

Arquitectura mecánica del motor de combustión interna

AMANDO HERNÁNDEZ

Docente de Ingeniería Mecánica de la Universidad ECCI
<https://www.ecci.edu.co/publicaciones/>

ISBN 978-958-8817-47-7

<http://dx.doi.org/10.18180/LIBROECCLIBRN.978-958-8817-47-7>

Editorial Universidad ECCI

Edición 1

Correctores de estilo: Cristhian García y Ginna Morera.

Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales.

2020

Agradecimiento a la Universidad ECCI

Índice general

Índice de figuras	8
Tablas	12
Introducción	13
Capítulo 1	15
1. Normas de seguridad.....	15
Capítulo 2	19
2. Información general del motor.....	19
2.1. Indicaciones antes de iniciar el desmontaje con un motor de vehículo	20
2.1.1. Precauciones con fluidos.....	20
2.1.2. Desmontaje del motor del habitáculo	20
2.2. Cadena desensamble del motor.....	23
2.3. Recomendaciones para el ensamblaje.....	23
2.3.1. Ajuste de componentes del motor.....	24
Bibliografía	27
Capítulo 3	29
3. Parámetros técnicos del motor	29
3.1. Cilindrada.....	29
3.1.1. Relación de compresión.....	30
3.1.2. Par motor.....	30
3.1.3. Potencia	31
3.1.4. Consumo específico.....	31
3.1.5. Rendimiento.....	31
3.1.6. Curvas características	31
Bibliografía	33

Capítulo 4.....	35
4. Correas de accesorios.....	35
4.1. Correa trapezoidal.....	36
4.2. Correa Multi V.....	36
Bibliografía.....	37
Capítulo 5.....	xxxix
5. Pruebas de estado interno del motor.....	xxxix
Bibliografía.....	¡Error! Marcador no definido.
Capítulo 6.....	42
6. Sistema de distribución.....	42
6.1. Componentes.....	43
6.2. Desensamble.....	44
6.3. Inspección metrológica.....	47
6.3.1. Holgura axial eje de levas.....	47
6.3.2. Excentricidad del eje de levas.....	48
6.3.3. Mediciones del eje de levas.....	48
6.3.4. Mediciones de los soportes del eje de levas.....	49
6.4 Técnicas de rectificación en el eje de levas.....	51
Bibliografía.....	52
Capítulo 7.....	55
7. Cabeza de cilindros.....	55
7.1. Componentes.....	56
7.2. Desensamble.....	58
7.3 Inspección metrológica.....	58
7.3.1. Medición altura y planitud cabeza de cilindros (distorsión).....	59
7.3.2. Medición válvulas de cabeza de cilindros.....	60

7.3.3. Medición resorte de válvulas	63
7.3.4. Medición de la profundidad de la cabeza de válvula con respecto a la superficie de asentamiento de la culata.....	64
7.4. Técnicas de rectificación en cabeza de cilindros.....	66
7.4.1. Técnicas de rectificación, asientos y guías de válvulas	68
Bibliografía	70
Capítulo 8	72
8. Bloque de Cilindros	72
8.1. Tipos de bloques de cilindros	72
8.2. Inspección metrológica.....	73
8.2.1. Control del diámetro interno de los cilindros del motor.....	73
8.2.2. Control de la distorsión de superficies de asentamiento	74
8.2.3. Técnicas de rectificación en el bloque de cilindros	75
Bibliografía	78
Capítulo 9	80
9. Conjunto móvil	80
9.1. Rasgos tecnológicos	80
9.2. Inspección metrológica.....	82
9.2.1. Medición muñones cigüeñal	82
9.2.2. Medición pistones de motor	86
9.2.3. Medición de la luz entre puntas de anillos.....	88
9.3. Medición de la biela y bulón	90
9.4. Técnicas de rectificación en el conjunto móvil.....	91
Bibliografía	93
Lista de Publicaciones	¡Error! Marcador no definido.

Índice de figuras

Figura 1: Etiqueta de información. Universidad ECCI.....	15
Figura 2: Implementos de seguridad. Universidad ECCI.....	16
Figura 3: Datos técnicos del motor. Grupo VW motor company.	19
Figura 4: Desmontaje del motor. Ssanyong motor company.....	20
Figura 5: Desconexión de la batería. Isuzu motor company.....	21
Figura 6: Desmontaje del capó. Isuzu motor company.	21
Figura 7: Elevador para vehículo. Ssangyong motor company.....	22
Figura 8: Soporte del motor. YouTube.	23
Figura 9: Pasos desensamble de un motor. Kia motor company.	23
Figura 10: Zona plástica y elástica. Ajusa.es.....	24
Figura 11: Pautas de giro angular. Ford motor company.....	25
Figura 12: Medición de diámetro rosca. Nissan motor company.....	26
Figura 13: Medición de diámetro rosca. Nissan motor Company.....	26
Figura 14: Medición de diámetro rosca. Nissan motor company.....	30
Figura 15: Diferencias de relación de compresión en motores MEC y MEP. Autonocion.com.....	30
Figura 16: Par Motor. Motorpasion.com.	31
Figura 17: Curvas características motor. Motores.....	32
Figura 18: Correa de accesorios. Seat motor.	35
Figura 19: Correa trapezoidal. Mercado libre.com.....	36
Figura 20: Correa multi V. Dayco.	36
Figura 21: Tensor correa multi V. Ssangyong motor company.	37
Figura 22: Toma de compresión. Ssangyong motor company.....	xxxix
Figura 23: Prueba de fugas. Blogs eltiempo.com.	40
Figura 24: Sistema de distribución DOHC. Kia motor company.	42
Figura 25: Componentes sistema distribución. Volvo motor company. ...	44
Figura 26: Mandos de distribución tipo piñón. MWM motores.....	45
Figura 27: Mandos de distribución tipo cadena. Ssangyong motor company.....	46
Figura 28: Mandos de distribución tipo correa. Seat motor company.....	46
Figura 29: Medición holgura axial, eje de levas en la culata. Ford motor company.....	47
Figura 30: Medición holgura axial, eje de levas en bloque de cilindros.	

Isuzu motor company.	47
Figura 31:Excentricidad eje de levas. Toyota motor company.	48
Figura 32:Mediciones del eje de levas. Daewoo motor company.	48
Figura 33: Medición soporte del eje de levas en el bloque. Daewoo motor company.	50
Figura 34: Medición soporte del eje de levas en la cabeza de cilindros. Nissan motor company.	50
Figura 35: Rociado térmico en el eje de levas. Metaljet.	51
Figura 36: Buje eje de levas motor Cummins L 10. Partspowergenset.	52
Figura 37: Culata de cilindros y sus componentes. Mercedes Benz motor company.	55
Figura 38: Cabeza de cilindros. Volkswagen motor company.	56
Figura 39: Componentes cabeza de cilindros. Nissan motor company.	56
Figura 40:Múltiple de escape. Cummins motor company.	57
Figura 41: Multiple de escape. Volkswagen motor company.	58
Figura 42: Medición altura cabeza de cilindros. Ssangyong motor company.	59
Figura 43: Comprobación planitud cabeza de cilindros. Toyota motor company.	60
Figura 44: Medición altura cabeza de cilindros. Ssangyong motor company.	61
Figura 45: Comprobación margen cabeza válvula. Toyota motor company.	62
Figura 46: Comprobación holgura guía válvula. Daewoo motor company.	62
Figura 47:Verificación desviación del resorte. Toyota motor company. ..	63
Figura 48: Verificación desviación del resorte. Toyota motor company. .	64
Figura 49: Medición profundidad válvula. Daewoo motor company.	65
Figura 50:Fisura en la cabeza de cilindros. Mecanicabasicacr.com.	65
Figura 51: Prueba hidrostática. Comec.	66
Figura 52:Prueba hidrostática. Comec.	66
Figura 53: Equipo vertical de rectificación. Rectidama.	67
Figura 54: Equipo de rectificación horizontal. Recsel Motors.	67
Figura 55: Válvulas, guías y asientos. Alibaba.	68

Figura 56: Rectificadora de asientos de cabeza de cilindros. Indumotor. .	68
Figura 57: Base esmeril. Smazka.	69
Figura 58:Asentamiento manual de válvulas. Mercado libre.	69
Figura 59:Bloque de cilindros en V. Las palmas tecnología.	72
Figura 60: Bloque cilindros, diseño en línea. Seat motor company.....	73
Figura 61:Comprobación de conicidad y ovalización de cilindros motor. Toyota motor company.	73
Figura 62: Verificación de planitud del bloque de cilindros. Toyota motor company.	74
Figura 63: Montaje de camisa de cilindro por contracción. Motor service international.	75
Figura 64: Instalación de camisa de cilindro del tipo húmeda. Docplayer.es.	76
Figura 65:Rectificación de bancada bloque motor. Rectificadora de motores Badilla.....	76
Figura 66: Rectificación de bancada bloque motor. Rectificadora de motores Badilla.....	77
Figura 67: Cubiertas del sistema de refrigeración en el bloque de cilindros. Auto images and specifications.....	77
Figura 68: Prueba hidrostática en bloque de cilindros. Comeca.	77
Figura 69: Conjunto móvil motor. Grupo VW motor company.....	80
Figura 70: Partes del cigüeñal. Mantenimiento de motores térmicos de 2 y 4 tiempos.	81
Figura 71: Biela sinterizada. Mercado libre.	81
Figura 72: Medición muñón cigüeñal. Cummins motor company.	82
Figura 73:Puntos de comprobación de muñones cigüeñal. Nissan motor company.	82
Figura 74: Instalación de arandelas de control axial. Toyota motor company.	83
Figura 75: Casquetes de bancada. Cummins motor company.	84
Figura 76: Comprobación expansión calibre plástico en cigüeñal. Toyota motor company.	84
Figura 77: Tipos de calibres plásticos.Ebay.es.....	85
Figura 78: Comprobación holgura axial cigüeñal. Toyota motor company.	

.....	86
Figura 79: Verificación diámetro falda de pistón. Iveco motor company.	87
Figura 80: Verificación holgura entre pistón y cilindro motor. Iveco motor company.	87
Figura 81: Comprobación tolerancia entre anillo y pistón. Toyota motor company.	87
Figura 82: Verificación holgura entre puntas de anillos. Toyota motor company.	88
Figura 83: Pautas para el montaje de anillos en pistón motor. Nissan motor company.	89
Figura 84: Comprobación alineación de la biela y holgura entre buje de biela y pasador pistón. Iveco motor company.	90
Figura 85: Verificación ovalización de la cabeza de la biela. Cummins motor company.	91
Figura 86: Equipo de rectificación cigüeñal. Laguiadelmecánico.	91
Figura 87: Equipo de rectificación de bielas. Imet.com.	92
Figura 88: Rectificación de círculo de biela. Cserrano.	92

Tablas

Tabla 1: Datos técnicos del motor. Grupo VW motor company.....	19
Tabla 2: Prueba de fugas. Blogs eltiempo.com.....	40
Tabla 3: Medición holgura axial, eje de levas en bloque de cilindros. Isuzu motor company.....	48
Tabla 4: Excentricidad eje de levas. Toyota motor company.....	48
Tabla 5: Ejercicio medir eje de levas.	49
Tabla 6: Ejercicio altura del eje de levas.	49
Tabla 7: Promedio ovalamiento.....	50
Tabla 8: Medición altura cabeza de cilindros. Ssangyong motor company.:	59
Tabla 9: Medición superficie de asentamiento de culata.	60
Tabla 10: Medición altura cabeza de cilindros. Ssangyong motor company.	61
Tabla 11:Comprobación margen cabeza válvula. Toyota motor company.	62
Tabla 12: Tolerancia válvula guía.....	63
Tabla 13: Verificación desviación del resorte. Toyota motor company. ...	64
Tabla 14: Medición profundidad válvula. Daewoo motor company.	65
Tabla 15: Comprobación de conicidad y ovalización de cilindros motor. Toyota motor company.	74
Tabla 16: Planitud lado superior (cabeza de cilindros).....	75
Tabla 17:Ejercicio muñón.	83
Tabla 18: Valores de calibre plástico.....	85
Tabla 19: Holgura Axial Cigüeñal.....	86
Tabla 20: Ejercicio pistón.	86
Tabla 21: Ejercicio tolerancia anillo ranura.	88
Tabla 22: Ejercicio tolerancia entre puntas de anillo.	89
Tabla 23: Holgura entre biela y bulón.....	90
Tabla 24: Ejercicio ovalización biela.	91

Introducción

Armando Alfredo Hernández Martín
Docente Universitario
Universidad ECCI
Febrero 2020

La movilidad y comunicación son la base del crecimiento de la humanidad, inclusive desde tiempos remotos. Posteriormente llegó el motor a vapor en la revolución industrial, pasando por el motor eléctrico y, para el siglo XIX, el motor de combustión MCI, siendo una tecnología que aún aporta al avance económico, social y ambiental del mundo.

Inicialmente, Alphonse Beau de Rochas (galo de nacimiento), desarrolló estudios y patentó a su vez el fenómeno, concepto de la transformación de energía mecánica en calor; a partir de entonces, tras una dedicación ardua y estudios intensos, el ciudadano alemán llamado “Nicolaus August Otto” en 1876 solicitó la patente titulada Gasmotor, la cual fue obtenida a nombre de la Gasmotoren Fabrik (Payri Desantes, 2011, pág. 2). Después, aparece en escena “Rudolf Christian Karl Diéssel”, quien registró el 28 de febrero de 1892 el motor de combustión interna con su apellido “Diéssel”. Este en sus inicios usaba como combustible aceite vegetal, específicamente aceite de maní. A su vez, el ingeniero alemán Félix Wankel desarrolló un motor de combustión; este ilustre ciudadano, sin partir del principio del movimiento alternativo, logró romper el paradigma de diseño de motor de combustión interna y contó con el apoyo de la marca Mazda, la cual ha colocado en circulación alrededor de 2 millones de motores Wankel. Los anteriores y otros destacados en múltiples literaturas fueron artífices de la consolidación de esta tecnología y de los alcances que hoy son evidentes en el diario vivir.

