

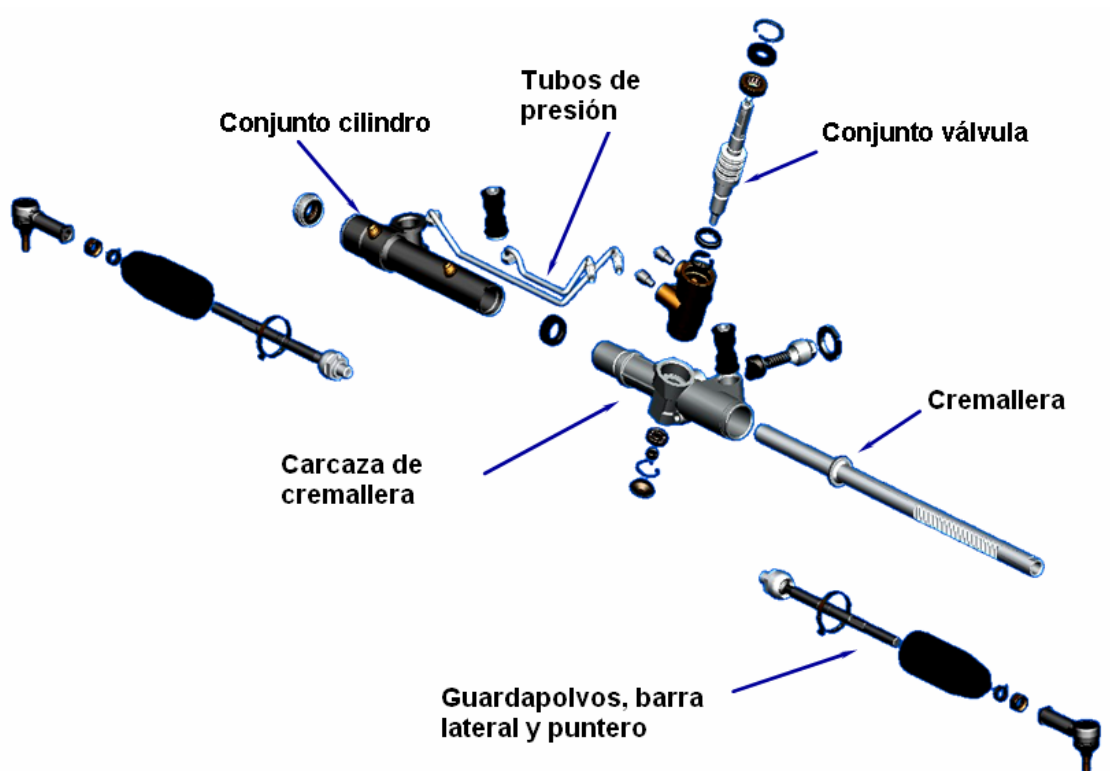
## CAPÍTULO 3

### COMPONENTES

#### LOS DIVERSOS COMPONENTES QUE CONFORMAN EL SISTEMA HIDRÁULICO

##### 3.1 Componentes de las direcciones asistidas

Como se menciona en el capítulo anterior, las direcciones hidráulicas cuentan en general con un cilindro de potencia, un pistón y dos válvulas (la que controla el sistema y la de alivio), además de la bomba, el engranaje, un tanque para el fluido de dirección, entre otros componentes. De estos componentes se hablará en las siguientes páginas.



**Figura 3.1:** Sistema de dirección hidráulica  
(Fuente: Componentes Automovilísticos S. A., 2005)

### 3.1.1 El cilindro de potencia

El cilindro de potencia es de doble acción y provee la fuerza necesaria para mover el sistema de dirección. El tamaño del cilindro está relacionado con la máxima fuerza de asistencia que requiera el vehículo. Dentro del cilindro se encuentra el servo pistón, el cual “divide” al cilindro en dos cámaras. El cilindro cuenta con dos orificios de entrada o salida en cada cámara, estos orificios se pueden apreciar en la imagen 3.2 (a la derecha e izquierda de la imagen).



**Figura 3.2:** Cilindro de potencia  
(Fuente: elaboración propia)

### 3.1.2 La válvula de control

Los sistemas asistidos emplean una válvula para dar dirección al fluido. Esta válvula tiene las siguientes características principales:

- 1) Devolver al tanque el fluido cuando no se necesita de la asistencia, es decir, recircula el fluido cuando la válvula esta en su posición neutra.
- 2) Debe de responder al movimiento del volante para así dirigir el fluido al lado correcto del pistón y permitir el desalojo, hacia el tanque, del fluido del lado contrario.
- 3) Debe permitir un incremento proporcional de la fuerza de asistencia conforme se aumenta el esfuerzo aplicado al volante.

