

# Acero SISA-MET® M4

Metalurgia en Polvo (PM)



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

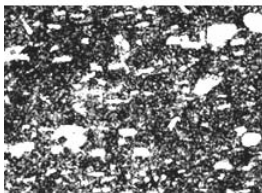
Color de distinción

azul claro    blanco    amarillo

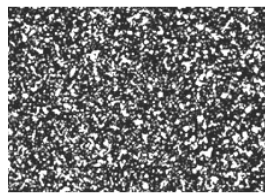
### CARACTERÍSTICAS

SISA-MET M4 es un acero rápido especial al alto vanadio que demuestra mayor resistencia al desgaste y tenacidad que los aceros M2 o M3 en herramientas para trabajo en frío, insertos para troqueles y aplicaciones de corte en alta velocidad y espesores delgados. SISA-MET M4 es una mejora excepcional en aplicaciones de trabajo en frío ofreciendo una resistencia al desgaste y tenacidad superior a los aceros de alto cromo y alto carbón tipos D2 y D3. Para herramientas de corte, ofrece mayor resistencia al desgaste, mayor tenacidad y mayor resistencia al revenido comparado con el acero rápido tipo M2 y M7.

La fabricación del acero SISA-MET® de metalurgia en polvo (PM) produce un acero muy homogéneo y de calidad superior caracterizado por su alta tenacidad, buena estabilidad dimensional durante el tratamiento térmico y rectificabilidad superiores a las de los aceros producidos por medio de procesos convencionales.



Acero Convencional



Acero SISA-MET

### COMPOSICIÓN QUÍMICA - % PROMEDIO

C	Si	Mn	Cr	V	W	Mo
1.45	0.30	0.30	4.30	4.00	5.50	5.20

### APLICACIONES TÍPICAS

Rimas	Troqueles y Dados
Cortadores de Engranajes	Matrices
Buriles para Corte	Punzones
Fresas para Corte	Rodillos
Fresas Helicoidales	Cuchillas Industriales
Machuelos	Herramientas de Formado

Nota: Estas son algunas de las aplicaciones típicas. No debe intentar su aplicación específica sin un estudio independiente y una evaluación de funcionalidad.

## SISA-MET M4

### PROPIEDADES FÍSICAS

Módulo de Elasticidad	31 X 10 <sup>6</sup> psi	(214 GPa)
Peso Especifico	7.97	
Densidad	0.288 lbs./in <sup>3</sup>	(7.970 g/cm <sup>3</sup> )

### Conductividad Térmica

	BTU/hr-ft-°F	W/m-°K	cal/cm-s-°C
a 72°F 22°C	10.98	18.99	4.54 X 10 <sup>-2</sup>
212°F 100°C	12.03	20.82	4.97 X 10 <sup>-2</sup>
392°F 200°C	13.26	22.95	5.48 X 10 <sup>-2</sup>
572°F 300°C	13.85	23.96	5.72 X 10 <sup>-2</sup>
752°F 400°C	14.28	24.71	5.90 X 10 <sup>-2</sup>
932°F 500°C	14.78	25.58	6.11 X 10 <sup>-2</sup>
1004°F 540°C	15.07	26.09	6.23 X 10 <sup>-2</sup>

### Coefficiente de Dilatación Térmica

°F	°C	in/in/°F	mm/mm/°C
100 - 500	(40 - 260)	6.40X10 <sup>-6</sup>	(11.5X10 <sup>-6</sup> )
100 - 800	(40 - 425)	6.58X10 <sup>-6</sup>	(11.8X10 <sup>-6</sup> )
100 - 1000	(40 - 540)	6.72X10 <sup>-6</sup>	(12.1X10 <sup>-6</sup> )

### PROPIEDADES MECÁNICAS

#### Resistencia al Impacto

Según los requisitos de dureza de la aplicación, el bajar la temperatura de temple aumenta la tenacidad.

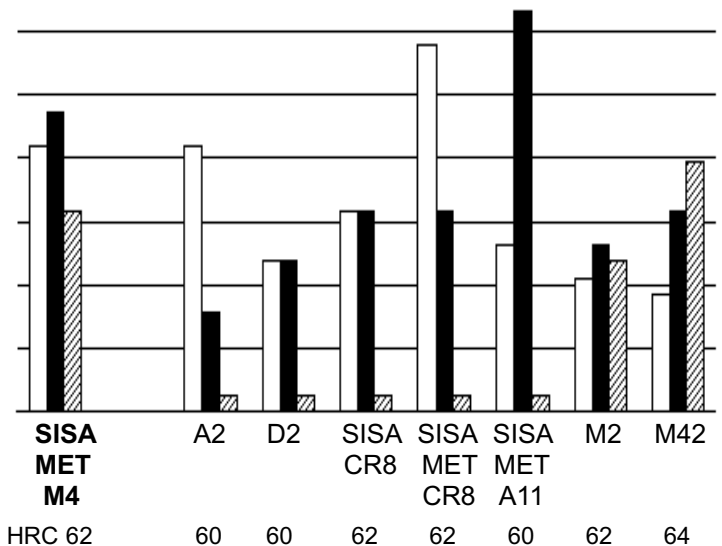
Temperatura de Temple		Temperatura de Revenido		Dureza HRC	Charpy C Resistencia al Impacto		Resistencia a Fractura por Cedencia	
°F	°C	°F	°C		ft.-lb. (J)	ksi (MPa)	ksi (MPa)	
2200	1250	1025	550	65.5	20	27	738	5088
2125	1165	1050	565	63.5	28	38	744	5129

### TRATAMIENTOS SUPERFICIALES

Debido a sus temperaturas altas de revenido (>540°C - 1000°F) SISA-MET M4 es apropiado para nitrurar, recubrir con PVD o tratamientos superficiales similares.

### COMPARACIÓN DE PROPIEDADES

□ Tenacidad    ■ Resistencia al Desgaste    ▨ Resistencia al Revenido



Nota: Las propiedades indicadas en esta hoja técnica son valores típicos. Variaciones normales en la química, tamaño y condiciones de tratamiento térmico pueden producir desviaciones de estos valores. Para datos adicionales o asistencia en ingeniería metalúrgica, acudir al departamento técnico de SISA.

**TRATAMIENTO TÉRMICO**

**Temperatura Crítica:** 840°C (1540°F)

**Forjar:** 1095-1150°C (2000-2100°F) No forjar debajo de 930°C (1700°F). Enfriamiento lento.

**Recocido:** Calentar a 870°C (1600°F), mantener 2 horas, enfriamiento lento a no mas de 15°C (30°F) por hora hasta 540°C (1000°F), dejar enfriar en el horno o en aire quieto a temperatura ambiente.

**Dureza en Estado Recocido:** Aprox. BHN 225-255

**Relevado de Esfuerzos**

**Piezas Recocidas:** Calentar a 595-700°C (1100-1300°F), mantener 2 horas, dejar enfriar en el horno o en aire quieto.

**Piezas Templadas:** Calentar a 15-20°C (25-35°F) debajo de la temperatura original de revenido, mantener 2 horas, dejar enfriar en el horno o en aire quieto.

**Enderezado:** Recomendable hacerlo en tibio a 200-430°C (400-800°F).

**Temple**

**Precalentar:** Calentar a 815-845°C (1500-1550°F), normalizar. Segundo precalentado es recomendado a 1010-1040°C (1850-1900°F) recomendado para temple al vacío o en atmósfera controlada

**Temple (Austenización):** 1025-1205°C (1875-2200°F), mantener a temperatura 5-45 minutos. Para aplicaciones de trabajo en frío utilizar 1025-1160°C (1876-2125°F).

Para herramientas de corte utilizar 1175-1205°C (2150-2200°F).

**Enfriamiento:** Al aire o enfriamiento con presión positiva (2 bar mínimo) a menos de 50°C (125°F), o en sales o al aceite interrumpido a aprox. 540°C (1000°F), enfriar al aire a menos de 50°C (125°F). Tratamiento en baño de sales, cuando es práctico, asegura la máxima tenacidad alcanzable para un tratamiento térmico.

La velocidad de enfriamiento al vacío o en atmósfera controlada de 1010-705°C (1850-1300°F) es crítica para obtener la respuesta optima al tratamiento térmico.

**Revenido:** Doble revenido a mínimo 540°C (1000°F).

Triple Revenido es recomendado al usar altas temperaturas de temple (>1150°C - >2100°F) o si se utilizará electroerosión después del tratamiento térmico. Un mínimo de 2 horas por revenido. **Cambio Dimensional:** +0.15%

**Respuesta al Tratamiento Térmico**

**Dureza HRC**

Temperatura de Revenido	Temperatura de Temple					
	1025°C (1875°F)	1080°C (1975°F)	1120°C (2050°F)	1150°C (2100°F)	1175°C (2150°F)	1205°C (2200°F)
Antes de Revenir	59.5	62.5	64.5	65	65	63.5
540°C (1000°F)	58.5	61	62.5	63.5	65	66

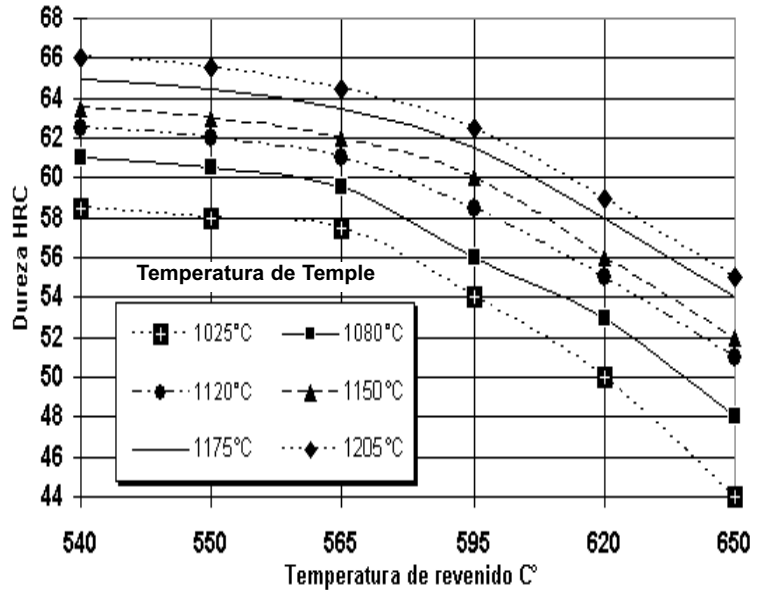
Óptima para máxima tenacidad y relevado de esfuerzos eficiente						
550°C (1025°F)	58	60.5	62	63	64.5	65.5
565°C (1050°F)	57.5	59.5	61	62	63.5	64.5
595°C (1100°F)	54	56	58.5	60	61.5	62.5
620°C (1150°F)	50	53	55	56	58	59
650°C (1200°F)	44	48	51	52	54	55

Temp. de Temple	45 min.	30 min.	20 min.	15 min.	10 min.	5 min.
Tiempo mínimo						

Cantidad mínima de Revenidos	2	2	2	3	3	3

Los resultados pueden variar según el método de tratamiento térmico y el tamaño de la sección. Enfriamiento al vacío o en atmósfera controlada puede resultar en una baja de 1 a 2 puntos HRC.

**DIAGRAMA DE REVENIDO**



**MAQUINABILIDAD Y RECTIFICABILIDAD**

En estado recocido, la maquinabilidad del SISA-MET M4 aproximadamente 45% del acero para herramientas W1.

Se pueden usar piedras de rectificado diseñadas para aceros alta velocidad convencionales.



Servicio Industrial, S.A. de C.V.  
www.acerosisa.com.mx

**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