

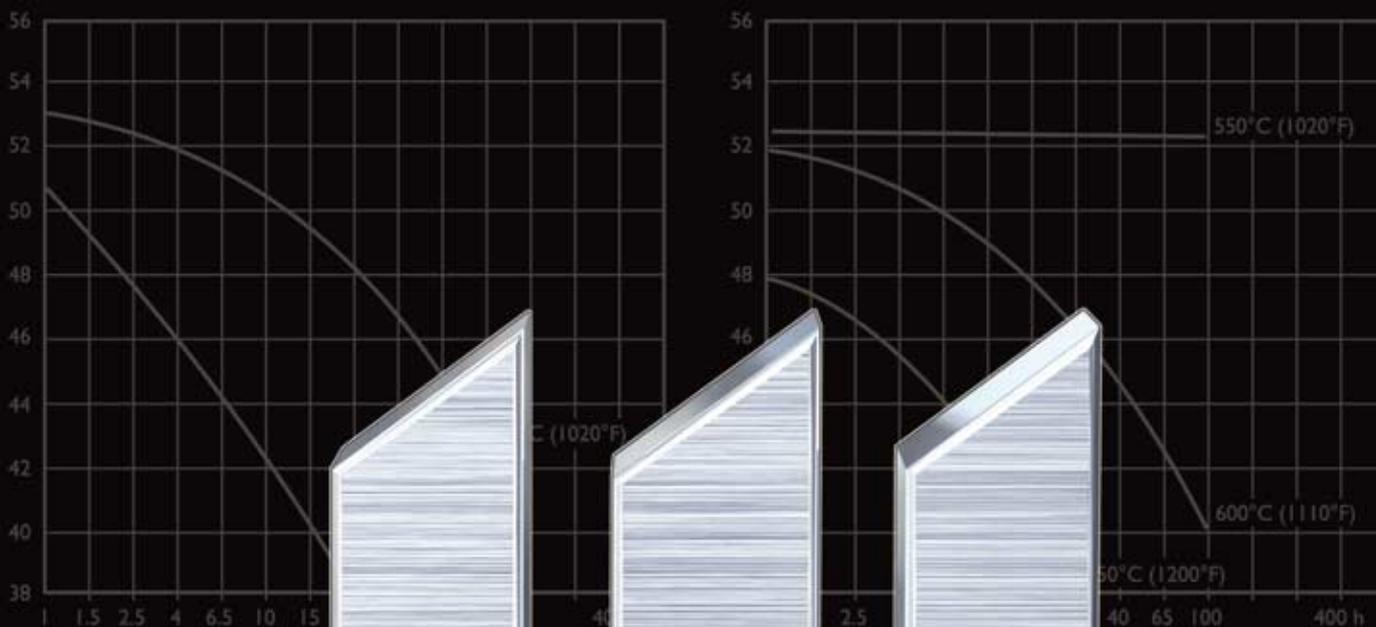
Acero para moldes

COLD WORK

PLASTIC MOULDING

HOT WORK

HIGH PERFORMANCE STEEL



Typical analysis %	C 2,05	Mn 0,5	P 0,015	S 0,005	Cr 1,2	W 0,2
Standard specification	AISI D6, (S50C)	EN 10083 (S50C)		DIN 17123 (S50C)		
Delivery condition	Soft annealed	Soft annealed		Soft annealed		
Colour code	Red	Red		Red		

Temperature	20°C (68°F)	200°C (390°F)	400°C (750°F)
Density kg/m ³ lbs/m ³	7 770 0,281	7 700 0,277	7 650 0,275
Modulus of elasticity N/mm ² psi	194 000 28,1 × 10 ⁶	188 000 27,3 × 10 ⁶	178 000 25,8 × 10 ⁶
Coefficient of thermal expansion per °C from 20°C per °F from 68°F	to 100°C 11,7 × 10 ⁻⁶ to 212°F 6,5 × 10 ⁻⁶	to 200°C 12 × 10 ⁻⁶ to 400°F 6,7 × 10 ⁻⁶	to 400°C 13,0 × 10 ⁻⁶ to 750°F 7,3 × 10 ⁻⁶
Thermal conductivity W/m °C Btu in (ft ² h°F)	- -	27 187	32 221
Specific heat K/kg °C Btu/lbs °F	455 0,109	525 0,126	608 0,145

Contenido

Diseño del producto	4
Diseño del molde	6
Fabricación del molde	10
Moldeado	14
Servicio: Stock y consumibles	17
Programa de Productos	18
Selección del Acero para Moldes	19

Esta información se basa en nuestros conocimientos y va dirigida a indicar las características de nuestros productos y su utilización. No debe considerarse como una garantía de las propiedades específicas de los productos descritos o una garantía de conveniencia destinada a un tema concreto.

Normalmente el costo del acero de un molde representa sólo entre el 5 y el 10% del costo total de la herramienta. Es incluso una parte todavía más pequeña del costo total de fabricación.

El moldista es conocedor de éste tema y sabe también que el costo excesivo del mantenimiento del molde por ejemplo, el repulido, limpieza, reemplazo de partes dañadas o rotas, debe también tenerse en consideración. Todo ello incrementa los paros de trabajo y los costos. En el peor de los casos conllevaría posibles problemas de incumplimiento de plazo de entrega, pérdida de confianza del cliente, etc...

De forma breve, podemos decir que el moldista sabe que es él quién debe solucionar el problema de maximizar la vida del molde y el rendimiento de la herramienta, en otras palabras, que el molde consiga obtener el *menor costo posible por pieza fabricada*.

Sabe también, por propia experiencia, que una de las más importantes decisiones radica en especificar el mejor acero para moldes posible para cada trabajo concreto.

Por nuestra parte, en UDDEHOLM hemos desarrollado una serie de aceros para moldes de alto nivel a fin de que los moldistas puedan utilizar el mejor material en sus trabajos.

En éste catálogo presentamos los aceros de alta gama. Hacemos mención especial de los factores más importantes que contribuyen a la obtención de producciones rentables en el moldeado de plásticos.

Diseño del Producto

Uddeholm puede ayudar al proyectista a asegurar que el molde concuerde exactamente con el concepto original.

Nuestra organización mundial puede suministrar acero para moldes de alta calidad a fin de cumplir con todos los requisitos de moldeo y extrusión de plástico.

Nuestro Servicio Técnico puede ofrecer información y competentes consejos sobre la selección del acero adecuado, tratamiento térmico y aplicaciones técnicas.

EL PROYECTISTA: UN PAPEL IMPORTANTE

Una vez se ha decidido crear una nueva pieza, el proyectista debe tener en cuenta muchos criterios que deberán cumplirse.

Además del rendimiento puramente funcional, a menudo se requiere que el molde cumpla con un alto standard de calidad y tolerancias durante toda su vida de producción.

El hecho de que éstos requisitos se vean cumplidos depende en gran medida el diseño adecuado del componente, buen diseño del molde y en la selección del mejor acero para la fabricación de éste.

ELECCION DEL ACERO PARA MOLDES MAS ADECUADO A CADA APLICACION

El proyectista está por tanto involucrado de forma directa en muchas decisiones importantes. Decisiones que tarde o temprano se relacionarán con el acero para moldes seleccionado.

Se planteará algunos temas como:

¿ Hasta qué punto es importante el acabado de la superficie ?