Hay dos tipos de válvulas que se emplean en estos sistemas: las válvulas rotativas y las válvulas lineales. Ambas válvulas están limitadas a movimientos cortos, además de que cuentan con un resorte central. Este resorte sirve para controlar a que esfuerzo, ejercido en el volante, la válvula tiene que empezar a funcionar, además de que permite que la válvula vuelva a su posición neutral cuando se conduce el vehículo en línea recta. La válvula con la que cuenta la dirección del New Beetle es rotativa.

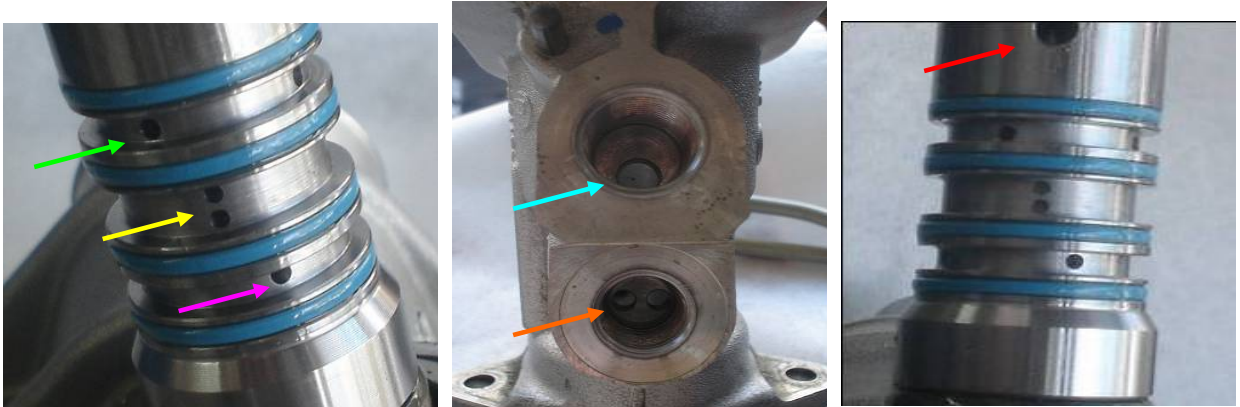
Al ser este elemento de gran importancia para los cálculos de este proyecto se explicará su funcionamiento de forma más profunda.

### **3.1.2.1 Válvula Rotativa**

Actualmente esta válvula es usada en los sistemas de piñón y cremallera. Esta válvula cuenta con las siguientes características (ver figura 3.3):

- Un orificio de entrada de flujo a la carcasa (línea azul) y dos de salida al tanque (línea naranja).
- 2 orificios de entrada (línea de color rojo)

