TEMA I
Introducción

LECCIÓN 1
Introducción a los Materiales

1.1 MATERIALES E INGENIERÍA

Material: sustancia constituyente de componentes y estructuras

• Vidrio

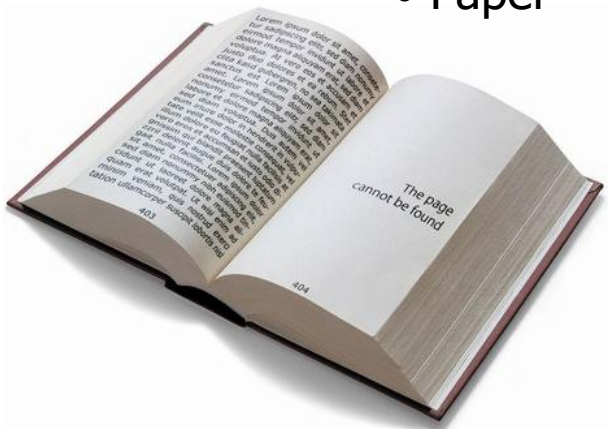
- Caucho

- Aluminio

- Plástico

- Cobre

- Papel



Su uso ha sufrido un proceso evolutivo:

- **Selección**
- **Diseño (producción y procesado)**

- **Búsqueda de nuevos materiales**

Ingenieros mecánicos:
resistencia a alta temperatura

Ingenieros eléctricos:
mayor velocidad de operación

Ingenieros aeronáuticos:
mejora relación resistencia – peso

Ingenieros químicos:
mayor resistencia a la corrosión

EL INGENIERO DEBE CONOCER SU ESTRUCTURA INTERNA Y PROPIEDADES

1.2 CIENCIA E INGENIERÍA DE LOS MATERIALES

- **Ciencia de Materiales**:
  - conocimientos básicos sobre estructura, propiedades y procesado
- **Ingeniería de Materiales**:
  - vertiente práctica o aplicada de los conocimientos científicos
- **Tecnología de Materiales**:
  - arte de producir, procesar y conformar

1.3 TIPOS Y PROPIEDADES

- **Tipos de materiales**

Metales

Cerámicos y vidrios

Polímeros

Compuestos

Electrónicos

Propiedades de los materiales

Tipos de propiedades.

Económicas	Precio y disponibilidad Reciclabilidad
Físicas	Densidad
Mecánicas	Módulos Límite elástico y resistencia a la tracción Dureza Tenacidad a la fractura Resistencia a la fatiga Resistencia a la fluencia Amortiguamiento de las vibraciones
Térmicas	Conductividad térmica Calor específico Coeficiente de expansión térmica
Eléctricas y magnéticas	Resistividad Constante dieléctrica Permeabilidad magnética
Interacción con el entorno	Oxidación Corrosión Desgaste
Producción	Facilidad de fabricación Unión Acabado
Estéticas	Color Textura Aspecto

Ashby vol 1. 978-84-291-7255-3 © Ed. Reverté, 2008

- **Ejemplo: diseño de un destornillador con mango de plástico**

Destornilladores típicos, con varilla de acero y mango de polímero (plástico).

Ashby vol 1. 978-84-291-7255-3 © Ed. Reverté, 2008

Vástago

ACERO

- Módulo de elasticidad
- Límite elástico
- Dureza
- Tenacidad a fractura

Mango

PMMA

- Facilidad de fabricación
- Densidad
- Estética
- Precio

1.4 PRECIO Y DISPONIBILIDAD

- **El precio y la disponibilidad son factores importantes y, en ocasiones, determinantes para seleccionar materiales en casos concretos de aplicación.**

