

## MONTAJE DE LAS CULATAS DE LOS CILINDROS

1. Antes de montar las culatas se lavarán sus conductos interiores para que desaparezcan los sedimentos que puedan estar adheridos a sus paredes y se raspará el óxido y carbonilla existente en los espárragos y en las superficies de culata, limpiándolos seguidamente con esmero mediante un trapo impregnado de petróleo. Se encarece una limpieza absoluta durante el montaje de las válvulas.
2. Deben colocarse siempre juntas de culata nuevas. Las juntas están formadas de carbón-amiante plombaginado con una malla interior y unos cercos de protección en los lados de las camisas de acero aluminizado, debiendo ser montadas según se indica en la inscripción: LADO DE CULATA. No utilizar sustancia alguna de unión en las caras de las juntas.
3. Descender las culatas de los cilindros sobre las juntas, manteniéndolas paralelas a su superficie de asiento en el bloque motor.
4. Para conseguir un buen asiento y que no haya fugas en las juntas de culatas, rosacar a mano todas las tuercas, apretándolas luego todas por igual con una llave corta y según el orden indicado en la figura 57.

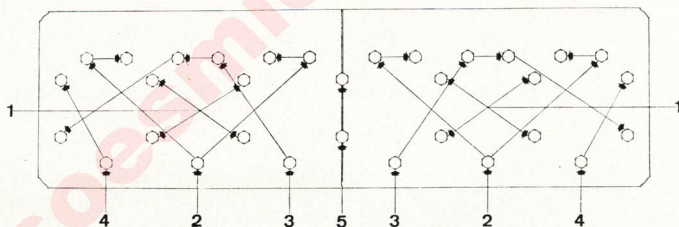


Fig. 57.—Orden de apriete de las tuercas de culatas

5. Apretar con llave dinamométrica de 15,5 a 16,5 mkg. (fig. 58), en el orden definido, volviendo a comprobar finalmente todas ellas.
6. Comprobar limpieza de varillas y tuchos y montarlas.
7. Montar empujadores de válvulas sobre columnas, comprobando que se deslizan suavemente (aceitar antes), y colocarlos de forma que el lado del tornillo de reglaje quede al lado de los colectores de escape.
8. Montar conjuntos de balancines sobre culatas de forma que las rótulas de los balancines encajen en las varillas y fijar los soportes por medio de sus tuercas y arandelas de muelle. Comprobar la holgura longitudinal de los ejes de balancines; ésta ha de ser de 0,1 a 0,3 mm.; en caso contrario, reglarla por medio de sus distanciadores y arandelas de reglaje en sus extremos exteriores.



Fig. 58.—Apretado de tuercas de culata con llave dinamo métrica

9. Regular el juego de válvulas a 0,4 mm., tal como se indica en la pág. 63.
10. Montar los inyectores con su arandela de cobre (nueva); a continuación introducir las extremidades de llegada de combustible (véase fig. 10) y montar los tapones de fijación de inyectores apretándolos a un par de 9,5 a 10,5 mkg. (fig. 59).

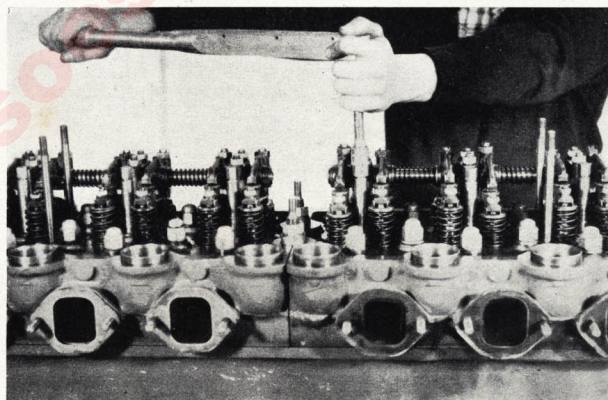


Fig. 59.—Apretado de los tapones de fijación de los inyectores

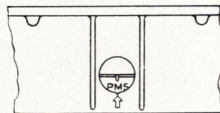
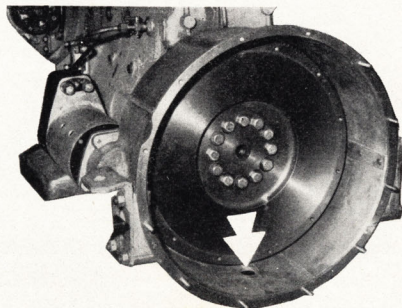
11. Montar el conjunto de colectores de escape-freno motor con nuevas juntas, de forma que las ranuras que llevan sus tuercas de fijación queden hacia afuera; apretar a 3 mkg. y después frenarlas por medio de golpe sobre la citada ranura.
12. Montar a continuación el resto de piezas desmontadas al efectuar el desmontaje de la culata: tubo de salida de agua, depurador centrifugo, tubos de inyectores y de sobrantes, filtro de combustible, etc. Colocar a continuación nueva junta y la tapa de válvulas.
13. Comprobar la holgura de válvulas de nuevo, después de haber funcionado el motor un breve espacio de tiempo.