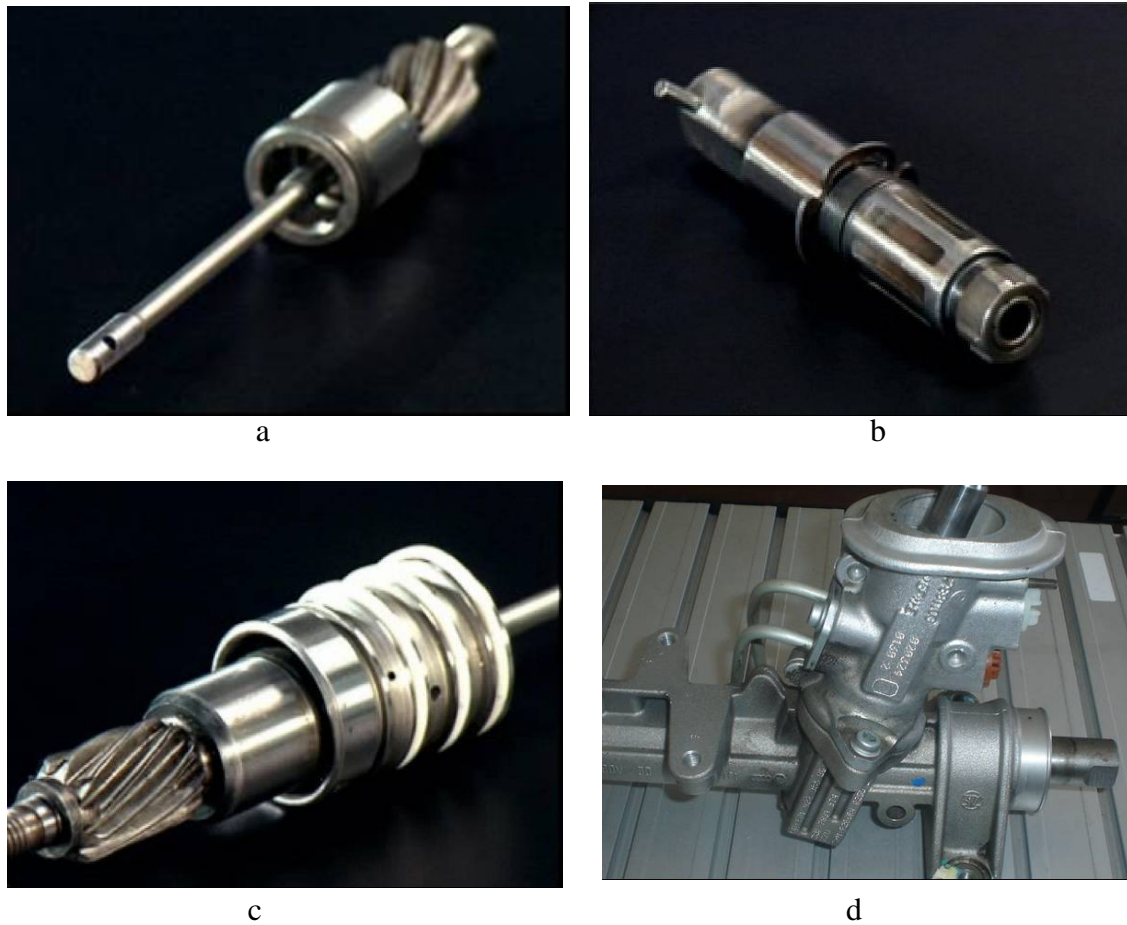
- 4 orificios que comunican la cámara A del cilindro de presión (línea color verde).
- 4 orificios que comunican la cámara B del cilindro de presión (línea color magenta)
- 8 orificios de retorno al depósito (línea color amarillo)



**Figura 3.3:** Diferentes vistas de los orificios de flujo de la válvula  
(Fuente: elaboración propia)

Además esta conformada por tres partes: la barra de torsión, el lado resistivo y el lado de acción. En la figura 3.4 se muestran estos componentes.

- 1) Barra de torsión: es el elemento que contiene al piñón y transmite el torque para mover el engranaje. (figura 3.4 a)
- 2) Lado de acción: es el que se encarga de dirigir el flujo en el se encuentran los diversos orificios de alimentación al cilindro y de retorno al depósito por donde pasa el fluido (figura 3.4 b)
- 3) Lado resistivo: es que contiene los orificios de entrada y salida del fluido de la válvula. Este elemento, al girar, controla el flujo a través de los orificios del lado de acción.
- 4) Por ultimo tenemos la vista externa de la carcasa de dirección. Dentro de esta se encuentran ensamblados todos los elementos arriba mencionados.

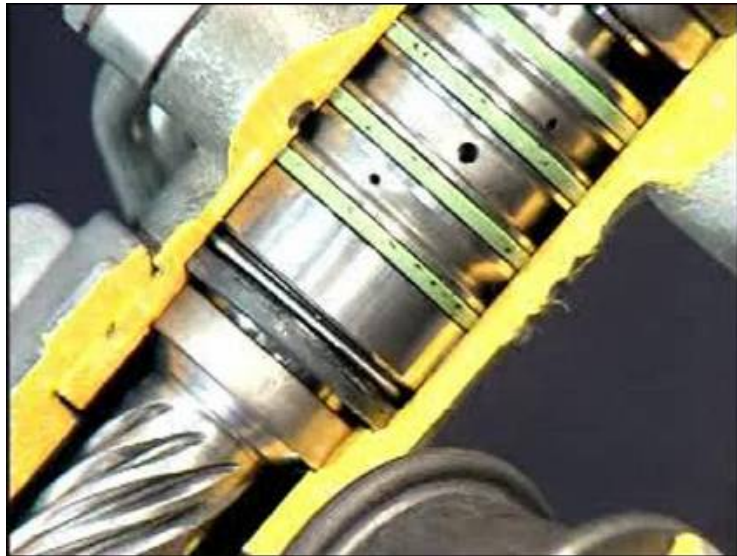


**Figura 3.4:** Barra de torsión (a), lado acción (b), lado de resistivo (c) y vista externa (d)  
(Fuente: Componentes Automovilísticos S. A., 2005 )

