

ALEA CARTA EST



MATERLAND

Reglas del juego

Objetivo:

El juego consiste en que el alumnado complete una familia de cartas correspondiente a una aleación de las que se han estudiado durante el curso.

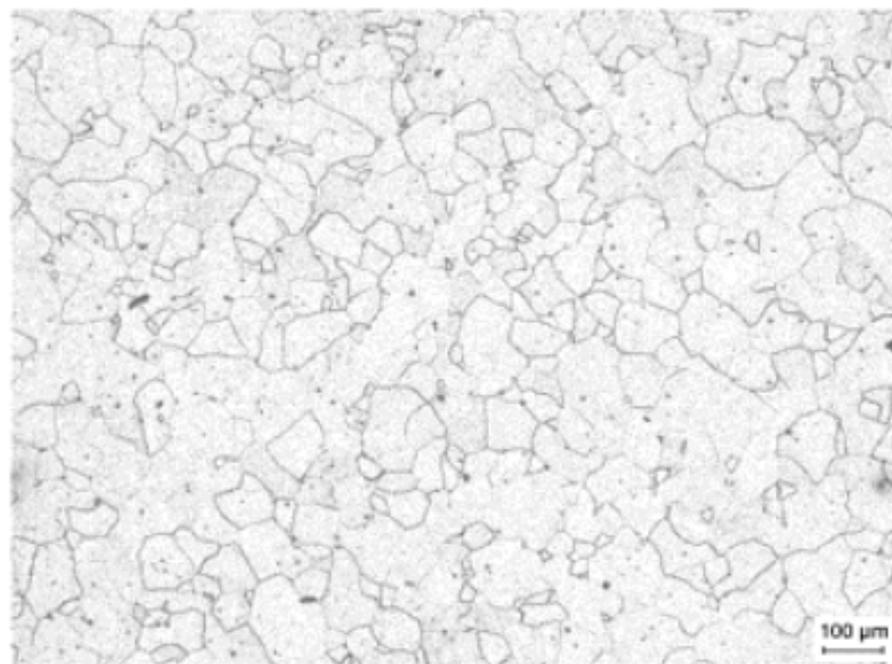
Cada familia consta de:

- dos cartas con micrografías de la aleación (a dos aumentos diferentes),
- una carta con las propiedades, y
- una carta que muestra una aplicación habitual.

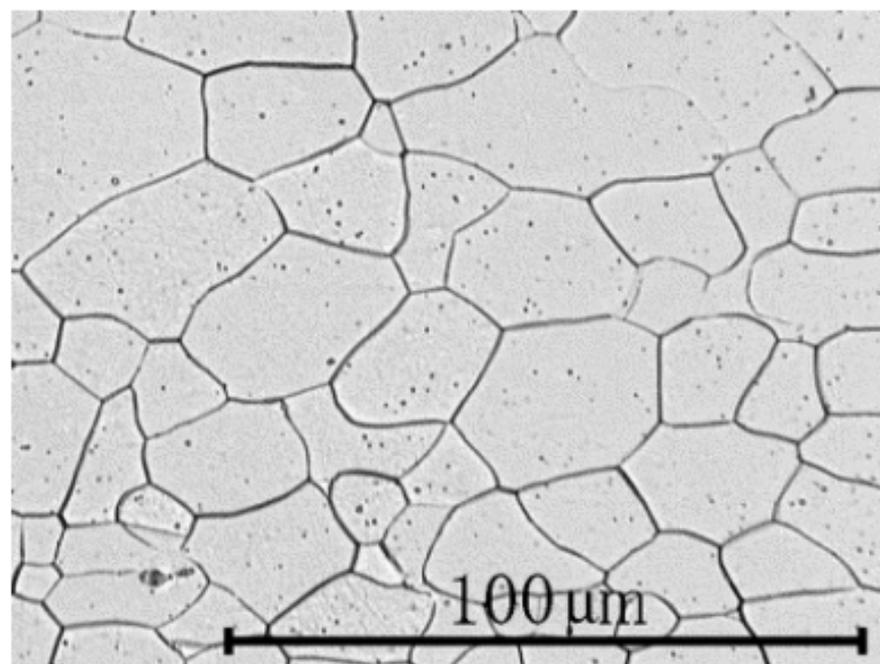
Desarrollo del juego

- Después de barajar, se reparten 4 cartas a cada participante. Las restantes se colocan en un montón boca abajo, dejando una carta al lado, descubierta.
- En su turno, cada persona puede tomar una carta del mazo o la carta descubierta, debiendo descartarse de otra.
- Quien complete una familia de cartas, cierra la ronda cubriendo el mazo con el último descarte y muestra su combinación.
- El profesorado verifica que la familia esté correctamente constituida, realizando las explicaciones pertinentes.
- Si es correcto, la persona que cerró consigue **-10 puntos**.
- El resto de participantes suma los valores de las cartas que no formen, al menos, una pareja válida.
- Valor de las cartas:
 1. Micrografías: **10 puntos** cada una
 2. Aplicación: **5 puntos**
 3. Propiedades: **3 puntos**
- Gana quien, tras tres rondas, haya obtenido la **puntuación total más baja**.

MICROSTRUCTURA (x 100)



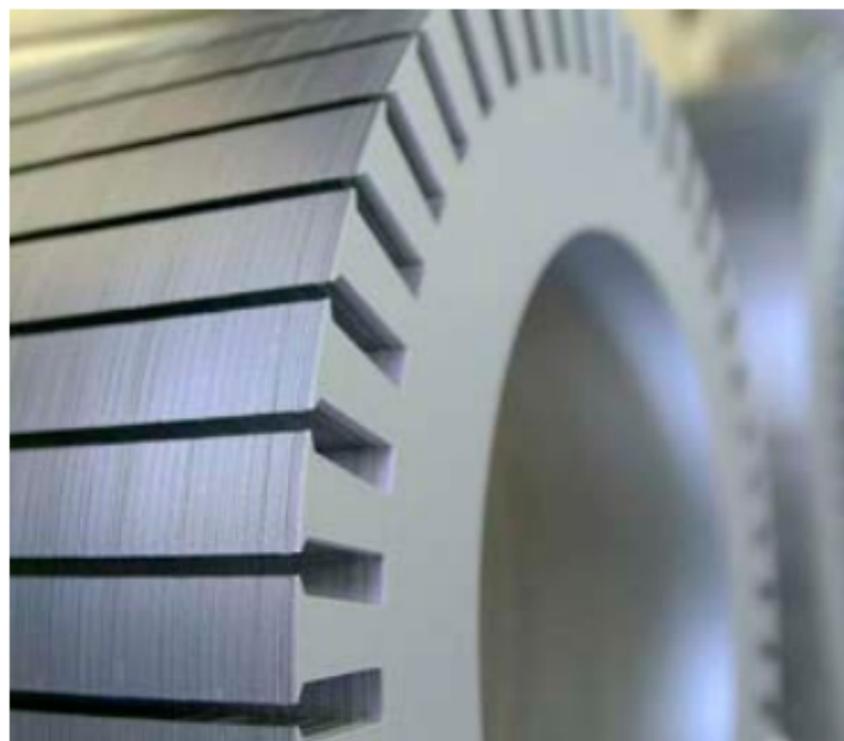
MICROSTRUCTURA (x 1000)



PROPIEDADES

Propiedad	Valor Típico
Densidad	7.65 g/cm ³
Coef. de dilatación térmica	≈11.5 × 10 ⁻⁶ /°C
Conductividad térmica	25–35 W/m·K
Punto de fusión (rango)	1480–1520 °C
Dureza (Brinell)	≈80–130 HB
Límite elástico	≈200–280 MPa
Resistencia a tracción	≈300–400 MPa
Módulo de elasticidad (E)	200 GPa
Ductilidad (alargamiento)	≈30–45 %
Tenacidad (Charpy)	Alta
Resistencia al desgaste	Baja
Conformabilidad	Excelente
Soldabilidad	Muy buena
Precio (aprox.)	≈1.5–2.5 €/kg

