

# SUSPENSIONES NEUMATICAS EN AUTOCARAVANAS: ¿POR QUE Y PARA QUE?

## INDICE

- 1.- INTRODUCCION
  - 2.- SUSPENSIONES
  - 3.- ADHERENCIA
  - 4.- CIRCUITO EQUIVALENTE DE LA SUSPENSION Y AMORTIGUACION SIN MUELLE NEUMATICO
  - 5.- CIRCUITO EQUIVALENTE DE LA SUSPENSION Y AMORTIGUACION CON MUELLES NEUMATICOS
  - 6.- LA ESTABILIDAD DE UNA AUTOCARAVANA CON BALLESTAS Y MUELLES NEUMATICOS
  - 7.- EJEMPLOS PRACTICOS
  - 8.- MONTAJE DE LOS MUELLES NEUMATICOS
  - 9.- PRUEBAS EN CARRETERA
- 
- ANEXO I: INSTRUCCIONES DE INSTALACION DE LA EMPRESA NEUMAVAL
- ANEXO II: CERTIFICADOS DE LA EMPRESA NEUMAVAL
- ANEXO III: RECOMENDACIONES GENERALES Y GARANTIA DE LA EMPRESA NEUMAVAL

## **1.- INTRODUCCION**

El presente artículo consta de dos partes bien diferenciadas.

En primer lugar, repasaremos unos conceptos básicos sobre suspensiones, adherencia, vuelco, deslizamiento y resolveremos unos ejemplos para ver cómo se comportan dos tipos de autocaravanas (perfilada y capuchina), con respecto al vuelco y al deslizamiento con y sin muelles neumáticos; reforzando de esta manera el convencimiento y la necesidad de instalar en nuestras autocaravanas los muelles neumáticos.

En segundo lugar, se explicará el procedimiento de colocación de los muelles neumáticos y todos sus accesorios, documentándolo con fotografías de los diferentes pasos para el montaje.

## **2.- SUSPENSIONES**

La suspensión de un vehículo tiene como cometido "absorber" las desigualdades del terreno sobre el que se desplaza, a la vez que mantiene la ruedas en contacto con el pavimento, proporcionando un adecuado nivel de confort y seguridad de marcha. Se puede decir que sus funciones básicas son las siguientes:

- Reducción de las fuerzas causadas por irregularidades del terreno.
- Control de la dirección del vehículo.
- Mantenimiento de la adherencia de los neumáticos a la carretera.
- Mantenimiento de una correcta alineación de las ruedas.
- Soporte de la carga del vehículo.

- Mantenimiento de la altura óptima del vehículo.

El comportamiento del vehículo vendrá determinado en gran medida por el tipo de suspensión que lleve.

El peso del vehículo se descompone en dos partes denominadas:

- Masa suspendida: la integrada por todos los elementos cuyo peso es el soportado por el bastidor o chasis (carrocería y motor).
- Masa no suspendida: constituida por el resto de los componentes (sistema de freno, llantas ...).

El enlace entre ambas masas lo materializa la suspensión. El sistema está compuesto por: un elemento elástico (que bien puede ser una ballesta, muelle helicoidal, barra de torsión, estabilizador, muelle de goma, gas, aire, etc...), y otro de amortiguación (amortiguador en cualquiera de sus variantes), cuya misión es neutralizar las oscilaciones de la masa suspendida originadas por el elemento elástico al adaptarse a las irregularidades del terreno, transformando la energía que almacena el resorte en calor.

La mayoría de las autocaravanas emplean como elemento elástico delantero: muelles helicoidales y trasero: ballestas. En ambos casos en conjunción con modernos amortiguadores telescópicos.

### 3.- ADHERENCIA

La adherencia es clave en la seguridad ya que es la responsable de producir las reacciones necesarias para el guiado, la aceleración y el frenado. La capacidad adherente total es igual, en cada rueda, al coeficiente de adherencia disponible multiplicado por la carga dinámica de dicha rueda.

Por un lado, la carga dinámica depende de la carga estática, de la transferencia de carga producida de un eje a otro o entre ruedas de un mismo eje y de las variaciones ocasionadas por las irregularidades de la calzada.

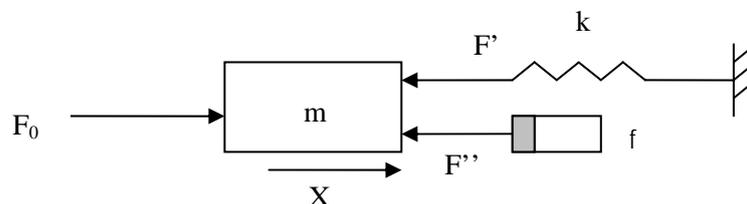
Por otra parte, el coeficiente de adherencia depende de múltiples factores, algunos de los cuales de difícil evaluación, lo que hace complicado y costoso su conocimiento preciso en tiempo real. En general, los coeficientes son ligeramente diferentes en las direcciones longitudinales y transversales, aunque con frecuencia se obvia esta circunstancia.

Cuando los esfuerzos son combinados, se presenta la situación en la que el neumático proporcionará toda la adherencia longitudinal requerida hasta alcanzar un máximo. La adherencia remanente que quede en cada instante se empleará para contrarrestar las fuerzas laterales.

#### 4.- CIRCUITO EQUIVALENTE DE LA SUSPENSION Y AMORTIGUACION SIN MUELLE NEUMATICO

*Movimiento rectilíneo en presencia de un sistema elástico y de un rozamiento viscoso.*

Sistema elástico: suspensiones (ballestas y muelles).  
Rozamiento tipo viscoso: amortiguadores.



Siendo:  $x$ : espacio recorrido por la masa ( $m$ ).  
 $k$ : coeficiente elástico de la ballesta o muelle.  
 $f$ : coeficiente viscoso del amortiguador.  
 $F_0$ : fuerza ejercida sobre la masa suspendida.

$F'$ : fuerza que ejerce el elemento elástico (muelle o ballesta) sobre la masa suspendida.

$F''$ : fuerza que ejerce el elemento viscoso (amortiguador) sobre la masa.

La ecuación fundamental de la mecánica dice:

$$F = m \cdot a \text{ (Fuerza=masa \cdot aceleración)}$$

$$F_0 - F' = m \cdot a + F'' \text{ siendo } F' = k \cdot x \text{ y } F'' = f \cdot v$$

$$F_0 - k \cdot x = m \cdot v / t + f \cdot v$$

Siendo:  $F_0$ : fuerza que inicia el movimiento del sistema.