### REGLAJE DE VALVULAS

- a) Ajustar la holgura entre balancines y válvulas de todos los cilindros a 0,4 mm., en frío (tanto las de admisión como las de escape).
- b) Al comprobar la holgura cerciorarse que los tuchos estén sobre la parte cilíndrica de la leva; para ello girar el volante hasta que las válvulas a reglar estén completamente abiertas; girarlo a continuación 360° (una vuelta completa) y proceder a reglar las válvulas, ya que en estas condiciones está el tucho sobre la parte cilíndrica de la leva.
- c) El ajuste se realizará primero sobre la válvula interior y a continuación sobre la exterior (parte regulable de empujador de válvulas) (ver figuras 62 y 63).

Nota.—El apartado b) puede realizarse con mayor rapidez procediendo en dos fases de la forma siguiente:

1. Girar el volante hasta que el pistón núm. 1 se encuentre en el punto muerto superior en la carrera de explosión y las cuatro válvulas cerradas, y comprobar que la marca P. M. S. en la llanta del volante está alineada con el indicador de distribución (ver fig. 61).



VISTA POR DEBAJO

Fig. 61.—Marca de calaje y ventana del cárter

2. Reglar el juego de válvulas empezando por el cilindro núm. 1 y reglando los balancines numerados en orden correlativo del primero al sexto cilindro.
  - a) Reglar balancines 1 - 2 - 4 - 5 - 7 y 10.  
Girar el volante 360° (una vuelta completa).
  - b) Reglar balancines 3 - 6 - 8 - 9 - 11 y 12.

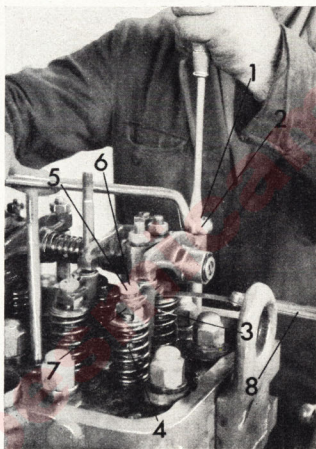


Fig. 62.—Ajuste de válvula interior  
(1.ª fase)

1. Tornillo reglaje balancín.
2. Tuerca fijación tornillo.
3. Válvula interior.
4. Válvula exterior.



Fig. 63.—Ajuste de válvula exterior  
(2.ª fase)

5. Tuerca fijación tornillo.
6. Tornillo reglaje empujador.
7. Empujador de válvulas.
8. Galgas.

### Ajuste de cada pareja de válvulas

Se hará como se ha indicado, con el motor frío y con juego de 0,4 mm. tanto las de admisión como las de escape.

- a) Aflojar la tuerca (5) y el tornillo (6) para aumentar el juego entre la válvula exterior y el empujador de válvulas (7).
- b) Aflojar la tuerca (2) y el tornillo de reglaje de balancín (1).
- c) Proceder al ajuste de la válvula interior (3) actuando sobre el tornillo de reglaje (1) hasta dejar un juego de 0,4 mm. fijando a continuación (1) mediante su tuerca (2).

- d) Proceder al ajuste de la válvula exterior (4), actuando sobre el tornillo de reglaje (6) hasta dejar un juego de 0,4 mm. fijando a continuación (6) mediante su tuerca (5).

Nota.—El juego en las dos válvulas debe de ser idéntico con el fin de que el empujador se deslice en su columna sin esfuerzos laterales.

Téngase presente que:

- a) Si el juego es mayor que el indicado, la distribución resulta ruidosa.  
b) Si es menor hay peligro de que la válvula no cierre bien y ocasione inconvenientes tales como retorno de la llama y calentamiento, lo cual deterioraría rápidamente las válvulas y sus asientos.

### DISTRIBUCION DE LAS VALVULAS

La distribución de las válvulas es la indicada en este mismo capítulo en Descripción y Datos (ver fig. 15), y su distribución correcta es sumamente sencilla de obtener, ya que todos los engranajes de la distribución van marcados como puede apreciarse en la fig. 64.

