

Guía para la Gestión del Combustible

en las Flotas de Transporte por Carretera



Agencia Andaluza de la Energía
CONSEJERÍA DE ECONOMÍA, INNOVACIÓN Y CIENCIA



Guía para la Gestión del Combustible

en las Flotas de Transporte por Carretera



Agencia Andaluza de la Energía
CONSEJERÍA DE ECONOMÍA, INNOVACIÓN Y CIENCIA



SECRETARÍA GENERAL
DE TRANSPORTES
DIRECCIÓN GENERAL DE
TRANSPORTE POR CARRETERA



MINISTERIO
DE INDUSTRIA, TURISMO
Y COMERCIO

IDA  Instituto para la
Eficiencia Energética y
Ahorro de la Energía

TÍTULO

Guía para la gestión del combustible en las flotas de transporte por carretera.

SOPORTE TÉCNICO

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Ingeniería Energética y Fluidomecánica.

AGRADECIMIENTOS

A la Empresa Municipal de Transportes de Madrid (EMT), Esfera Bus, Transportes Tello y Correos por el aporte de su experiencia en la gestión de carburante para la redacción del manual.

A TUSSAM (Transportes Urbanos de Sevilla, S.A.M.), BP, SCANIA Vehículos Industriales, MAN Vehículos Industriales, EMT de Madrid (Empresa Municipal de Transportes) y Centro de Formación LASEU 3, por la cesión de fotografías.

.....
La presente publicación ha sido elaborada por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) y producida por la Agencia Andaluza de la Energía, con la autorización del IDAE como propietario intelectual de la publicación.

Constituye además una actividad complementaria de formación de agencias de energía auspiciada por el proyecto TREATISE, del Programa de Energía Inteligente para Europa (EIE) de la Comisión Europea.

Depósito Legal: SE-0116-07
.....

IDAE
Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía
C/ Madera, 8
E-28004-Madrid
comunicacion@idae.es
www.idae.es
Madrid, enero de 2006

PRESENTACIÓN

El transporte profesional por carretera, tanto de pasajeros como de mercancías, es esencial para garantizar un adecuado desarrollo social y económico en nuestro país, así como para el logro de una mayor cohesión del territorio.

En términos energéticos, el consumo asociado a este sector tiene una notable incidencia sobre el consumo de energía nacional, representando en torno al 15% del consumo de energía final en España. Además, la práctica totalidad de la energía primaria consumida en el transporte por carretera proviene del petróleo, lo que agrava los problemas generados por la excesiva dependencia de los combustibles fósiles y por el aumento de las emisiones de CO₂, que da lugar a los fenómenos del calentamiento global del planeta y del cambio climático.

En las flotas de transporte, el combustible tiene especial relevancia en su estructura de costes, y más aún con los actuales precios a los que se cotiza el crudo en el mercado. Por tanto, para el adecuado desarrollo de su actividad económica, se hace necesaria la realización de una gestión eficiente del combustible en las mismas.

El Plan de Acción 2005-2007 de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética de España, contempla la mejora de la eficiencia en la gestión de las flotas de transporte como una de las medidas encaminadas al logro de un transporte por carretera más eficiente en el uso de los recursos energéticos, favoreciendo la reducción de emisiones de CO₂ de cara al cumplimiento de los compromisos internacionales adquiridos por nuestro país en esta materia.

En este marco, el IDAE ha decidido realizar la edición de la presente "Guía para la gestión del combustible en las flotas de transporte por carretera", con el objeto de difundir a los profesionales de la gestión de flotas de transporte las nociones básicas y procedimientos utilizados para la realización de una gestión más eficiente del combustible. En la elaboración del manual, el IDAE ha contado con la colaboración de CEFTRAL (Confederación Española de Formación del Transporte y la Logística) y el apoyo del Ministerio del Interior (Dirección General de Tráfico) y del Ministerio de Fomento (Dirección General de Transportes por Carretera). Además, han participado también distintas flotas de transporte en el proceso de recopilación de información, mostrando sus sistemas y procedimientos de gestión del combustible. A todos estos organismos y entidades, el IDAE les muestra su más sincero agradecimiento.

Enrique Jiménez Larrea
Director General del IDAE

ÍNDICE

1 Tipos de flotas	7
2 Ventajas de una adecuada gestión del combustible	13
3 Establecimiento de un sistema de control de combustible	19
4 Gestión de tanques de combustible	29
4.1 Generalidades	31
4.2 Tamaño del tanque de combustible	32
4.3 Control de niveles	33
4.4 Repostajes en estaciones de servicio	34
5 Medición del consumo de combustible	37
6 Estándares de referencia de consumos de los vehículos de flota	41
6.1 Estándares generales	43
6.2 Establecimiento de estándares propios	45
7 Informes de consumo de carburante. Tratamiento de la información	49
7.1 Elaboración de partes de repostaje	51
7.2 Informatización de los datos de repostaje	51
7.3 Control periódico de nivel de combustible en tanque para verificación ..	51
7.4 Evaluador de los datos resultantes del proceso	51
8 Medidas para el ahorro de carburante	55
8.1 Reducción de los km recorridos. Optimización de rutas	57
8.2 Disminución de consumo por km recorrido	57
8.3 Ejemplo: Selección de vehículo y ruta	59
8.4 Sistemas telemáticos de ayuda a la gestión	61
9 Mantenimiento y renovación de vehículos	63
9.1 Mantenimiento de la flota	65
9.2 Renovación de la flota	67
10 La conducción eficiente	69
10.1 Ventajas de la conducción eficiente	73
10.2 Principales reglas de la conducción eficiente	74

1

Tipos de flotas



TIPOS DE FLOTAS

Se denomina “flota de transporte” a un conjunto de vehículos destinados a transportar mercancías o personas y que dependen económicamente de la misma empresa. La gestión de la flota de transporte en general, y del carburante en particular, varía según el tipo de flota. No será lo mismo el planteamiento de una flota de autobuses para el transporte de viajeros que el de una flota de camiones, utilizada para el transporte de mercancías. En el primer caso el confort de los pasajeros es muy importante a la hora de valorar la calidad del servicio y en el segundo, ésta recae en gran parte en el cumplimiento de los plazos de las entregas y en su coste.

Las empresas de transporte disponen de un *Departamento de Tráfico*, que es el encargado de la gestión y organización de las personas y medios necesarios para llevar a cabo la actividad transporte, comprendiendo entre sus tareas la elección de vehículos, la selección de rutas y gestión de cargas, así como la gestión del consumo de carburante. Tiene por tanto, la responsabilidad de poner en práctica los criterios de ahorro de carburante que se muestran a lo largo de la presente guía.

Se pueden distinguir tres tipos de flotas de transporte según su tamaño:

- *Flotas pequeñas*: normalmente de carácter familiar con un propietario autónomo y algunos conductores familiares o asalariados. Suelen tener hasta 5 ó 6 vehículos y la mayor parte de su trabajo lo hacen para un cliente o una gran empresa. El Departamento de Tráfico es poco importante y suele ser el propietario de la empresa el responsable de su actividad. El consumo de carburante es muy variable y difícil de cuantificar.
- *Flotas medianas*: con un número de 6 a 30 vehículos. Suele tratarse de empresas pequeñas familiares que han crecido aprovechando una buena gestión y especializándose en nichos de mercado o mercados emergentes. Estas empresas suelen tener ya una amplia cartera de clientes en los ámbitos nacional e internacional. Cuentan con un Departamento de Tráfico de relieve, gestionado por una persona de confianza de la dirección. A medida que aumenta el número de vehículos, la estructura de la empresa puede crecer hasta tener talleres de reparación, almacenes y depósitos de carburante propios.
- *Flotas grandes*: son empresas que cuentan con un elevado número de vehículos. Los vehículos pueden ser propios o subcontratados a autónomos. Pueden llegar a tener delegaciones en diferentes lugares del país y actúan en muchas ocasiones como operadores logísticos y de distribución de grandes marcas. Suelen tener vehículos de diferentes tipos para diferentes servicios de transporte.

Es habitual que las flotas de vehículos industriales, tanto de autobuses como de mercancías, se especialicen en un servicio de transporte. Ello les permite competir en su nicho de mercado con mayor eficiencia, como por ejemplo en servicios discrecionales

o servicios regulares de larga o corta distancia en el caso de autobuses y servicios de transporte de mercancías peligrosas, frigoríficos, cajas basculantes, cisternas o pescado en el caso de camiones. Sin embargo, otros criterios empresariales pueden recomendar la diversificación o la disposición de vehículos específicos para requerimientos especiales.



Flota de vehículos industriales

Los vehículos de una flota de transporte de mercancías se suelen clasificar según la forma de organizar las cargas en los siguientes tipos:

- **Carga general**, paletizada o no paletizada, cargas grandes y pesadas, cargas frigoríficas, etc. El tipo de camiones pueden ser capitonés para mudanzas, furgones, plataformas, jaulas, botelleros, isoterms, frigoríficos, etc.
- **Cargas especiales**, como góndolas y plataformas para vehículos de gran tonelaje.
- **Cargas a granel** con cajas abiertas, bañeras basculantes, hormigoneras, tolvas, silos o cisternas.

En cuanto a los vehículos de las flotas de transporte de pasajeros, se pueden clasificar según su ámbito de utilización en:

- **Urbanos:** realizan la mayor parte del recorrido por ciudad.
- **Extraurbanos:** Pueden ser de:
 - Larga distancia: se caracterizan por recorridos interurbanos.
 - Corta distancia: se caracterizan por recorridos mixtos.



Flota de autobuses urbanos

2

**Ventajas de una
adecuada gestión
del combustible**



VENTAJAS DE UNA ADECUADA GESTIÓN DEL COMBUSTIBLE

Se entiende por gestión del combustible el diseño y la puesta en práctica de un sistema de control, supervisión y, muy especialmente, de seguimiento del consumo de carburante global e individualizado de los vehículos de una flota de transporte. La gestión del combustible permite aprovechar de la manera más rentable cada litro de combustible adquirido, contribuyendo con ello no sólo a la economía de la empresa, sino también al ahorro energético y a la mejora de la conservación del medio ambiente.