Así las cosas, los desarrollos para lograr motores de combustión interna más eficientes y afables con el medio ambiente, han hecho del motor de combustión interna un objeto de estudio de primer interés a nivel global para los sectores involucrados con esta tecnología, sin desconocer la etapa de transición actual, la cual permite vislumbrar prototipos y modelos viables de nuevas motorizaciones (híbrido y/o eléctrico); es de destacar el buen recaudo de motores de combustión interna en funcionamiento y con

diversas aplicaciones, lo que implica que los procesos de reconstrucción y/o reparación son parte de la economía actual y de la sostenibilidad de muchas empresas asociadas a los sectores económicos del mundo.

Esta guía de laboratorio es una invitación a reconocer los tópicos en torno a la arquitectura automotriz del motor de combustión interna con una fuerte componente en los procesos de comprobación: 1) metrológica, lo cual permite determinar el estado de desgaste de componentes con base a los parámetros de fábrica; 2) posteriormente, sigue la reconstrucción y/o reemplazo en rectificadora; (aquí es de resaltar los procesos de desbaste, reconstrucción y reemplazo que se realizan en algunos componentes de motor); 3) finalmente, ajuste y verificación, donde está el ensamble de componentes con repuestos nuevos. Todo lo anterior en un horizonte guiado por la información técnica de fábrica, apoyado en equipos y herramientas para lograr obtener una reparación con resultados valorables en rendimiento y aporte al medio ambiente.

Capítulo 1

1. Normas de seguridad

TECNOLOGIA EN MECANICA AUTOMOTRIZ

UNIVERSIDAD ECCI
FACULTAD DE INGENIERIA

NOMBRES _____
APELLIDOS _____
GRUPO _____
SEMESTRE _____

Figura 1: Etiqueta de información. Universidad ECCI.

Tener en cuenta el Manual de Convivencia de la ECCI, capítulo 10 artículo 62. El reglamento sobre las disposiciones legales vigentes para la Universidad ECCI sobre seguridad y salud en el trabajo.

- Protección respiratoria
- Guantes industriales
- Protección auditiva
- Calzado de seguridad
- Protección corporal
- Protección visual
- Casco



Figura 2: Implementos de seguridad. Universidad ECCI.

Todas las personas que se encuentren al interior de los talleres deben cumplir de manera obligatoria las normas de seguridad, de acuerdo a las establecidas por la Ley 9/1979, Decreto 1295/1994, Resolución 2400/1979, Resolución 1016/1986. Las siguientes normas de seguridad son:

1. El ingreso al taller debe hacerse estrictamente con los elementos de protección individual entregados, asignados o requeridos: botas de seguridad, overol, tapa oídos, gafas y guantes. Si hay estudiantes con cabello largo, este debe estar recogido y sujeto con cofia u otro elemento que brinde seguridad.
2. Se deben retirar todos los accesorios (pulseras, anillos, aretes largos, reloj, o cualquier elemento que pueda entrar en contacto con el equipo o herramienta y generar daño a su integridad física.
3. El correcto uso de los elementos de protección individual es “obligatorio”, y está amparado por la legislación laboral y de seguridad industrial, arriba citada. El profesor o los estudiantes que no cumplan esta disposición recibirán comunicación escrita por parte de Salud Ocupacional, y será sancionando tal comportamiento.
4. La permanencia de los trabajadores y estudiantes en las áreas de trabajo, debe limitarse única y exclusivamente al tiempo que se tiene asignado. Los desplazamientos a otras áreas deben ser de conocimiento y autorización del jefe de taller encargado del área.

5. Las máquinas que se encuentren en los talleres deberán tener amplia y suficiente señalización y no podrán ser operadas sin supervisión.
6. El puesto de trabajo (práctica) debe estar en óptimas condiciones de orden y aseo. Para esto, cada estudiante debe contar con los implementos necesarios para cumplir este propósito, y, al terminar la jornada, el puesto de trabajo debe quedar limpio y libre de obstáculos.
7. Los corredores y las vías de acceso deben estar debidamente demarcados y permanecer sin elementos que obstaculicen el libre tránsito por ellas mismas cuando se usen temporal, parcial o definitivamente, para que no generen accidentes por dicha obstaculización.
8. Transite siempre por su derecha. Esta recomendación es importante pues es la manera de evitar incidentes y accidentes en vías de evacuación, zonas peatonales, escaleras, etc.
9. El consumo de alimentos o bebidas en los talleres **NO ESTÁ PERMITIDO**, ya que se pueden ocasionar incidentes o accidentes de trabajo relacionados con la integridad del estudiante o funcionario, pérdida de información, daños a equipos o maquinaria; además de las consecuencias para la imagen de la Universidad ECCI ante propios y visitantes. Si el estudiante o profesor tiene dicho comportamiento, asumirá las consecuencias señaladas.

Tenga en cuenta las siguientes recomendaciones en todas las prácticas por desarrollar: use siempre el overol institucional, mantenga limpio y ordenado el lugar destinado a las prácticas, no utilice ayudas didácticas sin previa autorización, disponga de las herramientas apropiadas y manténgalas limpias, siga las normas e instrucciones. Si desconoce procedimientos, uso de equipos y herramientas, consulte al monitor o al docente; los elementos pesados se deben levantar con ayuda de polipastos y/o equipos tipo “grúa”.

Capítulo 2

2. Información general del motor

Todo motor utilizado en cualquier aplicación automotriz y/o industrial, debe tener descritas sus características más importantes. Esta información permite de manera pronta conocer las particularidades del motor, en el caso de la ilustración -3-, se aprecian las características del motor, generalmente están en una plaqueta sobrepuesta.



DATOS TÉCNICOS	DQKA / DQMA
Arquitectura	4 cilindros
Cilindrada	1500cc
Díámetro cilindros	72,5mm
Camara de cilindros	80,5 mm
Potencia máxima (3.500-4.000r.p.m.)	61 kW / 85 kW
Par máximo (1.500-3.000 r.p.m.)	250 Nm
Gección motor	Bosch EDC 17
Catalizador	4 vías
Filtro de partículas	SI
Sonda lambda anterior	Banda ancha
Sonda lambda posterior	Banda ancha
Distribución variable	No
Normativa emisiones	EU6
Árboles contrarrotantes	No

Figura 3: Datos técnicos del motor. Grupo VW motor company.

Marca y modelo motor asignado	
Número de motor	
Cilindrada total	
Potencia/ rpm	
Torque/rpm	
Holgura válvulas admisión / escape	

Tabla 1: Datos técnicos del motor. Grupo VW motor company.

2.1. Indicaciones antes de iniciar el desmontaje con un motor de vehículo

2.1.1. Precauciones con fluidos

Al iniciar el procedimiento para dar curso a una reparación total o parcial al motor, se recomienda: 1) Verificar que la temperatura del motor esté por debajo de 10°C; 2) A continuación, drene todos los fluidos y almacénelos según disposiciones finales de ley; (igualmente, se debe sellar con cinta todos los orificios del motor para prevenir el ingreso de elementos extraños). Por último, marque y ordene las piezas desensambladas (Nissan, 2005).

2.1.2. Desmontaje del motor del habitáculo

Para el caso del vehículo Ssangyong Rexton, el fabricante recomienda que después de desmontar el motor con la eslinga, instálelo en la base para el proceso de desensamble general como se aprecia en la figura -4-.

Batería: Desconectar el cable de alimentación y el cable de masa de la batería, teniendo cuidado de no ocasionar cortocircuitos.

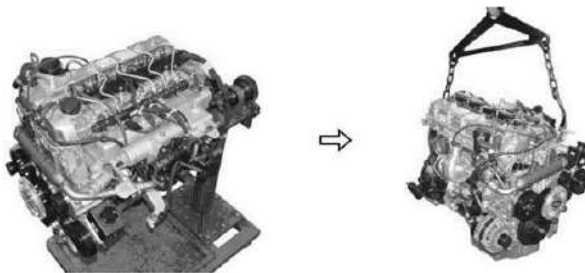


Figura 4: Desmontaje del motor. Ssangyong motor company.



Figura 5: Desconexión de la batería. Isuzu motor company.

Capó del motor: Aflojar los tornillos de fijación del capó de las bridas de apoyo. Marque la posición inicial del capó.



Figura 6: Desmontaje del capó. Isuzu motor company.

Posición del vehículo: De acuerdo al tipo de vehículo, seleccione la forma más segura y apropiada para iniciar el desmontaje del motor. Para ello, puede usar soportes al chasis y/o elevador.



Figura 7: Elevador para vehículo. Ssangyong motor company.

Radiador, ventilador: Descargue el refrigerante y desmonte las mangueras, retire el enfocador y ventilador.

Filtro de aire: Desconectar conectores de sensores, conductos de aire y caja del filtro; de igual manera, desmonte los ductos y mangueras del intercooler (Enfriador de aire del turbo)

Bomba de dirección asistida, compresor de aire acondicionado: Retirar la correa de accesorios, desajustando el tensor automático, después desmonte de la base de apoyo la bomba de dirección hidráulica y el compresor del aire acondicionado.

Cables de control, mazo de gestión electrónica, mangueras de combustible, líneas de vacío: Marcar puntos de unión y posición de abrazaderas, posteriormente desconecte conectores de sensores y actuadores, así como las presillas de fijación del mazo de cables.

Tubo de escape, transmisión: Suelte los pernos de unión entre el tubo de escape y el múltiple de escape; de igual manera, suelte los tornillos de unión entre la carcasa del volante y la planchuela del motor, colocando debajo de la transmisión una base de apoyo.

Soportes del motor: Soltar los tornillos de unión que están en el soporte del motor, de cada lado. Ssangyong aconseja soltar los soportes que van atornillados al bloque del motor (ha de tenerse en cuenta la revisión de los soportes en goma que soportan la vibración e impacto ocasionados por el motor o la superficie por donde transita el vehículo). Ver figura -8-.



Figura 8: Soporte del motor. YouTube.

2.2. Cadena desensamblaje del motor

Existen varias versiones sistemáticas para el proceso de desensamblaje de un motor; una de ellas en la propuesta por Kia motors, como se observa en la ilustración 8. Se inicia por la cabeza de culata y sus accesorios, después se pasa al frente y atrás del motor para terminar con la parte interna del bloque de cilindros.

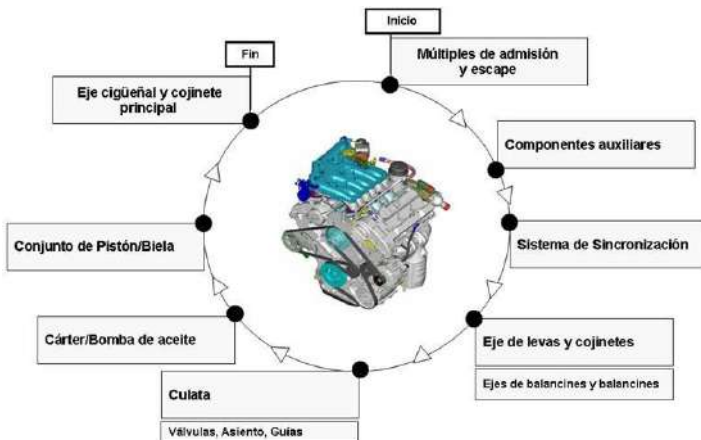


Figura 9: Pasos desensamblaje de un motor. Kia motor company.

2.3. Recomendaciones para el ensamblaje

Una vez se inicia la fase de ensamble, es válido tener en cuenta: usar la llave dinamométrica para ajustar, según las especificaciones de fábrica. El ajuste se realiza en orden, empezando por el centro y luego diagonalmente los del interior y el exterior. Use empaquetaduras de motor originales y

reemplace en su totalidad, lave, limpie y seque adecuadamente. Después de la reparación, arranque el motor y aumente la velocidad de este para verificar que no haya fugas en los sistemas de refrigeración, combustible, aceite y escape (Nissan, 2005).

Las nuevas tecnologías, en cuanto al ajuste de motores, usan tornillos de apriete en la zona elástica; estas piezas requieren apriete angular y normalmente son: los pernos de la cabeza de cilindros, engranes del árbol de levas, pernos de la tapa de bancada, tuercas de la tapa de biela y el perno de la polea del cigüeñal. Nunca debe usar un valor de par para el apriete final (el valor de par es un paso preliminar para el apriete final); y para terminar, cerciórese de que las roscas y superficies de asiento estén limpias y empapadas en aceite de motor.

2.3.1. Ajuste de componentes del motor

Existen aún tecnologías que requieren el reapriete de tornillos después de cierto tiempo o kilometraje de una reparación de motor, en especial, esto aplica para los tornillos de la cabeza de culata; para evitar este proceso y garantizar un ajuste apropiado, se pasó a aplicar la tecnología de materiales por tornillos de funcionamiento plástico y/o con sistema de apriete angular, con esto se quiere decir que son tornillos que van más allá de su límite elástico llegando a la zona plástica del tornillo (ajusa tornillos, 2020).



Figura 10: Zona plástica y elástica. Ajusa.es.

Al realizar un ajuste con llave dinamométrica, se incrementan las zonas de fricción en la cabeza del tornillo con la superficie de asentamiento, entre los hilos y las roscas. De lo anterior, se valida la necesidad de lubricar los tornillos, sin que esto sea garantía total de un buen ajuste entre piezas; por

ello, en la actualidad ¿es de uso común aplicar la combinación de torque + torque angular?, como ejemplo de ello, se puede apreciar en la ilustración - 10-, un motor instalado en el modelo “Ford Ranger”.