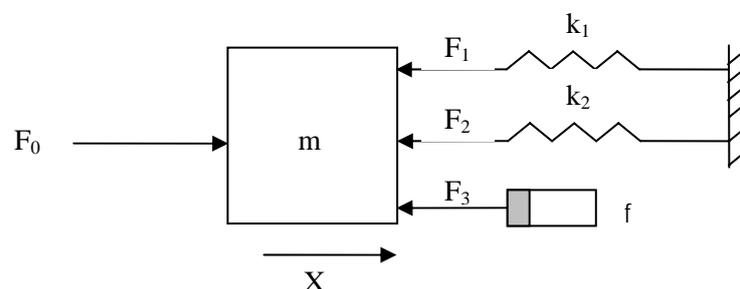
$K \cdot x$ : fuerza ballesta.

$m \cdot v / t$ : fuerza inercia.

$f \cdot v$ : fuerza amortiguador.

En general, se puede concluir diciendo que la suma de las fuerzas está equilibrada con la suma de las fuerzas de inercia y las de rozamiento viscoso.

#### 5.- CIRCUITO EQUIVALENTE DE LA SUSPENSION Y AMORTIGUACION CON MUELLES NEUMATICOS



Siendo:  $x$ : espacio recorrido por la masa ( $m$ ).

$K_1$ : coeficiente elástico de la ballesta o muelle.

$K_2$ : coeficiente elástico del muelle neumático.

$f$ : coeficiente viscoso del amortiguador.

$F_0$ : fuerza ejercida sobre la masa suspendida.

- $F_1$ : fuerza ejercida por el muelle o ballesta sobre la masa suspendida.
- $F_2$ : fuerza ejercida por el muelle neumático sobre la masa suspendida.
- $F_3$ : fuerza ejercida por el elemento viscoso (amortiguador) sobre la masa suspendida.

La ecuación fundamental de la mecánica dice:

$$F = m \cdot a \text{ (Fuerza=masa} \cdot \text{ aceleración)}$$

$$F_0 - F_1 - F_2 = m \cdot a + F_3 \text{ siendo } F_1 = k_1 \cdot x ; F_2 = k_2 \cdot x ; F_3 = f \cdot v$$

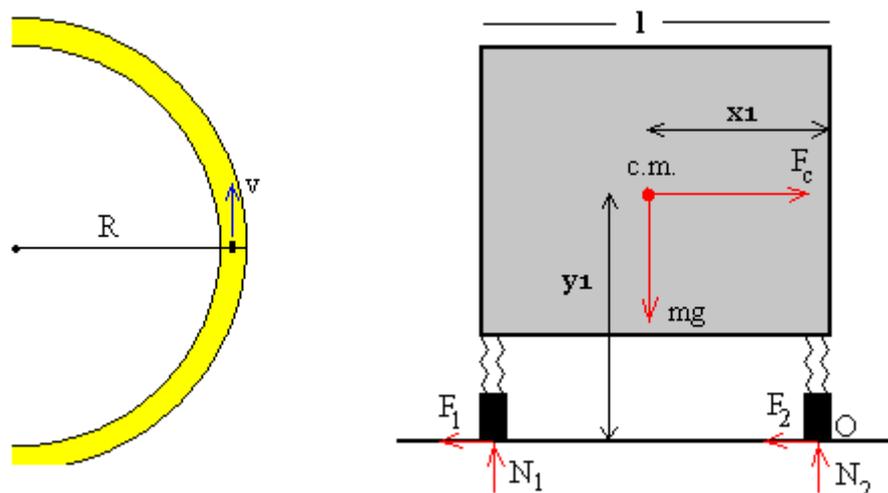
$$F_0 - k_1 \cdot x - k_2 \cdot x = m \cdot v / t + f \cdot v$$

$$F_0 - x \cdot (k_1 + k_2) = m \cdot v / t + f \cdot v$$

Siendo:  $F_0$ : fuerza que inicia el movimiento del sistema.  
 $x \cdot (k_1 + k_2)$ : fuerza ballesta más muelle neumático.  
 $m \cdot v / t$ : fuerza inercia.  
 $f \cdot v$ : fuerza amortiguador.

En general, se puede decir que la suma de las fuerzas está equilibrada con la suma de las fuerzas de inercia y las de rozamiento viscoso.

## 6.- LA ESTABILIDAD DE UNA AUTOCARAVANA CON BALLESTAS Y MUELLES NEUMATICOS



Consideramos una autocaravana que está describiendo una curva de radio  $R$ , con velocidad constante  $v_0$ . Debido a la distribución de la carga, el centro de masas o centro de gravedad está situado a una distancia de la carretera ( $y_1$ ) y a una distancia de la vertical ( $x_1$ ) trazado por el punto  $O$  (punto de apoyo de la rueda que circula por el exterior de la curva y que recibe la mayor carga) y perpendicular a la carretera.

$\mu$ : coeficiente de rozamiento entre las ruedas de la autocaravana y la carretera.

$N_1$ : fuerza de reacción que ejerce la carretera sobre las ruedas que circulan por el interior de la curva.

$N_2$ : fuerza de reacción que ejerce la carretera sobre las ruedas que circulan por el exterior de la curva.

$F_1$ : fuerza de rozamiento ( $F_1 = \mu \cdot N_1$ ).

$F_2$ : fuerza de rozamiento ( $F_2 = \mu \cdot N_2$ ).

$m \cdot g$ : ( $m \cdot 9,81$ ) fuerza que ejerce la masa de la autocaravana aplicada en el centro de gravedad y perpendicular a la carretera.

$l$ : distancia entre ruedas de un mismo eje.

$F_c$ : fuerza centrífuga aplicada en centro de gravedad y con dirección hacia el exterior de la curva.

Suponiendo que al haber colocado y ajustado correctamente los muelles neumáticos, la autocaravana permanece estable a lo largo de la curva y sin apenas inclinación de la masa suspendida, tendremos que:

$$N_1 + N_2 = m \cdot g \quad (1)$$

$$F_c = F_1 + F_2 \quad (2)$$

Tomando momentos respecto al punto O (Momento = Fuerza · distancia) y como hemos dicho antes hay un equilibrio de fuerzas.

$$\left. \begin{array}{l} M_1 = -N_1 \cdot l \\ M_2 = m \cdot g \cdot x_1 \\ M_3 = -F_c \cdot y_1 \end{array} \right\} \quad M_1 + M_2 + M_3 = 0 \text{ (condición de equilibrio)}$$

$$-N_1 \cdot l + m \cdot g \cdot x_1 - F_c \cdot y_1 = 0$$

Despejando  $N_1$ :

$$N_1 = \frac{m \cdot g \cdot x_1 - F_c \cdot y_1}{l} \quad (3)$$

Tenemos dos situaciones para analizar:

- 1) **La autocaravana vuelca.** Si la velocidad  $v$  de la autocaravana va aumentando, aumenta la fuerza centrífuga ( $F_c = m \cdot v^2/R$ ), hasta que  $N_1$  (las ruedas interiores a la curva se empiezan a despegar de la carretera) se haga cero.

