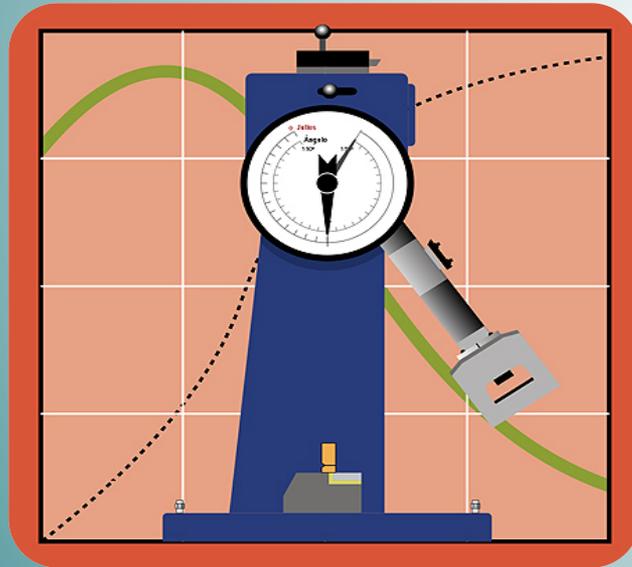


# Materiales-G704/G742

## Lección 1. Introducción a los materiales



**Jesús Setién Marquínez**  
**Jose Antonio Casado del Prado**  
**Soraya Diego Cavia**  
**Carlos Thomas García**

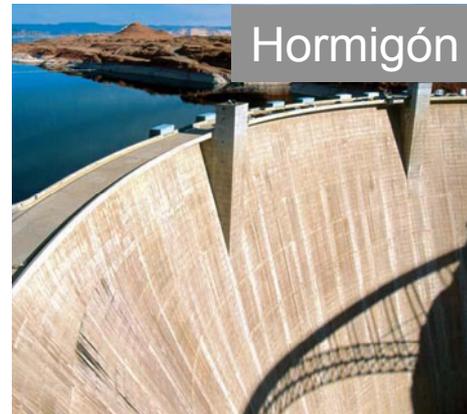
Departamento de Ciencia e Ingeniería del  
Terreno y de los Materiales

Este tema se publica bajo Licencia:

[Creative Commons BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

## 1.1 MATERIALES E INGENIERÍA

**Material:** sustancia constituyente de componentes y estructuras.





Caucho



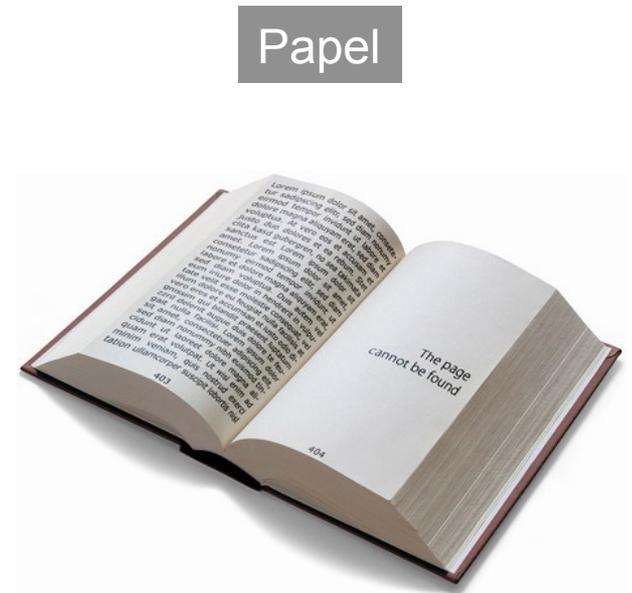
Cobre



Aluminio



Plástico



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

#### A. Tipos de materiales:

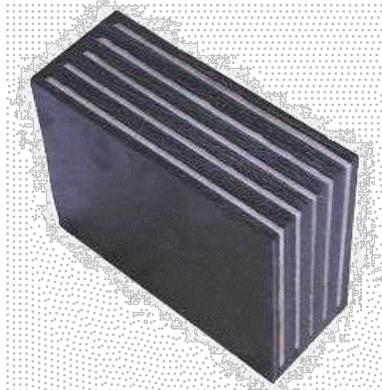
Metales



Cerámicos y vidrios



Polímeros



Compuestos



Electrónicos

## B. 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

**C. Ejemplo: diseño de un destornillador con mango de plástico:**



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

Fuente: 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

## C. Materiales Industriales:



## 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.

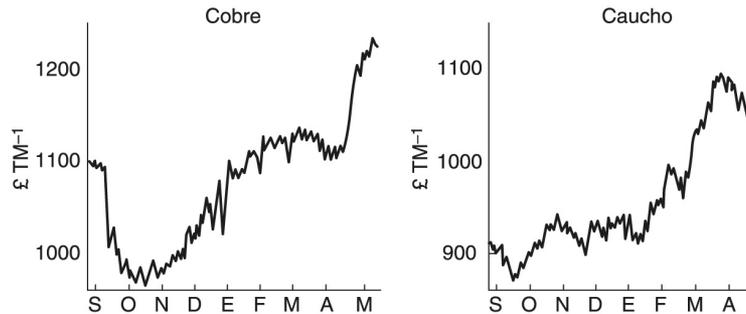
- Precio:

Clasificación de los materiales por precios.

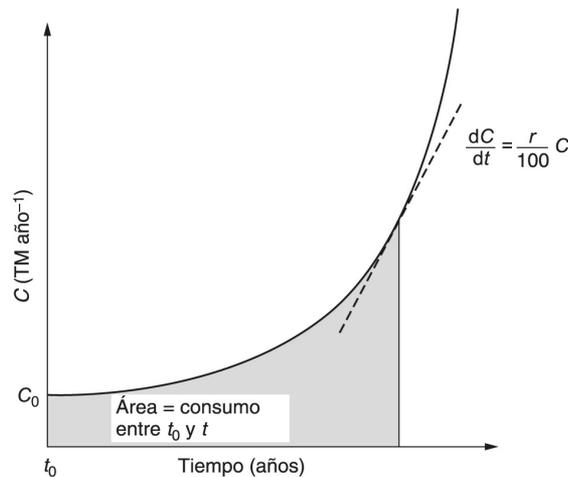
Tipo de uso	Material	Precio por tonelada		€/ ton
		Libras esterlinas	Dólares EE.UU.	
Construcción	Madera, hormigón, acero estructural	50-500	90-900	60 – 600
Ingeniería ligera y media	Metales, aleaciones y polímeros para aviones, automóviles, electrodomésticos ...	500-5000	900-9000	600 – 6.000
Materiales 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

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

## Sujetos a la ley de la oferta y la demanda:



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
Polycarbonato	1000
PMMA	700
Magnesia, MgO (cerámica fina)	3000
Alúmina, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (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
Poliétileno de alta densidad	200
Poliestireno	250
Maderas duras	250
Poliétileno 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

## Disponibilidad



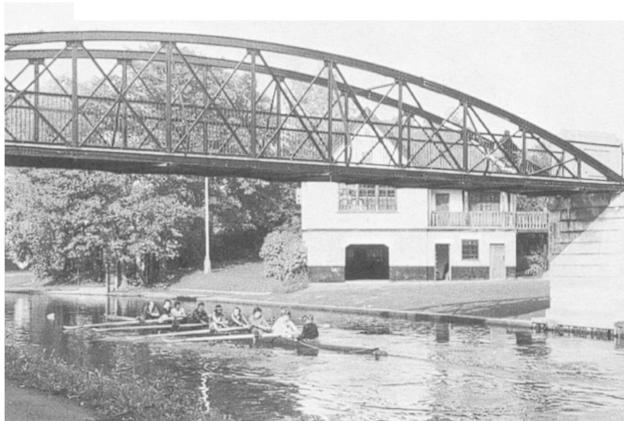
Puente de madera en el Queens' College, de Cambridge, una reconstrucción de 1902 del puente original construido en 1749 con diseño de William Etheridge.