APLICACIÓN

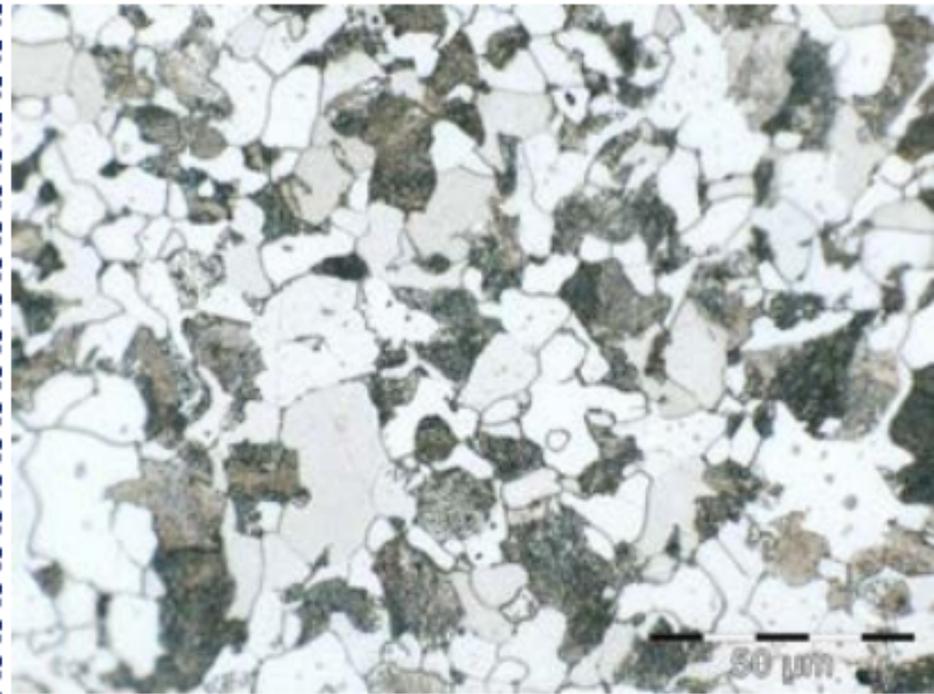


Laminados para estatores y rotores de motores eléctricos.

MICROESTRUCTURA (x 100)



MICROSTRUCTURA (x 1000)



PROPIEDADES

Propiedad	Valor Típico
Densidad	≈7.85 g/cm ³
Coefficiente de dilatación térmica	12 × 10 ⁻⁶ /°C
Conductividad térmica	45–50 W/m·K
Punto de fusión	≈1450 °C
Dureza (Brinell)	130–180 HB
Límite elástico	250–350 MPa
Resistencia a tracción	550–700 MPa
Módulo de elasticidad (E)	≈210 GPa
Ductilidad (alargamiento)	20–25 %
Tenacidad (KV Charpy a 20 °C)	30–70 J
Resistencia al desgaste	Moderada
Conformabilidad	Alta
Soldabilidad	Buena
Precio (aprox.)	0.6–0.8 €/kg

APLICACIÓN

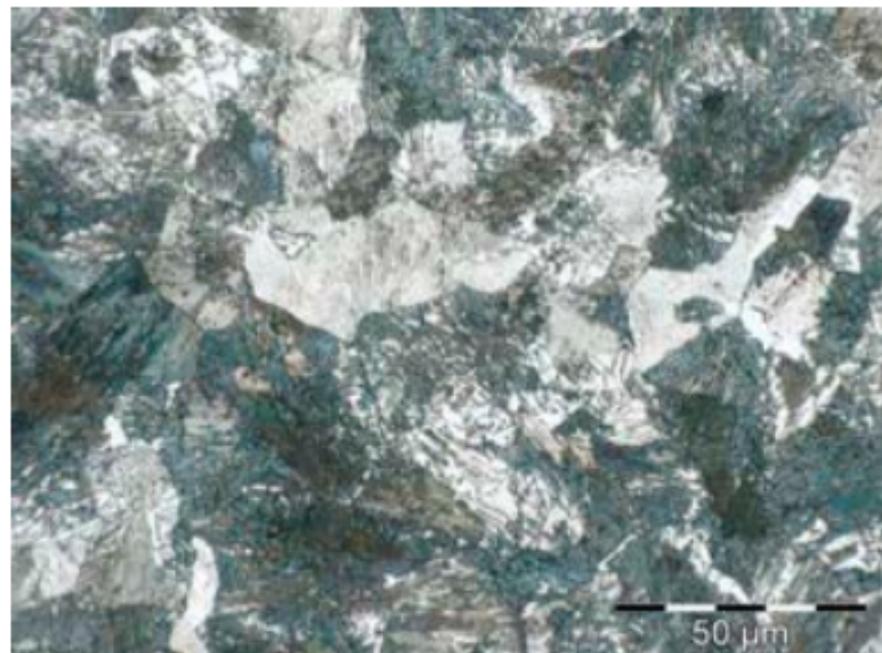


**Estructuras y corrugados
en construcción**

MICROSTRUCTURA (x 100)



MICROSTRUCTURA (x 1000)



PROPIEDADES

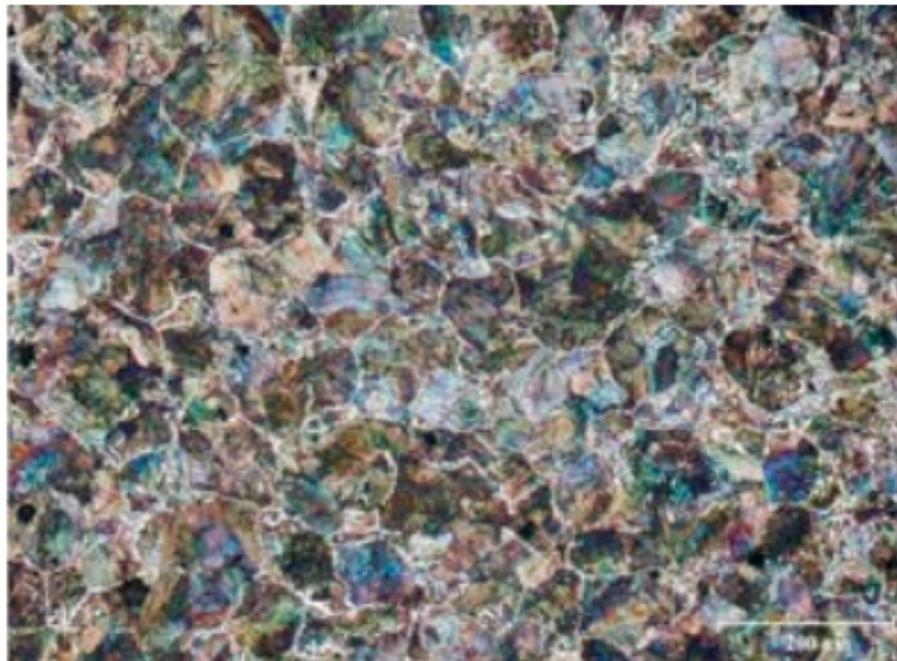
Propiedad	Valor Típico
Densidad	7.85 g/cm ³
Coefficiente de dilatación térmica	11.5 × 10 ⁻⁶ /°C (20–100 °C)
Conductividad térmica	45–50 W/m·K
Punto de fusión	≈1420 °C
Dureza (Brinell)	200–250 HB
Límite elástico	300–400 MPa
Resistencia a tracción	700–850 MPa
Módulo de elasticidad (E)	≈210 GPa
Ductilidad (alargamiento)	10–15 %
Tenacidad (KV Charpy a 20 °C)	20–40 J
Resistencia al desgaste	Buena (moderada-alta)
Conformabilidad	Moderada
Soldabilidad	Baja a moderada
Precio (aprox.)	0.6–0.9 €/kg

APLICACIÓN

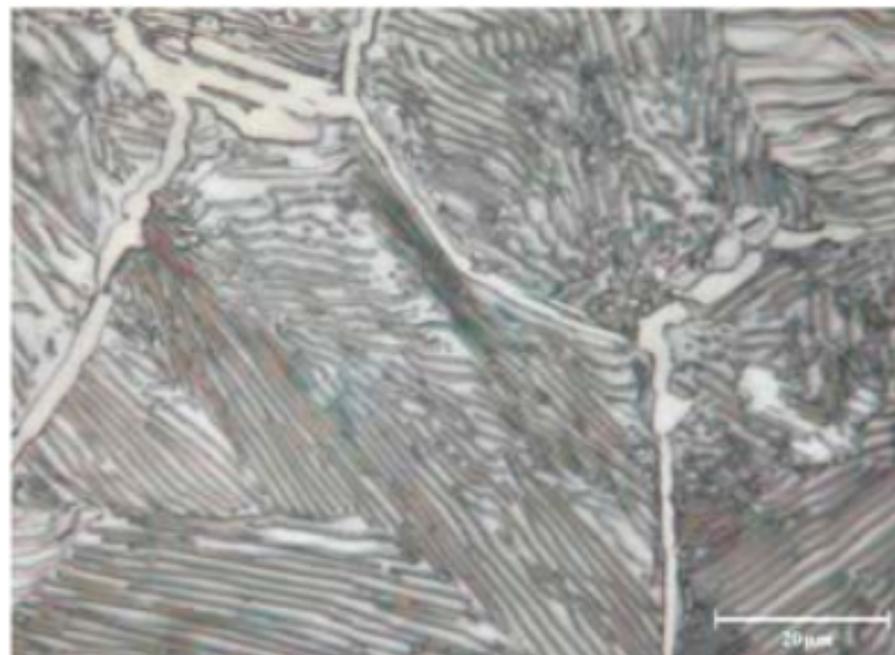


Raíles de ferrocarril

MICROESTRUCTURA (x 100)