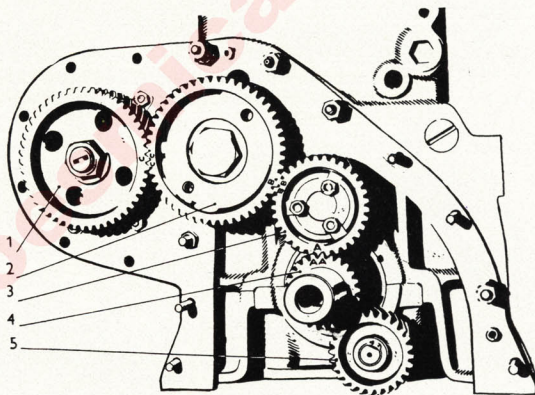


Fig. 64.—Engranajes de la distribución

1. Engranaje mando compresor y bomba de inyección.
2. Engranaje mando eje de levas.
3. Engranaje intermediario mando eje de levas.
4. Piñón del cigüeñal.
5. Engranaje intermediario bomba de aceite.

Por ello si se hace un desmontaje total del motor o se desmonta por cualquier razón algún engranaje, deben de ponerse como indica la figura, de forma que coincidan todas las marcas desde el piñón del cigüeñal al engranaje del compresor.

Esta posición corresponde cuando el volante está en el punto muerto superior (P. M. S.) y el cilindro núm. 1 en la fase de explosión (ambas válvulas cerradas) correspondiente también al 6.º en cruce de válvulas.

**Si se desea** comprobar los datos de la distribución. El juego entre válvulas y balancines ha de ser reglado a 0,25 mm. para las aberturas y 0,35 mm. para los cierres, con motor frío.

Para comprobar el comienzo de la apertura de las válvulas de admisión, girar el motor hacia atrás 10º (40,3 mm. en la llanta del volante), en cuyo punto, las válvulas de admisión del cilindro núm. 6 deben empezar justamente a abrirse.

Para comprobarlo hacer girar la varilla del balancín de las válvulas de admisión del cilindro núm. 6 entre el dedo pulgar y el índice e intentar hacerla dar vueltas. Cuando las válvulas se están abriendo, la varilla dejará de girar.

Si se han comprobado los datos de la distribución, las válvulas se regularán posteriormente a su holgura correcta de 0,4 mm. en frío (tanto las de admisión como las de escape).

#### DISTRIBUCION DE LA INYECCION

La distribución de la bomba de inyección está dispuesta de forma que la inyección comience 20º antes de P. M. S. del cilindro núm. 1 (ambas válvulas cerradas). Para comprobar la distribución de la inyección proceder de la forma siguiente:

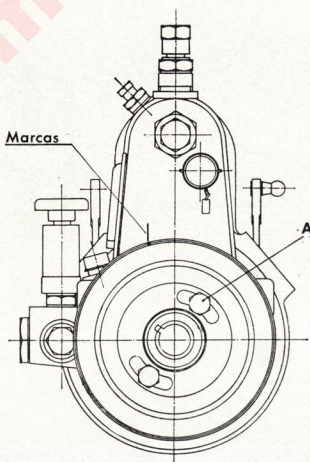


Fig. 65.—Puesta en fase de la bomba de inyección

1. Colocar el pistón núm. 1 en el P. M. S. en la fase de explosión (ambas válvulas cerradas).
2. Girar 20° el volante hacia atrás, de forma que el indicador de distribución del cárter, esté alineado con la marca de la llanta del volante API (avance punto de inyección) del cilindro núm. 1.
3. En este punto la señal marcada en el borde del variador de avance debe de encontrarse alineada con la marca situada en la cara frontal de la bomba de inyección (fig. 65).

Nota.—Los tornillos (A) indicados en la figura 65 sirven para el acoplamiento de la bomba al compresor.

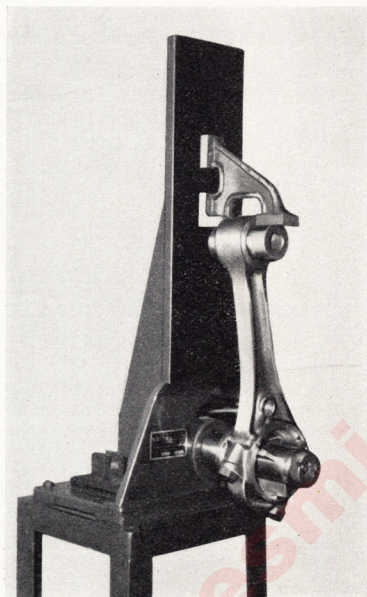


Fig. 92.—Control del alineamiento

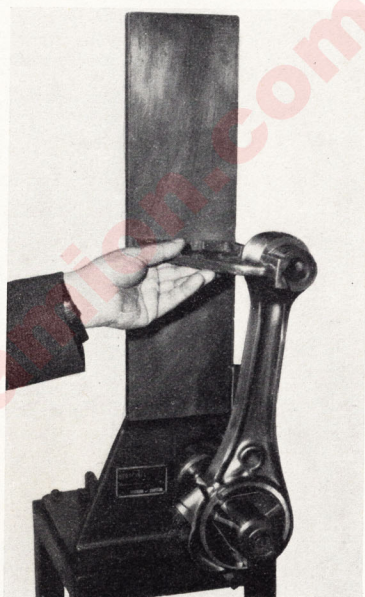


Fig. 93.—Control de la distorsión

### MONTAJE DE BIELAS Y PISTONES

En caso de tener que sustituir alguna biela o pistón, hay que tener en cuenta las siguientes observaciones:

Las bielas llevan grabados en su cabeza y en su pie unos números que representan las familias a que pertenecen cada uno de sus extremos. Dichas familias se han establecido de acuerdo con los pesos.

Las seis bielas deben pertenecer a la misma familia de cabeza de biela, es decir de igual numeración y así se ha de exigir al pedir un repuesto.

Para el pie de biela se han establecido 18 familias pares, de la 2 hasta la 36 (numeración ampliamente sobrada), correspondiendo la 1.<sup>a</sup> (familia 2) a un peso teórico en el extremo de 990 g. y variando de 20 en 20 g. hasta la 18.<sup>a</sup> (familia 36) cuyo peso sería de 1.330 g.



La suma de pesos **de la familia** del pie de biela más el **peso marcado** en el pistón, ha de ser la misma para los seis conjuntos.

Nota.—Se admite una variación máxima de **cincuenta** gramos entre el conjunto más y menos pesado.

Los pistones llevan grabado su peso en gramos sobre su plano de cabeza.

### Ejemplo práctico

Cabezas de biela:	Familia ... ..	22	22	22	22	22	22
Pies de biela:	Familia ... ..	18	16	20	18	22	24
	Pesos .. ..	1.150	1.130	1.170	1.150	1.190	1.210
Los pesos de los pistones podrían ser:		2.090	2.095	2.080	2.085	2.070	2.065
Suma de pesos (familia pie + peso pistón).		3.240	3.225	3.250	3.235	3.260	3.275
Diferencia entre el conjunto más y menos pesado		3.275 — 3.225 = 50 g.					

Nota.—Este ejemplo es solamente orientativo, ya que en realidad las variaciones de peso en pistón son ínfimas, así como en pie de biela es menor que la gama ampliamente establecida.

Para montar los conjuntos pistón-biela:

1. Formar los conjuntos pistón-biela según acabamos de indicar.
2. Si se ha sustituido alguna biela, marcar sobre el lateral de la tapeta y la biela correspondiente, en el extremo más bajo del plano de unión de la biela y tapeta (lado correspondiente al eje de levas), el número del cilindro a que corresponda, considerando que el cilindro núm. 1 es el más próximo al ventilador.
3. Calentar los pistones en agua hirviendo antes de introducir los bulones.
4. Montar en el alojamiento del bulón en el pistón y en uno de sus extremos un anillo elástico para retención del bulón; montar el bulón y la biela, teniendo en cuenta que el bulón elegido debe ser de la misma familia que el pistón: esto es, los dos marca blanca o negra a efectos de interferencia y a continuación montar el otro anillo elástico.
5. Montar los segmentos en el pistón con el útil de la fig. 94, debiendo comprobarse previamente las holguras y juego entre puntas como indicamos en el apartado de Descripción y Datos (pág. 16). Para ello se monta el segmento sobre una camisa nueva o sobre el útil de la fig. 95 cuyo diámetro interior es de 120 mm. y se galga la distancia entre puntas. También se verifica con el mismo utillaje, mirando al trasluz, la ovalización, etc. (véase Descripción y Datos).
6. Limpiar las muñequillas del cigüeñal y las superficies del cojinete con un trapo limpio, untar ligeramente con aceite limpio de motor la muñequilla del cigüeñal y la superficie de los casquillos del cojinete.



Fig. 94.—Util para montaje y desmontaje de segmentos



Fig. 95.—Verificación de segmentos con anillo patrón

7. Montar los conjuntos de la biela mediante el útil de la fig. 96, de forma que el número del cilindro grabado en la biela quede al mismo lado que el eje de levas, esto es hacia el lado derecho del motor y teniendo la precaución de orientar los segmentos al montar, de forma que sus ranuras queden en la disposición de la fig. 97.