En esta válvula, la barra de torsión, la cual esta conectada al volante, tiene una “funda” (el lado de acción). El lado de acción tiene ranuras internas o aletas (dependiendo desde el punto de vista en que se vea) cortas y largas. Estas ranuras embonan con otras ranuras externas que forman parte del lado resistido de la válvula, es decir, son el positivo de las ranuras de la funda. Esta unión o desfase de las ranuras es lo que controla el flujo del fluido. El lado resistivo se mueve en conjunto con la barra de torsión. Por lo anterior al mover el volante, se mueve la barra de torsión, la cual mueve a al lado resistivo y al cual hace que las ranuras “embonen” o “des-embonen” de su posición de libre circulación (línea recta) para permitir el flujo, en un dirección o en otra, a través de los orificios del lado resistivo.

De esta forma se pueda hacer llegar el fluido a presión a un lado del cilindro de potencia, mientras que el otro es desalojado hacia el tanque o depósito.

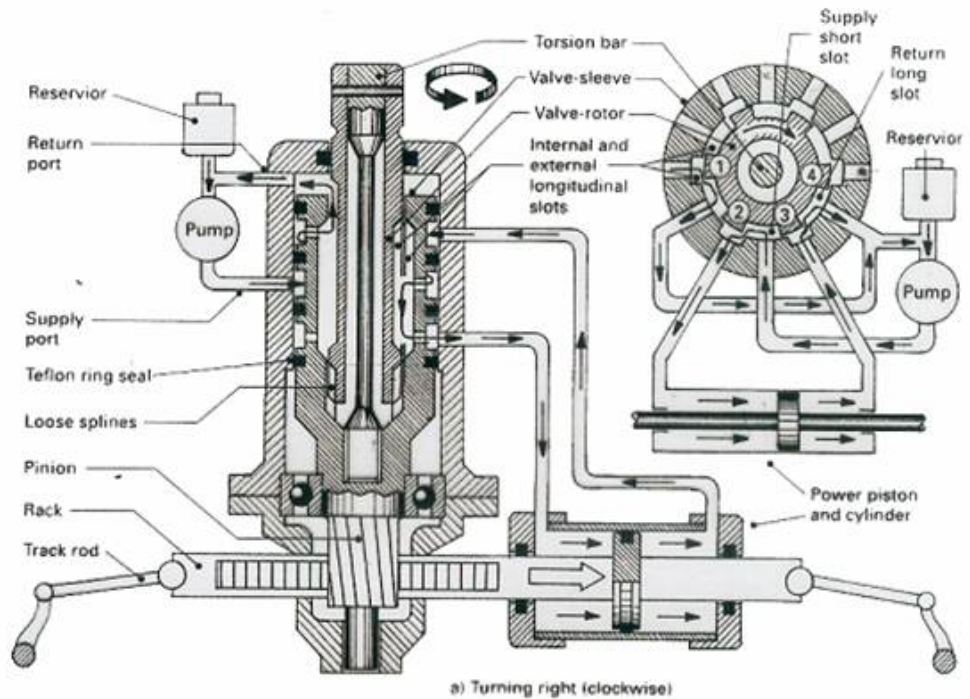
Para evitar fugas o filtraciones del fluido se emplean anillos de sello de teflón (cuatro en total) tanto en la válvula como en cilindro de potencia. El funcionamiento de estos anillos es similar a los usados en las cabezas de cilindros de los automóviles, es decir, impiden el paso del fluido de una cámara a otra de la válvula. Estos aparecen de color verde en la siguiente (figura 3.4)



**Figura 3.5:** Vista interior de la válvula  
(Fuente: Componentes Automovilísticos S. A., 2005)

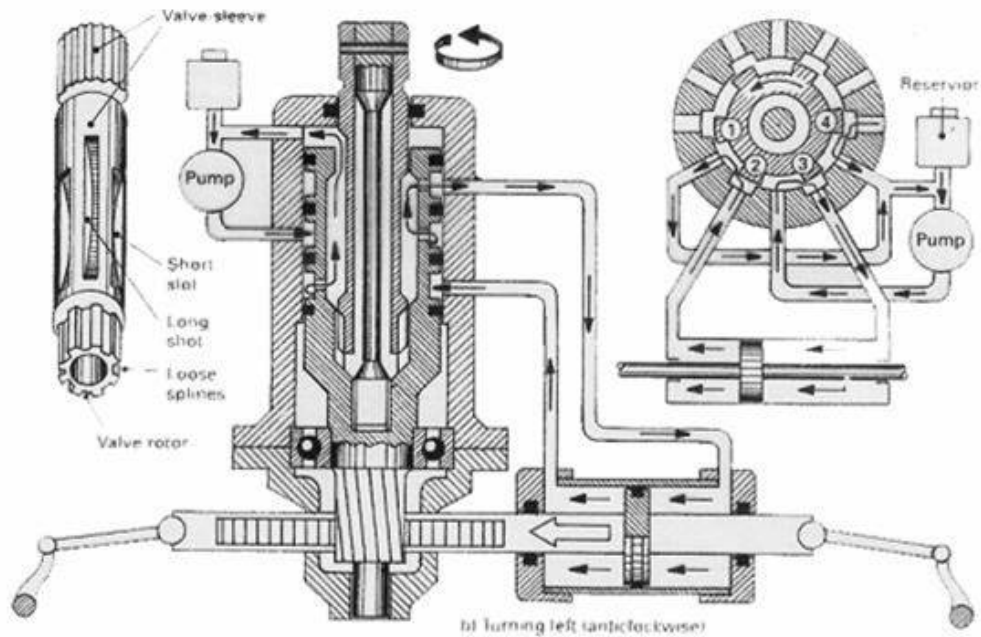
En la siguiente imagen se puede apreciar un corte frontal y superior de esta válvula (son imágenes generales que se pueden aplicar a cualquier válvula rotativa) en conjunto con el cilindro de potencia y el piñón y la cremallera.





**Figura 3.6:** Corte superior y frontal de la válvula rotativa (vuelta a la derecha)  
(Fuente: M. J. Nunney, 1998)

En la primera imagen se puede ver el funcionamiento de la válvula al dar la vuelta a la derecha. Se puede apreciar como el fluido pasa del tanque a la bomba y de esta a los orificios de la funda (lado de resistivo) de la barra de torsión. Ahí el rotor distribuye el flujo hacia uno de los lados del cilindro, no pudiéndose mezclar el fluido de un sentido con el otro, debido a los anillos (esto se aprecia mejor en el corte frontal). Se aprecia en el corte superior como el fluido entra entre los puntos 2 y 3, saliendo por el punto 2 hacia el cilindro. Del cilindro, el fluido entra por el punto 3 y sale entre el 3 y el 4 hacia el tanque. Lo mismo pasa por los demás orificios de la funda, es decir, el fluido entra entre los puntos 4 y 5, saliendo al cilindro por el punto 4. El fluido que se desaloja entra a la válvula por el punto 5 y sale entre el punto 5 y el 6. Por último el fluido entra por el punto 6 y sale al cilindro de potencia entre el punto 1 y el 6 y así se repite el proceso.



**Figura 3.7:** Corte superior y frontal de la válvula rotativa (vuelta a la izquierda)  
(Fuente: M. J. Nunney, 1998)

En esta segunda imagen se puede apreciar lo mismo solo que en este caso dando una vuelta a la izquierda. Aquí el fluido sigue entrando entre el punto 2 y el 3 pero ahora en lugar de ir al tanque por el punto 2, el fluido se va al cilindro por el punto 3. El fluido desalojado entra por el punto 2 y sale por el punto 1, y así sucesivamente con los demás orificios.

Podemos apreciar en ambas imágenes la conexión del cilindro de potencia con el piñón y la cremallera. El piñón sigue conectado a la barra de torsión (dentro de la columna de dirección), mientras que la cremallera está conectada directamente al cilindro, y por lo tanto, al pistón.

En posición neutral, el lado de acción está alineado con el lado resistivo, lo que permite dirigir el fluido a presión de regreso al tanque sin que se vea alterada la presión



dentro del cilindro, pues el flujo no se dirige a ningún lado del cilindro. En este estado el vehículo sigue una línea recta y no existe una asistencia del sistema. Por lo anterior podemos mencionar que hasta que se gire, aunque sea levemente, el volante, el sistema está en un estado de “stand by”.

La válvula rotativa permite también ejercer la mayor asistencia a bajas velocidades, es decir, a baja rotación de volante hay un gran giro de las ruedas, pues en este momento cuando hay mayor resistencia del sistema a girar. Caso contrario cuando el vehículo se desplaza a grandes velocidades, donde la resistencia al giro es menor y se requiere poca asistencia del sistema.

### **3.1.3 Árbol de dirección**

El árbol, también llamada columna de dirección (figura 8), es el dispositivo por medio del cual el conductor puede aplicar la fuerza de torsión necesaria que hace funcionar el sistema de dirección. Este elemento está unido al engranaje de dirección por medio de juntas universales, las cuales permiten cambios de ángulo a lo largo del árbol de dirección, sin afectar el torque inducido por el conductor. En otras palabras por medio de la columna de dirección se puede rotar el tornillo sin fin que mueve todo el mecanismo. En la imagen que se muestra a continuación se puede apreciar del lado izquierdo el lugar donde se coloca el volante. También es importante mencionar que las columnas de dirección.



**Figura 3.8:** Árbol de dirección  
(Fuente: Componentes Automovilísticos S. A., 2005)

### 3.1.4 Engranaje

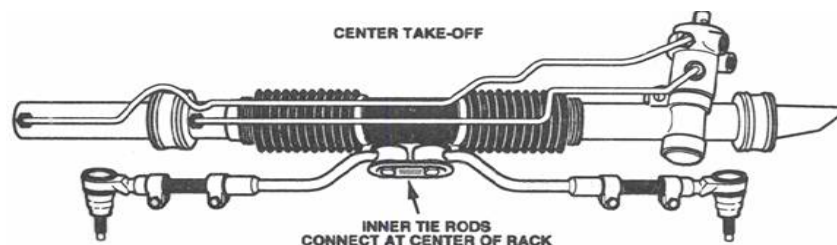
El engranaje se refiere al mecanismo que es utilizado en el sistema de dirección. El NB tiene un sistema de piñón y cremallera. Este mecanismo es el más sencillo. Un engrane, el piñón, se fija en el extremo del árbol de dirección y la cremallera forma parte integrante del enlace de la dirección, como lo podemos ver en la figura 3.8.



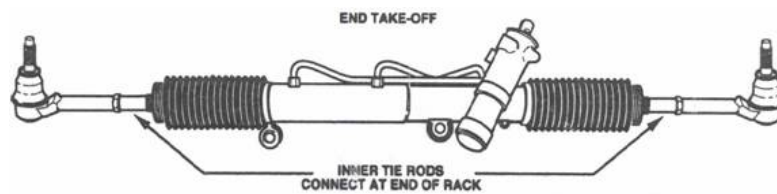
**Figura 3.9:** Mecanismo de piñón y cremallera  
(Componentes Automovilísticos S. A., 2005)

Cuando gira el volante se gira también el piñón, el cual desplaza la cremallera hacia la derecha o la izquierda, proporcionando control en la dirección. Existen dos variaciones en este sistema:

- 1) Diseño ETO (End take-off): En esta variación, del sistema de piñón y cremallera, las barras de enlace están conectadas en los extremos de la cremallera como se muestra en la imagen 3.10 a. Es este sistema el que está presente en el New Beetle.
- 2) Diseño CTO (Center take off): Cuenta con las barras de enlace conectadas al centro del piñón (ver figura 3.10 b). Ambos sistemas pueden ser asistidos o manuales y ambos proporcionan el mismo nivel de funcionamiento. El espacio, el peso del vehículo y las consideraciones del diseño determinan que variación es adecuada para cada vehículo.



a



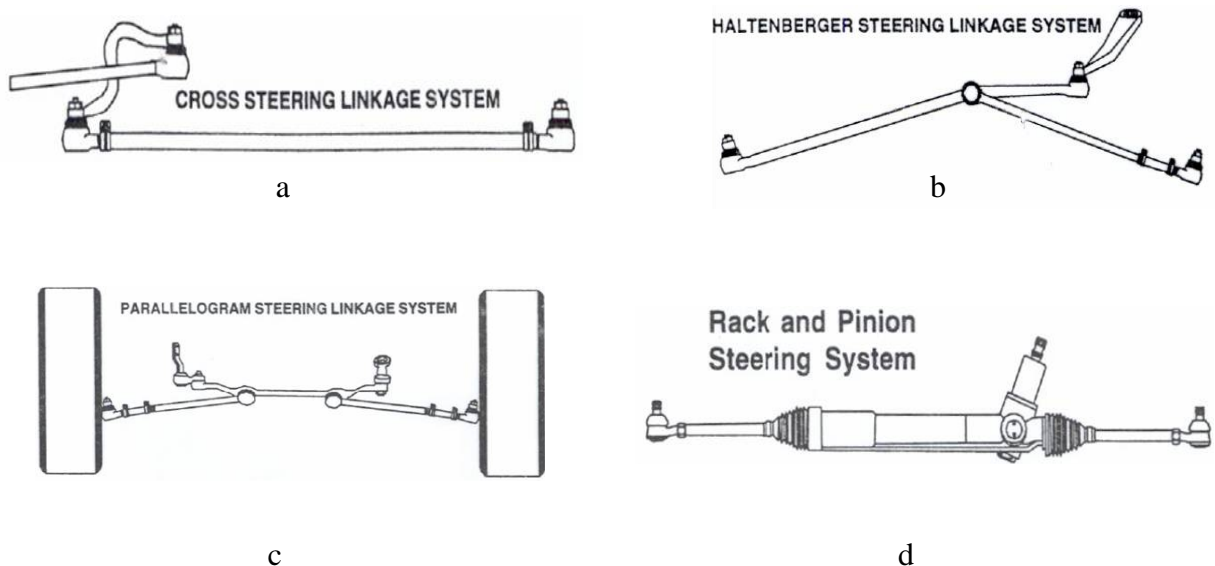
b

**Figura 3.10:** Diseños CTO (a) y ETO (b)  
(Fuente: Servicio de Información Técnica GM, 1995)

### 3.1.5 Varillaje

El varillaje consiste en todos los componentes de conexión entre el engranaje y las ruedas, por lo tanto, es el dispositivo que transmite el movimiento para hacer girar las ruedas. Actualmente hay cuatro tipos principales de varillaje:

- 1) Cruzada: usada principalmente en vehículos 4 x 4 (figura 3.11 a)
- 2) Haltenberger: usada principalmente en vehículos de la Marca Ford con suspensiones Twin Beam. (figura 3.11 b)
- 3) Paralelogramo: usada en coches y vehículos ligeros (figura 3.11 c)
- 4) Sistema de piñón y cremallera: usada en casi todos los vehículos modernos y camiones de carga ligera (figura 3.11 d)



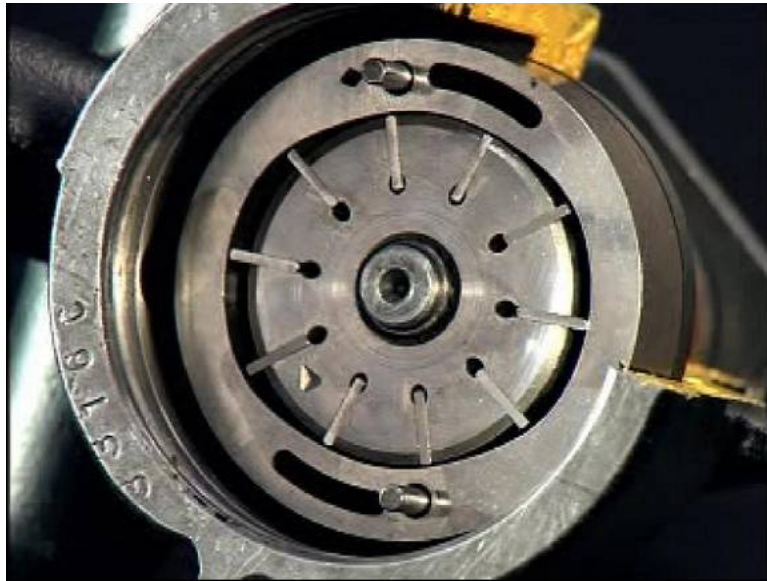
**Figura 3.11:** Tipos de varillajes  
(Fuente: Servicio de Información Técnica GM, 1995)

### 3.1.6 Bomba y Depósito

La función de la bomba es la de proporcionar la presión necesaria para activar el mecanismo (ver figura 3.12). Hay dos tipos de bombas que se emplean en los sistemas asistidos: las bombas de rotor y las de paletas. Ambos tipos de bombas están conectadas al motor por una polea y una banda en V, además de que el depósito puede formar parte integral de la bomba (bombas “sumergidas”), o es montado en forma separada de la bomba por razones de espacio (bombas “no sumergidas”). En el caso del NB la bomba es de paletas “no sumergida”, con una presión máxima de 90 bares y con 500 rev/min como mínimo y 8250 rev/min como máximo. Tiene una presión de alivio máxima de 138 bares La imagen 3.13 es un corte de la bomba donde se pueden apreciar el rotor de la misma.

Esta bomba funciona haciendo girar el rotor, el cual cuenta con varias ranuras y en estas se colocan las venas. Las venas a través de las ranuras son retractiles. Al girar el rotor las venas atrapan el fluido el cual pasa cada vez por una menor área debido a la forma de la cámara (forma de ovalo). Es esta disminución lo que aumenta la presión.

El depósito de es instalado a una mayor altura de la bomba para evitar problemas de cavitación. Esta cuenta con su respectivo filtro para proteger al sistema de impurezas, además de que la bomba cuenta una válvula de alivio, para proteger al sistema, en caso de que la presión sea excesiva. Este exceso se presenta a dar todo el giro posible al volante, ya que la presión actúa solo de un lado del cilindro de potencia lo que eleva la presión de todo el sistema.



**Figura 3.12:** Bomba de paletas de la dirección hidráulica  
(Fuente: Componentes Automovilísticos S. A., 2005)



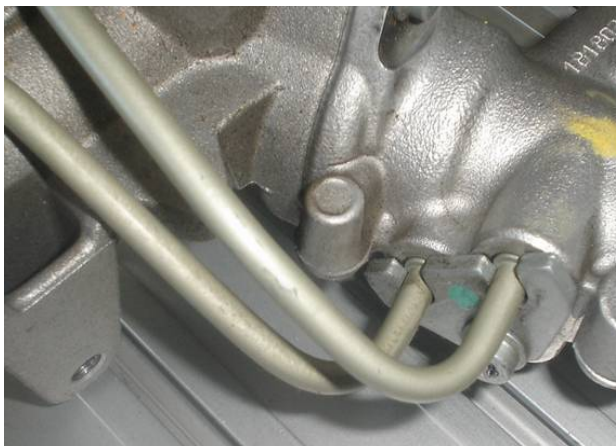
**Figura 3.13:** Válvula de alivio y válvula de controladora de vacío  
(Fuente: Componentes Automovilísticos S. A., 2005)

Es importante señalar que a mayor velocidad del motor (más revoluciones por minuto) el caudal que produce la bomba es mayor y así es más rápido cambiar de dirección del vehículo.

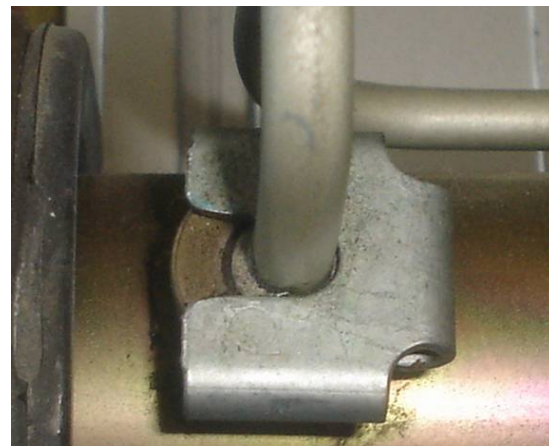
### 3.1.7 Mangueras de flujo

Las mangueras de flujo son las que se encargan conectar todo el sistema y hay de tres tipos. Las mangueras de alimentación van del depósito a la bomba (presión negativa). Las mangueras de presión van de la bomba a la válvula rotativa. Para que en el último paso el fluido pase de la válvula al depósito por medio de las mangueras de retorno.

Las mangueras de presión trabajan a altas temperaturas y presiones, no así las de retorno, en las cuales la presión tiende a ser muy inferior (cercana a 0). Por lo anterior, las mangueras presentan un “foro” aislante tanto de la temperatura como para el ruido que puedan producir por el flujo del líquido de dirección. Las líneas o tubos de alimentación (o de retorno según el caso), que van del cilindro a la válvula, son los que aparecen en la siguiente imagen.



a



b



**Figura 3.14:** Tubos de presión (a) y conexión de tubo con el cilindro (b)  
(Fuente: elaboración propia)

### 3.1.8 Otros componentes

Podemos observar que hay más elementos que forman parte del sistema de dirección que se analiza (imágenes detalladas se mostrarán en el apéndice D), sin embargo, su funcionamiento no tiene relación directa con los objetivos de este trabajo.

Por lo anterior estos elementos solo se mencionarán a continuación:

- Guardapolvos
- Anillos de sello
- Abrazaderas
- Filtro
- Tuercas de ajuste
- Polea
- Banda de polea de dirección
- Carcaza de dirección
- Sujetadores
- Cojinetes
- Tornillos y tuercas de posicionamiento, entre otros.