

Su socio tecnológico para el mecanizado económico

MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA

Mercados y sectores

MAPAL ha desarrollado un profundo conocimiento de los procesos y aplicaciones en la fabricación de mecanizado a través de muchos años de estrecha cooperación con los clientes. Las áreas de aplicación para las soluciones de mecanizado MAPAL abarcan varias industrias.

Por mucho tiempo MAPAL ha estado desarrollando innovaciones para cumplir con los retos de la industria automotriz y producción en masa. Estas innovaciones son utilizadas con éxito tanto en el motor de combustión interna como en el sector de chasis y frenos, la cadena cinemática y en la electro-movilidad por reconocidos fabricantes y sus proveedores.

MAPAL es un socio acreditado de la industria aeronáutica y establece tendencias y estándares en la tecnología de producción y mecanizado con soluciones confiables.

También en situaciones exigentes de mecanizado de piezas hidráulicas con diferentes dimensiones, los clientes han confiado desde hace muchos años en la experiencia de MAPAL. Asimismo, dispone de una amplia gama de productos para la fabricación de moldes y troqueles.





Alemania
Central del grupo empresarial

Cerca del cliente en todo el mundo

El diálogo estrecho con los clientes y, por tanto, la detección temprana de los requisitos tecnológicos y los enfoques para las innovaciones son pilares fundamentales de la política empresarial de MAPAL. Por eso MAPAL cuenta con representación directa en 25 países en forma de filiales de producción y distribución. De este modo, las distancias son cortas y es posible mantener contactos personales y colaboraciones a largo plazo.

Además de los decisivos centros de producción en Alemania, las instalaciones locales de producción garantizan plazos más breves para suministrar en los mercados más importantes del mundo a nivel estratégico. Son responsables de la fabricación de productos seleccionados, así como del reacondicionamiento, las reparaciones y las renovaciones para el mercado local.

Además de en los propios establecimientos de MAPAL, nuestros productos están disponibles en otros 19 países mediante representantes de distribución.



Núm. 1 líder tecnológico para el mecanizado de componentes cúbicos.

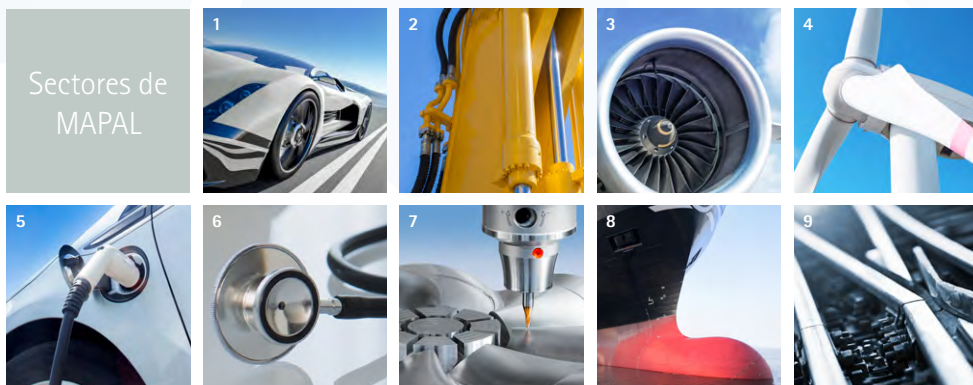
Filiales con producción, ventas y servicio técnico en **25** países.

Inversión anual en investigación y desarrollo que asciende al **6 %** del volumen de ventas.

Más de **450** asesores técnicos en el servicio externo.

Más de **300** aprendices en todo el mundo.

Nuestro mayor activo
4,850 empleados en todo el mundo.



Sectores de MAPAL

- 1 Automotriz
- 2 Tecnología de fluidos
- 3 Aeronáutica y astronáutica
- 4 Producción energética
- 5 Electromovilidad
- 6 Tecnología médica
- 7 Fabricación de moldes y troqueles
- 8 Construcción naval
- 9 Transporte ferroviario



AUTOBÚS



CAMIONETA PEQUEÑA

Soluciones para el motor de combustión interna

Precisión para requisitos complejos

A pesar del creciente interés por las tecnologías de propulsión alternativas, el motor de combustión interna sigue siendo un componente fundamental de la movilidad moderna, especialmente en los vehículos híbridos y en mercados con una infraestructura limitada para la movilidad eléctrica. Sus componentes son muy complejos, están sometidos a fuertes cargas térmicas y mecánicas, y plantean los más altos requisitos de producción.

El mecanizado de componentes como la culata, el cigüeñal o la biela no solo requiere precisión en el rango de los micrómetros, sino también un profundo conocimiento de los materiales, las estrategias de mecanizado y la seguridad del proceso. Las fluctuaciones en la calidad de la fundición, los materiales mixtos y las tolerancias ajustadas hacen que el mecanizado sea exigente y, al mismo tiempo, un factor decisivo para la eficiencia, el rendimiento y el comportamiento de las emisiones del motor.

MAPAL afronta los desafíos del mecanizado de motores con soluciones de mecanizado personalizadas que garantizan la máxima rentabilidad y seguridad del proceso. Como fabricante con amplia experiencia en herramientas de precisión y soluciones de mecanizado, MAPAL cuenta con un profundo conocimiento técnico en el mecanizado de componentes complejos para motores.

Gracias a un exhaustivo estudio de mercado, a una estrecha colaboración con universidades, institutos y socios industriales líderes, así como al diálogo directo con los clientes, MAPAL identifica las tendencias tecnológicas en una etapa temprana y las aplica en procesos de mecanizado innovadores. De este modo, se crean soluciones que se adaptan con precisión a cada situación específica y que contribuyen al desarrollo continuo del mecanizado de motores de combustión interna.



ÍNDICE

Introducción

Experiencia en motores de combustión interna	6
--	---

Cabeza de cilindro

Requisitos y proceso de mecanizado	8
Tren de válvulas	10
Barreno del inyector	12
Barreno del cojinete del árbol de levas	14
Barreno del tapón de agua	16
Caras planas y de sellado	26

Cárter del cilindro

Requisitos y proceso de mecanizado	18
Barreno del cilindro	20
Barreno de la bomba de agua	23
Barreno del cojinete del cigüeñal	24
Caras planas y de sellado	26

Turbocompresor

Visión general del sistema	28
Carcasa del turbocompresor	30
Impulsor / Rueda de paletas	32

Biela

Requisitos y proceso de mecanizado	34
Ojo pequeño	36
Ojo grande	38
Soporte de la cabeza del tornillo / Barrenado de tornillos	39

Cigüeñal

Herramientas destacadas	40
-------------------------	----

Palanca basculante / Palanca de arrastre con rodillos

Herramientas destacadas	42
-------------------------	----

Riel

Herramientas destacadas	44
-------------------------	----

Servicios de MAPAL

MAPAL como socio tecnológico	46
Pictogramas	47



Más información sobre soluciones para el
MOTOR DE
COMBUSTIÓN INTERNA

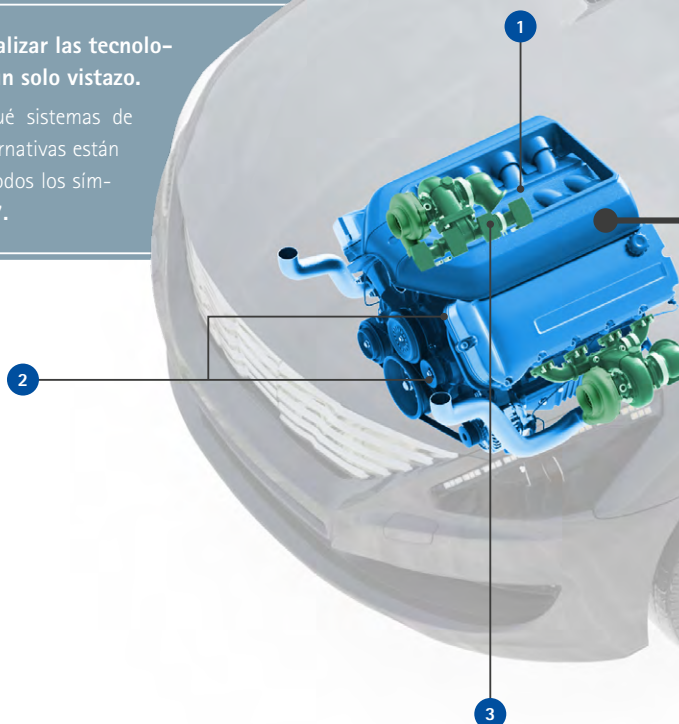
Experiencia en motores de combustión interna

Los componentes de un motor de combustión interna —desde la culata hasta el cárter, pasando por el turbocompresor— plantean los requisitos más exigentes en materia de mecanizado. Los diferentes materiales, las geometrías complejas y las tolerancias ajustadas requieren estrategias de mecanizado personalizadas.

MAPAL ofrece para ello una amplia gama de soluciones de mecanizado: desde herramientas de fresado y taladrado de alta precisión, pasando por sistemas de fricción modulares, hasta soluciones de control especializadas. De este modo se crean procesos estables para cada tarea de mecanizado: económicos y con fiabilidad de proceso. De este modo se crean procesos estables para cada tarea de mecanizado: económicos y con seguridad de proceso.

Los pictogramas permiten visualizar las tecnologías, opciones y funciones de un solo vistazo.

Muestran, para cada solución, qué sistemas de herramientas se utilizan y qué alternativas están disponibles. La lista completa de todos los símbolos se encuentra en la [pagina 47](#).



SOLUCIONES PARA EL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA

1 Cabeza de cilindro N

- Soluciones precisas de rectificado y taladrado de precisión para tolerancias de μm en el tren de válvulas.
- Mecanizado con proceso estable para taladros funcionales complejos a pesar de las variaciones de fundición.

➤➤ Más información a partir de la página 8

2 Cárter del cilindro N

- Soluciones de taladrado inicial y de precisión para taladros coaxiales de cilindros y agujeros de rodamiento.
- Mecanizado seguro con una cota a remover mínima, piezas de fundición con variaciones y materiales mixtos.

➤➤ Más información a partir de la página 18

Caras planas y de sellado N

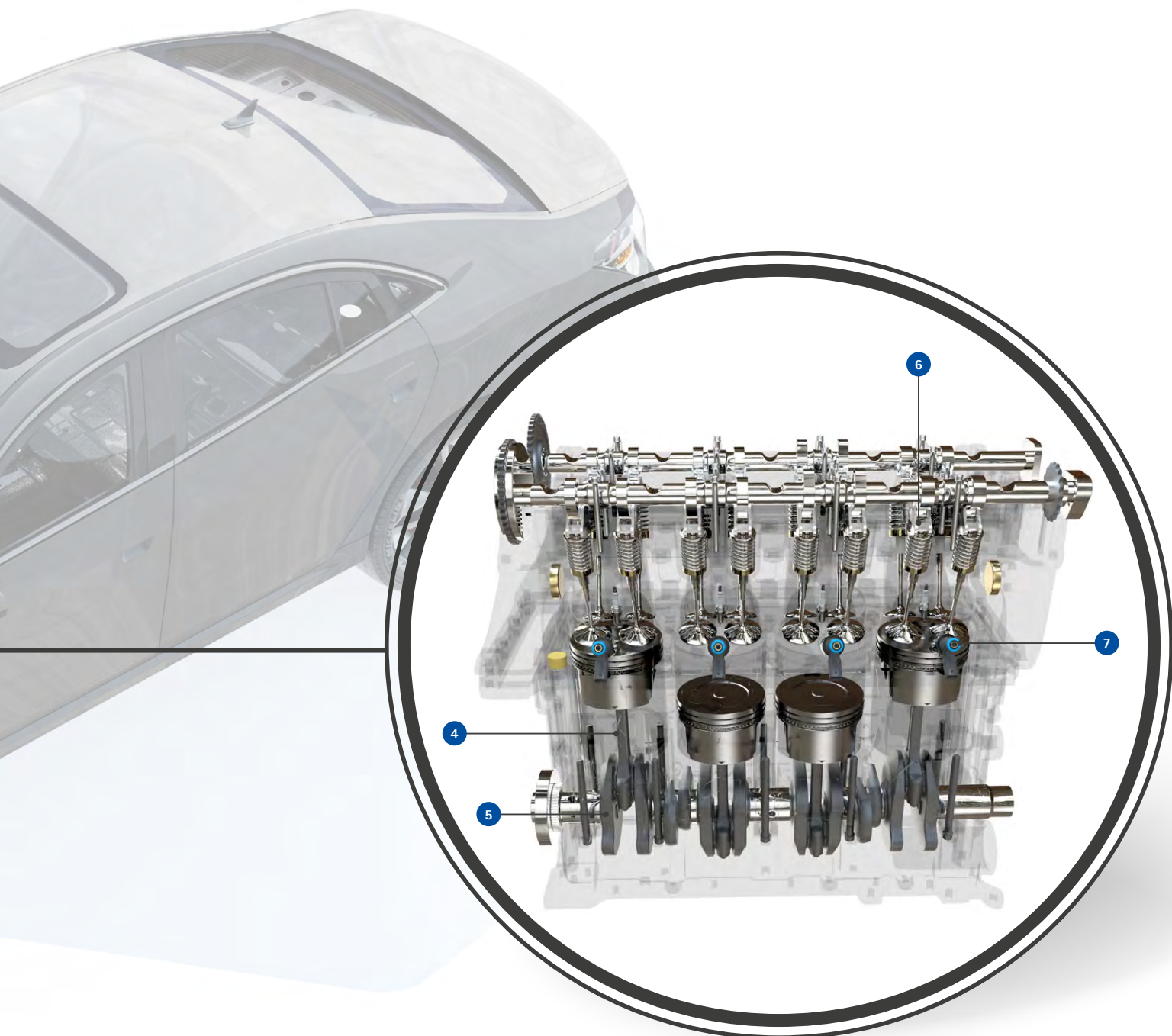
- Mecanizado en plano con alta calidad superficial, planitud y ausencia de rebabas, incluso en seco.
- Perfiles de superficie definidos opcionales para superficies funcionales sensibles a la estanqueidad.