Las recomendaciones para el ajuste de los tornillos de bancada son:

1. Aplique aceite en las roscas y la cabeza del tornillo.
2. Ajuste los tornillos con la llave dinamométrica en dos o tres pasos, en el orden de adentro hacia afuera o en espiral.
 - Aplique torque con la llave dinamométrica de 11– 25 ft/lb.
 - Aplique torque con la llave dinamométrica de 55 –60 ft/lb.
 - Suelte todos los tornillos.
 - Aplique torque con la llave dinamométrica de 11 – 25 ft/lb.
 - Aplique torque con la llave dinamométrica de 32 –33 ft/lb.
3. Coloque una marca de pintura en la cabeza de cada tornillo
4. Usando esta marca como referencia, gire los tornillos de 90o a 105o en 2 pasos (Thailand, 2005).

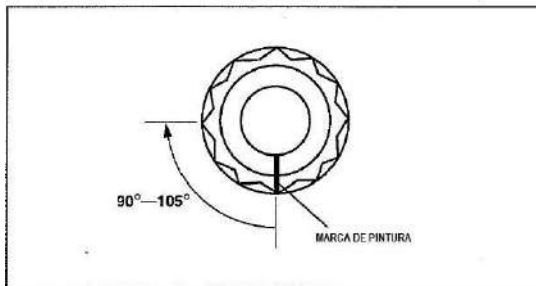


Figura 11: Pautas de giro angular. Ford motor company.

Habría que decir también, que esta tecnología aplica a tornillos de cabeza de cilindros, volante de inercia, polea damper, tapas de bancada y tapas de biela, cómo permite un mejor ajuste y, por ende, una elongación de los tornillos (lo cual lleva al mismo a un punto de no retorno), se hace necesario medir los tornillos; para ello, existen 2 métodos: medir la longitud total sin tener en cuenta la medida de la cabeza del tornillo, y la medición del diámetro del vástago roscado del tornillo. Por esta razón, el fabricante siempre da a conocer los parámetros en cada caso.

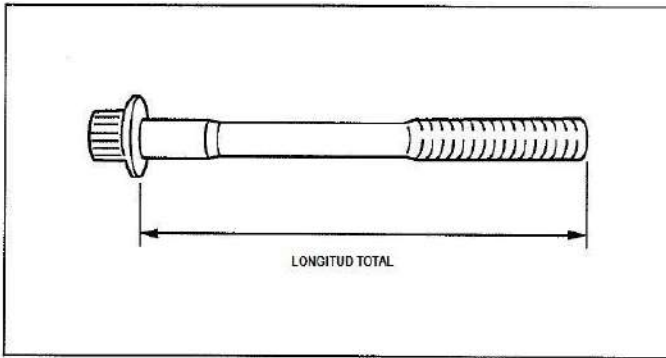


Figura 12: Medición de diámetro rosca. Nissan motor company.

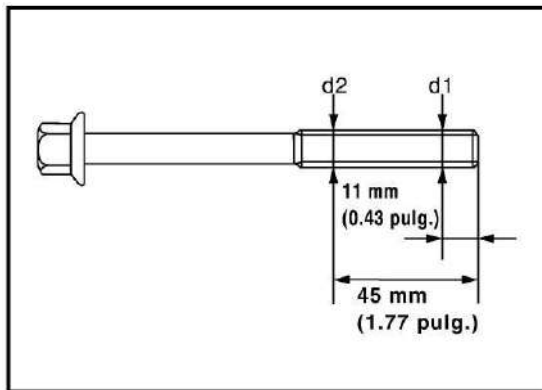


Figura 13: Medición de diámetro rosca. Nissan motor Company.

Bibliografía

Nissan, M. C. (2005). Manuel de Reparacion motor Nissan Tiida. En Nissan.

Ajusa tornillos. (16 de Marzo de 2020). Obtenido de https://www.posventa.info/empresas/tornillos-culata-ajusa-sistema-apriete-angular_15138437_102.html

E-auto. (5 de Abril de 2020). Obtenido de <https://www.e-auto.com.mx/>

Thailand, F. s. (2005). Ranger Overhaul manual. Thailand: Ford motor company.

Capítulo 3

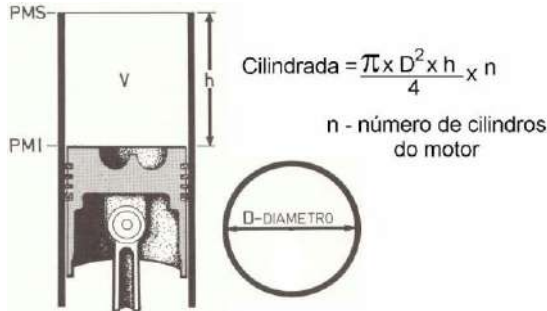
3. Parámetros técnicos del motor

El objeto de la construcción de un motor de combustión interna es la transformación de energía calorífica en mecánica. Un ejemplo de ello, son los motores MEP (motor de encendido provocado), que maneja como combustible: gasolina y/o bioetanol; y los motores MEC (motor de encendido por compresión), que emplea como combustible: diésel y/o biodiésel.

Estos parámetros son el fundamento tecnológico que hacen que un motor se distinga de otro. Así como en el mercado, se encuentran diversas marcas de camionetas pick up, con motorizaciones a diésel o gasolina, cilindrada similar, sus potencias y torques pueden ser diferentes. A continuación, se despliegan algunos de los conceptos más importantes con relación a los parámetros técnicos:

3.1. Cilindrada

Esta se determina por la geometría de los cilindros, los cuales están ubicados en el bloque del motor. Esta característica es una de las más usadas,

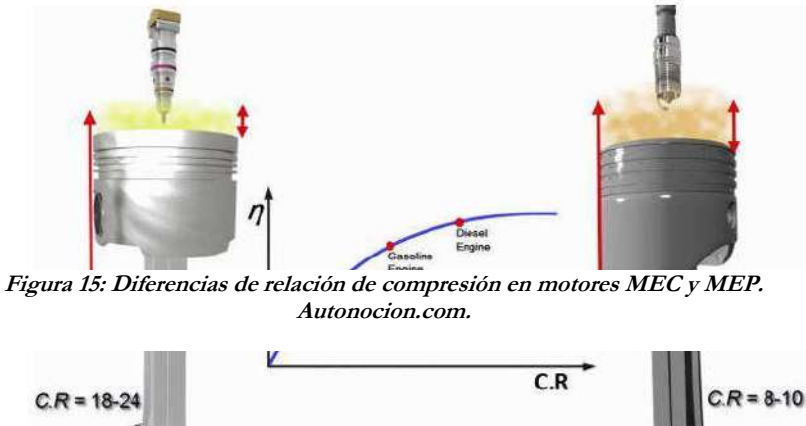


permitiendo el reconocimiento del concepto cilindrada; por ejemplo, un *Figura 14: Medición de diámetro rosca. Nissan motor company.*

vehículo Hyundai Atos tiene una cilindrada de 1000 cc, distribuidos en 4 cilindros, la suma del volumen de los 4 cilindros da la cilindrada total y la división de la cilindrada total en 4 cilindros, da la cilindrada unitaria, la cual para este caso es 250 cc.

3.1.1. Relación de compresión

Este concepto está relacionado con la cantidad de veces que se puede comprimir el volumen total de un cilindro en la cámara de combustión. Este concepto es adimensional, por lo cual en motores MEC, está entre 9:1 a 14:1; y en motores MEP, entre 15:1 a 23:1.



3.1.2. Par motor

El escenario donde se entiende y calcula el par motor, se encuentra dentro del motor; siendo este expresado como la distancia entre muñón de biela y muñón de bancada serían la distancia (radio de giro). La fuerza es la

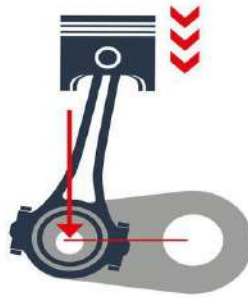


Figura 16: Par Motor. Motorpasion.com.

que recibe el pistón como resultado de la combustión (Escudero, Gonzales Jesus y Alejandro, 2009).

3.1.3. Potencia

Potencia obtenida, siendo esto el resultado de multiplicar el par motor por la velocidad angular y se expresa en revoluciones por minuto, o en radianes por segundo (Escudero, Gonzales Jesus y Alejandro, 2009).

3.1.4. Consumo específico

Se mide en gramos por kilovatio hora (g/kWh), entendiéndose como la cantidad de combustible consumida (g) por unidad de potencia generada (kW) y tiempo de funcionamiento (h).

3.1.5. Rendimiento

Es el resultado de dividir la cantidad de calor aprovechada por el motor entre la generada por el mismo; de igual suerte, se habla de rendimiento, por lo que se va al sistema de refrigeración y al sistema de escape, este se encuentra entre rangos del 30% al 40 %; y el rendimiento volumétrico, que está relacionado con la cantidad de aire que entra y los gases que salen en el motor.

3.1.6. Curvas características

Sirven para mostrar la variación de las magnitudes físicas en función de las revoluciones del motor, las más usadas son:

- Curva par motor
- Curva potencia

- Curva consumo específico (Escudero, Gonzalez Jesus y Alejandro, 2009).

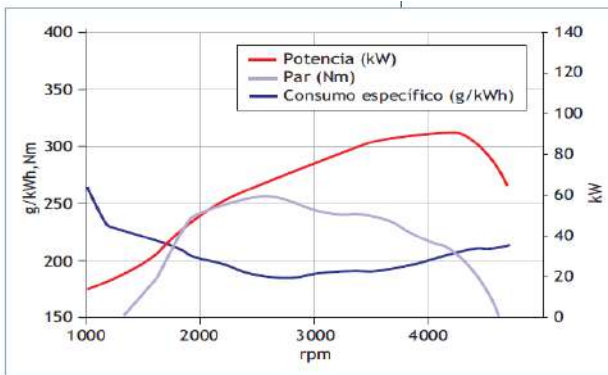


Figura 17: Curvas características motor. Motores.

Bibliografía

Escudero, S., Gonzales Jesus, R. J., & Alejandro, S. (2009). Motores. Macmillan Profesional.

Capítulo 4

4. Correas de accesorios

La evolución en este sistema complementario del motor ha estado marcada por el número de accesorios, tales como: alternador, bomba de dirección hidráulica, compresor del aire acondicionado y bomba del refrigerante, entre otros. Es sabido que el camino de la transformación, en cuanto a esta forma de transmisión, se inicia con un diseño trapezoidal, que ha abarcado uno o tal vez dos accesorios, lo que implica el uso de varias correas y poleas con acanaladuras en forma de V en cada accesorio. Con el fin de mejorar, se dio paso a las correas poli V fabricadas en materiales flexibles (Pruebaderuta.com, 2020) cuya ventaja resaltante es el uso de sus dos caras de trabajo: por un lado, permite que sus múltiples venas trapezoidales abarquen una amplia superficie en las poleas de los accesorios, y por el otro lado, provee una superficie de rodadura que permite el uso de patines y tensores.

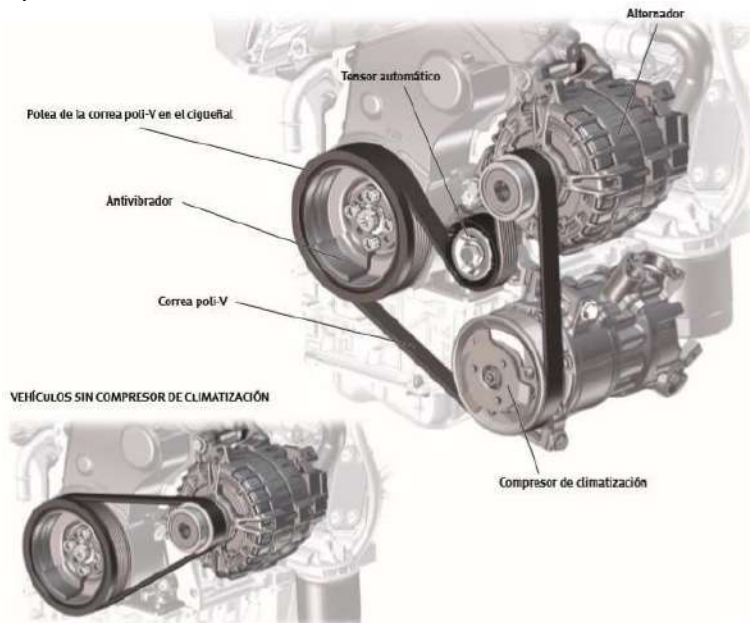


Figura 18: Correa de accesorios. Seat motor.

4.1. Correa trapezoidal

La correa trapezoidal permite un contacto seguro y amplio, obteniendo bajos índices de fricción. De igual forma, es resistente al desgaste, calor y genera poco ruido. Esta es muy apropiada para una transmisión con poleas de diámetro, volumen y peso reducidos (NTN-NSR.com, 2020).



Figura 19: Correa trapezoidal. Mercado libre.com.

4.2. Correa Multi V

Otro tipo de correa de accesorios de uso muy extendido es la multi V, de característica flexible y poco voluminosa; es ideal para montajes complejos que incluyen varios accesorios, posibilitando su accionamiento (NTN-NSR.com, 2020).



Figura 20: Correa multi V. Dayco.

Esta tecnología viene equipada con un tensor automático, el cual permite el montaje correcto de la correa y luego al liberarla, se ajusta

automáticamente; como se puede apreciar en la figura -21-.



Figura 21: Tensor correa multi V. Ssangyong motor company.

Bibliografía

Pruebaderuta.com. (1 de Marzo de 2020). Obtenido de <https://www.pruebaderuta.com/cuando-y-porque-cambiar-la-correa-de-accesorios.php>.

NTN - NSR.com. (29 de Febrero de 2020). Obtenido de https://www.ntn-snr.com/sites/default/files/2017-04/courroies_daccessoires_es.pdf

Capítulo 5

5. Pruebas de estado interno del motor

Para lograr un diagnóstico adecuado y de esta manera iniciar el desarrollo de la reparación del motor, es aconsejable realizar la comprobación del estado interno del motor. Para ello, se puede aplicar la prueba de compresión y/o la prueba de fugas de cilindro, o alguna prueba no intrusiva, como la compresión relativa y/o la presión de gases de escape. Cabe aclarar que no siempre se realiza esta operación, ya que, si el motor presenta una disminución en su rendimiento muy notorio, como que no gira libremente, o un golpeteo interno, alto consumo de aceite por nombrar algunos; ello implica una intervención de desensamblaje inmediata y se obvia esta comprobación de estado interno.