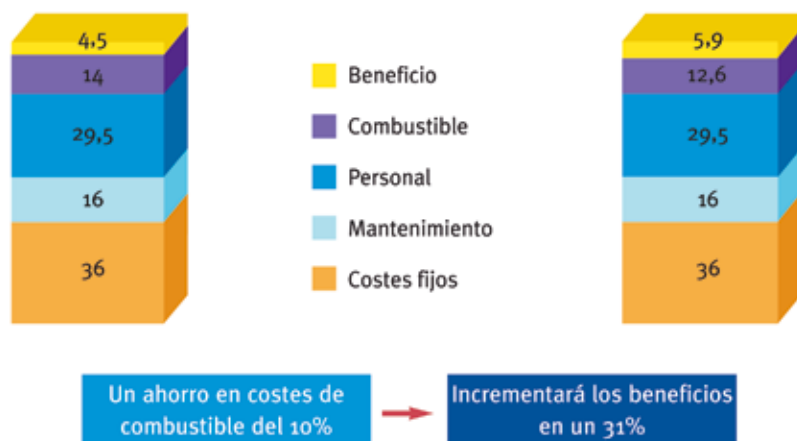
Una adecuada gestión del combustible está además ligada a:

- Una adecuada planificación de rutas y de vehículos.
- La utilización de las técnicas de conducción eficiente.
- Un correcto mantenimiento de los vehículos.
- La calidad del servicio prestado al cliente.



Flota de autobuses urbanos

La contribución de los costes de carburante respecto a los costes totales de operación varía según la naturaleza de la flota. Por un lado, para una flota de vehículos pequeños que habitualmente realizan bajos kilometrajes anuales, esta proporción puede suponer algo más del 5% del total. Sin embargo, en el otro extremo, para una flota de vehículos de gran tonelaje y largo recorrido, la proporción puede alcanzar hasta el 30% del coste total. Entre estos dos extremos, la partida media de coste de carburante para una flota de transporte ocuparía en torno al 15% de los costes totales.



Una reducción del 10% en los costes de combustible puede revertir en un aumento del beneficio de un 31%. Con estrechos márgenes de beneficio, este 10% de ahorro puede significar la diferencia entre un negocio rentable y unas pérdidas en la cuenta de resultados.

Un vehículo de 420 CV con una MMA (masa máxima autorizada) de 40t y una carga útil de 25t, que recorre anualmente 120.000 km con una ratio de ocupación del 85% (circulando cargado el 85% de su recorrido), tiene aproximadamente el siguiente reparto medio porcentual de costes de operación:

Concepto	% DEL TOTAL
Amortización	14,2 %
Financiación	1,7 %
Personal de conducción	24,9 %
Seguros	6,5 %
Costes Fiscales	0,8 %
Dietas	12,3 %
Combustible	29,4 %
Neumáticos	5,5 %
Mantenimiento	1,7 %
Reparaciones	3,0 %
TOTAL	100 %

En la actualidad, la conciencia sobre los problemas del medio ambiente va calando en la sociedad y se ha de tener en cuenta que la reducción de consumo de combustible va ligada a la disminución de las emisiones a la atmósfera, sobre todo las que tienen relación con el calentamiento global de la atmósfera. La combustión del carburante en el motor emite a la atmósfera cantidades importantes de dióxido de carbono (CO₂), unos 2,6 y 2,35 kilogramos por cada litro de gasóleo y de gasolina consumidos respectivamente. La reducción de las emisiones es un aspecto novedoso en la gestión empresarial que, empleado adecuadamente, puede contribuir a la mejora de la imagen de la empresa y a la ampliación de la cartera de clientes.

Finalmente, el establecimiento de un adecuado sistema de gestión del combustible dará lugar a un ahorro de carburante y por tanto, a una mayor eficiencia energética en la realización de sus servicios, a través de dos vías:

- Por un lado, mejorar la eficiencia de cada vehículo, a través del control y seguimiento individualizado de los mismos, así como del establecimiento de programas de formación a los conductores en las técnicas de conducción eficiente.
- Por otro lado, a través del establecimiento de un sistema global de control y seguimiento del consumo de carburante de la flota; de la programación de las rutas y de la asignación adecuada a las mismas de los vehículos, en función de sus características y consumos, se logrará además un ahorro de carburante y por tanto, una mayor eficiencia energética para el conjunto de la flota.

Es necesario remarcar que hay aplicaciones informáticas comerciales que cuentan con módulos de gestión de flotas, aunque lo más habitual, dado las particulares características de cada empresa, es que se solicite a una empresa consultora sus servicios para la adaptación a la flota de transporte de una aplicación base, con el fin de satisfacer sus requerimientos particulares.

3

Establecimiento de un sistema de control de combustible



ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE COMBUSTIBLE

La base para el establecimiento de un adecuado sistema de gestión de combustible en las flotas de vehículos industriales es el preciso conocimiento de los consumos de carburante de cada uno de sus vehículos. Este conocimiento resulta indispensable de cara a la implementación de sistemas avanzados de control de combustible, que incorporen criterios de discriminación de consumos en función del tipo de trayecto, del tipo de porte a realizar, etc. Cuanto mayor sea la precisión y detalle con la que se lleve a cabo el control del consumo de combustible, mayor será la eficiencia energética de la flota.

El punto de partida será pues el establecimiento de un sistema de control del consumo de carburante para cada uno de los vehículos que componen la flota. Para realizar este control, se anotarán en cada uno de los repostajes los litros de combustible repostados hasta el llenado del tanque y los kilómetros indicados en el tacógrafo o en el cuadro de instrumentos del vehículo. De esta manera, se obtendrán los datos necesarios para calcular el consumo del vehículo en el periodo transcurrido desde el anterior repostaje. Teniendo los datos de kilometraje del anterior repostaje y los del actual, se pueden obtener los kilómetros recorridos entre ambos repostajes:

$$\text{Km recorridos} = \text{Km repostaje actual} - \text{Km anterior repostaje}$$

Teniendo el dato de los kilómetros recorridos, sólo será necesario aplicar la siguiente fórmula para obtener el consumo medio de carburante entre repostajes:

$$\text{Consumo (l/100 km)} = \frac{\text{Litros repostados} \cdot 100}{\text{km recorridos}}$$



Por lo tanto, es imprescindible que, en cada repostaje, el conductor o la persona responsable anote los litros repostados y los km recorridos marcados en el tacógrafo, además de otros datos como pueden ser la fecha, la matrícula del vehículo y lugar donde se ha realizado el repostaje.

En el caso de que los repostajes se realicen en un depósito de la propia empresa, deberá ser el operario del surtidor el encargado de rellenar un “*parte de repostaje*” cada vez que se haga uso del mismo, y entregar al final de la jornada al supervisor de la flota o al encargado de explotación todos los partes realizados durante la misma.

Un parte de repostaje habitual, deberá incluir al menos los datos del ejemplo siguiente:

Parte de repostaje	
Matrícula:	7540 CZD
Conductor:	Ramón Cano
Tacógrafo:	118,521 km
Litros:	182,40 litros
Surtidor:	Depósito B
Fecha:	12/07/2005
Hora:	16:55

El responsable de la gestión de los datos incorporará esta información en una hoja de cálculo fácilmente tratable por ordenador. Una vez hecho esto, será posible confeccionar una tabla de características parecidas a la que se muestra a continuación. La periodicidad adecuada para controlar el consumo de los vehículos deberá ser mensual, aunque en flotas con poco movimiento se podrá extender a bimensual o trimestral, y en flotas con mucho movimiento, reducir a quincenal o incluso semanal.

Matrícula vehículo: 7540 CZD - junio 2005

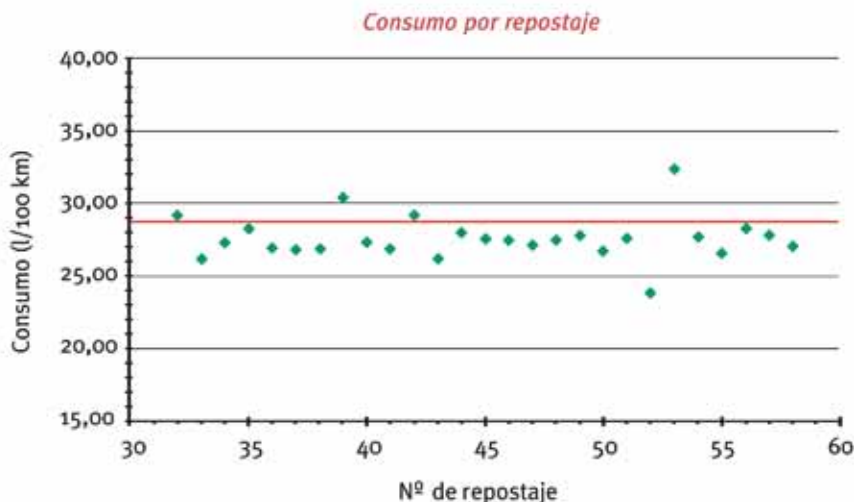
Nº repostaje	Km tacógrafo	Litros repostados	Km recorridos	Consumo
32	113.942 km	328,30 litros	1.129 km	29,08 l/100 km
33	114.264 km	84,21 litros	322 km	26,15 l/100 km
34	115.002 km	201,40 litros	738 km	27,29 l/100 km
35	115.629 km	177,30 litros	627 km	28,28 l/100 km
36	116.164 km	144,00 litros	535 km	26,92 l/100 km
37	117.211 km	280,86 litros	1047 km	26,83 l/100 km
38	117.921 km	190,75 litros	710 km	26,87 l/100 km
39	118.521 km	182,40 litros	600 km	30,40 l/100 km
40	119.436 km	250,31 litros	915 km	27,36 l/100 km
41	120.092 km	176,33 litros	656 km	26,88 l/100 km
42	120.464 km	108,46 litros	372 km	29,16 l/100 km
43	121.037 km	150,23 litros	573 km	26,22 l/100 km
44	121.886 km	237,77 litros	849 km	28,01 l/100 km
45	122.113 km	62,54 litros	227 km	27,55 l/100 km
46	122.466 km	97,00 litros	353 km	27,48 l/100 km
47	123.001 km	145,10 litros	535 km	27,12 l/100 km
48	123.766 km	210,13 litros	765 km	27,47 l/100 km
49	123.925 km	44,20 litros	159 km	27,80 l/100 km
50	124.533 km	162,50 litros	608 km	26,73 l/100 km
51	125.235 km	193,64 litros	702 km	27,58 l/100 km
52	125.996 km	181,46 litros	761 km	23,84 l/100 km
53	126.466 km	152,20 litros	470 km	32,38 l/100 km
54	127.156 km	190,95 litros	690 km	27,67 l/100 km
55	127.998 km	223,85 litros	842 km	26,59 l/100 km
56	128.536 km	152,12 litros	538 km	28,28 l/100 km
57	129.003 km	130,00 litros	467 km	27,84 l/100 km
58	129.853 km	229,98 litros	850 km	27,06 l/100 km



Repostaje de combustible en cocheras

Para obtener la última columna de la derecha, que muestra los resultados de consumo en el último repostaje, se ha aplicado la fórmula del consumo (l/100 km) citada anteriormente.

