

SERVICIO INDUSTRIAL, S.A. DE C.V.

CARACTERÍSTICAS DE LOS ACEROS HERRAMIENTA PARA TRABAJO EN FRÍO

Selección de Aceros Herramienta para Trabajo en Frío

El éxito de una herramienta depende de optimizar todos los factores que afectan su desempeño. Normalmente, el rendimiento de una herramienta es determinado por distintas condiciones de operación; por ejemplo, fuerzas aplicadas, ambientes abrasivos o impacto. La mayoría de las fallas en las herramientas están relacionadas con estas causas mecánicas. Sin embargo, gracias a la variedad disponible de diferentes aceros herramienta, muchas veces es posible elegir un acero herramienta que tenga las propiedades favorables para una aplicación en particular. La selección adecuada de los tipos de aceros herramienta, tratamientos térmicos y tratamientos superficiales, puede ser un proceso complejo. Al comparar las diferentes propiedades metalúrgicas de los diferentes aceros, el fabricante de herramientas puede determinar el tipo de acero herramienta más adecuado para cada aplicación en particular, para resolver un problema de falla en la herramienta o para incrementar el desempeño de la misma. Los aceros herramienta se pueden catalogar y comparar en base a tres diferentes propiedades que influyen directamente en el desempeño de una herramienta: **tenacidad, resistencia al desgaste y dureza.**

Propiedades de los Aceros Herramienta

Tenacidad – Resistencia a la fractura y despostillado.

Resistencia al Desgaste – Resistencia a la abrasión y a la corrosión.

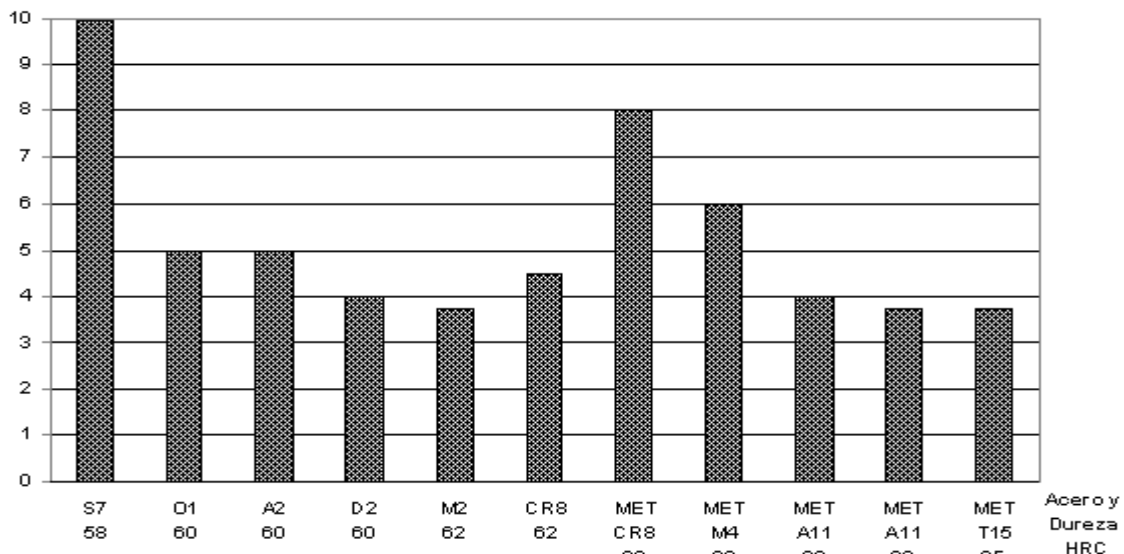
Dureza – Resistencia a la compresión y deformación.

Tenacidad

La tenacidad en los aceros herramienta es la resistencia del acero al despostillado, fracturas o fisuras cuando es sometido al impacto o al esfuerzo. Se puede entender a la tenacidad como lo opuesto a la fragilidad. Existen diferentes métodos para medir la tenacidad; por ejemplo, se aplica impacto o esfuerzo a una probeta, incrementando la fuerza aplicada hasta el punto en el cual la probeta se fractura.