Figura 22: Toma de compresión. Ssangyong motor company.



Figura 23: Prueba de fugas. Blogs eltiempo.com.

	Cilindro 1	Cilindro 2	Cilindro 3	Cilindro 4	Promedio
Prueba compresión					
Prueba de fugas					

Tabla 2: Prueba de fugas. Blogs eltiempo.com.

Capítulo 6

6. Sistema de distribución

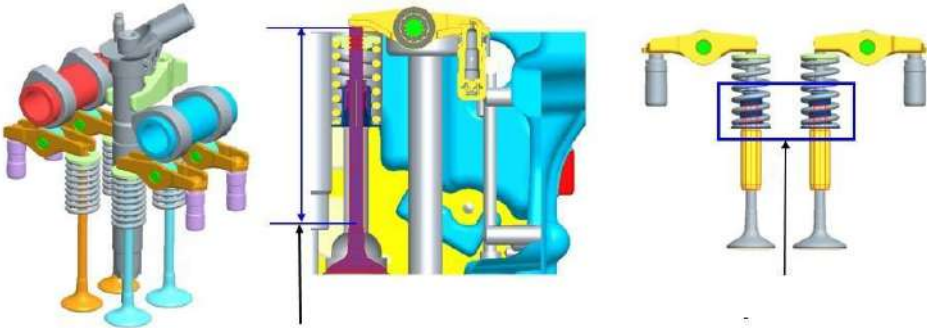


Figura 24: Sistema de distribución DOHC. Kia motor company.

El sistema de distribución se encarga de la apertura y cierre de las válvulas de admisión y escape, en función de cada ciclo del motor, avalando así el ingreso de aire para la combustión y la salida de los gases producto de la combustión; para ello, se apoya en diversos elementos intermedios para la conversión del movimiento circular del cigüeñal en alternativo de las válvulas. Dependiendo de la ubicación del eje de levas (sea en el bloque de cilindros o en la cabeza de cilindros), este sistema tendrá mayor o menor número de componentes.

Dentro de las incidencias de este sistema, en el motor se tienen: el control de la cantidad de llenado de aire o mezcla en el cilindro, determinar la presión de combustión; lo cual afecta el consumo de combustible, y tiene responsabilidad en el control de emisiones (Escudero, Gonzalez Jesus y Alejandro, 2009).

Los tipos de distribución más empleados actualmente son:

- **OHV (Overhead Valves)**. El árbol de levas está situado en el bloque. Los sistemas de distribución OHV tienen el árbol de levas

montado en el bloque, y el movimiento se transmite a la válvula desde la leva mediante un empujador o taqué, una varilla empujadora y un balancín que gira sobre el eje respectivo.

-OHC (Overhead Camshaft). El árbol de levas está situado en la culata. El árbol de levas (en los sistemas de distribución OHC) está situado en la parte superior de la culata, con lo cual son necesarios menos elementos intermedios, y de esta manera se producen menos fuerzas de inercia, y es posible alcanzar revoluciones superiores.

- DOHC (Double Overhead Camshaft). Hay dos árboles de levas situados en la culata. El sistema de distribución DOHC es utilizado en distribuciones multiválvulas donde las válvulas de admisión van situadas en un lateral, y las válvulas de escape en el otro, disponiendo de un árbol de levas para cada tipo de válvulas (Escudero, Gonzalez Jesus y Alejandro, 2009).

6.1. Componentes

Partiendo de la ilustración 24, y con referencia a la tecnología “Volvo”, se advierte un sistema de distribución el cual parte del movimiento generado por el eje de levas; este se reposa sobre el bloque de cilindros o la culata de cilindros. Según sea el diseño del motor, tiene apoyos para soportar su movimiento y levas para cada válvula; al girar este transmite, el movimiento al impulsador (quien convierte el movimiento en rectilíneo), a su vez genera el movimiento al impulsador y/o varilla impulsadora, ocasionando un movimiento en el balancín que hace que la válvula se desplace alternativamente, de

acuerdo al ciclo en que se encuentre el cilindro.

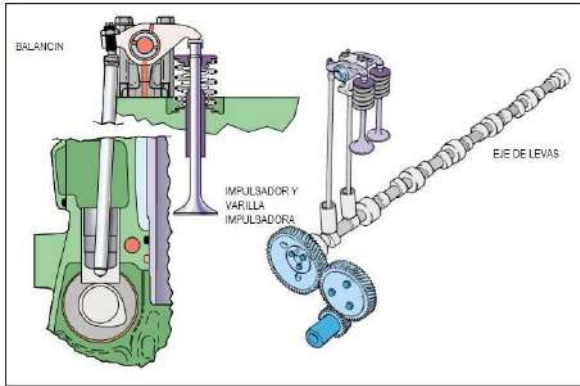


Figura 25: Componentes sistema distribución. Volvo motor company.

El eje de levas aporta potencializando el rendimiento del motor. Su diseño está en función de peso, vida útil, costo, fricción y ruidos adicionales. En cuanto a materiales, el acero es uno de los estándares utilizados tanto para el eje, como para las levas; aunque, esta última también usó materiales sinterizados (materiales en polvo). También para la reducción de masa, se fabrican ejes de levas huecos.

Se considera ahora las válvulas que incluyen en sus peculiaridades, versión de fabricación extruidas (troquel) y/o forjadas (matrices), con profeso res acordes al tipo de motor de combustión interna, sea MEC o MEO; dichos procesos permiten obtener válvulas blindadas, endurecidas, nitradas o cromadas. Para concluir, en la actualidad, las cargas en los térmicas y de fricción, entre otras; están aumentando para el caso de las válvulas. El reto tecnológico es trabajar en válvulas con mayor capacidad de control térmico, por ejemplo, válvulas enfriadas (MAHLE, 2020).

6.2. Desensamble

En función de los tipos de mandos de la distribución, existen: los de correa, por cadena, piñón o combinación entre estos. El procedimiento de desensamblaje puede variar en función del número de componentes y accesorios, entre otros.

Como indicación general, se recomienda seguir las indicaciones del fabricante de esta forma: Primero, desmontar damper de cigüeñal y

tapa cubierta delantera de la distribución. A continuación, verifique las marcas y función de cada piñón (números, letras, puntos), si existen piñones con amortiguadores de ruidos, instale la traba antes de iniciar el desensamble. Algunos mandos de distribución no presentan marcas, y el fabricante ha diseñado el proceso apoyado por unas calas para colocar en tiempo el motor; de ser así, consulte el manual del fabricante con este respecto. Luego de esto, desmonte la cubierta trasera de la distribución.

En la ilustración -26-, se aprecia una distribución tipo “piñón” que se usa en la tecnología de motores MWM. Esta distribución abraza todos los accesorios del motor, y su ubicación puede ir en la parte delantera o trasera, dado los esfuerzos concentrados en el cigüeñal y para lo cual es más conveniente, la base donde se acopla el volante de inercia. Otro caso, es la distribución por cadena para este tipo de tecnología Ssangyong. Se observa en la ilustración -27-, una cadena que transmite el movimiento generado por el cigüeñal a todos los componentes del motor; los 2 anteriores mandos de la distribución se caracterizan por tener lubricación del tipo “salpique” apoyado con rociadores de aceite para los puntos de mayor fricción; de igual manera, son mandos que garantizan alta duración de sus componentes.

Hay que mencionar, además, el tipo de mando por correa (como se nota en la ilustración -28-). También la tecnología de motores Seat la cual aplica esta tecnología. Por otro lado, este diseño debe ser riguroso en el cambio del presente elemento, de acuerdo a las indicaciones del fabricante. Además, no genera mucho ruido por su diseño y tampoco requiere lubricación.

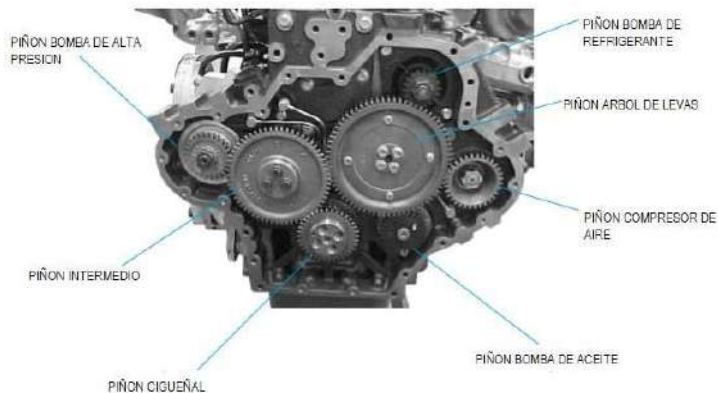


Figura 26: Mandos de distribución tipo piñón. MWM motores.

Arquitectura mecánica del motor de combustión interna

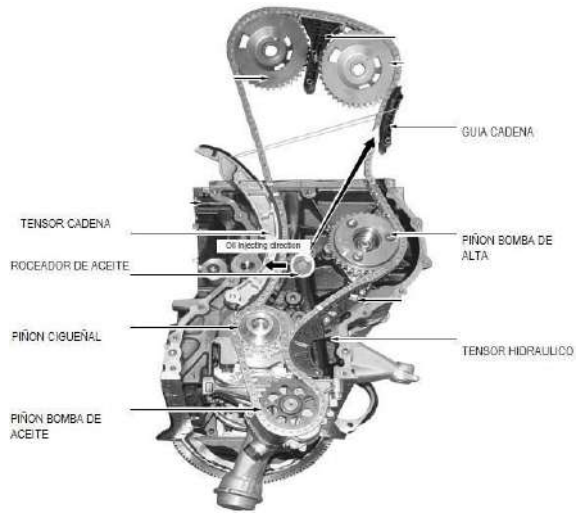


Figura 27: Mandos de distribución tipo cadena. Ssangyong motor company.

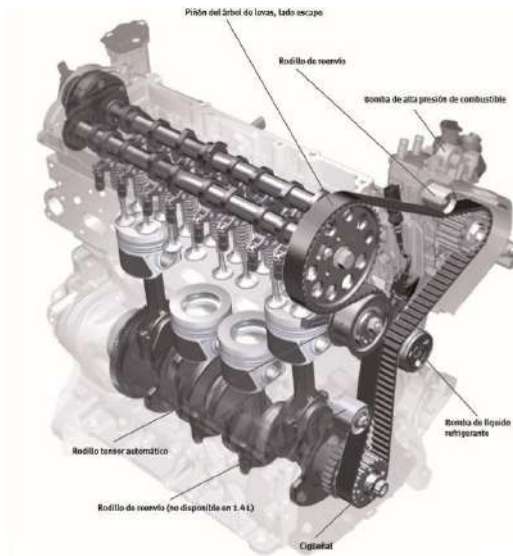


Figura 28: Mandos de distribución tipo correa. Seat motor company.

6.3. Inspección metrológica

6.3.1. Holgura axial eje de levas

Al desmontar el eje de levas, es muy importante tener en cuenta la cantidad y ubicación (cabeza o bloque de cilindros), cabe tener en cuenta que se debe medir la holgura axial, utilizando para ello un comparador de carátula con base magnética. Un parámetro de calidad para el eje de levas es la tolerancia, la cual se consulta en el manual de ajuste, donde se encuentran ajustes y parámetros de calibración.

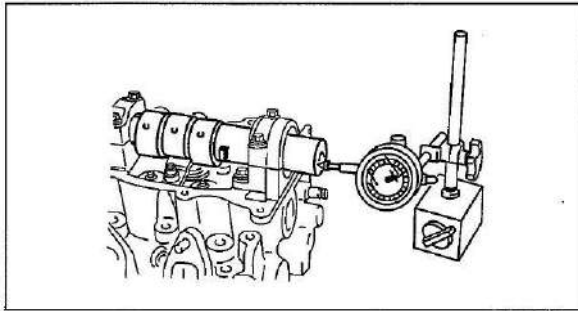


Figura 29: Medición holgura axial, eje de levas en la culata. Ford motor company.

Los elementos de control axial (dependiendo del diseño), pueden ser desde una arandela fijada por medio de tornillos, hasta una ranura ubicada en una tapa de bancada del eje de levas, (de cualquier tipo que sea el objeto), su propósito es mantener dentro de los límites el desplazamiento axial. Así, este chequeo depende del desgaste de los elementos de control y de la cara de empuje del eje de levas.

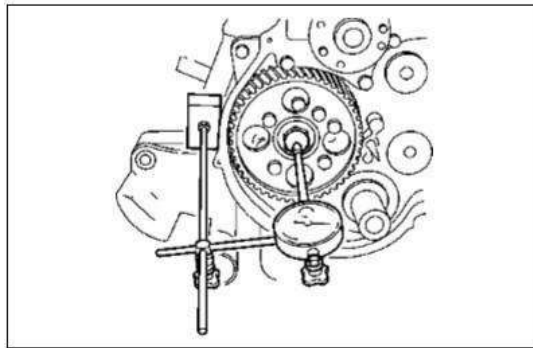


Figura 30: Medición holgura axial, eje de levas en bloque de cilindros. Isuzu motor company.

Holgura axial	
---------------	--

Tabla 3: Medición holgura axial, eje de levas en bloque de cilindros. Isuzu motor company.

6.3.2. Excentricidad del eje de levas

Coloque los bloques en V y apoye el eje de levas. Luego, con ayuda del comparador de carátula y la base magnética, gire con la mano el eje de levas y mida la excentricidad.