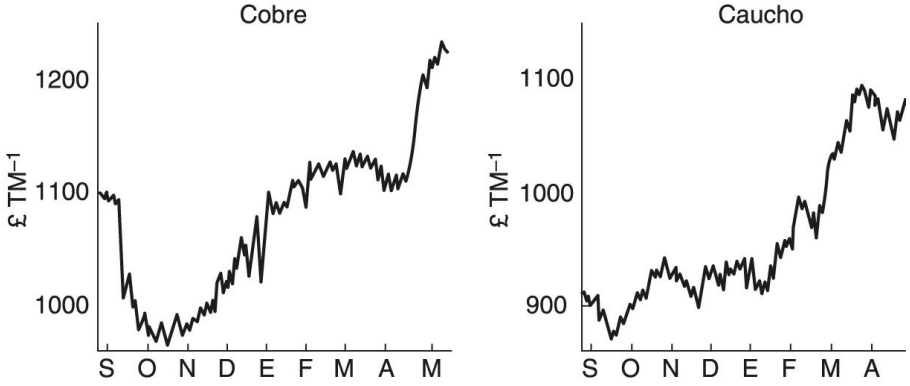
  - **Precio**

Clasificación de los materiales por precios.

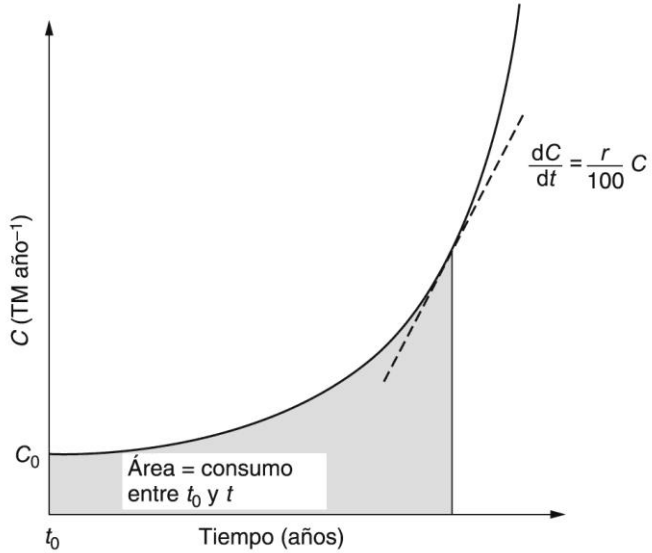
Tipo de uso	*Material*	*Precio por tonelada* *Libras esterlinas*	*Dólares EE.UU.*	*€ / ton*
Construcción	Madera, hormigón, acero estructural	50-500	90-900	**60 – 600**
Ingeniería ligera y media	Metales, aleaciones y polímeros para aviones, automóviles, electrodomésticos …	500-5000	900-9000	**600 – 6 000**
Materiales especiales	Aleaciones para álabes de turbina, materiales compuestos avanzados (CFRP, BFRP), etc.	5000-50 000	9000-90 000	**6 000 – 60 000**
Metales preciosos, etc.	Cojinetes de zafiro, contactos de plata, microcircuitos de oro …	50 000-10 000 000	90 000-18 000 000	**60 000 – 12 000 000**
Diamantes industriales	Herramientas de corte y pulido	>100 000 000	>180 000 000	**> 120 000 000**

Ashby vol 1. 978-84-291-7255-3 © Ed. Reverté, 2008

Sujetos a la ley de la oferta y la demanda y factores políticos



Fluctuaciones recientes en el precio del cobre y del caucho.



Consumo exponencial de los materiales.

Precio relativo aproximado por tonelada (acero dulce = 100).