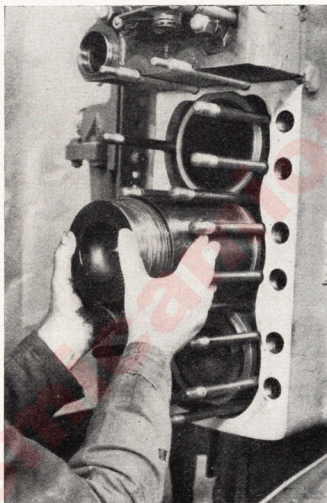


Fig. 96.—Montaje de conjuntos pistón-biela en los cilindros con útil

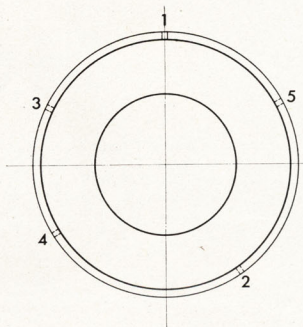


Fig. 97.—Orientación de segmentos

- Montar las tapetas de biela con sus frenos y tornillos y apretar éstos a mano, untándolos previamente con aceite de motor limpio, (recomendamos mezclarlo con bisulfuro de molibdeno). Esto se hace al objeto de evitar posibles errores de medición al apretar con llave dinamométrica.

Seguidamente intercalar la galga del mayor espesor posible entre la unión dentada de la biela y la tapeta y la cara de apoyo en la muñequilla del cigüeñal (fig. 98) para alinear correctamente biela y tapeta y obtener el juego axial necesario para su buen funcionamiento.

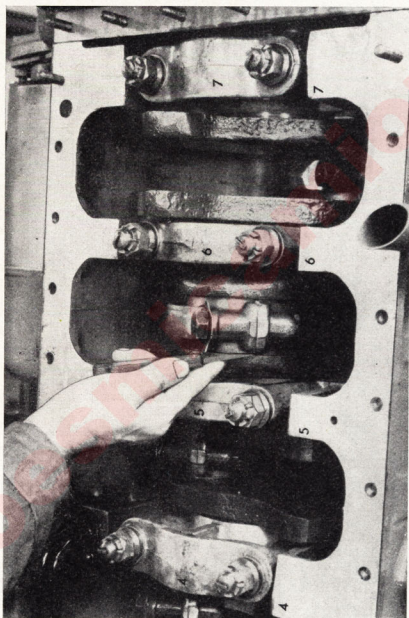


Fig. 98.—Galgado de orientación tapeta-biela

- Apertar los tornillos con llave dinamométrica a un par de 13 a 14 mkg., sacar la galga y comprobar el juego axial de 0,13 a 0,208 mm.
- Comprobar máxima altura de pistones tomada desde la cara asiento culata en el cárter. Los límites son 0,243 mm. por encima de la cara y 0,373 mm. por debajo de la misma, (ver fig. 10); frenando a continuación los tornillos de biela.

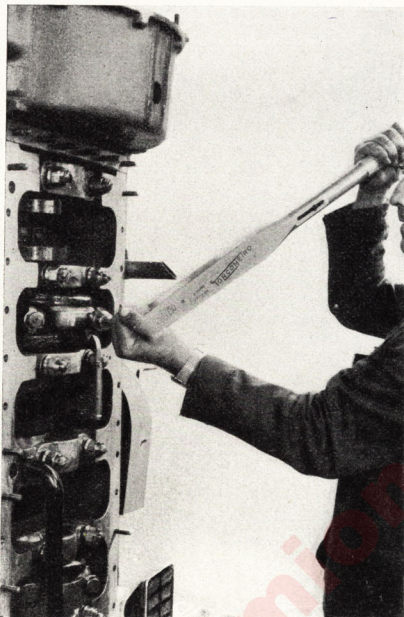


Fig. 99.—Apretando los tornillos de biela

## CIGÜEÑAL

### DESCRIPCION

Es estampado en acero al cromo-molibdeno endurecido superficialmente por nitruración y equilibrado dinámicamente. Está apoyado en siete sombreros unidos al bloque de cilindros mediante espárragos. El último sombrero soporta al cojinete que delimita la posición longitudinal del cigüeñal y que aguanta, junto con el bloque, los empujes axiales del mismo. Los cojinetes de línea son en banda ancha de acero revestida de cupro-plomo.

Formando cuerpo con el antivibrador torsional está la polea motriz de los grupos auxiliares, la cual, mediante dos correas de goma con hilos de nylon en su periferia, acciona el ventilador, la bomba de agua y la dinamo.

En la parte posterior del cigüeñal está el volante motor, suficientemente dimensionado para permitir al motor una marcha lenta totalmente exenta de sacudidas.

Sobre la tapa de distribución lleva montado un retén para evitar pérdidas de aceite al exterior, con su diámetro interior acoplado al cubo de la polea del cigüeñal y, haciendo tope en el extremo del mismo, lleva un deflector de aceite.