¿ Es necesario un pulido espejo ?

(En la página 10 observarán cómo podemos ayudarles a responder éstas preguntas.)

¿ Deberá fotografiarse el molde ?

¿ Deben unirse piezas fotografiadas ? por ejemplo piezas de interiores de automóviles.

(En la página 13 encontrarán aquello que Uddeholm puede ofrecer en éste campo.)





¿ Va a utilizarse un material corrosivo, abrasivo o ambos ?

(Amplia información sobre cómo tratamos éste tema en página 19.)

¿ Qué importancia vital tiene el guardar tolerancias estrechas ?

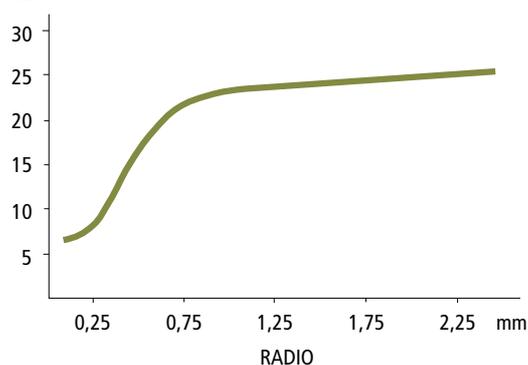
¿ Cuántas piezas deben fabricarse ?
(La respuesta es importante puesto que la cantidad de fabricación afectará directamente el grado de resistencia al desgaste y otras propiedades solicitadas en el material del molde.)

¡ EVITE LAS ESQUINAS AGUDAS Y OLVIDESE DE PROBLEMAS !

El hecho de evitar los cantos y las esquinas agudas siempre que sea posible, es un buen ejemplo de cómo un proyectista experimentado puede mejorar la vida del molde e incrementar la productividad.

Las esquinas agudas en las piezas moldeadas, y en consecuencia en el molde, son puntos potenciales de iniciación de tensiones (grietas). Puntos críticos que pueden ser causantes de grietas o roturas tanto en la pieza como en el molde.

RESISTENCIA AL IMPACTO
KU



*Efecto del incremento del radio en la resistencia al impacto.
(Tipo de acero: 1.2344 a 46-47 HRC. Probeta tomada de la superficie en sentido longitudinal.)*

Aumentando el radio de las esquinas de la pieza moldeada, el proyectista puede mejorar de forma significativa la resistencia al impacto del molde.

El resultado es un molde más resistente, con gran capacidad de soportar grandes presiones tanto de cierre como de inyección.

Diseño del Molde

El diseñador del molde puede contribuir de forma significativa en la obtención de una economía pensando un poco de forma «Standard», es decir, utilizando calidades de acero standard, medidas y placas mecanizadas standard.

EL IMPORTANTE PAPEL DEL DISEÑADOR DEL MOLDE

En su incansable afán de fabricar el mejor molde posible, el diseñador del molde se enfrenta a varios requisitos que deberán cumplirse.

Conjuntamente con el moldista comparte la gran responsabilidad de fabricar un molde que ofrezca una producción fiable y económica de la pieza concebida por el diseñador del producto.

Asimismo se esfuerza en asegurar que el molde pueda construirse de la forma más sencilla y económica posible por el moldista.

El hecho de que éstos requisitos se vean cumplidos o no dependen, en gran medida en especificar el mejor acero y la dureza requerida para el molde en cuestión.

Un gran diseñador puede añadir a todos los puntos mencionados una ayuda inestimable pensando de forma «standard».

MENTALIDAD «STANDARD»: PRODUCCION RAPIDA

La mayor parte de los diseñadores de moldes están habituados a especificar distintos tipos de piezas standard como guías, ejes, expulsos, etc... Puesto que éstas piezas se encuentran disponibles en el mercado de forma rápida y a precios competitivos, son de gran ayuda para el moldista, ahorrándole un tiempo valioso.

Pero todavía puede ahorrarse más tiempo y dinero. Esto puede realizarse extendiendo ésta mentalidad «standard» a las medidas, placas mecanizadas y calidades de acero.

De hecho, especificando calidades de acero disponible en medidas standard, el moldista puede asegurar entregas puntuales al tiempo que mantiene en

un mínimo los costos de mecanizado y la pérdida de material.

ELECCION DEL ACERO ADECUADO PARA LA OBTENCION DE UN BUEN MOLDE Y UNA PRODUCCION ECONOMICA

La elección de la calidad del acero y del suministrador se realiza frecuentemente durante la etapa de diseño a fin de simplificar y agilizar el suministro del molde. Por tanto, el material y las piezas necesarias pueden solicitarse con tiempo suficiente planificándose el trabajo de forma adecuada.

No se trata siempre de una tarea fácil. En muchos casos la elección de una calidad de acero es un compromiso entre los deseos del moldista y del usuario final.

El moldista está principalmente interesado en la mecanibilidad del acero, su pulibilidad, tratamiento térmico y propiedades para el tratamiento de la superficie.

El usuario solicita un molde con buena resistencia al desgaste y a la corrosión, alta resistencia a la compresión, etc...





TIPOS DE ACERO PARA MOLDES MAS UTILIZADOS

Los distintos tipos de acero para moldes más utilizados normalmente son:

- **Acero pretemplado para moldes y portamoldes**
- **Acero de temple para moldes**
- **Acero para moldes resistente a la corrosión.**

(Para obtener información más amplia sobre éstos tipos de acero y sus propiedades consultar páginas 18–20.)

CUANDO DEBE UTILIZARSE UN ACERO PRETEMPLADO PARA MOLDES Y PORTAMOLDES

Este tipo de acero se utiliza principalmente para:

- **Moldes grandes**
- **Moldes con poca exigencia en resistencia al desgaste**
- **Placas soporte de alta resistencia.**

Estos aceros son suministrados en la condición de templado y revenido, normalmente a un nivel entre 270–350 Brinell.

No es necesario realizar ningún tratamiento térmico antes de poner el molde en servicio.

En la mayoría de los casos, la dureza puede incrementarse mediante un temple a la llama o nitruración (ver capítulo «El por qué del Tratamiento Térmico» en pág. 11).

El acero pretemplado para moldes se utiliza generalmente para moldes grandes y moldes con series de producción moderadas.

ACERO PRETEMPLADO DE UDDEHOLM PARA MOLDES Y PORTAMOLDES

IMPAX SUPREME, acero refinado mediante la técnica de desgasificación al vacío, ofrece una buena mecanibilidad y homogeneidad, excelente aptitud de pulido y consistentes propiedades de fotograbado gracias a su bajo contenido en Azufre.

HOLDAX, frecuentemente recomendado para bloques soporte de alta resistencia y para moldes grandes en los que no se requiera un gran pulido. Ofrece una mecanibilidad excelente, permitiendo realizar dibujos profundos y efectuar taladros en la cavidad.

Tanto *IMPAX SUPREME* como *HOLDAX* son aceros pretemplados que se suministran a una dureza de 290–330 Brinell.

RAMAX S, acero pretemplado inoxidable para portamoldes. Se suministra premecanizado a una dureza aproximada de 340 Brinell. Ofrece una excelente mecanibilidad y resistencia a la corrosión.

Es también un compañero ideal para *STAVAX ESR*, *POLMAX* y *ELMAX*.

¿ CUANDO DEBE UTILIZARSE ACERO DE TEMPLE ?