Durante el servicio, es preferible que aparezca una falla en la resistencia al desgaste, ya que una falla de tenacidad implicaría la fractura o el despostillado de la herramienta, lo cual causaría una interrupción en la producción o, incluso, un riesgo de seguridad.

Tenacidad - Comparativo de Aceros Herramienta



Las fallas en la resistencia al desgaste son graduales y se pueden anticipar. Por el contrario, la fractura o el despostillado de una herramienta es impredecible y puede ser el resultado de una falta de tenacidad en el acero. Pero la fractura o el despostillado también pueden deberse a una serie de diferentes factores, que incluye los siguientes: tratamiento térmico, rectificado inadecuado, tipo de proceso de elaboración de la herramienta (p.ej. electroerosión), diseño incorrecto de la herramienta o una condición en la operación (alineado, espaciado, avance, esfuerzo aplicado, etc.). La información de la tenacidad de los diferentes aceros es útil para predecir cuáles aceros son más o menos propensos al despostillado o a la fractura; sin embargo, dicha información no puede predecir el desempeño en la vida de las herramientas.

Una tenacidad alta es óptima para herramientas que requieren de alta resistencia al despostillado o a la fractura. Estas herramientas incluyen aquellas que son de geometría frágil o de paredes delgadas; también, es recomendable elegir una tenacidad alta cuando haya que procesar materiales gruesos o de alta resistencia.

Los aceros herramienta con menor tenacidad como el SISA-MET A11, ofrecen mucha mayor tenacidad en comparación al carburo sólido y sirven como una buena alternativa cuando el carburo sólido falla por falta de tenacidad, o cuando el carburo sólido es difícil de maquinar. Cuando una mayor dureza sea requerida, también se pueden considerar los aceros SISA-MET T15 o SISA-MET M48.

El acero S7 ofrece una tenacidad óptima; sin embargo, debido a su bajo contenido de aleación, presenta una baja resistencia al desgaste, y no es apto para recibir procesos superficiales por sus bajas temperaturas de revenido. En muchos casos, el acero A2 es una muy buena alternativa para resolver problemas de tenacidad: a diferencia de un acero S7, tiene la ventaja de que no hay que sacrificar tanta resistencia al desgaste, ya que el A2 contiene un poco más de aleación (pero sin llegar a los niveles de contenido de aleación de un acero D2).

El acero SISA-MET CR8 es una excelente opción para suplir a los aceros S7 y A2, ya que gracias a su proceso de fabricación de metalurgia en polvo, ofrece una tenacidad cercana a la del acero S7, y por su contenido de vanadio y tungsteno ofrece una resistencia al desgaste superior a la del acero D2.

Además de las propiedades inherentes a cada tipo de acero, existen varios otros factores que frecuentemente contribuyen a las fallas de despostillado y de fractura. La presencia de muescas, de áreas débiles, de paredes delgadas, de ángulos agudos, de números y marcas de golpe, marcas profundas de maquinado o de cualquier característica geométrica en la herramienta, pueden concentrar los esfuerzos aplicados y exagerar la tendencia del material hacia la fractura. Todas las precauciones razonablemente posibles deben llevarse a cabo. Además, en aceros templados y electroerosionados, la operación de electroerosión puede dejar la superficie propensa al despostillado. Cuando las herramientas electroerosionadas experimentan despostillado crónico o problemas de fractura, se debe llevar a cabo un relevado de tensiones (revenido) después de la electroerosión y antes de ser utilizadas; y, de ser práctico, la capa "blanca" del electroerosionado también debe ser removida.