En su parte posterior y en la brida de acoplamiento al volante lleva otro deflector de aceite, que junto con el cierre de turbina en la periferia del cubo del volante evita las pérdidas de aceite por este extremo.

El volante está atornillado a la brida posterior del cigüeñal por 12 tornillos, con seis arandelas de seguridad dobles. El volante tiene una sola posición para su montaje que fija todas las posiciones de sincronización de su llanta con la carrera del cigüeñal.

La corona dentada de arranque está encajada por ajuste a presión, debiendo ser montada en caliente.

### DESMONTAJE DEL CIGÜEÑAL

Para desmontar el cigüeñal:

1. Desmontar el motor de la unidad y colocarlo en un útil de volteo (figura 100) después de desacoplarle el embrague.
2. Desmontar las culatas de cilindros, varillas y tuchos.
3. Purgar el aceite del motor y voltearlo para dejar arriba la parte correspondiente a la tapa de aceite. Desmontar dicha tapa, previo desmontaje del motor de arranque.
4. Desmontar la tapa de la distribución (véase apartado de Engranajes de la Distribución).
5. Desmontar la bomba de aceite y los seis conjuntos pistón-biela según hemos visto anteriormente.

6. Desmontar el volante de inercia, desfrenando y sacando los 12 tornillos de fijación y extraerlo sirviéndose de sus dos orificios de extracción y, sustituyendo los soportes del útil que se fijan al cárter del volante por los soportes de sujeción al cárter del motor en el asiento de la tapa de aceite, desmontar el cárter del volante, desfrenando y soltando sus 11 tuercas de fijación.
7. Soltar las 12 tuercas de fijación de los sombreros del cigüeñal sacando previamente los pasadores abiertos y extraer los sombreros con ayuda del útil de la figura 101.
8. Con ayuda de una grúa o polea, extraer el cigüeñal.

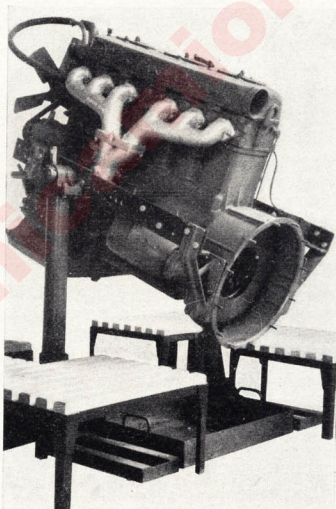


Fig. 100.—Util de volteo de motores

### RECTIFICADO DEL CIGÜEÑAL

El promedio de desgaste de los apoyos del cigüeñal y de las muñequillas es tal que puede recorrer el vehículo en funcionamiento correcto un largo kilometraje antes de tener que rectificar el cigüeñal.

Al rectificar apoyos y muñequillas, las caras extremas no deben rectificarse.

Si las superficies de contacto axial del apoyo posterior ( $7^{\circ}$ ) están estropeadas, se debe en este caso aumentar el ancho del apoyo en 0,25 mm., esto

es, quedar a la medida de 72,250 a 72,296 mm., ya que su medida de origen es 72,000 a 72,046 mm.

Después de sólo rectificar y después de nitrurar a continuación de un rectificado, se deben de verificar los saltos en los apoyos del cigüeñal, según las instrucciones dadas en el apartado Descripción y Datos, en la página 19.

No está permitido enderezar un cigüeñal en la prensa.

Nota.—Es de SUMA IMPORTANCIA que, en los casos en que se rectifique el cigüeñal sin volver a nitrurar, debe ponerse mucho cuidado en no eliminar una cantidad excesiva de revestimiento de los bordes redondeados del cigüeñal, por haber utilizado una muela de radio angular inferior al radio de diseño entre el apoyo y el brazo de manivela del cigüeñal (fig. 102). Debe utilizarse una muela de 4,5 mm. de radio en las muñequillas y una de 3 mm. de radio para los apoyos.

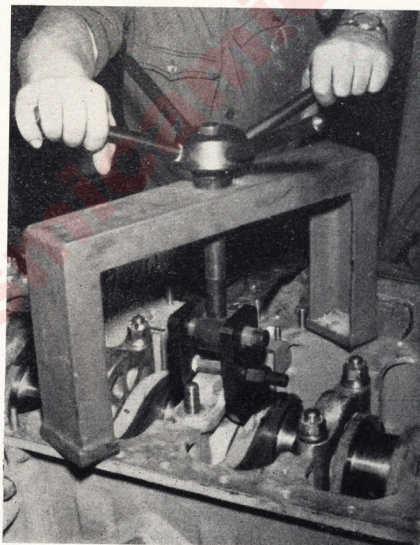


Fig. 101.—Extracción de los sombreros de bancada con útil

En caso de tener dudas sobre si se ha eliminado una capa excesiva de nitruración, debe volverse a nitrurar el cigüeñal después de ser rectificado, sea cual sea la profundidad de capa nitrurada del diámetro de apoyo o muñequilla. (Para medidas de rectificado, ver pág. 20.)