1

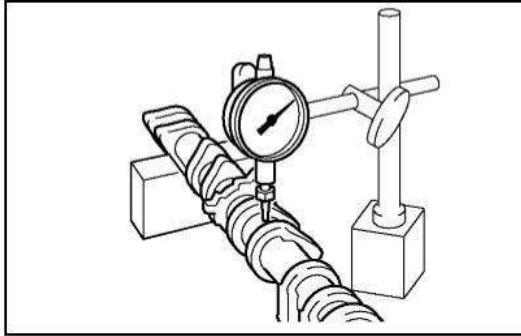


Figura 31: Excentricidad eje de levas. Toyota motor company.

Valor excentricidad	
---------------------	--

Tabla 4: Excentricidad eje de levas. Toyota motor company.

6.3.3. Mediciones del eje de levas

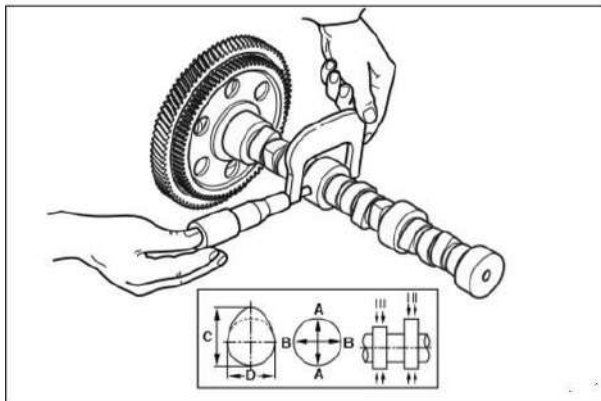


Figura 32: Mediciones del eje de levas. Daewoo motor company.

Medir el eje de levas en los puntos indicados (muñones de apoyo y levas de admisión y escape), con ayuda de un micrómetro, iniciando con los muñones de apoyo.

	A1	A2	B1	B2	Ovalamiento / conicidad
Diámetro Muñón 1					
Diámetro Muñón 2					
Diámetro Muñón 3					
Diámetro Muñón 4					
Diámetro Muñón 5					

Tabla 5: Ejercicio medir eje de levas.

A continuación, con ayuda de un micrómetro, verifique la altura de las levas de admisión y escape.

Cilindro	Leva admisión		Leva escape	
	medida d	medida c	medida d	medida c
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
Promedio				

Tabla 6: Ejercicio altura del eje de levas.

6.3.4. Mediciones de los soportes del eje de levas

Utilizando el alesómetro o las galgas telescópicas, mida el diámetro interno de cada uno de los apoyos, sea ubicando el eje en el bloque de cilindros o en la cabeza de cilindros.

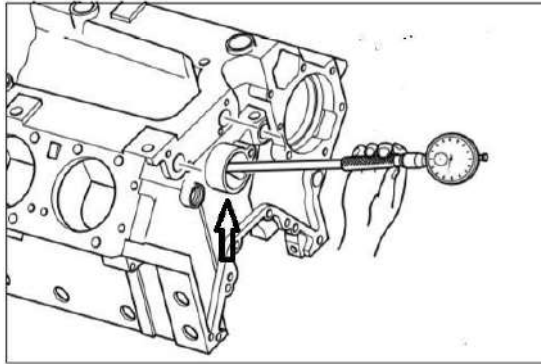


Figura 33: Medición soporte del eje de levas en el bloque. Daewoo motor company.

	X	Y	Promedio Ovalamiento
Soporte 1			
Soporte 2			
Soporte 3			
Soporte 4			
Soporte 5			

Tabla 7: Promedio ovalamiento.

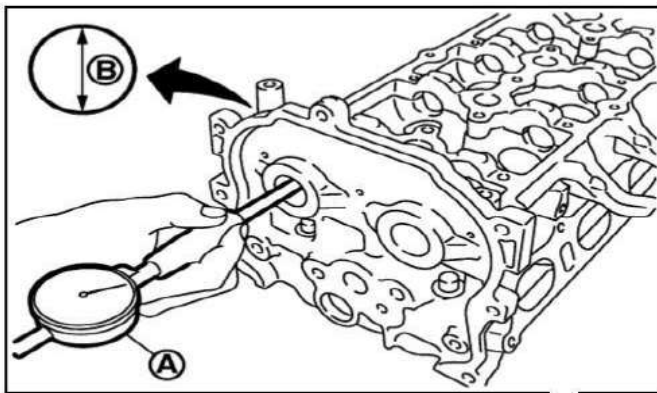


Figura 34: Medición soporte del eje de levas en la cabeza de cilindros. Nissan motor company.

6.4 Técnicas de rectificación en el eje de levas

Los procesos de rectificación que involucran al eje de levas (en algunos casos dependiendo de variables como el costo), están asociados a la metalización de las levas, cuya base tecnológica es generar capas superficiales destinadas a mejorar las propiedades mecánicas de las levas y soportes. Estas capas pueden ser de materiales metálicos, no metálicos (carburos, cerámicas, plásticos) y mezclas de ellos, contando con propiedades físicas y químicas determinadas. Los materiales de aplicación pueden presentarse en forma de alambre macizo, alambre tubular o polvo. Los materiales se proyectan en condición fundida o semi-fundida, y en forma de chorro con el auxilio de aire comprimido a algún tipo de gas, formando sobre el sustrato una capa de gran adherencia y alta densidad.



Figura 35: Rociado térmico en el eje de levas. Metaljet.

La variedad de materiales y capas que pueden aplicarse son virtualmente ilimitadas. Una de las más importantes ventajas que el proceso de rociado térmico ofrece, es la baja temperatura que se transmite a la superficie metalizada, lo que evita daños y distorsiones de la pieza o componente rellenado (Metaljet, 2020). En lo que tiene que ver con los soportes del eje de levas, existen diseños donde el eje se soporta sobre la misma cabeza de cilindros o bloque; y en otros casos, se interpone un buje. En este último, se extraen y se instalan, utilizando impacto, junto con presión hidráulica; cabe anotar que, en algunos casos, los diámetros internos de estos bujes son de diámetro

interno diferentes, siendo el de mayor diámetro el que está adelante del motor (lado distribución), y el de menor diámetro, el que está atrás (lado volante).



Figura 36: Buje eje de levas motor Cummins L 10. Partspowergenset.

Bibliografía

- Escudero, S., Gonzales Jesus, R. J., & Alejandro, S. (2009). Motores. Macmillan Profesional.
- Sanchez, M. (2012). Mantenimiento de motores termicos de 2 y 4 tiempos. Malaga: IC Editorial.
- MAHLE. (7 de Abril de 2020). Obtenido de <https://www.mahle.com/de/products-and-services/passenger-cars/valve-train/>
- Metaljet. (4 de Marzo de 2020). Obtenido de Metaljet: <http://metaljet.com.ar/reparacion-arboles-de-levas>

Capítulo 7

7. Cabeza de cilindros

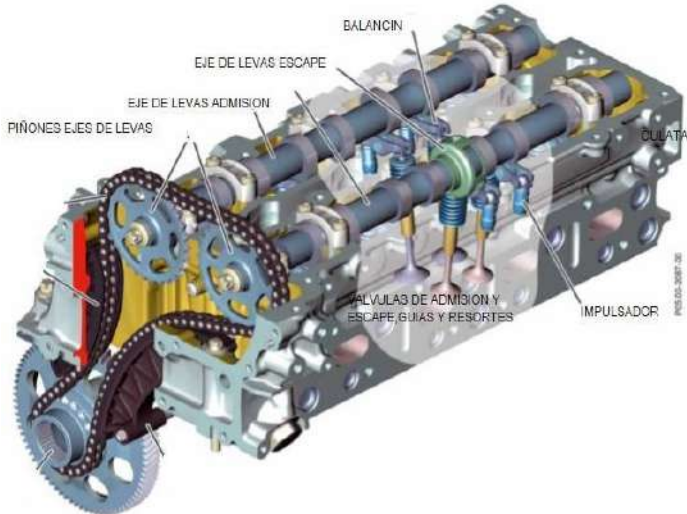


Figura 37: Culata de cilindros y sus componentes. Mercedes Benz motor company.

Este componente se encuentra ubicado en la parte superior del motor, va fijado por medio de tornillos y/o tuercas en unión con espárragos, permite la hermeticidad en la cámara de combustión, absorbe las fuerzas de la combustión. De igual forma, ayuda a la disipación térmica mediante canales de líquido refrigerante (Motorservice, 2020), y favorece la fijación de diversos elementos, puede ser parte de la cámara como en los motores MEP (motor de encendido provocado), o puede contener la cámara, como en el caso de los motores diésel de inyección indirecta (IDI). De igual forma, sirve de soporte para los múltiples de admisión y escape, válvulas, resortes, cuñas de fijación de las válvulas, asientos de válvulas, guías de válvulas y tapa de válvulas, entre otros. Los materiales que se utilizan para su fabricación son aleaciones a base de hierro colado; y en la actualidad, es de tendencia el aluminio como base para aleaciones.

Desde su diseño, puede existir una cabeza de cilindros para un cilindro, para dos, para cuatro cilindros, etc. También, hay que mencionar que se encuentran cabezas de cilindro en fundición gris o en aluminio, así como del tipo mono cilíndrica y multi cilíndrica; esto

con dependencia en el diseño que prevalezca en el motor. En la ilustración -38-, se expone una cabeza de cilindros multi cilíndrica para motor Volkswagen diésel con 4 válvulas por cilindro.



Figura 38: Cabeza de cilindros. Volkswagen motor company.

7.1. Componentes

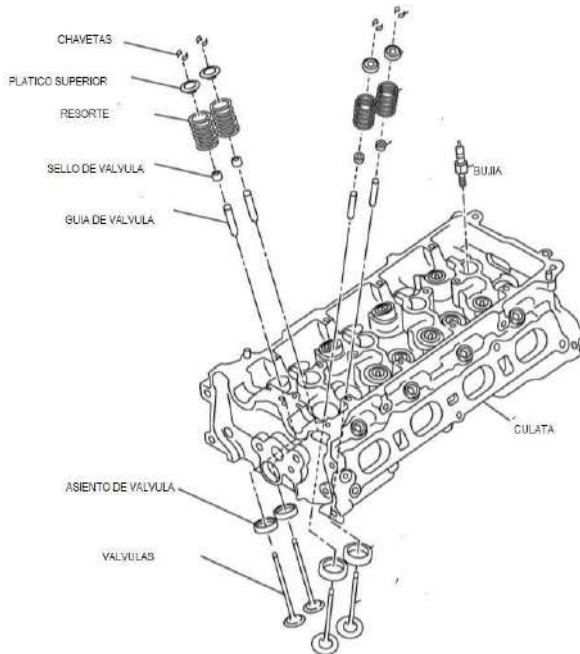


Figura 39: Componentes cabeza de cilindros. Nissan motor company.

Los elementos que alberga la cabeza de los cilindros son: el conjunto de válvulas, guía, resorte, chavetas y asiento; los cuales, conforman un grupo de válvulas (estas pueden ser de admisión o escape) y en número de acuerdo al diseño de fábrica. En la ilustración -39-, se contempla una culata de un vehículo Nissan Tiida, el cual, para este caso, presenta 4 válvulas por cilindro en una disposición de 4 cilindros en línea.

De igual modo, equipa los múltiples de admisión y escape unidos por medio de pernos, así como orificios roscados para las bujías de ignición y/o bujías de precalentamiento, así como orificios cilíndricos para alojamiento de inyectores dependiendo el tipo de motor.



Figura 40: Múltiple de escape. Cummins motor company

El múltiple de admisión es una estructura compacta hecha en aluminio y/o plástico con aleaciones para potenciar la rigidez y resistencia. Este permite una distribución uniforme del aire de admisión, así como garantiza una hermeticidad para que no entre agentes externos en sus puntos de fijación a la cabeza de cilindros (Hino, LTDA). Existen aplicaciones como en los motores Cummins ISX, donde el múltiple está integrado a la culata.



Figura 41: Múltiple de escape. Volkswagen motor company.

El múltiple de escape es una unidad integrada de hierro fundido con aleaciones, el cual debe garantizar hermeticidad en sus puntos de unión con la cabeza de cilindros. Este componente en la actualidad ha evolucionado, hoy en día se encuentra integrado al caracol de escape del turboalimentador, conformando un solo conjunto con este. De la misma manera, el material utiliza acero inoxidable, lo cual mejora la velocidad de los gases, beneficiando la sobrealimentación de aire y la velocidad de transferencia del calor al medio ambiente.

7.2. Desensamble

Después de desmontar la cabeza de cilindros del bloque de cilindros, el orden de desensamble recomendado es el siguiente (sin dejar de lado las indicaciones del fabricante, ya que cada motor tiene algunas particularidades que no se deben pasar por alto): separar múltiple de admisión y múltiple de escape. A continuación, utilizando el compresor de resorte de válvulas (prensa válvulas), desmonte el conjunto chaveta, platillo, resorte y válvula, teniendo en cuenta la posición de cada conjunto en la cabeza de cilindros.

7.3 Inspección metrológica

Esta fase dentro del proceso, siempre implica el uso de equipos y herramientas especializadas, además de la pericia del técnico mecánico.

7.3.1. Medición altura y planitud cabeza de cilindros (distorsión)

Empleando la regla de planitud y el calibrador de galgas, realice las 6 mediciones indicadas en la superficie de asentamiento de la culata y la distorsión lateral de esta misma en la superficie de asentamiento de los múltiples de admisión y escape. Finalmente, la altura de la cabeza de cilindros; esta última medida permite determinar daños por recalentamiento y/o mal procedimiento de ajuste. En lo relacionado con la altura, es una variable que indica si se ha realizado un rectificado de la superficie de asentamiento de la cabeza de cilindros.

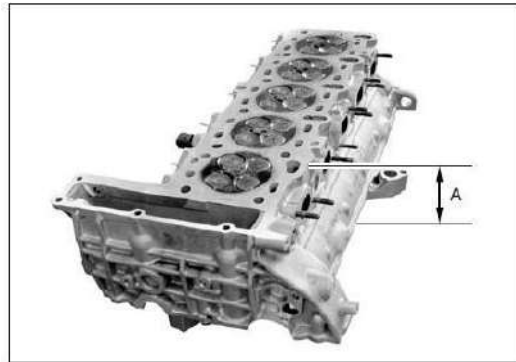


Figura 42: Medición altura cabeza de cilindros. Ssangyong motor company.