Este tipo de acero se utiliza normalmente para:

- **Largas series de producción**
- **Resistir la abrasión de algunos materiales de moldeado**
- **Contrarrestar las grandes presiones de cierre o inyección.**

Se suministra en estado de recocido blando. Normalmente se realizan operaciones de desbaste, liberación de tensiones, mecanizado de acabado, templado y revenido a la dureza requerida y finalmente se rectifica, frecuentemente son pulidos o fotograbados.

El acero de temple se emplea para cavidades e insertos, normalmente situados en placas soporte de acero pretemplado tipo *RAMAX S* o *HOLDAX*.

Utilizando un acero de temple o insertos, por ejemplo a un nivel de 48–60 Rockwell C, obtendremos una mejor resistencia al desgaste a la deformación e indentación y buena pulibilidad.

Una buena resistencia al desgaste es especialmente importante cuando se utilizan materiales plásticos reforzados



o con aditivos. La resistencia a la deformación o indentación en la cavidad, canales de alimentación o líneas de partición, ayuda a mantener la calidad de la pieza.

Es también importante contar con una buena aptitud de pulido cuando se requiera un buen acabado de la superficie en la pieza fabricada.



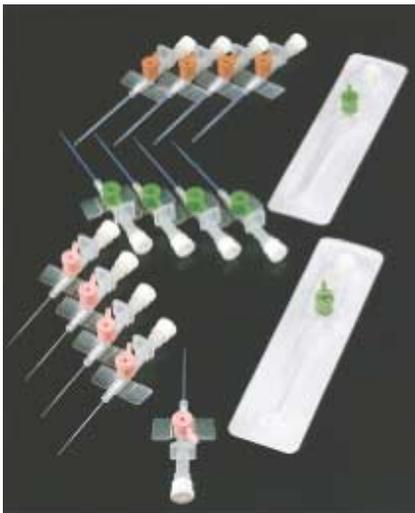
ACERO DE TEMPLE DE UDDEHOLM
STAVAX ESR, *POLMAX*, *ORVAR SUPREME* y *GRANE* son calidades típicas de temple de Uddeholm.

CALMAX, *RIGOR*, y *ELMAX* son otros aceros que recomendamos para moldes que requieren una alta resistencia al desgaste. Son utilizados a durezas superiores a 56 Rockwell C.

VANADIS 10, nuestra calidad en acero rápido fabricada mediante el proceso de pulvimetalurgia, es la que cuenta con más resistencia al desgaste.

CUANDO DEBE UTILIZARSE UN ACERO RESISTENTE A LA CORROSION

Si el molde debe ser expuesto a riesgos de corrosión, recomendamos, sin lugar a dudas utilizar un acero inoxidable.



El incremento en el costo inicial de éste tipo de acero es normalmente inferior al costo de realizar un simple repulido o una operación de recubrimiento de un molde realizado con acero convencional.

Los moldes de plástico pueden verse afectados por la corrosión en formas distintas:

- Algunos materiales plásticos pueden producir corrosión, por ejemplo el PVC.
- La corrosión conlleva una reducción de la eficacia en la refrigeración una vez los canales tienen óxido o se encuentran completamente obstruidos.

- Y claro está, la condensación causada por largos paros en la producción, condiciones de trabajo o almacenaje húmedos, conducen fácilmente a la corrosión.

ACERO PARA MOLDES RESISTENTE A LA CORROSION DE UDDEHOLM

STAVAX ESR, acero para moldes resistente a la corrosión que ofrece una excelente capacidad de pulido en combinación con una buena mecanibilidad.

POLMAX, acero para moldes también resistente a la corrosión que va «más allá» de la calidad *STAVAX ESR* en el concepto de pulido. Esta calidad se ha desarrollado especialmente para cubrir las exigencias de los fabricantes de productos de alta tecnología como Compact Disc, Diskettes de memoria y Lentes de Contacto.

ELMAX, finalmente, es un acero del tipo pulvimetalúrgico para moldes, cuyas principales ventajas son la alta resistencia al desgaste y a la corrosión.

CORRAX es un acero de temple por precipitación que cuenta con una excepcional resistencia a la corrosión, un fácil tratamiento térmico y una buena capacidad de soldadura.

OTROS MATERIALES

ALUMEC se recomienda para prototipos y series cortas de fabricación, con pocos requisitos en resistencia y resistencia al desgaste.

Las aleaciones de Cobre Berilio *MOLDMAX HH* y *PROTHERM* son utilizadas en moldes cuando se requiere una alta conductividad térmica.



SELECCION DE LA DUREZA DE TRABAJO ADECUADA PARA EL MOLDE

La dureza de trabajo del molde y el tratamiento térmico utilizado para alcanzarla es un importante factor que influye en muchas propiedades. Propiedades tales como tenacidad, resistencia a la compresión, desgaste y resistencia a la corrosión.

Generalmente, puede decirse que un aumento de la dureza resulta en una mejor resistencia al desgaste, a la presión e indentación, mientras que una baja dureza conlleva una mejor tenacidad.

La dureza normal de trabajo para un acero de temple es entre 48–60 Rockwell C. La dureza óptima utilizada depende del acero seleccionado, tamaño del molde, forma y distribución de las cavidades, proceso de moldeado, material plástico, etc...

Consulte la página 19–20 para las calidades de acero recomendadas y dureza de trabajo requerida por distintos materiales plásticos.

Para más información sobre el tratamiento térmico de moldes de plástico solicite el catálogo de Uddeholm «Tratamiento Térmico de Acero para Herramientas».

Fabricación del molde

Una parte sustancial del coste total de la herramienta es la fabricación del molde. Es por tanto primordial, que éste proceso de fabricación se realice sin interrupciones.

EL IMPORTANTE PAPEL DEL FABRICANTE DEL MOLDE

Un taller bien equipado que cuente con personal competente y experimentado es parte esencial del proceso de fabricación del molde.

Una inversión significativa de lo que representa éste proceso se enfoca hacia el material del molde. Por tanto, un moldista experimentado exige unos altos requisitos a su suministrador de acero y a su producto cuando le llega el turno a la calidad y propiedades del acero así como el acabado y disponibilidad de éste.

ELECCION DEL ACERO PARA MOLDES MAS ADECUADO

El moldista busca un acero que no tenga defectos, fácil de mecanizar y pulir, estable durante el tratamiento térmico y que sea adecuado para realizar si se requiere un mecanizado por electroerosión y fotograbado.

LIBRE DE DEFECTOS

Todo el material suministrado por Uddeholm ha sido sujeto a varios procedimientos de inspección externa e interna mediante pruebas ultrasónicas. Ello nos asegura que alcanzamos una calidad alta y uniforme.

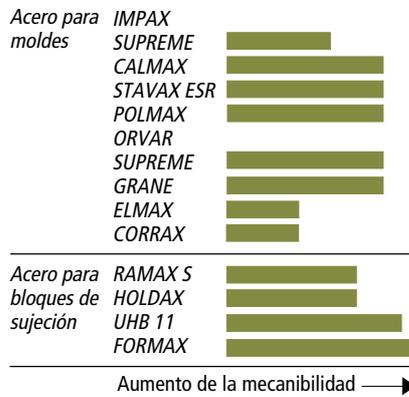
BUENA MECANIBILIDAD – BUENA ECONOMIA

El coste del mecanizado alcanza 1/3 del coste total de la fabricación del molde. Por tanto, una mecanibilidad buena y uniforme es de vital importancia.