También resulta de gran utilidad la confección de gráficos de manera que, de un golpe de vista y sin tener que estudiar detenidamente toda la tabla, se vean reflejados fácilmente consumos anormalmente altos:



De esta manera, se tendrá una visión sencilla y bastante clara de cuáles son los consumos habituales del vehículo a controlar, y se percibirá la posible existencia de algunos puntos que excedan la franja de valores habituales de consumo de este vehículo. Más adelante se analizará la interpretación de estos casos.

Para cada vehículo y con este gráfico a la vista, cuando se tenga información sobre una serie de repostajes (al menos 20), el gestor trazará, atendiendo a su experiencia y conocimiento del vehículo en estudio, una línea de tolerancia máxima admisible para los registros de consumo. Si los registros de algunos repostajes se encuentran por encima de ella deberán ser investigados para averiguar las posibles causas.

Para trazar esta línea se recomienda calcular la media total de consumo de este vehículo. Ello se consigue aplicando la misma fórmula de consumo vista anteriormente para cada repostaje, pero aplicada a un conjunto de repostajes en un periodo dado. En este caso se usarán los kilómetros recorridos totales en el periodo, que son la diferencia entre la última anotación del tacógrafo y la primera, o bien la suma de todos los datos de la columna “kilómetros recorridos”. Los litros totales consumidos son, ahora, la suma de los datos de la columna “litros repostados”.

Un error que se comete frecuentemente es hallar la media de consumo de un vehículo concreto como media de los consumos de cada repostaje, ya que este procedimiento no es correcto para la media total de un periodo largo.

De esta labor se obtiene el siguiente resultado:

Matrícula vehículo: 7540 CZD - junio 2005					
Nombre conductor	Nº repostaje	Km tacógrafo	Litros repostados	Km recorridos	Consumo
J. López	32	113.942 km	238,30 litros	1.123 km	29,08 l/100 km
A. Roa	33	114.264 km	84,21 litros	322 km	26,15 l/100 km
J. López	34	115.002 km	201,40 litros	738 km	27,29 l/100 km
					
					
					
A. Roa	56	128.536 km	152,12 litros	538 km	28,28 l/100 km
J. López	57	129.003 km	130,00 litros	467 km	27,84 l/100 km
A. Roa	58	129.853 km	229,98 litros	850 km	27,06 l/100 km
TOTAL			4.687,99 litros	17.040 km	27,51 l/100 km

Así se obtendrán los consumos medios de cada vehículo en cada mes, y se incorporarán a una tabla en la que queden reflejadas las medias de consumo por vehículo a lo largo del último año.

Una vez más, para el cálculo total anual se tendrá la precaución de realizar la media de consumo, no a partir de las medias de consumo de cada mes, sino de los kilómetros mensuales recorridos por cada vehículo y los litros de combustible que se utilizaron para ello. La realización de la media de consumo anual a partir de las medias de consumo de cada mes no es un procedimiento de cálculo adecuado, ya que los km recorridos cada mes frecuentemente serán diferentes y, por lo tanto, su influencia en la media total anual no será igual en todos los casos.

Se llegará finalmente a obtener una tabla similar a la que se muestra a continuación:

Matrícula vehículo: 7540 CZD			
Registro anual (julio 2004-junio 2005)			
Mes	Litros repostados	Km recorridos	Consumo
jul-04	3.642,00 litros	13.058 km	27,89 l/100 km
ago-04	3.256,00 litros	12.095 km	26,92 l/100 km
sep-04	4.946,00 litros	18.084 km	27,35 l/100 km
oct-04	4.915,00 litros	17.566 km	27,98 l/100 km
nov-04	4.836,00 litros	17.010 km	28,43 l/100 km
dic-04	4.615,00 litros	16.359 km	28,21 l/100 km
ene-05	5.354,00 litros	18.688 km	28,65 l/100 km
feb-05	4.912,00 litros	17.351 km	28,31 l/100 km
mar-05	4.795,00 litros	17.348 km	27,64 l/100 km
abr-05	4.889,00 litros	18.027 km	27,12 l/100 km
may-05	4.437,00 litros	16.123 km	27,52 l/100 km
jun-05	4.687,99 litros	17.040 km	27,51 l/100 km
TOTAL:	55.284,99 litros	198.750 km	27,82 l/100 km

Esta misma operación se realizará para todos los vehículos de la flota, de manera que el gestor dispondrá siempre de la información adecuada para controlar el consumo de todos los vehículos y, en su caso, poder seleccionar el más adecuado para cada uno de los trabajos de la flota.

Como consecuencia de todo lo anterior, el gestor de la flota dispondrá de un cuadro

actualizado cada mes en el que figurarán los consumos medios en el último año de cada uno de los vehículos. Su aspecto será el siguiente:

Consumos anuales de la flota
(julio 2004-junio 2005)

<i>Nº vehículo</i>	<i>Matrícula</i>	<i>Tipo</i>	<i>Potencia</i>	<i>Consumo</i>
1	7540 CZD	Autobús	420 CV	27,82 l/100 km
2	6623 BOH	Autobús	420 CV	27,01 l/100 km
3	9860 DFG	Autobús	380 CV	26,54 l/100 km
4	3265 DYI	Autobús	380 CV	27,03 l/100 km
5	2136 BBH	Autobús	340 CV	27,95 l/100 km
6	7661 DZB	Autobús	380 CV	28,32 l/100 km
7	2147 DHU	Minibús	230 CV	18,03 l/100 km
8	3700 DMC	Minibús	230 CV	17,96 l/100 km
9	0023 BBE	Minibús	230 CV	17,26 l/100 km
10	4228 CEK	Minibús	250 CV	16,74 l/100 km
11	7496 BVV	Minibús	250 CV	18,52 l/100 km
12	6823 CVD	Microbús	140 CV	10,32 l/100 km
13	9644 BBC	Microbús	140 CV	11,12 l/100 km
14	0508 DNM	Microbús	140 CV	09,98 l/100 km
15	5532 BBN	Microbús	140 CV	10,95 l/100 km

Una vía para la mejora de la eficiencia en la gestión del combustible consiste en la realización y control mensual del cuadro correspondiente de consumos y kilometrajes de los distintos vehículos. Atendiendo al cuadro, el gestor de flotas o, en su caso, el responsable de tráfico, podrá asignar los conductores más económicos a los vehículos con menos consumo en las rutas más largas, mientras sus características cumplan los requerimientos del viaje, dejando los vehículos con mayores consumos para las rutas más cortas.

En resumen, se debe potenciar el uso de los vehículos más eficientes en el consumo de carburante, de manera que las distancias más largas recaigan sobre aquellos vehículos de menor consumo.

4

Gestión de tanques de combustible



GESTIÓN DE TANQUES DE COMBUSTIBLE

4.1 Generalidades

Los tanques de combustible particulares de las distintas empresas de transporte son una infraestructura que contribuye a disminuir la partida de gastos en carburante. Por una parte, porque éste se obtiene a un precio considerablemente inferior al existente en las estaciones de servicio. Esto es debido a que los proveedores de combustible, generalmente empresas petroleras y distribuidoras, ofertan precios apreciablemente más bajos para grandes pedidos. Por otra parte, para la empresa de transporte resulta más sencillo y eficaz el control de los repostajes, pudiendo incluso automatizarse la toma de datos mediante sensores a distancia y caudalímetros conectados a un ordenador central. No obstante, se hacen necesarias una serie de reflexiones acerca de los tanques de combustible privados, porque su gestión no es, en ocasiones, tan sencilla como cabría esperar.

En primer lugar, si el tamaño de la flota (o su consumo) no es muy alto, será necesario realizar una serie de cálculos antes de proceder a la instalación de un tanque de combustible para el abastecimiento propio en las instalaciones de la base de la flota.



Depósitos de repostaje en una flota de autobuses

Se puede decir que habitualmente los suministradores de productos petrolíferos ofertan para grandes pedidos a unos precios que rebajan entre un 10% y un 15% los vigentes en estaciones de servicio. Sólo sería posible acceder a estos precios en el caso de contar con un tanque en las instalaciones de la flota. Por ello, ante un volumen grande de consumo de combustible, equipar las instalaciones de la flota con un tanque suele ser rentable. Pero, debido a la inversión a realizar, conviene hacer unos cálculos previos acerca del tiempo de retorno de la inversión, para verificar su rentabilidad.

Ejemplo para una flota de vehículos mediana, que realice unos 10.000 km al día, con un consumo medio de aproximadamente 28 l/100 km y, suponiendo un ahorro de 0,09 euros por litro repostado en tanque propio respecto a una estación de servicio, se ahorrarían 252 euros diarios en combustible. Para un total de 200 días trabajados al año, el ahorro ascendería a más de 50.000 € anuales. Teniendo en cuenta que el coste de un depósito de 25.000 litros instalado es de aproximadamente 15.000 €, y que proporcionaría combustible para mover la flota durante 7 días sin reabastecerlo, se obtiene como resultado que la inversión en un tanque de combustible para la flota es justificable a corto plazo (en este caso no llegaría a 4 meses).