Altura culata cota A	
Distorsión superficie asentamiento múltiple de admisión	
Distorsión superficie de asentamiento múltiple de escape	

Tabla 8: Medición altura cabeza de cilindros. Ssangyong motor

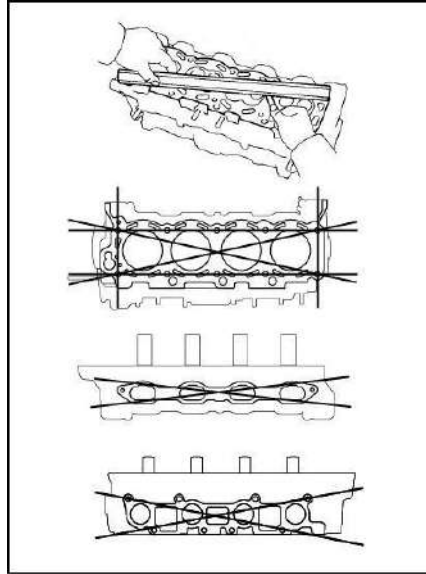


Figura 43: Comprobación planitud cabeza de cilindros. Toyota motor company.

Medición superficie de asentamiento culata	Distorsión encontrada
Medida 1	
Medida 2	
Medida 3	
Medida 4	
Medida 5	
Medida 6	
Promedio	

Tabla 9: Medición superficie de asentamiento de culata.

7.3.2. Medición válvulas de cabeza de cilindros

Las válvulas vienen diseñadas para la admisión de aire y/o mezcla, así como para controlar la salida de los gases de la combustión. Su operación implica en el movimiento alternativo y circular, generando fricción con el asiento de válvulas y la guía de válvulas; por ende,

cuando se realiza una inspección, es imperativo medir sus dimensiones en relación con el vástago de la válvula y la cabeza de la válvula.

Para la identificación de cada válvula, se aplica la premisa del diámetro de la cabeza, siendo la de mayor diámetro la válvula de admisión, sin dejar de lado que, en la actualidad, se usan diámetros iguales para ambas válvulas en atención a la eficiencia de llenado y descargue, así como que los diseños actuales implican sistemas multiválvulas de 4 válvulas por cilindro (2 de escape y 2 de admisión).

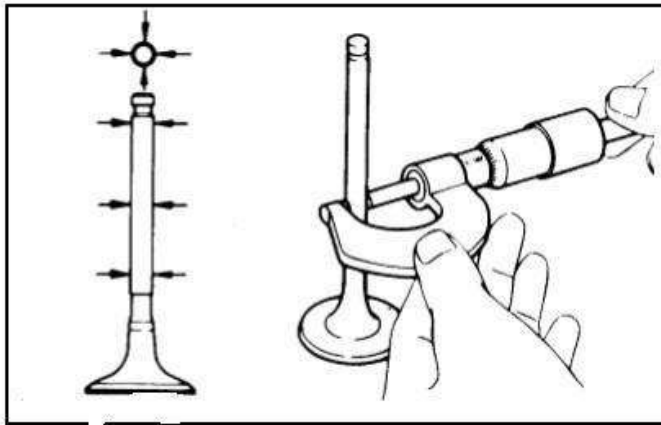


Figura 44: Medición altura cabeza de cilindros. Ssangyong motor company.

	Ø I		Ø II		Ø III	
	x	y	x	y	x	y
Válvula 1						
Válvula 2						
Válvula 3						
Válvula 4						
Válvula 5						
Válvula 6						
Válvula 7						
Válvula 8						

Tabla 10: Medición altura cabeza de cilindros. Ssangyong motor company.

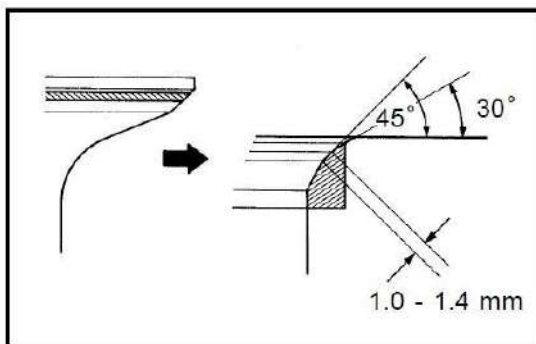


Figura 45: Comprobación margen cabeza válvula. Toyota motor company.

En la cabeza de la válvula, se tiene lo que se conoce como el margen de la válvula y ángulo de asentamiento, la cual se puede evidenciar en la ilustración -45-. Este margen indica el desgaste que se tiene con respecto al asiento y que influye en la profundidad de la válvula en la cabeza de cilindros; esta medición involucra medir el margen con un calibrador “pie de rey” y medir el ángulo con un goniómetro.

	Espesor margen	Ángulo
Válvula 1		
Válvula 2		
Válvula 3		
Válvula 4		
Válvula 5		
Válvula 6		
Válvula 7		
Válvula 8		

Tabla 11: Comprobación margen cabeza válvula. Toyota motor company.

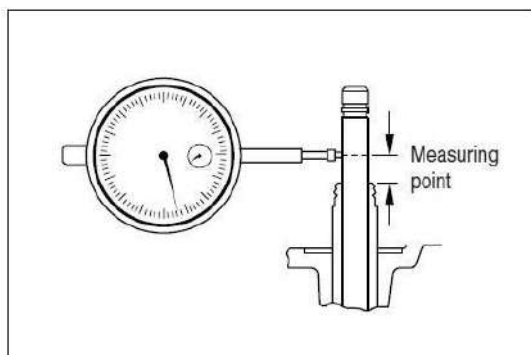


Figura 46: Comprobación holgura guía válvula. Daewoo motor company.

La válvula, junto a su guía tienen cierta lubricación, la fricción al pasar el tiempo genera desgastes propios. Una manera de cotejar este desgaste es usando un comparador de carátula con base magnética.

	Tolerancia válvula guía
Válvula 1	
Válvula 2	
Válvula 3	
Válvula 4	
Válvula 5	
Válvula 6	
Válvula 7	
Válvula 8	

Tabla 12: Tolerancia válvula guía.

7.3.3. Medición resorte de válvulas

Los resortes o muelles se encargan de mantener la válvula siempre cerrada, y para ello, es necesario que tengan la suficiente fuerza para realizar presión sobre la válvula para garantizar un cierre hermético. Por otro lado, no deben permitir el rebote ni la oscilación de la válvula, más aún si la elasticidad está en función del tipo de material, diámetro del alambre y número de espiras. Con esto se quiere decir que tanto la desviación en el resorte de la válvula, como la longitud libre del resorte son una variable que afecta el comportamiento de la misma.

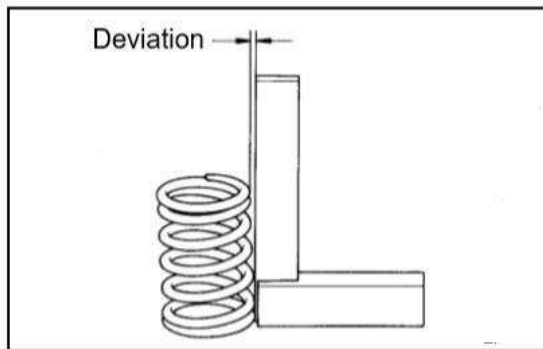


Figura 47: Verificación desviación del resorte. Toyota motor company.

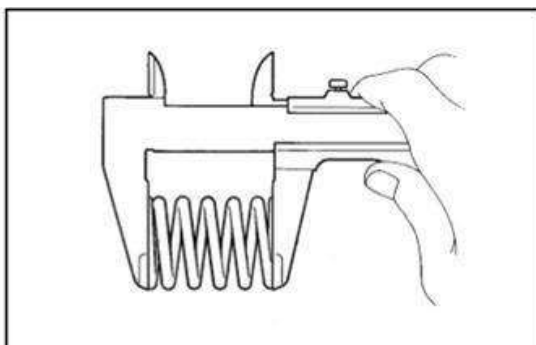


Figura 48: Verificación desviación del resorte. Toyota motor company.

	Desviación resorte	Longitud libre del resorte
Válvula 1		
Válvula 2		
Válvula 3		
Válvula 4		
Válvula 5		
Válvula 6		
Válvula 7		
Válvula 8		

Tabla 13: Verificación desviación del resorte. Toyota motor company.

7.3.4. Medición de la profundidad de la cabeza de válvula con respecto a la superficie de asentamiento de la culata

Con este procedimiento, se logra evaluar el desgaste de asientos de válvula, cabeza de válvula; y hasta cierta parte, es una medida que indica si la superficie de asentamiento de la culata ha sido rectificada.

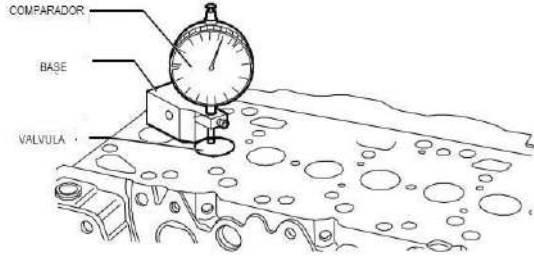


Figura 49: Medición profundidad válvula. Daewoo motor company.

	Hundimiento cota a
Válvula 1	
Válvula 2	
Válvula 3	
Válvula 4	
Válvula 5	
Válvula 6	
Válvula 7	
Válvula 8	

Tabla 14: Medición profundidad válvula. Daewoo motor company.

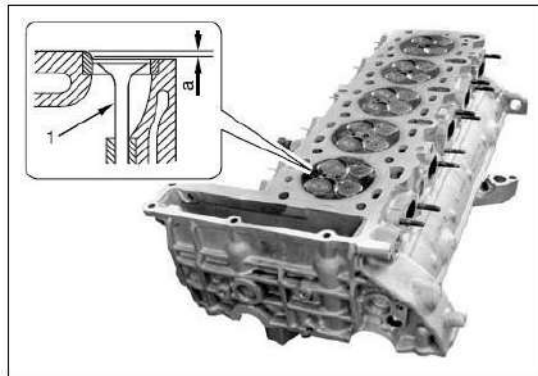


Figura 50: Fisura en la cabeza de cilindros. Mecanicabasicacr.com.

7.4. Técnicas de rectificación en cabeza de cilindros

Por lo que se refiere a la cabeza de cilindros, cuando se realizan una reparación parcial o general (lo cual implica solo intervenir la cabeza de cilindros o todo el motor respectivamente), la acción inicial, luego del desmontaje, es la verificación de fisuras por recalentamiento a través de una inspección visual y/o la prueba hidrostática, como se observa en las ilustraciones -51- y -52- respectivamente. Si las fisuras no son perceptibles a la vista, pero existe sospecha por pérdida inexplicable de líquido refrigerante, se debe realizar una prueba hidrostática para realizar una inspección más a fondo. Dicha prueba consiste en colocar unas placas de cierre, aplicar aire a presión e introducir la culata en una pileta llena de líquido refrigerante para verificar la presencia de burbujas.



Figura 52: Prueba hidrostática. Comec.

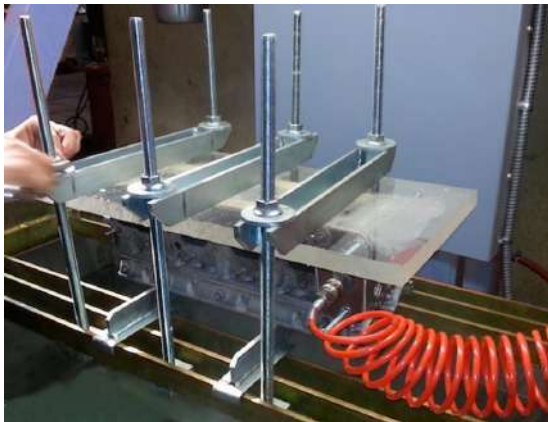


Figura 51: Prueba hidrostática. Comec.

Si existe indiscutiblemente la presencia de fisuras, proceder a reemplazar; en caso de que no, el paso a seguir es la rectificación de la planitud de la superficie de cierre con el bloque motor y las superficies de asentamiento de los múltiples de admisión y escape. Dicho proceso debe ir soportado en las tolerancias de fábrica, de la mano con en el manejo de los equipos y herramientas propias. Para empezar, se instala la culata en la máquina de rectificado (ya sea del tipo horizontal o vertical), y se realiza el desbaste. En la figura -53- y -54- se aprecia una máquina de rectificado de cabeza de cilindros del tipo vertical y horizontal respectivamente.



Figura 53: Equipo vertical de rectificación. Rectidama.



Figura 54: Equipo de rectificación horizontal. Recsel Motors.

7.4.1. Técnicas de rectificación, asientos y guías de válvulas

Los movimientos alternativos y rotativos propios de las válvulas hacen que estas sufran desgaste con los asientos, los insertos de válvulas y con las guías. Aquí las temperaturas propias de la combustión y la poca lubricación son factores que hacen este fenómeno factible. Para realizar el reemplazo de estos componentes, se deben instalar con ajuste de interferencia y extraerse por impacto o soldadura. Estos elementos después de ser instalados, requieren un acabado final para lo cual se utilizan la rectificadora de asientos, la prensa hidráulica (para la extracción de guías) y rimas (para terminado de diámetro interno de guías).



Figura 55: Válvulas, guías y asientos. Alibaba.



Figura 56: Rectificadora de asientos de cabeza de cilindros. Indumotor.