La mayoría del acero para moldes de Uddeholm se suministra en estado recocido requiriendo un nivel de mecanizado mínimo en comparación con el resto de aceros de éste tipo.

Las únicas excepciones son *IMPAX SUPREME*, *HOLDAX* y *RAMAX S*.

A continuación mostramos un gráfico comparativo de una serie de calidades de Uddeholm. El gráfico está basado en pruebas de desgaste del molde.



IMPAX SUPREME, HOLDAX y RAMAX S se probaron en condición pretemplada.

ALUMEC cuenta con una excelente capacidad de mecanizado, una alta velocidad de corte reduce los costes del molde y su plazo de entrega.

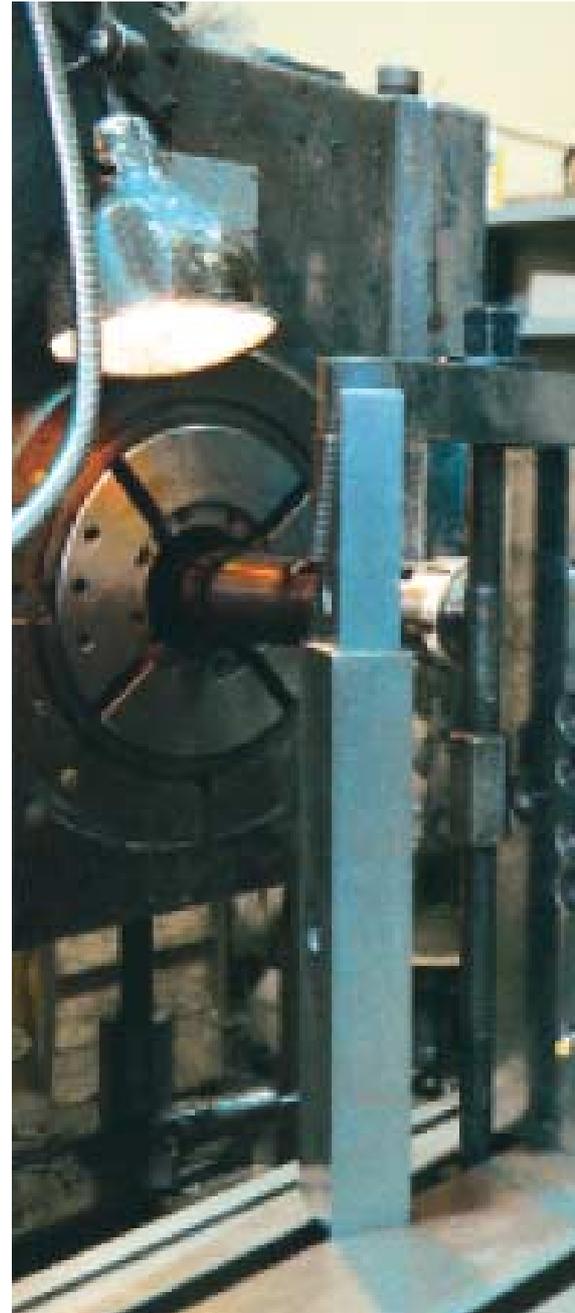
¿ QUE IMPORTANCIA TIENE UN BUEN PULIDO ?

Frecuentemente el pulido alcanza el 30% del coste total del molde. No es sorprendente puesto que es un proceso largo y costoso.

El resultado obtenido depende en gran medida de las técnicas de pulido y en otros pocos factores empleados. La limpieza del acero, por ejemplo el tipo, distribución tamaño y cantidad de inclusiones no metálicas, homogeneidad del acero, la dureza, y para acero templado de qué modo se ha efectuado el tratamiento térmico.

Las inclusiones no metálicas se reducen a un mínimo si el acero está desgasificado al vacío y/o electroafinado (método ESR) durante el proceso de fabricación.

Este proceso de electroafinado resulta en una mejor homogeneidad y en una ausencia de inclusiones comparado con los procesos convencionales de fabricación del acero.



¡ NO PULA MAS DE LO ESTRICTAMENTE NECESARIO !

No tiene sentido pulir más allá de un cierto nivel dependiendo del proceso de tratamiento térmico que vaya a utilizarse.

La tabla inferior muestra el tamaño de grano de abrasivo más pequeño recomendado que debe utilizarse en una superficie antes de templarse y revenirse por varios métodos.

Para información más detallada solicite la publicación de Uddeholm «Pulido de Acero para Herramientas».



SOLUCIONAR EL PROBLEMA DE LA DISTORSION

Una vez realizado el desbaste, el molde deberá estabilizarse a fin de minimizar los problemas de distorsión. De éste modo, las tensiones creadas por las operaciones de mecanizado desaparecerán. Cualquier tipo de distorsión quedará eliminada con el mecanizado de acabado.

También es cierto que cuando se utilizan aceros de temple a unos niveles de máxima dureza, puede que deba sacrificarse ésta mínima distorsión. La razón es que las altas temperaturas de temple requieren rápidas velocidades de enfriamiento. Nos encontramos con éste caso principalmente en secciones grandes.

La forma más eficaz de evitar la distorsión es utilizar un acero pretemplado como *IMPAX SUPREME*, un acero que no requiere tratamiento térmico adicional.

El temple a la llama de zonas concretas de la superficie puede incrementar localmente la dureza a aproximadamente 55 Rockwell C.

¿ COMO TRATAR LOS CAMBIOS DIMENSIONALES ?

Es cierto que algunos cambios dimensionales son inevitables durante el temple. Pero es también cierto que es posible limitar y controlar en cierta medida éstos cambios. Por ejemplo, mediante un calentamiento lento y uniforme hasta alcanzar la temperatura de austenización, utilizando una temperatura que no sea demasiado alta y un medio de enfriamiento adecuado.

STAVAX ESR, CALMAX, GRANE, ORVAR SUPREME, POLMAX, ELMAX y RIGOR pueden templarse al aire cuando la estabilidad dimensional es un factor importante.

CORRAX requiere tan solo un proceso de envejecimiento a 500–600°C sin enfriamiento. Ello significa que no aparecerá distorsión, tan sólo una reducción lineal y homogénea del orden del 0,1%. Puesto que ello es totalmente predecible, es fácil compensar ésta reducción añadiendo creces antes del tratamiento térmico.

Acabado de la superficie antes del tratamiento térmico

Calidad Uddeholm	Vacío	Viruta de hierro	Baño de sales	Gas protector
<i>STAVAX ESR</i> <i>POLMAX</i> <i>ORVAR SUPREME</i> <i>CALMAX</i> <i>GRANE</i> <i>RIGOR</i> <i>ELMAX</i>	grano 400	grano 180–200 ó más basto	grano 180 ó más basto	grano 220–400
<i>SVERKER 21</i>	grano 400	grano 180 ó más basto	grano 60	grano 220–400

¿ POR QUE TRATAMIENTO TERMICO ?

La finalidad de tratar un molde acabado es la de obtener las propiedades mecánicas adecuadas. Propiedades tales como dureza, tenacidad y resistencia. Pero existen algunos problemas asociados al tratamiento térmico. Los problemas como la distorsión o los cambios dimensionales deben solucionarse.