Además, si los vehículos repostan habitualmente en las instalaciones propias de la flota, el tiempo invertido en esta operación no se contemplaría como tiempo de conducción, ya que se puede realizar al final o principio de la jornada.

No obstante, hay que tener en cuenta que disponer de un tanque de combustible propio conlleva una serie de gastos, además de los de instalación, como son los de mantenimiento, surtidor, revisiones, personal que manipule el surtidor, gestor que se ocupe de reponer existencias, etc.

4.2 Tamaño del tanque de combustible

Una de las decisiones principales a tomar, en el caso de que se decida instalar un tanque de combustible en la base de la flota, es su capacidad.

Como norma general se debería garantizar, con la capacidad del tanque lleno, el suministro de la flota para una quincena. No obstante, no hay inconveniente en tener depósitos mayores aunque, dependiendo del volumen del mismo, hay variaciones en los precios de instalación, mantenimiento, revisiones, purgados, etc., que deben ser tenidos en cuenta.

Conviene no demorar demasiado las peticiones de reposición de carburante a los suministradores cuando el nivel del tanque disminuya, ya que, ante un eventual fallo del suministro, se podría arriesgar la movilidad de la flota por falta de combustible.



Tanque de biodiésel

En este caso tendrían que repostar en estaciones de servicio convencionales y se perderían, por tanto, las ventajas de un tanque propio.

Por lo tanto, el encargado de la supervisión del tanque se ocupará de buscar el aprovisionamiento conveniente, a precios competitivos, cuando las reservas en el mismo sean inferiores al 30% de su capacidad, evitando en lo posible que éstas disminuyan del 15%.

4.3 Control de niveles

No siempre coincide el nivel real de combustible en un tanque de carburante con el nivel teórico estimado a partir de los repostajes. Para verificar el nivel de combustible en un tanque es importante contrastar los registros obtenidos a partir de las dos fuentes que a continuación se citan:

- *Cálculos teóricos* del nivel de combustible, realizados a partir de los datos, fechas de suministro y de los datos emitidos por el operario del surtidor en cada repostaje.
- *Mediciones periódicas* realizadas en el propio depósito, a través de varillas calibradas o métodos similares.

Las posibles discrepancias obtenidas del nivel real respecto al teórico estimado pueden ser de dos tipos:

- a) La varilla medidora indica que hay menos combustible en el tanque del que debería haber según los cálculos teóricos. Las razones pueden ser:
 - i. Hay una fuga de combustible del tanque. Se aconseja comprobar la estanqueidad del mismo.
 - ii. No están reflejados en los partes de repostaje todos los repostajes realizados. Se aconseja cotejar los datos del registro interno del surtidor con los de los partes de repostaje.
 - iii. No se han tenido en cuenta los volúmenes de agua purgados del depósito en el momento de la realización de la estimación de existencias en el tanque.
 - iv. El mecanismo de medición del surtidor está averiado. Si esto sucede, se tendrá en cuenta que los partes de repostaje no serán válidos para el control de consumos, ya que los cálculos resultantes del procesado de estos datos darán lugar a resultados de consumo menores que los reales.
- b) La varilla medidora indica que hay más combustible en el tanque del que debería haber según los cálculos teóricos. Esto puede ser debido a que el mecanismo de medición del surtidor está averiado, en cuyo caso se tendrá en cuenta que los partes de repostaje no serán válidos para el control de consumos, ya que los cálculos resultantes del procesado de estos datos darán lugar a resultados de consumo mayores que los reales.

4.4 Repostajes en estaciones de servicio

En ciertas ocasiones, es posible que alguno de los vehículos de la flota tenga que desviarse de su ruta, recorriendo kilómetros adicionales para repostar en el tanque del que se abastece habitualmente, o bien abastecerse en una estación de servicio con el combustible necesario para terminar de realizar el trabajo y volver a la base.

Por lo tanto, es importante tener claro en qué ocasiones conviene, económica y medio-ambientalmente, abastecerse de combustible en el tanque propio a pesar de incrementar la distancia recorrida, y cuándo es más favorable hacerlo en una estación de servicio que se encuentre en el trayecto ordinario.

Desde el punto de vista energético y de desgaste de los vehículos, si se evita la realización de kilómetros innecesarios se ahorrará combustible y se evitará un mayor desgaste de los vehículos (ahorro en mantenimiento), además de evitarse emisiones a la atmósfera.

Desde el punto de vista de rentabilidad económica, se recomienda la realización de una hoja de cálculo en la que se haya programado una tabla de similares características a la que se pone a continuación:

Coste del combustible (€/l)		Consumo		Distancia al tanque propio
Tanque propio	Estación de servicio	l/100 km	€/km	60 km
0,832	0,920	34	0,283	

El coste del carburante por km recorrido (€/km), es el resultado de multiplicar el consumo del vehículo en l/100 km por el precio al que se obtiene el combustible para el tanque, y dividir el resultado entre 100.

$$\text{Coste del carburante por km recorrido} = \frac{34 \text{ l/100 km} \cdot 0,832 \text{ €/l}}{100} = 0,283 \text{ €/km}$$

Una vez fijados los precios del combustible, tanto en tanque propio como en una estación de servicio, la cantidad mínima de litros a repostar en el tanque propio para que resulte rentable el desvío de la ruta, vendría dada por el siguiente cálculo:

$$\text{Litros mínimos a repostar} = \frac{60 \text{ km} \cdot 0,283 \text{ €/km}}{(0,920 - 0,832) \text{ €/l}} = 193 \text{ l}$$

En cualquiera de los casos, hay que tener en cuenta que los kilómetros extras realizados suponen, además de una pérdida de eficiencia energética y un aumento de las emisiones al medio ambiente, un coste para la empresa, representando también tiempo de tacógrafo que no se podrá utilizar para dar servicio de transporte de mercancías o personas.



5

Medición del consumo de combustible



MEDICIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Para el logro de una mayor eficiencia energética en las flotas es necesario disponer, en primer lugar, de los registros de consumo de los vehículos que la integran. Para obtener estos registros de consumo, se pueden utilizar distintos métodos:

Un método sencillo consiste en la realización de un “tanqueado de depósito”:

El tanqueado de depósito consiste en:

- *Llenar de carburante el tanque hasta un nivel determinado, habitualmente el boquerel de entrada.*
 - *Una vez realizados los trayectos requeridos, volver a llenar de carburante el depósito hasta el mismo nivel.*
 - *Anotar los litros repostados.*
 - *Obtener la media de consumo a partir de los kilómetros realizados entre cada repostaje. De esta manera se obtiene la media de consumo por vehículo con cierto trabajo por parte del gestor de datos, pero con un coste muy bajo para la empresa.*
-

Una vez puesto en marcha un sistema de gestión del combustible, y ya obtenidos los primeros ahorros sin un gasto previo excesivo, podría ser el momento oportuno de plantearse una inversión encaminada a reducir el trabajo empleado en la obtención del consumo de cada vehículo. Para facilitar esta labor, algunas marcas han desarrollado dispositivos que se instalan en los vehículos. Frecuentemente, vienen integrados en sistemas que abarcan más funciones, denominados “ordenadores de a bordo” ya incorporados en gran número de vehículos del mercado.

Sin embargo, cuando estos sistemas son instalados en serie como equipos accesorios, suelen ser denominados “medidores de consumo” o caudalímetros. En este caso, incorporan funciones que permiten discernir las variables de consumos y velocidades para cada conductor y registrar y almacenar datos para su posterior tratamiento informático. Estos sistemas, además de informar en tiempo real al conductor de los parámetros de su conducción -consumo medio e instantáneo, velocidad, tiempos y distancias de desplazamientos...-, permiten almacenar registros de los mismos para posteriormente ser exportados, ya sea de manera manual o automática, al software u hoja de cálculo que utilice la empresa de transportes para su control.

La simple información suministrada al conductor sobre su consumo instantáneo y medio supone ya de por sí un importante apoyo para la realización de una conducción eficiente, y sirve además al conductor como incentivo para el ahorro de carburante, y al gestor de flotas para disponer de registros más completos sobre la gestión y uso del combustible.

6

Estándares de referencia de consumos de los vehículos de flota



ESTÁNDARES DE REFERENCIA DE CONSUMOS DE LOS VEHÍCULOS DE FLOTA

6.1 Estándares generales

En una flota de transporte tiene una gran relevancia el establecimiento de estándares de consumo de combustible, que sirvan de referencia para los vehículos de la flota. Esta tarea presenta una cierta complejidad, ya que el consumo de un vehículo depende de su motor y transmisión, la carga que lleve, su aerodinámica, las condiciones de uso, y de otros factores difícilmente cuantificables.

No obstante, se presenta a continuación una tabla que engloba estándares de consumo hacia los cuales deberían tender los resultados obtenidos en las empresas de transporte en general. No se debe perder de vista que cuanto más se consigan bajar los consumos, mayor será el beneficio para la empresa.