MICROSTRUCTURA (x 1000)



PROPIEDADES

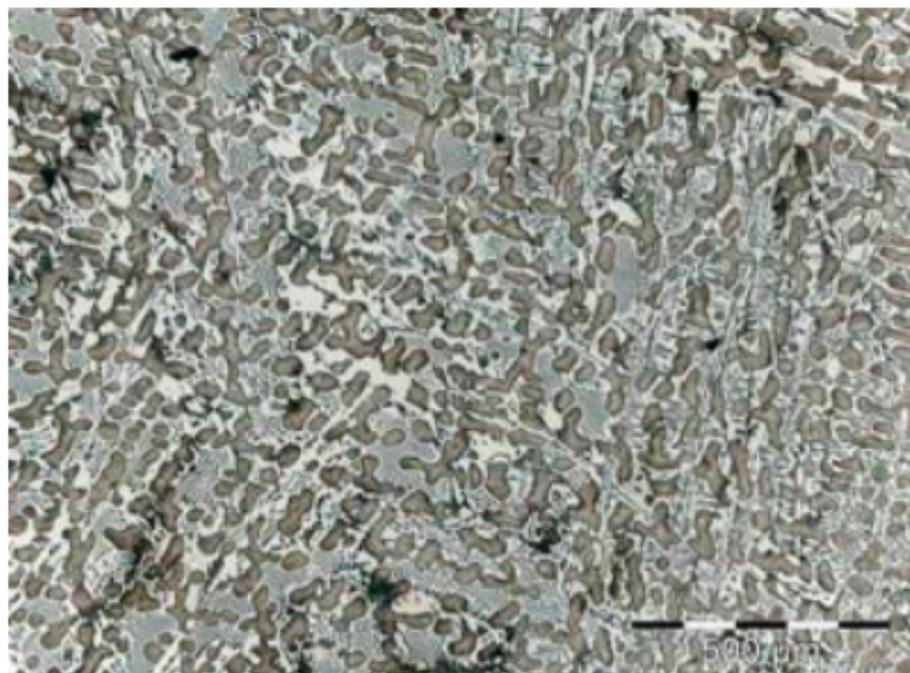
Propiedad	Valor Típico
Densidad	≈7.83 g/cm ³
Coefficiente de dilatación térmica	≈11 × 10 ⁻⁶ /°C
Conductividad térmica	30–40 W/m·K
Punto de fusión	≈1350 °C
Dureza (Brinell)	250–350 HB (recocido) / >60HRC (templado)
Límite elástico	400–500 MPa
Resistencia a tracción	800–1000 MPa
Módulo de elasticidad (E)	≈210 GPa
Ductilidad (alargamiento)	5–10 %
Tenacidad (KV Charpy a 20 °C)	<15 J
Resistencia al desgaste	Muy alta
Conformabilidad	Baja
Soldabilidad	Mala
Precio (aprox.)	0.7–1 €/kg

APLICACIÓN

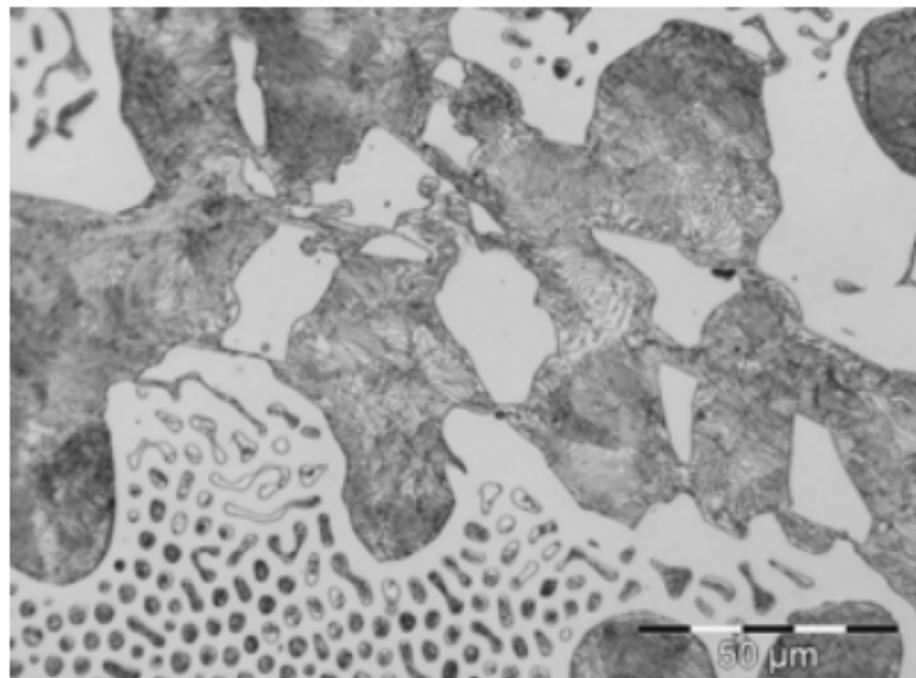


Herramientas de corte

MICROSTRUCTURA (x 100)



MICROESTRUCTURA (x 500)



PROPIEDADES

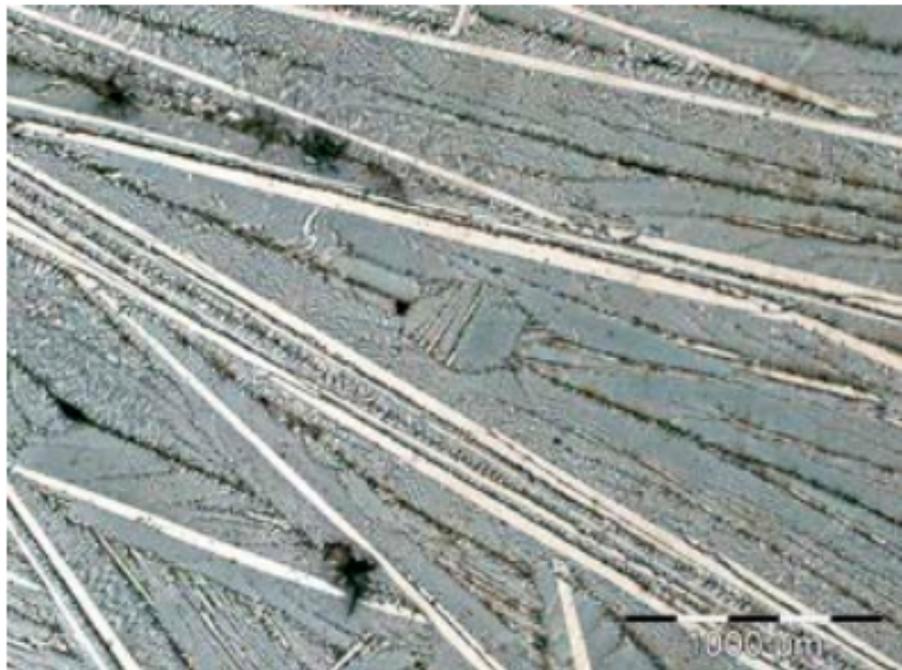
Propiedad	Valor Típico
Densidad	≈7.6–7.8 g/cm ³
Coefficiente de dilatación térmica	≈10–11 × 10 ⁻⁶ /°C
Conductividad térmica	20–35 W/m·K
Punto de fusión	≈1150–1200 °C
Dureza (Brinell)	400–650 HB
Límite elástico	No definido (fractura frágil)
Resistencia a tracción	200–400 MPa
Módulo de elasticidad (E)	≈170–190 GPa
Ductilidad (alargamiento)	≈0–0,5 %
Tenacidad (KV Charpy a 20 °C)	1–5 J
Resistencia al desgaste	Muy alta (abrasivo)
Conformabilidad	Nula
Soldabilidad	Muy mala
Precio (aprox.)	0,5–0,8 €/kg