➤➤ Más información a partir de la página 26

3 Turbo-compresor M K N S

- Mecanizado con fidelidad de contorno de geometrías internas complejas en materiales abrasivos y resistentes al calor.
- Soluciones de proceso seguro para áreas de paredes delgadas y cortes interrumpidos.

➤➤ Más información a partir de la página 28



4

Biela

P

- Conceptos de mecanizado combinados para circularidad en el rango de los μm en cavidades pequeñas y grandes.
- Soluciones para geometrías de piezas variables, situaciones de perforación y contornos definidos.

➤➤ Más información a partir de la página 34

5

Cigüeñal

P

- Taladrado profundo seguro a grandes profundidades de mecanizado y con una evacuación estable de virutas.
- Mecanizado completo con precisión dimensional de superficies funcionales en condiciones de corte variables.

➤➤ Más información a partir de la página 40

6

Palanca basculante / Palanca de arrastre

P

- Mecanizado de precisión de pequeños cojinetes con tolerancias ajustadas y circularidad en el rango de los μm .
- Configuraciones con proceso estable ante calidades de fundición variables y tiempos de ciclo cortos.

➤➤ Más información a partir de la página 42

7

Riel

P

- Estrategias de taladrado profundo y mandrinado para corteza de forja dura y grandes profundidades de taladrado.
- Mecanizado interior con precisión dimensional para canales de alta presión sensibles a la estanqueidad con tolerancias ajustadas.

➤➤ Más información a partir de la página 44

Cabeza de cilindro

En el sector de los automóviles, la culata se fabrica mediante fundición de aleaciones de aluminio. La estructura y las características que deben mecanizarse varían en función del combustible del motor. La cabeza de cilindro está montada en el cárter del cilindro y es responsable del suministro de combustible y aire fresco.

Debido a sus elevados requisitos de calidad y tolerancia, es el componente más exigente en cuanto al mecanizado en la producción de motores. Gracias al control preciso de las válvulas y a la minimización de las pérdidas por fricción en los cojinetes del árbol de levas, se reduce el consumo de combustible y las emisiones incluso antes de que se inicie el proceso de combustión.

Tolerancias dimensionales requeridas tomando como ejemplo el tren de válvulas



0,010 mm



<0,050 mm



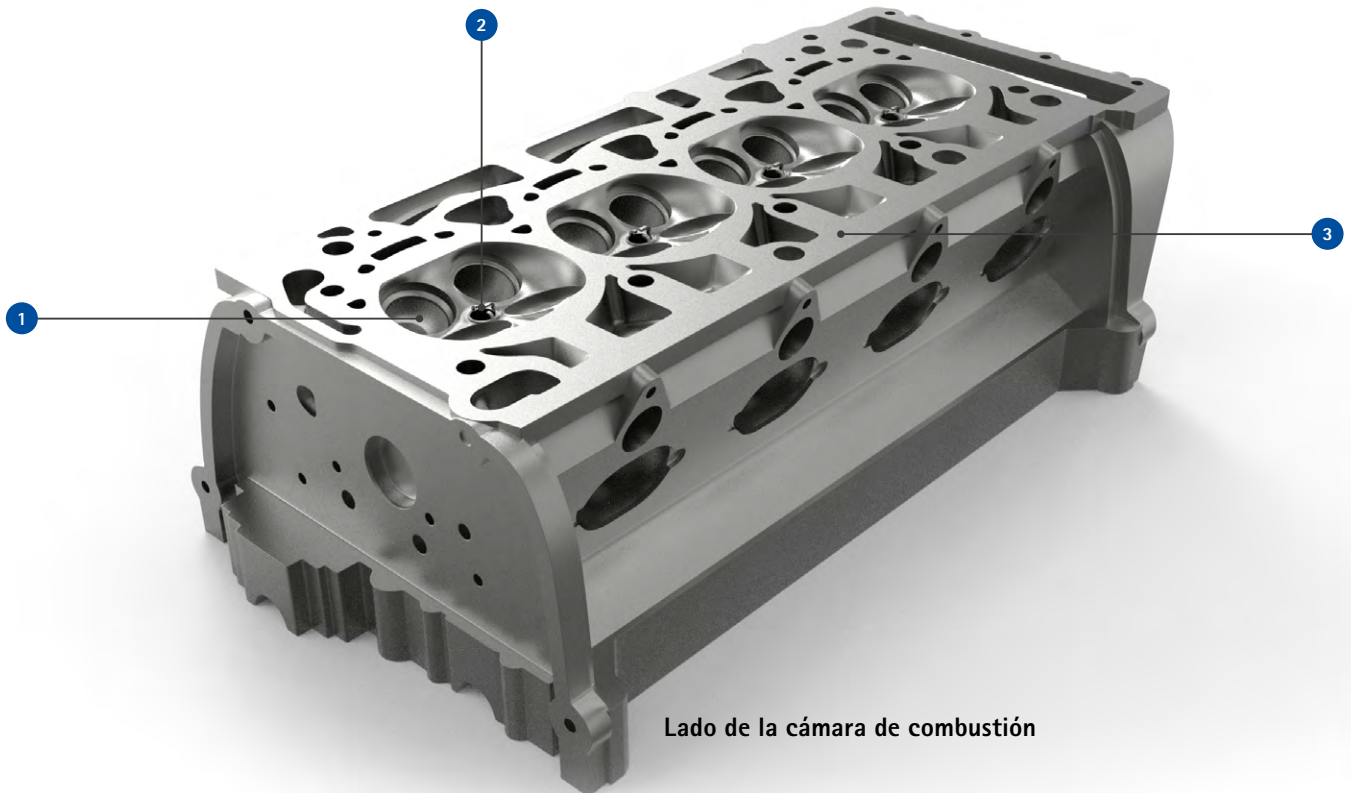
0,015 mm



0,008 mm



0,010 mm



Lado de la cámara de combustión

1

Tren de válvulas

El taladrado básico del tren de válvulas requiere barrenos precisos con una alta cilindrancia y tolerancias de diámetro muy ajustadas. Las variaciones en el material debidas al proceso de fundición suponen un desafío.

>> Más información a partir de la página 10

2

Barreno del inyector

El barreno del inyector presenta grandes saltos escalonados y plantea un desafío en cuanto a la eliminación de virutas. Las diferentes condiciones de fundición dificultan el mecanizado.

>> Más información a partir de la página 12

3

Caras planas y de sellado

En el fresado plano, es importante que el mecanizado quede plano, recto y sin rebabas. El mecanizado se realiza frecuentemente en seco.

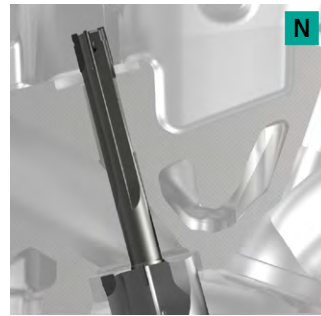
>> Más información a partir de la página 26

El sistema de distribución, en primer plano: procedimiento básico



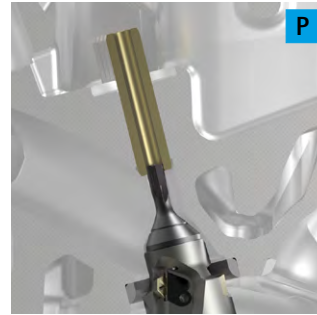
1. Premecanizado – Agujero ciego

Los altos avances y los grandes volúmenes de viruta requieren herramientas de barrenado estables, equipadas con PCD, que permitan una eliminación eficiente de virutas. Este mecanizado constituye la base para todas las etapas posteriores del proceso en el tren de válvulas.



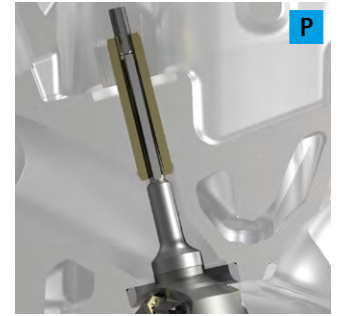
2. Mecanizado de acabado: agujero ciego

Las herramientas de barrenado de múltiples filos, equipadas con PCD, garantizan la precisión dimensional y el acabado superficial. La precisión en este paso de mecanizado es decisiva para el posterior prensado de los anillos de asiento de válvula y las guías de válvula.



3. Premecanizado: asiento y guía de la válvula

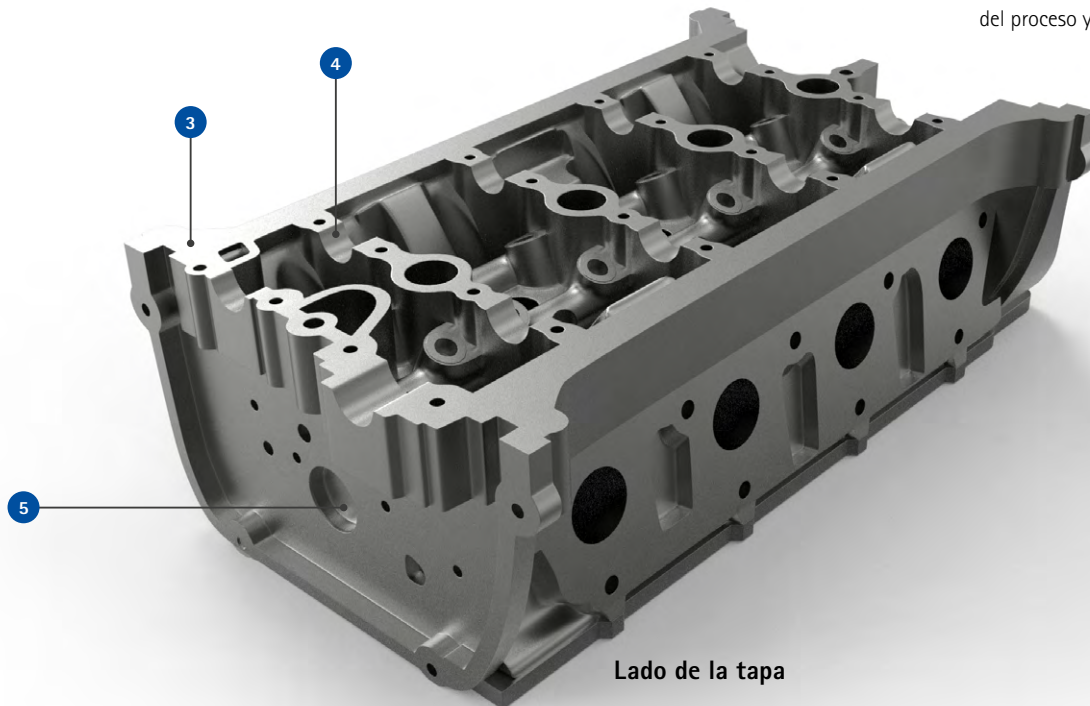
Tras la introducción a presión del anillo de asiento y la guía de válvula, se procede al mecanizado de los materiales duros. Para ello se requieren tolerancias extremadamente estrechas y materiales de corte resistentes al desgaste.



4. Mecanizado de acabado: asiento y guía de la válvula

Para obtener caras de sellado precisas, se utilizan herramientas de taladrado de precisión o de rectificado, que garantizan una alta estabilidad del proceso y una larga vida útil.

INTRODUCCIÓN A PRESIÓN DEL ANILLO DE ASIENTO DE LA VÁLVULA Y LA GUÍA DE LA VÁLVULA



Lado de la tapa

4

Barreno del cojinete del árbol de levas

El agujero del cojinete del árbol de levas requiere una alta cilindricidad y circularidad. En este caso, son características las herramientas largas y los múltiples cortes en los salientes del cojinete mediante corte interrumpido.

>> Más información a partir de la página 14

5

Barreno del tapón de agua

El barreno del tapón de agua debe presentar una superficie sin rayas ni estrías. El barreno debe quedar libre de virutas tras el mecanizado.

>> Más información a partir de la página 16

Cabezal cilíndrico: mecanismo de válvulas

CONDICIONES DE PROCESO

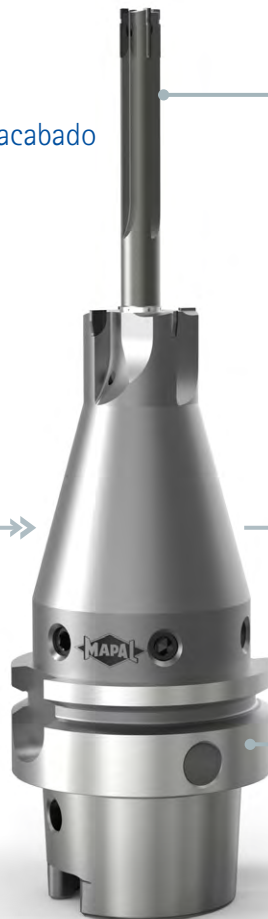
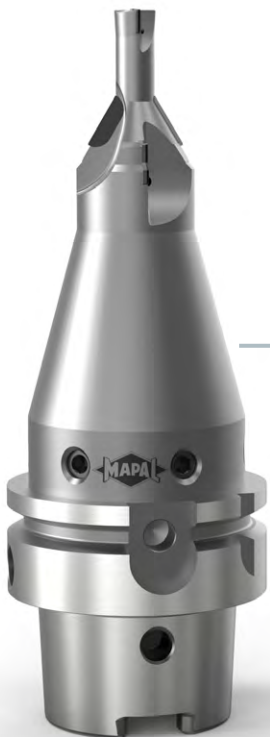
- Demandas de alta precisión de tolerancias de forma y posición
- Cilindricidad: 10 μm
- Tolerancia de diámetro 15 μm
- Coaxialidad entre el asiento de la válvula y la guía de la válvula
- Circularidad < 8 mm
- Tolerancias angulares en el anillo de asiento de la válvula en el rango de los μm
- Materiales de alta resistencia al desgaste en el anillo de asiento de la válvula
- Máxima seguridad del proceso y repetibilidad



N AGUJERO CIEGO

1. Premecanizado

2. Mecanizado de acabado



+ OPCIÓN

Tiempos de proceso reducidos gracias a un mayor número de dientes



+ OPCIÓN

Mayor seguridad del proceso gracias a la alineación de la herramienta con el adaptador modular

Herramienta de barrenado PCD

Diseño de herramienta corto y robusto para una precisión de posicionamiento máxima.



