que en México se tiene una cultura muy limitada en el aspecto de planear a futuro y establecer indicadores adecuados, necesitamos contar con bases de datos más completas si queremos optimizar los recursos que las compañías necesitan destinar para el tema de renovación vehicular y sobre todo dar a conocer que existen métodos para renovar las flotas y que dichos métodos nos muestran los periodos óptimos para optimizar recursos.
- II. Para poder aplicar cada uno de los métodos es básico contar con sistemas de información que muestren los datos necesarios para cada rubro y estos datos aparecen en forma de resumen en la tabla, por lo que las empresas deben tratar de implementar los sistemas y estructura de personal necesarios para poder obtener la información requerida para cada uno de los métodos.
- III. Se puede pensar que no tiene sentido hacer mayor número de cálculos si con lo práctico de los métodos de reposición de activos y el costo promedio anual es suficiente pero no perdamos de vista que si no tomamos en cuenta datos tan relevantes como son los días de inmovilización o el margen de utilidad los datos serán falsos pues dejamos casos particulares fuera como puede ser una falla que tarde mucho tiempo en repararse, sin embargo sin representar costos altos de mantenimiento como puede ser fallas electrónicas que necesariamente no incurren en gastos mayores en mantenimiento pero finalmente no reportan .ingresos lo que quiere decir que es una unidad problema y esa es una de las ventajas que ofrecen los métodos de margen de utilidad o costo de posesión el poder identificar estos casos y hacer más eficiente la flota para no quedarnos con el criterio del únicamente reemplazar cuando el costo de mantenimiento supere el valor de rescate.

- IV. El periodo ideal de renovación vehicular debe ser una combinación entre la situación financiera de la compañía y periodos sugeridos por cada método tomando en cuenta los gastos en los que se puede incurrir por reconstrucciones y muy importante los acuerdos de garantías extendidas que pueda negociar cada compañía pues con estas a pesar de que se dañen las unidades no afectaran el costo de mantenimiento, sin embargo, debemos ver como se comporta por los días de inmovilización.
- V. La forma ideal para trabajar en México debe ser con el método “**Costo Anual de Posesión (CAP)**” si pretende ser competitiva pues con la apertura comercial y la entrada de flotas procedentes de USA los puntos con los que se podrán mantener en el mercado o ampliar su participación son la eficiencia y la rentabilidad que van ligados al método recomendado. Los sistemas de información necesarios para aplicar este método ya no es problema para la industria privada que cuenta con flotas propia pues tienen los recursos suficientes para poder llevar dichos registros, solo se debe asegurar que la información que se capture día con día sea la correcta y se esté capturando como se ha solicitado..

# BIBLIOGRAFÍA

- ❖ Fernández R. A. (1997). *Como elegir el vehículo adecuado acorde con el tipo de operación para realizar*. México:
- ❖ Maldonado Susano A. (2009). *Conceptos Básicos de Mantenimiento aplicados a flotas vehiculares*. México: CONUE
- ❖ Mercedes Y. y Morales R. (). *Diagnósticos energéticos en empresas de auto transporte dos casos de aplicación*. México: SCT Publicación técnica 1991
- ❖ DICONSA (2005) *Análisis de flota vehicular*. Evaluación externa. México
- ❖ Sanfandila (2001). *Análisis de costos de operación vehicular del auto transporte de carga por la red carretera federal*. México: SCT Publicación técnica 179
- ❖ Almaza Mosqueda L. (2003). *Plataforma Logística de América, retos y oportunidades*. Mexico: CANACAR
- ❖ Laurent Yves Georges Dartois Girard. (2002). *Reposición y selección vehicular*. México
- ❖ Sanfandila, (2008). *Manual Estadístico del Sector Transporte 2008*. Mexico: Qro SCT
- ❖ Sanfandila.(2000). *Productividad en el Transporte Mexicano*. Publicación Técnica 149, IMT y SCT