APLICACIÓN

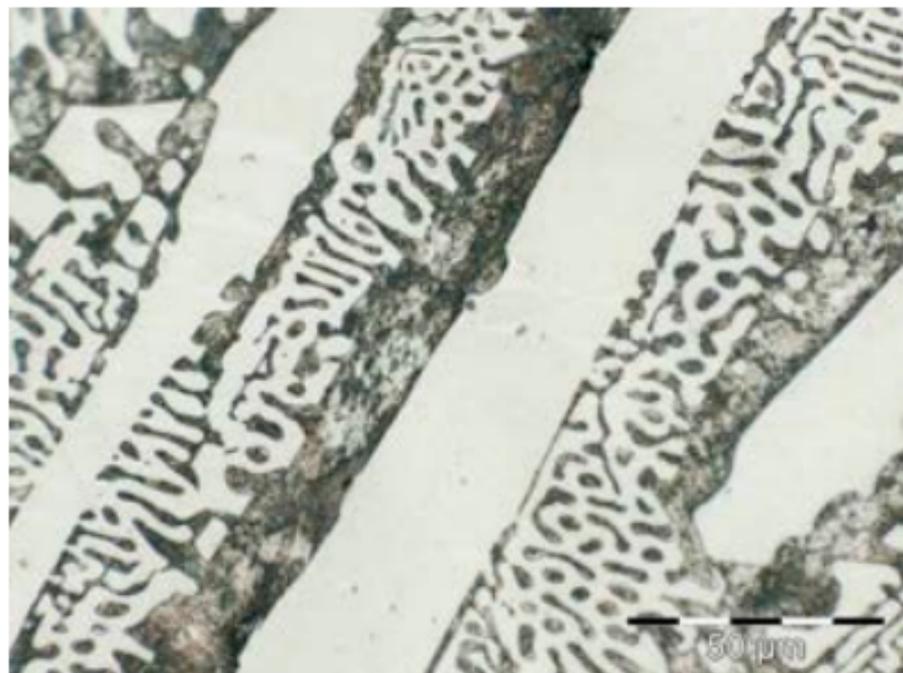


Bolas para molino

MICROSTRUCTURA (x 50)



MICROSTRUCTURA (x 500)



PROPIEDADES

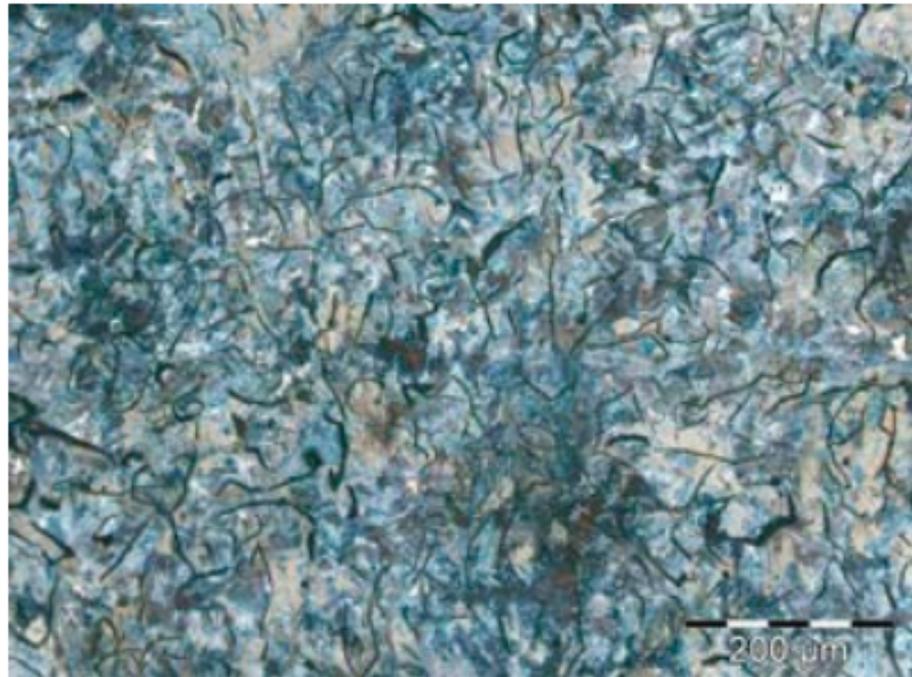
Propiedad	Valor Típico
Densidad	$\approx 7.5\text{--}7.7 \text{ g/cm}^3$
Coefficiente de dilatación térmica	$\approx 10 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$
Conductividad térmica	18–30 W/m·K
Punto de fusión	$\approx 1130\text{--}1170 \text{ }^\circ\text{C}$
Dureza (Brinell)	550–750 HB
Límite elástico	No definido (fractura frágil)
Resistencia a tracción	150–300 MPa
Módulo de elasticidad (E)	$\approx 170 \text{ GPa}$
Ductilidad (alargamiento)	$\approx 0 \%$
Tenacidad (KV Charpy a 20 °C)	<3 J
Resistencia al desgaste	Altísima (abrasivo severo)
Conformabilidad	Nula
Soldabilidad	Muy mala
Precio (aprox.)	0,6–0,9 €/kg

APLICACIÓN

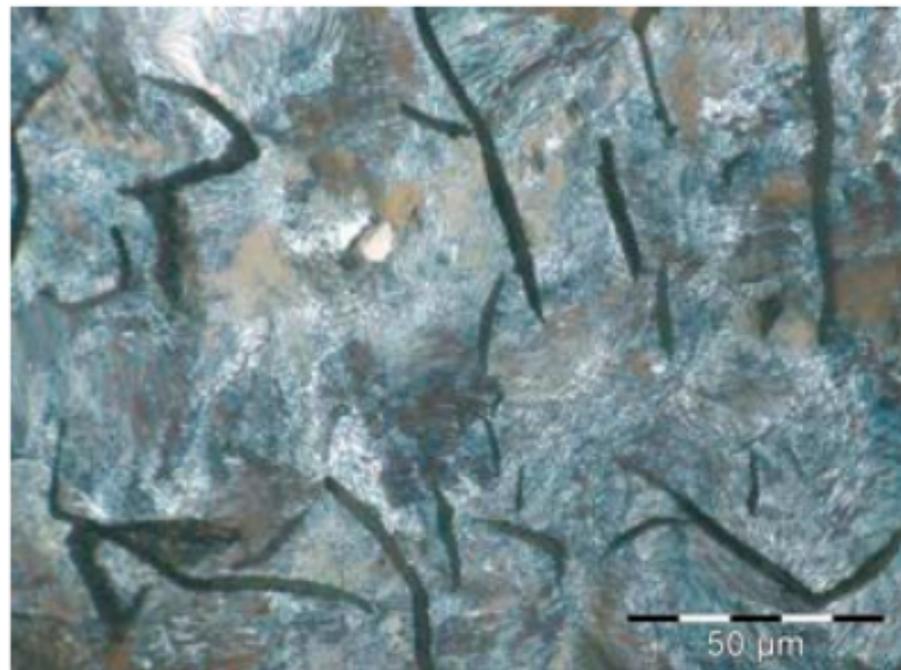


**Canaletas de
transferencia de
materiales abrasivos**

MICROSTRUCTURA (x 200)



MICROSTRUCTURA (x 500)