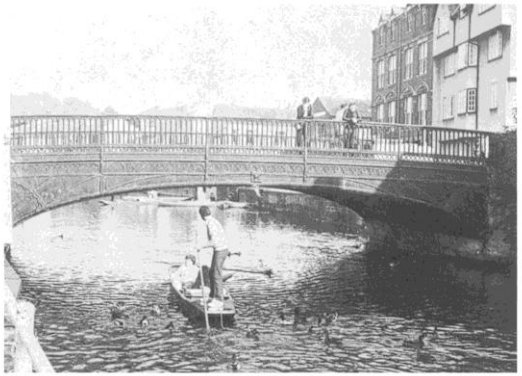
Material	*Precio relativo $*
Diamantes industriales	200 m
Platino	5 m
Oro	2 m
Plata	150 000
CFRP (material 70% del coste, fabricación 30%)	20 000
Cobalto/carburo de wolframio "cermets"	15 000
Wolframio	5000
Aleaciones de cobalto	7000
Aleaciones de titanio	10 000
Aleaciones de níquel	20 000
Poliimidas	8000
Carburo de silicio (cerámica fina)	7000
Aleaciones de magnesio	1000
Nailon 66	1500
Policarbonato	1000
PMMA	700
Magnesia, MgO (cerámica fina)	3000
Alúmina, Al_2O_3 (cerámica fina)	3000
Acero de herramientas	500
GFRP (material 60% del coste, fabricación 40%)	1000
Aceros inoxidables	600
Cobre deformado (láminas, tubos, barras)	400
Cobre, lingotes	400
Aleaciones de aluminio, deformado (láminas, barras)	400
Aluminio, lingotes	300
Latón, deformado (láminas, tubos, barras)	400
Latón, lingotes	400
Epoxi	1000
Poliéster	500
Vidrios	400
Espumas poliméricas	1000
Zinc, deformado (láminas, tubos, barras)	400
Zinc, lingotes	350
Plomo, deformado (barras, láminas, tubos)	250
Plomo, lingotes	200
Caucho natural	300
Polipropileno	200
Polietileno de alta densidad	200
Poliestireno	250
Maderas duras	250
Polietileno de baja densidad	200
Policloruro de vinilo	300
Contrachapado	200
Aceros de baja aleación	130
Acero dulce, deformado (ángulos, láminas, barras)	100
Fundición	90
Hierro, lingotes	70
Maderas blandas	70
Hormigón, reforzado (vigas, columnas, planchas)	50
Gasóleo	50
Cemento	20
Carbón	20

Ashby vol 1. 978-84-291-7255-3 © Ed. Reverté, 2008

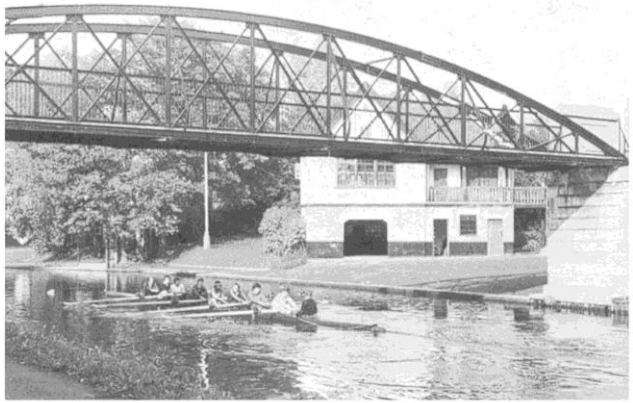
Disponibilidad

Puente de madera en el Queens' College, de Cambridge, una reconstrucción de 1902 del puente original construido en 1749 con diseño de William Etheridge.

Clare Bridge, construido en 1640, uno de los puentes más antiguos de Cambridge; se supone que fue una ruta de escape de los "college" en tiempos de la peste.



Magdalen Bridge, construido en 1823 en el lugar del antiguo puente Saxon sobre el Cam. El actual puente de fundición soportaba, hasta hace muy poco, cargas muy superiores a las previstas por los diseñadores. Por fortuna, el puente ha sido bien restaurado recientemente.



Típico puente de acero dulce de mediados del siglo XX; camino recomendado para llegar a la posada "Fort St. George".

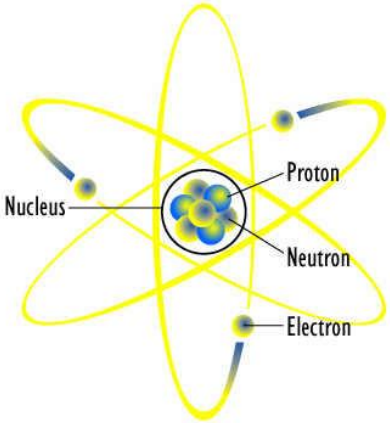
Puente peatonal de hormigón armado en el camino de Garret Hostel. Una inscripción grabada en su proximidad reza: "Este puente fue donado en 1690 por la familia Trusted, miembros de Trinity Hall. Fue diseñado por Timothy Guy Morgan, un estudiante pregraduado del Jesus College que murió ese año".