Tamaño de grano abrasivo más pequeño recomendado que debe ser utilizado antes del temple y revenido.

¡ VIA RAPIDA HACIA LA PRODUCTIVIDAD !

Comprar el acero ya en forma pre-mecanizada es un buen modo de agilizar la capacidad de fabricación del molde para poder realizar otras operaciones de mecanizado más especializadas. Muchas calidades de acero se obtienen en distintos tipos de forma y acabado. Y también muchas de ellas han sido pre-mecanizadas en mayor o menor grado.

El acero de Uddeholm se encuentra disponible en barra mecanizada y barra en mecanizado fino.

En todos los casos existe una tolerancia de mecanizado en más a fin de permitir un acabado a la dimensión standard.

BARRAS MECANIZADAS

El utilizar barras mecanizadas como material inicial ofrece al moldista considerables beneficios que tienen un efecto directo sobre el coste total del acero.

- **Por lo que al peso se refiere, debe comprarse menos cantidad de material, lo cual significa también que se reduce considerablemente el desperdicio de éste.**
- **Desaparece también el coste de mecanizado para eliminar la capa decarburada de la superficie.**
- **El tiempo de fabricación se ve reducido, lo cual redonda en una planificación más simple y en cálculos más precisos.**

PLACAS MECANIZADAS

Los costes de mecanizado pueden verse reducidos ya desde el momento del diseño del molde. Un modo de hacerlo es realizar el molde con placas mecanizadas, por ejemplo rectificadas a las dimensiones específicas en todas las caras.

Los Centros de Servicio de Uddeholm están equipados con una línea completa de maquinaria para éste proceso, incluyendo rectificadoras, sierras y otros equipos.

MECANIZADO POR ELECTROEROSION (EDM)

Al electroerosionar cavidades deben considerarse uno o dos puntos importantes a fin de obtener resultados satisfactorios. Durante la operación, la capa de la superficie del acero se vuelve a templar, y consecuentemente queda en un estado más frágil. Ello conlleva roturas y una corta vida del molde. Para evitar éste problema deberán tomarse las siguientes precauciones:

- **Finalizar el proceso de electroerosion con un «electroerosionado fino», es decir, baja corriente, alta frecuencia.**
- **La capa de la superficie afectada debe eliminarse mediante pulido o granallado.**
- **Si la textura de la superficie erosionada debe utilizarse en el molde acabado deberá revenirse de nuevo a una temperatura ~25°C por debajo de la utilizada previamente.**
- **Si la superficie electroerosionada debe ser texturizada mediante fotograbado es importante que toda la capa de la superficie afectada sea eliminada mediante granallado, etc...**

ELECTROEROSION POR HILO

Este proceso facilita el cortar formas complicadas en bloques de acero templados. Aunque el acero templado siempre tiene tensiones y cuando se elimina una gran cantidad de acero en una sola operación puede producirse una distorsión o incluso rotura. Estas dificultades pueden reducirse mediante un mecanizado convencional de la pieza a una forma próxima a la definitiva antes del tratamiento térmico. Ello permite que la pieza se ajuste a su forma y estructura final durante el tratamiento térmico.

EL TEXTURIZADO, CADA VEZ MAS USUAL

Los moldes para plástico con una superficie texturizada se han convertido en algo muy popular. El texturizado mediante fotograbado se utiliza frecuentemente como acabado de moldes en lugar de pulido.

El proceso de fotograbado da al producto una superficie con una apariencia atractiva y ofrece una gran resistencia contra el rayado y otros daños.



Electrodo de grafito en un medio dielectrico.

Para obtener más información puede solicitar el catálogo de Uddeholm «Mecanizado por electro-erosión de acero para herramientas».

PARAMETROS A TENER EN CUENTA EN LA OPERACION DE FOTOGABADO

Los resultados obtenidos con el fotograbado no dependen tan solo de la técnica utilizada y del material del molde. La forma en que ha sido tratada la herramienta durante su fabricación es también de gran importancia. Por tanto deben tenerse en cuenta los siguientes parámetros:

- Si deben incluirse insertos en la herramienta y éstos deben grabarse con el mismo dibujo, el material del molde y la dirección de laminado deberá ser la misma en ambas piezas (preferiblemente de la misma barra o bloque).
- Completar la operación de mecanizado con una liberación de tensiones (estabilizado), seguido de un mecanizado de acabado.
- Generalmente no existen ventajas si se utiliza un abrasivo con un grano inferior a 220 en una superficie que deba fotograbarse.
- Las superficies electroerosionadas deben ser siempre rectificadas o pulidas puesto que de lo contrario la capa retemplada de la superficie causaría, debido a la electro-erosión un mal resultado en el fotograbado.
- No debe realizarse un temple a la llama con anterioridad al fotograbado.
- En algunos casos un molde soldado puede fotograbarse siempre y cuando el material utilizado en la soldadura sea de la misma composición que el acero del molde. En éstos casos deberá indicarse la zona soldada a la casa de fotograbado.
- Si debe aplicar nitruración al molde ello deberá realizarse después del fotograbado.
- El área de la superficie de la figura del molde aumenta con el texturizado, pudiendo causar problemas durante la extracción de la pieza inyectada. Es recomendable consultar con el fotograbador a fin de determinar el ángulo correcto de desmoldeo.

CALIDADES DE ACERO DE UDDEHOLM APTAS PARA FOTO-GRABADO

IMPAX SUPREME, acero pretemplado para moldes y *ORVAR SUPREME*, acero de temple ofrecen unos resultados especialmente buenos debido a su bajo contenido en Azufre.

STAVAX ESR, *ELMAX*, *POLMAX* y *CORRAX* pueden fotograbarse fácilmente a la estructura deseada pero requieren una técnica ligeramente distinta.



Moldeado

Especificando el material de Uddeholm, el moldista realiza un paso agigantado hacia la obtención de un molde fiable y productivo.

LOS REQUISITOS DEL USUARIO FINAL

En primer lugar, el usuario espera que el molde le sea entregado a tiempo. También que produzca un número determinado de piezas de un concreto nivel de calidad y al menor coste posible.

Los requisitos esenciales son:

- **Entrega del molde en la fecha establecida, ello implica que debe existir una disponibilidad de el material del molde.**
- **Un buen rendimiento del molde en términos de una producción uniforme y elevada, calidad uniforme de las piezas fabricadas, larga vida de servicio y bajos costos de mantenimiento.**
- **Disponibilidad de piezas y materiales de recambio.**

Todos los puntos mencionados pueden resumirse simplemente en una confianza total en el molde.

CONFIANZA EN EL MOLDE

La confianza en el molde depende de factores tales como la disponibilidad del material adecuado, el rendimiento del acero y la capacidad de intercambio de componentes en el molde.

DISPONIBILIDAD DE ACERO PARA MOLDES

La disponibilidad del acero está determinada por los stocks locales, servicios de entrega puntuales y una gama de medidas adecuada.

STOCKS LOCALES

La ubicación del stock es importante a fin de mantener un buen servicio de suministro.

Conjuntamente con nuestra organización mundial intentamos adecuar nuestro programa de medidas y nuestro nivel de stock a las necesidades de cada mercado concreto.

SERVICIO DE ENTREGA FIABLE

Nuestra red de almacenes repartida por todo el mundo, juntamente con nuestro programa de productos forman la base de nuestro suministro.