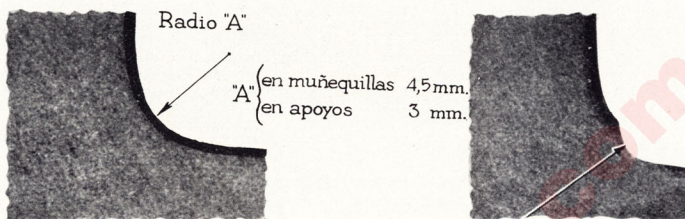


Fig. 102.—Sección de los bordes redondeados del cigüeñal

Rectificado correcto (véase franja de nitrurado).  
Radio correcto.

Rectificado incorrecto (véase interrupción en  
franja de nitrurado).  
Radio incorrecto.

## MONTAJE DEL CIGÜEÑAL

Los sombreros y cojinetes de bancada, así como los conjuntos de biela, deben volverse a montar en sus posiciones originales. Para ello, los sombreros y el cárter llevan la numeración de 1 a 7 a partir de la parte delantera del motor.

Las bielas van también numeradas en la cabeza, según hemos indicado anteriormente. Cuando el montaje es correcto, todas las marcas coinciden.

Para volver a montar el cigüeñal:

1. Colocar las mitades de los cojinetes de bancada en sus asientos correspondientes del cárter motor, lubricándolos copiosamente con mezcla aceite-cardag. (75 por 100 aceite motor limpio y 25 por 100 cardag «17 i-Moly».)
2. Limpiar las muñequillas y apoyos del cigüeñal con un trapo.
3. Apoyar con la ayuda de una grúa o polea el cigüeñal sobre los cojinetes del cárter y montar cada sombrero con su semicojinete, previamente lubricado con aceite-cardag, en su sitio, de acuerdo con las marcas correspondientes.
4. Colocar en el primer sombrero suplementos para compensar la altura que ocupará la bomba de aceite y arandelas y tuerca en todos los espárragos de fijación de los sombreros, previo aceitado de dichos espárragos y apretarlas alternativamente con llave dinamométrica (fig. 103) hasta alcanzar un par de 23,5 mkg. Confrontar los taladros para el pasador de la tuerca apretándolas hasta conseguir (sin rebasar) los 26,5 mkg.

Nota.—Si alguna tuerca fuese dura o no se consigue confrontar el taladro del pasador antes de llegar a los 26,5 mkg. SUSTITUIR LA TUERCA.

es, quedar a la medida de 72,250 a 72,296 mm., ya que su medida de origen es 72,000 a 72,046 mm.

Después de sólo rectificar y después de nitrurar a continuación de un rectificado, se deben de verificar los saltos en los apoyos del cigüeñal, según las instrucciones dadas en el apartado Descripción y Datos, en la página 19.

No está permitido enderezar un cigüeñal en la prensa.

Nota.—Es de SUMA IMPORTANCIA que, en los casos en que se rectifique el cigüeñal sin volver a nitrurar, debe ponerse mucho cuidado en no eliminar una cantidad excesiva de revestimiento de los bordes redondeados del cigüeñal, por haber utilizado una muela de radio angular inferior al radio de diseño entre el apoyo y el brazo de manivela del cigüeñal (fig. 102). Debe utilizarse una muela de 4,5 mm. de radio en las muñequillas y una de 3 mm. de radio para los apoyos.

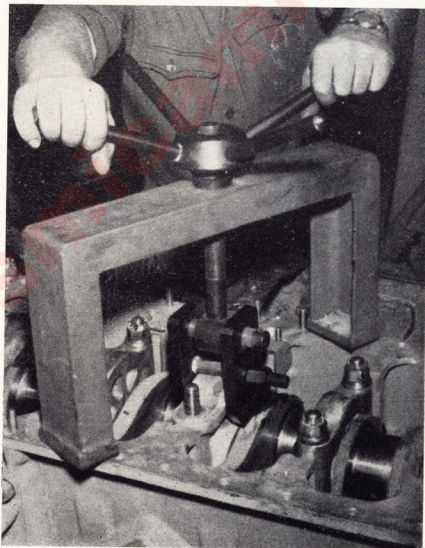


Fig. 101.—Extracción de los sombreros de bancada con útil

En caso de tener dudas sobre si se ha eliminado una capa excesiva de nitruración, debe volverse a nitrurar el cigüeñal después de ser rectificado, sea cual sea la profundidad de capa nitrurada del diámetro de apoyo o muñequilla. (Para medidas de rectificado, ver pág. 20.)