En esta situación, cualquier aumento de la velocidad hace que la autocaravana vuelque.

La condición para que la autocaravana empiece a volcar es que  $N_1=0$ . Tomando la expresión (3) para que  $N_1=0$ :

$$m \cdot g \cdot x_1 = F_c \cdot y_1$$

$$g \cdot x_1 = \frac{v^2}{R} \cdot y_1$$

$$v = \sqrt{R \cdot g \cdot x_1/y_1} \quad (4)$$

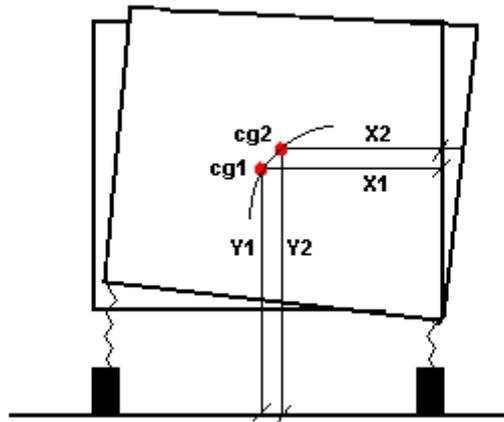
#### condición para que la caravana empiece a volcar

De esta expresión podemos deducir que si  $x_1$  disminuye o  $y_1$  aumenta o si se producen ambas condiciones, la velocidad de vuelco de la autocaravana se hace menor. La expresión también nos indica que a partir de esta velocidad la autocaravana vuelca, si al dar una curva de radio  $R$ , yendo a una velocidad  $v$  (velocidad crítica de vuelco), y por cualquier causa disminuye la relación entre  $x_1/y_1$ .

Yendo cerca de la velocidad crítica de vuelco, si el centro de gravedad se desplaza hacia el exterior de la curva, bien por desplazamiento de la carga hacia su lado o porque la masa suspendida de la autocaravana se inclina excesivamente hacia el lado en cuestión, la autocaravana vuelca.

Esto ocurriría con más facilidad si no tuviéramos colocados los muelles neumáticos y las barras estabilizadoras, que refuerzan la suspensión e impiden que la autocaravana se incline en exceso.

En el dibujo vemos que al inclinarse la autocaravana el centro de gravedad se desplaza, siendo  $x_2 < x_1$  y  $y_2 > y_1$ , que nos confirma lo dicho anteriormente, es decir, la relación entre  $x_1/y_1$  se hace menor:



- 2) *La autocaravana se desliza.* Si tomamos las expresiones (1) y (2):

$$\left. \begin{array}{l} N_1 + N_2 = m \cdot g \quad (1) \\ F_c = F_1 + F_2 \quad (2) \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{y si } F_1 = \mu \cdot N_1 \text{ y } F_2 = \mu \cdot N_2 \\ \text{sustituyendo en (2) tenemos que:} \end{array}$$

$$F_c = \mu \cdot N_1 + \mu \cdot N_2 \implies F_c = \mu \cdot (N_1 + N_2) \implies$$

$$F_c = \mu \cdot m \cdot g \quad \text{y como } F_c = m \cdot v^2/R \quad \text{entonces}$$

$$v^2/R = \mu \cdot g \implies$$

$$(5) \quad v = \sqrt{R \cdot g \cdot \mu}$$

La expresión nos indica que a partir de esta velocidad la autocaravana se desliza y se sale de la curva. Esto ocurriría al dar una curva de radio  $R$ , yendo a una velocidad  $v$  (velocidad crítica de deslizamiento), y si por cualquier causa disminuye el coeficiente de rozamiento  $\mu$ . De ahí la importancia de tener un buen sistema de suspensión (ballestas + muelles neumáticos + barra estabilizadora + amortiguadores) y los neumáticos en buen estado.

La duda que se nos plantea al colocar los muelles neumáticos, es que tendríamos que colocar otros amortiguadores de mayor eficacia o de una eficacia

acorde a la suspensión resultante del conjunto ballesta más muelle neumático.

## 7.- EJEMPLOS PRACTICOS

### Ejemplo 1

*Autocaravana perfilada con una anchura entre ruedas del mismo eje de 2 m, una altura total de 2,650 m, altura del centro de gravedad 1,2 m, distancia del centro de gravedad a la rueda que circula por el exterior de la curva 0,85 m, coeficiente de rozamiento de 0,7 y toma una rotonda de 30 m de radio.*

*Calcularemos a qué velocidad vuelca y a qué velocidad se empieza a deslizar.*

$$v = \sqrt{R \cdot g \cdot x_1/y_1} = \sqrt{30 \cdot 9,81 \cdot 0,85/1,2} = 14,43 \text{ m/s}$$

luego empieza a volcar a una velocidad de  $v = 51,97 \text{ km/h}$ .

$$v = \sqrt{R \cdot g \cdot \mu} = \sqrt{30 \cdot 9,81 \cdot 0,7} = 13,83 \text{ m/s}$$

luego el vehículo empieza a deslizarse a una velocidad de  $v = 49,78 \text{ km/h}$ .

### Ejemplo 2

*Imaginemos qué hubiese ocurrido si la autocaravana hubiese sido una Capuchina con el centro de gravedad más alto. Anchura entre ruedas del mismo eje de 2 m, una altura total de 3,2 m, altura del centro de gravedad 1,6 m, distancia del centro de gravedad a la rueda que circula por el exterior de la curva 0,85 m, coeficiente de rozamiento de 0,7 y toma una rotonda de 30 m de radio.*

*Calcularemos a qué velocidad vuelca y a qué velocidad se empieza a deslizar.*

$$v = \sqrt{R \cdot g \cdot x_1/y_1} = \sqrt{30 \cdot 9,81 \cdot 0,85/1,6} = 12,50 \text{ m/s}$$

luego empieza a volcar a una velocidad de  $v = 45 \text{ km/h}$ .

$$v = \sqrt{R \cdot g \cdot \mu} = \sqrt{30 \cdot 9,81 \cdot 0,7} = 13,83 \text{ m/s}$$

luego el vehículo empieza a deslizarse a una velocidad de  $v = 49,78 \text{ km/h}$ .

Como podemos apreciar con los ejemplos anteriores, la capuchina al tener un centro de gravedad más alto, vuelca a menor velocidad, teniendo las demás condiciones iguales. Sin embargo, la velocidad de deslizamiento es la misma.

Hay que recalcar que no hemos hablado de los vientos laterales, de las depresiones creadas al pasar un camión o al ser pasado por éste. Todos los que somos usuarios de autocaravanas hemos sentido muchas veces los efectos que esto produce en la conducción de la misma.

Por todo lo argumentado anteriormente, se intuye que hay una mejora manifiesta en la estabilidad, conducción, etc... al colocar unos muelles neumáticos que refuercen la suspensión que viene de serie.

En las autocaravanas capuchinas es conveniente colocar los muelles neumáticos tanto en el eje trasero como en el delantero. No olvidemos que una autocaravana es un vehículo que circula permanentemente con la carga máxima para la cual ha sido fabricada. Lo que no se entiende es cómo los fabricantes sabiendo esto, no mejoran los sistemas de suspensión en todos los vehículos que salen de serie y que se destinan a este uso.

## **8.- MONTAJE DE LOS MUELLES NEUMATICOS**

Una vez de haber estudiado la necesidad de colocar los muelles neumáticos y el tipo de muelles, nos hemos decidido por montar el kit de suspensión auxiliar neumático de la marca "DRIVERITE", cuyo importador exclusivo es Comercial Neumaval, S.L.

La autocaravana está montada sobre un chasis Renault Master. Se ha instalado el kit básico más el kit compresor con control de doble nivel de inflado.

El kit básico consta de: dos muelles neumáticos más los soportes específicos para cada chasis y tortillería a instalar junto a las ballestas.

El kit compresor con control de doble nivel de inflado consta de un elemento compuesto por:

- Un manómetro de doble aguja y dos válvulas neumáticas de tres vías tres posiciones, centros cerrados y dos interruptores integrados en éstas, todo de accionamiento manual.
- Tubos de nailon de unos 6 mm. de diámetro para la conducción del aire a presión generado por el compresor.
- Un compresor, que junto al elemento anteriormente descrito, genera y distribuye el aire a los muelles, visualizando y ajustando independientemente las presiones de cada muelle neumático.

Junto con el kit anteriormente descrito, viene la información de montaje e instrucciones de instalación que están perfectamente detalladas y constan de 6 pasos más reglajes finales y mantenimiento. También adjuntan un certificado de homologación y un certificado de instalación a rellenar por el taller instalador para posteriormente poder pasar la inspección ITV.

Nosotros no hemos seguido el orden de montaje indicado en las instrucciones recibidas.

- 1) Se buscará dentro de la cabina un sitio adecuado para instalar las válvulas de inflado y el manómetro. En nuestro caso se ha instalado junto a la radio.



Vista del manómetro y válvulas de inflado en cabina

2) se instalará el compresor en nuestro caso en el recinto motor.

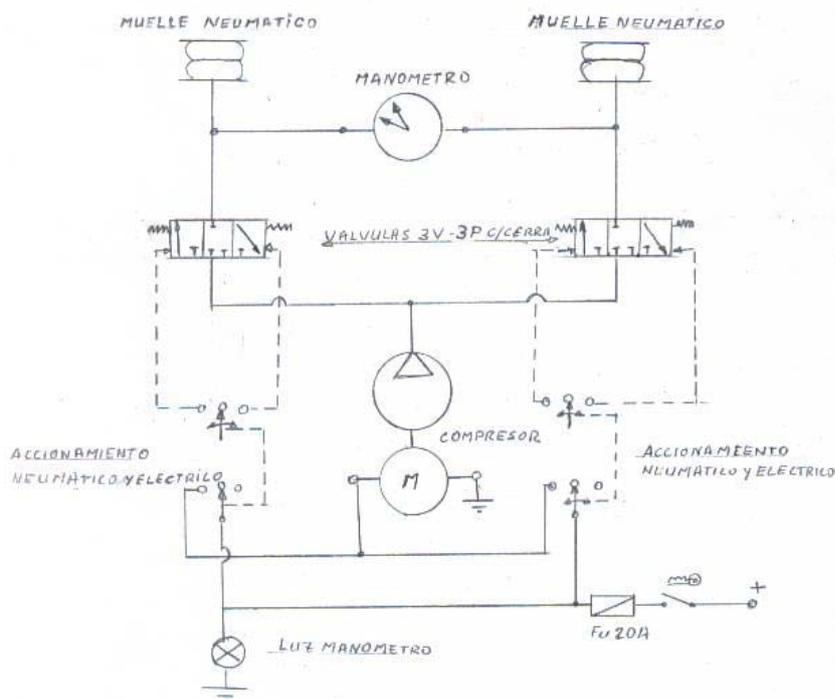
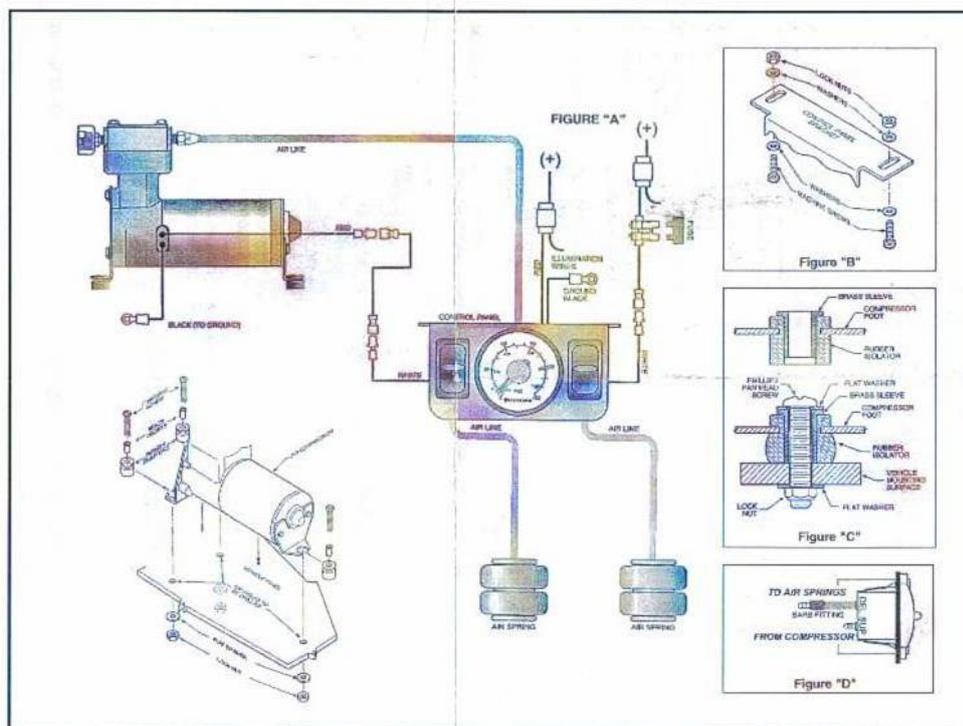


Vista del compresor instalado en el recinto motor

3) se conexionará la parte eléctrica como indica el esquema de montaje. En nuestro caso la conexión de los dos positivos se ha efectuado a un positivo de

la caja de fusibles que se activa con la llave de contacto. De esta manera, cuando giremos la llave, tendremos la posibilidad de inflar los muelles y se iluminará el manómetro.

KIT COMPRESOR - COMANDO DOBLE



- 4) Se conectarán todos los tubos neumáticos desde el compresor a las válvulas de inflado y las conexiones de las válvulas de inflado a los muelles neumáticos. En este momento del montaje, sólo se conectará en la parte de las válvulas, dejando todos los tubos preparados en el compartimento motor.



**Vista conexiones eléctricas y neumáticas en las válvulas de inflado**



**Vista conexiones eléctricas y neumáticas en las válvulas de inflado**



**Vista conexiones eléctricas y neumáticas en las válvulas de inflado**



**Paso de los tubos neumáticos por detrás de la guantera**

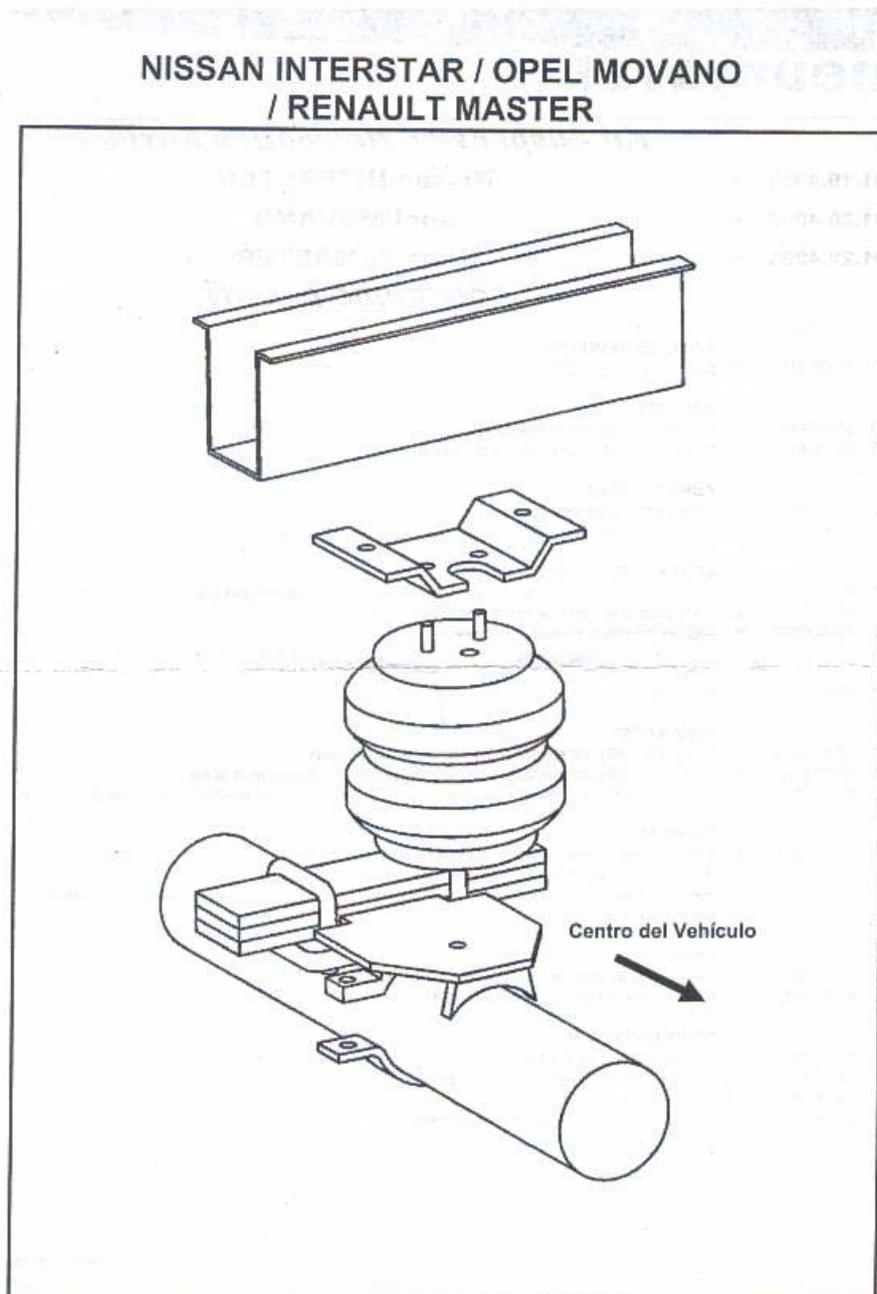


**Paso de los tubos neumáticos y los cables eléctricos de marcha del compresor desde la cabina al compartimento motor**

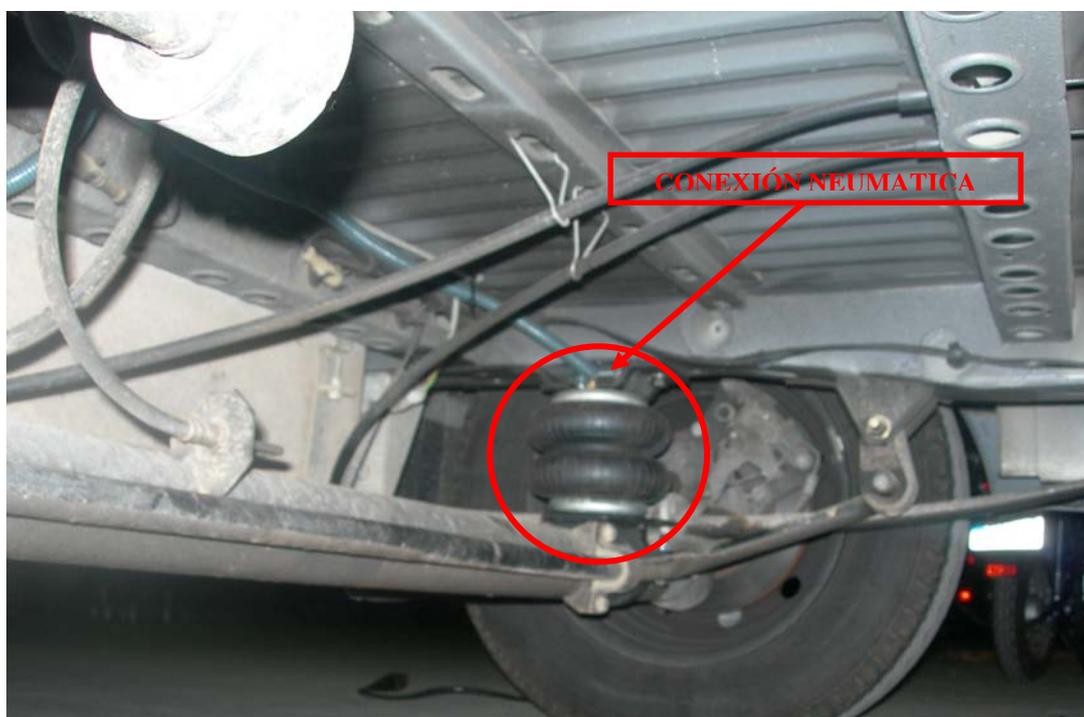


**Tubos neumáticos y eléctricos en el compartimento motor pasados desde la cabina**

- 5) Se montarán los soportes mecánicos en los muelles y los codos de conexión para los tubos.



- 6) Se colocará la autocaravana en el foso o se elevará con un elevador adecuado para poder elevar 4000 kg. como mínimo.
- 7) Se quitarán los topes de goma que están colocados en el chasis, encima del eje trasero y en su lugar se atornillarán los muelles neumáticos al chasis y el otro extremo al eje mediante la tortillería recibida para tal efecto. Toda esta operación se efectuará teniendo cuidado de colocar los codos de conexión neumática hacia el centro del eje.



Vista del muelle neumático montado junto a la ballesta y a la barra estabilizadora



**Vista del muelle neumático montado junto a la ballesta y al amortiguador**

- 8) Se pasarán los tubos neumáticos, que previamente hemos dejado en el compartimento motor, hacia los muelles neumáticos, conectándolos y sujetándolos en el fondo de la autocaravana mediante bridas.



**Vista de la sujeción de los tubos neumáticos protegidos por un tubo eléctrico y sujetos por medio de bridas**

9) Se efectuarán las pruebas de inflado de los muelles neumáticos a una presión próxima a  $7 \text{ kg/cm}^2$ . En nuestro caso hemos dejado 24 horas a esta presión y no hemos observado ninguna fuga.

**10) Ajuste final.** Las presiones de trabajo de los muelles es recomendable tenerlas entre  $2,5 \text{ kg/cm}^2$  y  $3,5 \text{ kg/cm}^2$ . En nuestro caso funciona muy bien alrededor de  $3 \text{ kg/cm}^2$ .

**Nota:** los muelles no deben llevar nunca una presión menor de  $0,5 \text{ kg/cm}^2$  (peligro de rotura de la goma por cizalladura), ni mayor de  $7 \text{ kg/cm}^2$ , valor máximo que el fabricante da. Se puede dar el caso de que inflemos demasiado los muelles neumáticos, anulando así la suspensión de serie.

## 9.- PRUEBAS EN CARRETERA

Después de haber recorrido 2500 km. hemos observado una mejoría notable de la estabilidad en curvas y al poder ajustar la altura en carga (moto en garaje, etc...) hemos evitado que la autocaravana roce al pasar muchos de los obstáculos en los que esto ocurría anteriormente.

Lo que es importante que veamos, es que las agujas del manómetro se muevan con soltura. Si esto no ocurre, es porque hemos ajustado con demasiada presión los muelles.

El ruido interior de la cacharrería no ha aumentado apreciablemente.

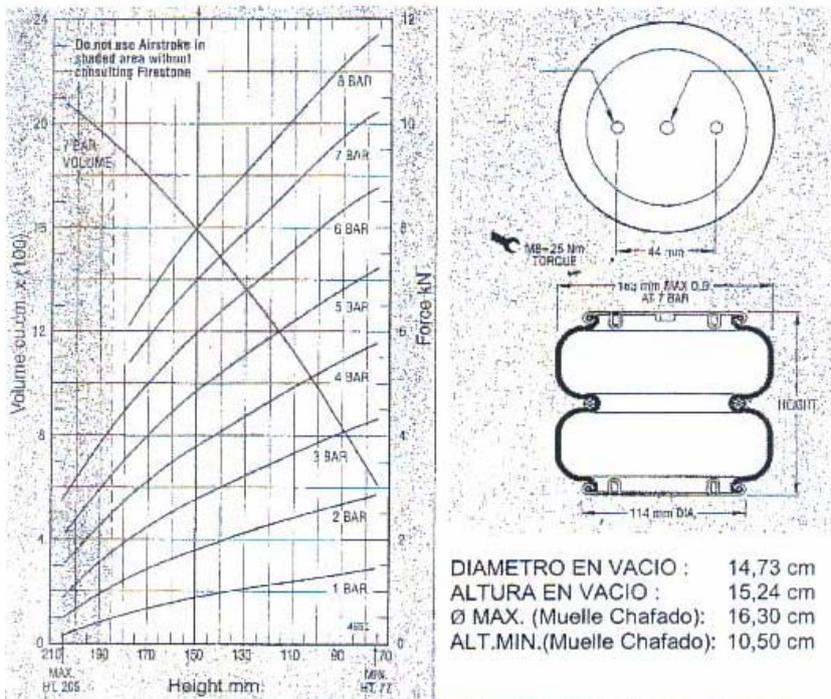
Una de las ventajas cuando estamos estacionados y no podemos acampar (no sacar las patas), es que podemos aumentar la presión de los muelles a unos  $6 \text{ kg/cm}^2$ , evitando que la autocaravana tenga un excesivo balanceo.

Por todo esto podemos decir que los objetivos buscados inicialmente al instalar la suspensión neumática, han sido alcanzados satisfactoriamente.

Partiendo del ajuste realizado, aproximadamente 3 kg/cm<sub>2</sub> (3 bar), las suspensiones han adquirido una altura de 140 mm. Si miramos en la gráfica o tabla adjunta podremos comprobar que corresponde a una fuerza de 3,01 kN o lo que es lo mismo de aproximadamente 306 kg. Esto nos indica que, gracias a los muelles neumáticos, estamos liberando a las ballestas de soportar un peso de 306 kg en cada rueda del eje trasero. De este modo, podemos intuir que la vida de las ballestas va a ser mayor y no van a perder apenas flecha debido a la fatiga.

**255-15 Firestone AIRSTROKE AIRMOUNT**

**ESPECIFICACIONES DEL MUELLE 255-1,5 C**



| Altura del montaje (mm) | Volumen a 7 BAR (cm <sup>3</sup> ) | EFF Area a 7 BAR (cm <sup>2</sup> ) | kN Fuerza |         |         |         |         |
|-------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-----------|---------|---------|---------|---------|
|                         |                                    |                                     | a 3 BAR   | a 4 BAR | a 5 BAR | a 6 BAR | a 7 BAR |
| 180                     | 1.896                              | 74                                  | 1,91      | 2,71    | 3,49    | 4,40    | 5,19    |
| 160                     | 1.708                              | 92                                  | 2,51      | 3,46    | 4,41    | 5,47    | 6,43    |
| 140                     | 1.491                              | 106                                 | 3,01      | 4,09    | 5,18    | 6,37    | 7,43    |
| 120                     | 1.255                              | 119                                 | 3,44      | 4,64    | 5,85    | 7,15    | 8,33    |
| 100                     | 992                                | 132                                 | 3,84      | 5,16    | 6,49    | 7,92    | 9,23    |
| 80                      | 703                                | 144                                 | 4,22      | 5,65    | 7,08    | 8,62    | 10,06   |

