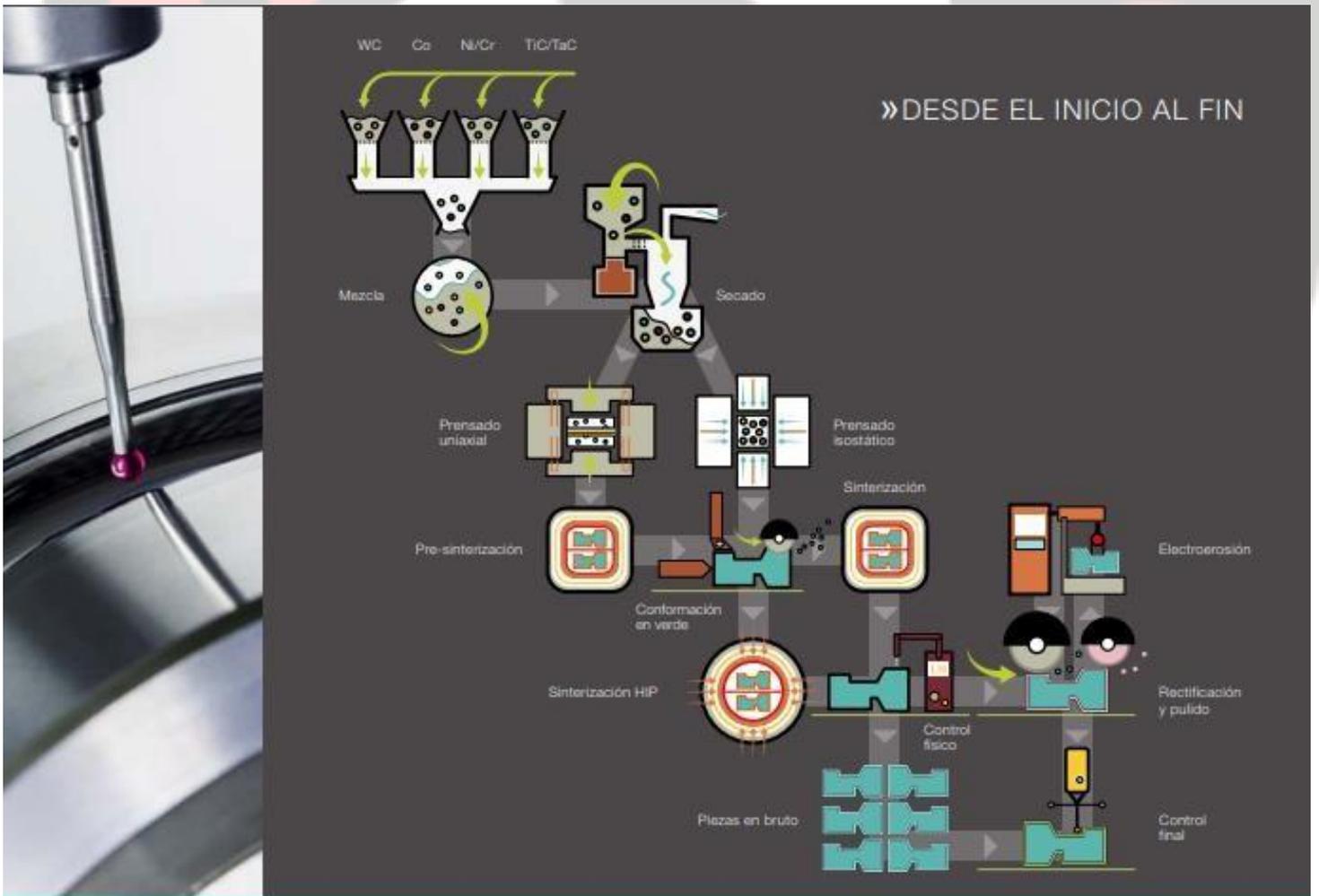


METAL DURO



METAL DURO – ¿QUÉ ES EN REALIDAD?

Es más que un simple material.

El Metal Duro pertenece a los materiales composites. En realidad, consiste en aleaciones hechas de materiales cerámicos - los llamados carburos - y un metal aglomerante metálico.

De forma general, presenta una elevada dureza y una resistencia excepcionalmente elevada al desgaste.

METAL DURO – ¿DE QUÉ ESTÁ COMPUESTO?

El Metal Duro está habitualmente compuesto por CARBURO DE TUNGSTENO Y COBALTO (WC+Co). Adicionalmente, pueden ser incluidos otros carburos como el de titanio (TiC), tántalo (TaC), cromo (CrC) y otros con el objetivo de dar algunas propiedades adicionales y concretas. El cobalto (Co), níquel (Ni), hierro (Fe) y níquel-cromo (NiCr) son los elementos aglomerantes más utilizados.

METAL DURO – ¿QUIÉN LO INVENTÓ?

En **1914** Lohman y Voigtlaender patentaron su carburo de tungsteno fundido. Sin embargo, al principio, no tuvieron éxito en su establecimiento en el mercado debido a la fragilidad del mismo. Sólo nueve años más tarde, con el desarrollo de carburo de tungsteno sinterizado por Karl Heinrich Schroeter y Baumhauer fue posible la implementación a nivel industrial. Su patente fue adquirida por Osram en **1923**. El comienzo de su uso industrial en **1926**, consolidó la utilización del Metal Duro, teniendo un papel predominante en su lanzamiento con éxito Krupp Hartmetall y su material llamado Widia. A partir de **1929**, el Metal Duro pasó a ser desarrollado como Pobedit por la compañía del mismo nombre en la URSS.



METAL DURO - ¿QUÉ ES EL TUNGSTENO?

Debido a su elevada dureza, el Metal Duro es a menudo comparado con el diamante. El tungsteno que forma parte de la composición del Metal duro es obtenido de los minerales **WOLFRAMITE y SCHEELITA**, extraídos de las minas más importantes existentes principalmente en China, Rusia, Canadá, Austria y Portugal. El Metal Duro es producido recurriendo a dos elementos: polvo de tungsteno y carbono, dando lugar al principal compuesto que es el carburo de tungsteno (WC). Este proceso es llamado de **CARBURACIÓN** y consiste en la adición del carbono a la superficie de metal, con bajo contenido en carbono, y que resulta finalmente en un aumento de la dureza del metal.



¿ES UNA CUESTIÓN DE UNIÓN? ¡EXACTO!

El aglomerante más utilizado es el COBALTO pues tiene un impacto positivo en el proceso de sinterización. Si fuera pretendido un aumento de la resistencia a la corrosión, recurrir al níquel como aglomerante, es la elección más acertada. En general, los agentes aglomerantes más comunes en la producción del metal duro son el cobalto (Co), níquel (Ni), hierro (Fe) y el níquel-cromo (NiCr).

¡UN MATERIAL, INÚMERABLES VENTAJAS – ESTO ES LO QUE EL METAL DURO OFRECE!

El Metal Duro es altamente versátil y proporciona diversas ventajas. Para la mayoría de los clientes de DURIT, los aspectos más importantes son los siguientes:

RESISTENCIA AL DESGASTE

DUREZA

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

PRODUCCIÓN DEL METAL DURO, RESUMIDAMENTE: ¡ASÍ ESTA HECHO!

El polvo, compuesto por carburo de tungsteno y el aglomerante seleccionado en la composición deseada, es MEZCLADO Y PULVERIZADO, siendo posteriormente SECADO. Los granos resultantes son PRENSADOS en su forma inicial. En este proceso, se recurre a diferentes métodos de prensado directo e indirecto. El compacto en verde está preparado para una primera MECANIZACIÓN. Posteriormente, tiene lugar la SINTERIZACIÓN, que se realiza a temperaturas entre los 1.300 y los 1.500 °C.

POLVO, PRENSADO, COMPACTO EN VERDE – ¿QUÉ SIGNIFICA EXACTAMENTE?

El subproducto prensado es técnicamente llamado COMPACTO EN VERDE. Durante el proceso de sinterización, la porosidad y el volumen se ven considerablemente reducidos.



SINTERIZACIÓN – UN PROCESO DE ELEVADAS TEMPERATURAS.

La sinterización es un tratamiento térmico de densificación de componentes de metal duro (y de otros producidos por la vía pulvimetalúrgica). Este proceso tiene lugar a alta temperatura (1300-1500 °C), en vacío, constituyéndose como una fase crítica en la obtención de herramientas de metal duro de elevada resistencia y de la máxima calidad. La existencia de porcentajes variables de cobalto, níquel o de otros elementos metálicos, hace posible la

sinterización del carburo de tungsteno (componente primario de las herramientas de metal duro). Estos forman una fase líquida a alta temperatura posibilitando la eliminación de la porosidad existente debido al proceso de conformación de polvos.

El proceso de sinterización SinterHIP es una evolución del proceso tradicional, en que la sinterización es auxiliada por la introducción de gas inerte a presión en el horno durante la formación de la fase líquida, manteniendo los componentes a una sobrepresión gaseosa isostática y contribuyendo para un mejor densificación y resistencia mecánica. La sinterización por la tecnología SinterHIP es un proceso de referencia en el ciclo productivo de Durit.

PIEZAS EN BRUTO O SEMIACABADAS – DESTINADAS PARA POSTERIORES PROCESOS

Las piezas en bruto o semiacabadas tendrán, por lo general, procesos de rectificación posteriores. En la producción del Metal Duro, se designa por pieza en bruto al producto resultante directamente del proceso de sinterización. Resulta interesante saber que: LAS PIEZAS EN BRUTO O SEMIACABADAS PRODUCIDAS POR DURIT SE CARACTERIZAN POR MÍNIMOS EXCESOS PARA SU POSTERIOR RECTIFICACIÓN– PERFECTAMENTE ADAPTADAS PARA PROCESOS POSTERIORES.

¿CUÁNTO TIEMPO SE REQUIERE EN EL PROCESO DE ACABADO DEL METAL DURO?

El proceso productivo del Metal Duro varía de pieza a pieza. El tiempo productivo depende de diversos factores: tamaño, geometría y calidad superficial y dimensional deseada. Por este motivo, no es posible determinar un tiempo productivo definido, sino genérico ESPECIFICO PARA CADA COMPONENTE.



¿QUÉ GRADO DE METAL DURO ES EL ADECUADO PARA CADA APLICACIÓN?

Dependiendo de su composición y microestructura, el Metal Duro presenta diferentes propiedades. Básicamente, existen **TRES TIPOS GENERALES**.

» GD

Metal Duro para conformación, desgaste y corrosión.

» BD

Metal Duro para conformación y aplicaciones mineras.

» KD

Metal Duro para aplicaciones de corte.

AGLOMERANTE, GRANULOMETRÍA – ¡LA COMBINACIÓN ES LA QUE MARCA LA DIFERENCIA!

Generalmente, los componentes en Metal Duro son producidos **INDIVIDUALMENTE** para requerimientos muy específicos. Como tal, se obtienen diferentes propiedades en función de la composición seleccionada, alcanzando la mejor fórmula para cada aplicación. Fundamentalmente, los grados difieren en cuanto a matriz aglomerante, porcentaje de la misma y granulometría.

GRANULOMETRIA – DEL GRANO NANOMÉTRICO AL GRANO BASTO.

Es el equilibrio entre dureza, resistencia al desgaste y tenacidad el que hace al Metal Duro tan especial. Sus características son determinadas por su composición. Modificando las micro y macroestructuras, se puede alcanzar o reforzar ciertas propiedades. Su clasificación es la siguiente:

CUANTO MÁS FINO ES EL GRANO, MAYOR ES SU DUREZA Y RESISTENCIA AL DESGASTE.

- » NANOGRANO < 0,2 μm
- » GRANO ULTRAFINO 0,2 – 0,5 μm
- » MICROGRANO 0,5 – 0,8 μm
- » GRANO FINO 0,8 – 1,3 μm
- » GRANO MÉDIO 1,3 – 2,5 μm
- » GRANO BASTO 2,5 – 6,0 μm
- » GRANO EXTRAGRUESO > 6,0 μm

¿QUÉ CONSIGUE UNA ADECUADA COMBINACIÓN? - QUÉ MATERIALES PUEDEN SER COMBINADOS CON EL METAL DURO

El Metal Duro puede ser usado de **DIVERSAS FORMAS**. Puede ser soldado, embutido en caliente y en frío, encolado o fijado mecánicamente. De esta manera, el metal duro puede ser combinado con muchos otros materiales. Además de los plásticos adecuados, todos los materiales metálicos pueden ser aplicados.



¿CUÁLES SON LAS POSIBILIDADES DE UNIÓN?

La manera más adecuada de unir otros materiales al metal duro vendrá condicionada por el campo de aplicación de la propia herramienta a fabricar. El Metal Duro ofrece VARIAS OPCIONES: incluyendo soldadura, colado, embutimiento, fundido o fijación mecánica.

SOLDAR EL METAL DURO

El Metal Duro puede ser soldado a componentes de acero adecuado para este proceso. La geometría de los componentes para la soldadura debe ser analizada, siendo necesario tener en cuenta que LA EXPANSIÓN TÉRMICA DEL METAL DURO ES ALREDEDOR DE LA MITAD del acero típico de uso en procesos de ingeniería.

ENCOLADO DEL METAL DURO

Antes de efectuar la unión del Metal Duro, las superficies a colar deben ser preparadas, garantizando una limpieza adecuada. Los adhesivos utilizados en DURIT poseen una ESTABILIDAD TÉRMICA ELEVADA HASTA 200°C. El Metal Duro puede ser fácilmente encolado. En muchos casos, este tipo de unión es una buena alternativa a la soldadura. No obstante, para temperaturas más elevadas la soldadura es la única alternativa.

EMBUTIR EL METAL DURO

El embutido en caliente es el MÉTODO DE UNIÓN PERFECTO PARA HERRAMIENTAS CILÍNDRICAS de procesos de conformación. El cuerpo de acero es calentado hasta 450°C y posteriormente insertado el núcleo de metal duro consiguiéndose así una unión solidaria perfecta.

FUNDICIÓN CON METAL DURO

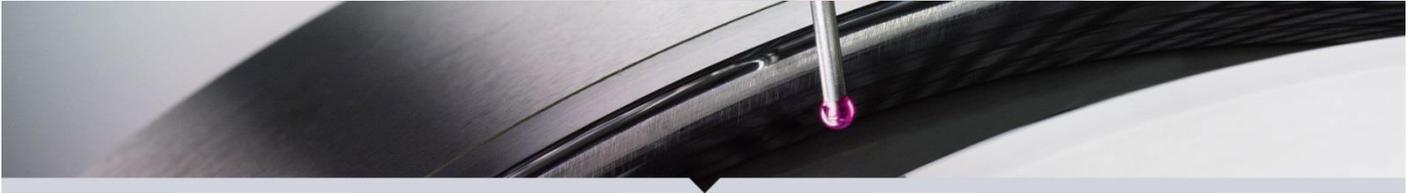
Las herramientas obtenidas por fundición pueden ser unidas directamente a los componentes de Metal Duro a través de un método específico de fundición del mismo. En este proceso, es creada una unión metalúrgica entre acero/hierro fundido y Metal Duro – consiguiendo UNA EXCELENTE ADHESIÓN.

FIJACIÓN MECÁNICA DE METAL DURO

Los componentes de Metal Duro pueden ser fácilmente fijados mecánicamente. El filete de rosca debe ser ya considerado en el proceso inicial de la pieza. Es importante considerar que la realización de los filetes de rosca en el Metal Duro sinterizado es normalmente muy complejo.

¿CON QUÉ PRECISIÓN PUEDE SER FABRICADO EL METAL DURO?

El grado de PRECISIÓN del acabado del Metal Duro depende de la geometría de la pieza. En algunos casos, la producción de componentes de geometría compleja sólo es económicamente viable mecanizando el compacto verde. Debido a la contracción del Metal Duro, las piezas obtenidas directamente tras la sinterización no pueden tener precisiones dimensionales menores de aprox. 0,1mm. Sin embargo, para formas circulares o geometrías regulares, tras acabado del componente, es posible alcanzar tolerancias muy precisas, alcanzándose valores de 3 μm .



DURO, MÁS DURO, METAL DURO. ¿CUÁL ES LA DUREZA QUE SE PUEDE CONSEGUIR CON EL METAL DURO?

En Europa, la dureza del Metal Duro es habitualmente medida en Vickers (HV30), mientras en EEUU la escala más usada son los Rockwell A (HRA). El Metal Duro presenta UNA ÁMPLIA GAMA DE DUREZAS DISPONIBLES. Desde grados más blandos, con durezas del orden de los 750 HV30, hasta grados excepcionalmente resistentes al desgaste que alcanzan valores superiores a 2000 HV30.

EL METAL DURO SE CORROE – PERO APENAS LA SUPERFICIE.

El Metal Duro prácticamente NO ES SUSCEPTIBLE A LA CORROSIÓN. En realidad, se comienza a corroer tras algún tiempo de trabajo, sin embargo, apenas en la superficie. Por ejemplo, el contenido de cobalto de un grado que usa este aglomerante puede ser expuesto a oxidación en la superficie. A pesar de ello, la estructura base del material no es destruida como en el caso de los aceros.

¿EL METAL DURO ES CONDUCTOR ELÉCTRICO?

Debido al contenido de carburo de tungsteno, el Metal Duro es un EXCELENTE CONDUCTOR ELÉCTRICO. La resistividad eléctrica media es de 20 $\mu\Omega/\text{cm}$.

¿EL METAL DURO ES MAGNÉTICO?

Las PROPIEDADES MAGNÉTICAS del Metal Duro están condicionadas por el contenido de los principales materiales aglomerantes: cobalto y níquel. Un método específico para REDUCIR SIGNIFICATIVAMENTE LA MAGNETIZACIÓN es la sinterización de grados de Metal Duro con níquel.



¿ES POSIBLE RECUBRIR EL METAL DURO?

EL METAL DURO PUEDE SER RECUBIERTO CON LAS TECNOLOGIAS PVD Y CVD. Los recubrimientos de PVD, cuyo proceso es realizado a más baja temperatura y que rondan los 450°C, son preferibles comparativamente con los recubrimientos CVD que alcanzan temperaturas del orden de los 900°-1100°C. El Metal Duro es frecuentemente utilizado como base para recubrimientos debido a su elevada resistencia a la compresión, lo que evita un efecto de cáscara de huevo (fisuración del recubrimiento) cuando se utilizan componentes recubiertos.



CARBURO DE
TUNGSTENO-
COBALTO

HERRAMIENTAS
DE CORTE DE
CARBURO PARA
MAQUINDO

DUREZA ALTA,
RESISTENCIA AL
IMPACTO