Para mejorar la tenacidad (resistencia al impacto) comparado con D2 (20 pies / lb Charpy C)

BUENO – A2 (45 pies / lb Charpy C)

MEJOR – SISA-MET CR8 (55/80 pies / lb Charpy C), SISA-MET A11-BC – si la baja dureza lo permite (50/70 pies / lb Charpy C)

EL MEJOR – S7 – baja resistencia al desgaste (100/125 pies / lb Charpy C)

Resistencia al Desgaste

La Resistencia al desgaste es la capacidad del material para resistir la erosión o la restregación debido al contacto con el material de trabajo, con otras herramientas o con influencias externas. La resistencia al desgaste es lograda tanto por la dureza como por la composición química del acero herramienta. Existen dos formas básicas de daño por desgaste: el abrasivo y el adhesivo.

El desgaste abrasivo involucra la erosión o el redondeo de los filos o las superficies. Es el daño producido por la acción de rozamiento de la herramienta y no requiere de altas presiones.

El desgaste adhesivo es el proceso por el cual se transfiere (se adhiere) material de una a otra superficie. El desgaste adhesivo puede involucrar un desprendimiento del material en puntos de alta presión debido a la fricción.

Intuitivamente, esperamos que una herramienta con mayor dureza resista mejor el desgaste que una herramienta con menor dureza. Sin embargo, diferentes tipos de aceros con la misma dureza proveen diferente resistencia al desgaste; esto está relacionado directamente a su contenido de aleación, así como al tipo de aleación de los diferentes aceros.

Los diferentes elementos de aleación (Cr, V, W, Mo) forman partículas duras de carburos en las microestructuras de los aceros herramienta. La cantidad y tipo de elementos de aleación que contienen los aceros influyen directamente en la resistencia al desgaste.

Dureza de los carburos:

60/65 HRC – Acero templado

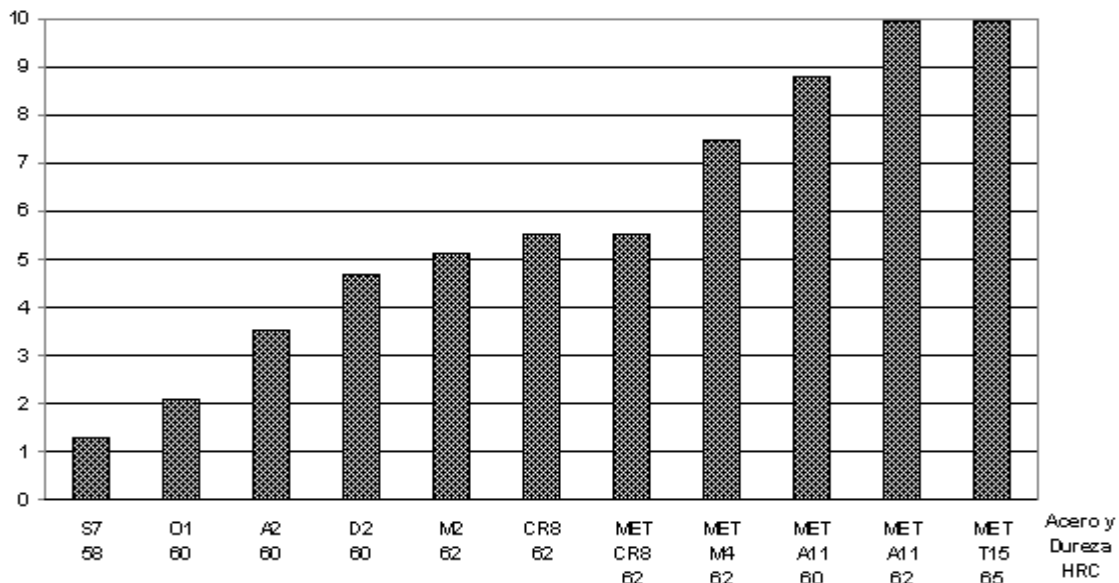
66/68 HRC – Carburos de Cromo (Cr)

72/77 HRC – Carburos de Molibdeno (Mo)

72/77 HRC – Carburos de Tungsteno (W)

82/84 HRC – Carburos de Vanadio (V)

Resistencia al Desgaste - Comparativo de Aceros Herramienta



En los aceros herramienta para trabajo en frío, el contenido de carburos y, particularmente, el contenido de vanadio pueden ser utilizados para predecir la resistencia al desgaste potencial de un tipo de acero. Los aceros con mayores volúmenes de partículas de carburos o con tipos de carburos de mayor dureza, generalmente ofrecen la mejor resistencia al desgaste. Por su mayor dureza, los carburos de vanadio son los más efectivos para mejorar las propiedades de desgaste. Los carburos de cromo son los menos efectivos.