Herramienta de barrenado PCD

Concepto de herramienta de múltiples filos para tiempos de proceso reducidos.

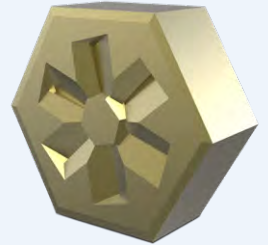




Experiencia en soluciones MAPAL

HNHX - 12 FILOS DE CORTE PARA UNA MÁXIMA RENTABILIDAD

- Según las especificaciones de tolerancia del componente, con asiento fijo o ajustable
- Si se aprovecha al máximo el filo de corte, se pueden utilizar hasta 24 insertos
- Diferentes materiales de corte de PcBN para todos los materiales habituales de los asientos de válvula



P ASIENTO DE VÁLVULA / GUÍA DE VÁLVULA



3. Premecanizado

4. Mecanizado de acabado



Herramienta piloto

Una herramienta corta y estable garantiza la máxima precisión de posicionamiento para la herramienta de acabado posterior.



+ OPCIÓN

Los requisitos de tolerancia más exigentes se cumplen gracias a una herramienta de taladrado de precisión ajustable



+ OPCIÓN

Plug-and-play mediante el asiento de plaquitas duro



Herramienta de acabado

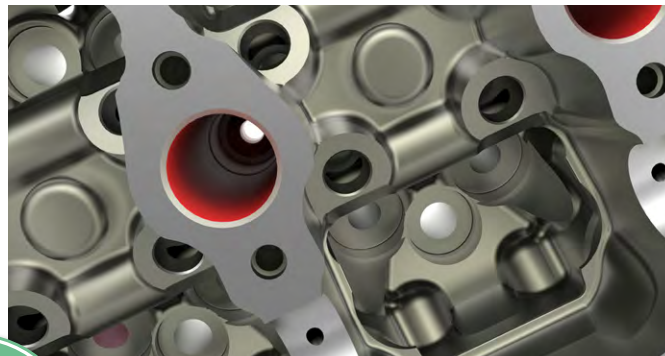
Mecanizado de acabado de alta precisión con herramienta de taladrado de precisión ajustable con sistema EA y escariador de guía de válvulas de cambio rápido.



Cabezal cilíndrico: barreno del inyector

CONDICIONES DE PROCESO

- Saltos entre escalones muy grandes >10 mm
- Eliminación crítica de virutas debido al contorno de la pieza
- Situación variable de la fundición
- Requisitos de superficie de hasta Rz 4
- Tolerancias de diámetro en el rango de H7
- Los más diversos diseños de contorno con múltiples radios y chaflanes de tolerancia estrecha (± 0.1 mm)



Proceso de 3 etapas
para la máxima se-
guridad de proceso

N BARRENO DEL INYECTOR

1. Premecanizado



Taladro escalonado de PCD

Herramienta de barrenado y escariado de varias etapas con insertos de PCD soldados y cavidades de viruta especiales para una óptima eliminación de virutas.



2. Mecanizado de semiacabado



Broca de escalón para metal duro macizo

Geometría especial del filo y espiralización para una óptima rotura y eliminación de virutas.



3. Mecanizado de acabado



Escariador escalonado PCD

Escariador escalonado de múltiples filos con insertos de PCD soldados, geometría especial de los filos y cavidades de viruta ampliadas para una óptima eliminación de virutas.



Proceso de 2 etapas para la máxima productividad



Experiencia en soluciones MAPAL

BROCAS DE INSERCIÓN PARA UNA PRODUCCIÓN RESPETUOSA CON LOS RECURSOS

La broca de inserción permite cambiar fácilmente la etapa de taladrado maciza desgastada, independientemente de la etapa de ensanchamiento. Gracias a la posibilidad de reafilarse varias veces, se aprovecha al máximo su vida útil. El cambio selectivo de la etapa de mecanizado sujeta a desgaste ahorra material y contribuye a la sostenibilidad.



1. Premecanizado



2. Mecanizado de acabado



Herramienta de barrenado PCD con broca de metal duro macizo intercambiable

Máxima vida útil de los insertos de PCD gracias a la etapa de escariado de metal duro sinterizado intercambiable por separado.



Escariador escalonado PCD

Escariador escalonado de múltiples filos con insertos de PCD soldados y cavidades de viruta ampliadas y pulidas para una óptima eliminación de virutas.



Cabezal cilíndrico: barreno del cojinete del árbol de levas

CONDICIONES DE PROCESO

- Cilindricidad (15 μm en 100 mm)
- Circularidad < 5 μm
- Tolerancia de diámetro de 15 a 20 μm
- Calidades superficiales de < Rz 5 μm
- Múltiples pasadas mediante corte interrumpido
- Herramientas con una relación largo-diámetro muy elevada



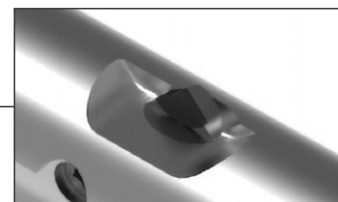
N BARRENO DEL COJINETE DEL ÁRBOL DE LEVAS

1. Premecanizado y mecanizado de acabado

Máxima productividad gracias a una solución de un solo paso

Barra de mandrinar en serie

Mecanizado en una sola pasada con una rectitud del taladro muy buena gracias al uso de cojinetes de rodillos o deslizantes adicionales.



Uso de gubias intercambiables de tamaño reducido.



Excelente rectitud del barreno a pesar de su gran largo gracias a los múltiples cojinetes y a la barra de taladrado en serie perfectamente alineada.

Máxima seguridad de proceso gracias a un proceso de 2 etapas

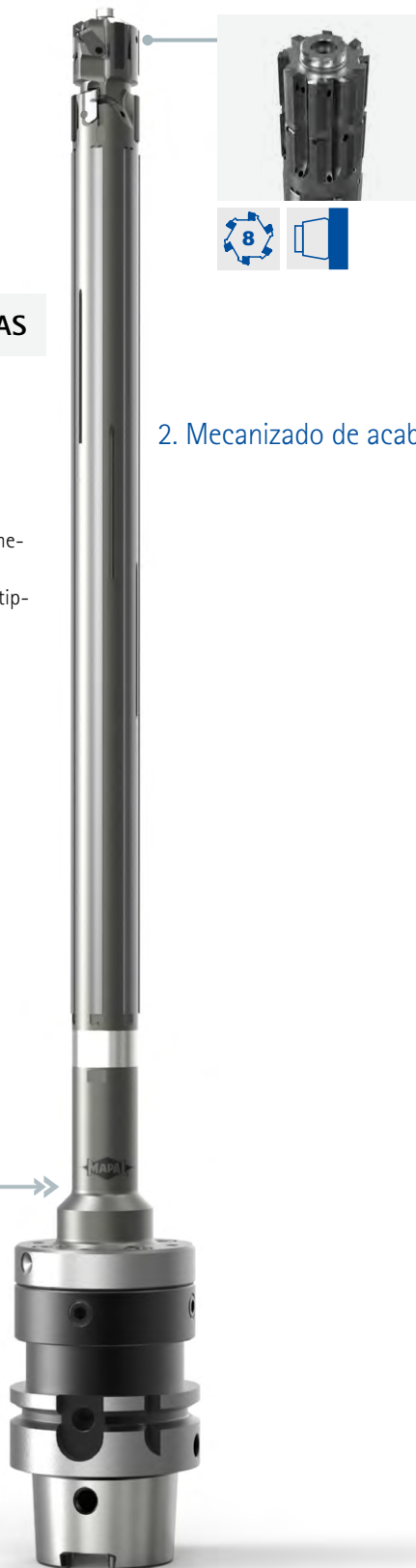
N BARRENO DEL COJINETE DEL ÁRBOL DE LEVAS

1. Premecanizado



+ OPCIÓN
Máximos avances mediante el diseño de la herramienta con múltiples filos

2. Mecanizado de acabado



+ OPCIÓN
Tiempos de proceso reducidos y Plug-and-play mediante el cabezal intercambiable HPR de múltiples filos

Herramientas de taladrado de precisión

Herramienta de taladrado de precisión guiada por rieles con insertos de corte intercambiable HX de fácil ajuste.



Herramientas de taladrado de precisión

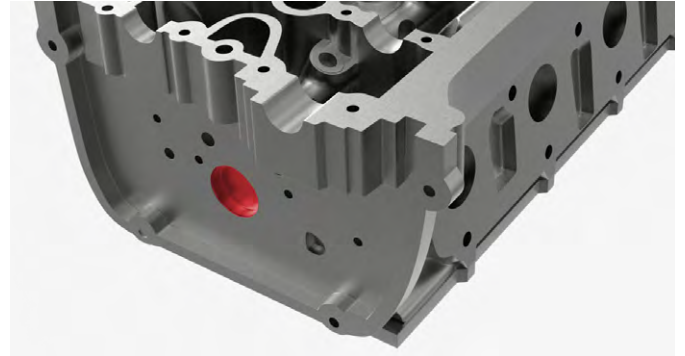
Herramienta de taladrado de precisión guiada por insertos de corte intercambiables: con ajuste sencillo del filo y etapa de precorte adicional para satisfacer los requisitos de calidad más exigentes.



Cabezal cilíndrico: barreno del tapón de agua

CONDICIONES DE PROCESO

- Calidad de superficie $Ra < 16 \mu m$
- Circularidad de 0.05 mm
- Tolerancia de diámetro H7
- Precisión de posicionamiento



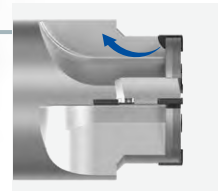
N BARRENO DEL TAPÓN DE AGUA

1. Mecanizado de semiacabado



Herramienta de barrenado de etapas PCD

Diseño de herramienta corto y compacto para una máxima estabilidad.



+ OPCIÓN

Eliminación segura y controlada de virutas mediante deflectores de virutas con retrolavado integrado





Experiencia en soluciones MAPAL

ELIMINACIÓN SEGURA DE VIRUTAS GRACIAS A UN INNOVADOR SISTEMA DE RETROLAVADO

- La eliminación controlada de virutas evita que estas se acumulen en la pieza y reduce el esfuerzo de limpieza
- Gran seguridad de proceso mediante un mecanizado limpio y un menor desgaste de las herramientas
- Excelente calidad de las piezas gracias a una superficie limpia y, por lo tanto, menos desechos

Cárter del cilindro

El cárter del cilindro, también conocido como bloque del motor, es el elemento central del motor de combustión interna. Según el modelo de vehículo y el tamaño del motor, hay una variedad de diseños y tamaños diferentes, desde motores de 2 cilindros en línea hasta motores de 12 cilindros en V. Debido a la ventaja del peso, hoy en día las aleaciones de aluminio se utilizan predominantemente en el sector de la automoción. Esto requiere el uso de

camisas de hierro fundido o recubrimientos resistentes al desgaste, especialmente para el barreno del cilindro, con el fin de garantizar un elevado kilometraje. En el mecanizado, es frecuente que se realicen mecanizados mixtos con aluminio y fundición, así como el uso de recubrimientos extremadamente abrasivos. Las mayores presiones de combustión de los motores modernos aumentan la carga mecánica y térmica, lo que conlleva un aumento de los requisitos de calidad de los elementos que hay que mecanizar.

Tolerancias dimensionales requeridas tomando como ejemplo el diámetro interior del cilindro



0,014 mm



0,020 mm



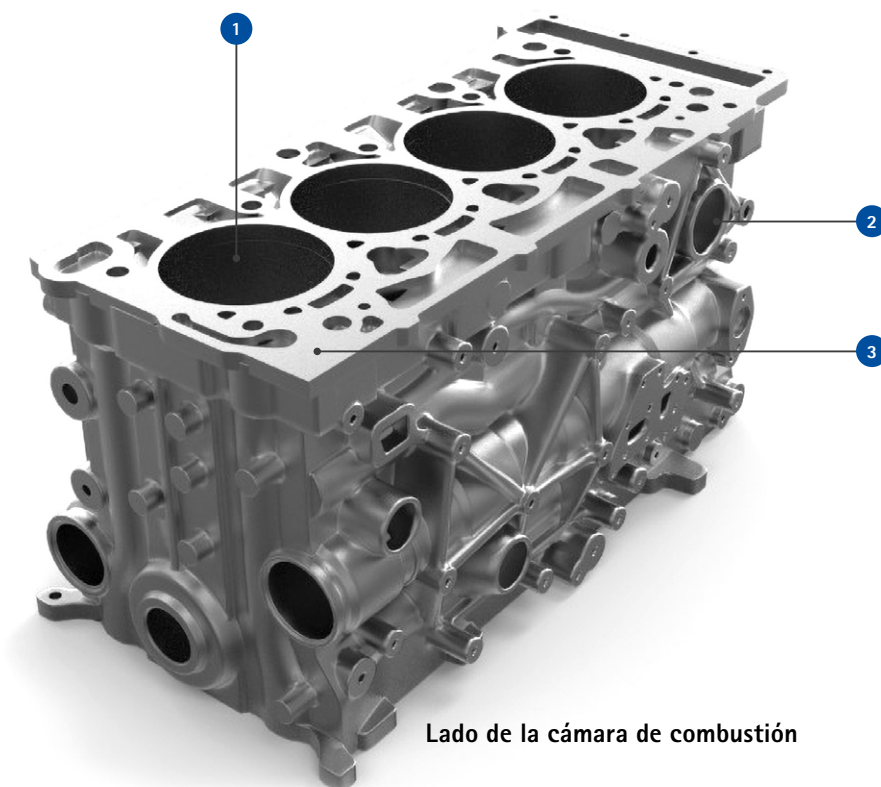
0,175 mm



0,009 mm



0,060 mm



Lado de la cámara de combustión

1

Barreno del cilindro

El mecanizado del orificio del cilindro exige la máxima precisión a pesar de las variaciones en el sobremedida de fundición, el mecanizado mixto, el difícil acceso y las tolerancias ajustadas.