Ashby vol 1. 978-84-291-7255-3 © Ed. Reverté, 2008

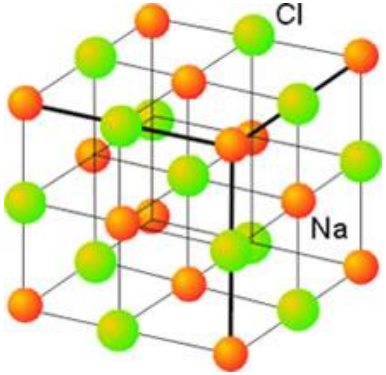
1.5 RELACIÓN ENTRE ESTRUCTURA, PROPIEDADES Y PROCESADO

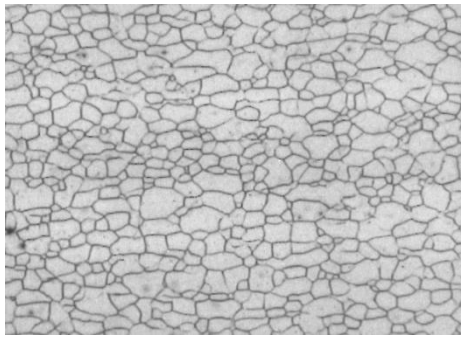
- **La estructura de un material puede considerarse a distintos niveles**

  - **Atómico (eléctrico, magnético, térmico, óptico)**



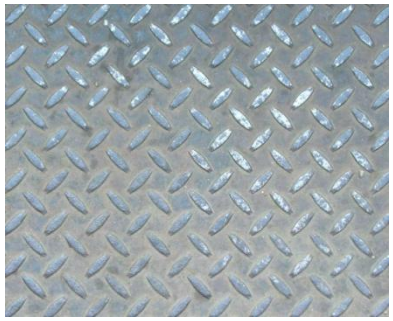
  - **Microscópico**





Cristalina (difracción de rayos-X) *Granular o micrográfica (MO y MEB)*

  - **Macroscópico (simple vista)**



- **Relación ternaria entre estructura interna del material, procesado y propiedades finales**

<u>Procesos de fabricación</u>:

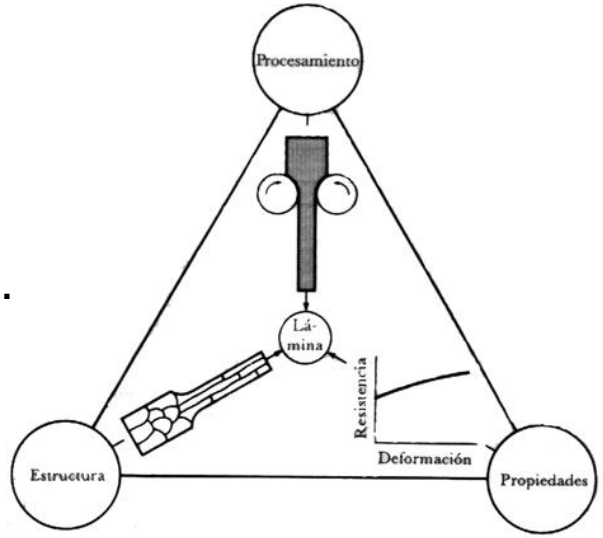
moldeo

soldadura, atornillado, roblonado

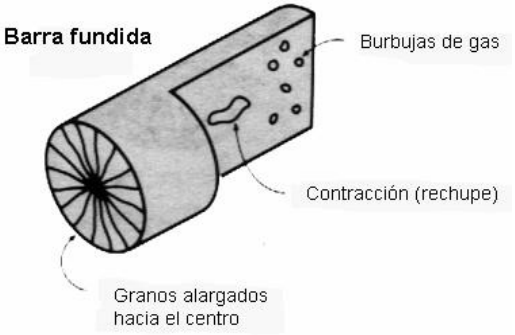
forjado, trefilado, extrusión, laminado, …