PROPIEDADES

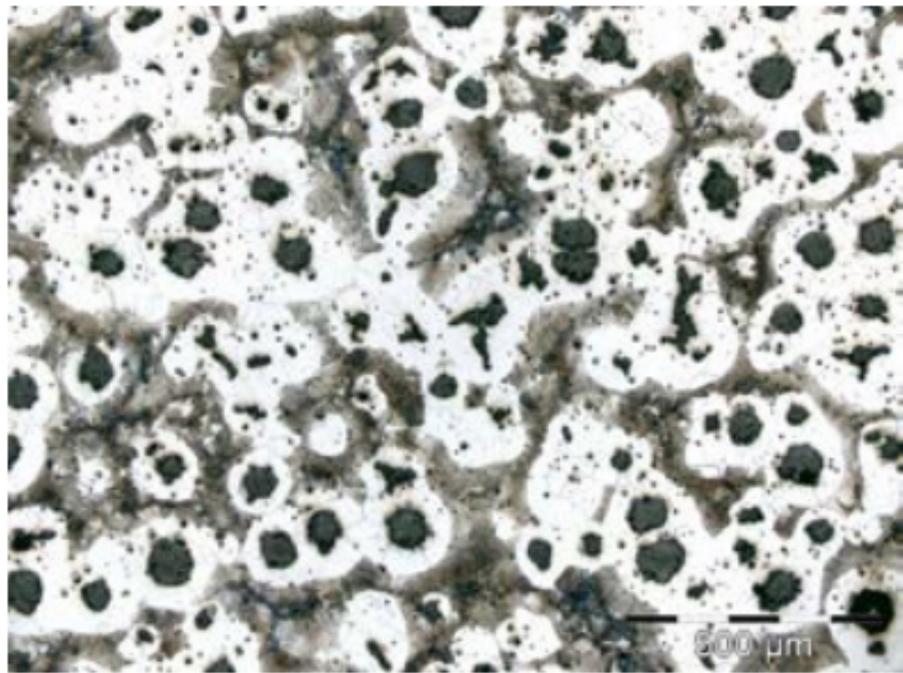
Propiedad	Valor Típico
Densidad	≈7.0–7.3 g/cm ³
Coef. de dilatación térmica	≈10–12 × 10 ⁻⁶ /°C
Conductividad térmica	40–70 W/m·K
Punto de fusión	≈1150–1250 °C
Dureza (Brinell)	150–250 HB
Límite elástico	100–300 MPa
Resistencia a tracción	150–350 MPa
Módulo de elasticidad (E)	≈80–120 GPa
Ductilidad (alargamiento)	≈0 %
Tenacidad (KV Charpy a 20 °C)	2–6 J
Resistencia al desgaste	Moderada
Conformabilidad	Nula
Soldabilidad	Difícil, pero posible
Precio (aprox.)	0,5–0,8 €/kg

APLICACIÓN

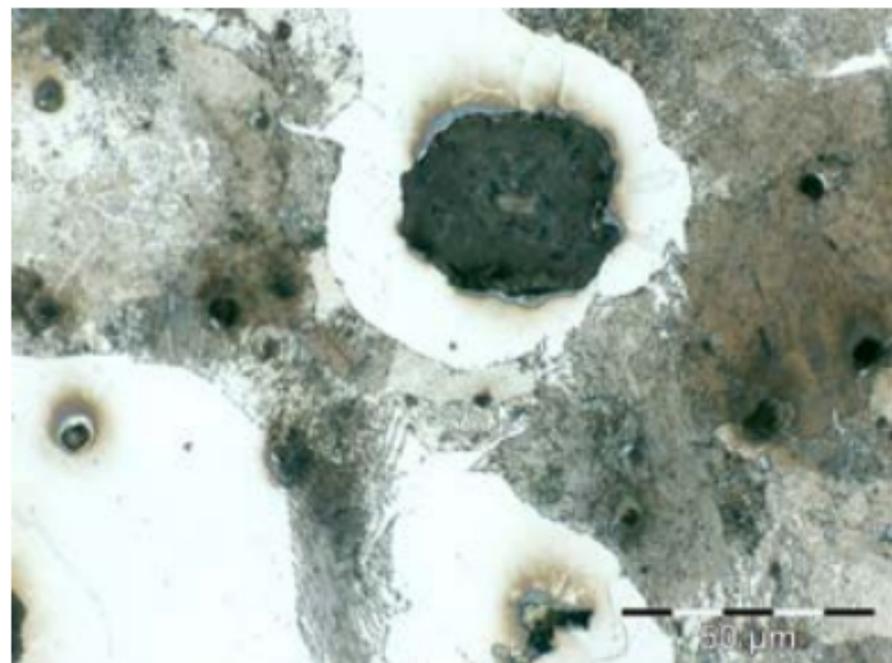


Radiadores

MICROSTRUCTURA (x 100)



MICROESTRUCTURA (x 1000)



PROPIEDADES

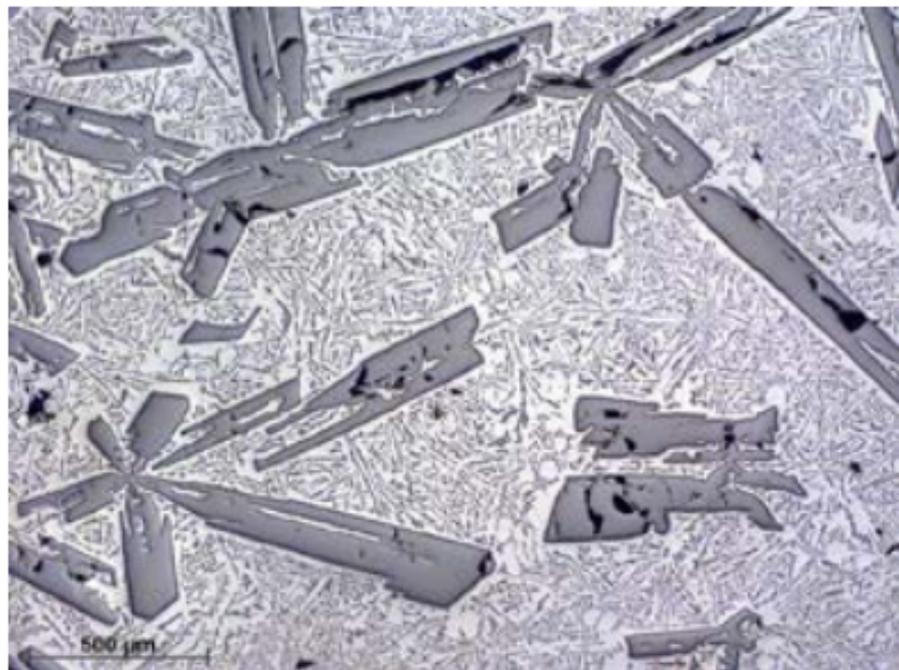
Propiedad	Valor Típico
Densidad	≈7.1–7.3 g/cm ³
Coef. de dilatación térmica	≈11–12 × 10 ⁻⁶ /°C
Conductividad térmica	≈30–50 W/m·K
Punto de fusión	≈1150–1250 °C
Dureza (Brinell)	200–300 HB
Límite elástico	320–500 MPa
Resistencia a tracción	500–800 MPa
Módulo de elasticidad (E)	≈160–180 GPa
Ductilidad (alargamiento)	2–8 %
Tenacidad (KV Charpy a 20 °C)	10–18 J
Resistencia al desgaste	Alta (por matriz perlítica)
Conformabilidad	Nula
Soldabilidad	Difícil, pero posible
Precio (aprox.)	0,8–1,2 €/kg

APLICACIÓN

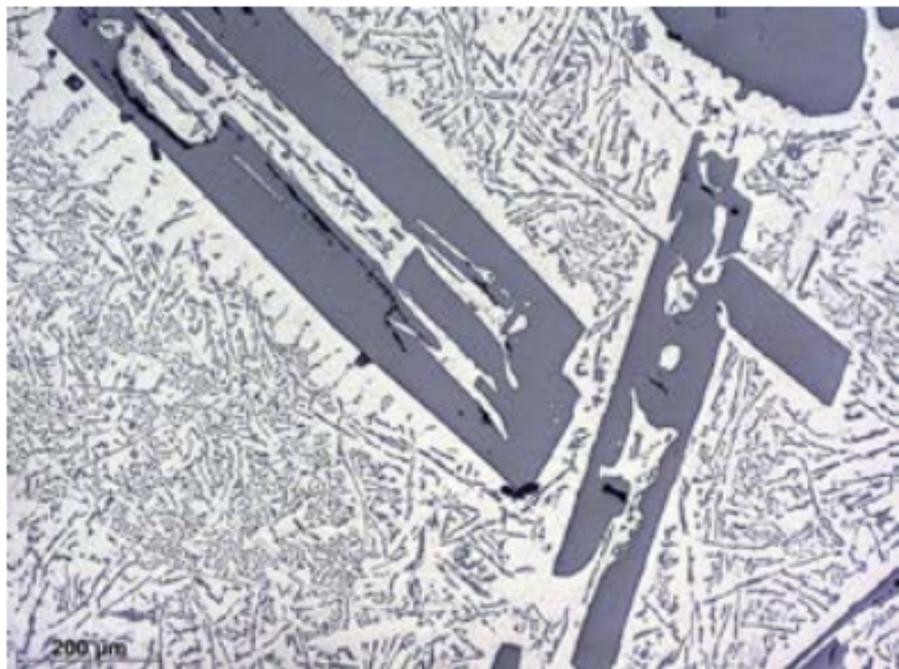


Cigüeñal

MICROSTRUCTURA (x 100)



MICROSTRUCTURA (x 500)