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".

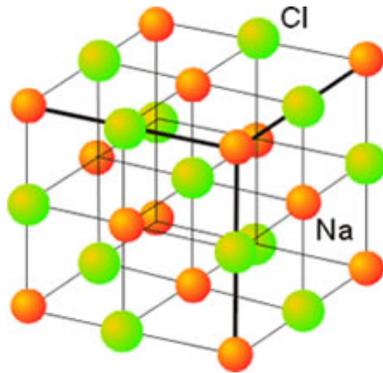


Puente peatonal de hormigón armado en el camino de Garret Hostel. Una inscripción grabada en su proximidad reza: "Este puente fue donado en 1690 por la familia Trusted, miembros de Trinity Hall. Fue diseñado por Timothy Guy Morgan, un estudiante pregraduado del Jesus College que murió ese año".

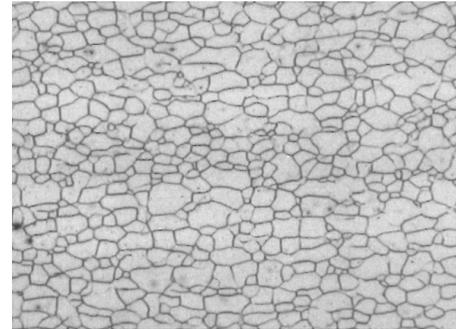
## 1.5 RELACIÓN ENTRE ESTRUCTURA, PROPIEDADES Y PROCESADO

### A. La estructura de un material puede considerarse a distintos niveles:

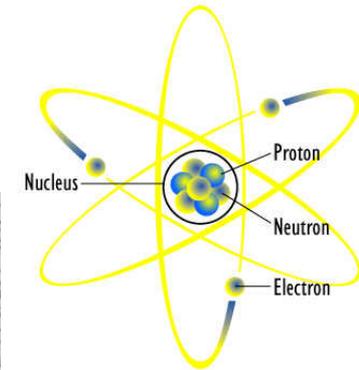
- Atómico (eléctrico, magnético, térmico, óptico).
- Microscópico.



*Cristalina (difracción de rayos-X)*



*Granular o micrográfica (MO y MEB)*



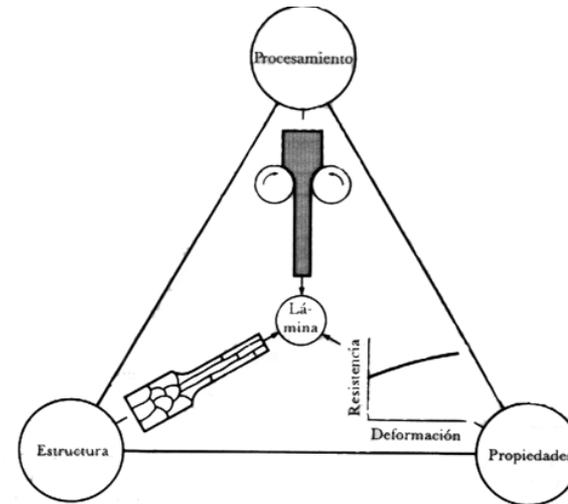
- Macroscópico (simple vista).



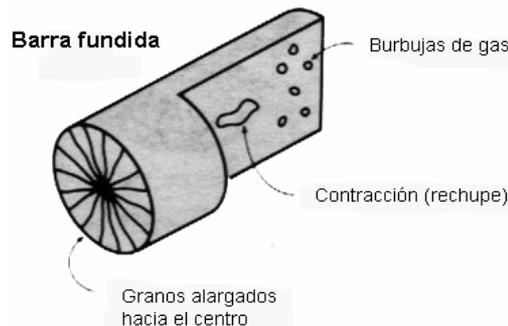
## B. Relación ternaria entre estructura interna del material, procesado y propiedades finales.

### Procesos de fabricación:

- Moldeo.
- Soldadura, atornillado, roblonado.
- Forjado, trefilado, extrusión, laminado...
- Sinterizado.
- Mecanizado.