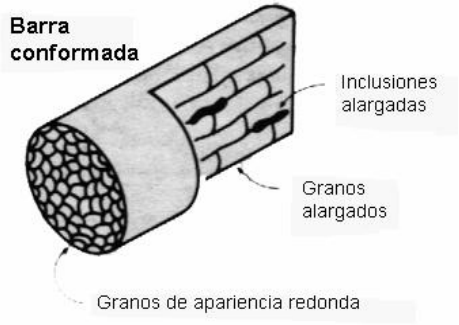
sinterizado

mecanizado



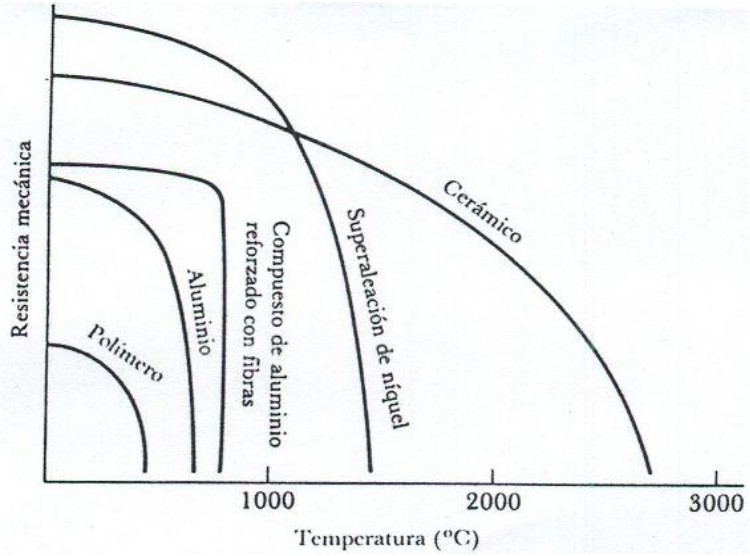
- **Cuando el ingeniero cambia uno de los tres aspectos, cualquiera de los otros también se verá alterado**