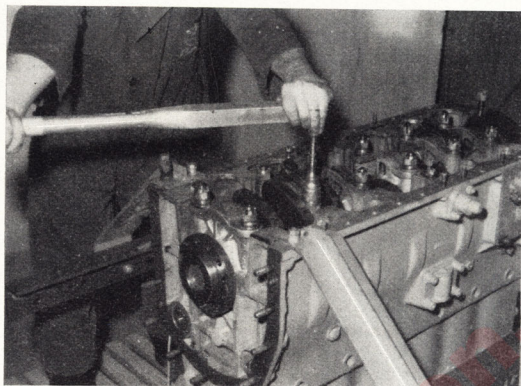


Fig. 103.—Apretado de los sombreros con llave dinamométrica

5. Comprobar giro y holgura axial. El primero será suave y el segundo de 0,10 a 0,22 mm. en el apoyo posterior (7.º), como se indica en la figura 104.

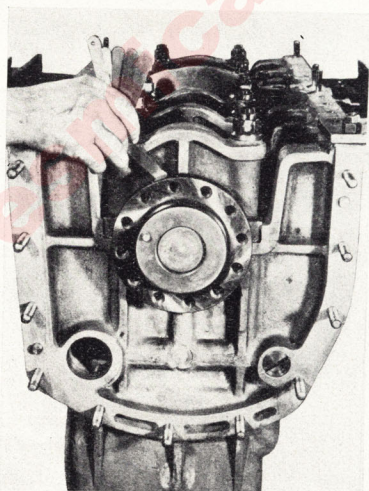


Fig. 104.—Comprobación de la holgura axial

6. Llenar los conductos de engrase del cigüeñal con aceite limpio de motor y después montar los conjuntos pistón-biela, como hemos indicado anteriormente.

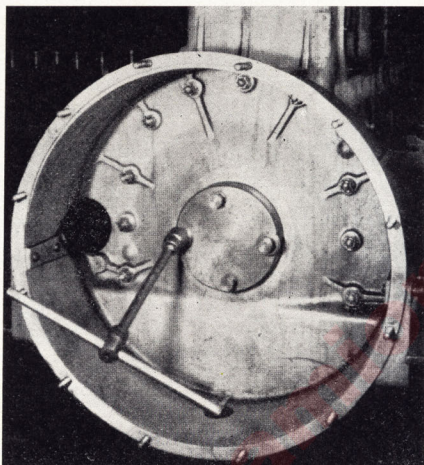


Fig. 105.—Montaje del cárter del volante con útil de centraje

7. Montar los restantes elementos del motor siguiendo un proceso inverso al de su desmontaje.

Notas.—1.º Al montar, colóquense juntas nuevas, teniendo presente que las juntas de la tapa de distribución, del cárter del volante y tapa de aceite deberán montarse impregnadas con pasta MOTOR CEMENT 100.

- 2.º Para montar el cárter del volante, montar la junta impregnada y el deflector (12 - fig. 107), y montar el cárter del volante con ayuda del útil de centraje (fig. 105).

Apretar tuercas con par de 6 a 7 mkg. y frenarlas con pasador abierto. Comprobar la excentricidad del cárter del volante respecto al eje del cigüeñal, que no debe ser superior a 0,2 mm.

- 3.º Los tornillos de fijación del volante se apretarán con llave dinamo-métrica a un par de 13 a 14 mkg., frenándolos con sus arandelas de seguridad.

- 4.<sup>a</sup> El volante del cigüeñal se comprobará mediante comparador para ver que gira sin alabeo o salto superior a 0,1 mm., medido en la zona indicada de la figura 106.

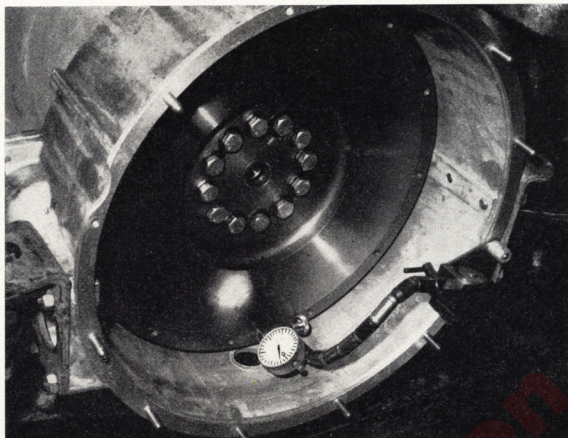


Fig. 106.—Midiendo el alabeo y salto del volante