>> Más información a partir de la página 20

2

Barreno de la bomba de agua

El barreno para la bomba de agua requiere una alta precisión dimensional y estanqueidad. El mecanizado se realiza normalmente en varias pasadas para conseguir un ajuste y una cara de sellado precisos.

>> Más información a partir de la página 23

3

Caras planas y de sellado

En este proceso se mecaniza la cara de sellado entre la culata y el bloque del motor. Lo fundamental es la planitud, la rectitud y una superficie sin rebabas, a menudo en condiciones de mecanizado en seco.

>> Más información a partir de la página 26

El diámetro interior del cilindro, en primer plano: procedimiento básico



1. Premecanizado: barreno de cilindros

El premecanizado consiste en el barrenado de los cilindros con herramientas de inserto de corte intercambiable diseñadas para ofrecer una gran estabilidad. Estas herramientas son capaces de hacer frente a una cota a remover elevada y variable. Dependiendo del material, se utilizan insertos de corte intercambiables de metal duro recubiertas o con recubrimiento de PCD para garantizar una larga vida útil y una alta precisión.



2. Mecanizado de acabado: barreno de cilindros

Las herramientas de taladrado de precisión ajustan el barreno a la medida exacta para el recubrimiento posterior o la introducción del casquillo. Las herramientas están diseñadas para ofrecer una gran estabilidad y altos avances, y proporcionan la precisión dimensional y la calidad de superficie requeridas.

RECUBRIMIENTO O INSTALACIÓN DEL CASQUILLO DE DESLIZAMIENTO



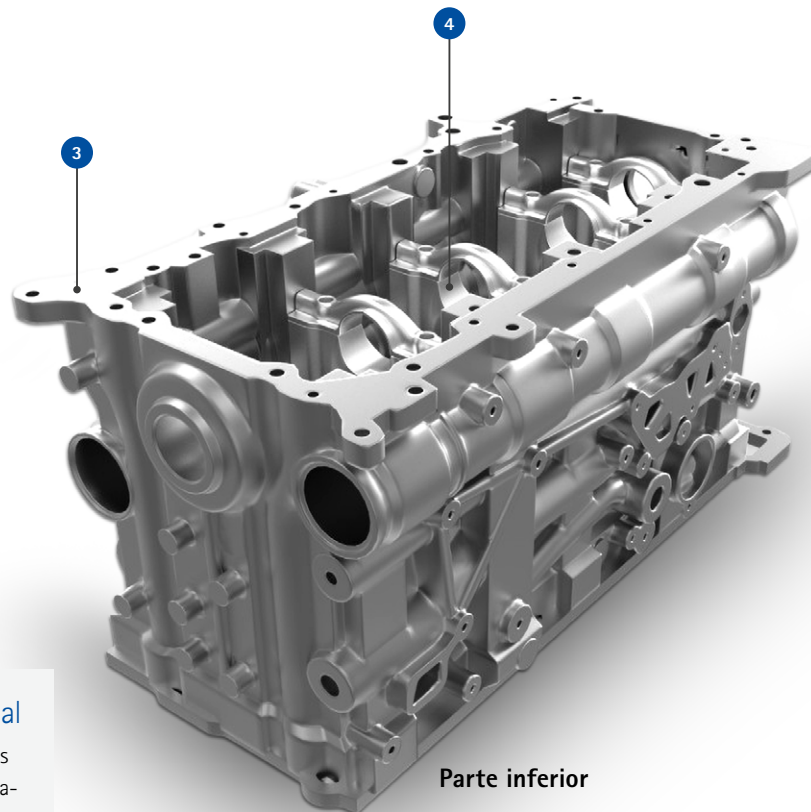
3. Mecanizado de acabado: superficie de rodadura del cilindro

Tras el recubrimiento o la introducción del manguito, se realiza el mecanizado final de la superficie de rodadura. Las herramientas de taladrado de precisión garantizan la exactitud dimensional y geométrica, cuentan con compensación de corte y permiten una eliminación sin contacto del barreno.



4. Bruñidor

El bruñidor se realiza generalmente con herramientas especiales de fresado o de control. Las complejas geometrías de transición y el mecanizado mixto que se produce en algunos casos requieren una selección coordinada de herramientas y materiales de corte.



Parte inferior

4

Barreno del cojinete del cigüeñal

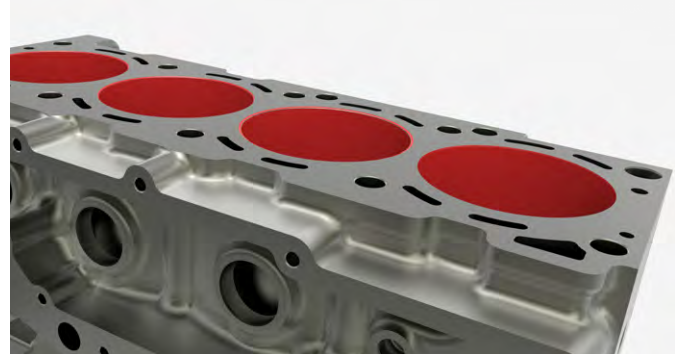
Este barreno plantea los más altos requisitos de coaxialidad y cilindridad a lo largo de varios puntos de apoyo. Las herramientas largas y las estrategias de mecanizado finamente ajustadas garantizan la precisión necesaria.

>> Más información a partir de la página 24

Bloque de cilindros: diámetro interior del cilindro

CONDICIONES DE PROCESO

- Variaciones en las tolerancias de fundición y de sobredimensión
- En algunos casos, se integran recubrimientos resistentes al desgaste (recubrimiento LDS) en los componentes
- En algunos casos, se realizan mecanizados mixtos mediante el uso de diferentes materiales → Cárter de aluminio y camisa de cilindro de fundición gris
- Mecanizados de difícil acceso debido al tamaño de los componentes
- Tolerancia de diámetro antes del bruñido de hasta 40 μm



N AGUJERO CIEGO

1. Premecanizado



Herramienta de barrenado

Diseño de herramienta robusto y económico con insertos de corte intercambiables y portaplaquitas de sujeción rápida de fácil ajuste, incluso para piezas con dimensiones variables.



2. Mecanizado de acabado



Herramienta de taladrado de precisión con sistema EA

Diseño de herramienta compacto y con múltiples filos para velocidades de avance máximas y un ajuste sencillo.





K SUPERFICIE DE RODADURA DEL CILINDRO CON CASQUILLO

3. Mecanizado de acabado

La solución correcta para cada concepto de máquina

Centro de mecanizado

Máquina especial



FUNCIÓN
Ajuste del inserto con precisión de μm - de forma manual o automatizada en el centro de mecanizado.

FUNCIÓN
Alta seguridad de proceso gracias al mecanizado sin marcas de retroceso mediante la elevación del filo

OPCIÓN
Elevación de filo mediante el aumento de la presión del refrigerante. Ejecución de 5 filos



Bruñidor en la página siguiente

Herramienta de compensación

La compensación de los filos se puede aplicar automática y directamente en la máquina mediante el dentado frontal. La elevación de los filos, gracias al desplazamiento de posición y al diseño especial de la herramienta, permite una eliminación sin contacto.



Herramienta de control

Dependiendo del tipo de máquina, los insertos se activan y desactivan de manera definida mediante una barra de tracción, un husillo de ajuste o un accionamiento giratorio. Esto permite una eliminación sin contacto, así como un reajuste exacto del inserto.



K N SUPERFICIE DE RODADURA DEL CILINDRO

4. Bruñidor

La solución correcta para cada concepto de máquina



Centro de mecanizado

Máquina especial



Fresa circular

Diseño de herramienta de múltiples filos con máxima flexibilidad en la selección de los insertos de corte intercambiables.



Herramienta de control

Control definido de los insertos mediante una barra de tracción/compresión. Posibilidad de trazo de contorno flexible.



Experiencia en soluciones MAPAL

CONCEPTO DE HERRAMIENTA FLEXIBLE PARA VARIANTES DE PIEZAS

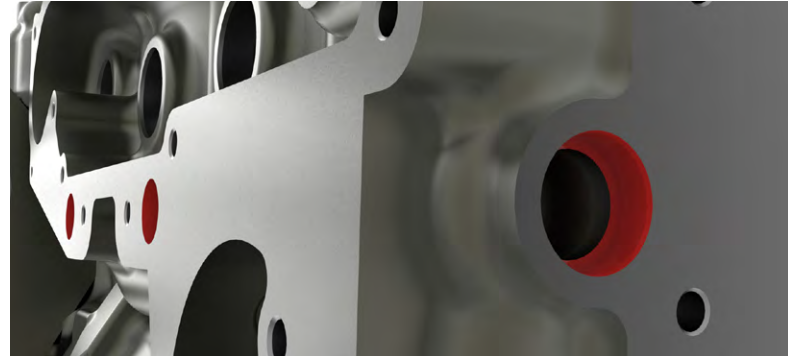
- Una sola herramienta, adaptada mediante variantes de corte para cada ejecución
- Soluciones confiables para el mecanizado mixto (fundición/aluminio o aluminio/acero)
- Insertos especiales para transiciones radiales y geometrías de difícil acceso
- Máxima precisión con tolerancias de diámetro de ± 0.2 mm
- Mecanizado económico para la producción en serie



Bloque de cilindros: orificio de la bomba de agua

CONDICIONES DE PROCESO

- Barreno en varias etapas con transiciones de radio definidas
- Tolerancias de diámetro en el rango de H8
- Circularidad de 10-20 μm



N

BARRENO DE LA BOMBA DE AGUA

1. Mecanizado de semiacabado



i FUNCIÓN

Broca de metal duro macizo **cambiable**

Herramienta de barrenado de etapas PCD

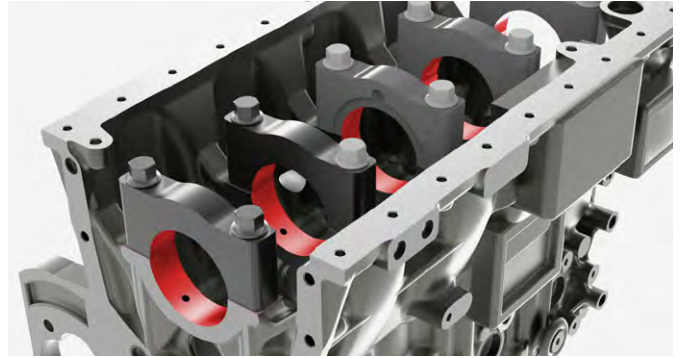
Geometría optimizada de los filos de corte de PCD para una rotura controlada de virutas y con broca de metal duro macizo (VHM) intercambiable para un uso eficiente de los filos de corte en los escalones de esariado.



Bloque de cilindros: barreno del cojinete del cigüeñal

CONDICIONES DE PROCESO

- Alta coaxialidad entre los distintos salientes del cojinete
- Múltiples pasadas mediante corte interrumpido
- Mecanizado mixto en el mecanizado de acabado mediante las semipas del cojinete
- Tolerancias de diámetro de 0.2 mm
- Especificaciones de superficie de Rz 3.2 μm
- Circularidad < 3 μm



K N BARRENO DEL COJINETE DEL CIGÜEÑAL

1. Premecanizado y mecanizado de acabado



Máxima productividad gracias a una solución de un solo paso

Barra de mandrinar en serie de precisión

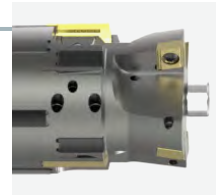
Óptima coaxialidad del componente gracias a un apoyo adicional frente al husillo de la máquina, incluso en componentes de gran largo.



Combinación de mecanizado de cojinetes de puente y de ajuste con correderas integradas. Ajuste preciso y sencillo de los insertos mediante portaherramientas de sujeción corta de ajuste fino.

2. Mecanizado de acabado

Máxima seguridad de proceso gracias a un proceso de 2 etapas



+ OPCIÓN

Alta calidad de superficie mediante los insertos de corte intercambiables ajustables en la etapa de acabado



1. Premecanizado



Herramientas de taladrado de precisión

Etapa de pre-corte y micro-mecanizado adicional en la etapa de acabado para satisfacer los más altos requisitos de calidad y garantizar la seguridad del proceso.



Experiencia en soluciones MAPAL

SERIE DE MATERIAL DE CORTE PARA EL MECANIZADO MIXTO

Las combinaciones de materiales, como el aluminio fundido o el aluminio con acero sinterizado, requieren materiales de corte especiales. Para estas situaciones de mecanizado, MAPAL ofrece en su catálogo insertos de corte intercambiables con sustratos, geometrías y recubrimiento de TiAlN adaptados, que garantizan una larga vida útil y una alta rentabilidad.