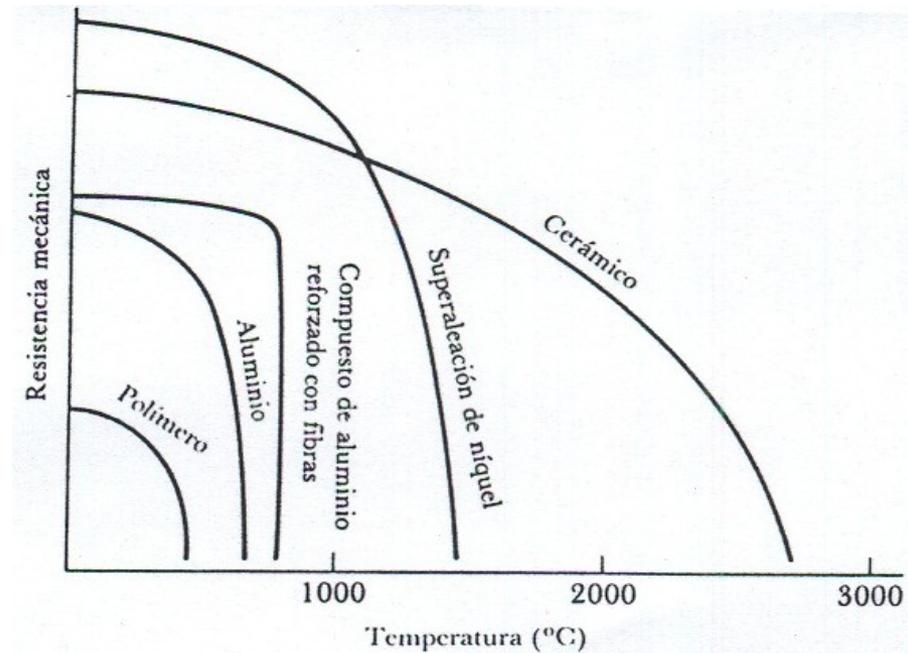


## C. Cuando el ingeniero cambia uno de los tres aspectos, cualquiera de los otros también se verá alterado.

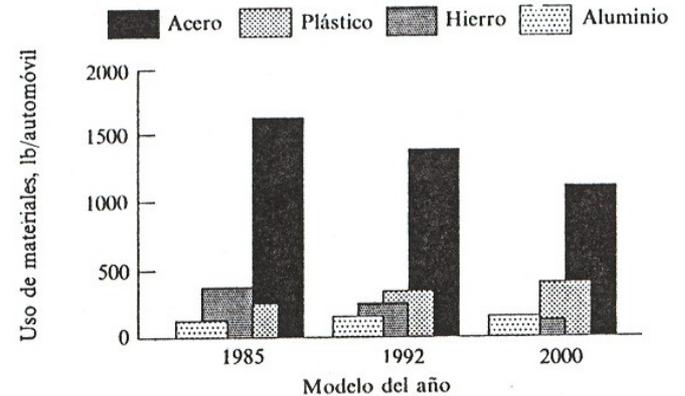
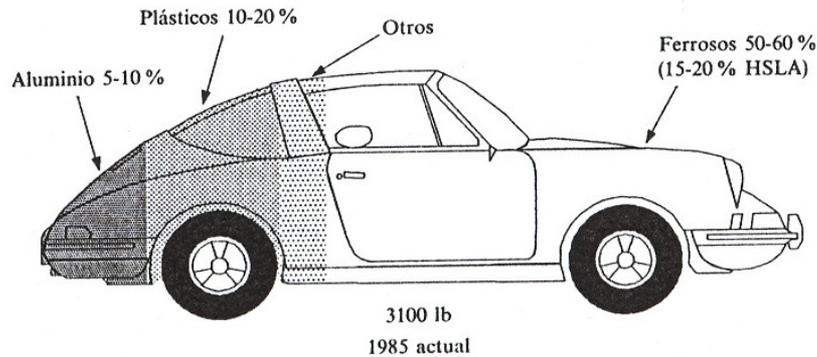
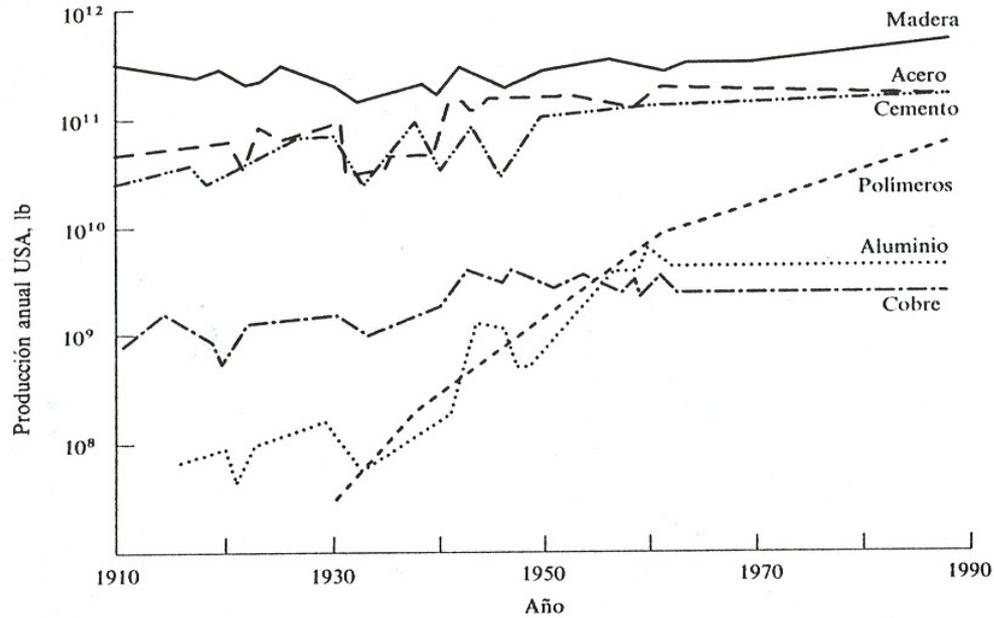


## 1.6 EFECTOS AMBIENTALES SOBRE EL COMPORTAMIENTO

- **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