Cada uno de nuestros stocks locales cuenta con un adecuado servicio de entrega

GAMA ADECUADA DE PRODUCTOS

En resumen, Uddeholm puede ofrecer un amplio abanico de calidades de acero para moldes y portamoldes.

Para nosotros es de vital importancia aportar un buen soporte técnico y documentación sobre tratamiento térmico, aplicación de materiales, electroerosión, pulido y texturizado de acero para herramientas.

RENDIMIENTO DEL ACERO Y CONFIANZA EN EL MOLDE

El rendimiento del acero tiene una importancia decisiva en la confianza depositada en el molde. El material para la figura y los insertos deben seleccionarse



de acuerdo con el tipo de plástico a moldear, serie de producción, proceso de moldeado y naturaleza del producto.

El rendimiento del acero para moldes depende de la resistencia al desgaste, resistencia a la compresión, corrosión, conductividad térmica y tenacidad.

Hemos concentrado nuestro programa de acero para moldes en unas pocas calidades muy concretas para aplicaciones específicas. Ello asegura no solo la disponibilidad del producto sino que ofrece al moldista y al usuario final la

posibilidad de conocer más a fondo las características de cada material, (por ejemplo su mecanibilidad, respuesta al tratamiento térmico, etc...), y su rendimiento.

RESISTENCIA AL DESGASTE

El nivel de resistencia al desgaste requerido dependerá del tipo de resinas que deban utilizarse, el agente de relleno, la cantidad de aditivos, serie de producción, tolerancias, etc...

El acero para moldes cubre un amplio abanico de resistencia al desgaste y compresión. Principalmente están divididos en dos categorías: Acero para moldes pretemplado para cubrir requisitos moderados, por ejemplo *IMPAX SUPREME*, *HOLDAX* y *RAMAX S*, y aceros de temple para requisitos exigentes, es decir *STAVAX ESR*, *GRANE*, *POLMAX*, *ORVAR SUPREME*, *ELMAX*, *CALMAX*, *GRANE* y *CORRAX*.

El acero para moldes pretemplado puede tratarse superficialmente a fin de obtener una mayor resistencia al desgaste, por ejemplo mediante nitruración. De todas formas, los aceros de temple cuentan con la mejor combinación de resistencia al desgaste y a la compresión.

La resistencia al desgaste de los aceros templados puede incrementarse mediante tratamiento o recubrimiento de la superficie tipo nitruración, cromado, etc...

Estos tipos de tratamientos de la superficie deben aplicarse preferentemente después de que el molde haya sido acabado debidamente puesto que un posterior mecanizado podría ser dificultoso.

Debe tenerse en cuenta que la resistencia a la corrosión de *STAVAX ESR*, *POLMAX*, *ELMAX* y *CORRAX* se ve reducida por el nitrurado.

Las calidades pulvimetalúrgicas *VANADIS 4*, *VANADIS 6*, *VANADIS 10* y (inoxidable) *ELMAX* cuentan con una resistencia al desgaste extremadamente alta. Recomendamos éstas calidades para moldes pequeños, insertos y núcleos sujetos a desgaste abrasivo.

RESISTENCIA A LA COMPRESION

La resistencia a la compresión requerida viene determinada por el proceso de moldeado, la inyección y la presión de cierre así como por las tolerancias de acabado.

Durante la operación de moldeado las fuerzas de compresión se concentran en la línea de partición de la herramienta.

Un temple local, por ejemplo el temple a la llama puede aportar un aumento de la resistencia a la compresión cuando se utilizan aceros pretemplados.

RESISTENCIA A LA CORROSION

Las superficies del molde no deben deteriorarse durante la producción si deben fabricarse piezas con un nivel alto y constante de fabricación y con una calidad uniforme. La corrosión, con el consecuente riesgo de pérdida de eficacia en la producción puede encontrarse de distintos modos.

- **Ciertos tipos plástico emiten corrosión durante la producción. Un ejemplo de ello es el ácido hidrocórico producido por el PVC. Este efecto puede verse minimizado si no se sobrepasa la temperatura recomendada durante la inyección para éste tipo de material, normalmente alrededor de los 160°C.**
- **El medio de enfriamiento puede ser también corrosivo. Ello resultaría en la pérdida de eficacia de refrigeración o bien en una obstrucción total de los canales de refrigeración.**
- **La producción en una atmósfera húmeda o corrosiva o bien un prolongado almacenamiento puede ocasionar daños en la superficie debido al agua, condensación y eventualmente óxido en las cavidades con la consecuente pérdida de acabado en la superficie del producto.**

Todos los problemas mencionados anteriormente crean una demanda de insertos y de bloques soporte con una cierta capacidad de resistencia a la corrosión.



CORRAX, que cuenta con la mayor resistencia a la corrosión, se utiliza cuando ésta es el problema principal, por ejemplo en el procesado de plásticos corrosivos. *STAVAX ESR* es un acero para moldes resistente a la corrosión que cuenta con una alta limpieza.

POLMAX puede cumplir con las máximas exigencias en pulido en combinación con resistencia a la corrosión.

ELMAX combina la resistencia a la corrosión con resistencia al desgaste, y *RAMAX S* es un acero para placas soporte resistente a la corrosión que cuenta con una muy buena mecanibilidad. Si se utiliza *RAMAX S* para la placa soporte, las propiedades inoxidable se extenderán al molde completo.

CONDUCTIVIDAD TERMICA

El nivel de producción de un molde depende principalmente de la capacidad de éste en transferir el calor del plástico moldeado al agente de enfriamiento.

En un acero de alta aleación el coeficiente de conductividad térmica se ve reducido en cierto grado comparado con un acero de baja aleación. Aunque las investigaciones realizadas indican claramente que es el plástico de la pieza moldeada el que domina el flujo de calor en el molde debido a su baja conductividad térmica comparado con el acero.

Pero una buena resistencia a la corrosión tiene mayor importancia cuando se desea una producción elevada y uniforme. Esto tiene un efecto beneficioso en las propiedades de transferencia de calor resultantes en los canales de refrigeración. La utilización de un acero para moldes inoxidable como *STAVAX ESR* es frecuentemente la respuesta.

Cuando se requieren materiales para moldes con buena resistencia a la corrosión en combinación con una muy alta conductividad térmica podemos suministrar calidades con aleación Cobre.

MOLDMAX HH y *MOLDMAX XL* es una calidad de alta resistencia que cuenta con alta conductividad térmica, buena resistencia a la corrosión y al desgaste y buena pulibilidad.

PROTHERM es una calidad de moderada resistencia, que ofrece todavía mayor conductividad térmica a fin de obtener una máxima transferencia de calor.

TENACIDAD

La aparición y el desarrollo de grietas es uno de los peores problemas que pueden ocurrirle a un molde.

Figuras complicadas, radios pequeños, esquinas agudas, paredes finas y cambios severos de sección son en la actualidad, denominadores comunes. La tenacidad es por tanto, una de las propiedades más importantes que debe poseer un acero para moldes.

La resistencia a la fractura de un material es una medida de su capacidad de soportar la propagación de grietas que aparecen debido a la creación de tensiones al estar sujeto el molde a distintos tipos de fatiga. En la práctica, éstas iniciaciones de tensiones ocurren debido a efectos en la superficie provenientes de operaciones de mecanizado, grietas incipientes de fatiga, inclusiones o estructura defectuosa debido a un tratamiento térmico inadecuado.

Somos conscientes de la importancia de la tenacidad, por tanto utilizamos la mejor técnica metalúrgica a fin de dar al acero para moldes una tenacidad óptima. Utilizando las técnicas tales como la de desgasificación al vacío, procesos especiales de refinado y electroafinado de escoria, la tenacidad de nuestros aceros es la más elevada que se puede obtener.

Esta buena tenacidad es evidente no solo en la superficie sino también en el núcleo de acero.



INTERCAMBIABILIDAD DEL ACERO Y COMPONENTES

Con mentalidad standard, el proyectista puede contribuir de forma significativa en mantener los costes en un mínimo.

Mediante la selección de calidades siempre disponibles, medidas standard y componentes en stock, puede minimizar el tiempo y el coste de poner un molde en servicio. Además, la utilización de material idéntico y piezas con tolerancias estrechas asegurará que el rendimiento del molde no sufrirá variaciones.

Mediante el uso de piezas y componentes standard en el diseño del molde siempre y cuando ello sea posible, se conseguirá una fácil y rápida reparación y mantenimiento del molde.

La misma calidad de acero, el mismo servicio técnico, todo ello disponible en el mundo entero. ¡ Solo de Uddeholm !

COMPLETOS STOCKS LOCALES

Gracias a nuestra larga experiencia sirviendo a la industria de los moldes de plástico, nos hemos familiarizado con las medidas, calidades y tolerancias que se utilizan más frecuentemente.



SERVICIO TECNICO DE ALTO NIVEL

Nuestros especialistas metalúrgicos pueden ayudarle en la selección del material en el momento del diseño y más tarde pueden asesorarle sobre tratamiento térmico, rectificado y mecanizado.

SOLO UNA FUENTE PARA CUBRIR TODAS SUS NECESIDADES EN ACERO PARA HERRAMIENTAS

Acero para trabajo en frío incluyendo stock de barras rectificadas de precisión, barras perforadas, acero para moldes de plástico acero para fundición inyectada y para aplicaciones de trabajo en caliente.

Información técnica impresa sobre selección, tratamiento térmico y aplicación de materiales, mecanizado por electroerosión (EDM), pulido y texturizado de la superficie de acero para herramientas, son aspectos importantes de nuestro servicio al cliente.



CONSUMIBLES PARA SOLDADURA

A fin de asegurar una reparación con soldadura realmente eficaz es de vital importancia elegir un consumible que contenga la misma composición que el acero que deberá ser soldado. Especialmente si la superficie de éste debe ser pulida o fotograbada.

Ofrecemos consumibles de soldadura para **IMPAX SUPREME**, **STAVAX ESR**, **CORRAX** y **CALMAX**. Están disponibles en varilla TIG o en electrodos revestidos para soldadura MMA.

Los consumibles para soldadura de **CORRAX** y **STAVAX ESR** se encuentran disponibles tan solo en varilla TIG.



Programa de Productos

Acero para moldes <i>IMPAX® SUPREME</i> (1.2738)	Acero pretemplado al Ni-Cr-Mo que se suministra a 290–330 Brinell, cuenta con excelentes propiedades de pulido y fotograbado. Adecuado para una amplia gama de moldes de inyección, soplado y extrusión.
<i>CALMAX</i> <i>GRANE</i>	Acero de temple al Cr-Mo-V que cuenta con buena combinación de tenacidad y resistencia al desgaste. Recomendado en moldes para largas series de fabricación y para moldeo de plásticos reforzados.
<i>STAVAX® ESR</i> (1.2083)	Acero inoxidable de temple para moldes con buena resistencia a la corrosión y muy buena pulibilidad.
<i>POLMAX™</i> (1.2083)	Acero inoxidable de temple para moldes con buena resistencia a la corrosión y pulibilidad extremadamente buena.
<i>CORRAX</i>	Acero de temple por precipitación que cuenta con una excepcional resistencia a la corrosión, fácil tratamiento térmico y buena capacidad de soldadura.
<i>ORVAR® SUPREME</i> (1.2344)	Acero de temple muy versátil al 5% de Cr para moldes y trabajo en caliente, con buena resistencia al desgaste y buena pulibilidad.
<i>RIGOR®</i> (1.2363)	Acero de temple recomendado para largas series de producción de piezas pequeñas con diseño complicado.
<i>ELMAX™</i> <i>VANADIS 4</i> <i>VANADIS 6</i> <i>VANADIS 10</i>	Aceros para moldes fabricados pulvimetalúrgicamente que se caracterizan por su buena estabilidad dimensional, buena pulibilidad y resistencia al desgaste. ELMAX es resistente a la corrosión, VANADIS 4 cuenta con la más alta tenacidad y VANADIS 10 tiene la mejor resistencia al desgaste. Recomendados para complicadas y/o plásticos abrasivos.
Acero para porta-moldes y placas <i>HOLDAX®</i> (1.2312)	Acero pretemplado con muy buena mecanibilidad y alta resistencia a la tensión.
<i>RAMAX® S</i> (1.2085)	Acero pretemplado inoxidable para placas soporte con excelente mecanibilidad, alta resistencia a la tensión y buena resistencia a la corrosión.
Aluminio <i>ALUMEC</i>	Aleación de aluminio de alta resistencia suministrada a 160 HB. Recomendada para prototipos y series cortas de fabricación con bajos requisitos en resistencia y resistencia al desgaste.
Aleación de Cobre <i>MOLDMAX® HH</i> <i>MOLDMAX® XL</i>	Aleación de cobre de alta resistencia para moldes con alta conductividad térmica. Para aplicaciones como noys, insertos, boquillas de inyección y piezas para sistemas de cámaras calientes.
Aleación de Cobre Berilio <i>PROTHERM®</i>	Aleación de cobre berilio de alta conductividad para moldes. Para aplicaciones donde se requiera muy alta conductividad térmica pero con demandas de resistencia moderada.

Análisis

Calidad Uddeholm	Análisis %								Dureza HB
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V	S	
Acero para moldes									
<i>IMPAX SUPREME</i>	0,37	0,3	1,4	2,0	1,0	0,2	–	<0,01	~310
<i>CALMAX</i>	0,6	0,35	0,8	4,5	–	0,5	0,2	–	200
<i>GRANE</i>	0,55	0,3	0,5	1,0	3,0	0,3	–	–	~230
<i>ORVAR SUPREME</i>	0,39	1,0	0,4	5,2	–	1,4	0,9	–	180
<i>STAVAX ESR</i>	0,38	0,9	0,5	13,6	–	–	0,3	–	215
<i>POLMAX</i>	0,38	0,9	0,5	13,6	–	–	0,3	–	215
<i>CORRAX</i>	0,03	0,3	0,3	12,0	9,2	1,4	–	Al 1,6	~320
<i>RIGOR</i>	1,0	0,2	0,8	5,3	–	1,1	0,2	–	215
<i>ELMAX</i>	1,7	0,8	0,3	18,0	–	1,0	3,0	–	~240
<i>VANADIS 4</i>	1,5	1,0	0,4	8,0	–	1,5	4,0	–	230
<i>VANADIS 6</i>	2,1	1,0	0,4	6,8	–	1,5	5,4	–	255
<i>VANADIS 10</i>	2,9	1,0	0,5	8,0	–	1,5	9,8	–	275
Acero pra placas soporte									
<i>HOLDAX</i>	0,4	0,4	1,5	1,9	–	0,2	–	0,07	~310
<i>RAMAX S</i>	0,33	0,3	1,3	16,7	–	–	–	0,12	~340