Caras planas y de sellado

El mecanizado de caras de sellado en el motor de combustión interna exige la máxima precisión dimensional, planitud y calidad de superficie, a menudo en condiciones de secado.

Para ello, MAPAL ofrece herramientas de fresado de planos de alto rendimiento con el máximo número de dientes, un diseño estable y una eliminación de virutas óptima. Ya sea para el desbaste o el acabado: Las soluciones están diseñadas para ofrecer rentabilidad, seguridad de proceso y calidad de los componentes.

N FRESADO PLANO

NeoMill-Alu-Rough

Herramienta de desbaste tangencial Plug-and-play para un mecanizado estable en grandes volúmenes.



DESABASTE

FaceMill-Diamond

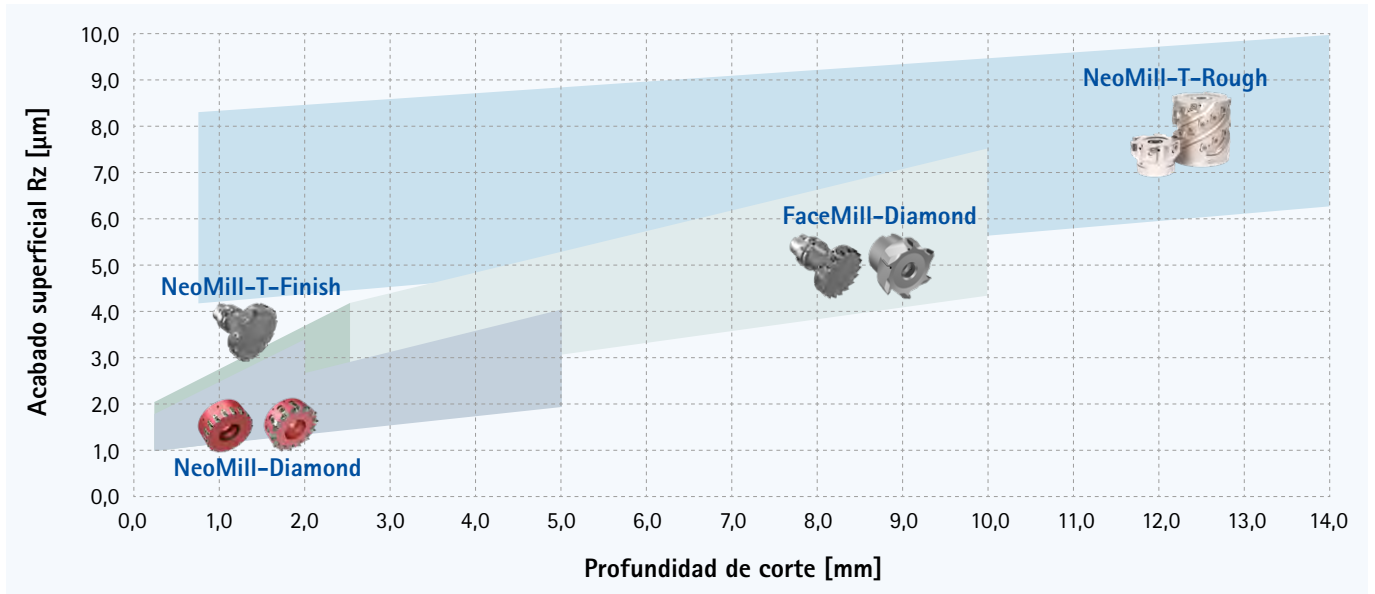
Herramienta rígida y reafilable con insertos de PCD soldados.



+ OPCIÓN
La más alta productividad mediante el número máximo de dientes

ACABADO

Vista general de los sistemas de fresado plano



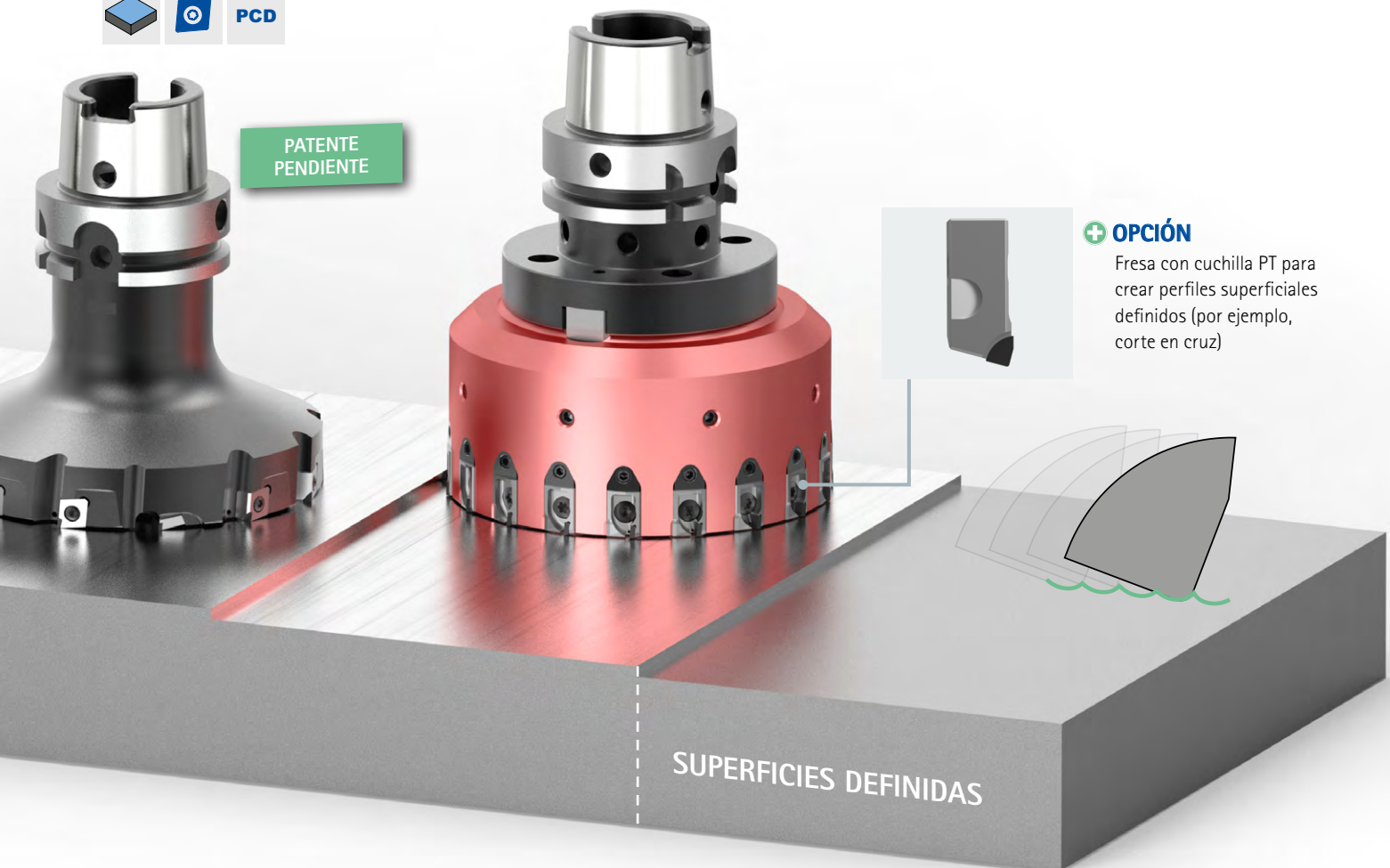
NeoMill-T-Finish

Solución Plug-and-play con insertos de corte intercambiables gracias a un asiento de placa de alta precisión.



NeoMill-Diamond

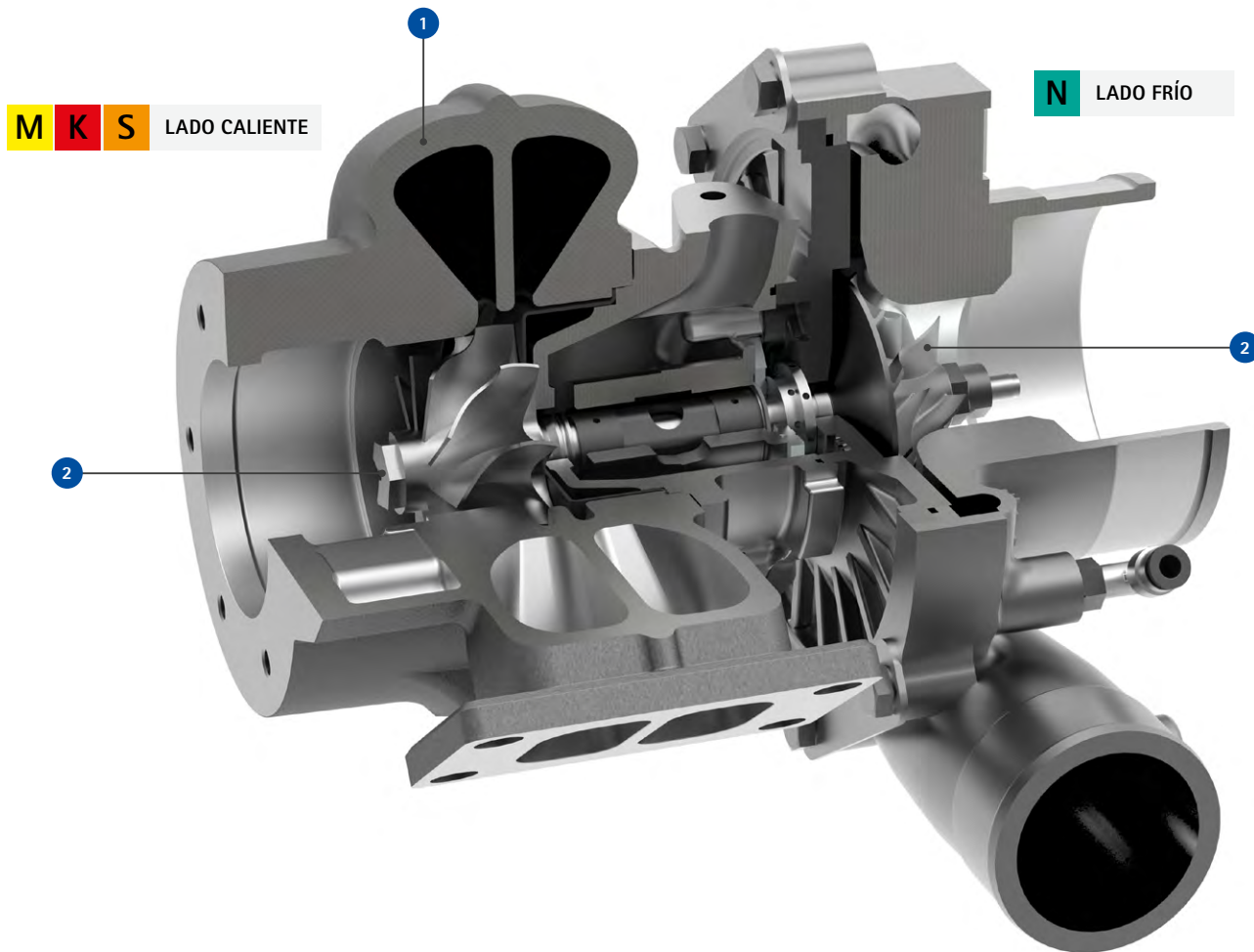
Cuerpo base de fresado con insertos de PCD intercambiables y ajuste preciso del filo.



Turbocompresor

Para aumentar el rendimiento y la eficiencia de los motores de combustión modernos, se utilizan turbocompresores de gases de escape. El suministro de aire comprimido aumenta el rendimiento y, al mismo tiempo, reduce las emisiones, un aspecto fundamental de las estrategias climáticas actuales.

A velocidades de hasta $300,000 \text{ rpm}^{-1}$ se exigen los más altos requisitos de coaxialidad y circularidad. Especialmente en el lado de salida (lado caliente), los materiales de alta aleación y abrasivos plantean exigencias extremas en cuanto a la resistencia al desgaste de las herramientas de mecanizado. Incluso unas pequeñas mejoras en la vida útil por herramienta suponen, en la producción en serie de grandes cantidades de piezas, ventajas significativas en cuanto a costos.



1

Carcasa del turbocompresor

K

Los contornos complejos y las elevadas cargas térmicas exigen un mecanizado preciso y superficies sin rebabas.