**ANEXO I: INSTRUCCIONES DE INSTALACION DE LA EMPRESA**  
**NEUMAVAL**

**Neumaval**  
**Kit Suspensión Neumática**  
**Auxiliar Renault MASTER/**  
**Opel MOVANO/ Nissan**  
**INTERSTAR**  
**cod.4003**

**INSTRUCCIONES DE INSTALACIÓN**

**PASO 1 - FIJAR EL SOPORTE SUPERIOR**

Poner el vehículo en superficie sólida y nivelada. Tomar todas las medidas de seguridad, bloqueando las ruedas cuando vaya a trabajar debajo del vehículo. Retirar los topes de goma del chasis sobre el eje, que ya no serán mas utilizados. Posicionar el soporte superior debajo del chasis, fijándolo en los agujeros del tope de goma con los mismos tornillos que llevaba este, según se muestra en el dibujo.

**PASO 2 - MONTAJE DE LOS SOPORTES INFERIORES A LOS MUELLES**

Montar los soportes inferiores en los muelles neumáticos con los tornillos de cabeza sextavada de 3/8" y las arandelas de presión provistas en el kit.

**PASO 3 - INSTALACIÓN DE LAS ENTRADAS DE AIRE**

Montar los codos para las tomas de aire en los agujeros de la parte superior de los muelles neumáticos, apretando hasta que las puntas se queden en dirección al centro del vehículo. Seguidamente, estirar la manguera de aire suministrada y cortar en dos partes de igual longitud. Corte lo más perpendicular y recto posible. Un corte en ángulo o con alguna imperfección u ondulación, puede provocar fugas de aire. **NO** doblar, torcer o hacer ángulos cerrados con los tubos. Montar una punta de cada tubo a los codos de salida de los muelles neumáticos, introduciendo el tubo en el codo hasta el fondo, hasta notar un "clic".

EL TUBO DE AIRE NO DEBE QUEDAR TENSADO. SI ALGÚN TUBO QUEDARA DEMASIADO ESTIRADO PODRÍA PROVOCAR FUGAS DE AIRE.

#### **PASO 4 - INSTALACIÓN**

Colocar el conjunto premontado en el vehículo, de manera que el soporte inferior descansa sobre el eje como se muestra en el dibujo. La parte superior de los muelles neumáticos dispone de 2 roscas, que deben ser introducidas en el soporte superior asegurándose de que el codo quede entre las dos patas del mismo. Fije los muelles neumáticos al soporte superior con las tuercas 3/8" y las arandelas de presión.

Posicione el soporte inferior de manera que quede nivelado con el eje, encajando el soporte entre las abrazaderas de la ballesta, haciendo tope en esta. Fijarlos con las abrazaderas utilizando los tornillos de 10/50 y las tuercas M10.

#### **PASO 5 - INSTALACIÓN DE LA LÍNEA DE AIRE**

Escoger un punto en el vehículo para el emplazamiento de las válvulas de inflado. Tiene que ser una superficie rígida y de fácil acceso como pueden ser: el alojamiento de ruedas, el paragolpes o se puede utilizar algún agujero ya existente en el chasis. Si se instala en el alojamiento de las ruedas, cuidar para que estén protegidas del barro y suciedad que tiran los neumáticos al rodar. Taladrar un agujero de  $\varnothing$  8 mm (5/16") e instalar las válvulas.

**NOTA:** Poner siempre el tapón de la válvula, para protegerla de cualquier suciedad.

Pasar el tubo desde los muelles neumáticos hasta las válvulas, evitando doblarlo, el calor del tubo de escape y el roce en partes puntiagudas.

Montar el tubo en las válvulas introduciéndolo hasta el fondo, hasta notar un "clic". Fijar el tubo con las abrazaderas de nylon suministradas.

Si lo prefiere puede colocar una sola válvula manual de inflado para los dos muelles. Para ello, el kit viene provisto de una conexión "T" para unir los dos muelles y sacar el tubo a una sola válvula de inflado.

#### **PASO 6 - TEST DEL SISTEMA DE AIRE**

Una vez estén instaladas las válvulas de inflado, pruebe el sistema, inflando los muelles neumáticos con presión entre 6 y 7 bar. Verifique que no hay fugas de aire en el sistema aplicando spray detector de fugas o espuma de agua con jabón en todas las conexiones. Si encuentra algún escape, retire el tubo de las piezas tirando del anillo hacia el cuerpo de la pieza, haciendo que el tubo quede suelto. Observe que el tubo está bien cortado y asegúrese de introducirlo completamente a fondo.

**ASEGÚRESE** de que **NO HAYA PRESIÓN** en el sistema **ANTES** de soltar cualquier conexión.

Si detecta escapes en la rosca de los codos, dar una vuelta más hasta que se elimine por completo el escape.

#### **REGLAJES FINALES**

La instalación del kit no varía las características originales que por homologación posee el vehículo. Por seguridad, se puede realizar una prueba de carga para comprobar la eficacia del frenado del eje posterior y asegurarse de la correcta regulación de la válvula de frenado.

**¡Esto completa la instalación!**

Antes de ponerse en marcha, verifique que hay espacio suficiente para el trabajo de los muelles neumáticos (mínimo de 1 cm alrededor).

Con una presión demasiado alta (de 5 a 7 Kg) puede llegar a anularse la suspensión original, haciendo que el vehículo pueda saltar o derrapar al reducir la adherencia del neumático con el suelo. También puede provocar daños irreversibles al chasis y otros componentes de la suspensión. OBSERVE que a mayor presión más se endurece el muelle neumático y, por lo tanto, menor es su efecto amortiguador.

NOTA IMPORTANTE: LA PRESIÓN RECOMENDABLE EN LOS MUELLES NEUMÁTICOS ES DE **2,5 A 3,5 Kg.** CON ELLO CONSEGUIRÁ OBTENER TODAS LAS VENTAJAS DE LA SUSPENSIÓN NEUMÁTICA AUXILIAR, ALCANZANDO EL PERFECTO EQUILIBRIO ENTRE LA BALLESTA Y LOS MUELLES NEUMÁTICOS.

### **MANTENIMIENTO**

- Los muelles no deben llevar nunca más de 7 Kg de presión, ni menos de 0,5 Kg.
- Es conveniente comprobar el estado de la suspensión periódicamente, coincidiendo con las revisiones del mantenimiento habitual del vehículo, por ejemplo.
- Si por cualquier circunstancia uno de los dos muelles neumáticos instalados se deteriorase, deberá anular el otro muelle (presión de 0,5 Kg). La suspensión funcionará, entonces, en las condiciones ORIGINALES previas a la instalación de la suspensión auxiliar.

**ANEXO II: CERTIFICADOS DE LA EMPRESA NEUMAVAL**



**Comercial neumaval, S.L.**  
 C.I.F. B-96.726.799

Calle Catedrático Juan Ferrando Badía, 10  
 Polígono "EL MOLÍ" • 46134 FOYOS (VALENCIA)  
 Tel.: 961 480 762 - Fax: 961 480 765  
 e-mail: comercial@neumaval.com  
 www.neumaval.com

**Comercial Neumaval S.L.** con domicilio social en C/Catedrático Juan Ferrando Badía, nº10, Polígono Industrial "El Molí", Foyos (Valencia) y como importador exclusivo de la marca "DRIVE RITE",

## CERTIFICA

que los kits de suspensión auxiliar neumática de la marca "DRIVERITE", cumplen las exigencias de la normativa europea vigente y, a la vez con lo establecido originalmente en el R.D. 736/1988 de 8 de julio y la orden CTE/3191/2002 de 5 de diciembre en lo relativo a Reformas de Importancia Generalizada según resolución de la Generalitat Valenciana nº 542/04 de 15 de septiembre de 2004, amparada en el proyecto técnico ref.14/2004 y en el informe del Laboratorio de Automóviles del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Valencia nº365/04.

Y para que conste a efectos de la pertinente legalización, se extiende y firma la presente en

Foyos, a 15 de septiembre de 2004.

**COMERCIAL NEUMAVAL, S.L.**  
 C.I.F. B - 96.726.799  
 C/ Catedrático Juan Ferrando Badía, 10  
 Polígono El Molí  
 46134 FOYOS (Valencia)  
 Tel. 96 148 07 62 - Fax 96 148 07 65

**Fdo: Roberto Hurtado Fernández**

**ATENCIÓN**  
 Este certificado solo es valido presentando el ORIGINAL.



## CERTIFICADO DE INSTALACIÓN

D/Dña....., DNI.....  
 en representación y expresamente autorizado por la empresa .....  
 domiciliada en.....  
 de....., provincia de....., teléfono.....  
 dedicada a la actividad de..... con Registro Industrial  
 nº....., Registro Especial nº..... y C.I.F.....  
 expresamente autorizado por Comercial Neumaval S.L.,

## CERTIFICA

que la mencionada empresa ha realizado la Reforma consistente en:  
 Instalación de kit Suspensión Neumática Auxiliar marca "DRIVERITE" referencia.....  
 tipificada en el Real Decreto 736/1988 con los números:....., sobre el vehículo:  
 marca..... tipo..... variante.....  
 denominación comercial..... matrícula..... y  
 bastidor nº.....

de acuerdo con:

- . La normativa vigente en materia de reformas de importancia en vehículos.
  - . Las condiciones del informe favorable del laboratorio de Automóviles de la U.P.V.
  - . Las prescripciones técnicas de montaje del fabricante, sin haber modificado las características originales del vehículo y de acuerdo con la Resolución de Reforma Generalizada nº..... de la Generalitat Valenciana.
- Además certifica también que se ha ajustado convenientemente el sistema de frenado del eje posterior, así como otros mecanismos afectados.

Se garantiza que cumple lo previsto en el artículo 6 R.G.V., y en su caso, en el artículo 9º del R.D. 1457/1986 de 10 de enero.

....., a ..... de ..... de 200.....

(Firma y sello del taller instalador)

## **ANEXO III: RECOMENDACIONES GENERALES Y GARANTIA DE LA EMPRESA NEUMAVAL**

# neumaval

---

## RECOMENDACIONES GENERALES Y GARANTIA

**Es importante que dediquen unos minutos a la lectura de estas recomendaciones y que se comuniquen al conductor/propietario del vehículo las indicadas con ☞.**

- ☞ En primer lugar queremos agradecerle por utilizar nuestros kits de Suspensión Neumática Auxiliar.
  - ☞ Los productos están garantizados por 24 meses, a partir de la fecha de la facturación, contra defectos de fabricación y materiales.
  - ☞ La garantía se limita a la sustitución del material defectuoso por otro nuevo de igual modelo y cantidad incluyendo los portes de su envío.
  - ☞ La garantía NO contempla la mano de obra de la sustitución, reclamaciones por pérdidas, daños, beneficio cesante, tiempos de inmovilización del vehículo, daños causados por mala utilización, sobrecargas, falta de presión o descuidos de mantenimiento adecuado del sistema.
  - ☞ La alteración de cualquier pieza del kit, sin el expreso consentimiento del fabricante, está totalmente prohibida y constituye la anulación inmediata de la garantía.
  - ☞ La instalación de los kits de Suspensión Neumática Auxiliar constituye una Reforma de Importancia y debe ser inscrita en la ficha técnica del vehículo por la estación de ITV correspondiente, en un plazo máximo de siete días a partir de la fecha de instalación, según indica el R.D. 736/88.
  - ☞ La instalación de las suspensiones neumáticas auxiliares no modifica la estructura ni la M.M.A (Masa Máxima Autorizada) del vehículo, por lo que hay que tener presente que exceder el peso máximo de carga autorizado para el vehículo disminuye la seguridad, puede causar accidentes y provocar serios daños a la estructura del mismo, además de causar la anulación de la garantía.
  - ☞ Al hinchar los muelles neumáticos hacerlo lentamente pues éstos necesitan poco aire y se hinchan rápidamente.
  - ☞ NO inflar los muelles neumáticos cuando éstos no estén sujetos en la suspensión o en una estructura adecuada. NO sobrepasar en ningún caso la presión de 7 bar (100 psi).
  - ☞ El uso inadecuado, el exceso de presión y/o de carga, pueden causar serios daños materiales o personales, de los cuales el único responsable es el usuario del vehículo en ese momento.
  - ☞ La función de esta suspensión es auxiliar. Hinchar en exceso los muelles neumáticos puede anular la actuación de las ballestas y dañar al chasis u otros elementos de la suspensión.
- Todos los trabajos de instalación y mantenimiento deben ser efectuados por personal técnico cualificado.
- Estos trabajos deben realizarse siempre considerando la seguridad personal, con el vehículo en un sitio plano, asegurándose de bloquear bien las ruedas y quitar la llave del contacto.
- Recuerde que los muelles neumáticos deben flexionarse durante el funcionamiento. Debe asegurarse de que haya suficiente espacio alrededor (mínimo 10mm) para que no rocen en ninguna parte del vehículo.
- Por seguridad, respetar siempre los pares de apriete indicados para tornillos y tuercas y, siempre que se desmonten por algún motivo, sustituirlos por tornillos y tuercas nuevos.
- Por seguridad, ASEGÚRESE de que NO hay presión en el circuito de aire ANTES de desmontar cualquier parte o separar algún tubo.

99.01.0001.900  
V.01/2005.