Propiedades

Propiedad	IMPAX SUPREME	CALMAX	GRANE	ORVAR SUPREME	STAVAX ESR	POLMAX	CORRAX	ELMAX	RIGOR	VANADIS 4	VANADIS 6	HOLDAX	RAMAX S
Dureza normal HRC (HB)	(~310)	58	56	52	52	52	46	58	60	58	62	(~310)	(~340)
Resistencia al desgaste	3	8	7	7	7	7	5	9	9	9	10	3	4
Tenacidad	9	5	5	6	5	5	7	4	3	5	4	7	7
Resistencia a la compresión	4	8	7	7	7	7	6	9	9	9	10	4	5
Resistencia a la corrosión	2	3	3	3	9	9	10	7	2	2	2	2	8
Mecanibilidad	5**	8	8	9	8	8	3	3	4	3	4	7**	6**
Pulibilidad	8	8	8	8	9	10	8	8	7	8	8	4	4
Soldabilidad	6	4	4	4	4	4	6	2	2	2	2	6	5
Capacidad de nitrurado	6	8	6	10	–	–	–	8	8	8	5	–	–
Capacidad de fotograbado	9	8*	8	8*	8*	8*	8*	8*	5	8	5	3	4

*Se requiere un proceso especial **Probado en estado de suministro

Las propiedades de las principales calidades de acero para moldes y portamoldes han sido valoradas del 1 al 10, siendo 10 la puntuación más elevada. Estas comparaciones deberán considerarse como aproximadas pero pueden ser una guía útil para la selección del acero.

Nota: No es posible realizar «comparaciones totales» válidas entre distintas calidades de acero añadiendo la valoración respectiva – la intención es simplemente poder comparar propiedades individuales.

Selección de acero para moldes

Recomendaciones generales

Proceso/Material	Calidad	Dureza HRC (HB)	
Moldeado por inyección	Termoplásticos		
	– Acero pretemplado para moldes	ALUMEC (~160)	
	– Acero de temple para moldes	IMPAX SUPREME 33 (~310)	
	– Acero de temple para moldes	CALMAX	45–58
		GRANE	45–56
		ORVAR SUPREME	45–54
STAVAX ESR, POLMAX		45–54	
CORRAX		34–48	
ELMAX, VANADIS 4	58–60		
VANADIS 6	60–64		
Plásticos termoestables	CALMAX	52–58	
	GRANE	52–56	
	RIGOR, ELMAX, VAN. 4	58–60	
	VANADIS 6	60–64	
Compresión/ Moldeado por transferencia	Plásticos termoestables	CALMAX	56–58
		GRANE	54–56
		STAVAX ESR	45–54
		CORRAX	46–48
		ELMAX, VANADIS 4	58–60
		VANADIS 6	60–64
Moldeado por soplado	General	ALUMEC (~160)	
		IMPAX SUP. 33 (~310)	
	PVC	STAVAX ESR 45–54	
		RAMAX S 37 (~340)	
		CORRAX 33 (~310)	
Extrusión	General	IMPAX SUPREME 33 (~310)	
	PVC	STAVAX ESR 45–54	
		RAMAX S 37 (~340)	
		CORRAX 34–48	
Portamoldes	1. Alta resistencia al desgaste, pretemplado, sin mecanizado	HOLDAX 33 (~310)	
	2. Igual al punto 1 más resistencia a la corrosión para series de producción con escaso mantenimiento. También para operaciones en condiciones «higiénicas». No se requiere recubrimiento.	RAMAX S 37 (~340)	

Recomendaciones especiales

Requisitos especiales solicitados		Calidad	Dureza HRC (HB)
Moldes de grandes dimensiones	Para componentes de la industria de automoción, tableros, parachoques, salpicaderos, etc.	<i>ALUMEC</i> <i>IMPAX SUPREME</i> <i>CORRAX</i>	(~160) 33 (~310) 34-46
	Igual al anterior, con pocos requisitos en el acabado de la superficie	<i>HOLDAX</i> <i>RAMAX S</i>	33 (~310) 37 (~340)
Alto acabado de la superficie	Para moldeado de piezas ópticas/médicas, tapas y paneles transparentes	<i>STAVAX ESR, POLMAX</i> <i>ELMAX, VANADIS 4</i> <i>ORVAR SUPREME</i> <i>VANADIS 6</i>	45-54 58-60 48-54 60-64
Formas complicadas	1. Para componentes de automoción y electro-domesticos <i>grandes</i>	<i>IMPAX SUPREME</i> <i>CORRAX</i>	33 (~310) 34-46
	2. Para piezas <i>pequeñas</i> con <i>poco</i> desgaste	<i>IMPAX SUPREME</i> <i>CORRAX</i>	33 (~310) 34-46
	3. Para opiezas <i>pequeñas</i> con <i>alto</i> desgaste, por ejemplo moldeado de componentes electrónicos	<i>RIGOR</i> <i>CALMAX</i> <i>GRANE</i> <i>ORVAR SUPREME</i> <i>STAVAX ESR</i> <i>ELMAX, VANADIS 4</i> <i>VANADIS 6</i>	60-62 52-58 50-56 50-54 50-54 58-60 60-62
Moldeado de material abrasivos	Materiales reforzados, con aditivos, plásticos técnicos	<i>RIGOR</i> <i>CALMAX</i> <i>GRANE</i> <i>ORVAR SUPREME</i> <i>STAVAX ESR</i> <i>VANADIS 4, ELMAX</i> <i>VANADIS 6</i>	60-62 52-58 50-56 50-54 50-54 58-60 60-64
Largas series de producción	Para piezas termoplásticas, incluyendo cubertería desechable, embalaje y contenedores	<i>STAVAX ESR</i> <i>VANADIS 4, ELMAX</i> <i>VANADIS 6</i> <i>CALMAX</i> <i>GRANE</i> <i>ORVAR SUPREME</i>	45-54 58-60 60-64 52-58 52-56 52-54
Resistencia a la corrosión	1. Para moldeado de materiales corrosivos, incluyendo PVC	<i>STAVAX ESR</i>	50-54
	2. Para moldeado y almacenamiento en condiciones húmedas	<i>ELMAX</i>	58-60
	3. Resistencia general al óxido y manchas	<i>RAMAX S</i> <i>CORRAX</i>	37 (~340) 34-48
	4. Resistencia a la corrosión en los canales de refrigeración		
Fotograbado	1. Acero pretemplado	<i>IMPAX SUPREME</i>	33 (~310)
	2. Acero de temple	<i>CALMAX</i> <i>GRANE</i> <i>ORVAR SUPREME</i> <i>STAVAX ESR</i> <i>VANADIS 4, ELMAX</i> <i>VANADIS 6</i>	45-58 45-56 45-54 45-54 58-60 60-64
Alta conductividad térmica	Para moldes de soplado e inyección, núcleos e insertos.	<i>MOLDMAX HH</i> <i>MOLDMAX XL</i>	40 30
	Piezas para sistemas de transferencia de calor.	<i>PROTHERM</i>	(~190)

MOLDMAX® y PROTHERM® son marcas registradas de Brush Wellman Inc. Cleveland, Ohio.