Vehículo	Carga	Potencia	Circulación	Consumo
Trailer	40t	530 CV	Normal	35 l/100 km
Trailer	40t	460 CV	Normal	33 l/100 km
Trailer	40t	460 CV	Todoterreno	42 l/100 km
Trailer	40t	380 CV	Normal	32 l/100 km
Autobús	55 plazas	460 CV	Normal	26 l/100 km
Autobús	55 plazas	400 CV	Normal	24 l/100 km
Autobús	55 plazas	320 CV	Normal	23 l/100 km
Minibús	35 plazas	230 CV	Normal	19 l/100 km
Camión	24t	340 CV	Normal	26 l/100 km
Camión	18t	300 CV	Normal	23 l/100 km
Camión	7,5t	230 CV	Normal	21 l/100 km
Furgón	3,5t	180 CV	Normal	14 l/100 km

Conviene tener en cuenta que los consumos por vehículo arriba reflejados son sólo orientativos, dado que cada flota (y cada vehículo dentro de cada flota), tiene unas características de movilidad particulares, dependientes incluso de la orografía del terreno por el que usualmente circule: carreteras llanas, puertos de montaña, autopistas, uso urbano, etc. Por lo tanto, una estrategia adecuada para la obtención de unos estándares de referencia de consumos, consistiría en comenzar un seguimiento



y control de consumo de combustible de cada vehículo en la forma que se detalla en el capítulo 3. Tras unos meses de rodaje del sistema (entre 3 y 6 meses dependiendo de la variabilidad de los consumos de cada vehículo), se establecerían una serie de estándares de referencia obtenidos a partir de los datos registrados.

6.2 Establecimiento de estándares propios

Tras una recogida de datos, que se puede alargar normalmente unos 3 meses, se estudiaría la información disponible de cada vehículo de la siguiente manera:

- Se analizan los datos de consumos medios del vehículo de los 3 últimos meses. En el caso del vehículo propuesto como ejemplo en el capítulo 3 serían:

Matrícula vehículo: 7540 CZD - junio 2005			
Mes	Litros repostados	Km recorridos	Consumo
abr-05	4.889,00 litros	18.027 km	27,12 l/100 km
may-05	4.437,00 litros	16.123 km	27,52 l/100 km
jun-05	4.687,99 litros	17.040 km	27,51 l/100 km

- Se obtiene la media ponderada de todos los datos; es decir, se multiplica el consumo de cada mes por los kilómetros recorridos ese mes, y se suman todas las cantidades. Posteriormente se dividirá por el número total de km.

En el caso planteado, el resultado obtenido es de 27,38 l/100 km.

- Se establece ahora un margen de control en función del tipo de circulación predominante del vehículo:

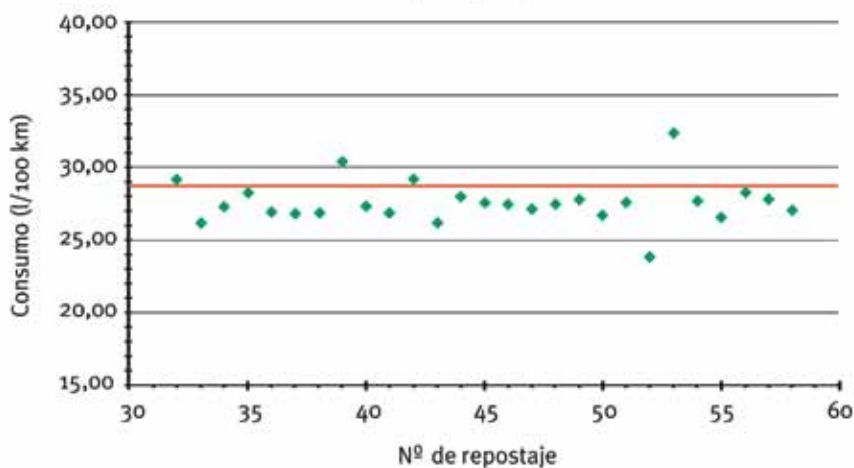
Márgenes de control:	
Circulación por autopista/autovía:	5%
Circulación urbana o de montaña:	10%
Circulación fuera de vía:	15%

Dado que se está estudiando un autocar que circula mayoritariamente por autovía, se le aplica la tolerancia 5%, con lo que queda un margen superior de consumo cifrado en 28,75 l/100 km.

- En el gráfico mostrado a continuación se marca con una línea roja el límite a partir del cual los repostajes por encima de la misma deberían ser observados para determinar la causa de tan elevado valor.

Los repostajes nº 32, 39, 42 y 53 están por encima de la tolerancia, debiendo investigarse la causa de estas anomalías.

Consumo por repostaje



Matrícula vehículo: 7540 CZD - junio 2005

<i>Nº repostaje</i>	<i>Km tacógrafo</i>	<i>Litros repostados</i>	<i>Km recorridos</i>	<i>Consumo</i>
32	113.942 km	328,30 litros	1.129 km	29,08 l/100 km
33	114.264 km	84,21 litros	322 km	26,15 l/100 km
34	115.002 km	201,40 litros	738 km	27,29 l/100 km
35	115.629 km	177,30 litros	627 km	28,28 l/100 km
36	116.164 km	144,00 litros	535 km	26,92 l/100 km
37	117.211 km	280,86 litros	1.047 km	26,83 l/100 km
38	117.921 km	190,75 litros	710 km	26,87 l/100 km
39	118.521 km	182,40 litros	600 km	30,40 l/100 km
40	119.436 km	250,31 litros	915 km	27,36 l/100 km
41	120.092 km	176,33 litros	656 km	26,88 l/100 km
42	120.464 km	108,46 litros	372 km	29,16 l/100 km
43	121.037 km	150,23 litros	573 km	26,22 l/100 km
44	121.886 km	237,77 litros	849 km	28,01 l/100 km
45	122.113 km	62,54 litros	227 km	27,55 l/100 km
46	122.466 km	97,00 litros	353 km	27,48 l/100 km
47	123.001 km	145,10 litros	535 km	27,12 l/100 km
48	123.766 km	210,13 litros	765 km	27,47 l/100 km
49	123.925 km	44,20 litros	159 km	27,80 l/100 km
50	124.533 km	162,50 litros	608 km	26,73 l/100 km
51	125.235 km	193,64 litros	702 km	27,58 l/100 km
52	125.996 km	181,46 litros	761 km	23,84 l/100 km
53	126.466 km	152,20 litros	470 km	32,38 l/100 km
54	127.156 km	190,95 litros	690 km	27,67 l/100 km
55	127.998 km	223,85 litros	842 km	26,59 l/100 km
56	128.536 km	152,12 litros	538 km	28,28 l/100 km
57	129.003 km	130,00 litros	467 km	27,84 l/100 km
58	129.853 km	229,98 litros	850 km	27,06 l/100 km
TOTAL:		4.687,99 litros	17.040 km	27,51 l/100 km

7

Informes
de consumo de
carburante.
Tratamiento de
la información



INFORMES DE CONSUMO DE CARBURANTE. TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Es recomendable que cada flota de transporte designe los encargados de las tareas necesarias para el control de consumo de carburante, entre las que figuran:

7.1 Elaboración de partes de repostaje

Los partes de repostaje correspondientes a los abastecimientos realizados en el tanque de la flota serán elaborados por el encargado del surtidor o, en su defecto, por los conductores de los vehículos.

En el caso de repostajes en estaciones de servicio, los encargados de elaborar los partes de repostaje serán siempre los conductores de los vehículos.

En todos los casos, el encargado de la elaboración de los partes de repostaje será siempre el responsable de la veracidad de los datos que en ellos figuran.

7.2 Informatización de los datos de repostaje

Dependiendo de la cantidad de partes de repostaje a procesar, el encargado de esta tarea será el propio evaluador de la información, si no es demasiado voluminosa, o un encargado específico para la tarea, el cual deberá realizar el tratamiento informático de los datos diariamente.

7.3 Control periódico de nivel de combustible en tanque para verificación

Se designará un responsable que, periódicamente, mida el nivel del tanque de la flota por métodos directos, como puede ser a través de una varilla calibrada, para contrastarlos con la información de los partes de repostaje. Con ello se tendrá un método para garantizar el correcto funcionamiento del surtidor y el sistema de control de combustible.

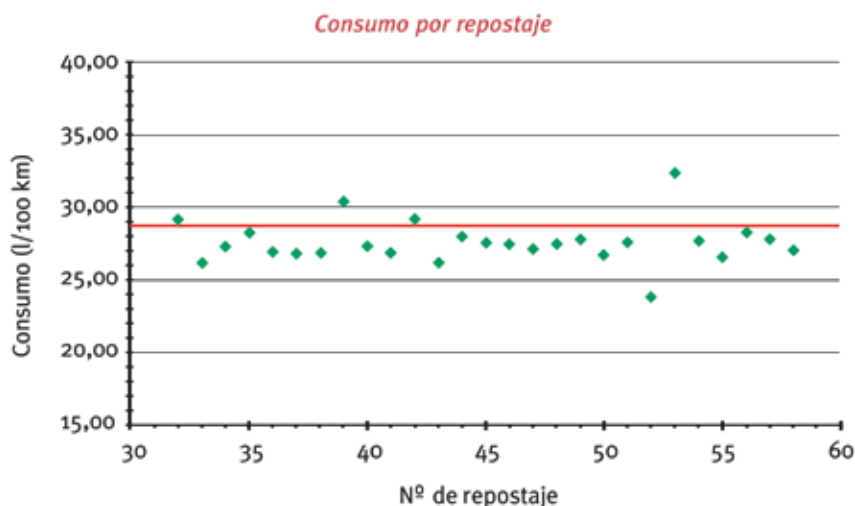
7.4 Evaluador de los datos resultantes del proceso

El evaluador de datos realizará las tareas de gran importancia, como son la evaluación de los datos y de la toma de decisiones sobre las actuaciones a realizar, basándose en los mismos para corregir desviaciones y organizar la flota.

La evaluación de datos se realizará con la mayor frecuencia posible, analizando los repostajes de toda la flota durante la semana y procurando detectar los consumos anormalmente elevados (por encima del margen de tolerancia) y llevar a cabo las actuaciones que considere pertinentes para solucionar el problema.

A modo de ejemplo, ante la visualización de la siguiente figura, el evaluador llevaría a cabo las siguientes acciones:

1. *Detección* de los repostajes que arrojan datos de consumo anormalmente elevados. En este caso, los repostajes son los nº 32, 39, 42 y 53.