Existe un punto en el que un aumento en la tenacidad o la dureza ya no significa una mayor prevención de rotura o deformación. Sin embargo, incrementos continuos en la resistencia al desgaste en el acero, resultarán en una mayor vida útil de la herramienta. Por lo tanto, una mejora en resistencia al desgaste siempre ofrecerá beneficios, mientras que las otras propiedades no sean comprometidas. Cuando una resistencia al desgaste abrasivo es deseada en una herramienta (es decir, cuando la herramienta básica funciona bien pero se desea una mayor vida útil), un acero que ofrezca mayores propiedades de resistencia al desgaste es apropiado. En este caso, casi todas las elecciones para una mejora involucran un acero con mayor contenido de aleación. En medios de desgaste abrasivo, los aceros SISA-MET ofrecen una alta resistencia al desgaste.

Sin embargo, en situaciones donde se presenta desgaste severo entre metal a metal (desgaste adhesivo – formación de “piojos”), la mejor solución es separar las superficies de los dos metales. Esto puede involucrar un lubricante, o, comúnmente, un recubrimiento superficial (nitruro de titanio, nitruro de cromo, u otro recubrimiento de cerámica). Estos recubrimientos reducen el coeficiente de fricción entre la herramienta y el metal procesado y reducen el riesgo de desgaste adhesivo. Cuando los recubrimientos no sean prácticos, se sugieren aceros que ofrezcan una combinación de alta tenacidad, alta dureza y alta resistencia a la abrasión, tales como el SISA-MET CR8 o el SISA-MET M4.

Para mejorar la resistencia al desgaste comparado con D2

BUENO – CR8, M2, SISA-MET CR8 (2-3% Vanadio)

MEJOR – SISA-MET M4, SISA-MET T15 (4-5% Vanadio)

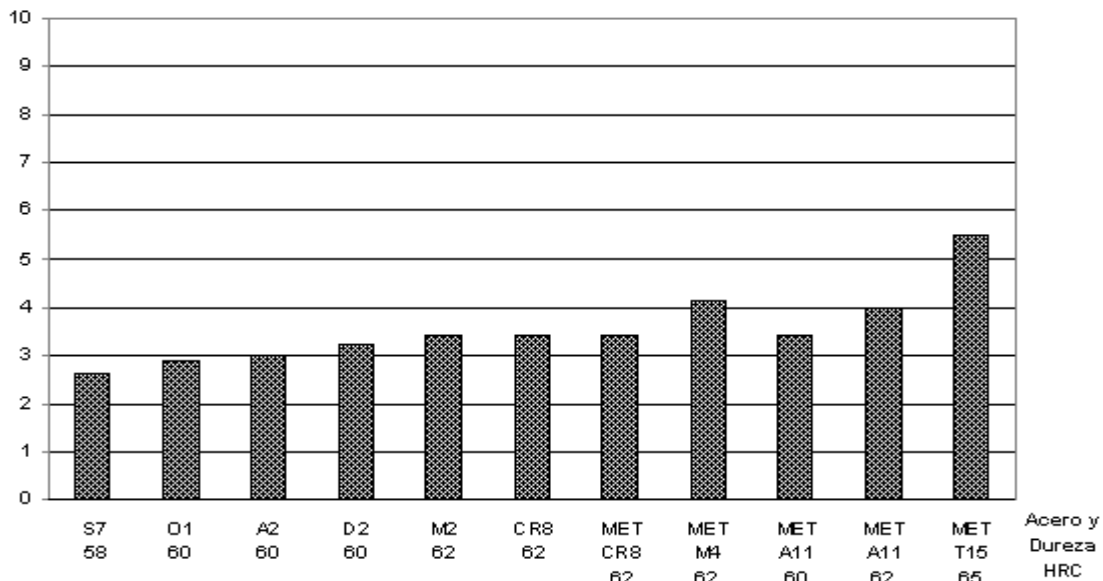
EL MEJOR – SISA-MET A11 (10% Vanadio)