Luego de realizar las labores de rectificación y/o reemplazo de los elementos de la cabeza de cilindros; como apartado final, se ha de verificar el asentamiento entre válvula y asiento, lo cual es un factor preponderante en el proceso de la combustión del motor, el rendimiento y las emisiones. Para ello, puede realizar una prueba de vacío, o aplicar el método tradicional de asentamiento con base esmeril, como se contempla en la ilustración -57- y -58-.



Figura 57: Base esmeril. Smazka.



Figura 58:Asentamiento manual de válvulas. Mercado libre.

Bibliografía

Motorservice. (5 de Marzo de 2020). Obtenido de <https://www.ms-motorservice.com/es/productos-y-aplicaciones/productos-en-el-motor/culatas/>

Hino.LTDA, M. (s.f.). Explicacion tecnica de los motores W04D y W06E.

Capítulo 8

8. Bloque de Cilindros

Es el componente donde se soportan todos los elementos y sistemas constitutivos del motor, como lo son: Los cilindros que están en la parte interna, el conjunto biela pistón, y en algunos diseños, el eje de levas. Así entonces, en la parte superior está la superficie de unión de la cabeza de cilindros; por la parte delantera, posibilita el anclaje de la distribución mecánica; en la parte trasera, sirve de apoyo para la carcasa y el volante de inercia; y en la parte inferior, aloja el cigüeñal por medio de bancadas seleccionadas, al igual que el depósito de aceite llamado comúnmente “cárter”. Al mismo tiempo, por medio de conductos internos, se admite la circulación de aceite y refrigerante. También cabe nombrar sus características de rigidez estructural, resistencia al desgaste y capacidad de evacuación del calor. Finalmente, en lo que concierne a materiales, se encuentran en la fabricación en fundición gris o aleación ligera de aluminio (Escudero, Gonzalez Jesus y Alejandro, 2009).

8.1. Tipos de bloques de cilindros

Se encuentran en versión tipo “línea”, cuya construcción es simple y económica; también está la versión en V más corta y constructiva que la versión en línea (Motorservice, 2020).



Figura 59: Bloque de cilindros en V. Las palmas tecnología.



Figura 60: Bloque cilindros, diseño en línea. Seat motor company.

De acuerdo al diseño de los cilindros, existen los bloques con camisas integrales, los cuales se mecanizan directamente en el bloque; los bloques con camisas secas, los cuales se instalan a presión y no tienen contacto directo con el refrigerante; y, finalmente, las camisas húmedas las cuales no van a presión y están en contacto directo con el refrigerante (Escudero, Gonzalez Jesus y Alejandro, 2009).

8.2. Inspección metrológica

8.2.1. Control del diámetro interno de los cilindros del motor

Esta operación permite verificar la conicidad y ovalización de los cilindros de motor, esto es un desgaste propio del funcionamiento. En el caso de encontrar esta medición por fuera de parámetros de fabricante, se cambiarán las camisas para volver a condiciones de fábrica.

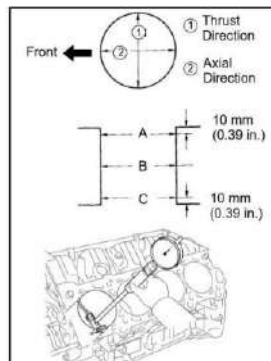


Figura 61: Comprobación de conicidad y ovalización de cilindros motor. Toyota motor company.

	Medición 1 - 2	Promedio ovalización	Medición A - B - C	Promedio conicidad
Cilindro 1				
Cilindro 2				
Cilindro 3				
Cilindro 4				
Cilindro 5				
Cilindro 6				
Cilindro 7				
Cilindro 8				

Tabla 15: Comprobación de conicidad y ovalización de cilindros motor. Toyota motor company.

Si los cilindros del bloque presentan desgaste superior a los permitidos, se reemplazarían todos, dependiendo de si es camisa fija o removible.

8.2.2. Control de la distorsión de superficies de asentamiento

Tanto la parte superior (donde se fija la cabeza de cilindros), como la parte inferior (donde se apoyan y fijan las tapas de bancada que sostienen el cigüeñal) requieren de verificación.

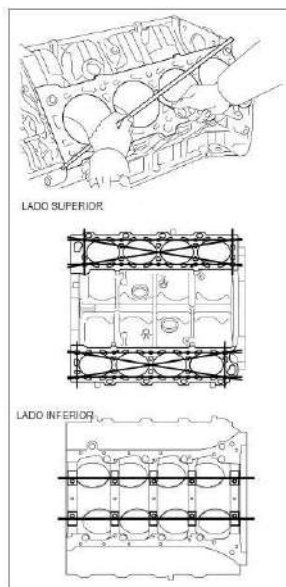


Figura 62: Verificación de planitud del bloque de cilindros. Toyota motor company.

Planitud lado superior (cabeza de cilindros)	
Medida 1	
Medida 2	
Medida 3	
Medida 4	
Medida 5	
Medida 6	
Planitud lado inferior (bancada)	
Medida 1	
Medida 2	

Tabla 16: Planitud lado superior (cabeza de cilindros)

8.2.3. Técnicas de rectificación en el bloque de cilindros

Por su diseño e importancia dentro del funcionamiento de un motor de combustión interna, el bloque de cilindros manda la aplicación de técnicas para conservar las condiciones iniciales de fábrica. Inicialmente, dependiendo del tipo de camisa, se procede al cambio manual, el cual, algunas veces, se apoya en hielo seco por procesos térmicos para cambio de diámetro por contracción figura -63-, o las llamadas “camisas húmedas”, las cuales se insertan manualmente con ayuda de un elemento lubricante (grasa) figura -64-. Finalmente, las camisas fijas que requieren de técnicas de desbaste y acabado final figura -65-.



Figura 63: Montaje de camisa de cilindro por contracción. Motor service international.



Figura 64: Instalación de camisa de cilindro del tipo húmeda. Docplayer.es.



Figura 65: Rectificación de bancada bloque motor. Rectificadora de motores Badilla.

Otro rasgo significativo, es la comprobación de los círculos de bancada con lo cual se garantiza el óptimo movimiento del cigüeñal en sus bancadas figura -66-. También está el reemplazo de las cubiertas (tapones en cobre) del sistema de refrigeración figura -67-. Finalmente, cuando se tiene un diagnóstico de fisuras en el bloque de cilindros, se aplica la prueba hidrostática figura -68-.



*Figura 66: Rectificación de bancada bloque motor.
Rectificadora de motores Badilla.*



*Figura 67: Cubiertas del sistema de refrigeración en el bloque de cilindros.
Auto images and specifications.*



Figura 68: Prueba hidrostática en bloque de cilindros. Comeca.

Bibliografía

Escudero, S., Gonzales Jesus, R. J., & Alejandro, S. (2009). Motores. Macmillan Profesional.

Motorservice, M. (3 de Abril de 2020). MS Motorservice International. Obtenido de <https://www.ms-motorservice.com/es/productos-y-aplicaciones/productos-en-el-motor/bielas/>

Capítulo 9

9. Conjunto móvil

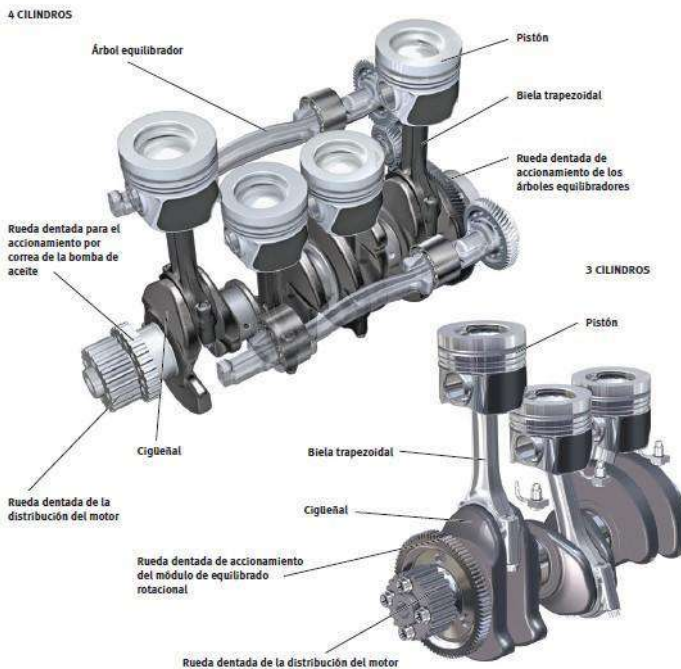


Figura 69: Conjunto móvil motor. Grupo VW motor company.

9.1. Rasgos tecnológicos

El conjunto móvil se compone del cigüeñal, el cual se soporta en el bloque del motor y posibilita el movimiento alternativo del conjunto biela pistón. Estos tres elementos son los actores principales para la transformación del movimiento rotativo en lineal. A su vez, cumple principalmente tres funciones: la primera, transmitir por medio de la biela los esfuerzos debidos a la combustión de los gases; la segunda, ser estanco a los gases y al aceite lubricante; y la tercera, transmitir el

calor que recibe durante el proceso de combustión a las paredes del cilindro. (Sanchez, 2012). Dentro de la batería de particularidades actuales a nivel tecnológico, se puede destacar en el conjunto móvil el cigüeñal, el cual se fabrica por el método de forja o fundición en acero, los pistones son forjados de tal forma que se mejore la formación de turbulencia espiroidal (que es un factor preponderante en la velocidad de la combustión). De igual modo, el diseño tiene en cuenta las variables de carga térmica, reducción de tamaño e incremento de presión de combustión; y, finalmente, las galerías internas de lubricación, en torno a las bielas, son fabricadas por el método de rotura o fractura (Volkswagen, 2015), lo cual supone una rotura (bielas sinterizadas), o usando láser (bielas de acero) para posteriormente separar la cabeza de la biela (craquear) (Motorservice, 2020).

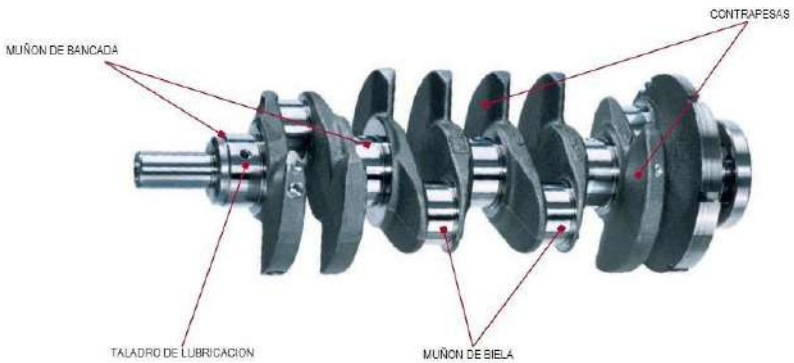


Figura 70: Partes del cigüeñal. Mantenimiento de motores térmicos de 2 y 4 tiempos.



Figura 71: Biela sinterizada. Mercado libre.

9.2. Inspección metrológica

9.2.1. Medición muñones cigüeñal

Para este procedimiento, se recomienda colocar el cigüeñal en el volante del motor, sujetarlo con los tornillos y dejarlo en una posición vertical. A continuación, con la ayuda de un micrómetro, proceda a iniciar la medición de los muñones de biela y bancada.



Figura 72: Medición muñón cigüeñal. Cummins motor company.

Es necesario recalcar que, al medir los muñones de biela y bancada, se comprueba el estado de ovalización y conicidad; por ello, las mediciones se realizan en los ejes x – y en dos puntos, como se contempla en la figura -73-.

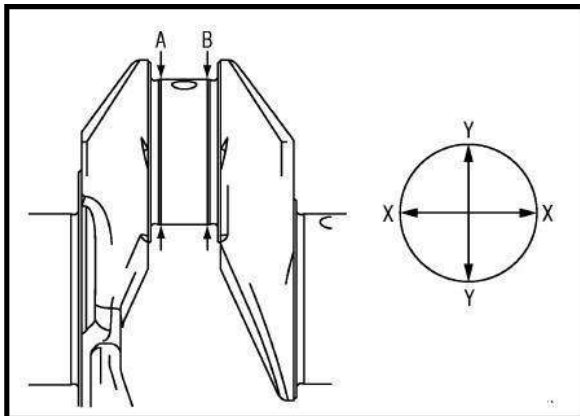


Figura 73: Puntos de comprobación de muñones cigüeñal. Nissan motor company.

	X - X	Y - Y	Prom ovalización	A (X)	A(Y)	B(X)	B(Y)	Prom conicidad
Muñón 1 bancada								
Muñón 2 bancada								
Muñón 3 bancada								
Muñón 4 bancada								
Muñón 5 bancada								
Muñón 1 biela								
Muñón 2 biela								
Muñón 3 biela								
Muñón 4 biela								

Tabla 17: Ejercicio muñón.

Enseguida de esta comprobación, y antes de iniciar la instalación del cigüeñal en el bloque de cilindros, verificar la limpieza de los elementos, ¡recomendación! aliste los equipos necesarios. Siguiendo el siguiente paso, instale las arandelas de control axial recubiertas por aceite de motor, grasa y colóquelas en el bloque.

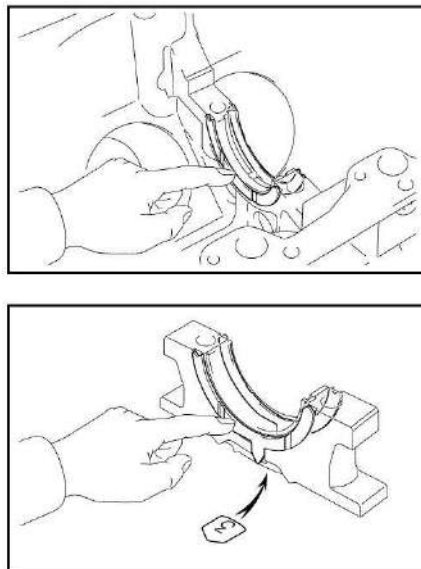


Figura 74: Instalación de arandelas de control axial. Toyota motor company.