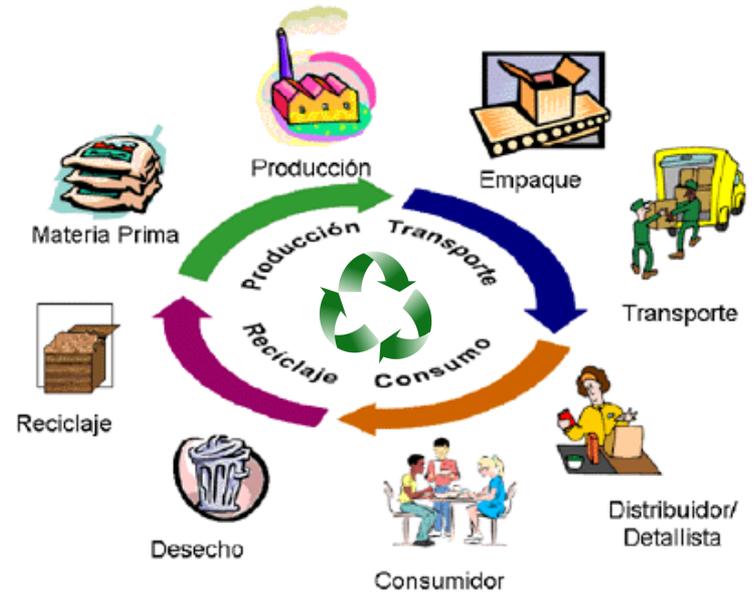
En el futuro habrá que enfrentarse a la escasez de materiales de ingeniería.

**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  $3 \times 10^{21}$  kg; la masa de los océanos es  $10^{20}$  kg; la de la atmósfera es  $5 \times 10^{18}$  kg.



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