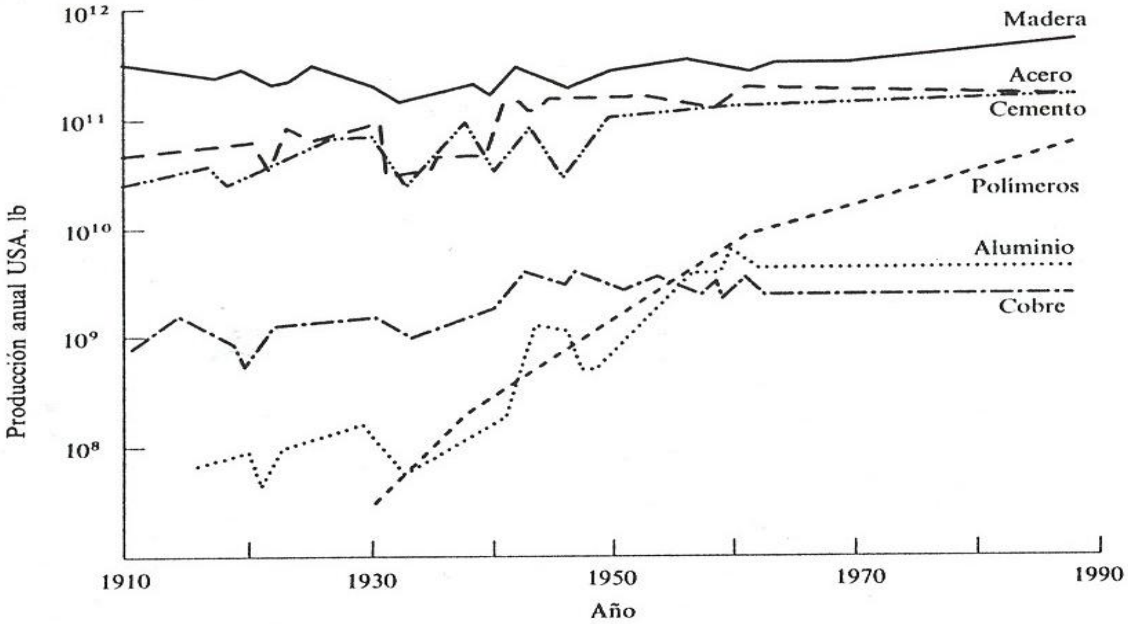


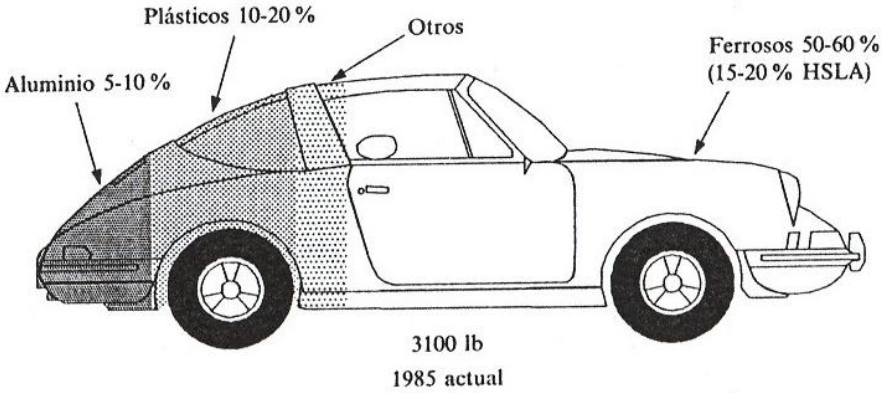
1.6 EFECTOS AMBIENTALES SOBRE EL COMPORTAMIENTO

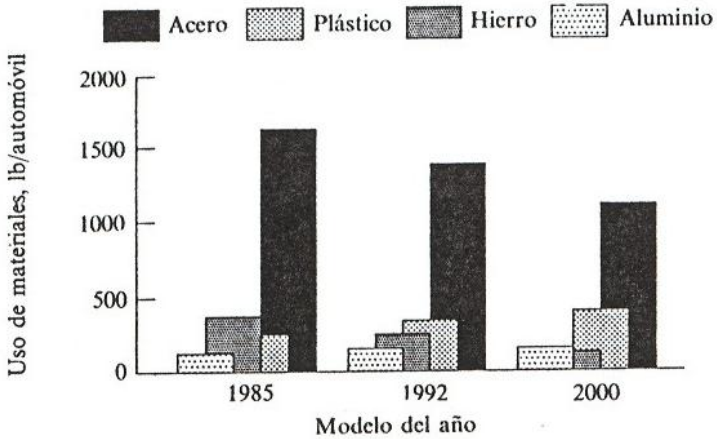
- **Esfuerzo:**
  estático, dinámico ...
- **Temperatura:**
  resistencia
- **Medio ambiente:**
  oxidación, corrosión ...
- **Radiación ultravioleta:**
  polímeros
- **Radiación neutrónica:**
  aceros de vasijas



1.7 TENDENCIAS FUTURAS EN EL USO DE LOS MATERIALES







En el futuro habrá que enfrentarse a la escasez de materiales de ingeniería

DISEÑO EFICIENTE **SUSTITUCIÓN** **RECICLADO**

Abundancia de los elementos.

Corteza		*Océanos*		*Atmósfera*	
Elemento	*% peso*	*Elemento*	*% peso*	*Elemento*	*% peso*
Oxígeno	47	Oxígeno	85	Nitrógeno	79
Silicio	27	Hidrógeno	10	Oxígeno	19
Aluminio	8	Cloro	2	Argón	2
Hierro	5	Sodio	1	Dióxido de carbono	0,04
Calcio	4	Magnesio	0,1		
Sodio	3	Azufre	0,1		
Potasio	3	Calcio	0,04		
Magnesio	2	Potasio	0,04		
Titanio	0,4	Bromo	0,007		
Hidrógeno	0,1	Carbono	0,002		
Fósforo	0,1				
Manganeso	0,1				
Flúor	0,06				
Bario	0,04				
Estroncio	0,04				
Azufre	0,03				
Carbono	0,02				

La masa total de la corteza terrestre hasta una profundidad de 1 km es 3×10^{21} kg; la masa de los océanos es 10^{20} kg; la de la atmósfera es 5×10^{18} kg.

Ashby vol 1. 978-84-291-7255-3 © Ed. Reverté, 2008

1.8 ACTIVIDADES DE SEGUIMIENTO

Trabajo-resumen de la LECCION 1 "INTRODUCCIÓN A LOS MATERIALES" del libro de Apuntes de FUNDAMENTOS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE MATERIALES (Jesús Setién y José Mª Varona)

Relación de 5 objetos constituidos total o parcialmente de cada uno de los siguientes tipos de materiales: madera, hormigón, ladrillo, acero, plástico, vidrio, caucho, aluminio, cobre y papel.