Cabe señalar que, en las tecnologías actuales, los casquetes pueden ser bimetálicos con base en aluminio y adiciones de estaño y cobre, estos están debidamente identificados por su forma física; el que tiene perforaciones y ranura anular se instala en el bloque del motor, y el que es completamente liso se instala en la tapa de bancada. Además, los

fabricantes realizan una marcación especificando la medida y posición de cada casquete.



Figura 75: Casquetes de bancada. Cummins motor company.

Para iniciar, acomode los casquetes de bancada sin aplicar lubricante sobre la superficie de rodadura, esto se hace para medir la holgura o luz del aceite con el calibre plástico. Para ello, se requiere que tanto el cigüeñal, como los casquetes estén completamente limpios. A continuación, se instala el cigüeñal en el bloque de cilindros y se coloca una sección de calibre plástico (plastigage) en cada muñón a medir para comprobar la holgura radial; esta comprobación se realiza con el fin de determinar la tolerancia que queda para la película de aceite. Entre el casquete y el cigüeñal, se colocan las tapas de bancada teniendo en cuenta que cada una de ellas tiene un orden y una dirección; se aplica el torque de fábrica y se vuelven a soltar las tapas de bancada para realizar la comprobación.

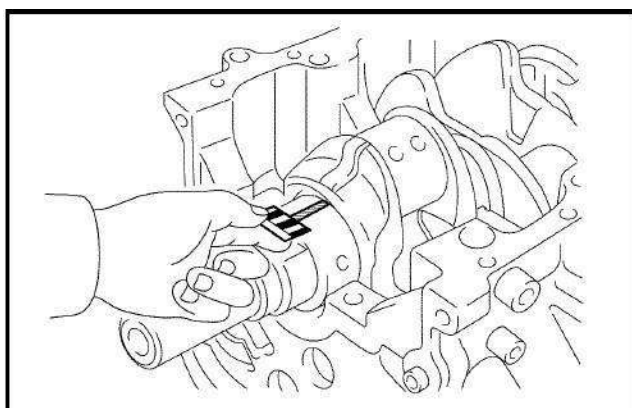


Figura 76: Comprobación expansión calibre plástico en cigüeñal. Toyota motor company.

Cabe mencionar algunas características del calibre plástico: es un hilo extruido que, al momento de ser comprimido, se expande, dejando una huella que se puede medir con una regla patrón. Existen 4 tipos de calibre plástico diferenciados por un código de colores para lo cual, cada uno corresponde a un rango. Estos son:

- Color verde 0.001 a 0.003 pulgadas ò 0.025 a 0.076 mm.
- Color rojo 0.002 a 0.006 pulgadas ò 0.051 a 0.152 mm.
- Color azul 0.004 a 0.009 pulgadas ò 0.102 a 0.229 mm.
- Color amarillo 0.009 a 0.020 pulgadas ò 0.230 a 0.510 mm.



Figura 77: Tipos de calibres plásticos. Ebay.es.

Valores de calibre plástico	
Muñón 1 bancada	
Muñón 2 bancada	
Muñón 3 bancada	
Muñón 4 bancada	
Muñón 5 bancada	

Tabla 18: Valores de calibre plástico.

Teniendo en cuenta que ya se realizó la medida con el calibre plástico, se procede a lubricar el cigüeñal y los casquetes. Se ajusta según parámetros del fabricante nuevamente, y se comprueba la holgura axial del cigüeñal con la asistencia del comparador de carátula y base magnética, como se ve en la figura -9.10-.

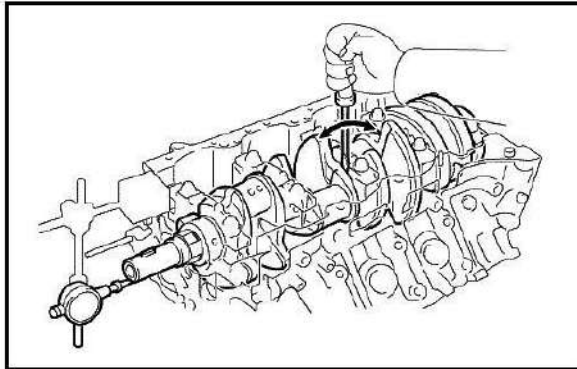


Figura 78: Comprobación holgura axial cigüeñal. Toyota motor company.

Holgura axial cigüeñal	
------------------------	--

Tabla 19: Holgura Axial Cigüeñal.

9.2.2. Medición pistones de motor

Antes de abordar el montaje del conjunto biela, pistón y anillos, es pertinente iniciar las mediciones de dichos elementos. En primera instancia, la comprobación del estado del pistón, usando un micrómetro, se mide la falda del pistón, como se aprecia en la figura -79-. Luego, introduzca cada pistón en su respectivo cilindro -figura -80-; y usando el calibrador de galgas, mida la holgura entre la falda del pistón y la camisa del cilindro.

	Diámetro falda pistón	Tolerancia entre pistón y cilindro motor
Pistón 1		
Pistón 2		
Pistón 3		
Pistón 4		

Tabla 20: Ejercicio pistón.

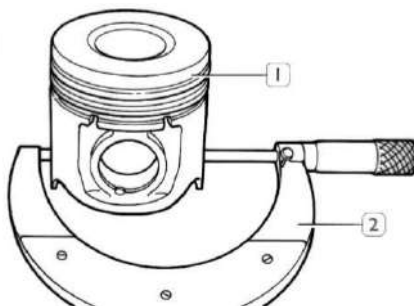


Figura 79: Verificación diámetro falda de pistón. Iveco motor company.

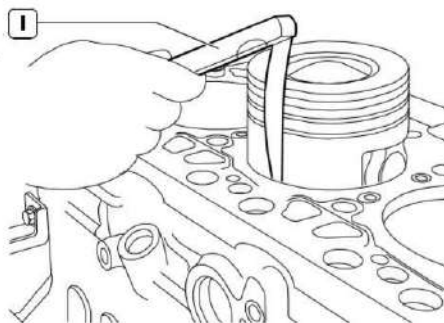


Figura 80: Verificación holgura entre pistón y cilindro motor. Iveco motor company.

Para realizar la comprobación de la tolerancia entre ranura de pistón y anillos, tome cada anillo y compruebe con ayuda de un calibrador de galgas -figura -81-. Es muy importante que esta medición se realice teniendo en cuenta tanto la dirección del anillo (marcas de montaje), como la posición en cada ranura.

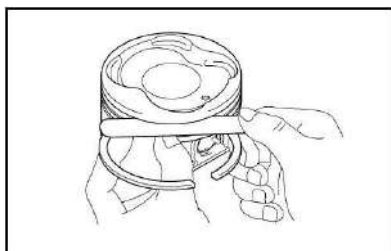


Figura 81: Comprobación tolerancia entre anillo y pistón. Toyota motor company.

	Tolerancia anillo -ranura	
3*Pistón 1	Anillo 1	
	Anillo 2	
	Anillo 3	
3*Pistón 2	Anillo 1	
	Anillo 2	
	Anillo 3	
3*Pistón 3	Anillo 1	
	Anillo 2	
	Anillo 3	
3*Pistón 4	Anillo 1	
	Anillo 2	
	Anillo 3	

Tabla 21: Ejercicio toleracia anillo ranura.

9.2.3. Medición de la luz entre puntas de anillos

La comprobación de esta tolerancia permite verificar el espacio que va a quedar entre las puntas de anillos para dilatación; al mismo tiempo, también es un indicador indirecto del desgaste del cilindro del bloque. Para ello, se introduce en la camisa del bloque, el anillo en la dirección de montaje en el pistón, y hasta una profundidad de 105 mm aproximadamente. Siguiente paso: con el calibrador de galgas se toma la tolerancia.

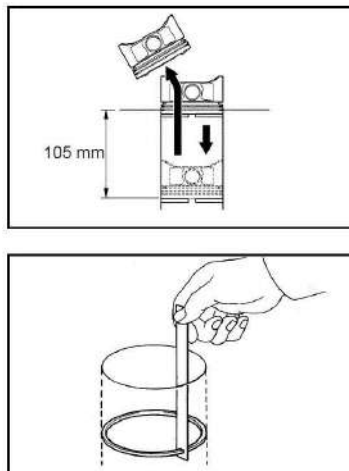


Figura 82: Verificación holgura entre puntas de anillos.
Toyota motor company.

	Tolerancia entre puntas de anillo	
Cilindro 1	Anillo 1	
	Anillo 2	
	Anillo 3	
Cilindro 2	Anillo 1	
	Anillo 2	
	Anillo 3	
Cilindro 3	Anillo 1	
	Anillo 2	
	Anillo 3	
Cilindro 4	Anillo 1	
	Anillo 2	
	Anillo 3	

Tabla 22: Ejercicio tolerancia entre puntas de anillo.

Un aspecto que siempre atrae la atención y es notable en el proceso de ensamble de un motor, es la distribución de los anillos en el pistón (anillar). Existen diversos conceptos y estrategias a este respecto, todos coinciden en el hecho que las puntas de los anillos no queden alineadas sino a distancias entre 90o y 120o; además, nunca dejar dichas puntas perpendiculares al pasador o bulón de biela, esto en razón a la forma del pistón en frío (ovalado en la corona y cónico en la falda).

En la ilustración -83-, la cota A indica la ubicación del anillo y la expansión (resorte de dilatación) del anillo de lubricación. La cota D muestra la ubicación de las puntas de los anillos de compresión. La cota B indica la marca del pistón para su ubicación en función de la parte delantera del motor (donde está la distribución mecánica). La cota E recuerda el tener en cuenta las marcas de los anillos que indican su dirección (siempre esta marca debe quedar hacia la corona del pistón); en definitiva, con estas indicaciones, se debe colocar los anillos en las caras de empuje del pistón a una distancia apropiada, que asegure la mayor hermeticidad de la compresión.

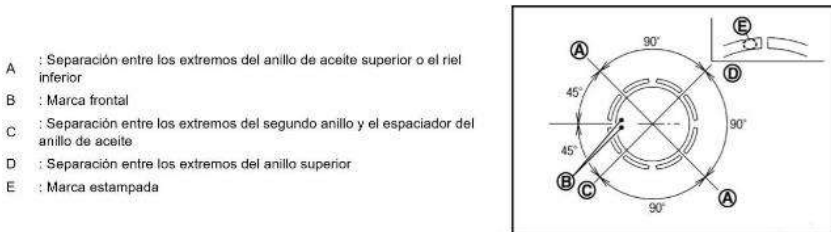


Figura 83: Pautas para el montaje de anillos en pistón motor. Nissan motor company.

9.3. Medición de la biela y bulón

Para proceder a armar el conjunto biela – bulón – pistón, la biela ha de ser verificada; para ello, y empleando un comparador de carátula con base magnética, se fija la biela en una prensa de banco.

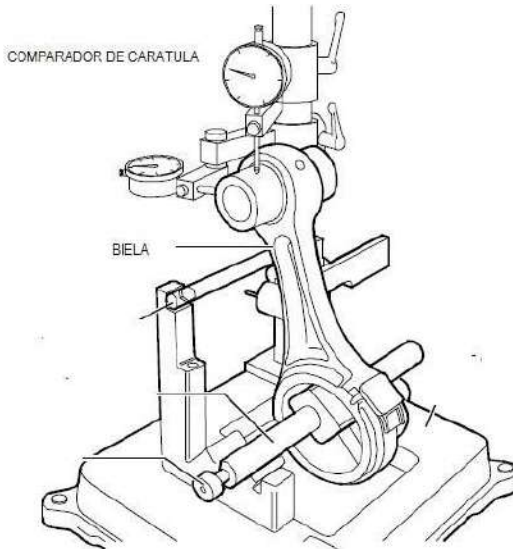


Figura 84: Comprobación alineación de la biela y holgura entre buje de biela y pasador pistón. Iveco motor company.

Holgura entre biela y bulón	
Pistón 1	
Pistón 2	
Pistón 3	
Pistón 4	

Tabla 23: Holgura entre biela y bulón.

De igual modo, se debe verificar la ovalización de la cabeza de biela; para ello, se usa el alesómetro para tomar medidas en el eje “Y” y en el eje “X”. Se toma la medida sin casquetes.



Figura 85: Verificación ovalización de la cabeza de la biela. Cummins motor company.

Ovalización biela (X - Y)	medida eje X	medida eje y
Biela 1		
Biela 2		
Biela 3		
Biela 4		

Tabla 24: Ejercicio ovalización biela.

9.4. Técnicas de rectificación en el conjunto móvil

En lo que toca rectificar, tanto el pistón, el bulón y los anillos no se someten a procesos de este tipo, estos elementos son siempre de reemplazo. Por otro lado, al cigüeñal si se le realiza proceso de rectificación en función del desgaste para dejar este elemento dentro de las tolerancias permitidas por el fabricante, esto se refiere a que si bien hoy en día existen tecnologías que no están diseñadas para procesos de rectificación, aún otras aplican esta metodología, la cual permite el rectificado gradual (0.25 mm, 0.50 mm, 0.75 mm, 0,100 mm). Luego de aplicar la máxima medida de rectificación, se hace necesario cambiar el cigüeñal.



Figura 86:Equipo de rectificación cigüeñal. Laguiadelmecánico.

Por el lado de las bielas, se aplican comprobaciones en la rectificadora para saber sobre la alineación, el reemplazo del buje de biela, la comprobación del círculo de la cabeza de biela, entre otras. Para el cambio del buje de biela, se utiliza la prensa hidráulica. Para la rectificación del círculo de la cabeza, se utiliza un buril y para alineación, se utiliza el comparador de caratula.



Figura 87: Equipo de rectificación de bielas. Imet.com.



Figura 88: Rectificación de círculo de biela. Cserrano.

Bibliografía

- Motorservice.* (5 de Marzo de 2020). Obtenido de <https://www.motorservice.com/es/productos-y-aplicaciones/productos-en-el-motor/culatas/>
- Volkswagen, G. (2015). Motores de la familia EA288. Grupo Volkswagen.