Dureza - Resistencia a la Compresión (Deformación)

La dureza mide la resistencia de un acero ante la deformación. La dureza de los Aceros Herramienta comúnmente se mide utilizando la escala Rockwell C. Los aceros templados generalmente se utilizan a aprox. 58/60 HRC, dependiendo del tipo de aleación. La mayoría se utiliza a 60/62 HRC aunque ocasionalmente algunos se usan hasta a aprox. 66 HRC. Mientras más alta sea la dureza, más alta será la resistencia a la compresión (deformación).

Las herramientas que se deforman durante el servicio poseen una falta de dureza. Ya que la resistencia a la deformación de un acero está relacionada directamente con la dureza y no con el tipo de acero, acciones correctivas para solucionar la deformación pueden incluir un incremento en la dureza del acero así como un descenso en las cargas de operación. Un cambio en el tipo de acero no ayudará a resolver un problema de deformación a menos de que el cambio del tipo de acero sea capaz de lograr una mayor dureza.

Resistencia a la Compresión - Comparativo de Aceros Herramienta



Normalmente, las diferencias pequeñas en la dureza no tienen un efecto significativo en la resistencia al desgaste. La manera de lograr una diferencia significativa en la resistencia al desgaste esperada es mediante el uso de aceros distintos utilizados a las mismas durezas. Por lo tanto, la dureza no es un factor primordial en resistencia al desgaste, pero sí lo es en la resistencia a la deformación. La composición química (contenido de aleación) de los aceros herramienta es un factor más determinante en relación con la resistencia al desgaste.

Para herramientas que requieren alta resistencia a la compresión (deformación), la dureza debe ser considerada. Las herramientas para estampado generalmente requieren una dureza mínima de 56/58 HRC. Sin embargo, algunas herramientas de formado y ciertas herramientas para procesar materiales no ferrosos pueden requerir durezas menores.

La mayoría de los aceros herramienta son capaces de lograr durezas similares (entre 58 a 62 HRC); por lo tanto, tendrán una capacidad similar de resistir la deformación. Algunos aceros rápidos como el SISA-MET T15 son capaces de lograr durezas cercanas a 67 HRC. Es importante recalcar que el mecanismo principal para controlar la resistencia al desgaste es el tipo y la cantidad de partículas de carburo presentes en los aceros. Por esta razón, incrementar la dureza no suele ser un método efectivo para incrementar la resistencia al desgaste; sin embargo, una mayor dureza sí resulta en una minimización de la deformación.

Para mejorar resistencia a la compresión comparado con A2 o D2 a 60/62 HRC

BUENO – M2, CR8 (62/63 HRC)

MEJOR – SISA-MET M4 (63/64 HRC)

EL MEJOR – SISA-MET T15 (64/66 HRC), SISA-MET M48 (64/67 HRC)

La elección de Aceros Herramienta basado en sus propiedades

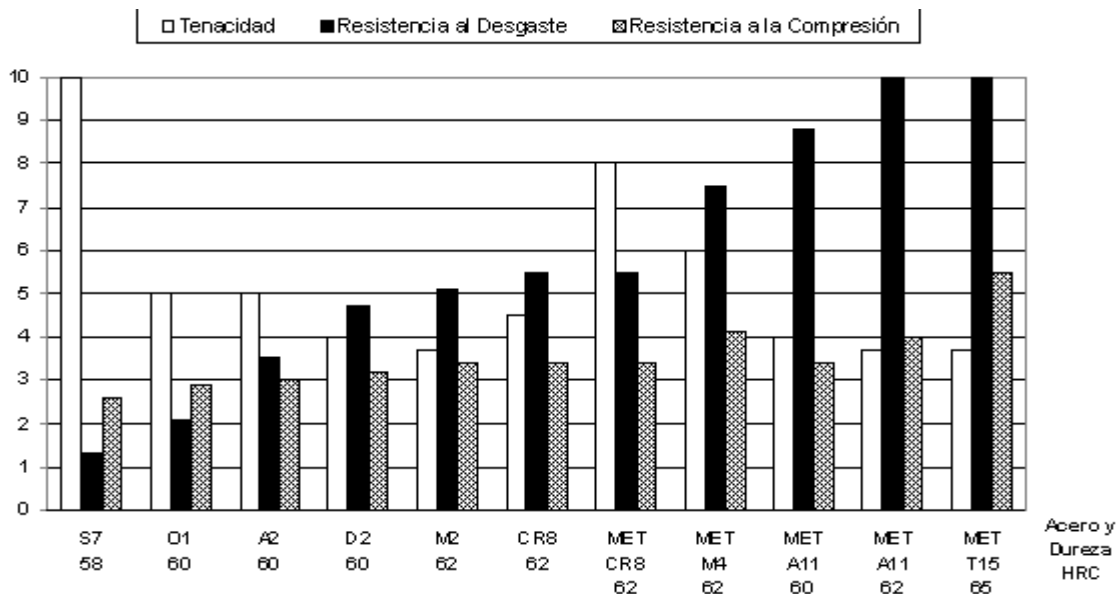
Los aceros tipos O1, S7, A2, D2, CR8 y M2 son los más utilizados para la fabricación de herramientas de trabajo en frío. Mientras más aleados sean los diferentes aceros, mayor resistencia ofrecerán al desgaste; sin embargo; mientras más aleados sean, menor será su tenacidad.

Esta brecha entre resistencia al desgaste y tenacidad se cierra considerablemente con los aceros SISA-MET de Metalurgia en Polvo. Por su proceso de fabricación, los aceros SISA-MET ofrecen mayor tenacidad y, en algunos casos, el proceso permite fabricar aceros con altos contenidos de aleación. Ejemplo de esto es el acero SISA-MET A11 con 10% de vanadio para una resistencia al desgaste excepcional; o también, el acero SISA-MET CR8 para alta tenacidad con mayor resistencia al desgaste que un D2. Al elegir un tipo de acero, se deben considerar las propiedades requeridas para el tipo de herramienta en particular, así como los diferentes materiales a procesar y las condiciones de trabajo particulares.

Análisis Químicos Comparativos de Aceros Herramienta

Promedio %	C	Cr	W	V	Mo	Co	Total
SISA S7	0.55	3.25	***	0.25	1.40	***	5.45
SISA O1	0.95	0.50	0.50	***	***	***	1.95
SISA A2	1.00	5.25	***	0.25	1.10	***	7.60
SISA D2	1.55	11.80	***	0.85	0.85	***	15.05
SISA M2	0.85	4.15	6.40	1.95	5.00	***	18.35
SISA CR8	1.10	7.75	1.10	2.35	1.60	***	13.90
SISA-MET CR8	1.10	7.75	1.10	2.35	1.60	***	13.90
SISA-MET M4	1.45	4.30	5.50	4.00	5.20	***	20.45
SISA-MET A11	2.45	5.30	***	9.80	1.35	***	18.90
SISA-MET T15	1.60	4.25	12.00	5.00	***	5.00	27.85

Comparativo de Aceros Herramienta



Aceros Especiales Grados Herramienta y Maquinaria
Aceros SISA-MET® de Metalurgia en Polvo (PM)
Piezas Industriales Forjadas

Ciudad de México: Naranjos 6 - Col. San Francisco Cuautlalpan, Naucalpan - cp 53569, Estado de México
 Tel - (55) 5576-4011 Fax - (55) 5576-4997 sisa@sisa1.com.mx
Monterrey: Guerrero Norte 4120 - Col. del Norte, Monterrey - cp 64500, Nuevo León
 Tel - (81) 8351-7220 Fax - (81) 8351-2981 sisamty@sisa1.com.mx