PROPIEDADES

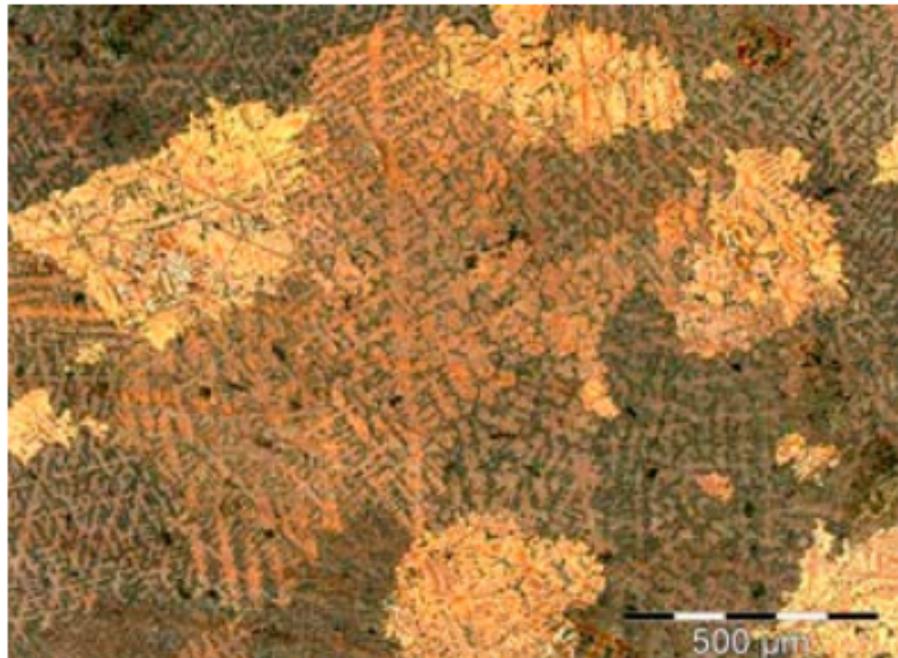
Propiedad	Valor Típico
Densidad	2.5–2.7 g/cm ³
Coefficiente de dilatación térmica	18–22 × 10 ⁻⁶ /°C
Conductividad térmica	100–150 W/m·K
Punto de fusión	570–590 °C
Dureza (Brinell)	100–140 HB
Límite elástico	120–180 MPa
Resistencia a tracción	200–300 MPa
Módulo de elasticidad (E)	80–100 GPa
Ductilidad (alargamiento)	1–3 %
Tenacidad (KV Charpy a 20 °C)	5–10 J
Resistencia al desgaste	Alta
Conformabilidad	Baja
Soldabilidad	Baja a media
Precio (aprox.)	2.5–4 €/kg

APLICACIÓN

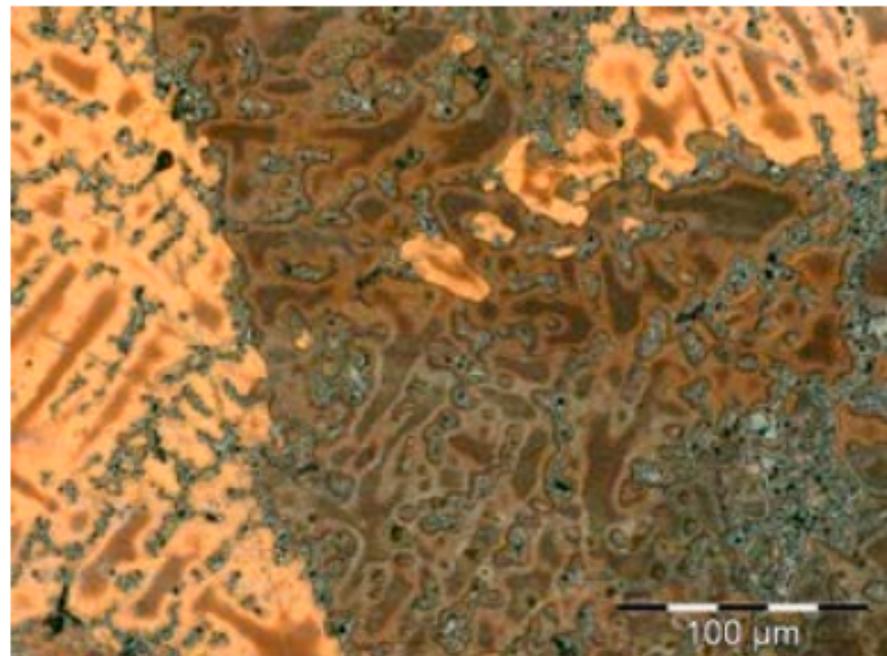


**Camisa cilindros en
motores de combustión**

MICROSTRUCTURA (x 100)



MICROESTRUCTURA (x 500)



PROPIEDADES

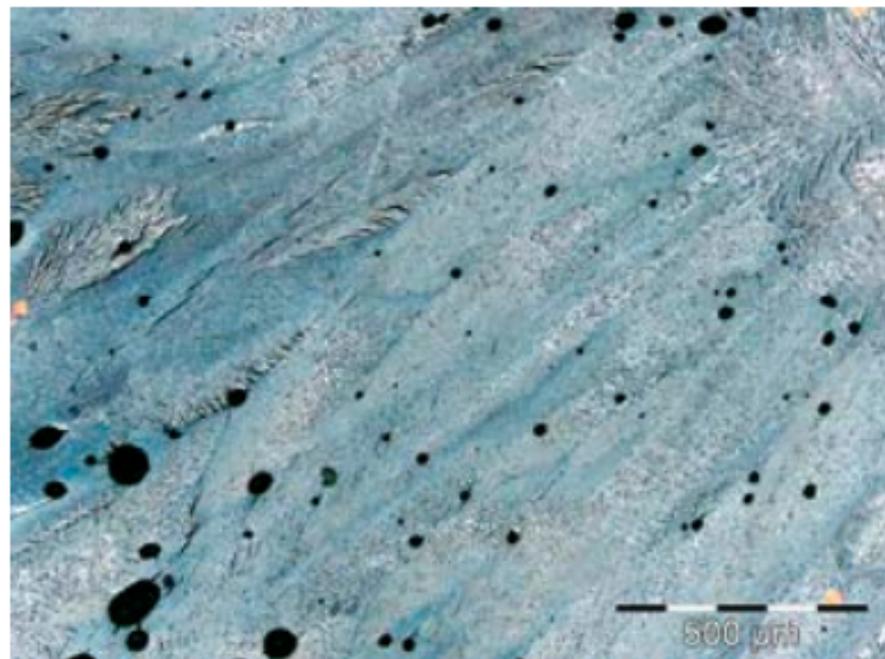
Propiedad	Valor Típico
Densidad	≈8.5 g/cm ³
Coef. de dilatación térmica	≈20 × 10 ⁻⁶ /°C
Conductividad térmica	≈120 W/m·K
Punto de fusión	900–940 °C
Dureza (Vickers)	55–120 HV (recocido a laminado duro)
Límite elástico	100–380 MPa
Resistencia a tracción	250–500 MPa
Módulo de elasticidad (E)	≈105 GPa
Ductilidad (alargamiento)	25–50 %
Tenacidad (Charpy)	Buena (sin cuantificar estandarizada)
Resistencia al desgaste	Moderada
Conformabilidad	Excelente
Soldabilidad	Buena (con precaución por zinc)
Precio (aprox.)	5–7 €/kg

APLICACIÓN

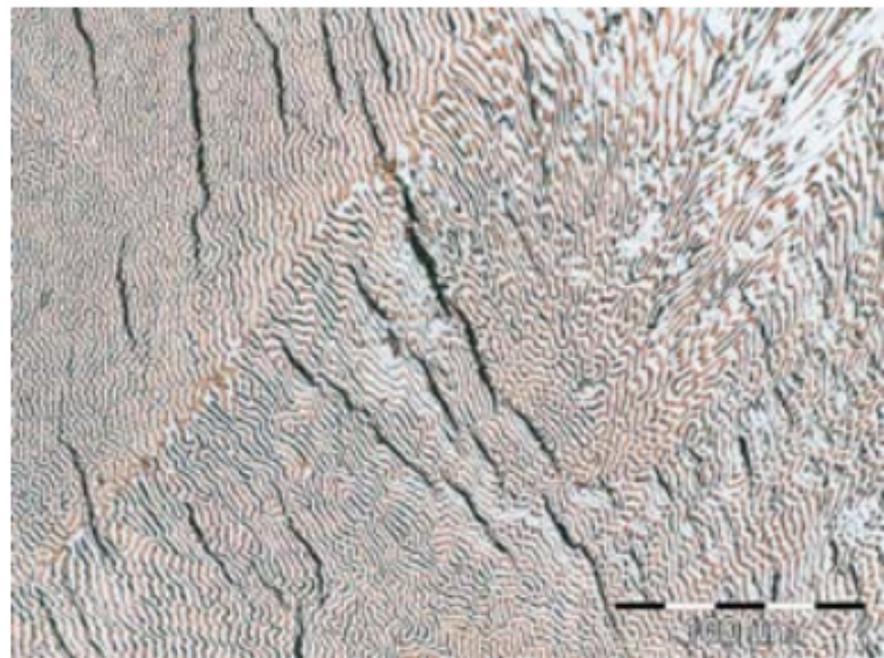


**Cartuchos de munición
para armas**

MICROESTRUCTURA (x 100)