- a) En los repostajes 32 y 42 los registros superan ligeramente la línea de tolerancia, por lo que la actuación correspondiente sería mantener la observación durante algunas semanas más para comprobar que éstos no se suceden con frecuencia.
- b) En el repostaje 39, más elevado que los dos anteriores, la primera actuación debería ser comprobar el parte de repostaje correspondiente y, en caso de no encontrar anomalías, ponerse en contacto con el conductor para averiguar las posibles causas, como pudieran ser un atasco, un derrame en el repostaje, una avería, circulación urbana no habitual, etc.
- c) En el repostaje 42 se aprecia claramente cuál ha sido el error cometido: el repostaje anterior, nº 41, arroja un resultado de consumo especialmente bajo, y el posterior anormalmente alto. Esto será debido, en la mayor parte de las ocasiones, a que el repostaje que arroja cifras de consumo anormalmente bajas no rellenó completamente el tanque de combustible del vehículo, y esa falta se compensa con el repostaje siguiente.

2. Control y seguimiento de las tendencias de consumo mensuales y trimestrales.

Matrícula vehículo: 7540 CZD - junio 2005

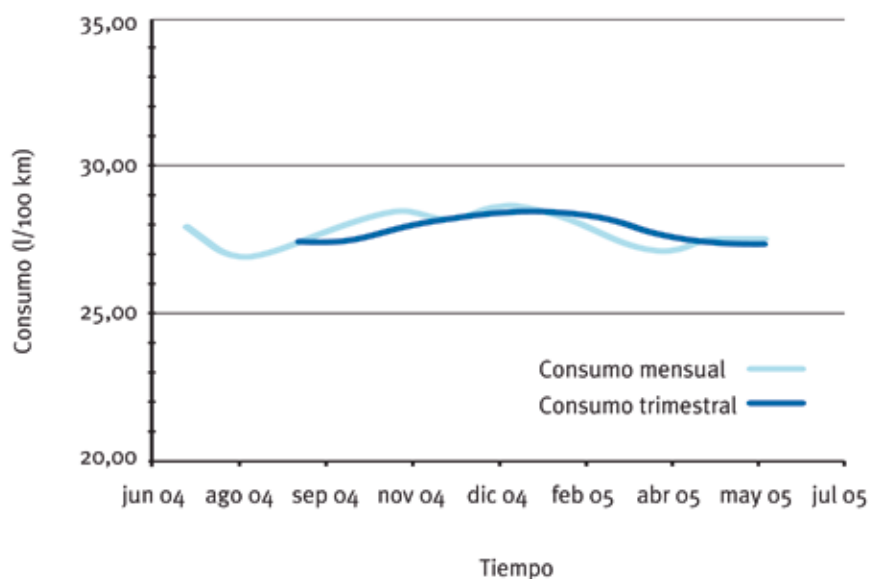
Mes	Litros repostados	Km recorridos	Consumo	Media trimestral
jul-04	3.642,00 litros	13.058 km	27,89 l/100 km	
ago-04	3.256,00 litros	12.095 km	26,92 l/100 km	
sep-04	4.946,00 litros	18.084 km	27,35 l/100 km	27,39 l/100 km
oct-04	4.915,00 litros	17.566 km	27,98 l/100 km	27,47 l/100 km
nov-04	4.836,00 litros	17.010 km	28,43 l/100 km	27,91 l/100 km
dic-04	4.615,00 litros	16.359 km	28,21 l/100 km	28,20 l/100 km
ene-05	5.354,00 litros	18.688 km	28,65 l/100 km	28,44 l/100 km
feb-05	4.912,00 litros	17.351 km	28,31 l/100 km	28,40 l/100 km
mar-05	4.795,00 litros	17.348 km	27,64 l/100 km	28,21 l/100 km
abr-05	4.889,00 litros	18.027 km	27,12 l/100 km	27,68 l/100 km
may-05	4.437,00 litros	16.123 km	27,52 l/100 km	27,42 l/100 km
jun-05	4.687,99 litros	17.040 km	27,51 l/100 km	27,38 l/100 km

El evaluador elaborará las medias trimestrales, correspondientes a la división de la suma de los litros consumidos en el mes reciente y los dos anteriores, multiplicada por 100, y la suma de los kilómetros recorridos en el mes reciente y los dos anteriores. Posteriormente realizará una gráfica como la que se muestra en la siguiente página, en la que se pueden estudiar las tendencias de consumo.

Si algunas de las líneas que representan los consumos medios por mes y trimestre aumentan significativamente sin razón aparente, deberán ser objeto de estudio para descubrir las posibles causas.

Como causas de los aumentos pueden ser un empeoramiento de las condiciones del tráfico, cambios en las rutas frecuentes del vehículo, etc.

Tendencias del consumo de carburante



8

Medidas para el ahorro de carburante



MEDIDAS PARA EL AHORRO DE CARBURANTE

Se presentan dos vías para la mejora de la eficiencia energética en el uso de los vehículos de la flota: la reducción de los kilómetros recorridos a los estrictamente necesarios con el consiguiente ahorro de combustible, y la reducción de consumo por kilómetro recorrido; es decir, aprovechando mejor el combustible utilizado.

8.1 Reducción de los km recorridos. Optimización de rutas

La optimización de rutas es un factor clave para el ahorro de combustible, la reducción de emisiones y para un funcionamiento eficiente de la empresa de transporte. A continuación se comentan algunos aspectos relativos a esta tarea:

- **Elección del vehículo:** dados un lugar de recogida y un lugar de destino, se escogerá el vehículo que, pudiendo cubrir las necesidades que presente el servicio, se encuentre más cerca del punto de recogida, para reducir en la medida de lo posible los kilómetros que realizará el mismo sin carga. En caso de disponer de varios vehículos que cumplan los anteriores condicionantes, se seleccionará para cubrir la tarea aquel que tenga un consumo menor.
- **Elección de ruta:** a la hora de elegir las rutas que llevarán al vehículo al punto de recogida de la mercancía o los pasajeros, se seleccionará aquella ruta que, siendo una vía rápida, presente menos inconvenientes de saturación de tráfico a las horas previstas de trayecto, y que al mismo tiempo minimice el número de kilómetros a realizar. En caso de presentarse varias rutas de parecidas características, se escogerá la que menos dificultades orográficas presente, con el fin de lograr un menor consumo medio del vehículo.
- **Tasa de ocupación¹:** se pretenderá llegar a una tasa de ocupación del 100%. De esta manera se procurará que los vehículos realicen el menor número posible de km sin carga (en vacío), ya que estos trayectos tan sólo generan un gasto inútil de combustible que no reporta beneficios a la empresa. Para evitar las cargas en vacío conviene saber de la existencia de “bolsas de cargas”, sistemas de información interconectados entre empresas de transporte y cargadores para gestionar las cargas de los vehículos en tránsito por los distintos lugares.

8.2 Disminución de consumo por km recorrido

Una vez definidos los vehículos y seleccionadas las rutas a recorrer, será necesario realizar las actuaciones necesarias para que su consumo sea lo menor posible. Entre las actuaciones a considerar se destacan las siguientes:

8.2.1 Los conductores

- **Políticas de formación:** la formación de los conductores es un aspecto clave en el ahorro de combustible en empresas de transporte. Resulta adecuada la for-

¹ Tasa de ocupación: Porcentaje de km que realiza cada vehículo en carga. Una tasa de ocupación 100% significa que el vehículo realiza todos los km con carga, sin recorrer trayectos en vacío.

mación de los conductores de la flota en las técnicas de la *conducción eficiente* (expuestas de forma concisa en el capítulo 10). De esta manera se contará con una plantilla con la preparación necesaria para obtener el máximo aprovechamiento de las posibilidades de los vehículos que conforman la flota. Es un hecho contrastado que conductores con mayor nivel de formación suelen consumir menos para la misma operación, pero no siempre la mayor experiencia en conducción produce el mismo resultado.

La formación, además, deberá ser continuada, y a ser posible específica dependiendo del tipo de vehículos del que habitualmente se encarguen los conductores en plantilla.

- *Establecimiento de sistemas de incentivos*: siempre que sea posible, una iniciativa a tener en cuenta será el establecimiento de un sistema de incentivos a los conductores. La empresa puede crear una política de incentivos premian-do los bajos consumos de combustible, repartiendo dividendos basados en los ahorros de combustible mensuales que se obtengan en la flota. Esto será más fácil de acometer si se puede realizar un seguimiento de los datos de consumo de cada conductor.

Se pueden plantear, pues, dos estrategias distintas:

- a) *Incentivos comunes* a toda la plantilla: a partir de las medias mensuales, trimestrales, semestrales o anuales, se pueden establecer primas por productividad, en función de las disminuciones de consumos medios obtenidas en la flota. Esta acción, si se lleva a la práctica, hay que hacerla con cierto cuidado, ya que podría dar lugar a tensiones laborales entre los conductores.
- b) *Incentivos individuales*: de la misma manera, si se tiene un control de consumos por conductor, se puede, a partir de las evoluciones en las medias de consumo (ya sean mensuales, trimestrales, semestrales o anuales), establecer primas por productividad según la reducción de consumos, de manera que aumente la vinculación y el interés de cada uno de los conductores de la flota por el ahorro de carburante. Es evidente que estas primas no se basarían sólo en el consumo en litros totales, sino que también contemplarían los recorridos realizados y las cargas transportadas.

8.2.2 Los vehículos

- *Adquisición del vehículo*: el primer factor relevante en la eficiencia de los vehículos de la flota consiste en la adquisición adecuada de los mismos para las tareas que van a desarrollar. Así pues, adquirir un vehículo con un motor capaz de entregar mucha potencia, para emplear de forma habitual una potencia mucho menor, dará lugar a mayores consumos de carburante que si se empleara para ello un vehículo de menor potencia máxima. Por tanto, el

comprador ha de ser capaz de seleccionar el motor con una potencia adecuada para el uso requerido del vehículo.

- **Mantenimiento:** como se detallará en el próximo capítulo, la realización de un correcto mantenimiento de los vehículos de la flota contribuye a evitar consumos extraordinarios de combustible, evitando así un excesivo gasto en esta partida.

8.2.3 Vinculación vehículo-conductor

Estudios europeos afirman que la instalación de medidores de consumo que informen al conductor del consumo medio e instantáneo del vehículo (así como de otras posibles variables relevantes en la conducción), provocan en los conductores interés por rebajar esas medias, lo cual redundará en una disminución de consumos. El reto personal contra la máquina es lo que provoca el interés de los conductores por bajar consumos, manteniendo medias más bajas y prestando más atención a la conducción de manera continuada. Ello contribuye además a aumentar la seguridad y reducir el riesgo de accidentes.

Esta consecuencia, derivada de la instalación de un ordenador en el vehículo, redundará en beneficios para la empresa en cuanto a ahorro de combustible se refiere. Pero para ello será necesario que los conductores hayan recibido previamente formación de conducción eficiente, a fin de contar con las herramientas oportunas para rebajar su consumo.

No obstante, el coste de estos dispositivos puede ser lo suficientemente elevado como para retrasar la inversión en ellos hasta que el sistema de control de consumos de la flota esté completamente asentado y se requiera el comienzo de acciones encaminadas a su disminución efectiva.

8.3 Ejemplo: Selección de vehículo y ruta

A continuación, se plantea un ejemplo de selección de ruta y vehículo para un encargo recibido en una flota de transporte:

Encargo: realizar un traslado de 44 personas desde Madrid a Soria, en las próximas 12 horas, y vuelta a Madrid.

Vehículos disponibles: Para ello, la empresa tiene disponibles los vehículos:

Vehículos disponibles				
Nº repostaje	Matrícula	Tipo	Situación	Consumo
1	7540 CZD	Autobús	Toledo	27,82 l/100 km
3	9860 DFG	Autobús	Ávila	26,54 l/100 km
4	3265 DYI	Autobús	Guadalajara	27,03 l/100 km

El vehículo número 4 queda automáticamente descartado, dado que su conductor tiene que esperar aún 9 horas según su tacógrafo para poder iniciar la conducción, por lo que quedan tan sólo los vehículos 1 y 3 como opciones.

Rutas disponibles: se analiza la ruta más apropiada para cubrir el encargo. En este caso hay dos opciones claras:

**Ruta 1: 235 km, de los cuales
80 son por autopista.**



**Ruta 2: 227 km, de los cuales
144 son por autopista.**



Selección de ruta: la ruta seleccionada será la número 2, dado que son 16 km menos, y además, transcurre mayoritariamente por autopista, donde se podrá mantener una velocidad de cruce más estable y, por tanto, un consumo más moderado.

Selección de vehículo: una vez elegida la ruta, se seleccionará el vehículo que la cubrirá mediante un análisis de costes:

El vehículo 1 se encuentra en Toledo, luego deberá cubrir 75 km antes del inicio de la ruta 2. Debería por tanto recorrer $75+227+227=529$ km.

Multiplicando el número de km por el consumo del vehículo, se obtiene:
 $529 \text{ km} \cdot 27,82 \text{ l/100 km} = 147,168$ litros de combustible.

El vehículo 3 se encuentra en Ávila, luego deberá cubrir 114 km antes del inicio de la ruta 2. Debería por tanto recorrer $114+227+227=568$ km.

Multiplicando el número de km por el consumo del vehículo, se obtiene:
 $568 \text{ km} \cdot 26,54 \text{ l/100 km} = 150,747$ litros de combustible.

Por lo tanto, se seleccionará el vehículo nº 1 para el encargo, dado que consumirá menos combustible. Además, el vehículo nº 3, situado en Ávila, debería pagar el coste de los peajes hasta Madrid, lo que inclina todavía más la balanza hacia el vehículo nº 1.

8.4 Sistemas telemáticos de ayuda a la gestión

Uno de los parámetros necesarios para la correcta elección de vehículos y rutas a fin de cubrir las demandas de transporte que se presenten, es *la posición de cada vehículo en cada instante*. A partir de estas posiciones, se desarrollarán los cálculos descritos anteriormente para decidir cómo se cubre el trabajo.

A través de la tecnología actual se pueden controlar las posiciones instantáneas de los vehículos con una frecuencia de refresco tan elevada como se desee, llegando incluso a tener un seguimiento en tiempo real.

Una opción consistiría en dotar a cada uno de los vehículos integrantes de la flota con un dispositivo localizador vía satélite que, a través de la red de satélites GPS (Global Positioning System), o de la futura red de satélites GALILEO, sea capaz de situarlos con un error de pocos metros. Además, este sistema de localización puede ser compartido con programas de navegación que guíen a los conductores por las distintas rutas.



Navegador GPS instalado en un vehículo

Para registrar las posiciones instantáneas de todos los vehículos en un centro de datos es preciso que los mismos se comuniquen con una determinada periodicidad, usando las modernas tecnologías de comunicaciones existentes. La elección entre unas u otras tecnologías se llevará a cabo dependiendo de los costes fijos y variables

de las mismas y en función del volumen de información a enviar. Las redes de comunicaciones más ampliamente extendidas son las de GSM, a través de conexiones telefónicas o mensajes SMS, conexiones GPRS o UMTS, que admiten caudales de conexión mayores, etc.

De esta manera, el departamento de tráfico de cada flota puede tener situados todos los vehículos en tiempo real y enviar las rutas a seguir a los navegadores de los vehículos, de manera que los conductores ejecuten en todo momento las instrucciones del jefe de tráfico. Además, se evitarán las pérdidas de los vehículos en carreteras desconocidas y las equivocaciones de ruta, con lo que se ahorrarán costes de carburante, horas de trabajo del conductor y costes de oportunidad para otros envíos.

9

Mantenimiento y renovación de vehículos



MANTENIMIENTO Y RENOVACIÓN DE VEHÍCULOS

9.1 Mantenimiento de la flota

El mantenimiento adecuado de la flota es clave para el funcionamiento de la misma, afectando a la seguridad de los vehículos, su disponibilidad y consumo de carburante. Un incorrecto o deficiente mantenimiento de un vehículo puede incidir directamente en un aumento de su consumo de combustible y, de no ser corregido diligentemente, puede dar origen a averías mecánicas que disparen los costes.

9.1.1 Control de los neumáticos

Una presión excesivamente baja de los neumáticos redonda en una *mayor resistencia a la rodadura*, un peor comportamiento en curvas y un aumento de su temperatura de trabajo por lo que, además de aumentar el consumo, aumentan las posibilidades de un reventón, o desprendimiento de la banda de rodadura en caso de neumáticos con banda de rodadura no original.



Tareas de mantenimiento de vehículos

Además, la presión excesivamente baja respecto a la recomendada por el fabricante provoca desgastes anormales y no uniformes sobre las partes laterales de la banda de rodadura. En montajes de ruedas gemelas podría ocurrir que la deformación de la parte del neumático que apoya en cada instante en el suelo fuese tan abultada que tocase con el neumático gemelo, dando esto lugar a fenómenos de rozamiento que aumenten notablemente la temperatura de trabajo, produciendo un desgaste anormal en los flancos del neumático.

Se recomienda el control de la presión de todos y cada uno de los neumáticos:

- *Diariamente: de manera visual.*
- *Cada pocos días o cada 5.000 km: midiendo su presión.*

Una reducción de la presión de un neumático de 2 bares aumenta el consumo un 2% y reduce su vida útil en torno a un 15%.

Por otro lado, una presión excesivamente alta en los neumáticos produce, además de rebotes innecesarios en la suspensión, desgastes a saltos del mismo, principalmente concentrados en la zona central de la banda de rodadura, lo que incrementa el consumo y produce un desgaste prematuro del neumático.

9.1.2 Control de filtros

El estado de los filtros de aceite, aire y combustible tiene repercusión en el consumo de carburante. Se revisarán:

- *El filtro de aceite:* su mal estado, además de incrementar el riesgo de sufrir graves averías en el motor, puede aumentar el consumo del vehículo hasta un 0,5%.
- *El filtro del aire:* su mal estado, habitualmente por un exceso de suciedad, provoca mayores pérdidas de carga de las deseables en el circuito de admisión, lo que hace aumentar también el consumo hasta un 1,5%.
- *El filtro de combustible:* su mal funcionamiento puede causar aumentos en el consumo de hasta un 0,5%, además de que, en caso de bloqueo, pararía el motor. Es importante controlar la cantidad de agua en el filtro.

Un aumento en el consumo de combustible sin una causa que lo justifique es un claro indicativo de algún problema en el motor, por lo que un control periódico del consumo anotando las cargas de carburante y los kilómetros recorridos puede llevar a detectar averías en el motor del vehículo antes de que se agraven.

9.1.3 Otras tareas de control realizadas por el conductor

Es importante observar también otros aspectos que, de quedar descuidados, repercutirían de forma negativa en el consumo de carburante:

- a) *Aerodinámica*: concienciar a los conductores de que deben estibar correctamente la carga y proteger la misma con lonas bien tensadas; fijar bien los toldos es una de las tareas más importantes, dado que la resistencia aerodinámica del vehículo contribuye de manera decisiva a un ahorro de carburante.

Los deflectores aerodinámicos son dispositivos que también inciden en un ahorro de combustible al reducir la resistencia aerodinámica del vehículo. En caso de ser regulables, deberán estar siempre en la posición adecuada y en perfecto estado de utilización.

- b) *Calefacción de la cabina*: cuando el conductor del camión haya de permanecer varias horas en el interior de la cabina, sin estar el vehículo en movimiento, de necesitar calefacción utilizará los dispositivos a tal efecto, cuyo consumo es apreciablemente más bajo que el del motor del vehículo. El motor del vehículo consume aproximadamente 10 veces más que el calefactor de cabina si se destina exclusivamente a funcionar al ralentí para calentar el habitáculo.

9.2 Renovación de la flota

En el momento de la adquisición de nuevos vehículos, el gestor deberá tener en cuenta cuáles son los requerimientos para cada uno de ellos, así como las necesidades de potencia y de transmisión, y evitar sobrepasar las mismas. Ello redundaría en un aumento innecesario del consumo. Por ejemplo, para moverse por la orografía española con un trailer de 40t no se hace necesario un vehículo de más de 460 CV, dado que el aumento de prestaciones es prácticamente inapreciable. En cambio, usar un vehículo de 530 CV en lugar de uno de 460 CV puede dar lugar a consumos hasta 2 litros cada 100 km más elevados de lo que realmente sería necesario.

De la misma manera, ante los posibles grupos de transmisión que ofrecen los fabricantes, se deberá seleccionar el que mejor se ajuste a las necesidades de la flota. Un vehículo de doble eje tractor puede consumir 3 litros más por cada 100 km de lo que consumiría uno simple, en caso de ser éste suficiente. Los fabricantes de vehículos pueden aconsejar sobre este tema en función de su gama.

Por la misma razón, será conveniente asesorarse adecuadamente acerca de la caja de cambios y grupo adecuados para el vehículo que se va a adquirir. Una selección inadecuada de los mismos también incidiría en aumentos innecesarios de consumo.

10

La conducción
eficiente



LA CONDUCCIÓN EFICIENTE

Todo lo anteriormente expuesto sobre la gestión de carburante debe complementarse con un uso eficiente del vehículo por parte del conductor. El gestor de la flota dispondrá los medios para que todos los conductores puedan acceder a la formación disponible en la conducción eficiente.

La evolución tecnológica ocurrida a lo largo de los últimos años ha modificado en gran medida el diseño de los vehículos y se han introducido importantes modificaciones en el motor y en los distintos sistemas destinadas a aumentar su rendimiento, reduciendo su consumo de carburante y sus emisiones. Estas mejoras tecnológicas demandan al conductor un nuevo estilo de conducción acorde con ellas, aprovechando todas las ventajas que ofrecen los motores modernos. A este nuevo estilo de conducción se le denomina *"conducción eficiente"*.



La conducción eficiente ahorra carburante, reduce emisiones y mejora la seguridad

La conducción eficiente de vehículos industriales consiste en una serie de técnicas que, unidas a una adecuada actitud del conductor, dan lugar a un nuevo estilo de conducción que logra importantes ahorros de carburante y reducción de emisiones al medio ambiente, así como una mejora en la seguridad.

Estos logros se concretan en mejoras de distintos aspectos que se citan a continuación:

- Ahorro de energía en el ámbito nacional.
- Reducción de emisiones de dióxido de carbono (CO₂).
- Ahorro económico en las empresas de transporte.
- Reducción de contaminación atmosférica.
- Mejora del confort y disminución del estrés en la conducción.
- Reducción del riesgo y gravedad de los accidentes.
- Reducción de los costes de mantenimiento.

Como en todo proceso de aprendizaje, la experiencia es necesaria para alcanzar los objetivos deseados; así pues, una vez formado el conductor en las técnicas de la conducción eficiente, asimilará y perfeccionará las técnicas a través de su propia experiencia.



10.1 Ventajas de la conducción eficiente

La conducción eficiente ofrece las siguientes ventajas:

- **Ahorro de energía:** el conductor, con su comportamiento, tiene una gran influencia sobre el consumo de carburante del vehículo, dando lugar a ahorros medios de carburante del orden del 10 al 15%. Esto supone un considerable ahorro energético para nuestro país, mejorándose además la balanza de pagos y reduciéndose la dependencia energética del exterior.
- **Ahorro económico:** como consecuencia del apartado anterior. El carburante supone la principal partida en los gastos que genera la actividad de un vehículo industrial. Una mayor eficiencia en el consumo de carburante incidirá en un ahorro de costes y, por tanto, en un mayor beneficio económico para la empresa.
- **Ahorro en mantenimiento:** el efecto de reducción de consumo está asociado no sólo a un menor coste en carburante, sino también a un menor coste en mantenimiento del vehículo, ya que las nuevas pautas a seguir provocan que los distintos sistemas del vehículo (frenos, embrague, caja de cambios, motor...), estén sometidos a un esfuerzo inferior al que soportarían en el caso de la conducción convencional.
- **Reducción de emisiones:** la reducción del consumo de carburante a través de la puesta en práctica de la conducción eficiente va ligada a una reducción de las emisiones de CO₂ y de contaminantes al medio ambiente. Con la reducción de emisiones de CO₂ lograda por la conducción eficiente se contribuye a la resolución de los problemas del calentamiento de la atmósfera y al cumplimiento de los acuerdos internacionales en esta materia.
- **Reducción del riesgo de los accidentes:** la conducción eficiente incrementa la seguridad en la conducción, ya que estas técnicas de conducción están basadas en la previsión y en la anticipación. Esta mejora en la seguridad está constatada a través de distintos estudios realizados en países europeos donde lleva tiempo implantada, con reducciones en las cifras y gravedad de los accidentes de tráfico.
- **Aumento del confort en la conducción:** además de todos los sistemas de mejora del confort que incorporan los vehículos modernos, se puede hacer que el viaje sea aún más cómodo mediante la nueva conducción eficiente. Ante todo, la conducción eficiente es un estilo de conducción impregnado de tranquilidad y sosiego que reduce las tensiones y el estado de estrés producido por el tráfico al que están sometidos los conductores.

10.2 Principales reglas de la conducción eficiente

La conducción eficiente se podría resumir en las siguientes reglas:

1. **Conocimiento de las características del motor del vehículo:** es de gran importancia el conocimiento por parte del conductor de los intervalos de revoluciones a los cuales el vehículo a conducir presenta el par máximo y la potencia máxima, así como de las curvas características propias del motor. En caso de no disponerse de los mismos, deben solicitarse al fabricante.
2. **Arranque del motor e inicio de marcha:** arrancar el motor sin pisar el acelerador. colocar el disco-diagrama del tacógrafo e iniciar la marcha transcurrido un minuto (ya se tiene presión suficiente en los calderines).
3. **1ª relación de marchas:** utilizarla en el inicio de marcha sólo para poner en movimiento el vehículo, cambiando a los pocos metros recorridos a relaciones de marchas superiores. En los vehículos que presenten 1ª corta y 1ª larga, se utilizará la 1ª larga para el inicio de la marcha.
4. **Realización de los cambios de marchas:** realizar los cambios de marchas en la zona de par máximo de revoluciones del motor, y solamente en condiciones de mayor exigencia se realizarán en regímenes de revoluciones cercanos a la zona de potencia máxima. Es importante que tras el cambio, el motor quede dentro de la zona de par máximo; es decir, dentro de la zona verde del cuentarrevoluciones.

En condiciones favorables, se cambiará aproximadamente:

- Subiendo medias marchas, en torno a unas 1.400 r/min en motores grandes (de 10-12 litros).
- Subiendo marchas enteras, a unas 1.600 revoluciones en motores de 10-12 litros y entre las 1.500 y 1.800 r/min en motores de menores cilindradas.

Realizar los cambios de forma rápida y acelerar tras la realización del cambio. No se utilizará el doble embrague.

5. **Salto de marchas:** cuando se puedan llevar a cabo, se podrán saltar marchas, tanto en los procesos de aceleración, como en los de deceleración.
6. **Selección de la marcha de la circulación:** procurar seleccionar la marcha que permita al motor funcionar en la parte baja del intervalo de revoluciones de par máximo. Esto se consigue circulando en las marchas más altas con el pedal

acelerador pisado a las $\frac{3}{4}$ partes de su recorrido. En cajas automáticas, se procurará que la caja sincronice la marcha más larga posible a través de la utilización del pedal acelerador. Esto tendría lugar aproximadamente:

- En torno a unas 1.100 -1.300 r/min en motores grandes (10-12 litros).
- Entre unas 1.200 -1.500 r/min en motores de menores cilindradas.

7. *Velocidad uniforme* de circulación: intentar mantener una velocidad estable en la circulación evitando los acelerones y frenazos innecesarios. Aprovechar las inercias del vehículo.
8. *Deceleraciones*: ante cualquier deceleración u obstáculo que presente la vía, se levantará el pie del pedal acelerador, dejando rodar el vehículo por su propia inercia con la marcha en la que se circula engranada. En estas condiciones el consumo de carburante del vehículo es nulo (hasta regímenes muy bajos de revoluciones cercanos al de ralentí). Utilizar en la mayor medida posible el freno motor y en la menor medida posible el freno de servicio.
9. *Paradas*: en las paradas prolongadas (por encima de 2 minutos de duración), apagar el motor, salvo en los vehículos que dependan del continuo funcionamiento de su motor para el correcto uso de sus servicios auxiliares. En las detenciones, una vez aparcado el vehículo, ya se ha dado tiempo suficiente para que baje el turbo de revoluciones y se apagará el motor sin más dilación.
10. *Previsión y anticipación*: prever las circunstancias del tráfico y, ante las mismas, anticipar las acciones a llevar a cabo. Dejar suficiente distancia de seguridad con el vehículo precedente acelerando un poco menos que el mismo para poder frenar luego en menor medida que éste. Controlar visualmente varios vehículos por delante del propio.
11. *Circunstancias exigentes*: en la mayoría de las situaciones son aplicables las anteriores reglas, pero existen determinadas circunstancias en las que se requieren acciones específicas distintas para que la seguridad no se vea afectada. En las circunstancias que se requiera, se acelerará el vehículo revolucionando su motor en mayor medida, realizando los cambios de marchas en el entorno del intervalo de revoluciones de potencia máxima.

Todas estas claves deberán aplicarse siempre que el vehículo esté adaptado a ellas y siempre que las circunstancias del tráfico lo permitan sin mermar la seguridad.



Agencia Andaluza de la Energía
CONSEJERÍA DE ECONOMÍA, INNOVACIÓN Y CIENCIA

C/ Isaac Newton, 6. 41092 Sevilla
Tel: 954 78 63 35 – Fax: 954 78 63 50
E-mail: atencionalciudadano.aae@juntadeandalucia.es
Web: www.agenciaandaluzadelaenergia.es



Instituto para la
Diversificación y
Ahorro de la Energía

c/ Madera, 8 - 28004 Madrid
Tel.: 91 456 49 00. Fax: 91 523 04 14
comunicacion@idae.es
www.idae.es



P.V.P.: 12 € (IVA incluido)