>> Más información a partir de la página 30

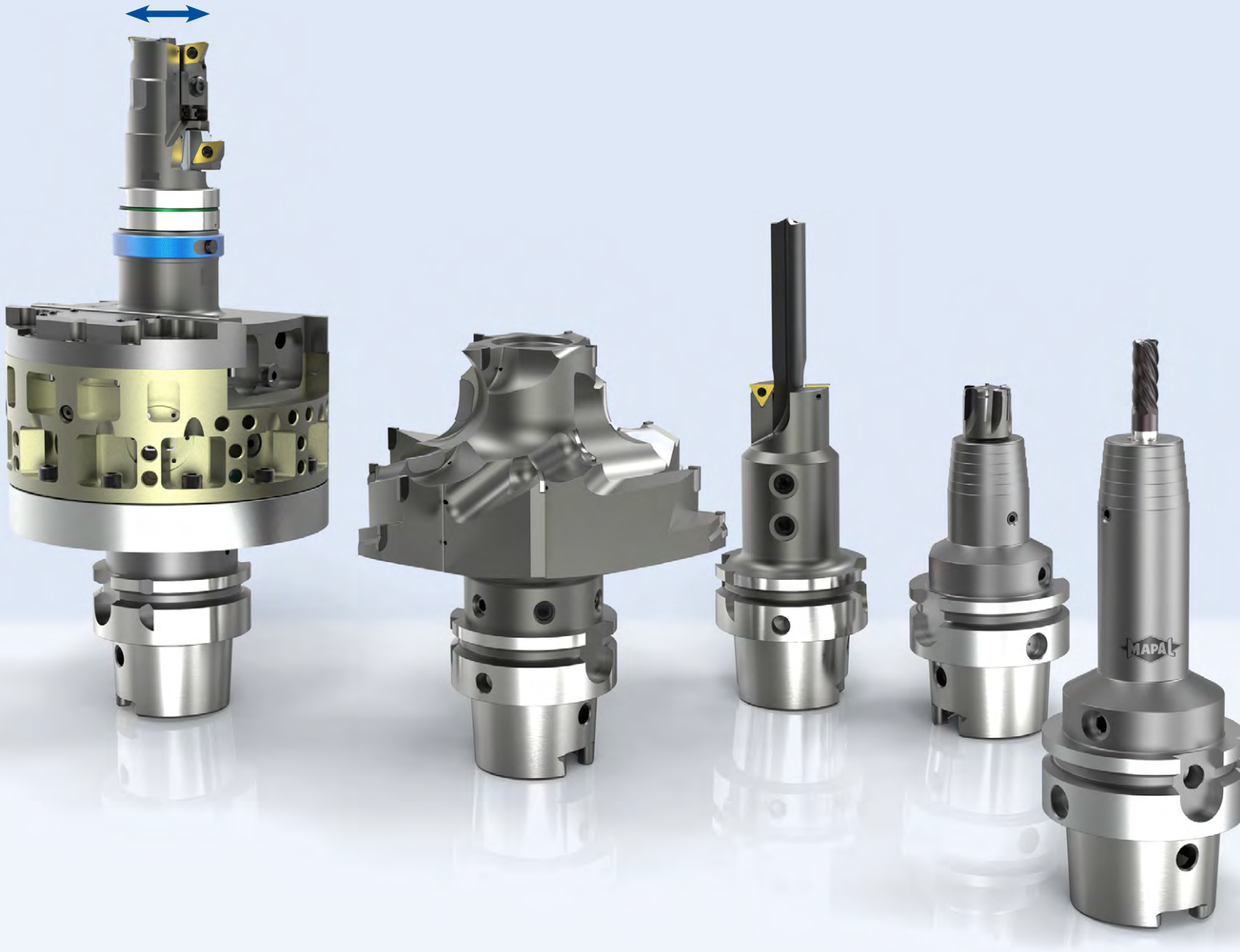
2

Impulsor/rueda de paletas

M N S

Superficies de forma libre y tolerancias ajustadas a altas velocidades: un mecanizado exigente para geometrías sometidas a cargas dinámicas.

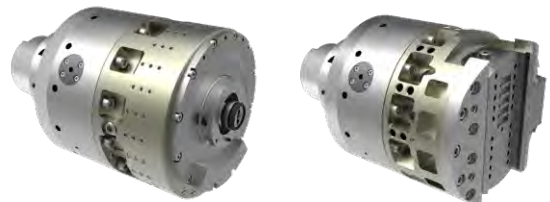
>> Más información a partir de la página 32



Experiencia en soluciones MAPAL

TOOLTRONIC® – UN EJE DE HERRAMIENTA ADICIONAL DE PLENO DERECHO

Las herramientas de calibrado de MAPAL son sinónimo de máxima precisión y flexibilidad en el mecanizado de contornos complejos, superficies frontales e inserciones, como por ejemplo en la carcasa de un turbocompresor. Con el sistema de herramientas mecatrónicas TOOLTRONIC, de esta familia de productos, se pueden realizar eficientemente y con alta precisión operaciones de mecanizado en piezas cúbicas en una sola configuración de sujeción en centros de mecanizado (CM).



Carcasa del turbocompresor

La carcasa del turbocompresor en el lado de los gases de escape está expuesta a cargas térmicas y mecánicas extremas. Dirige los gases de escape calientes, con temperaturas de hasta 1050°C, específicamente hacia el rodete de

la turbina para impulsar su rotación. La geometría de la carcasa influye de manera decisiva en la respuesta y la eficiencia del turbocompresor. Se utilizan materiales resistentes a altas temperaturas, como aleaciones de fundición a base de Ni o Fe. La producción requiere procesos de fundición precisos y un laborioso acabado para garantizar la precisión dimensional y la calidad de la superficie, especialmente en las zonas de los contornos relevantes para la dinámica de fluidos.

CONDICIONES DE PROCESO

- Materiales altamente resistentes al calor y muy abrasivos
- Geometrías y contornos complejos con chaflanes, radios y transiciones
- Tolerancias estrechas de forma, posición y superficie
- Corte interrumpido

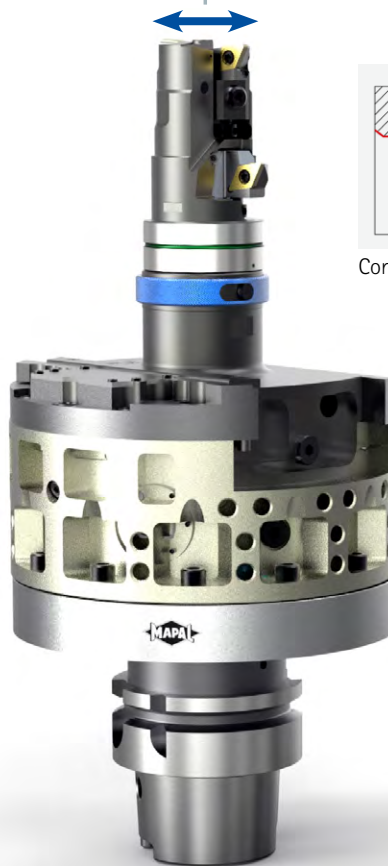
K

LADO CALIENTE



Fresado de esquinas de las superficies NeoMill-4-Corner

Diseño de herramienta corto y robusto para una estabilidad máxima e insertos de corte intercambiables especialmente desarrollados para materiales difíciles de mecanizar.

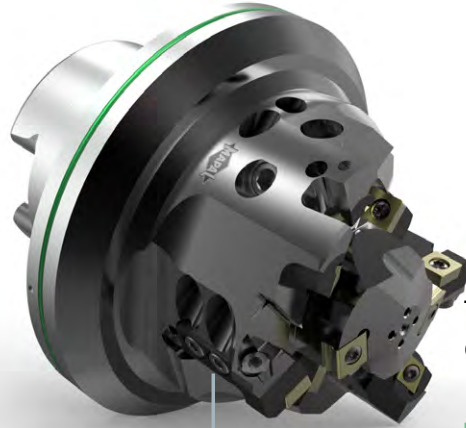


Contorno de un turbocargador

Mecanizado de contornos internos TOOLTRONIC®-herramienta

Mecanizado flexible con un eje de mecanizado adicional (eje U) que ofrece la máxima flexibilidad ante cambios en el contorno o correcciones por desgaste.

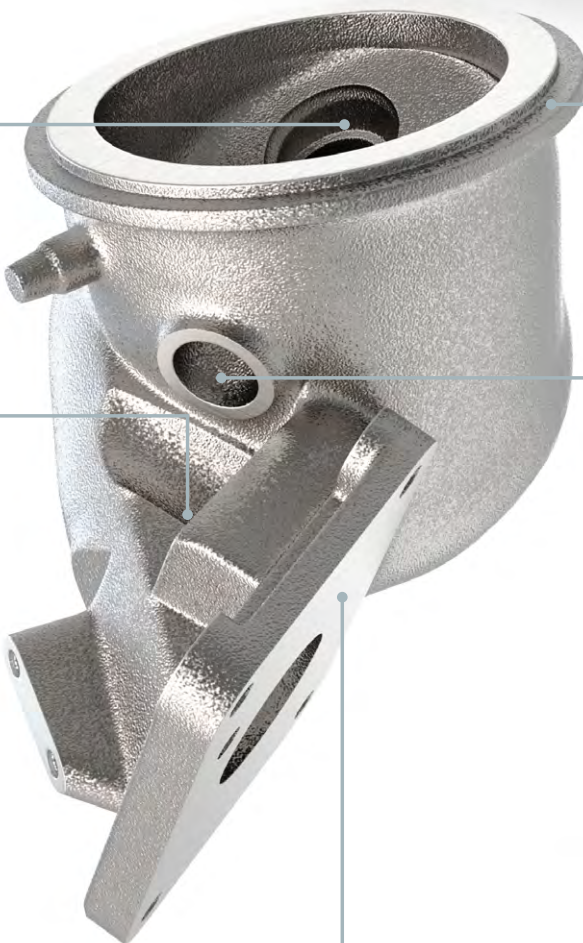
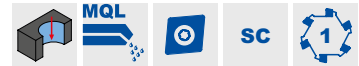




Tratamiento de la conexión del colector de escape

Herramienta de barrenado

Diseño de la herramienta con insertos de corte intercambiables ajustables para tiempos de proceso reducidos.



Perforación del pasador de control Escariador de alto rendimiento

Diseño de la herramienta con insertos dispuestos de manera especial para una eliminación óptima de virutas, incluso con avances muy elevados.



Superficie de conexión de la carcasa del turbocompresor NeoMill-16-Face

Número máximo de dientes e insertos de corte intercambiables con 16 filos de corte para una vida útil máxima y bajos costos por pieza.



Turbocompresor – Impulsor / Rueda de paletas

El impulsor es el componente central del lado del compresor de un turbocompresor. Acelera el aire aspirado radialmente hacia afuera, aumentando así su presión y temperatura.

CARACTERÍSTICAS

- Materiales difíciles de mecanizar en el lado caliente
- Variaciones en el material y diferencias en las aleaciones
- Mecanizados complejos y de difícil acceso
- Requisitos de alta precisión en cuanto a concentricidad
- Requisitos de superficie de Ra <0.4 µm

Los impulsores modernos suelen estar fabricados en aluminio de alta resistencia o titanio, y se producen mediante fresado de 5 ejes o fundición de precisión. La geometría aerodinámicamente optimizada de los álabes es decisiva para la eficiencia y el comportamiento de la presión de sobrealimentación. Debido a las altas velocidades de giro, que pueden alcanzar hasta 300,000 rpm⁻¹ es necesario cumplir con los requisitos más exigentes en cuanto a calidad del balanceo, resistencia y precisión dimensional.

M S LADO CALIENTE

1 Diámetro del eje



MEGA-Speed-Drill-Titan

Geometría de corte especial y recubrimiento para minimizar la formación de rebabas y optimizar la eliminación de virutas.



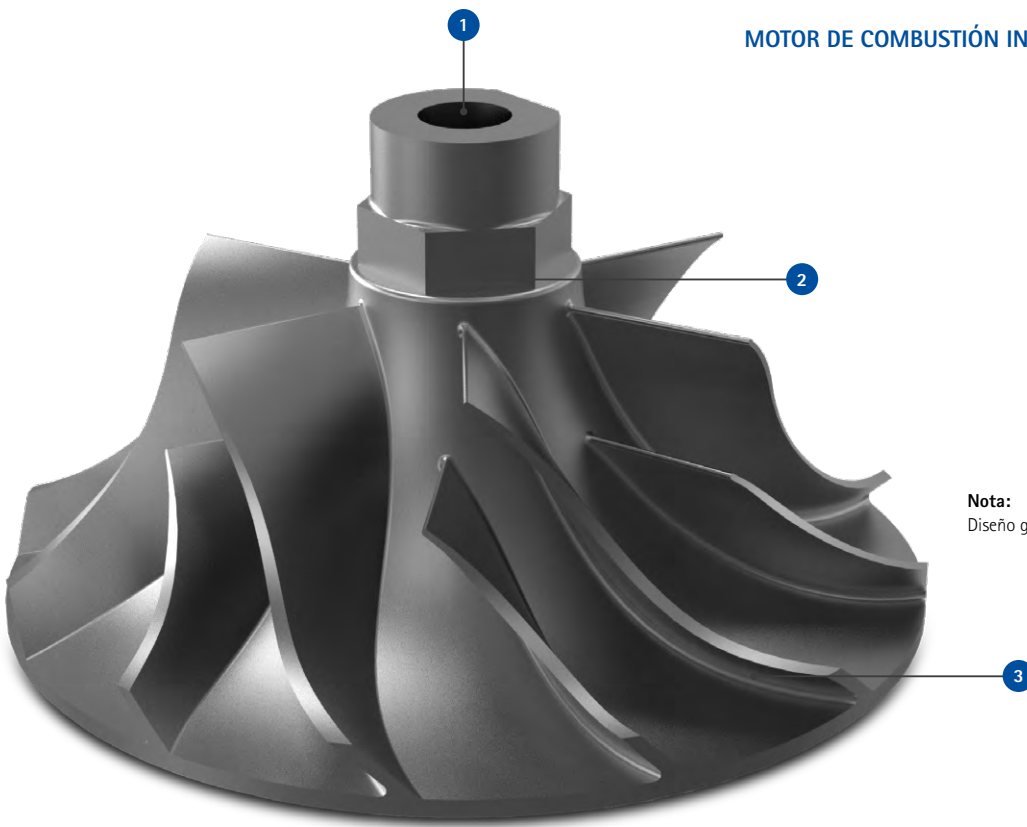
2 Superficie de equilibrado



Fresas para perfiles

Fresa de metal duro macizo (VHM) con múltiples filos y recubrimiento, diseñada para materiales de difícil mecanizado.





Nota:
Diseño geométrico en colaboración con el cliente final.

N LADO FRÍO

1 Diámetro del eje



Tritan-Drill-Alu

Broca de metal duro macizo (VHM) de tres filos para avances máximos.



2 Superficie de equilibrado

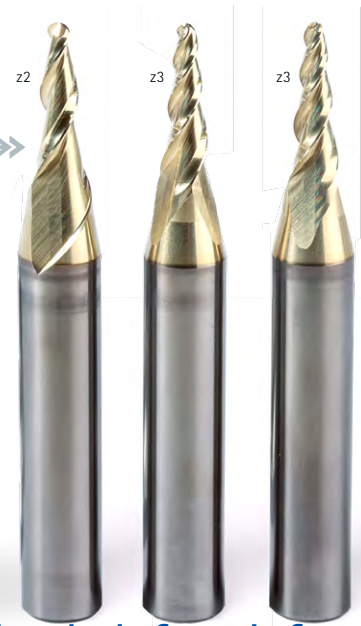


Fresas de corte en esquina PCD

Fresas de múltiples filos con recubrimiento de PCD para una máxima vida útil.



3 Mecanizado de alas



Ejemplo de fresa de forma con recubrimiento

Fresas de forma adaptadas al contorno de la pieza para el desbaste, el semiacabado y el acabado.



Biela

Las bielas están sometidas a elevadas cargas dinámicas durante el funcionamiento del motor. Para cumplir con estos requisitos, se utilizan aceros de alta resistencia como el 70MnVS4 o el C70. Su función: Convertir el movimiento lineal del pistón en un movimiento giratorio del cigüeñal. Para minimizar la masa en movimiento, las bielas se someten a un proceso sistemático de optimización del peso. El resultado es una gran variedad de formas: desde

paralelas hasta trapezoidales y escalonadas. Esta diversidad plantea grandes exigencias a la producción, especialmente en el mecanizado del ojo pequeño de la biela. Las diferentes geometrías dan lugar a situaciones de taladrado variables, que deben resolverse de manera precisa y rentable. En la producción en serie, la rentabilidad es el factor clave. La alta cantidad de piezas exigen procesos estables, tiempos de ciclo cortos y una vida útil máxima de las herramientas.

Tolerancias dimensionales requeridas en el ejemplo del ojo pequeño

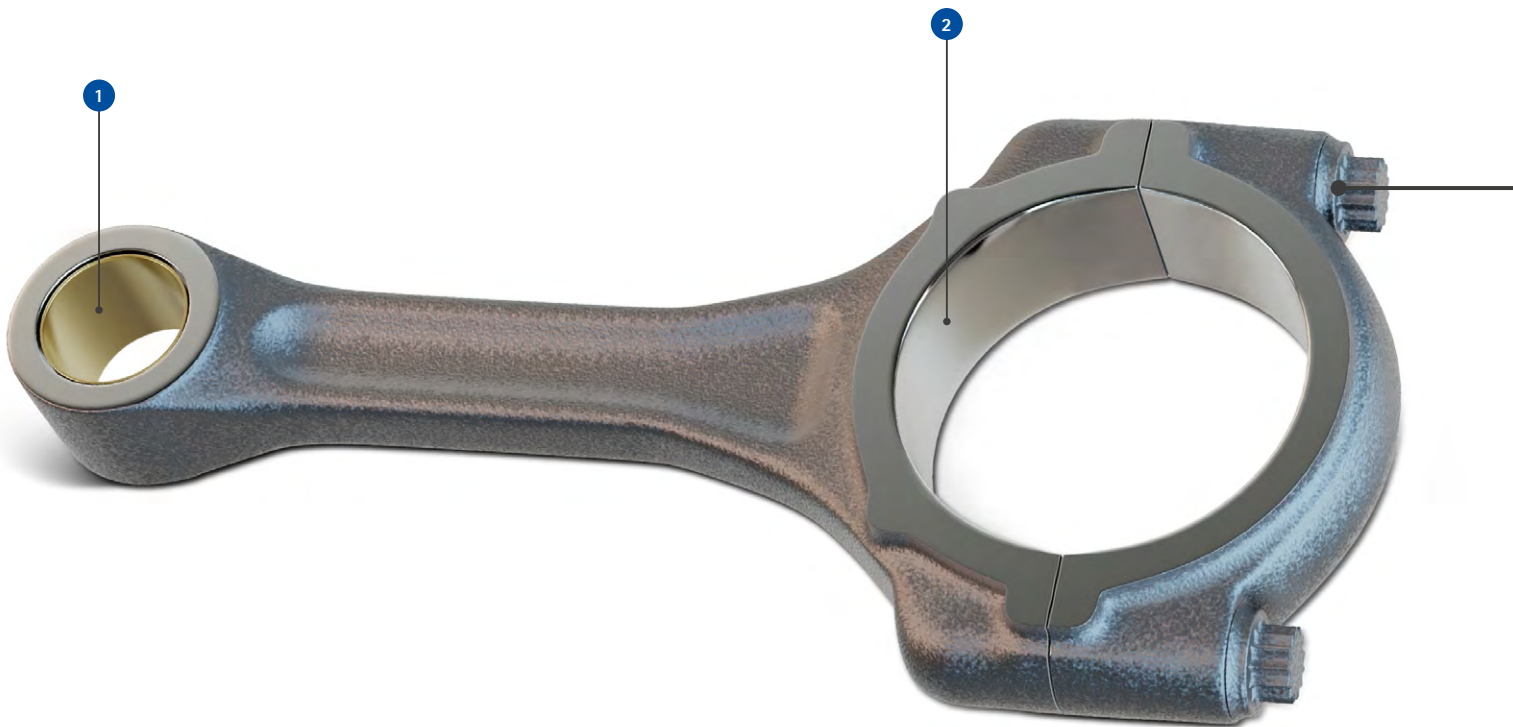
λ 4 - 6 μm

\varnothing $\pm 3 \mu\text{m}$

\oplus 60 - 200 μm

\circ 5 - 10 μm

$\sqrt{\quad}$ max. Ra 0,8 μm



1

Ojo pequeño

Variedad de variantes, forma de trompeta y tolerancias en el rango de los μm : El mecanizado del ojo pequeño exige la máxima precisión y soluciones de mecanizado flexibles.

>> Más información a partir de la página 36

2

Ojo grande

La elevada fuerza de corte y las estrictas tolerancias de forma exigen herramientas estables y estrategias de mecanizado precisas.

>> Más información a partir de la página 38

Enfoque en los detalles: procedimiento básico

**1. Premecanizado**

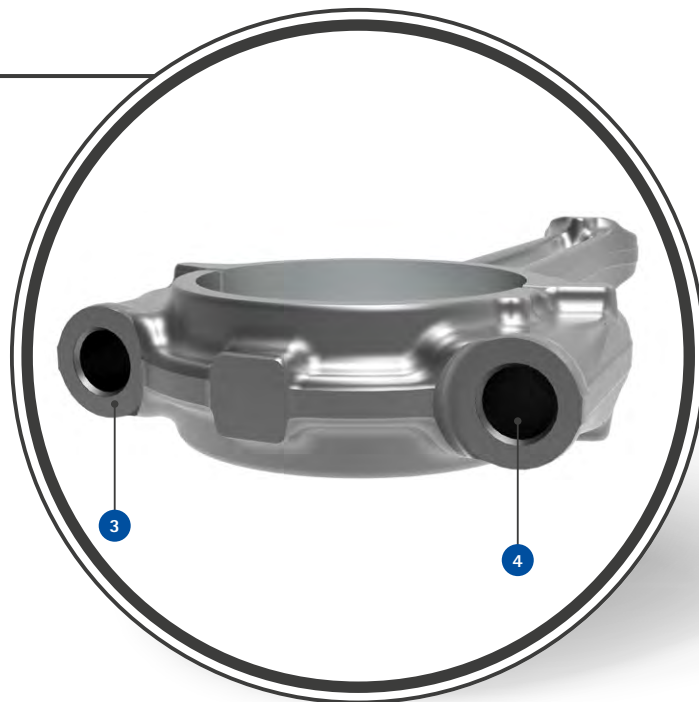
Las diferentes formas de las bielas requieren soluciones de mecanizado flexibles. Una broca sólida especial combina el taladrado, el barrenado y el biselado en ambos lados. El desafío: procesos estables a pesar de las geometrías variables.

**2. Mecanizado de semiacabado**

Los insertos ISO ajustables radialmente compensan las desviaciones de forma y preparan el barreno para el casquillo. La precisión dimensional y la distribución uniforme del material son fundamentales para el ajuste posterior.

**3. Mecanizado fino**

Las herramientas de taladrado de precisión con guías de apoyo de PCD producen una calidad de superficie óptima y una circularidad inferior a 10 μm .



3

Soporte de la cabeza del tornillo

Acabado preciso de superficies para superficies de asiento de tornillos seguras: alta precisión dimensional y geometría definida en bielas de formas variables.

>> Más información a partir de la página 39

4

Barrenado de tornillos

Barreno en varias etapas con tolerancias ajustadas: herramientas estables y geometrías de corte optimizadas para una máxima seguridad de proceso y vida útil.

>> Más información a partir de la página 39

Biela: ojo pequeño

CONDICIONES DE PROCESO

- Situaciones de perforación y ensanchamiento debido a las diferentes formas de las bielas
- Requisitos de superficie de un máximo de Ra 0.8 µm
- Tolerancias de diámetro de 6 µm
- Circularidad de 5 - 10 µm
- En algunos casos, formas de barreno específicas, como por ejemplo, forma de trompeta



P OJO PEQUEÑO

1. Premecanizado



Taladrado en macizo WP

El diseño compacto y robusto de la herramienta permite el taladrado completo, barrenado y biselado de ambos lados con una sola herramienta.



2. Semiacabado y mecanizado de acabado



Herramientas de taladrado de precisión

Etapa de preperforación para una vida útil máxima y para los requisitos de calidad más exigentes de la etapa de perforación de precisión.



Escariador de cabezal intercambiable HPR

Cabezal intercambiable de múltiples filos y reafilable para tiempos de proceso reducidos y una alta vida útil.



La solución adecuada para cada necesidad

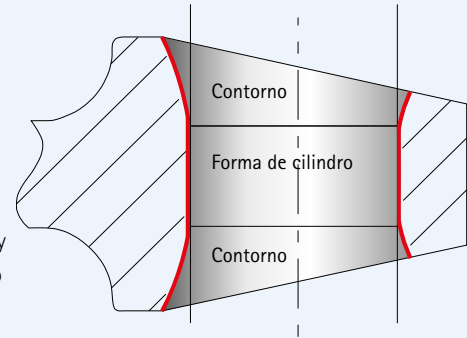
Máxima vida útil

Máxima productividad



Experiencia en soluciones MAPAL
FORMA DE TROMPETA

La forma de trompeta se utiliza para minimizar la compresión de los bordes y garantizar una transmisión óptima de la fuerza entre el bulón del pistón y la biela. Esta forma ayuda a aprovechar al máximo las propiedades del material y a compensar la deformación del bulón en el ojo de la biela.



N OJO PEQUEÑO CON CASQUILLO



3. Mecanizado de acabado



Forma de cilindro

Forma de trompeta



Herramientas de taladrado de precisión

Etapa de pre-corte y etapa de mecanizado de acabado WP ajustable para satisfacer los requisitos de calidad más exigentes y lograr la máxima vida útil.

Herramienta de control

Eje U adicional para el semiacabado y el mecanizado de acabado del ojo grande y el ojo pequeño. Máxima flexibilidad de contorno y contorno de desgaste sencillo.



Biela: ojo grande

CONDICIONES DE PROCESO

- Metal duro resistente al desgaste en la muesca de fractura
- Diferentes situaciones de sobremedida
- Máximos requisitos de calidad para la geometría del agujero
- Circularidad de 5 - 8 μm
- Tolerancias de diámetro de 10 μm
- Valores de rugosidad definidos de \sim Rz 6 μm a Rz 11 μm



P OJO GRANDE

1. Premecanizado



Herramienta de desbaste

Diseño de herramienta estable y con múltiples filos para la combinación de varias etapas del proceso (desbaste, barrenado, biselado).



2. Mecanizado de acabado



Herramientas de taladrado de precisión

Taladrado y taladrado de precisión para una cota a remover definida, una vida útil máxima y los más altos requisitos de calidad.



Biela: soporte de la cabeza del tornillo / Barrenado de tornillos

CONDICIONES DE PROCESO

- Precisión de posicionamiento de ± 0.10 mm
- Requisitos de superficie Ra $3.2 \mu\text{m}$
- Concentricidad 0.20 mm
- Tolerancias de diámetro 0.05 mm - 0.10 mm
- Diseño de taladro con varios escalones
- Materiales de difícil mecanizado con una capa exterior forjada adicionalmente



P SOPORTE DE LA CABEZA DEL TORNILLO

1. Ranurado/Fresado



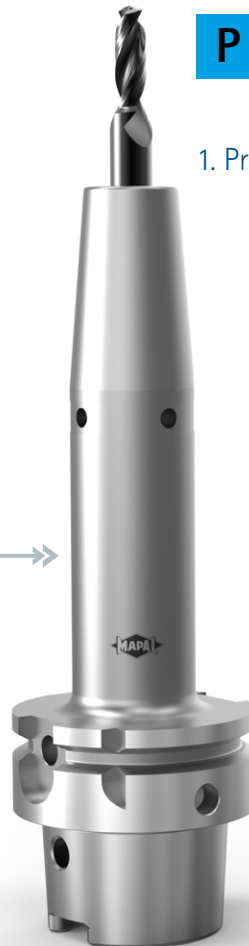
Herramienta de fresado de metal duro macizo

Geometría frontal que corta por el centro para el fresado y el ranurado de las superficies de apoyo.



P BARRENADO DE TORNILLOS

1. Premecanizado y mecanizado de acabado



Broca de escalón para metal duro macizo

Diseño de una sola pasada en varias etapas con una fragmentación óptima de las virutas en las etapas de esariado.



Cigüeñal

La forma básica del cigüeñal viene determinada por el número de cilindros y el diseño del motor. Para reducir las emisiones, los cigüeñales de acero, en su mayoría forjados, deben optimizarse cada vez más en cuanto a su peso. Esto

requiere pasos de mecanizado adicionales en componentes que ya de por sí son complejos. Al mismo tiempo, el aumento de las presiones de combustión provoca mayores cargas de flexión y torsión, lo que a su vez exige requisitos de calidad más estrictos en cuanto a precisión dimensional, resistencia y acabado superficial.

CONDICIONES DE PROCESO

Ejemplo de perforación central de alivio:

- Taladrado múltiple
- Para profundidad de barreno de hasta 800 mm
- Parámetros de proceso ajustados de taladrado y desbarbado simultáneamente
- Coaxialidad
- Condiciones de mecanizado variables debido a las variaciones en la fundición

P CIGÜEÑAL



Superficie de brida y de espiga NeoMill-16-Face

Número máximo de dientes e insertos de corte intercambiables con 16 aristas de corte utilizables para reducir los costos por pieza.



Perforación con aceite MEGA-Deep-Drill-Steel

Geometría optimizada y recubrimiento HiPIMS para un taladrado profundo confiable con avances elevados.





Más información sobre taladrado completo y biselado



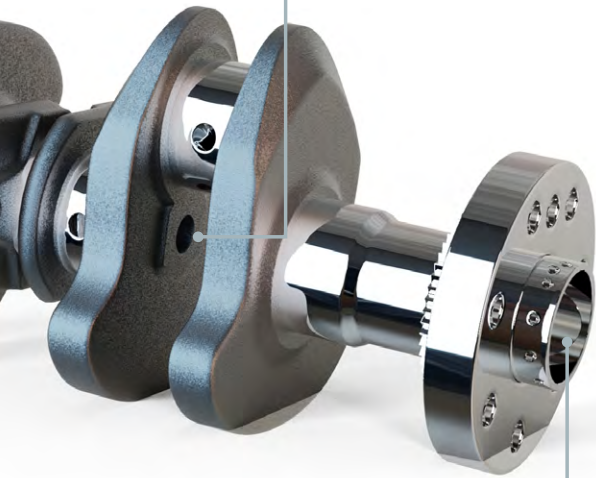
Perforación central de alivio
Herramienta de desbarbado TTD

Sistema de cabezal intercambiable con interfaz TTS y cuchillas de biselado intercambiables para biselar hacia adelante y/o hacia atrás.



FUNCIÓN

Sistema de cabezal intercambiable MAPAL y cuchillas cónicas de la empresa HEULE para la entrada y salida del barreno.



P AGUJERO DE COJINETE FRONTAL

1. Premecanizado

2. Mecanizado de acabado



Escariador de alto rendimiento

Escariador Plug-and-play de múltiples filos para el mecanizado del diámetro y el bisel.

Broca WP

Herramienta corta y robusta que integra varias etapas de proceso en una sola pieza (desbaste, barrenado, biselado).



Palanca basculante / Palanca de arrastre con rodillos

El control preciso de las válvulas de admisión y escape es fundamental para el rendimiento y la eficiencia de los motores de combustión modernos. En la ingeniería automotriz se suelen utilizar cuatro válvulas por cilindro: dos

para la admisión de aire fresco o de la mezcla de aire y combustible, y dos para la salida de los gases de escape. Dependiendo del diseño del motor, el accionamiento de las válvulas se realiza mediante balancines o balancines de rodillos. El objetivo es minimizar la fricción y el desgaste de los componentes móviles. Mediante arandelas de ajuste integradas, se puede ajustar con precisión el juego de válvulas para garantizar un proceso de combustión estable y prevenir daños en el motor.

CONDICIONES DE PROCESO

Ejemplo de agujero de rodamiento:

- Tolerancias de diámetro en el rango de H7
- Requisitos de rugosidad de superficie en el rango de Rz 3 µm
- Circularidad en el rango de unos pocos µm
- Variaciones en la calidad de la fundición

P AGUJERO DE AJUSTE

1. Mecanizado de acabado

La solución adecuada para cada necesidad

Máxima precisión

Máxima productividad

Herramienta de taladrado de precisión WP

Herramienta de taladrado de precisión guiada por regleta con insertos ajustables para los requisitos de calidad más exigentes.



Escariador de cabezal intercambiable HPR

Escariador de múltiples filos, reafilable, con interfaz HFS para facilitar el cambio de herramienta.



illos

P AGUJERO DE RODAMIENTO

1. Mecanizado de acabado



Máxima productividad



Escariador de cabezal intercambiable HPR

Escariador de cabezal intercambiable con múltiples filos y reafilable, con sistema HFS para un cambio rápido de herramientas en la máquina.



La solución adecuada para cada necesidad

Máxima precisión



Herramienta de taladrado de precisión WP

Herramientas con guía de apoyo e insertos de corte intercambiables ajustables para los requisitos de calidad más exigentes.



Riel

Al igual que en los motores diésel con sistemas Common Rail, en los motores de gasolina modernos el combustible se inyecta cada vez más directamente en la cámara de combustión. La formación de la mezcla tiene lugar directa

mente en la cámara de combustión, lo que aumenta la potencia y la eficiencia y reduce las emisiones. Las crecientes presiones de inyección, de hasta 2500 bar, plantean los más altos requisitos a los componentes y materiales. Se utilizan materiales difíciles de mecanizar, como la fundición de acero o el acero inoxidable, junto con procesos de mecanizado complejos.

CONDICIONES DE PROCESO

Ejemplo de barrenado central del riel:

- Capa exterior forjada extremadamente dura
- Profundidades de taladrado extremas de hasta 25xD
- Tolerancias de diámetro de 0.20 mm
- Materiales de viruta larga

Conexión de alta presión

Broca de taladrado en macizo

Broca de metal duro integral para diámetros de taladro muy pequeños.



P RIEL

P BARRENO CENTRAL DEL RIEL

1. Premecanizado

2. Taladrado en macizo

Broca piloto

Geometría especial para la capa exterior forjada de difícil mecanizado, perfectamente adaptada a la broca para agujeros profundos que se utiliza a continuación.



Taladro profundo

Geometría y recubrimiento optimizados para un rendimiento máximo y el mejor flujo de virutas, incluso en profundidades de taladrado extremas.

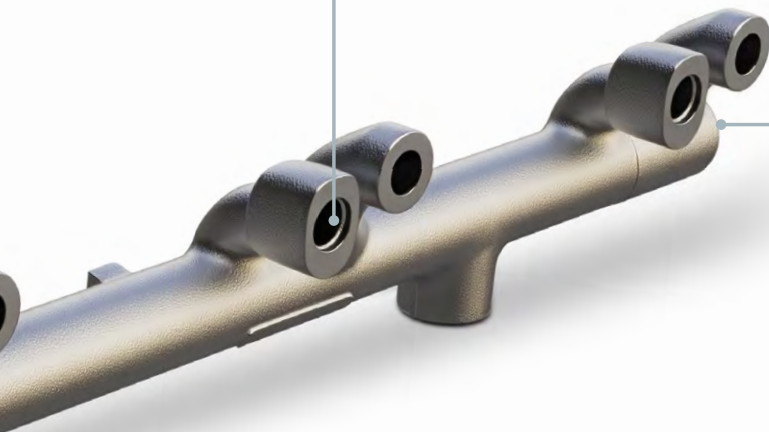




Barreno del inyector

Escariador de escalón para metal duro macizo

Diseño especial de la herramienta para un reparto óptimo del corte y un control de virutas en los saltos de los escalones.



Mecanizado de extremos

Cabezal de cuchilla para planear

Herramienta combinada de múltiples filos para el fresado plano y el preperforado de los chaflanes frontales.



Tratamiento de la conexión

Avellanador frontal

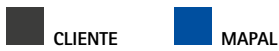
Diseño de herramienta monolítica con insertos de corte intercambiables para el mecanizado de diámetros y chaflanes.



Servicio individual y adaptado a las necesidades

Los orígenes de MAPAL se remontan a la fabricación de herramientas especiales. Por tanto, nuestro trabajo se centra siempre en el asesoramiento integral y la asistencia para los procesos y las tareas de mecanizado.

MAPAL ofrece apoyo en todas las fases y áreas de la producción con su amplia oferta de servicios. Tanto si se establece una nueva fabricación, se optimizan procesos, se introducen nuevas tecnologías, se reequipan nuevos componentes en las máquinas, se optimizan las existencias de herramientas o si se quiere ampliar el conocimiento de los empleados.



Con el módulo de servicios de ingeniería, MAPAL garantiza una fabricación rápida, precisa y segura. En el ámbito de logística y mantenimiento se pueden descubrir más potenciales de ahorro. Y en el ámbito de la formación, MAPAL se asegura de que el conocimiento especializado reunido está disponible de forma íntegra y transparente para el cliente, lo cual le permite avanzar de forma decisiva frente a la competencia.

En todas las ofertas de servicios de MAPAL, todos los procesos y la asistencia amplia están en el foco de atención. Siempre con el objetivo de contribuir de forma importante a la fabricación fluida, productiva y económica por parte del cliente.

Pictogramas

Método de fabricación		<p>Fresado</p>	<p>Taladrado</p>	<p>H7</p>	Escariado y taladrado de precisión	<p>Herramientas accionadas</p>			
Refrigeración		<p>MQL Lubricación minimizada Reduce el consumo de lubricante y garantiza procesos limpios y sostenibles: ideal para conceptos de producción modernos.</p>							
Tecnología de corte		<p>Insertos fijos Máxima seguridad de proceso gracias a una estabilidad y una precisión de concentricidad óptimas: ideal para la producción en serie con altos valores de corte y una larga vida útil.</p>	<p>Insertos intercambiables El cambio rápido de insertos sin necesidad de reajustes ahorra tiempo de preparación y reduce los costos, lo que resulta especialmente rentable en la producción de grandes cantidades de piezas y con materiales variables.</p>	<p>Ajustable: brocas de sujeción Ajuste fino manual y sencillo de los insertos de corte intercambiables para taladrado de precisión y barrenado; solución universal y rentable.</p>	<p>Ajustable: inserto de fresado Las plaquitas de fresado de PCD ajustables permiten un ajuste preciso en la dirección Z para obtener superficies frontales perfectas; opcionalmente, también sirven para crear perfiles de superficie definidos.</p>	<p>MAPAL Ajustable: principio MAPAL Ajuste de alta precisión del diámetro y el cono para una máxima precisión dimensional: perfecto para barrenos exigentes con tolerancias ajustadas y alta repetibilidad.</p>	<p>EA Ajustable: sistema EA Ajuste sencillo y preciso del diámetro: el cono ya está integrado en el casete. Minimiza los errores de manejo y reduce el tiempo de capacitación.</p>		
Material de corte		<p>PCD PCD Ofrece la máxima resistencia al desgaste y los mejores acabados en metales no ferrosos: ideal para la producción en serie a gran escala.</p>	<p>PcBN PcBN Perfectamente adecuado para el mecanizado de materiales resistentes al desgaste y abrasivos; ideal para procesos de taladrado con tolerancias ajustadas y alta precisión dimensional.</p>	<p>SC Metal duro macizo De uso universal: ideal para series medianas, con una relación equilibrada entre rendimiento y costo.</p>	<p>CER MET Cermet Ideal para una alta precisión dimensional y superficies finas: perfecto para el mecanizado de acero.</p>				
Número de insertos de corte principal		<p>1 Un corte principal</p>	<p>2 Dos cortes principales</p>	<p>3 Tres cortes principales</p>	<p>4 Cuatro cortes principales</p>	<p>5 Cinco cortes principales</p>	<p>6 Seis cortes principales</p>	<p>8 Ocho cortes principales</p>	<p>10 Diez cortes principales</p>
Interfaz		<p>Sistema HFS para cabezales de fresado intercambiables Precisión de concentricidad y de cambio < 3 µm, garantizando la confiabilidad del proceso, además de un manejo sencillo durante el cambio de herramientas.</p>	<p>Sistema TTS para cabezales de taladrado intercambiables Dentado por interferencia para una transmisión óptima del par: perfecto para el mecanizado dinámico con geometría de herramienta flexible.</p>	<p>Adaptador modular Alineación con precisión micrométrica para compensar los errores del husillo y de la herramienta: ideal para grandes largos de saliente y piezas complejas.</p>	<p>Tecnología de sujeción hidráulica Precisión de concentricidad y cambio duradera < 3 µm con amortiguación de vibraciones integrada: ideal para procesos precisos y sostenibles.</p>	<p>Tecnología de contracción Precisión de concentricidad inicial muy alta: ideal para aplicaciones con altas velocidades de giro y baja frecuencia de cambio.</p>	<p>Tecnología de herramientas mecánica Alta fuerza de sujeción y prevención de la salida de la herramienta: ideal para un fresado estable en condiciones límite.</p>	<p>Mandril Unión robusta para herramientas de fresado de gran tamaño: probada en aplicaciones de mecanizado pesado y bajo cargas elevadas.</p>	



Descubra ahora las soluciones de herramientas y servicio que le harán avanzar:

MECANIZADO DE BARRENOS

ESCARIADO | TALADRADO DE PRECISIÓN

TALADRADO EN MACIZO | BARRENADO | AVELLANADO

FRESADO

SUJECCIÓN

TORNEADO

HERRAMIENTAS ACCIONADAS

AJUSTE | MEDICIÓN | ENTREGA

SERVICIOS

FOLLOW US