MICROSTRUCTURA (x 500)



PROPIEDADES

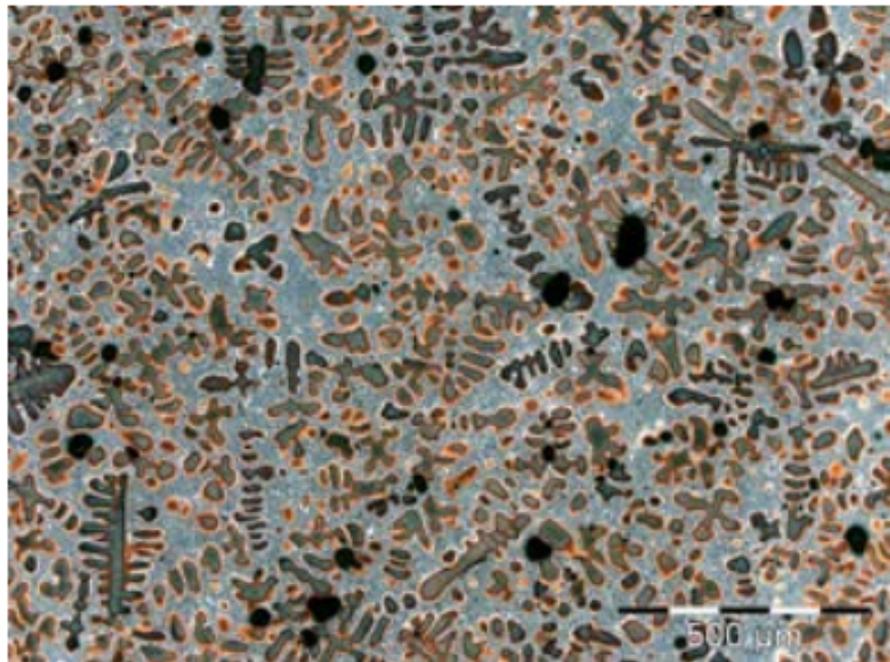
Propiedad	Valor Típico
Densidad	$\approx 7.2-7.4 \text{ g/cm}^3$
Coef. de dilatación térmica	$\approx 17-19 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$
Conductividad térmica	$\approx 50-70 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
Punto de fusión	714 °C (eutéctico)
Dureza (Brinell)	$\approx 150-250 \text{ HB}$
Límite elástico	$\approx 200-350 \text{ MPa}$
Resistencia a tracción	$\approx 250-400 \text{ MPa}$
Módulo de elasticidad (E)	$\approx 110-120 \text{ GPa}$
Ductilidad (alargamiento)	<1 %
Tenacidad (Charpy)	Baja (<5 J)
Resistencia al desgaste	Alta
Conformabilidad	Nula
Soldabilidad	Mala – forma compuestos frágiles
Precio (aprox.)	$\approx 5-6 \text{ €/kg}$

APLICACIÓN

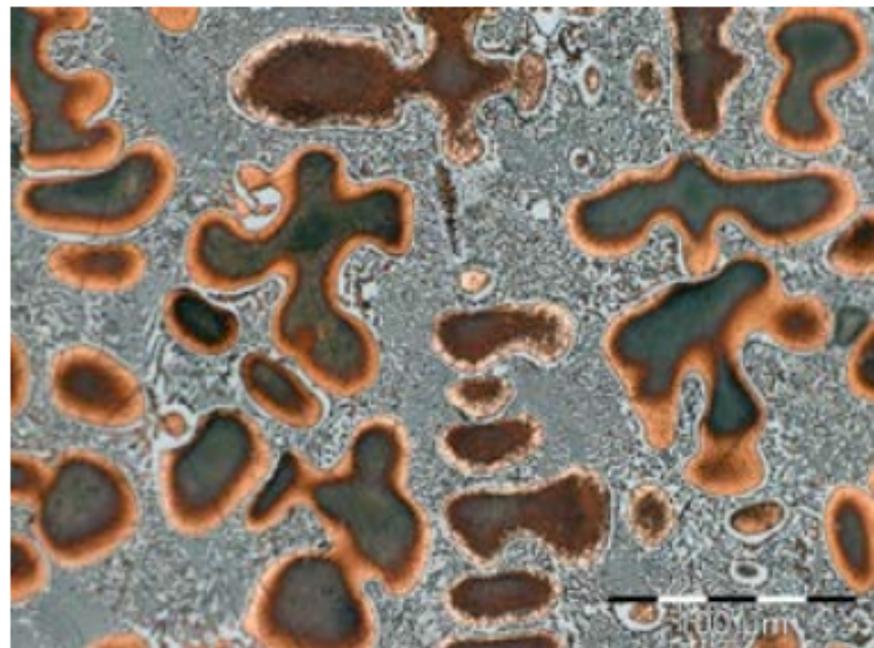


Cojinetes de deslizamiento

MICROSTRUCTURA (x 100)



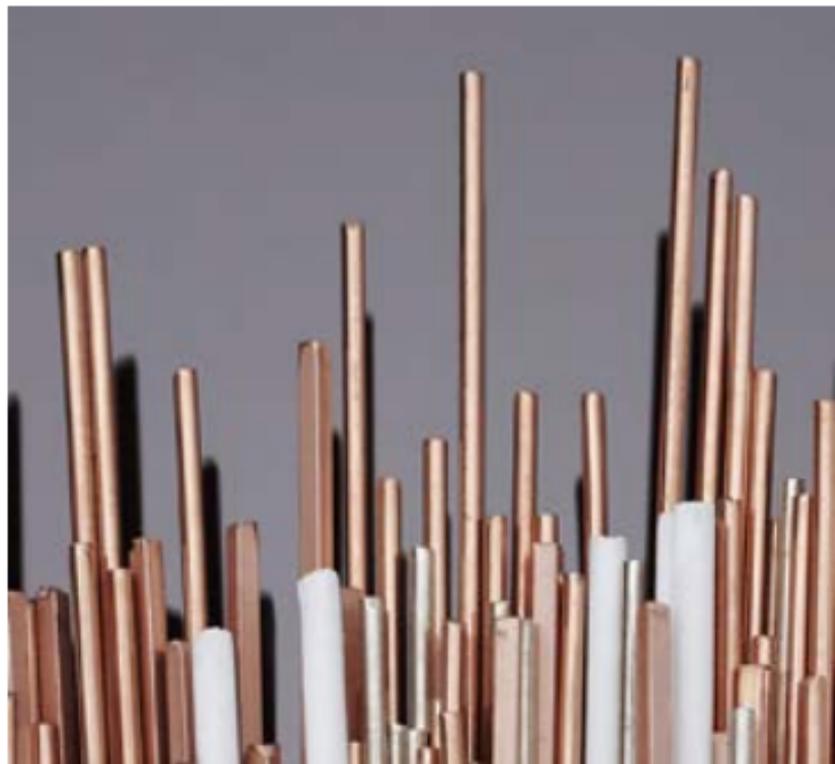
MICROESTRUCTURA (x 500)



PROPIEDADES

Propiedad	Valor Típico
Densidad	$\approx 7.5\text{--}7.8 \text{ g/cm}^3$
Coef. de dilatación térmica	$\approx 17 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$
Conductividad térmica	$\approx 100\text{--}150 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
Punto de fusión (inicio/final)	$\approx 710\text{--}1060 \text{ }^\circ\text{C}$
Dureza (Brinell)	$\approx 120\text{--}200 \text{ HB}$
Límite elástico	$\approx 150\text{--}250 \text{ MPa}$
Resistencia a tracción	$\approx 200\text{--}350 \text{ MPa}$
Módulo de elasticidad (E)	$\approx 110 \text{ GPa}$
Ductilidad (alargamiento)	$\approx 1\text{--}3 \%$
Tenacidad (Charpy)	$\approx 5\text{--}8 \text{ J}$
Resistencia al desgaste	Buena
Conformabilidad	Muy baja
Soldabilidad	Pobre
Precio (aprox.)	$\approx 5\text{--}6 \text{ €/kg}$

APLICACIÓN

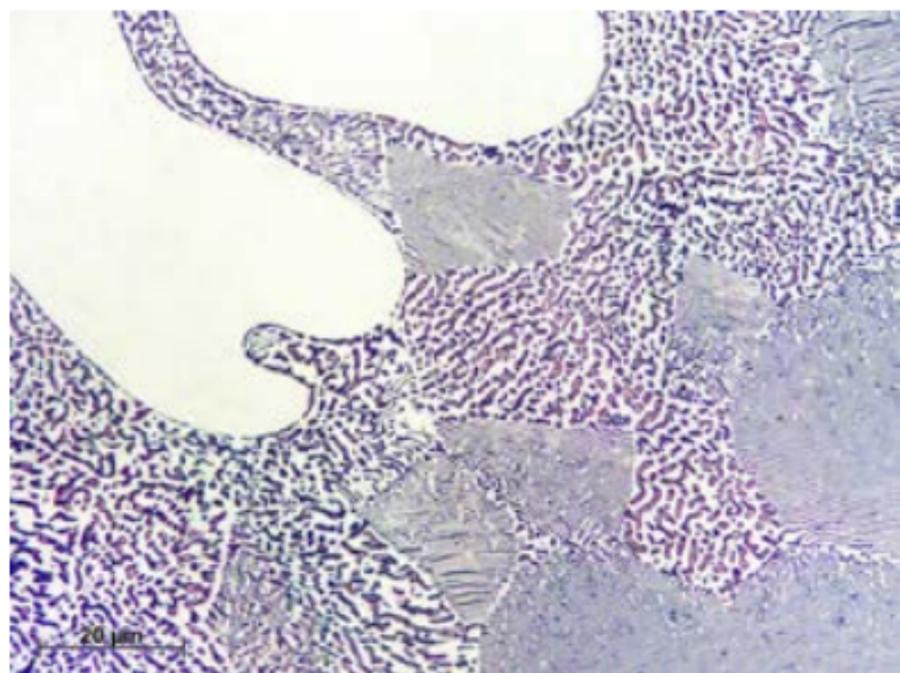


**Varillas para soldadura de
aleaciones de Cu**

MICROSTRUCTURA (x 100)



MICROESTRUCTURA (x 500)



PROPIEDADES

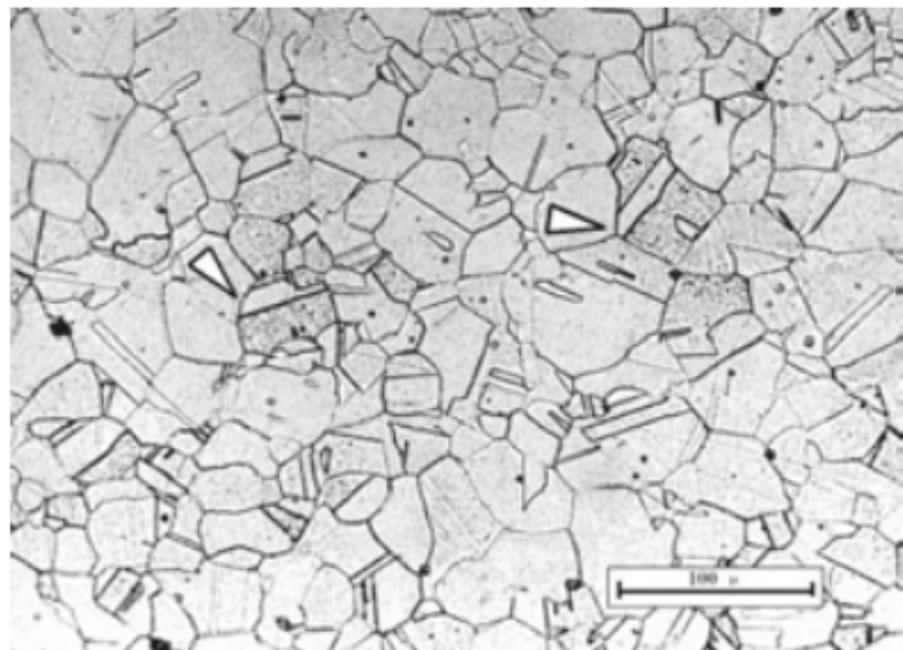
Propiedad	Valor Típico
Densidad	≈6.9–7.2 g/cm ³
Coef. de dilatación térmica	≈15–17 × 10 ⁻⁶ /°C
Conductividad térmica	≈40–60 W/m·K
Punto de fusión (rango)	≈714–800 °C
Dureza (Brinell)	≈200–350 HB
Límite elástico	—
Resistencia a tracción	≈100–250 MPa (muy frágil)
Módulo de elasticidad (E)	≈100–110 GPa
Ductilidad (alargamiento)	≈0–0.5 %
Tenacidad (Charpy)	<3 J
Resistencia al desgaste	Muy alta
Conformabilidad	Nula
Soldabilidad	Muy mala
Precio (aprox.)	≈5–6 €/kg

APLICACIÓN

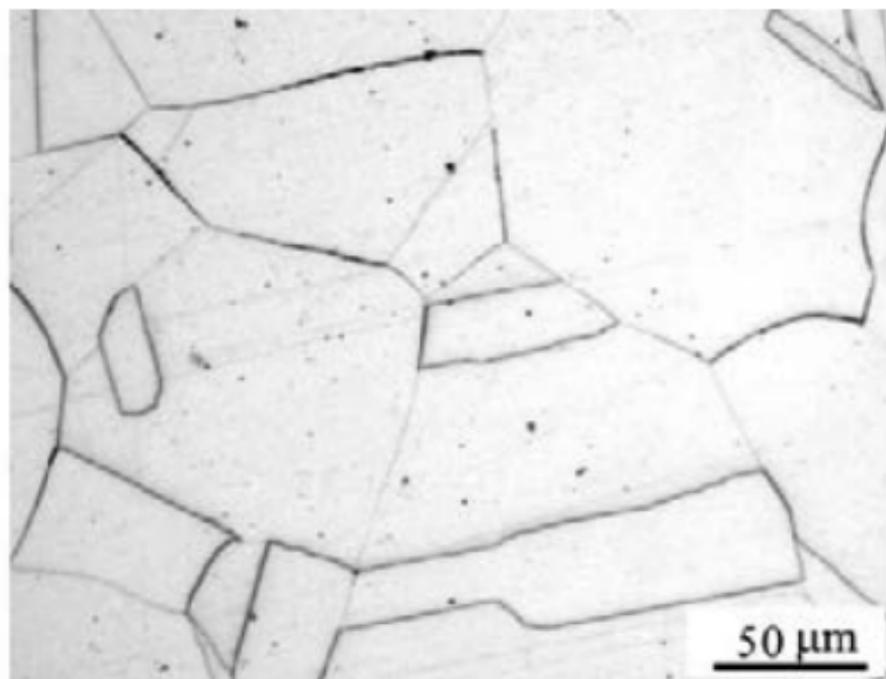


Bombas para agua de mar

MICROSTRUCTURA (x 200)



MICROSTRUCTURA (x 1000)



PROPIEDADES

Propiedad	Valor Típico
Densidad	7.99 g/cm ³
Coef. de dilatación térmica	16 × 10 ⁻⁶ /°C
Conductividad térmica	≈13–16 W/m·K
Punto de fusión (rango)	1375–1400 °C
Dureza (Brinell)	≈150–190 HB (recocido)
Límite elástico	≈170–310 MPa
Resistencia a tracción	≈480–620 MPa
Módulo de elasticidad (E)	193 GPa
Ductilidad (alargamiento)	≈40–60 %
Tenacidad (Charpy)	Alta – >100 J
Resistencia al desgaste	Moderada
Conformabilidad	Excelente
Soldabilidad	Excelente
Precio (aprox.)	≈5–7 €/kg

APLICACIÓN



**Depósitos industria
alimentaria**

ALEA CARTA EST



UniversidadeVigo



sociedad española de
materiales



Universidad de
Castilla-La Mancha

FCT-23-19226 Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT)
Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades