



PAU
Mayores de 25 años

Contenidos

Tecnología Industrial
Tema Resumen de las unidades de Energía
Materiales

1. Energía y su transformación

En este punto repasamos la **Energía y su transformación** . Se definen algunos **conceptos** relacionados con la energía, en qué **unidades** se expresan, en qué formas se manifiesta la energía y cómo esta, sufre distintas **transformaciones** . También se repasa la **generación , transporte y distribución de la energía eléctrica** .

1.1. Conceptos



Energía:

Capacidad que tiene un sistema para producir trabajo. La energía de un sistema puede ser liberada y transformarse en otros tipos de energía.

Trabajo:

Es la forma de manifestarse la energía con consecuencias útiles, y se produce al aplicar una fuerza provocando un desplazamiento, en caso de no producirse desplazamiento tiene lugar una deformación del cuerpo.

Trabajo = Fuerza x desplazamiento

$$W = F \cdot d$$

Potencia:

Trabajo que se ha realizado durante la unidad de tiempo, es decir, la energía desarrollada por unidad de tiempo.

$$P = \frac{W}{t} = \frac{E}{t}$$

1.2. Unidades y relación entre magnitudes



Importante

Julio

Unidad del Sistema Internacional de Unidades para la **energía**, el **trabajo** y el **calor**. Se define como el **trabajo realizado** por una **fuerza de 1 newton** al producir un **desplazamiento de 1 metro** (N.m).

El símbolo que representa al julio es la letra J.

En algunas ocasiones la tradición aconsejará utilizar otras unidades, tales como:

- En el sistema Cegesimal (CGS), la unidad se llama ergio y corresponde a (dina.cm, dina por centímetro).
- En el sistema Técnico (ST), la unidad se llama kilográmetro y corresponde a (kp.m, kilopondio por metro).
- Y cuando el valor de la energía es muy grande o pequeño, hay que utilizar múltiplos o submúltiplos propios del Sistema Internacional de Unidades.

Vatio

Unidad de medida de potencia en el sistema internacional, se representa por medio de la letra W.

Un vatio se define como la potencia desarrollada por un sistema que libera una energía de un julio en un tiempo de un segundo.

Muy frecuentemente cuando estamos refiriéndonos a sistemas mecánicos o a motores térmicos, se emplea como unidad de potencia el **caballo de vapor** (CV). 1 CV equivale a 735 W.

1.3. Formas de manifestación de la energía

Importante

La energía que posee un sistema puede manifestarse de muy distintas formas. En este apartado veremos los tipos de energía más importantes que puede presentar un sistema, así como las relaciones matemáticas que nos permiten calcular su valor.

Energía cinética

Es la debida al movimiento que tienen los cuerpos, la capacidad de producir trabajo depende de la masa de los cuerpos y de su velocidad, según la ecuación:

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

Energía potencial

Es la capacidad que tiene los cuerpos de producir trabajo en función de la posición que ocupan. En el caso de un cuerpo que se encuentra a una altura h respecto de un sistema de referencia:

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

Energía potencial elástica

Es la que se encuentra almacenada en los resortes o elementos elásticos cuando se encuentran comprimidos. El valor de esta energía es proporcional al valor de la constante de rigidez (k) del elemento elástico y la longitud de la deformación (x):

$$E_{pe} = \frac{1}{2}kx^2$$

Energía mecánica

La energía mecánica de un sistema será la suma de la energía cinética, potencial y potencial elástica.

En un sistema aislado, la suma de las energías potenciales y cinética, es la energía mecánica y se mantiene constante.

$$E_M = E_c + E_p + E_{pe}$$

Importante

La **energía eléctrica** es la asociada a la corriente eléctrica. Su valor depende de la diferencia de potencial del componente, de la intensidad de corriente que lo atraviesa y del tiempo transcurrido.

$$E = I \cdot t \cdot V$$

la potencia.

$$E = P \cdot t$$

Como ya hemos dicho anteriormente, la unidad de energía en el Sistema Internacional de unidades es el **julio** . Sin embargo cuando se habla de energía eléctrica es muy habitual utilizar el kilovatio-hora, **kWh** .

Recuerda que la equivalencia entre estas unidades es:

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$$

Importante

Energía química:

Energía que se libera o que hay que comunicar al sistema cuando se produce en él una reacción química.

La energía química está pues almacenada en los enlaces moleculares dentro de los cuerpos. Esta energía se libera en forma de calor. Es la energía de los alimentos y los combustibles.

En los procesos tecnológicos las reacciones químicas más habituales son las **reacciones de combustión** . En estas reacciones una sustancia llamada combustible reacciona con oxígeno para formar un producto y liberar energía en forma de calor. Esta energía se utilizará para realizar otros procesos.

La cantidad de energía que se puede obtener de un combustible depende de dos factores:

- **Poder calorífico** (P_c): Representa la energía que se puede obtener de 1 kg de combustible.
- **Cantidad de combustible** (m , V) en masa o volumen según se trate de un combustible sólido o de un fluido.

Es decir:

$$E = m \cdot P_c \quad E = V \cdot P_c$$

Importante

Energía térmica:

Energía que tiene un sistema debida a la agitación de las moléculas que lo forman.

Temperatura:

Magnitud que indica el grado de agitación de las moléculas de una sustancia, su valor está asociado a la energía cinética promedio del sistema.

Por otro lado, la experiencia dice que cuando ponemos en contacto dos cuerpos a diferente temperatura, el que está a una temperatura mayor cede parte de su energía (disminuye su temperatura) al que está a menor temperatura (aumenta su temperatura). Este proceso termina cuando las temperaturas de los cuerpos se han igualado. En ese instante se dice que el sistema ha alcanzado el **equilibrio térmico** y a la energía que ha pasado de un cuerpo a otro se le llamará **calor**.

Calor:

Energía que fluye desde un cuerpo que se encuentra a una cierta temperatura a otro que se encuentra a una temperatura inferior.

El **calor** es pues una forma de **energía en tránsito entre dos cuerpos**. Esta energía puede ser almacenada por los cuerpos en forma de energía térmica.

Cuando dos cuerpos a diferente temperatura alcanzan el equilibrio térmico (cuando sus temperaturas se igualan), la cantidad de energía que ha pasado del cuerpo "caliente" al "frío" en forma de calor depende de tres factores:

- La masa del sistema (m).
- De un coeficiente llamado calor específico (c_e). Este valor es característico de cada sustancia e indica la cantidad de calor que hay que suministrar a 1 kg de material para aumentar su temperatura un grado kelvin.
- Del incremento de temperatura del elemento: ($\Delta T = T_f - T_i$), donde T_f es la temperatura final que ha alcanzado el sistema y T_i es la temperatura inicial del elemento.

Es decir:

El calor comunicado o desprendido para que un sistema de m kg pase de una temperatura inicial T_i a una temperatura final T_f viene dado por:

$$Q = m \cdot c_e \cdot \Delta T = m \cdot c_e \cdot (T_f - T_i)$$

Donde c_e es el calor específico de la sustancia.

Formas de intercambio de la energía térmica

La energía térmica o calorífica se puede transmitir de tres formas diferentes:

- **Radiación**: El calor se transmite en forma de ondas electromagnéticas, de modo que un cuerpo más caliente irradia calor en todas las direcciones.
- **Convección**: Este tipo de transmisión se da en los fluidos, tanto líquidos como gaseosos, ya que al calentarse disminuyen su densidad y pasan sus moléculas a ocupar la zona superior, por lo que el lugar vacante es reemplazado por nuevas moléculas frías, estableciéndose una corriente llamada convección.
- **Conducción**: El calor es transmitido entre dos cuerpos que tengan diferentes temperaturas por medio de un contacto físico, hasta que se igualen las temperaturas de los cuerpos.



Importante

La energía nuclear se manifiesta en las llamadas **reacciones nucleares** . Existen dos tipos de reacciones nucleares.

- **Reacción de fisión:** Cuando se rompen núcleos pesados de material fisionable (uranio, plutonio), para constituir otros más ligeros.

- **Reacción de fusión:** Cuando los núcleos de varios átomos ligeros (helio y tritio) se unen para formar un núcleo más pesado (helio).

En estos procesos una pequeña **parte de la materia** de los núcleos implicados **desaparece , transformándose en energía** . Albert Einstein llegó a cuantificar la relación entre la masa desaparecida y la energía generada.

En una reacción nuclear la relación entre la masa desaparecida y la energía liberada viene dada por:

$$E = m.c^2$$

Donde m es la masa desaparecida expresada en kg y c la velocidad de la luz (300.000 km/s).

1.4. Transformación de la energía

Importante

Transformación energética

Una transformación energética va a ser cualquier proceso en el cual un tipo de energía a través de un proceso físico o químico se transforma en otro tipo de energía.

Principio de conservación de la energía

En toda transformación energética la energía total de un **sistema aislado** permanece constante. La energía no puede crearse ni destruirse, solo se puede transformar de una forma a otra.

Primer principio de la termodinámica

La variación de la energía interna de un sistema cerrado en una transformación energética es igual al calor comunicado al sistema desde el entorno menos el trabajo realizado por el sistema. Es decir:

$$\Delta E = E_f - E_i = Q - W$$

donde:

- ΔE = Variación de energía interna en el sistema.
- E_f y E_i = Energía final e inicial del sistema.
- Q = Calor o energía de cualquier tipo que recibe el sistema.
- W = Trabajo que se extrae del sistema.

Rendimiento

Se define el rendimiento (η) como el cociente entre la energía útil (E_U) y la energía total o absorbida (E_T) por el sistema. Se suele expresar en %.

$$\eta = \frac{E_U}{E_T}$$

En resumen:

1. En todas las máquinas y en cualquier proceso físico se producen pérdidas de energía.
2. Por lo tanto, su rendimiento siempre será inferior al 100 %.
3. Esto no se debe interpretar como un incumplimiento del principio de conservación de la energía sino como una transformación "irremediable" de la energía en formas más degradadas, generalmente en forma de calor.

1.5. Generación, transporte y distribución

Importante

La mayor parte de la energía que demanda y consume la sociedad actual se obtiene a partir de transformar la energía eléctrica en cualquier otro tipo de energía.

A pesar de que la **energía eléctrica** no es la más utilizada como energía final, si es muy demandada por dos razones:

- Es la **más sencilla de transportar y distribuir**.
- Su **transformación** en cualquier otro tipo de energía final **se hace con rendimientos relativamente altos**.

Así la electricidad se emplea en la producción de frío y calor, en iluminación, en elevación de cargas, en la mayoría de los procesos de producción industrial, e incluso últimamente está teniendo una gran penetración en el mundo de la automoción. Actualmente las principales compañías fabricantes de automóviles están produciendo vehículos híbridos, que consumen combustible y electricidad. Incluso ya es posible encontrar en el mercado los primeros coches alimentados exclusivamente por energía eléctrica.

Inducción electromagnética

La generación de energía eléctrica se basa en el **principio de inducción electromagnética**: cuando se **mueve un conductor eléctrico** en el seno de un **campo magnético**, se genera en él una **fuerza electromotriz** (fem) que sirve para alimentar receptores eléctricos.

La fem inducida se mide en **voltios** y su valor depende de:

- La **inducción del campo magnético** (B) que se mide en teslas (T).
- La **longitud** del **conductor** (l) expresada en metros.
- La **velocidad de giro** del conductor dentro del campo magnético (ω) medida en radianes por segundo.

$$\epsilon = B \cdot l \cdot \omega$$

Dinamo

Generador que produce energía en forma de **corriente continua**. Este es el sistema utilizado por ejemplo, para generar energía eléctrica en las bicicletas para alimentar el faro.

Alternador

Generador que produce energía en forma de **corriente alterna**. Este es el caso de las centrales de producción de energía eléctrica.

Importante

Conjunto de elementos necesarios para transportar la corriente eléctrica desde el lugar en que se ha generado al lugar en que va a ser consumida.

Los componentes más importantes de las líneas de transporte y distribución eléctricas son los siguientes:

- **Central eléctrica:** En ella se transforma la energía primaria en energía eléctrica. La energía eléctrica producida en una central tiene un voltaje de 26 kilovoltios; valores superiores no son adecuados por ser muy difíciles de aislar y por el elevado riesgo de cortocircuitos y sus consecuencias.
- **Centro de transformación:** En él se eleva el voltaje de la energía eléctrica generada hasta las altas tensiones necesarias en las redes de transporte. Este voltaje se eleva mediante transformadores a tensiones entre 138 y 765 kilovoltios para la línea de transporte primaria, cuanto más alta es la tensión en la línea, menor es la corriente y menores son las pérdidas por calor (efecto Joule) en los conductores, ya que estas son proporcionales al cuadrado de la intensidad de corriente.
- **Líneas de transporte:** Son el medio de transporte físico de la energía eléctrica entre los centros de transformación y las subestaciones.
- **Subestaciones:** Instalaciones en las que se reduce el voltaje para adecuarlo a las líneas de reparto o distribución. En ellas el voltaje se transforma en tensiones entre 69 y 138 kilovoltios para que sea posible transferir la electricidad al sistema de distribución.
- **Líneas de distribución en media tensión:** Transmiten la corriente eléctrica hasta los transformadores.
- **Transformadores :** Adaptan el voltaje al valor requerido por los consumidores. En ellos la tensión se vuelve a reducir en cada punto de distribución para abastecer convenientemente a los diferentes usuarios, así la industria pesada suele trabajar a 33 kilovoltios, los trenes eléctricos requieren de 15 a 25 kilovoltios. La tensión industrial está comprendida entre 380 y 415 voltios, y el consumo doméstico se alimenta a 220 voltios.

2. Energías no renovables

En este punto repasamos las **energías no renovables** , en la que se detallan las distintas **fuentes de energía** no renovables, pasando por la descripción del uso de los **combustibles fósiles** como el carbón y el petróleo, para la utilización de este tipo de energías, así como el uso de la **energía nuclear** .

2.1. Fuentes de energía



Las fuentes de energía son fenómenos, naturales o artificiales, del que podemos extraer energía, como por ejemplo: el sol, el viento, el carbón...

Las podemos clasificar en:

- **Renovables** . Son aquellas cuyos recursos no se agotan en el tiempo, como por ejemplo: solar, eólica, geotérmica, hidráulica, biomasa, marea motriz...
- **No renovables** . Son aquellas que existen en una cantidad limitada en la naturaleza, como por ejemplo los combustibles fósiles o el uranio.

2.2. Combustibles fósiles



Importante

Los **combustibles fósiles** pertenecen al grupo de las energías no renovables que son aquellas que existen en una cantidad limitada en la naturaleza y sin ninguna posibilidad de regenerarse.

Las energías no renovables:

- Se encuentran en la naturaleza con una distribución geográfica irregular.
- Al ritmo actual de consumo, se agotarán en un tiempo limitado.
- A pesar de sus inconvenientes, la mayor parte de la energía que se produce en el mundo actualmente procede de estas fuentes.

Las principales energías no renovables que utilizamos son los **combustibles fósiles**.

Los combustibles fósiles proceden de restos vegetales y de otros organismos vivos que en tiempos remotos fueron sepultados por grandes cataclismos, y que se fueron transformando debido a la acción de ciertos microorganismos en unas condiciones de temperatura y presión adecuadas.

Según su antigüedad y el proceso de transformación, se generaron combustibles sólidos (carbón), líquidos (petróleo) o gaseosos (gas natural).

Los más importantes son **el carbón** y **el petróleo** por ser los más utilizados.

2.3. Energía nuclear



Importante

La **energía nuclear** es una energía contenida en la materia, que es liberada cuando se producen ciertas reacciones nucleares.

En las reacciones nucleares los núcleos de determinados elementos interaccionan dando lugar a una pequeñísima desaparición de materia que se transforma en energía térmica.

En estos procesos la cantidad de energía producida, supera enormemente a las que se obtienen durante cualquier otro proceso químico.

La energía nuclear se caracteriza por:

- Producir una **gran cantidad de energía eléctrica** .
- **Generar residuos nucleares** , muy difíciles de tratar, que hay que confinar en depósitos aislados y controlados durante mucho tiempo.
- **No producir contaminación atmosférica** de gases de efecto invernadero porque no hay combustión.

Existen dos tipos de reacciones nucleares:

- **Reacción nuclear de fisión**
- **Reacción nuclear de fusión**

3. Energías renovables

En este punto repasamos las **energías renovables**, en la que se detallan las más importantes tales como la energía **hidráulica**, la energía **solar**, la energía **eólica**, la energía de la **biomasa**, energía **geotérmica, mareomotriz y de las olas**, así como se hace referencia al tratamiento de los **residuos sólidos urbanos** que se generan como consecuencia de la actividad humana.

3.1. Energía hidráulica

Importante

Llamamos **energía hidráulica** a la energía mecánica que tiene almacenada el agua. Esta energía puede estar acumulada en dos formas:

- **Energía potencial** que poseen las masas de agua embalsada por estar a una determinada altura.
- **Energía cinética** del agua debida a la velocidad con la que fluye por los cauces.

Las **ventajas** de las centrales hidroeléctricas son:

- Utilizan una forma renovable de energía, repuesta por la naturaleza de manera gratuita.
- Es limpia, pues no contamina ni el aire ni el agua.
- Control de riego e inundaciones y abastecimiento de agua.
- Los costos de mantenimiento y explotación son reducidos.
- Las instalaciones y equipos tienen una duración considerable.
- La turbina hidráulica es una máquina sencilla, eficiente y segura, muy rápida a la conexión y desconexión y requiere poca vigilancia.

Contra estas ventajas deben señalarse ciertos **inconvenientes** :

- Los costes de capital por Kw instalado son elevados.
- El emplazamiento, está obligado por situaciones geográficas y puede estar lejos de los centros de consumo por lo que necesitan líneas de transporte.
- Se tarda más en construir que centrales térmicas equivalentes.
- La disponibilidad de energía puede fluctuar de estación en estación y de año en año.
- En la construcción del embalse se requiere la inundación de terrenos fértiles y núcleos habitados.

Importante

Tipos de centrales

Las centrales hidroeléctricas se pueden clasificar según distintos criterios. En este apartado se ha tomado como criterio de clasificación la forma en que aprovechan el agua para generar energía eléctrica. Según esto tenemos dos grandes grupos.

Centrales de agua fluyente: Mediante un azud (barrera que ayuda a elevar el nivel del caudal) y una toma de agua en el cauce del río, derivan un caudal de agua que es devuelta al río después de ser aprovechada para mover una turbina.

aprovechando para mover la turbina, este dependerá del caudal que lleve el río en cada instante.

Los componentes de este tipo de centrales son:

- El azud de derivación.
- Una cámara de carga, a donde llega el agua del canal.
- Una tubería forzada que conduce el agua hasta la turbina a gran presión.
- El edificio de la central.
- El equipamiento electromecánico, donde está situada la turbina, el generador y el transformador.
- Y por último, el canal de descarga que devuelve el agua al río.

Centrales de embalse: Se utilizan pantanos que acumulan agua. Esta agua posteriormente será utilizada para mover la turbina en la central que se encuentra a pie de la presa según las necesidades de producción energéticas. Se pueden dividir en:

- **De regulación** si son capaces de almacenar grandes cantidades de agua para ser empleadas en épocas de bajos caudales o cubrir las necesidades de producción energética en horas punta.
- **De bombeo** . Las estudiaremos un poco más despacio.

Las **centrales de bombeo** se suelen instalar en los cauces altos de los ríos. Disponen de dos embalses situados a diferente altura. Cuando la demanda de energía eléctrica es máxima, las centrales de bombeo funcionan como una central convencional generando energía eléctrica, utilizando el agua para mover una turbina desde el embalse superior al inferior, quedando el agua almacenada en el embalse inferior.

Este tipo de centrales disponen de grupos de motores-bomba o, alternativamente, sus turbinas son reversibles; de manera que puedan funcionar como bombas y los alternadores como motores.

Estas centrales pueden ser de dos tipos: de bombeo mixto cuando el embalse superior está abastecido por un cauce de agua además de por el agua bombeada desde el embalse inferior, y de bombeo puro, cuando el único abastecimiento del embalse superior es a través del bombeo de agua del embalse inferior.

La presa

Muro fabricado generalmente de hormigón que se construye habitualmente en un desfiladero o garganta sobre un río, arroyo o canal con la finalidad de contener el agua en el cauce fluvial para su posterior aprovechamiento.

Existen dos grandes tipos de presas: las de **gravedad** y las de **bóveda**.

La turbina

La turbina y el alternador son los mecanismos esenciales de la central hidroeléctrica.

Hay tres tipos de turbinas: **Francis** , **Kaplan** y **Pelton** . La elección de un tipo u otro para una instalación dependerá del caudal de agua y de la altura del salto y se escapa a los objetivos de este curso.

3.2. Energía solar

Importante

Central Solar

Instalación en la que se aprovecha la radiación del sol para producir energía eléctrica.

Las instalaciones solares más importantes son las siguientes:

- Centrales fototérmicas.
- Centrales fotovoltaicas.
- Energía solar de media y baja temperatura.

Importante

Centrales fototérmicas

En este tipo de centrales solares, el calor de la radiación solar calienta un fluido que pasa a fase vapor. El vapor se dirige hacia la turbina obligándola a girar. El giro de la turbina genera la energía eléctrica.

La captación y concentración de la radiación solar se efectúa en unos dispositivos llamados **heliostatos**. En esencia, estos heliostatos son espejos que reflejan y concentran la radiación solar en un determinado punto. Normalmente, estos dispositivos están dotados de elementos de control que los orientan en función de la posición del Sol respecto a la Tierra. Las centrales solares de tipo térmico más comunes son las de tipo torre.

En ellas se dispone de un gran número de heliostatos orientados de tal forma que reflejen la radiación solar hacia una zona de la torre donde está almacenado el fluido, **la caldera**. El fluido caliente comunica su calor en un cambiador de calor a otro fluido que convertido en fase gaseosa pasa a través de la turbina generando electricidad.

Para una central de 10 MW de potencia, la superficie ocupada por los heliostatos es de unas 20 Ha.

Importante

En este tipo de centrales se hace incidir la radiación solar sobre la superficie de unas placas en las que hay dispuestos cristales de óxido de silicio en unos elementos llamados células fotovoltaicas. Estas células generan corriente eléctrica por efecto fotovoltaico.

Una vez que se ha generado la energía eléctrica existen dos alternativas: bien la almacenamos para un uso posterior o bien la transmitimos a través de la red eléctrica. En función de esto tenemos dos tipos de sistemas.

- **Sistemas aislados**

Los sistemas aislados captan la energía solar mediante paneles solares fotovoltaicos y almacenan la energía eléctrica generada por los mismos en baterías.

Utilizando sistemas de este tipo es posible disponer de electricidad en lugares alejados de la red de distribución eléctrica. Se abastece de electricidad a instalaciones ganaderas, casas de campo, refugios de montaña, sistemas de iluminación o balizamiento, etc.

- **Sistemas conectados a red**

En ellos la energía eléctrica generada se inyecta directamente a la red de distribución eléctrica. En la actualidad las compañías distribuidoras de energía eléctrica están obligadas por ley a comprar la energía inyectada a su red por las centrales fotovoltaicas. El precio de esta energía también está regulado por ley, de forma que se incentiva la producción de electricidad solar. Estas instalaciones son amortizables entre 8 y 10 años.

Este tipo de centrales fotovoltaicas pueden ir desde pequeñas instalaciones de 1 a 5 kW en nuestra terraza o tejado, a instalaciones de hasta 100 kW sobre cubiertas de naves industriales o en suelo, e incluso plantas de varios megavatios.



Energía solar de media y baja temperatura

Llamaremos sistemas de energía solar de media y baja temperatura a los sistemas que emplean directamente la energía del sol para la producción de agua caliente sanitaria, calefacción, climatización de piscinas, invernaderos, secaderos, etc.

El aprovechamiento de energía solar a baja temperatura se puede realizar a partir de varias vías diferentes. Las más importantes van a ser la **arquitectura solar** y los **colectores solares**.

- **Arquitectura solar**

Conjunto de técnicas dirigidas al aprovechamiento de la energía solar de forma directa, sin transformarla en otro tipo de energía, para su utilización inmediata o para su almacenamiento sin la necesidad de sistemas mecánicos ni aporte externo de energía.

- **Colector solar**

Elemento que absorbe el calor proporcionado por el sol con un mínimo de pérdidas y lo transmite a un fluido (aire o, más frecuentemente, agua).

3.3. Energía eólica



Importante

La **energía eólica** es la energía obtenida del viento. De una forma más precisa diremos que la energía eólica es la energía cinética asociada a las corrientes de aire.

La energía eólica es utilizada principalmente para producir energía eléctrica. Las máquinas utilizadas en este proceso, en apariencia muy similares a los molinos tradicionales, reciben el nombre de **aerogeneradores**.

Parques eólicos, aerogeneradores

Un parque eólico es una central de producción de energía eléctrica a partir de la energía cinética del viento. Estas centrales están constituidas por un conjunto de máquinas denominadas **aerogeneradores** conectados a la red de distribución eléctrica.

Para que un aerogenerador pueda generar energía es necesario que el viento alcance una velocidad de unos 19 km/h, logrando su mejor rendimiento con vientos entre 40 y 50 km/h.

En esencia el viento hace girar las palas del aerogenerador transformando su energía cinética en energía mecánica de rotación. Esta a su vez actúa sobre un generador eléctrico. La energía eléctrica generada se transforma a una tensión superior y se transmite a la red.

Ventajas la energía eólica:

- No emite productos contaminantes, ni genera residuos que afecten al medioambiente.
- Se regenera de forma natural.
- El tiempo necesario para la instalación de un parque eólico es muy bajo.
- Su coste es competitivo frente a los otros tipos de centrales.

Inconvenientes de la energía eólica:

- Su producción es irregular y discontinua, está condicionada a la existencia de viento.
- Impacto paisajístico, aunque una vez concluida su vida útil, el paisaje sufre una regeneración completa.

3.4. Energía de la biomasa



Importante

Biomasa:

Materia orgánica de origen animal o vegetal que mediante un proceso biológico, espontáneo o provocado, puede ser utilizada como fuente de energía.

El desarrollo de nuevas instalaciones de procesamiento de material orgánico ha hecho que la biomasa se aproveche cada vez más como fuente de energía. En estas instalaciones la biomasa se somete a diferentes tipos de procesos.

Uno de ellos está basado en **procesos termoquímicos**. En ellos la materia orgánica es sometida a elevadas temperaturas en atmósferas controladas. Otros **procesos** son de **tipo bioquímico**, en los que se emplean microorganismos que tras actuar sobre la materia orgánica la transforman en combustibles de mayor poder calorífico.

3.5. Energía geotérmica, maremotriz y de las olas

Importante

Central geotérmica

Una central geotérmica es una central térmica en la que la caldera se sustituye por el calor del vapor de agua que se extrae del interior de la Tierra.

La energía geotérmica es la que **se obtiene del calor interno de la Tierra**. Esta energía está asociada a grandes bolsas de aguas termales muy calientes que se encuentran a escasa profundidad.

Esta energía se pone de manifiesto en la naturaleza en zonas volcánicas, que favorecen la aparición de **géiseres** naturales.

Ventajas de la energía geotérmica:

- Su producción es constante.
- Evita dependencias energéticas externas.
- Produce muy escasos residuos.

Inconvenientes de la energía geotérmica:

- Emite dióxido de azufre y dióxido de carbono, por lo que contribuye a la lluvia ácida y favorece el efecto invernadero.
- Contamina las aguas próximas con sustancias tóxicas, como arsénico y amoníaco.
- Alto coste inicial.
- Impacto paisajístico.

Importante

Central maremotriz

Instalación que es capaz de generar energía eléctrica a partir de la energía de las mareas.

La **energía mareomotriz** es la energía asociada a las mareas provocadas por la atracción gravitatoria del sol y principalmente de la luna sobre las masas de agua de los mares. Las mareas pueden suponer una diferencia del nivel del mar de entre 2 y 15 metros, dependiendo de las costas.

La técnica utilizada para el aprovechamiento de este tipo de energía consiste en encauzar el agua de la marea en una cuenca y, en su camino, accionar las turbinas de una central eléctrica. Cuando las aguas se retiran, también generan electricidad, usando un generador de turbina reversible.



Importante

Central undimotriz

Instalación que es capaz de generar energía eléctrica a partir de la energía de las olas.

Este tipo de centrales presenta indudables **ventajas** :

- No emite agentes contaminantes ni genera ningún tipo de residuos.
- Es absolutamente renovable ya que se regenera de manera natural y espontánea.
- Su coste de mantenimiento es relativamente bajo.

Aunque también, plantea una serie de **inconvenientes** :

- Genera un impacto ambiental y paisajístico.
- La construcción de una central mareomotriz supone un elevado coste.
- La producción de energía eléctrica es discontinua, ya que solo genera energía un determinado número de horas al día.
- La relación entre la cantidad de energía que se puede obtener con la tecnología actual y el coste económico y ambiental de instalar estas centrales han impedido la proliferación de este tipo de energía.

3.6. Residuos sólidos urbanos



Importante

Residuos sólidos urbanos (R.S.U.):

Son todos aquellos desperdicios sólidos, de naturaleza inerte, que se generan, como consecuencia de la actividad humana, en las ciudades y sus áreas de influencia.

Su recogida y eliminación resultan procesos complejos y costosos.

Es muy importante comenzar los mismos con una recogida selectiva de basuras.

Una vez separados los distintos tipos de residuos cada uno recibe el tratamiento más adecuado. En principio, y siempre que sea posible, habrá que procurar conseguir un reciclaje de los residuos. Según cual sea el tipo de residuo se emplearán diferentes procesos para recuperar las materias primas que los componen.

En otros casos no es posible reciclar el residuo en esos casos y dependiendo de las cantidades y calidad de los residuos se suelen emplear distintas técnicas:

- **Eliminación de residuos por vertedero** . Consiste en la compactación de R.S.U., sin reciclaje de materia ni recuperación de energía.
- **Compostaje** . Consiste en someter el residuo a un tratamiento biológico mediante el cual se obtiene un producto llamado **compost** que podrá ser utilizado como abono agrícola.
- **Incineración de residuos combustibles** . Los residuos se queman, obteniendo calor que alimentará a una central eléctrica, o bien para calefacción u otros usos industriales.
- **Tratamiento biológico de residuos** . En este caso el objetivo es obtener biogás o bioalcohol, a través de procesos similares a los comentados en el caso de la biomasa. Estos productos serán empleados como combustible en las centrales térmicas.

4. Materiales: tipos y propiedades

En este punto repasamos los **materiales** , haciendo un recorrido por su importancia, clasificación y elección. Se trata también las propiedades de los materiales y se especifican determinados ensayos para conocer sus propiedades mas importantes.

4.1. Introducción: importancia, clasificación y elección de los materiales



Los materiales constituyen cualquier producto de uso cotidiano y desde el origen de los tiempos han sido utilizados por el hombre para mejorar su nivel de vida.

Es importante tener la mayor información posible para que cuando debamos optar por un material, para fabricar un objeto, un útil, o una máquina, la elección sea acertada, reuniendo el material todas las características que precise.

Se han desarrollado innumerables materiales diferentes con características muy especiales para satisfacer necesidades muy concretas de nuestra compleja sociedad, metales, plásticos, vidrios y fibras. Actualmente los adelantos electrónicos más sofisticados se basan en el uso de semiconductores.

La sociedad actual exige el continuo desarrollo de técnicas para **obtener nuevos materiales** que atiendan a **necesidades** cada vez más **estrictas** : soportar temperaturas muy elevadas, ser más resistentes a la corrosión, operar a mayores velocidades, emplear productos más ligeros...

4.2. Propiedades de los materiales



Importante

Los materiales se **diferencian** entre sí por sus propiedades.

Las propiedades de los materiales se pueden agrupar en base a distintos criterios. Nosotros, desde un punto de vista técnico, vamos a establecer la siguiente clasificación:

- Propiedades físicas.
- Propiedades químicas.
- Propiedades mecánicas.



Importante

Propiedades físicas

Son las que nos informan sobre el comportamiento del material ante diferentes acciones externas, como el calentamiento, la luz, electricidad, etc.

Estas propiedades son debidas a la estructura microscópica del material; es la configuración electrónica de un átomo la que determina los tipos de enlaces atómicos y son estos los que contribuyen a forjar las propiedades de cada material. Las podemos clasificar en las siguientes categorías:

- Propiedades térmicas.
- Propiedades ópticas.
- Propiedades eléctricas.
- Propiedades acústicas.
- Otras: magnetismo, densidad.

Propiedades térmicas

Determinan el comportamiento que van a tener los materiales frente al calor.

Las más importantes son:

- **Calor específico**

Es la cantidad de energía necesaria para aumentar 1º C la temperatura de un cuerpo. Indica la mayor o menor dificultad que presenta dicha sustancia para experimentar cambios de temperatura bajo el suministro de calor.

- **Soldabilidad**

Es la posibilidad que tienen algunos materiales para poder ser soldados.

- **Conductividad térmica**

Es la variación de dimensiones que sufren los materiales cuando se modifica su temperatura.

Esta variación viene dada por la expresión:

$$\Delta L = L_i \cdot K \cdot \Delta T$$

Donde L_i es la longitud inicial, k el coeficiente de dilatación lineal (depende de cada material) y ΔT es el incremento de temperatura.

● Punto de congelación, ebullición y fusión

- El punto de congelación es la temperatura a la cual un líquido se transforma en sólido. El agua, por ejemplo, tiene su punto de congelación, como todos sabemos, en 0° C.
- El punto de ebullición es la temperatura a la cual un líquido se transforma en gas.
- El punto de fusión es la temperatura a la cual un cuerpo en estado sólido se transforma en líquido.

Propiedades ópticas

Son las que determinan la aptitud de un material ante el paso de la luz a su través.

En función de este comportamiento de los materiales ante la luz, podemos clasificarlos en:

- Transparentes, dejan pasar la luz (vidrio, algunos plásticos, etc.).
- Translúcidos, dejan pasar parte de la luz (alabastro, tela, etc.).
- Opacos, no dejan pasar la luz (madera, metal, etc.).

Propiedades eléctricas

Determinan el comportamiento que va a tener un material cuando es atravesado por una corriente eléctrica.

En función de este comportamiento de los materiales ante la corriente eléctrica, podemos clasificarlos en:

- Conductores, ofrecen escasa resistencia al paso de los electrones (cobre, aluminio, etc.).
- Semiconductores, ofrecen cierta dificultad al paso de los electrones (silicio, germanio, etc.).
- Aislantes, ofrecen una muy alta resistencia al paso de los electrones (madera, plásticos, etc.).

Propiedades acústicas

Determinan el comportamiento que va a tener un material ante el sonido.

En función de este comportamiento en los materiales ante el sonido, podemos clasificarlos en:

- Conductores acústicos, permiten transmitir el sonido como los metales.
- Aislantes acústicos, evitan en mayor medida la transmisión del sonido (poliuretano, porexpan, etc.).

Otras Propiedades

Se engloban aquí otras propiedades de los materiales en respuesta al comportamiento frente al magnetismo, masa, etc.

● Magnetismo

Según el comportamiento ante los campos magnéticos, los materiales pueden ser:

- Diamagnéticos (oro, cobre), cuando se oponen a un campo magnético aplicado, de modo que en su interior se debilita el campo.
- Paramagnéticos (aluminio, platino) cuando el campo magnético en

en el interior de los materiales. Estos materiales se emplean como núcleos magnéticos en transformadores y bobinas en circuitos eléctricos y electrónicos.

- **Peso específico**

Es la relación entre la masa y el volumen de un material, y se conoce con el nombre de **densidad** . $\rho = \frac{m}{V}$



Importante

Propiedades químicas

Son las que nos informan sobre el comportamiento del material ante el ataque de productos químicos. De entre ellas podemos destacar:

- **Resistencia a la corrosión**

La corrosión es el comportamiento que tienen los materiales al estar en contacto con determinados productos químicos, especialmente ácidos en ambientes húmedos.

- **Resistencia a la oxidación**

La oxidación es la capacidad de los materiales a ceder electrones ante el oxígeno de la atmósfera



Importante

Propiedades mecánicas

Son las que describen el comportamiento de un material ante las fuerzas aplicadas sobre él, por eso son especialmente importantes al elegir el material del que debe estar construido un determinado objeto.

Las propiedades mecánicas se cuantifican con exactitud mediante **ensayos**.

Las más importantes son:

- **Tenacidad / Fragilidad**

Estas propiedades cuantifican la resistencia de un material al golpe.

- Tenacidad es la capacidad de un material de soportar, sin deformarse ni romperse, los esfuerzos bruscos que se le apliquen.

- Fragilidad es la facilidad para romperse un material por la acción de un impacto.

- **Elasticidad / Plasticidad**

- Elasticidad es la capacidad de algunos materiales para recobrar su forma y dimensiones primitivas cuando cesa el esfuerzo que les había

deformaciones permanentes, es decir de no recobrar su forma y dimensiones primitivas cuando cesa el esfuerzo que les había deformado.

- **Ductilidad**

Es la propiedad que presentan algunos metales de poder estirarse sin romperse, permitiendo obtener alambres o hilos.

- **Maleabilidad**

Es la posibilidad que presentan algunos metales de separarse en láminas delgadas sin romperse.

- **Resistencia mecánica**

Es la capacidad que tiene un material de soportar los distintos tipos de esfuerzos (tracción, compresión, torsión, cizalladura y flexión) que existen sin deformarse permanentemente.

- **Dureza**

Es la oposición que presenta un material a ser rayado o penetrado por otro.

- **Fatiga**

La fatiga es una propiedad que nos indica el comportamiento de un material ante esfuerzos, inferiores al de rotura, pero que actúan de una forma repetida.

- **Resiliencia**

Es una medida de la energía que se debe aportar a un material para romperlo.

- **Mecanibilidad**

Es la facilidad de algunos materiales para ser mecanizados por arranque de viruta. También se le llama maquinabilidad

- **Acritud**

Es el aumento de dureza y fragilidad que adquieren los materiales cuando son deformados en frío.

4.3. Ensayos mecánicos, tipos de esfuerzos

Importante

Los ensayos simulan las condiciones en las que van a trabajar los materiales y de ese modo podemos determinar sus características y comportamiento.

El comportamiento mecánico de un material es la relación entre su respuesta o deformación ante una sollicitación o esfuerzo aplicado. Estas sollicitaciones suelen ser alguna de los siguientes tipos:

- Tracción.
- Compresión.
- Cortadura.
- Torsión.

Entre los ensayos mecánicos más utilizados podemos destacar:

- Ensayo de tracción.
- Ensayo de dureza.
- Ensayo de choque.

Importante

Tipos de esfuerzos o cargas aplicadas a los materiales.

Los tipos de esfuerzos o cargas que soportan los materiales son:

- Una fuerza de **tracción** : que produce una elongación o alargamiento.
- Una carga de **compresión** : que produce contracción.
- Una carga de **flexión** : que produce una flexión en el material.
- Un esfuerzo de **cortadura** : similar al que aplicara las hojas de unas tijeras.
- Una deformación de **torsión** generada por un par de fuerzas: similar al producido en un retorcimiento.

Tensión y deformación

Definimos la **tensión** σ en una barra, como el cociente entre la fuerza uniaxial media F y la sección transversal original S_0 de la barra.

$$\sigma = \frac{F}{S_0}$$

Se mide en Pascales (S.I.), que es el cociente entre Newton y metros cuadrados, aunque se suele expresar en Megapascuales, ya que así podemos expresar la superficie en mm^2 , que es más coherente con las medidas que

Alargamiento

Definimos el **alargamiento unitario (ϵ)** como el cociente entre la variación de longitud respecto a la longitud inicial.

$$\epsilon = \frac{l-l_0}{l_0} = \frac{\Delta l}{l_0}$$

Como puede deducirse de la fórmula, la deformación es una magnitud adimensional. En la práctica es común convertir la deformación en un porcentaje de deformación %.

Deformación elástica y plástica

Cuando una probeta se somete a una fuerza uniaxial, se produce una deformación.

- Si el material vuelve a sus dimensiones originales al cesar la fuerza, se dice que el material ha sufrido una **deformación elástica**, ya que los átomos del material son desplazados de su posición y cuando la fuerza cesa, los átomos vuelven a sus posiciones originales y el material recupera su forma original.
- Si el material es deformado hasta el punto que los átomos no pueden recuperar sus posiciones originales, se dice que ha experimentado una **deformación plástica**.

4.4. Ensayo de tracción

Importante

El **ensayo de tracción** analiza el comportamiento de un material ante un esfuerzo progresivo de tracción hasta su rotura. Todo el proceso del ensayo está normalizado según las normas UNE 7474.

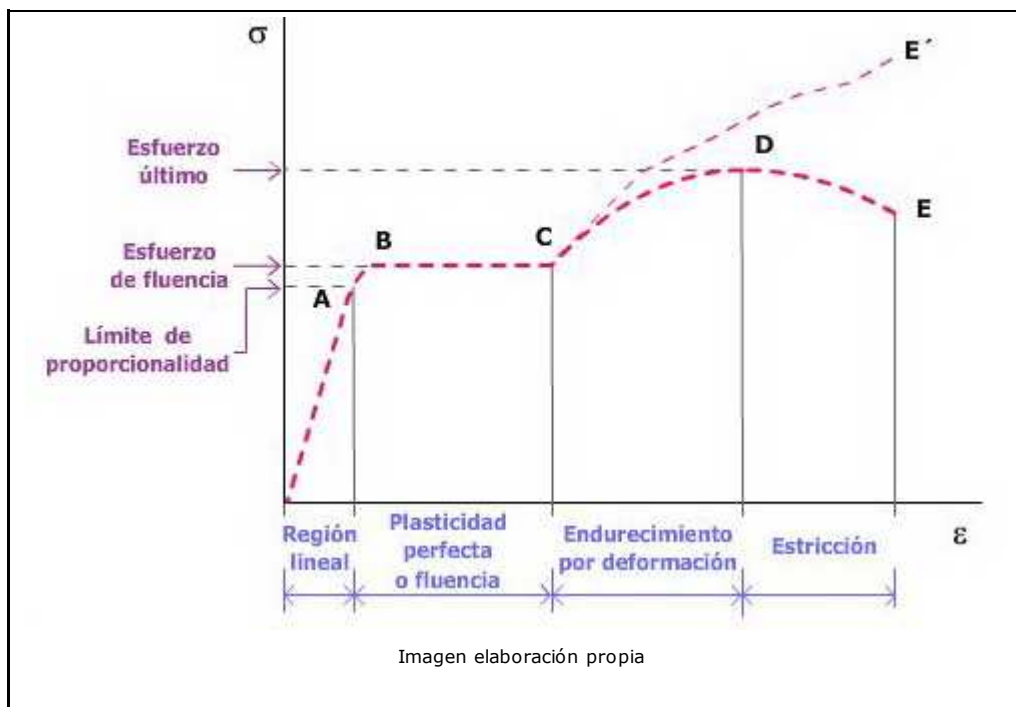
El ensayo de tracción se realiza mediante una máquina universal de tracción que provoca la deformación de una probeta del material a ensayar al aplicarle una carga progresiva en sentido axial.

La máquina al realizar el ensayo de tracción, nos va a proporcionar una gráfica donde vamos a relacionar:

- la fuerza aplicada " **F** " (eje vertical)
- el incremento de longitud " **Δl** " que sufre la probeta (eje horizontal)

En **el diagrama Final del ensayo de Tracción o DIAGRAMA ESFUERZO-DEFORMACIÓN** (ver figura a continuación), vamos a escalar los valores anteriores, por los valores iniciales (S_0 , l_0) y nos relaciona la tensión con la deformación:

- Eje vertical, la **tensión $\sigma = (F/S_0)$**
- Eje horizontal, la **deformación $e = (\Delta l/l_0)$**



Esta curva esfuerzo-deformación varía de un material a otro, e incluso otros materiales presentan curvas distintas; es el caso del acero. La evaluación del ensayo de tracción se realiza a partir de la curva tensión-deformación. Veremos a continuación los parámetros que podemos obtener de ella: tensiones, módulo elástico, deformación, etc.

El diagrama anterior se puede clasificar en dos zonas: que son las

- Zona elástica
 - **Zona de proporcionalidad** (OA).
 - **Zona no proporcional** (AB).
- Zona plástica.
 - **Zona de deformación plástica uniforme** o zona de límite de rotura (CD).
 - **Zona de rotura o zona de estricción** o zona de deformación plástica localizada (DE)
 -

Tensión de tracción (σ_t)

Para cualquier punto de la gráfica anterior, se calcula como el cociente entre la fuerza de tracción soportada por la probeta y su sección transversal inicial. Se expresa en fuerza por unidad de superficie: Pascales (PA en el Sistema Internacional), o en MPa, o en Kp/cm².

$$\sigma_t = \frac{F}{S_0}$$

Límite elástico (σ_E)

También se puede definir como la máxima tensión que el material es capaz de soportar sin sufrir deformaciones permanentes.

$$\sigma_E = \frac{F_E}{S_0}$$

Si miramos la gráfica anterior, σ_E , es la tensión en el límite superior de esta zona proporcional, es decir en el punto A.

Módulo de elasticidad o Módulo de Young (E)

Es la relación entre la tensión realizada y la deformación que provoca en el tramo lineal de la curva tensión-deformación (región elástica, zona proporcional OA).

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

Sus unidades son MPa o N/mm², o bien los Kp/cm². También podemos expresarlo como:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{F/S_0}{\Delta l/l_0}$$

Tensión de tracción a rotura (σ_R)

Es la tensión de tracción soportada por la probeta en el punto "D", que es en la gráfica anterior es el valor máximo de tensión que soporta la probeta.

4.5. Ensayo de dureza

Importante

Dureza es la resistencia que opone un material a la deformación permanente (plástica) en su superficie, es decir la resistencia que opone un material a ser rayado o penetrado.

Según el tipo de materiales y su geometría se emplean entre otros los siguientes métodos de ensayos de dureza, que veremos a continuación:

- Brinell.
- Vickers.
- Rockwell.

Importante

La dureza Brinell (**HB** Hard Brinell), es la relación entre la carga aplicada y la superficie de la huella producida. En este ensayo dicha superficie tiene forma de casquete esférico.

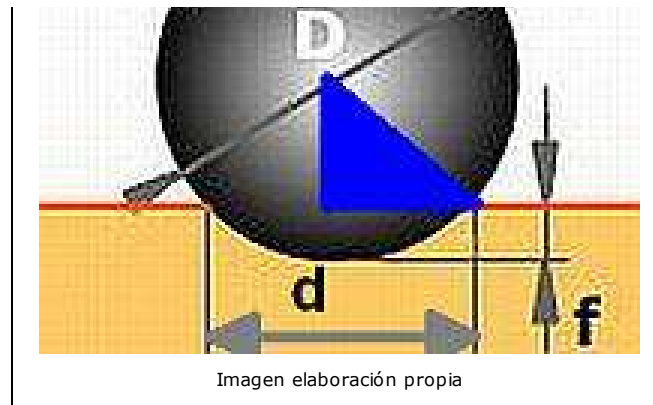
$$HB = \frac{F}{S}$$

$$S = \Pi \cdot D \cdot f$$

siendo:

- F: carga aplicada en Kg.
- D: diámetro de la bola en mm.
- d: diámetro de la huella en mm.
- f: profundidad de la huella.

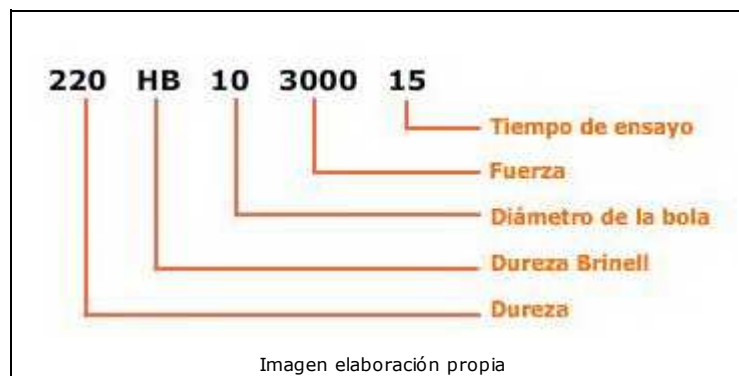
Como el área del casquete de la huella no es una medida que podamos tomar directamente debido a la medida de la profundidad f, vamos a calcular dicha profundidad a través de un triángulo rectángulo.



$$(D/2)^2 = (d/2)^2 + ((D/2) - f)^2$$

$$HB = \frac{F}{\frac{\pi \cdot D}{2} \cdot (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

La dureza Brinell se expresa de la siguiente forma:



Importante

El ensayo **Vickers** viene definido por la norma UNE 7-423-84.

En el ensayo Vickers el **penetrador es una pirámide de base cuadrada**, cuyas caras opuestas forman un ángulo de 136°.

La dureza Vickers (**HV** Hard Vickers), se calcula de forma similar a como lo hacíamos en el ensayo Brinell. En este caso la dureza es función de la superficie lateral de la huella y de la carga aplicada.

$$HV = \frac{F}{S}$$

$$S = 4 \cdot l \cdot \frac{h}{2}$$

siendo:

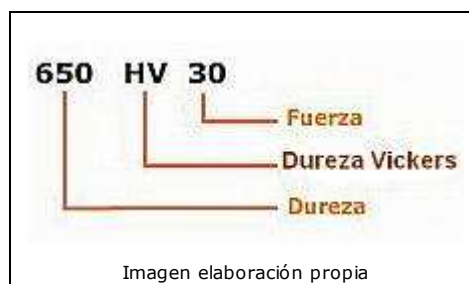
- d: diagonal de la huella en mm.
- l: arista del cuadrado de la huella.
- h: altura de los triángulos que forman la huella.

Igual que sucedía en Brinell, como la superficie lateral de la huella no es una medida que podamos tomar directamente. Dicha superficie tiene ahora forma de triángulo, y sería la suma de los cuatro triángulos que ha dejado impreso el penetrador en forma de pirámide. El resultado final de la dureza Vickers será:

$$\operatorname{sen} 68 = \frac{l}{h}$$

$$HV = 1,8453 \cdot \frac{F}{d^2}$$

La dureza Vickers se expresa de la siguiente forma:



El ensayo **Rockwell** viene determinado por la norma UNE 7-424-89. Se puede utilizar indistintamente con materiales muy duros, o con materiales blandos.

Para materiales blandos (con durezas menores que 200) el penetrador es una bola de acero de diámetro 1.5875 mm, y la dureza determinada será una **dureza Rockwell B (HRB)**.

Para materiales duros (con durezas mayores que 200) el penetrador es un cono de diamante de 120° en la punta, y la dureza determinada será una **dureza Rockwell C (HRC)**.

El ensayo Rockwell es un ensayo rápido y fácil de realizar pero menos preciso que los anteriores, en el que la dureza se obtiene en función de la profundidad de la huella y no de la superficie como en el Brinell y el Vickers.

La dureza Rockwell no se expresa directamente en unidades de penetración, sino como diferencia de dos números de referencia:

$$HRC = 100 - e$$

$$HRB = 130 - e$$

4.6. Ensayo de resiliencia o de choque

Importante

El ensayo de resiliencia es un ensayo destructivo, que consiste en romper una probeta del material a ensayar golpeándola con un péndulo. Para facilitar la rotura de la probeta, se realiza una hendidura o entalladura en la probeta. El ensayo Rockwell viene determinado por la norma UNE 14556.

El objetivo del ensayo es conocer la energía que puede soportar un material al recibir un choque o impacto sin llegar a romperse.

La resiliencia se obtiene con la siguiente expresión y se expresa en J/m^2 .

$$\rho = \frac{E_0 - E_F}{S} = \frac{\Delta E_p}{S} = \frac{m \cdot g \cdot (H - h)}{S}$$

5. Materiales: Materiales metálicos

En este punto repasamos los **materiales metálicos**, haciendo un recorrido por su estructura cristalina y sus aleaciones. Se trata también la modificación de las propiedades de los metales mediante distintos procedimientos.

5.1. Estructuras cristalinas. Defectos cristalinos

Importante

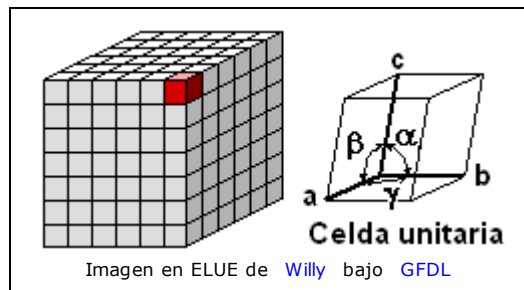
Sólidos cristalinos.

Un material puede solidificar como:

- **Sólido cristalino**, cuando los átomos, iones o moléculas que lo constituyen se empaquetan siguiendo posiciones espaciales predeterminadas formando **cristales**. Los sólidos cristalinos tienden a adoptar estructuras internas geométricas siguiendo líneas rectas y planos paralelos. Y su aspecto externo depende de la siguiente serie de factores:
 - **Composición química.** El sólido puede ser una sustancia simple o un compuesto, y puede contener **impurezas** que alteren la estructura cristalina y otras propiedades, como el color o la consistencia.
 - **Temperatura y presión.** Ambas influyen en la formación de los cristales y en su crecimiento; en general, los cristales se forman a altas presiones y elevadas temperaturas.
 - **Espacio y tiempo.** El crecimiento tridimensional de un cristal puede verse limitado por el espacio y el tiempo. A menudo la falta de espacio es responsable del aspecto imperfecto de algunos cristales en su forma externa.
- **Sólido amorfo**, cuando los elementos que constituyen el sólido no ocupan posiciones espaciales predeterminadas, por lo que no presentan estructuras ordenadas y no forman redes cristalinas: El vidrio y la cera son claros ejemplos de este tipo de sólidos.

Estructuras cristalinas.

La estructura interna de los cristales viene representada por la llamada **celdilla unidad o elemental** que es el menor conjunto de átomos que mantienen las mismas propiedades geométricas de la red y que al expandirse en las tres direcciones del espacio constituyen una red cristalina. El tamaño de esta celdilla viene determinado por la longitud de sus tres **aristas** (**a**, **b**, **c**), y la forma por el valor de los **ángulos** entre dichas aristas (**α** , **β** , **γ**).



Auguste Bravais, en el siglo XIX fue el primero en proponer la hipótesis de la **estructura reticular de los minerales**. En la actualidad se han podido describir catorce redes cristalinas, llamadas **redes de Bravais**.

De las catorce redes de Bravais, casi todos los metales elementales y aleaciones metálicas, cristalizan en los siguientes tres tipos:

- FCC
- HCP

Red Cúbica Centrada en el Cuerpo (BCC, *Body Centred Cubic*)

La red representa un cubo cuyo parámetros son:

- aristas: $a = b = c$
- ángulos entre aristas: $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
- cantidad de átomos: 8 átomos en los vértices del cubo y 1 átomo en el centro del cubo.

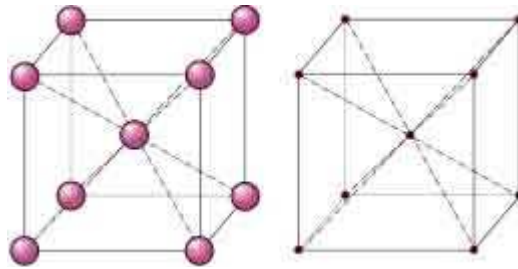


Imagen en Wikimedia Commons de [Cdang](#) bajo [GDFL](#)

EJEMPLOS: Fe α , Mo, Na, ...

Red Cúbica centrada en las Caras (FCC, *Face Centred Cubic*)

La red tiene forma de cubo, cuyos parámetros son:

- aristas: $a = b = c$
- ángulos entre aristas: $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
- cantidad de átomos: 8 átomos en los vértices del cubo y 6 en los centros de cada una de las caras.

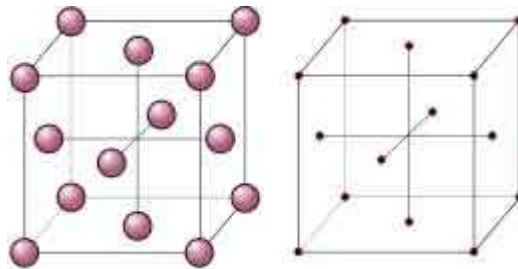


Imagen en Wikimedia Commons de [Cdang](#) bajo [GDFL](#)

EJEMPLOS: Fe γ , Ni, Co, Cu, Al, Ti, ...

Red Hexagonal Compacta (HCP, *Hexagonal Close Packing*)

La red tiene forma de prisma recto de base es un hexaedro, cuyos parámetros son:

- aristas: $a = b \neq c$
- ángulos entre aristas: $\alpha = \beta = 90^\circ$; $\gamma = 120^\circ$
- cantidad de átomos: 12 átomos están dispuestos en los vértices de la red, 2 átomos en el centro de la base y 3 átomos en el interior

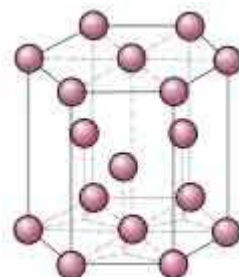


Imagen en Wikimedia Commons de [Cdang](#) bajo [GDFL](#)

Defectos cristalinos.

Podemos afirmar que no existen cristales perfectos sino que en general contienen algún tipo de imperfección o defecto. Estas alteraciones influyen en las cualidades de los materiales, alterando las propiedades estudiadas en temas anteriores como: físicas, mecánicas, etc.

Los más importantes son:

Defectos puntuales. Son los que se propagan en una dirección afectando a una fila de la red cristalina y afectan a un único punto en la red, afectando a los átomos próximos. Dentro de este grupo de imperfecciones tendríamos:

- Vacancias, son puntos vacíos en la estructura de la red que tiene el material, que deberían haber estado ocupados por átomos.
- Átomo intersticial, es un átomo que se ha colocado en los huecos o intersticios de la red. Suelen ser de menor tamaño que los átomos que componen la red.
- Átomo sustitucional, es un átomo diferente que sustituye en la red a uno de los originales
- Dislocaciones, consisten en líneas adicionales de átomos insertadas en la estructura cristalina.

Defectos de superficie . Son aquellos que se propagan a través de un plano o dos dimensiones.

Defectos volumétricos . Son aquellos que se propagan en 3 dimensiones, provocando una gran alteración en la red.

5.2. Aleaciones

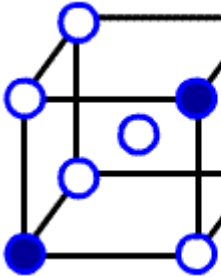
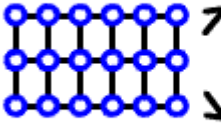


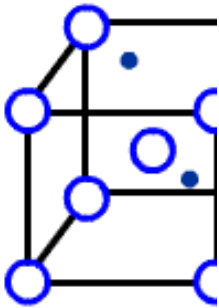
Se llama **aleación** a la mezcla homogénea en estado fundido de un metal con al menos otro elemento que puede ser metálico o no, pero el producto final obtenido debe presentar características metálicas.

El componente principal de una aleación metálica será siempre un elemento metálico, que hará prevalecer su estructura cristalina tras la aleación. Al elemento que está presente en mayor proporción en la aleación se le llama **disolvente** , y **soluto** al que está en menor proporción.

La estructura de una aleación resulta más compleja que la de un metal puro.

Según como interaccionen los componentes de las aleaciones, éstas se pueden clasificar en:

SOLUCIONES SÓLIDAS	POR SUSTITUCIÓN	<p>El metal A tiene por ejemplo la red representada (BCC). La disolución del componente B en el metal A se efectúa por sustitución parcial de átomos de A por átomos de B.</p> <p>Las soluciones sólidas por sustitución pueden ser limitadas e ilimitadas.</p> <p>Cuando la solubilidad es total en estado sólido cualquier cantidad de átomos de A puede ser sustituida por átomos de B.</p>	<div></div> <p>Imagen elabc</p> <div></div> <p>Imagen elabc</p>
---------------------------	------------------------	--	---

		<p>cumplirse dos condiciones.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Que ambos metales tengan la misma red cúbica. ● Que la diferencia entre las dimensiones de los átomos de disolvente y soluto sea muy pequeña y sobre todo que los elementos que se encuentran muy cerca en la tabla periódica. 	
	<p>POR INSERCIÓN</p>	<p>Los átomos del soluto C se sitúan entre los intersticios de los átomos de A.</p> <p>Es necesario que el tamaño de los átomos de soluto C sea mucho menor que los del disolvente A.</p>	 <p>Imagen elaborada por el autor.</p>

5.3. Modificación de las propiedades de un material

Importante

La adición de un componente aunque sea en muy pequeñas proporciones, incluso inferior al 1 % puede modificar enormemente las propiedades de una aleación.

En comparación con los metales puros, las aleaciones presentan algunas ventajas:

- Mayor dureza y resistencia a la tracción.
- Menor temperatura de fusión por lo menos de uno de sus componentes.
- Menor ductilidad, tenacidad y conductividad térmica y eléctrica.

La modificación de estas propiedades se puede realizar por tratamientos térmicos, mecánicos, termomecánicos y termoquímicos.

Importante

Tratamiento térmico

Proceso realizado sobre distintos metales u otros sólidos, que consiste básicamente, **en calentarlos y posteriormente enfriarlos** .

Dependiendo de la temperatura a la que se calientan y la velocidad a la que se enfrían, se consigue modificar la estructura cristalina, por lo tanto las variables que controlamos son la temperatura y el tiempo

Es importante tener claro que en estos procesos **no se modifica la constitución química de los materiales** .

La finalidad de este proceso es mejorar las propiedades mecánicas del material, sobre todo, la dureza, la resistencia, la tenacidad y la maquinabilidad.

Existen fundamentalmente cuatro tratamientos térmicos:

- Temple
- Revenido
- Recocido
- Normalizado

Importante

Tratamientos mecánicos: la forja

Es un tratamiento mecánico ayudado de calor y aplicado a las aleaciones o metales. Se deforma el metal, previamente calentado a temperaturas elevadas, golpeándolo por encima de la [recristalización](#).

Con este procedimiento se mejora la microestructura del material, consiguiendo aumentar la dureza, la resistencia mecánica y reducir la plasticidad.

Importante

Tratamientos termomecánicos

Son combinaciones de los tratamientos térmicos, junto a las deformaciones mecánicas del material a tratar.

El más utilizados en la industria del acero es el **ausforming**, que consiste en aplicar un tratamiento térmico de temple deformando del 60 % al 90 % del acero, y posteriormente enfriando de manera rápida.

Importante

Tratamientos termoquímicos

Son aquellos en los que, además de los cambios en la estructura del acero, también se producen cambios en la composición química de su capa superficial, añadiendo distintos productos químicos hasta una profundidad determinada.

Mediante estos tratamientos se modifica la composición química superficial del material, por lo tanto, las variables que controlamos son la temperatura, el tiempo y la composición química.

Los tratamientos termoquímicos más importantes son:

- **Cementación (C)** : Consiste en incrementar la dureza superficial de una pieza de acero dulce, aumentando la concentración de carbono en su superficie. Obteniendo, una gran dureza superficial, resistencia al desgaste, buena tenacidad en el núcleo y aumento de la resiliencia.
- **Nitruración (N)** : En este caso se incorpora nitrógeno a la composición superficial de la pieza. Al igual que la cementación este método también aumenta la dureza superficial del acero, aunque lo hace en mayor medida. Los aceros tratados por este procedimiento adquieren

superficial de pequeñas piezas de acero. Utiliza baños con cianuro, carbonato y cianato sódico. Es una mezcla de cementación y nitruración.

- **Carbonitruración (C+N)** : Al igual que la cianuración, introduce carbono y nitrógeno en una capa superficial, sin embargo estos elementos están en forma de hidrocarburos como metano, etano o propano; amoníaco (NH_3) y monóxido de carbono (CO). En el proceso se requieren temperaturas de 650 a 850 C. Es necesario realizar un temple y un revenido posterior.

- **Sulfinitización (S+N+C)** : En este proceso se incrementa la resistencia al desgaste obtenida en los procesos de cianuración y carbonitruración mediante la acción del azufre. Se aumenta la resistencia al desgaste, favorece la lubricación y disminuye el coeficiente de rozamiento.

5.4. Metales y aleaciones férreas

Importante

Llamaremos **material ferroso** a todo material que en su composición contenga una proporción de hierro.

Importante

Fabricación, proceso de obtención del acero.

Se conoce por **siderurgia** al conjunto de procesos que debe sufrir el mineral de hierro hasta que se obtiene el metal utilizable.

La primera etapa de este proceso consiste en la extracción en las minas de los distintos minerales que contienen hierro. En ellas el mineral, al que llamaremos **mena**, se encuentra formando parte de las rocas, las cuales además de la mena contienen componentes no útiles llamadas **gangas**. Ambas partes deben ser separadas, para lo que habitualmente se pueden emplear dos métodos:

- **Imantación** : en primer lugar se tritura la roca y se hace pasar por un campo magnético aquellos productos que contengan hierro se separarán de las otras rocas.
- **Separación por densidad** : una vez triturada, la roca se sumerge en agua. Al tener la mena distinta densidad que la ganga, ésta se separa del mineral de hierro.

Independientemente de cual sea el método utilizado, una vez realizada la separación del mineral de hierro, se le somete a un proceso por el que se forman una especie de aglomerado de mineral llamado **pelets**. Estos se transportan a la planta siderúrgica donde se procesarán en el alto horno.

Un **alto horno** es una instalación industrial en la que la **mena** contenida en el mineral de hierro es **transformada** en **arrabio**, también llamado hierro bruto.

El **hierro colado o arrabio** obtenido del alto horno es un producto que todavía no está listo para ser utilizado industrialmente.

- Por un lado **contiene impurezas** de elementos como **azufre** o **silicio**.
- Por otro lado contiene un porcentaje demasiado alto de **carbono** y por último todavía arrastra restos de **óxidos de hierro**.

Todas estas sustancias hacen que las propiedades del producto no sean las deseables. Es necesario pues tratar este hierro, el proceso por el que esto se lleva a cabo se llama **colado**.

Proceso por el que se eliminan las impurezas y se reduce la cantidad de carbono presente en el arrabio para transformarlo en un acero apto para la actividad industrial. Las impurezas eliminadas generan una **escoria**.

En la actualidad existen dos métodos diferentes para realizar el colado del arrabio. Por un lado está el método **convertidor LD** y por otro el **horno eléctrico**.

Importante

Aceros y fundiciones.

Acero:

Aleación de hierro y carbono en la que el porcentaje de carbono no supera el 1,76 %.

Clasificación de los aceros

Los aceros se pueden clasificar en función de varios criterios, esto da lugar a varias clasificaciones, la más utilizada de todas ellas es la clasificación **en función del porcentaje de carbono disuelto**. El porcentaje de carbono disuelto en el acero condiciona las propiedades del mismo. Así cuanto mayor sea el porcentaje de carbono disuelto en el acero, éste presenta más dureza y más resistencia a la tracción. Teniendo esto presente es posible clasificar los aceros en:

Nombre del acero	% de carbono	Resistencia a tracción (kg/mm²)
Extrasuave	0,1 a 0,2	35
Suave	0,2 a 0,3	45
Semisuave	0,3 a 0,4	55
Semiduro	0,4 a 0,5	65
Duro	0,5 a 0,6	75
Extraduro	0,6 a 0,7	85

Fundiciones:

Aleación de hierro y carbono pudiendo contener otros elementos, en la que el porcentaje de carbono está entre el 1,76 y 6,67 % de carbono.

- Fundición blanca. El carbono que contiene se presenta en mayor medida en forma del compuesto cementita (CFe_3).
- Fundición gris. El carbono que contiene se presenta en mayor medida en forma de láminas de grafito mezcladas con el hierro.

5.5. Metales y aleaciones no férreas

Importante

Los metales no ferrosos son aquellos materiales que no poseen o tienen un escaso contenido de hierro.

Según su nivel de utilización los metales no ferrosos serían: cobre y sus aleaciones, aluminio, estaño, plomo, zinc, níquel, cromo, titanio, magnesio.

Estos metales, a pesar de tener características específicas, presentan una serie de propiedades físicas generales que los identifican:

- Estado sólido a temperatura normal, excepto el mercurio que es líquido.
- Opacidad, excepto en capas de muy pequeño espesor.
- Buenos conductores eléctricos y térmicos.
- Brillantes, una vez pulidos.
- Estructura cristalina en estado sólido.

Se pueden clasificar de acuerdo a su densidad en:

- **Pesados** , si su densidad es mayor de 5 kg/dm^3 .
- **Ligeros** , si su densidad está comprendida entre 2 y 5 kg/dm^3 .
- **Ultraligeros** , si su densidad es menor de 2 kg/dm^3 .

En general los metales no ferrosos suelen ser **blandos** y presentan una **reducida resistencia mecánica** , por lo que se suelen alea para mejorar éstas y otras propiedades.

Importante

Metales pesados: Cobre, bronce, latones...

Cobre

Símbolo Cu. Número atómico es 29. Densidad $8,9 \text{ kg/dm}^3$. Punto de fusión $1083 \text{ }^\circ\text{C}$. Resistencia a la tracción 18 kg/mm^2 . Alargamiento 20 % . Resistividad $0,017 \text{ } \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$.

Obtención. Estado natural.

El cobre puede encontrarse en estado puro. El cobre en bruto se tritura, y se separa por flotación y se concentra en barras.

Propiedades

blando y maleable.

Aplicaciones

Era conocido en épocas prehistóricas, se han encontrado objetos de este metal en las ruinas de las civilizaciones antiguas.

El cobre tiene una gran variedad de aplicaciones a causa de sus ventajosas propiedades, como son su elevada conductividad del calor y electricidad, la resistencia a la corrosión, así como su maleabilidad y ductilidad. Debido a su extraordinaria conductividad, sólo superada por la plata, el uso más extendido del cobre se da en la industria eléctrica. Por su ductilidad se puede transformar en cables de cualquier diámetro, desde 0,025 mm.

Aleaciones

Las aleaciones más importantes y profusamente utilizadas son:

- **Bronce**, una aleación con estaño, se emplea en la fabricación de campanas, engranajes, esculturas.
- **Latón**, una aleación con zinc, se emplea en grifería, bisutería, envases...

A menor escala se emplean otras aleaciones como son:

- **Cuproaluminio**, se emplea para fabricar hélices de barco, tuberías.
- **Alpaca**, es una aleación con níquel y zinc de color plateado, se emplea en la fabricación de cuberterías y joyería barata.
- **Cuproníquel**, se emplea para la fabricación de monedas y de contactos eléctricos.

Estaño

Símbolo Sn. Número atómico 50. Densidad $7,28 \text{ kg/dm}^3$. Punto de fusión 231°C . Resistencia a la tracción 5 kg/mm^2 . Alargamiento 40 %. Resistividad $0,115 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$.

Obtención. Estado natural

Es un metal muy escaso en la corteza terrestre, su principal mineral es la casiterita (SnO_2), que tiene una riqueza muy baja.

Propiedades

A temperatura ambiente es **blando y maleable**, es fácil obtener papel de escaso espesor.

Aplicaciones

Sus principales aplicaciones es en la fabricación de hoja de lata recubriendo un alma de acero de dos capas muy finas de estaño puro. En aleación con plomo para emplearse como metal de aportación en la soldadura blanda eléctrica.

Zinc

Símbolo Zn. Número atómico 30. Densidad $7,13 \text{ kg/dm}^3$. Punto de fusión 419°C . Resistencia a la tracción según sean piezas moldeadas o forjadas $3-20 \text{ kg/mm}^2$. Alargamiento 20 %. Resistividad $0,057 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$.

Obtención. Estado natural

No se encuentra puro en la naturaleza y hasta el siglo XVII no se consiguió sintetizar. Los minerales más importantes son la **blenda**, sulfuro de zinc y sulfuro de plomo, con una riqueza del 50 % de zinc y la **calamina**, silicato y carbonato de zinc, con riqueza inferior al 40%.

Es muy frágil a temperatura ambiente, pero se vuelve maleable entre los 120 y los 150 °C, por lo que se lamina fácilmente en rodillos caliente. No es atacado por el aire seco, pero en aire húmedo se oxida, cubriéndose con una película carbonada que lo protege de una posterior corrosión. Reacciona mal en presencia de ácidos.

Aplicaciones

- El **metal puro** se usa principalmente como capa recubrimiento para producir acero galvanizado, en las placas de las pilas eléctricas secas, y en las fundiciones a troquel. Se usa como pigmento en pintura de exteriores, por sus propiedades antioxidantes, se utiliza como elemento de relleno en llantas de goma y como pomada antiséptica en medicina.
- Aleado con el cobre para obtener **latón**.
- El **cloruro de zinc** se usa para preservar la madera y como fluido soldador.
- El **sulfuro de zinc** es útil en electroluminiscencia, fotoconductividad, semiconductividad y otros usos electrónicos; se utiliza en los tubos de las pantallas de televisión y en los recubrimientos fluorescentes.



Aleaciones ligeras.

Aluminio

De símbolo Al, es el elemento metálico más abundante en la corteza terrestre. Número atómico 13. Densidad 2,69 kg/dm³. Punto de fusión 660 °C. Resistencia a la tracción 10 kg/mm². Alargamiento 50 %. Resistividad 0,026 Ω mm²/m.

Obtención. Estado natural

Se obtiene de la **bauxita**, mineral que puede encontrarse en minas a cielo abierto.

Aplicaciones

- Debido a su baja densidad es muy útil para construir aviones, vagones ferroviarios y automóviles, y para las aplicaciones en las que es importante la movilidad y la conservación de energía.
- Por su elevada conductividad térmica, el aluminio se emplea en utensilios de cocina y en pistones de motores de combustión.
- Es fácilmente moldeable por lo que se usa en carpintería de aluminio.
- Dada su escasa absorción de neutrones, se utiliza en reactores nucleares.
- Es muy maleable por lo que se obtiene papel de aluminio de 0,002 mm de espesor, utilizado para proteger alimentos y otros productos perecederos, por su compatibilidad con comidas y bebidas se usa en envases, envoltorios flexibles, botellas y latas de fácil apertura. El reciclado de estos recipientes supone un gran ahorro de energía.
- La resistencia a la corrosión por agua del mar, lo hace útil para fabricar cascos de barco y elementos que estén en contacto con el agua.

Titanio

De símbolo Ti. Número atómico 22. Densidad $4,45 \text{ kg/dm}^3$. Punto de fusión 1800°C . Resistencia a la tracción 100 kg/mm^2 . Alargamiento 5 %. Resistividad eléctrica $0,8 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$.

Obtención. Estado Natural

No se encuentra puro en la naturaleza. Constituye los minerales **ilmenita** (FeTiO_3), **rutilo** (TiO_2) y **esfena** ($\text{CaO} \bullet \text{TiO}_2 \bullet \text{SiO}_2$).

Aplicaciones

- Es muy maleable y dúctil en caliente, debido a su resistencia y su densidad, el titanio se usa en aleaciones ligeras, aleado con aluminio y vanadio, se utiliza en aeronáutica para fabricar las puertas de incendios, el fuselaje, los componentes del tren de aterrizaje. Los cuadros de las bicicletas de carreras. Los álabes del compresor y los revestimientos de los motores a reacción.
- Se usa ampliamente en misiles y cápsulas espaciales; las cápsulas Mercurio, Gemini y Apolo fueron construidas casi totalmente con titanio.
- Es eficaz como sustituto de los huesos y cartílagos en cirugía.
- Se usa en los intercambiadores de calor de las plantas de desalinización debido a su capacidad para soportar la corrosión del agua salada.



Metales ultraligeros.

Magnesio

De símbolo Mg. Número atómico 12. Densidad $1,74 \text{ kg/dm}^3$. Punto de fusión 650°C . Resistencia a la tracción 18 kg/mm^2 . Resistividad eléctrica $0,8 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$.

Aplicaciones

El magnesio aleado con aluminio se usa para piezas de aeronáutica, en fuegos artificiales, aspiradoras, esquís, carretillas, cortadoras de césped, muebles de exterior e instrumentos ópticos. También como desoxidante en la fundición de metales.

El magnesio puro se utiliza en flashes fotográficos, bombas incendiarias y señales luminosas y pólvora para fuegos artificiales, porque su combustión da una luz blanca muy intensa.

Formando distintos compuestos químicos tiene diferentes utilidades es diverso.

- El **carbonato de magnesio** (MgCO_3), se usa como material refractario y aislante.
- El **cloruro de magnesio** ($\text{MgCl}_2 \bullet 6\text{H}_2\text{O}$), se emplea como material de relleno en los tejidos de algodón y lana, en la fabricación de papel y de cementos y cerámicas.

- El **hidróxido de magnesio** ($\text{Mg}(\text{OH})_2$), se utiliza en medicina como laxante, "leche de magnesia", y para refinar azúcar.

6. Materiales: Materiales no metálicos

En este punto repasamos los **materiales no metálicos**, haciendo un recorrido por los materiales poliméricos, materiales cerámicos tradicionales y avanzados, y sobre los nuevos materiales.

6.1. Materiales poliméricos

Importante

Un material polimérico es un material cuya estructura interna está formada por **polímeros**.

Los polímeros están formados por largas cadenas de moléculas elementales más pequeñas, llamadas **monómeros**.

Estas cadenas se repiten cíclicamente dando lugar a moléculas de gran tamaño de elevado peso molecular, que reciben el nombre de **polímeros**.

Los polímeros se pueden dividir en:

- **Homopolímeros**, cuando los monómeros que lo forman son idénticos y se han **formado por adición**.
- **Copolímeros** si los monómeros que lo constituyen son distintos y se han **formado por condensación**.

PROPIEDADES GENERALES DE LOS MATERIALES POLIMÉRICOS

Los plásticos o polímeros poseen una serie de propiedades que hacen que sus aplicaciones en todos los sectores de la industria vaya cada día más en aumento, entre las que podemos destacar:

- Coste reducido.
- Baja densidad.
- Buenos aislantes eléctricos.
- Buenos aislantes térmicos, aunque la mayoría no resisten elevadas temperaturas.
- Su combustión es muy contaminante.
- Resistentes a la corrosión y a los agentes químicos y atmosféricos.

Importante

Los plásticos se pueden clasificar atendiendo al origen de la materia prima utilizada para su obtención, y pueden ser **naturales** (caucho, celulosa...), o **sintéticos** (el resto de los plásticos usuales).

Pero la clasificación más importante es la que se establece **en base a su comportamiento frente al calor** así como a sus propiedades y se clasifican en:

- **TERMOPLÁSTICOS.**
 - **Funden al calentarlos** y se pueden moldear para darles forma, volviendo a solidificar al enfriarse.
 - Este ciclo de calentamiento- conformación- enfriamiento, **se puede**

- Al calentarlos se ablandan y pueden moldearse y solidifican. En este proceso se produce una reacción química que **imposibilita que vuelvan a fundirse al aumentar su temperatura**, impidiendo las posteriores deformaciones por sucesivos calentamientos.

- **ELASTÓMEROS.**

- Son **muy elásticos**; se deforman enormemente cuando se les aplica cualquier esfuerzo y recuperan sus dimensiones originales al ceder este.
- Tienen muy alta adherencia y baja dureza.



Importante

La **conformación de un material** consiste en darle una forma predefinida y estable, cuyo comportamiento sea adecuado a las aplicaciones a las cuales está destinado. Es muy fácil conformar polímeros, admitiendo los mismos procesos que los metales.

Los métodos de conformación más importantes de los materiales poliméricos son:

- Extrusión.
- Calandrado.
- Termoconformado.
- Moldeo por compresión.
- Moldeo por transferencia.
- Moldeo por centrifugado.
- Moldeo por inyección.
- Moldeo por extrusión-soplado.
- Espumación.



Importante

Las **fibras textiles** son filamentos que se hilan o trenzan, se pueden tejer formando tejidos y se pueden teñir dándoles color.

Atendiendo a su origen podemos clasificarlas: en naturales, artificiales y sintéticas.

- **Fibras naturales**: Están elaboradas a partir de componentes animales, vegetales o minerales.

Pueden ser:

- De origen animal: lana, seda...
- De origen vegetal: algodón, lino, esparto...

de productos naturales.

Pueden ser:

- De origen vegetal: rayón, fibrolana...
- De origen mineral: fibra de vidrio, fibras de metales...
- **Fibras sintéticas** : Se elaboran mediante síntesis químicas, a través de un proceso denominado polimerización. En la actualidad son las más empleadas. Y entre ellas tenemos el nailon, el tergal o la licra.

6.2. Materiales cerámicos: tradicionales y avanzados



Los **materiales cerámicos** son aquellos productos (piezas, componentes, dispositivos, etc.) constituidos por compuestos inorgánicos, no metálicos, cuya característica fundamental es que son consolidados mediante tratamientos térmicos a altas temperaturas.

Se aglutinan en materiales cerámicos tradicionales y materiales cerámicos avanzados.

- Los **materiales cerámicos tradicionales** están fabricados con materias primas de yacimientos naturales, con o sin proceso de beneficiación para eliminar impurezas al objeto de aumentar su pureza, tales como los materiales arcillosos.

Sus **características** más importantes son:

- El conformado puede ser manual y el proceso de cocción se realiza en hornos tradicionales (horno túnel, hornos ascendentes, etc).
- La microestructura de la mayoría de los materiales cerámicos tradicionales presentan un tamaño de grano grueso y una alta porosidad, visible al microscopio óptico de no muchos aumentos (La microestructura se puede estudiar u observar a niveles de microscopía óptica).
- La densidad llega únicamente a alcanzar valores del orden del 10 al 20 % menor que la densidad teórica del material.
- El nivel de los defectos en un material cerámico tradicional es del orden de milímetros.
- Los **materiales cerámicos avanzados** están fabricados con materias primas artificiales que han sufrido un importante procesado químico para conseguir una pureza alta y una mejora de sus características físicas.

Sus **características** más importantes son:

- El proceso de conformado se realiza con equipos sofisticados, que incluyen la utilización de alta temperatura y presión.
- La microestructura es de grano fino y se tiene que resolver o estudiar por medio de la microscopía electrónica.
- La densidad llega a alcanzar valores del orden del 99 o 100 % de la densidad teórica del material.
- El nivel de los defectos en un material cerámico avanzado es del orden de las micras.

Existen muchos materiales cerámicos diferentes, pero todos ellos tienen una serie de características en común:

- Son materiales **duros y frágiles** .
- Son muy **resistentes al desgaste** , por eso, se usan para fabricar herramientas de corte.
- Son muy **resistentes a la oxidación** y a la **corrosión** .

- Poseen puntos de fusión altos, motivo por el cual **resisten temperaturas más elevadas** que los metales.
- Son **económicos**, debido a que la materia prima de la que están compuestos es muy barata, aunque su proceso de fabricación resulte elevado.

Importante

EL VIDRIO

El vidrio se obtiene de una mezcla de arena de sílice (SiO_2), con fundentes (Na_2CO_3), y estabilizantes, como caliza (CaCO_3), se añaden, cada vez en mayor medida, cascotes de vidrio procedente de envases de vidrio reciclado, la mezcla funde en torno a 1.500 °C. Al vidrio así obtenido se le da forma por laminación.

Es un material **inorgánico, amorfo, transparente, duro y frágil**, empleado para fabricar una gran cantidad de productos, ventanas, lentes, botellas,...

Los tipos de vidrio más significativos son:

- **Soda-Cal.** Es el más utilizado.
- **Plomo.**
- **Borosilicato.**
- **Fibra de vidrio.**
- **Fibra óptica.**

Importante

EL CEMENTO

El **cemento** es un aglomerante (especie de pegamento) en forma de polvo que tiene la propiedad de endurecer (fraguar) una vez que se le ha añadido agua y se ha dejado secar, incluso en ausencia de oxígeno. Cuando fragua adquiere una buena resistencia a la compresión.

Hay diversos tipos de cementos pero los más importantes son:

- Cemento **natural.**
- Cemento **Portland.**

El proceso de fabricación del cemento consta de cuatro pasos:

1. Extracción y molienda de la materia prima.
2. Homogeneización de la materia prima.

El **hormigón** es una mezcla de **cemento, grava, arena y agua** , que va solidificando progresivamente, y que soporta muy bien los **esfuerzos de compresión** , y poco los esfuerzos de cortadura y de tracción.

Para solventar el problema de mal resistencia a la tracción, se dota al hormigón de diferentes materiales que trabajan frente a la acción de las cargas a que está sometida, en especial **el acero** que cumple la misión de soportar los **esfuerzos de tracción y cortadura** , a los que se someten las estructuras. Este tipo de hormigón se conoce con el nombre de **hormigón armado** .

Otro tipo de hormigón es el **hormigón pretensado** , que son unas vigas de hormigón sometidos intencionadamente a **esfuerzos de tracción** previos a su puesta en servicio. Esta técnica se emplea para superar la debilidad natural del hormigón a los esfuerzos de tracción.



EL YESO

El yeso es sulfato de calcio dihidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), se comercializa molido, en forma de polvo, se obtiene del **aljez** , una piedra natural sedimentaria, incolora o blanca en estado puro, pero debido a impurezas puede presentar tonalidades grises, castaño o rosado.

El yeso es uno de los minerales mas ampliamente utilizados en el mundo. Una vez amasado con agua, se aplica directamente, y **fragua a gran velocidad** .

Sus aplicaciones más importantes son:

- Es muy empleado en construcción para, **enlucidos** , como pasta de agarre y de juntas, en **estucados** y como soporte para pintura al **fresco** .
- En prefabricados, para tabiques (**pladur**), y placas de **escayola** para techos.
- En traumatología como férulas para inmovilizar huesos y favorecer la regeneración ósea en las fracturas.
- En la elaboración de **tizas** para escritura.
- En los moldes para reproducción de **esculturas** .
- En la fabricación de **cemento** , como elemento aditivo.
- Es mal conductor del calor y la electricidad, por lo que se usa como **aislante térmico** .

6.3. Otros materiales

Importante

LA MADERA

La **madera** es una sustancia fibrosa y relativamente dura que constituye el tronco de los árboles.

La estructura interior de la madera está formada por las siguientes partes:

- **Corteza.** Es una capa impermeable que recubre el árbol protegiéndole de agentes atmosféricos exteriores.
- **Cambium.** Está constituida por células alargadas, que se transforman en nuevas células, las de la zona interior de madera nueva (xilema) y las de la cara externa de líber (floema). Es la zona encargada del crecimiento y desarrollo del árbol.
- **Albura.** Es la madera joven del árbol y está irrigada por mayor cantidad de savia, lo que la hace más vulnerable a la carcoma. Con el tiempo se convierte en madera más dura.
- **Duramen.** Es la madera con dureza y consistencia, formada por tejidos que han alcanzado su total desarrollo procedentes de la transformación de la albura.
- **Núcleo o médula.** Es la parte central y más vieja del árbol. Está formada por células tubulares sin prácticamente agua, que ha sido sustituida por resinas.

Las principales **propiedades** de la madera son:

- **Resistencia, rigidez, dureza y densidad;** cuanto más densa es la madera, más fuerte y dura será. Estas propiedades dependen de lo seca que esté la madera y de la dirección en la que esté cortada con respecto a la veta; siempre es mucho más resistente cuando se corta en la dirección de la veta, por eso las tablas y otros objetos como postes y mangos se cortan a favor de veta.
- Tiene una **alta resistencia a la compresión**, es **muy resistente a la flexión**, presenta una **baja resistencia a la tracción** y **moderada resistencia a la cizalladura**.
- Además es un **buen aislante térmico, acústico y eléctrico**.

Las operaciones que sufre la madera en su proceso de transformación hasta el producto comercial son:

- **Descortezado.**
- **Tronzado.**
- **Aserrado.**
- **Secado.**
- **Cepillado.**

Importante

MATERIALES COMPUESTOS, NUEVOS MATERIALES

Un **material compuesto** es aquél que consta de dos o más materiales físicamente distintos y separables mecánicamente, se puede fabricar mezclando los distintos materiales de tal forma que alcance unas propiedades óptimas y tenga propiedades superiores a las propiedades de los componentes por separado.

La ciencia del conocimiento de los materiales está en continuo desarrollo y día a día registra nuevos avances y descubrimientos en el campo de las propiedades químicas, ópticas, magnéticas,...

De entre estos tipos de materiales compuestos podemos mencionar:

- **Cristales líquidos:** son utilizados en las pantallas de los televisores y de los ordenadores, están formados por finos cristales de materiales conductores transparentes que dejan pasar la luz (óxido de estaño dopado con indio).
- **Biomateriales:** Muy utilizados en el campo de la implantación de prótesis, o de piel artificial.
- **Materiales fosforescentes:** Se utilizan para recubrir las paredes interiores de ciertos monitores o pantallas.
- Los **nanomateriales** de escala microscópica. Es este un campo nuevo y en general se está investigando y experimentando con materiales híbridos compuestos por elementos orgánicos, biológicos, inorgánicos... Entre ellos:
 - **Materiales orgánicos .**
 - **Materiales inteligentes .**
 - **Materiales híbridos (optoelectrónica) .**
 - **Materiales superconductores .**
 - **Geles.**

Influenciados por la demanda de materiales con propiedades diferentes, como mayor ligereza, resistencia, conductividad,... se han realizado una serie de investigaciones que han dado lugar a la aparición de **nuevos materiales** con propiedades antes inimaginables, de entre los que podemos destacar:

- Fibra de carbono.
- Nanotubos.
- Aerogel.
- Grafeno.

7. Ejercicios resueltos de convocatorias anteriores

En este apartado se incluye un enlace a un documento en formato pdf, en el que se incluyen los ejercicios propuestos en convocatorias anteriores así como su resolución.

[Enlace a ejercicios resueltos de convocatorias anteriores](#)



PAU
Mayores de 25 años

Contenidos

Tecnología Industrial **Tema Resumen de las unidades de Energía** **Materiales**

1. Energía y su transformación

En este punto repasamos la **Energía y su transformación** . Se definen algunos **conceptos** relacionados con la energía, en qué **unidades** se expresan, en qué formas se manifiesta la energía y cómo esta, sufre distintas **transformaciones** . También se repasa la **generación , transporte y distribución de la energía eléctrica** .

1.1. Conceptos



Energía:

Capacidad que tiene un sistema para producir trabajo. La energía de un sistema puede ser liberada y transformarse en otros tipos de energía.

Trabajo:

Es la forma de manifestarse la energía con consecuencias útiles, y se produce al aplicar una fuerza provocando un desplazamiento, en caso de no producirse desplazamiento tiene lugar una deformación del cuerpo.

Trabajo = Fuerza x desplazamiento

$$W = F \cdot d$$

Potencia:

Trabajo que se ha realizado durante la unidad de tiempo, es decir, la energía desarrollada por unidad de tiempo.

$$P = \frac{W}{t} = \frac{E}{t}$$

1.2. Unidades y relación entre magnitudes



Importante

Julio

Unidad del Sistema Internacional de Unidades para la **energía**, el **trabajo** y el **calor**. Se define como el **trabajo realizado** por una **fuerza de 1 newton** al producir un **desplazamiento de 1 metro** (N.m).

El símbolo que representa al julio es la letra J.

En algunas ocasiones la tradición aconsejará utilizar otras unidades, tales como:

- En el sistema Cegesimal (CGS), la unidad se llama ergio y corresponde a (dina.cm, dina por centímetro).
- En el sistema Técnico (ST), la unidad se llama kilográmetro y corresponde a (kp.m, kilopondio por metro).
- Y cuando el valor de la energía es muy grande o pequeño, hay que utilizar múltiplos o submúltiplos propios del Sistema Internacional de Unidades.

Vatio

Unidad de medida de potencia en el sistema internacional, se representa por medio de la letra W.

Un vatio se define como la potencia desarrollada por un sistema que libera una energía de un julio en un tiempo de un segundo.

Muy frecuentemente cuando estamos refiriéndonos a sistemas mecánicos o a motores térmicos, se emplea como unidad de potencia el **caballo de vapor** (CV). 1 CV equivale a 735 W.

1.3. Formas de manifestación de la energía

Importante

La energía que posee un sistema puede manifestarse de muy distintas formas. En este apartado veremos los tipos de energía más importantes que puede presentar un sistema, así como las relaciones matemáticas que nos permiten calcular su valor.

Energía cinética

Es la debida al movimiento que tienen los cuerpos, la capacidad de producir trabajo depende de la masa de los cuerpos y de su velocidad, según la ecuación:

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

Energía potencial

Es la capacidad que tiene los cuerpos de producir trabajo en función de la posición que ocupan. En el caso de un cuerpo que se encuentra a una altura h respecto de un sistema de referencia:

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

Energía potencial elástica

Es la que se encuentra almacenada en los resortes o elementos elásticos cuando se encuentran comprimidos. El valor de esta energía es proporcional al valor de la constante de rigidez (k) del elemento elástico y la longitud de la deformación (x):

$$E_{pe} = \frac{1}{2}kx^2$$

Energía mecánica

La energía mecánica de un sistema será la suma de la energía cinética, potencial y potencial elástica.

En un sistema aislado, la suma de las energías potenciales y cinética, es la energía mecánica y se mantiene constante.

$$E_M = E_c + E_p + E_{pe}$$

Importante

La **energía eléctrica** es la asociada a la corriente eléctrica. Su valor depende de la diferencia de potencial del componente, de la intensidad de corriente que lo atraviesa y del tiempo transcurrido.

$$E = I \cdot t \cdot V$$

la potencia.

$$E = P \cdot t$$

Como ya hemos dicho anteriormente, la unidad de energía en el Sistema Internacional de unidades es el **julio** . Sin embargo cuando se habla de energía eléctrica es muy habitual utilizar el kilovatio-hora, **kWh** .

Recuerda que la equivalencia entre estas unidades es:

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$$

Importante

Energía química:

Energía que se libera o que hay que comunicar al sistema cuando se produce en él una reacción química.

La energía química está pues almacenada en los enlaces moleculares dentro de los cuerpos. Esta energía se libera en forma de calor. Es la energía de los alimentos y los combustibles.

En los procesos tecnológicos las reacciones químicas más habituales son las **reacciones de combustión** . En estas reacciones una sustancia llamada combustible reacciona con oxígeno para formar un producto y liberar energía en forma de calor. Esta energía se utilizará para realizar otros procesos.

La cantidad de energía que se puede obtener de un combustible depende de dos factores:

- **Poder calorífico** (P_c): Representa la energía que se puede obtener de 1 kg de combustible.
- **Cantidad de combustible** (m , V) en masa o volumen según se trate de un combustible sólido o de un fluido.

Es decir:

$$E = m \cdot P_c \quad E = V \cdot P_c$$

Importante

Energía térmica:

Energía que tiene un sistema debida a la agitación de las moléculas que lo forman.

Temperatura:

Magnitud que indica el grado de agitación de las moléculas de una sustancia, su valor está asociado a la energía cinética promedio del sistema.

Por otro lado, la experiencia dice que cuando ponemos en contacto dos cuerpos a diferente temperatura, el que está a una temperatura mayor cede parte de su energía (disminuye su temperatura) al que está a menor temperatura (aumenta su temperatura). Este proceso termina cuando las temperaturas de los cuerpos se han igualado. En ese instante se dice que el sistema ha alcanzado el **equilibrio térmico** y a la energía que ha pasado de un cuerpo a otro se le llamará **calor**.

Calor:

Energía que fluye desde un cuerpo que se encuentra a una cierta temperatura a otro que se encuentra a una temperatura inferior.

El **calor** es pues una forma de **energía en tránsito entre dos cuerpos**. Esta energía puede ser almacenada por los cuerpos en forma de energía térmica.

Cuando dos cuerpos a diferente temperatura alcanzan el equilibrio térmico (cuando sus temperaturas se igualan), la cantidad de energía que ha pasado del cuerpo "caliente" al "frío" en forma de calor depende de tres factores:

- La masa del sistema (m).
- De un coeficiente llamado calor específico (c_e). Este valor es característico de cada sustancia e indica la cantidad de calor que hay que suministrar a 1 kg de material para aumentar su temperatura un grado kelvin.
- Del incremento de temperatura del elemento: ($\Delta T = T_f - T_i$), donde T_f es la temperatura final que ha alcanzado el sistema y T_i es la temperatura inicial del elemento.

Es decir:

El calor comunicado o desprendido para que un sistema de m kg pase de una temperatura inicial T_i a una temperatura final T_f viene dado por:

$$Q = m \cdot c_e \cdot \Delta T = m \cdot c_e \cdot (T_f - T_i)$$

Donde c_e es el calor específico de la sustancia.

Formas de intercambio de la energía térmica

La energía térmica o calorífica se puede transmitir de tres formas diferentes:

- **Radiación**: El calor se transmite en forma de ondas electromagnéticas, de modo que un cuerpo más caliente irradia calor en todas las direcciones.
- **Convección**: Este tipo de transmisión se da en los fluidos, tanto líquidos como gaseosos, ya que al calentarse disminuyen su densidad y pasan sus moléculas a ocupar la zona superior, por lo que el lugar vacante es reemplazado por nuevas moléculas frías, estableciéndose una corriente llamada convección.
- **Conducción**: El calor es transmitido entre dos cuerpos que tengan diferentes temperaturas por medio de un contacto físico, hasta que se igualen las temperaturas de los cuerpos.



Importante

La energía nuclear se manifiesta en las llamadas **reacciones nucleares** . Existen dos tipos de reacciones nucleares.

- **Reacción de fisión:** Cuando se rompen núcleos pesados de material fisionable (uranio, plutonio), para constituir otros más ligeros.

- **Reacción de fusión:** Cuando los núcleos de varios átomos ligeros (helio y tritio) se unen para formar un núcleo más pesado (helio).

En estos procesos una pequeña **parte de la materia** de los núcleos implicados **desaparece , transformándose en energía** . Albert Einstein llegó a cuantificar la relación entre la masa desaparecida y la energía generada.

En una reacción nuclear la relación entre la masa desaparecida y la energía liberada viene dada por:

$$E = m.c^2$$

Donde m es la masa desaparecida expresada en kg y c la velocidad de la luz (300.000 km/s).

1.4. Transformación de la energía

Importante

Transformación energética

Una transformación energética va a ser cualquier proceso en el cual un tipo de energía a través de un proceso físico o químico se transforma en otro tipo de energía.

Principio de conservación de la energía

En toda transformación energética la energía total de un **sistema aislado** permanece constante. La energía no puede crearse ni destruirse, solo se puede transformar de una forma a otra.

Primer principio de la termodinámica

La variación de la energía interna de un sistema cerrado en una transformación energética es igual al calor comunicado al sistema desde el entorno menos el trabajo realizado por el sistema. Es decir:

$$\Delta E = E_f - E_i = Q - W$$

donde:

- ΔE = Variación de energía interna en el sistema.
- E_f y E_i = Energía final e inicial del sistema.
- Q = Calor o energía de cualquier tipo que recibe el sistema.
- W = Trabajo que se extrae del sistema.

Rendimiento

Se define el rendimiento (η) como el cociente entre la energía útil (E_U) y la energía total o absorbida (E_T) por el sistema. Se suele expresar en %.

$$\eta = \frac{E_U}{E_T}$$

En resumen:

1. En todas las máquinas y en cualquier proceso físico se producen pérdidas de energía.
2. Por lo tanto, su rendimiento siempre será inferior al 100 %.
3. Esto no se debe interpretar como un incumplimiento del principio de conservación de la energía sino como una transformación "irremediable" de la energía en formas más degradadas, generalmente en forma de calor.

1.5. Generación, transporte y distribución

Importante

La mayor parte de la energía que demanda y consume la sociedad actual se obtiene a partir de transformar la energía eléctrica en cualquier otro tipo de energía.

A pesar de que la **energía eléctrica** no es la más utilizada como energía final, si es muy demandada por dos razones:

- Es la **más sencilla de transportar y distribuir**.
- Su **transformación** en cualquier otro tipo de energía final **se hace con rendimientos relativamente altos**.

Así la electricidad se emplea en la producción de frío y calor, en iluminación, en elevación de cargas, en la mayoría de los procesos de producción industrial, e incluso últimamente está teniendo una gran penetración en el mundo de la automoción. Actualmente las principales compañías fabricantes de automóviles están produciendo vehículos híbridos, que consumen combustible y electricidad. Incluso ya es posible encontrar en el mercado los primeros coches alimentados exclusivamente por energía eléctrica.

Inducción electromagnética

La generación de energía eléctrica se basa en el **principio de inducción electromagnética**: cuando se **mueve un conductor eléctrico** en el seno de un **campo magnético**, se genera en él una **fuerza electromotriz** (fem) que sirve para alimentar receptores eléctricos.

La fem inducida se mide en **voltios** y su valor depende de:

- La **inducción del campo magnético** (B) que se mide en teslas (T).
- La **longitud** del **conductor** (l) expresada en metros.
- La **velocidad de giro** del conductor dentro del campo magnético (ω) medida en radianes por segundo.

$$\epsilon = B.l.\omega$$

Dinamo

Generador que produce energía en forma de **corriente continua**. Este es el sistema utilizado por ejemplo, para generar energía eléctrica en las bicicletas para alimentar el faro.

Alternador

Generador que produce energía en forma de **corriente alterna**. Este es el caso de las centrales de producción de energía eléctrica.

Importante

Conjunto de elementos necesarios para transportar la corriente eléctrica desde el lugar en que se ha generado al lugar en que va a ser consumida.

Los componentes más importantes de las líneas de transporte y distribución eléctricas son los siguientes:

- **Central eléctrica:** En ella se transforma la energía primaria en energía eléctrica. La energía eléctrica producida en una central tiene un voltaje de 26 kilovoltios; valores superiores no son adecuados por ser muy difíciles de aislar y por el elevado riesgo de cortocircuitos y sus consecuencias.
- **Centro de transformación:** En él se eleva el voltaje de la energía eléctrica generada hasta las altas tensiones necesarias en las redes de transporte. Este voltaje se eleva mediante transformadores a tensiones entre 138 y 765 kilovoltios para la línea de transporte primaria, cuanto más alta es la tensión en la línea, menor es la corriente y menores son las pérdidas por calor (efecto Joule) en los conductores, ya que estas son proporcionales al cuadrado de la intensidad de corriente.
- **Líneas de transporte:** Son el medio de transporte físico de la energía eléctrica entre los centros de transformación y las subestaciones.
- **Subestaciones:** Instalaciones en las que se reduce el voltaje para adecuarlo a las líneas de reparto o distribución. En ellas el voltaje se transforma en tensiones entre 69 y 138 kilovoltios para que sea posible transferir la electricidad al sistema de distribución.
- **Líneas de distribución en media tensión:** Transmiten la corriente eléctrica hasta los transformadores.
- **Transformadores :** Adaptan el voltaje al valor requerido por los consumidores. En ellos la tensión se vuelve a reducir en cada punto de distribución para abastecer convenientemente a los diferentes usuarios, así la industria pesada suele trabajar a 33 kilovoltios, los trenes eléctricos requieren de 15 a 25 kilovoltios. La tensión industrial está comprendida entre 380 y 415 voltios, y el consumo doméstico se alimenta a 220 voltios.

2. Energías no renovables

En este punto repasamos las **energías no renovables** , en la que se detallan las distintas **fuentes de energía** no renovables, pasando por la descripción del uso de los **combustibles fósiles** como el carbón y el petróleo, para la utilización de este tipo de energías, así como el uso de la **energía nuclear** .

2.1. Fuentes de energía



Las fuentes de energía son fenómenos, naturales o artificiales, del que podemos extraer energía, como por ejemplo: el sol, el viento, el carbón...

Las podemos clasificar en:

- **Renovables** . Son aquellas cuyos recursos no se agotan en el tiempo, como por ejemplo: solar, eólica, geotérmica, hidráulica, biomasa, marea motriz...
- **No renovables** . Son aquellas que existen en una cantidad limitada en la naturaleza, como por ejemplo los combustibles fósiles o el uranio.

2.2. Combustibles fósiles



Importante

Los **combustibles fósiles** pertenecen al grupo de las energías no renovables que son aquellas que existen en una cantidad limitada en la naturaleza y sin ninguna posibilidad de regenerarse.

Las energías no renovables:

- Se encuentran en la naturaleza con una distribución geográfica irregular.
- Al ritmo actual de consumo, se agotarán en un tiempo limitado.
- A pesar de sus inconvenientes, la mayor parte de la energía que se produce en el mundo actualmente procede de estas fuentes.

Las principales energías no renovables que utilizamos son los **combustibles fósiles**.

Los combustibles fósiles proceden de restos vegetales y de otros organismos vivos que en tiempos remotos fueron sepultados por grandes cataclismos, y que se fueron transformando debido a la acción de ciertos microorganismos en unas condiciones de temperatura y presión adecuadas.

Según su antigüedad y el proceso de transformación, se generaron combustibles sólidos (carbón), líquidos (petróleo) o gaseosos (gas natural).

Los más importantes son **el carbón** y **el petróleo** por ser los más utilizados.

2.3. Energía nuclear



Importante

La **energía nuclear** es una energía contenida en la materia, que es liberada cuando se producen ciertas reacciones nucleares.

En las reacciones nucleares los núcleos de determinados elementos interaccionan dando lugar a una pequeñísima desaparición de materia que se transforma en energía térmica.

En estos procesos la cantidad de energía producida, supera enormemente a las que se obtienen durante cualquier otro proceso químico.

La energía nuclear se caracteriza por:

- Producir una **gran cantidad de energía eléctrica** .
- **Generar residuos nucleares** , muy difíciles de tratar, que hay que confinar en depósitos aislados y controlados durante mucho tiempo.
- **No producir contaminación atmosférica** de gases de efecto invernadero porque no hay combustión.

Existen dos tipos de reacciones nucleares:

- **Reacción nuclear de fisión**
- **Reacción nuclear de fusión**

3. Energías renovables

En este punto repasamos las **energías renovables**, en la que se detallan las más importantes tales como la energía **hidráulica**, la energía **solar**, la energía **eólica**, la energía de la **biomasa**, energía **geotérmica, mareomotriz y de las olas**, así como se hace referencia al tratamiento de los **residuos sólidos urbanos** que se generan como consecuencia de la actividad humana.

3.1. Energía hidráulica

Importante

Llamamos **energía hidráulica** a la energía mecánica que tiene almacenada el agua. Esta energía puede estar acumulada en dos formas:

- **Energía potencial** que poseen las masas de agua embalsada por estar a una determinada altura.
- **Energía cinética** del agua debida a la velocidad con la que fluye por los cauces.

Las **ventajas** de las centrales hidroeléctricas son:

- Utilizan una forma renovable de energía, repuesta por la naturaleza de manera gratuita.
- Es limpia, pues no contamina ni el aire ni el agua.
- Control de riego e inundaciones y abastecimiento de agua.
- Los costos de mantenimiento y explotación son reducidos.
- Las instalaciones y equipos tienen una duración considerable.
- La turbina hidráulica es una máquina sencilla, eficiente y segura, muy rápida a la conexión y desconexión y requiere poca vigilancia.

Contra estas ventajas deben señalarse ciertos **inconvenientes** :

- Los costes de capital por Kw instalado son elevados.
- El emplazamiento, está obligado por situaciones geográficas y puede estar lejos de los centros de consumo por lo que necesitan líneas de transporte.
- Se tarda más en construir que centrales térmicas equivalentes.
- La disponibilidad de energía puede fluctuar de estación en estación y de año en año.
- En la construcción del embalse se requiere la inundación de terrenos fértiles y núcleos habitados.

Importante

Tipos de centrales

Las centrales hidroeléctricas se pueden clasificar según distintos criterios. En este apartado se ha tomado como criterio de clasificación la forma en que aprovechan el agua para generar energía eléctrica. Según esto tenemos dos grandes grupos.

Centrales de agua fluyente: Mediante un azud (barrera que ayuda a elevar el nivel del caudal) y una toma de agua en el cauce del río, derivan un caudal de agua que es devuelta al río después de ser aprovechada para mover una turbina.

aprovechando para mover la turbina, este dependerá del caudal que lleve el río en cada instante.

Los componentes de este tipo de centrales son:

- El azud de derivación.
- Una cámara de carga, a donde llega el agua del canal.
- Una tubería forzada que conduce el agua hasta la turbina a gran presión.
- El edificio de la central.
- El equipamiento electromecánico, donde está situada la turbina, el generador y el transformador.
- Y por último, el canal de descarga que devuelve el agua al río.

Centrales de embalse: Se utilizan pantanos que acumulan agua. Esta agua posteriormente será utilizada para mover la turbina en la central que se encuentra a pie de la presa según las necesidades de producción energéticas. Se pueden dividir en:

- **De regulación** si son capaces de almacenar grandes cantidades de agua para ser empleadas en épocas de bajos caudales o cubrir las necesidades de producción energética en horas punta.
- **De bombeo** . Las estudiaremos un poco más despacio.

Las **centrales de bombeo** se suelen instalar en los cauces altos de los ríos. Disponen de dos embalses situados a diferente altura. Cuando la demanda de energía eléctrica es máxima, las centrales de bombeo funcionan como una central convencional generando energía eléctrica, utilizando el agua para mover una turbina desde el embalse superior al inferior, quedando el agua almacenada en el embalse inferior.

Este tipo de centrales disponen de grupos de motores-bomba o, alternativamente, sus turbinas son reversibles; de manera que puedan funcionar como bombas y los alternadores como motores.

Estas centrales pueden ser de dos tipos: de bombeo mixto cuando el embalse superior está abastecido por un cauce de agua además de por el agua bombeada desde el embalse inferior, y de bombeo puro, cuando el único abastecimiento del embalse superior es a través del bombeo de agua del embalse inferior.

La presa

Muro fabricado generalmente de hormigón que se construye habitualmente en un desfiladero o garganta sobre un río, arroyo o canal con la finalidad de contener el agua en el cauce fluvial para su posterior aprovechamiento.

Existen dos grandes tipos de presas: las de **gravedad** y las de **bóveda**.

La turbina

La turbina y el alternador son los mecanismos esenciales de la central hidroeléctrica.

Hay tres tipos de turbinas: **Francis** , **Kaplan** y **Pelton** . La elección de un tipo u otro para una instalación dependerá del caudal de agua y de la altura del salto y se escapa a los objetivos de este curso.

3.2. Energía solar

Importante

Central Solar

Instalación en la que se aprovecha la radiación del sol para producir energía eléctrica.

Las instalaciones solares más importantes son las siguientes:

- Centrales fototérmicas.
- Centrales fotovoltaicas.
- Energía solar de media y baja temperatura.

Importante

Centrales fototérmicas

En este tipo de centrales solares, el calor de la radiación solar calienta un fluido que pasa a fase vapor. El vapor se dirige hacia la turbina obligándola a girar. El giro de la turbina genera la energía eléctrica.

La captación y concentración de la radiación solar se efectúa en unos dispositivos llamados **heliostatos**. En esencia, estos heliostatos son espejos que reflejan y concentran la radiación solar en un determinado punto. Normalmente, estos dispositivos están dotados de elementos de control que los orientan en función de la posición del Sol respecto a la Tierra. Las centrales solares de tipo térmico más comunes son las de tipo torre.

En ellas se dispone de un gran número de heliostatos orientados de tal forma que reflejen la radiación solar hacia una zona de la torre donde está almacenado el fluido, **la caldera**. El fluido caliente comunica su calor en un cambiador de calor a otro fluido que convertido en fase gaseosa pasa a través de la turbina generando electricidad.

Para una central de 10 MW de potencia, la superficie ocupada por los heliostatos es de unas 20 Ha.

Importante

En este tipo de centrales se hace incidir la radiación solar sobre la superficie de unas placas en las que hay dispuestos cristales de óxido de silicio en unos elementos llamados células fotovoltaicas. Estas células generan corriente eléctrica por efecto fotovoltaico.

Una vez que se ha generado la energía eléctrica existen dos alternativas: bien la almacenamos para un uso posterior o bien la transmitimos a través de la red eléctrica. En función de esto tenemos dos tipos de sistemas.

- **Sistemas aislados**

Los sistemas aislados captan la energía solar mediante paneles solares fotovoltaicos y almacenan la energía eléctrica generada por los mismos en baterías.

Utilizando sistemas de este tipo es posible disponer de electricidad en lugares alejados de la red de distribución eléctrica. Se abastece de electricidad a instalaciones ganaderas, casas de campo, refugios de montaña, sistemas de iluminación o balizamiento, etc.

- **Sistemas conectados a red**

En ellos la energía eléctrica generada se inyecta directamente a la red de distribución eléctrica. En la actualidad las compañías distribuidoras de energía eléctrica están obligadas por ley a comprar la energía inyectada a su red por las centrales fotovoltaicas. El precio de esta energía también está regulado por ley, de forma que se incentiva la producción de electricidad solar. Estas instalaciones son amortizables entre 8 y 10 años.

Este tipo de centrales fotovoltaicas pueden ir desde pequeñas instalaciones de 1 a 5 kW en nuestra terraza o tejado, a instalaciones de hasta 100 kW sobre cubiertas de naves industriales o en suelo, e incluso plantas de varios megavatios.



Energía solar de media y baja temperatura

Llamaremos sistemas de energía solar de media y baja temperatura a los sistemas que emplean directamente la energía del sol para la producción de agua caliente sanitaria, calefacción, climatización de piscinas, invernaderos, secaderos, etc.

El aprovechamiento de energía solar a baja temperatura se puede realizar a partir de varias vías diferentes. Las más importantes van a ser la **arquitectura solar** y los **colectores solares**.

- **Arquitectura solar**

Conjunto de técnicas dirigidas al aprovechamiento de la energía solar de forma directa, sin transformarla en otro tipo de energía, para su utilización inmediata o para su almacenamiento sin la necesidad de sistemas mecánicos ni aporte externo de energía.

- **Colector solar**

Elemento que absorbe el calor proporcionado por el sol con un mínimo de pérdidas y lo transmite a un fluido (aire o, más frecuentemente, agua).

3.3. Energía eólica



Importante

La **energía eólica** es la energía obtenida del viento. De una forma más precisa diremos que la energía eólica es la energía cinética asociada a las corrientes de aire.

La energía eólica es utilizada principalmente para producir energía eléctrica. Las máquinas utilizadas en este proceso, en apariencia muy similares a los molinos tradicionales, reciben el nombre de **aerogeneradores**.

Parques eólicos, aerogeneradores

Un parque eólico es una central de producción de energía eléctrica a partir de la energía cinética del viento. Estas centrales están constituidas por un conjunto de máquinas denominadas **aerogeneradores** conectados a la red de distribución eléctrica.

Para que un aerogenerador pueda generar energía es necesario que el viento alcance una velocidad de unos 19 km/h, logrando su mejor rendimiento con vientos entre 40 y 50 km/h.

En esencia el viento hace girar las palas del aerogenerador transformando su energía cinética en energía mecánica de rotación. Esta a su vez actúa sobre un generador eléctrico. La energía eléctrica generada se transforma a una tensión superior y se transmite a la red.

Ventajas la energía eólica:

- No emite productos contaminantes, ni genera residuos que afecten al medioambiente.
- Se regenera de forma natural.
- El tiempo necesario para la instalación de un parque eólico es muy bajo.
- Su coste es competitivo frente a los otros tipos de centrales.

Inconvenientes de la energía eólica:

- Su producción es irregular y discontinua, está condicionada a la existencia de viento.
- Impacto paisajístico, aunque una vez concluida su vida útil, el paisaje sufre una regeneración completa.

3.4. Energía de la biomasa



Importante

Biomasa:

Materia orgánica de origen animal o vegetal que mediante un proceso biológico, espontáneo o provocado, puede ser utilizada como fuente de energía.

El desarrollo de nuevas instalaciones de procesamiento de material orgánico ha hecho que la biomasa se aproveche cada vez más como fuente de energía. En estas instalaciones la biomasa se somete a diferentes tipos de procesos.

Uno de ellos está basado en **procesos termoquímicos**. En ellos la materia orgánica es sometida a elevadas temperaturas en atmósferas controladas. Otros **procesos** son de **tipo bioquímico**, en los que se emplean microorganismos que tras actuar sobre la materia orgánica la transforman en combustibles de mayor poder calorífico.

3.5. Energía geotérmica, maremotriz y de las olas

Importante

Central geotérmica

Una central geotérmica es una central térmica en la que la caldera se sustituye por el calor del vapor de agua que se extrae del interior de la Tierra.

La energía geotérmica es la que **se obtiene del calor interno de la Tierra**. Esta energía está asociada a grandes bolsas de aguas termales muy calientes que se encuentran a escasa profundidad.

Esta energía se pone de manifiesto en la naturaleza en zonas volcánicas, que favorecen la aparición de **géiseres** naturales.

Ventajas de la energía geotérmica:

- Su producción es constante.
- Evita dependencias energéticas externas.
- Produce muy escasos residuos.

Inconvenientes de la energía geotérmica:

- Emite dióxido de azufre y dióxido de carbono, por lo que contribuye a la lluvia ácida y favorece el efecto invernadero.
- Contamina las aguas próximas con sustancias tóxicas, como arsénico y amoníaco.
- Alto coste inicial.
- Impacto paisajístico.

Importante

Central maremotriz

Instalación que es capaz de generar energía eléctrica a partir de la energía de las mareas.

La **energía mareomotriz** es la energía asociada a las mareas provocadas por la atracción gravitatoria del sol y principalmente de la luna sobre las masas de agua de los mares. Las mareas pueden suponer una diferencia del nivel del mar de entre 2 y 15 metros, dependiendo de las costas.

La técnica utilizada para el aprovechamiento de este tipo de energía consiste en encauzar el agua de la marea en una cuenca y, en su camino, accionar las turbinas de una central eléctrica. Cuando las aguas se retiran, también generan electricidad, usando un generador de turbina reversible.

Importante

Central undimotriz

Instalación que es capaz de generar energía eléctrica a partir de la energía de las olas.

Este tipo de centrales presenta indudables **ventajas** :

- No emite agentes contaminantes ni genera ningún tipo de residuos.
- Es absolutamente renovable ya que se regenera de manera natural y espontánea.
- Su coste de mantenimiento es relativamente bajo.

Aunque también, plantea una serie de **inconvenientes** :

- Genera un impacto ambiental y paisajístico.
- La construcción de una central mareomotriz supone un elevado coste.
- La producción de energía eléctrica es discontinua, ya que solo genera energía un determinado número de horas al día.
- La relación entre la cantidad de energía que se puede obtener con la tecnología actual y el coste económico y ambiental de instalar estas centrales han impedido la proliferación de este tipo de energía.

3.6. Residuos sólidos urbanos



Importante

Residuos sólidos urbanos (R.S.U.):

Son todos aquellos desperdicios sólidos, de naturaleza inerte, que se generan, como consecuencia de la actividad humana, en las ciudades y sus áreas de influencia.

Su recogida y eliminación resultan procesos complejos y costosos.

Es muy importante comenzar los mismos con una recogida selectiva de basuras.

Una vez separados los distintos tipos de residuos cada uno recibe el tratamiento más adecuado. En principio, y siempre que sea posible, habrá que procurar conseguir un reciclaje de los residuos. Según cual sea el tipo de residuo se emplearán diferentes procesos para recuperar las materias primas que los componen.

En otros casos no es posible reciclar el residuo en esos casos y dependiendo de las cantidades y calidad de los residuos se suelen emplear distintas técnicas:

- **Eliminación de residuos por vertedero** . Consiste en la compactación de R.S.U., sin reciclaje de materia ni recuperación de energía.
- **Compostaje** . Consiste en someter el residuo a un tratamiento biológico mediante el cual se obtiene un producto llamado **compost** que podrá ser utilizado como abono agrícola.
- **Incineración de residuos combustibles** . Los residuos se queman, obteniendo calor que alimentará a una central eléctrica, o bien para calefacción u otros usos industriales.
- **Tratamiento biológico de residuos** . En este caso el objetivo es obtener biogás o bioalcohol, a través de procesos similares a los comentados en el caso de la biomasa. Estos productos serán empleados como combustible en las centrales térmicas.

4. Materiales: tipos y propiedades

En este punto repasamos los **materiales** , haciendo un recorrido por su importancia, clasificación y elección. Se trata también las propiedades de los materiales y se especifican determinados ensayos para conocer sus propiedades mas importantes.

4.1. Introducción: importancia, clasificación y elección de los materiales



Los materiales constituyen cualquier producto de uso cotidiano y desde el origen de los tiempos han sido utilizados por el hombre para mejorar su nivel de vida.

Es importante tener la mayor información posible para que cuando debamos optar por un material, para fabricar un objeto, un útil, o una máquina, la elección sea acertada, reuniendo el material todas las características que precise.

Se han desarrollado innumerables materiales diferentes con características muy especiales para satisfacer necesidades muy concretas de nuestra compleja sociedad, metales, plásticos, vidrios y fibras. Actualmente los adelantos electrónicos más sofisticados se basan en el uso de semiconductores.

La sociedad actual exige el continuo desarrollo de técnicas para **obtener nuevos materiales** que atiendan a **necesidades** cada vez más **estrictas** : soportar temperaturas muy elevadas, ser más resistentes a la corrosión, operar a mayores velocidades, emplear productos más ligeros...

4.2. Propiedades de los materiales



Importante

Los materiales se **diferencian** entre sí por sus propiedades.

Las propiedades de los materiales se pueden agrupar en base a distintos criterios. Nosotros, desde un punto de vista técnico, vamos a establecer la siguiente clasificación:

- Propiedades físicas.
- Propiedades químicas.
- Propiedades mecánicas.



Importante

Propiedades físicas

Son las que nos informan sobre el comportamiento del material ante diferentes acciones externas, como el calentamiento, la luz, electricidad, etc.

Estas propiedades son debidas a la estructura microscópica del material; es la configuración electrónica de un átomo la que determina los tipos de enlaces atómicos y son estos los que contribuyen a forjar las propiedades de cada material. Las podemos clasificar en las siguientes categorías:

- Propiedades térmicas.
- Propiedades ópticas.
- Propiedades eléctricas.
- Propiedades acústicas.
- Otras: magnetismo, densidad.

Propiedades térmicas

Determinan el comportamiento que van a tener los materiales frente al calor.

Las más importantes son:

- **Calor específico**

Es la cantidad de energía necesaria para aumentar 1º C la temperatura de un cuerpo. Indica la mayor o menor dificultad que presenta dicha sustancia para experimentar cambios de temperatura bajo el suministro de calor.

- **Soldabilidad**

Es la posibilidad que tienen algunos materiales para poder ser soldados.

- **Conductividad térmica**

Es la variación de dimensiones que sufren los materiales cuando se modifica su temperatura.

Esta variación viene dada por la expresión:

$$\Delta L = L_i \cdot K \cdot \Delta T$$

Donde L_i es la longitud inicial, k el coeficiente de dilatación lineal (depende de cada material) y ΔT es el incremento de temperatura.

● Punto de congelación, ebullición y fusión

- El punto de congelación es la temperatura a la cual un líquido se transforma en sólido. El agua, por ejemplo, tiene su punto de congelación, como todos sabemos, en 0° C.
- El punto de ebullición es la temperatura a la cual un líquido se transforma en gas.
- El punto de fusión es la temperatura a la cual un cuerpo en estado sólido se transforma en líquido.

Propiedades ópticas

Son las que determinan la aptitud de un material ante el paso de la luz a su través.

En función de este comportamiento de los materiales ante la luz, podemos clasificarlos en:

- Transparentes, dejan pasar la luz (vidrio, algunos plásticos, etc.).
- Translúcidos, dejan pasar parte de la luz (alabastro, tela, etc.).
- Opacos, no dejan pasar la luz (madera, metal, etc.).

Propiedades eléctricas

Determinan el comportamiento que va a tener un material cuando es atravesado por una corriente eléctrica.

En función de este comportamiento de los materiales ante la corriente eléctrica, podemos clasificarlos en:

- Conductores, ofrecen escasa resistencia al paso de los electrones (cobre, aluminio, etc.).
- Semiconductores, ofrecen cierta dificultad al paso de los electrones (silicio, germanio, etc.).
- Aislantes, ofrecen una muy alta resistencia al paso de los electrones (madera, plásticos, etc.).

Propiedades acústicas

Determinan el comportamiento que va a tener un material ante el sonido.

En función de este comportamiento en los materiales ante el sonido, podemos clasificarlos en:

- Conductores acústicos, permiten transmitir el sonido como los metales.
- Aislantes acústicos, evitan en mayor medida la transmisión del sonido (poliuretano, porexpan, etc.).

Otras Propiedades

Se engloban aquí otras propiedades de los materiales en respuesta al comportamiento frente al magnetismo, masa, etc.

● Magnetismo

Según el comportamiento ante los campos magnéticos, los materiales pueden ser:

- Diamagnéticos (oro, cobre), cuando se oponen a un campo magnético aplicado, de modo que en su interior se debilita el campo.
- Paramagnéticos (aluminio, platino) cuando el campo magnético en

en el interior de los materiales. Estos materiales se emplean como núcleos magnéticos en transformadores y bobinas en circuitos eléctricos y electrónicos.

- **Peso específico**

Es la relación entre la masa y el volumen de un material, y se conoce con el nombre de **densidad** . $\rho = \frac{m}{V}$



Importante

Propiedades químicas

Son las que nos informan sobre el comportamiento del material ante el ataque de productos químicos. De entre ellas podemos destacar:

- **Resistencia a la corrosión**

La corrosión es el comportamiento que tienen los materiales al estar en contacto con determinados productos químicos, especialmente ácidos en ambientes húmedos.

- **Resistencia a la oxidación**

La oxidación es la capacidad de los materiales a ceder electrones ante el oxígeno de la atmósfera



Importante

Propiedades mecánicas

Son las que describen el comportamiento de un material ante las fuerzas aplicadas sobre él, por eso son especialmente importantes al elegir el material del que debe estar construido un determinado objeto.

Las propiedades mecánicas se cuantifican con exactitud mediante **ensayos**.

Las más importantes son:

- **Tenacidad / Fragilidad**

Estas propiedades cuantifican la resistencia de un material al golpe.

- Tenacidad es la capacidad de un material de soportar, sin deformarse ni romperse, los esfuerzos bruscos que se le apliquen.

- Fragilidad es la facilidad para romperse un material por la acción de un impacto.

- **Elasticidad / Plasticidad**

- Elasticidad es la capacidad de algunos materiales para recobrar su forma y dimensiones primitivas cuando cesa el esfuerzo que les había

deformaciones permanentes, es decir de no recobrar su forma y dimensiones primitivas cuando cesa el esfuerzo que les había deformado.

- **Ductilidad**

Es la propiedad que presentan algunos metales de poder estirarse sin romperse, permitiendo obtener alambres o hilos.

- **Maleabilidad**

Es la posibilidad que presentan algunos metales de separarse en láminas delgadas sin romperse.

- **Resistencia mecánica**

Es la capacidad que tiene un material de soportar los distintos tipos de esfuerzos (tracción, compresión, torsión, cizalladura y flexión) que existen sin deformarse permanentemente.

- **Dureza**

Es la oposición que presenta un material a ser rayado o penetrado por otro.

- **Fatiga**

La fatiga es una propiedad que nos indica el comportamiento de un material ante esfuerzos, inferiores al de rotura, pero que actúan de una forma repetida.

- **Resiliencia**

Es una medida de la energía que se debe aportar a un material para romperlo.

- **Mecanibilidad**

Es la facilidad de algunos materiales para ser mecanizados por arranque de viruta. También se le llama maquinabilidad

- **Acritud**

Es el aumento de dureza y fragilidad que adquieren los materiales cuando son deformados en frío.

4.3. Ensayos mecánicos, tipos de esfuerzos

Importante

Los ensayos simulan las condiciones en las que van a trabajar los materiales y de ese modo podemos determinar sus características y comportamiento.

El comportamiento mecánico de un material es la relación entre su respuesta o deformación ante una sollicitación o esfuerzo aplicado. Estas sollicitaciones suelen ser alguna de los siguientes tipos:

- Tracción.
- Compresión.
- Cortadura.
- Torsión.

Entre los ensayos mecánicos más utilizados podemos destacar:

- Ensayo de tracción.
- Ensayo de dureza.
- Ensayo de choque.

Importante

Tipos de esfuerzos o cargas aplicadas a los materiales.

Los tipos de esfuerzos o cargas que soportan los materiales son:

- Una fuerza de **tracción** : que produce una elongación o alargamiento.
- Una carga de **compresión** : que produce contracción.
- Una carga de **flexión** : que produce una flexión en el material.
- Un esfuerzo de **cortadura** : similar al que aplicara las hojas de unas tijeras.
- Una deformación de **torsión** generada por un par de fuerzas: similar al producido en un retorcimiento.

Tensión y deformación

Definimos la **tensión** σ en una barra, como el cociente entre la fuerza uniaxial media F y la sección transversal original S_0 de la barra.

$$\sigma = \frac{F}{S_0}$$

Se mide en Pascales (S.I.), que es el cociente entre Newton y metros cuadrados, aunque se suele expresar en Megapascuales, ya que así podemos expresar la superficie en mm^2 , que es más coherente con las medidas que

Alargamiento

Definimos el **alargamiento unitario (ϵ)** como el cociente entre la variación de longitud respecto a la longitud inicial.

$$\epsilon = \frac{l-l_0}{l_0} = \frac{\Delta l}{l_0}$$

Como puede deducirse de la fórmula, la deformación es una magnitud adimensional. En la práctica es común convertir la deformación en un porcentaje de deformación %.

Deformación elástica y plástica

Cuando una probeta se somete a una fuerza uniaxial, se produce una deformación.

- Si el material vuelve a sus dimensiones originales al cesar la fuerza, se dice que el material ha sufrido una **deformación elástica**, ya que los átomos del material son desplazados de su posición y cuando la fuerza cesa, los átomos vuelven a sus posiciones originales y el material recupera su forma original.
- Si el material es deformado hasta el punto que los átomos no pueden recuperar sus posiciones originales, se dice que ha experimentado una **deformación plástica**.

4.4. Ensayo de tracción

Importante

El **ensayo de tracción** analiza el comportamiento de un material ante un esfuerzo progresivo de tracción hasta su rotura. Todo el proceso del ensayo está normalizado según las normas UNE 7474.

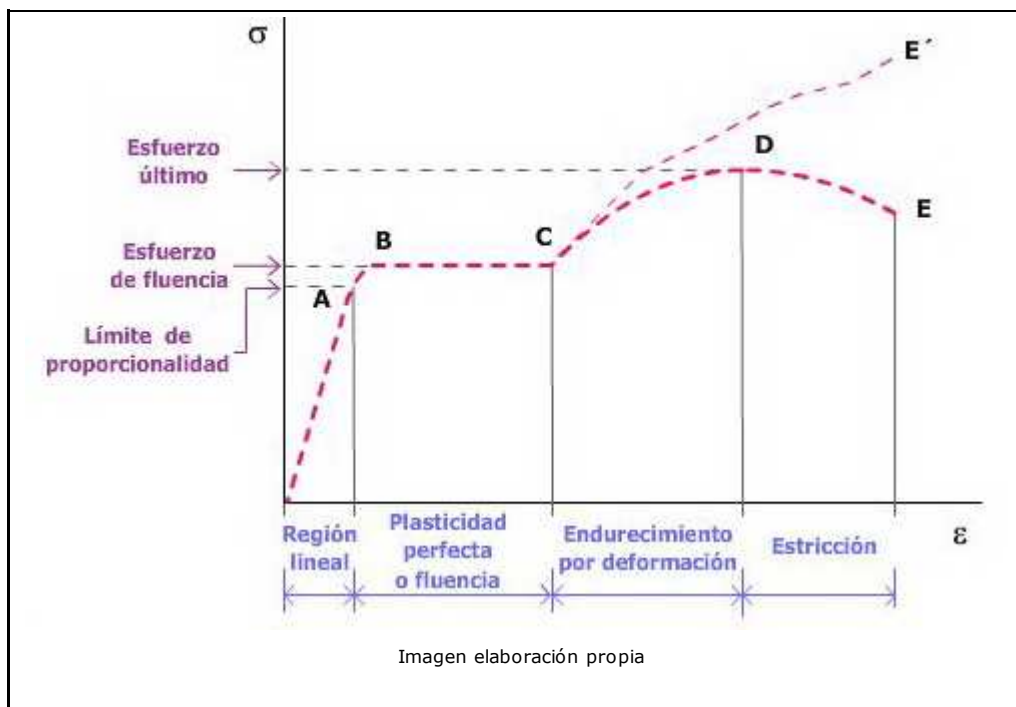
El ensayo de tracción se realiza mediante una máquina universal de tracción que provoca la deformación de una probeta del material a ensayar al aplicarle una carga progresiva en sentido axial.

La máquina al realizar el ensayo de tracción, nos va a proporcionar una gráfica donde vamos a relacionar:

- la fuerza aplicada " **F** " (eje vertical)
- el incremento de longitud " **Δl** " que sufre la probeta (eje horizontal)

En **el diagrama Final del ensayo de Tracción o DIAGRAMA ESFUERZO-DEFORMACIÓN** (ver figura a continuación), vamos a escalar los valores anteriores, por los valores iniciales (S_0 , l_0) y nos relaciona la tensión con la deformación:

- Eje vertical, la **tensión $\sigma = (F/S_0)$**
- Eje horizontal, la **deformación $e = (\Delta l/l_0)$**



Esta curva esfuerzo-deformación varía de un material a otro, e incluso otros materiales presentan curvas distintas; es el caso del acero. La evaluación del ensayo de tracción se realiza a partir de la curva tensión-deformación. Veremos a continuación los parámetros que podemos obtener de ella: tensiones, módulo elástico, deformación, etc.

El diagrama anterior se puede clasificar en dos zonas: que son las

- Zona elástica
 - **Zona de proporcionalidad** (OA).
 - **Zona no proporcional** (AB).
- Zona plástica.
 - **Zona de deformación plástica uniforme** o zona de límite de rotura (CD).
 - **Zona de rotura o zona de estricción** o zona de deformación plástica localizada (DE)
 -

Tensión de tracción (σ_t)

Para cualquier punto de la gráfica anterior, se calcula como el cociente entre la fuerza de tracción soportada por la probeta y su sección transversal inicial. Se expresa en fuerza por unidad de superficie: Pascales (PA en el Sistema Internacional), o en MPa, o en Kp/cm².

$$\sigma_t = \frac{F}{S_0}$$

Límite elástico (σ_E)

También se puede definir como la máxima tensión que el material es capaz de soportar sin sufrir deformaciones permanentes.

$$\sigma_E = \frac{F_E}{S_0}$$

Si miramos la gráfica anterior, σ_E , es la tensión en el límite superior de esta zona proporcional, es decir en el punto A.

Modulo de elasticidad o Módulo de Young (E)

Es la relación entre la tensión realizada y la deformación que provoca en el tramo lineal de la curva tensión-deformación (región elástica, zona proporcional OA).

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

Sus unidades son MPa o N/mm², o bien los Kp/cm². También podemos expresarlo como:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{F/S_0}{\Delta l/l_0}$$

Tensión de tracción a rotura (σ_R)

Es la tensión de tracción soportada por la probeta en el punto "D", que es en la gráfica anterior es el valor máximo de tensión que soporta la probeta.

4.5. Ensayo de dureza

Importante

Dureza es la resistencia que opone un material a la deformación permanente (plástica) en su superficie, es decir la resistencia que opone un material a ser rayado o penetrado.

Según el tipo de materiales y su geometría se emplean entre otros los siguientes métodos de ensayos de dureza, que veremos a continuación:

- Brinell.
- Vickers.
- Rockwell.

Importante

La dureza Brinell (**HB** Hard Brinell), es la relación entre la carga aplicada y la superficie de la huella producida. En este ensayo dicha superficie tiene forma de casquete esférico.

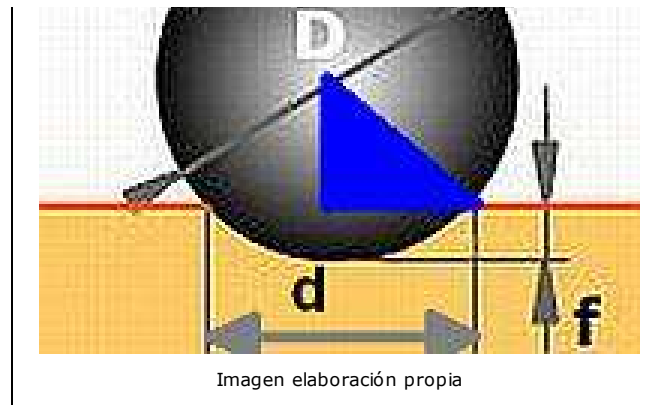
$$HB = \frac{F}{S}$$

$$S = \Pi \cdot D \cdot f$$

siendo:

- F: carga aplicada en Kg.
- D: diámetro de la bola en mm.
- d: diámetro de la huella en mm.
- f: profundidad de la huella.

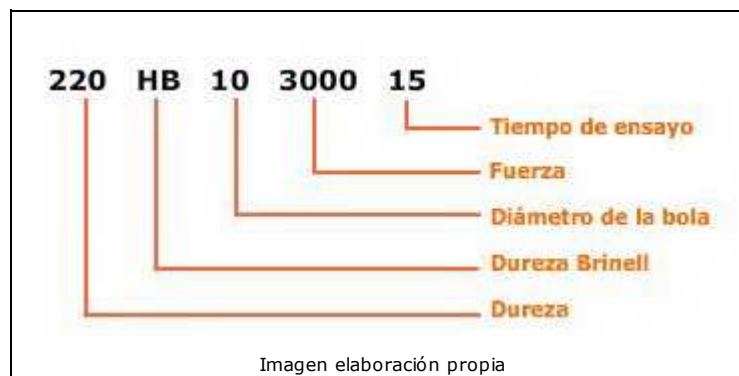
Como el área del casquete de la huella no es una medida que podamos tomar directamente debido a la medida de la profundidad f, vamos a calcular dicha profundidad a través de un triángulo rectángulo.



$$(D/2)^2 = (d/2)^2 + ((D/2) - f)^2$$

$$HB = \frac{F}{\frac{\pi \cdot D}{2} \cdot (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

La dureza Brinell se expresa de la siguiente forma:



El ensayo **Vickers** viene definido por la norma UNE 7-423-84.

En el ensayo Vickers el **penetrador es una pirámide de base cuadrada**, cuyas caras opuestas forman un ángulo de 136°.

La dureza Vickers (**HV** Hard Vickers), se calcula de forma similar a como lo hacíamos en el ensayo Brinell. En este caso la dureza es función de la superficie lateral de la huella y de la carga aplicada.

$$HV = \frac{F}{S}$$

$$S = 4 \cdot l \cdot \frac{h}{2}$$

siendo:

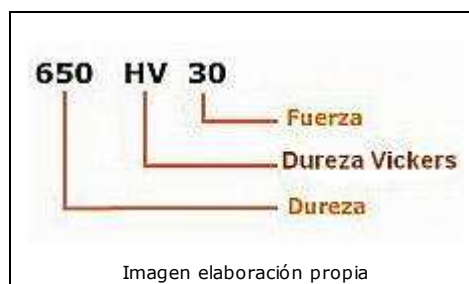
- d: diagonal de la huella en mm.
- l: arista del cuadrado de la huella.
- h: altura de los triángulos que forman la huella.

Igual que sucedía en Brinell, como la superficie lateral de la huella no es una medida que podamos tomar directamente. Dicha superficie tiene ahora forma de triángulo, y sería la suma de los cuatro triángulos que ha dejado impreso el penetrador en forma de pirámide. El resultado final de la dureza Vickers será:

$$\operatorname{sen} 68 = \frac{l}{h}$$

$$HV = 1,8453 \cdot \frac{F}{d^2}$$

La dureza Vickers se expresa de la siguiente forma:



El ensayo **Rockwell** viene determinado por la norma UNE 7-424-89. Se puede utilizar indistintamente con materiales muy duros, o con materiales blandos.

Para materiales blandos (con durezas menores que 200) el penetrador es una bola de acero de diámetro 1.5875 mm, y la dureza determinada será una **dureza Rockwell B (HRB)**.

Para materiales duros (con durezas mayores que 200) el penetrador es un cono de diamante de 120° en la punta, y la dureza determinada será una **dureza Rockwell C (HRC)**.

El ensayo Rockwell es un ensayo rápido y fácil de realizar pero menos preciso que los anteriores, en el que la dureza se obtiene en función de la profundidad de la huella y no de la superficie como en el Brinell y el Vickers.

La dureza Rockwell no se expresa directamente en unidades de penetración, sino como diferencia de dos números de referencia:

$$HRC = 100 - e$$

$$HRB = 130 - e$$

4.6. Ensayo de resiliencia o de choque

Importante

El ensayo de resiliencia es un ensayo destructivo, que consiste en romper una probeta del material a ensayar golpeándola con un péndulo. Para facilitar la rotura de la probeta, se realiza una hendidura o entalladura en la probeta. El ensayo Rockwell viene determinado por la norma UNE 14556.

El objetivo del ensayo es conocer la energía que puede soportar un material al recibir un choque o impacto sin llegar a romperse.

La resiliencia se obtiene con la siguiente expresión y se expresa en J/m^2 .

$$\rho = \frac{E_0 - E_F}{S} = \frac{\Delta E_p}{S} = \frac{m \cdot g \cdot (H - h)}{S}$$

5. Materiales: Materiales metálicos

En este punto repasamos los **materiales metálicos**, haciendo un recorrido por su estructura cristalina y sus aleaciones. Se trata también la modificación de las propiedades de los metales mediante distintos procedimientos.

5.1. Estructuras cristalinas. Defectos cristalinos

Importante

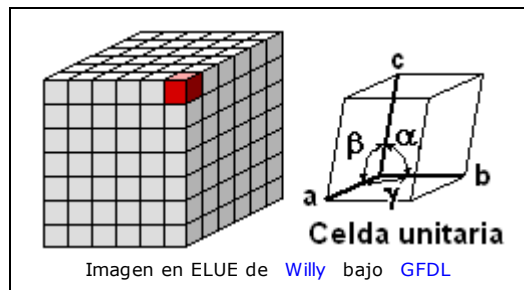
Sólidos cristalinos.

Un material puede solidificar como:

- **Sólido cristalino**, cuando los átomos, iones o moléculas que lo constituyen se empaquetan siguiendo posiciones espaciales predeterminadas formando **cristales**. Los sólidos cristalinos tienden a adoptar estructuras internas geométricas siguiendo líneas rectas y planos paralelos. Y su aspecto externo depende de la siguiente serie de factores:
 - **Composición química.** El sólido puede ser una sustancia simple o un compuesto, y puede contener **impurezas** que alteren la estructura cristalina y otras propiedades, como el color o la consistencia.
 - **Temperatura y presión.** Ambas influyen en la formación de los cristales y en su crecimiento; en general, los cristales se forman a altas presiones y elevadas temperaturas.
 - **Espacio y tiempo.** El crecimiento tridimensional de un cristal puede verse limitado por el espacio y el tiempo. A menudo la falta de espacio es responsable del aspecto imperfecto de algunos cristales en su forma externa.
- **Sólido amorfo**, cuando los elementos que constituyen el sólido no ocupan posiciones espaciales predeterminadas, por lo que no presentan estructuras ordenadas y no forman redes cristalinas: El vidrio y la cera son claros ejemplos de este tipo de sólidos.

Estructuras cristalinas.

La estructura interna de los cristales viene representada por la llamada **celdilla unidad o elemental** que es el menor conjunto de átomos que mantienen las mismas propiedades geométricas de la red y que al expandirse en las tres direcciones del espacio constituyen una red cristalina. El tamaño de esta celdilla viene determinado por la longitud de sus tres **aristas** (**a**, **b**, **c**), y la forma por el valor de los **ángulos** entre dichas aristas (**α** , **β** , **γ**).



Auguste Bravais, en el siglo XIX fue el primero en proponer la hipótesis de la **estructura reticular de los minerales**. En la actualidad se han podido describir catorce redes cristalinas, llamadas **redes de Bravais**.

De las catorce redes de Bravais, casi todos los metales elementales y aleaciones metálicas, cristalizan en los siguientes tres tipos:

- FCC
- HCP

Red Cúbica Centrada en el Cuerpo (BCC, *Body Centred Cubic*)

La red representa un cubo cuyo parámetros son:

- aristas: $a = b = c$
- ángulos entre aristas: $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
- cantidad de átomos: 8 átomos en los vértices del cubo y 1 átomo en el centro del cubo.

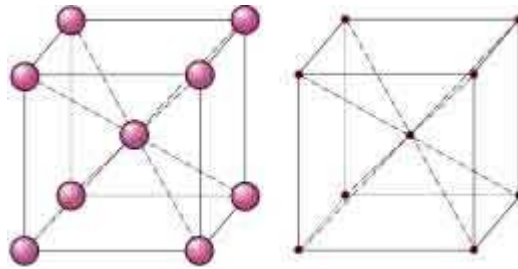


Imagen en Wikimedia Commons de [Cdang](#) bajo [GDFL](#)

EJEMPLOS: Fe _α , Mo, Na, ...

Red Cúbica centrada en las Caras (FCC, *Face Centred Cubic*)

La red tiene forma de cubo, cuyos parámetros son:

- aristas: $a = b = c$
- ángulos entre aristas: $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
- cantidad de átomos: 8 átomos en los vértices del cubo y 6 en los centros de cada una de las caras.

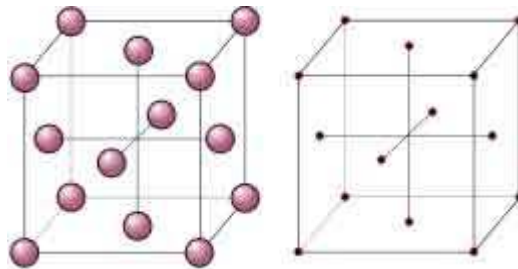


Imagen en Wikimedia Commons de [Cdang](#) bajo [GDFL](#)

EJEMPLOS: Fe _γ , Ni, Co, Cu, Al, Ti, ...

Red Hexagonal Compacta (HCP, *Hexagonal Close Packing*)

La red tiene forma de prisma recto de base es un hexaedro, cuyos parámetros son:

- aristas: $a = b \neq c$
- ángulos entre aristas: $\alpha = \beta = 90^\circ; \gamma = 120^\circ$
- cantidad de átomos: 12 átomos están dispuestos en los vértices de la red, 2 átomos en el centro de la base y 3 átomos en el interior

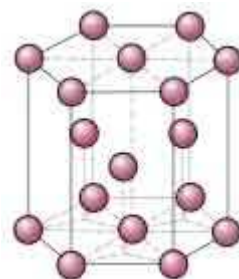


Imagen en Wikimedia Commons de [Cdang](#) bajo [GDFL](#)

Defectos cristalinos.

Podemos afirmar que no existen cristales perfectos sino que en general contienen algún tipo de imperfección o defecto. Estas alteraciones influyen en las cualidades de los materiales, alterando las propiedades estudiadas en temas anteriores como: físicas, mecánicas, etc.

Los más importantes son:

Defectos puntuales. Son los que se propagan en una dirección afectando a una fila de la red cristalina y afectan a un único punto en la red, afectando a los átomos próximos. Dentro de este grupo de imperfecciones tendríamos:

- Vacancias, son puntos vacíos en la estructura de la red que tiene el material, que deberían haber estado ocupados por átomos.
- Átomo intersticial, es un átomo que se ha colocado en los huecos o intersticios de la red. Suelen ser de menor tamaño que los átomos que componen la red.
- Átomo sustitucional, es un átomo diferente que sustituye en la red a uno de los originales
- Dislocaciones, consisten en líneas adicionales de átomos insertadas en la estructura cristalina.

Defectos de superficie . Son aquellos que se propagan a través de un plano o dos dimensiones.

Defectos volumétricos . Son aquellos que se propagan en 3 dimensiones, provocando una gran alteración en la red.

5.2. Aleaciones

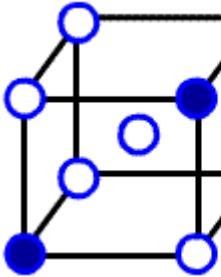
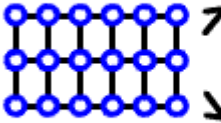


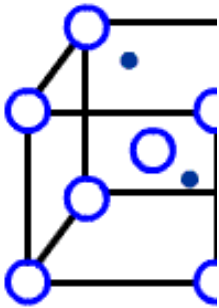
Se llama **aleación** a la mezcla homogénea en estado fundido de un metal con al menos otro elemento que puede ser metálico o no, pero el producto final obtenido debe presentar características metálicas.

El componente principal de una aleación metálica será siempre un elemento metálico, que hará prevalecer su estructura cristalina tras la aleación. Al elemento que está presente en mayor proporción en la aleación se le llama **disolvente** , y **soluto** al que está en menor proporción.

La estructura de una aleación resulta más compleja que la de un metal puro.

Según como interaccionen los componentes de las aleaciones, éstas se pueden clasificar en:

SOUCIONES SÓLIDAS	POR SUSTITUCIÓN	<p>El metal A tiene por ejemplo la red representada (BCC). La disolución del componente B en el metal A se efectúa por sustitución parcial de átomos de A por átomos de B.</p> <p>Las soluciones sólidas por sustitución pueden ser limitadas e ilimitadas.</p> <p>Cuando la solubilidad es total en estado sólido cualquier cantidad de átomos de A puede ser sustituida por átomos de B.</p>	<div><p>Imagen elabc</p><p>Imagen elabc</p></div>
--------------------------	------------------------	--	---

		<p>cumplirse dos condiciones.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Que ambos metales tengan la misma red cúbica. ● Que la diferencia entre las dimensiones de los átomos de disolvente y soluto sea muy pequeña y sobre todo que los elementos que se encuentran muy cerca en la tabla periódica. 	
	<p>POR INSERCIÓN</p>	<p>Los átomos del soluto C se sitúan entre los intersticios de los átomos de A.</p> <p>Es necesario que el tamaño de los átomos de soluto C sea mucho menor que los del disolvente A.</p>	 <p>Imagen elaborada por el autor.</p>

5.3. Modificación de las propiedades de un material

Importante

La adición de un componente aunque sea en muy pequeñas proporciones, incluso inferior al 1 % puede modificar enormemente las propiedades de una aleación.

En comparación con los metales puros, las aleaciones presentan algunas ventajas:

- Mayor dureza y resistencia a la tracción.
- Menor temperatura de fusión por lo menos de uno de sus componentes.
- Menor ductilidad, tenacidad y conductividad térmica y eléctrica.

La modificación de estas propiedades se puede realizar por tratamientos térmicos, mecánicos, termomecánicos y termoquímicos.

Importante

Tratamiento térmico

Proceso realizado sobre distintos metales u otros sólidos, que consiste básicamente, **en calentarlos y posteriormente enfriarlos** .

Dependiendo de la temperatura a la que se calientan y la velocidad a la que se enfrían, se consigue modificar la estructura cristalina, por lo tanto las variables que controlamos son la temperatura y el tiempo

Es importante tener claro que en estos procesos **no se modifica la constitución química de los materiales** .

La finalidad de este proceso es mejorar las propiedades mecánicas del material, sobre todo, la dureza, la resistencia, la tenacidad y la maquinabilidad.

Existen fundamentalmente cuatro tratamientos térmicos:

- Temple
- Revenido
- Recocido
- Normalizado

Importante

Tratamientos mecánicos: la forja

Es un tratamiento mecánico ayudado de calor y aplicado a las aleaciones o metales. Se deforma el metal, previamente calentado a temperaturas elevadas, golpeándolo por encima de la [recristalización](#).

Con este procedimiento se mejora la microestructura del material, consiguiendo aumentar la dureza, la resistencia mecánica y reducir la plasticidad.

Importante

Tratamientos termomecánicos

Son combinaciones de los tratamientos térmicos, junto a las deformaciones mecánicas del material a tratar.

El más utilizados en la industria del acero es el **ausforming**, que consiste en aplicar un tratamiento térmico de temple deformando del 60 % al 90 % del acero, y posteriormente enfriando de manera rápida.

Importante

Tratamientos termoquímicos

Son aquellos en los que, además de los cambios en la estructura del acero, también se producen cambios en la composición química de su capa superficial, añadiendo distintos productos químicos hasta una profundidad determinada.

Mediante estos tratamientos se modifica la composición química superficial del material, por lo tanto, las variables que controlamos son la temperatura, el tiempo y la composición química.

Los tratamientos termoquímicos más importantes son:

- **Cementación (C)** : Consiste en incrementar la dureza superficial de una pieza de acero dulce, aumentando la concentración de carbono en su superficie. Obteniendo, una gran dureza superficial, resistencia al desgaste, buena tenacidad en el núcleo y aumento de la resiliencia.
- **Nitruración (N)** : En este caso se incorpora nitrógeno a la composición superficial de la pieza. Al igual que la cementación este método también aumenta la dureza superficial del acero, aunque lo hace en mayor medida. Los aceros tratados por este procedimiento adquieren

superficial de pequeñas piezas de acero. Utiliza baños con cianuro, carbonato y cianato sódico. Es una mezcla de cementación y nitruración.

- **Carbonitruración (C+N)** : Al igual que la cianuración, introduce carbono y nitrógeno en una capa superficial, sin embargo estos elementos están en forma de hidrocarburos como metano, etano o propano; amoníaco (NH_3) y monóxido de carbono (CO). En el proceso se requieren temperaturas de 650 a 850 C. Es necesario realizar un temple y un revenido posterior.

- **Sulfinitización (S+N+C)** : En este proceso se incrementa la resistencia al desgaste obtenida en los procesos de cianuración y carbonitruración mediante la acción del azufre. Se aumenta la resistencia al desgaste, favorece la lubricación y disminuye el coeficiente de rozamiento.

5.4. Metales y aleaciones férreas

Importante

Llamaremos **material ferroso** a todo material que en su composición contenga una proporción de hierro.

Importante

Fabricación, proceso de obtención del acero.

Se conoce por **siderurgia** al conjunto de procesos que debe sufrir el mineral de hierro hasta que se obtiene el metal utilizable.

La primera etapa de este proceso consiste en la extracción en las minas de los distintos minerales que contienen hierro. En ellas el mineral, al que llamaremos **mena**, se encuentra formando parte de las rocas, las cuales además de la mena contienen componentes no útiles llamadas **gangas**. Ambas partes deben ser separadas, para lo que habitualmente se pueden emplear dos métodos:

- **Imantación** : en primer lugar se tritura la roca y se hace pasar por un campo magnético aquellos productos que contengan hierro se separarán de las otras rocas.
- **Separación por densidad** : una vez triturada, la roca se sumerge en agua. Al tener la mena distinta densidad que la ganga, ésta se separa del mineral de hierro.

Independientemente de cual sea el método utilizado, una vez realizada la separación del mineral de hierro, se le somete a un proceso por el que se forman una especie de aglomerado de mineral llamado **pelets**. Estos se transportan a la planta siderúrgica donde se procesarán en el alto horno.

Un **alto horno** es una instalación industrial en la que la **mena** contenida en el mineral de hierro es **transformada** en **arrabio**, también llamado hierro bruto.

El **hierro colado o arrabio** obtenido del alto horno es un producto que todavía no está listo para ser utilizado industrialmente.

- Por un lado **contiene impurezas** de elementos como **azufre** o **silicio**.
- Por otro lado contiene un porcentaje demasiado alto de **carbono** y por último todavía arrastra restos de **óxidos de hierro**.

Todas estas sustancias hacen que las propiedades del producto no sean las deseables. Es necesario pues tratar este hierro, el proceso por el que esto se lleva a cabo se llama **colado**.

Proceso por el que se eliminan las impurezas y se reduce la cantidad de carbono presente en el arrabio para transformarlo en un acero apto para la actividad industrial. Las impurezas eliminadas generan una **escoria**.

En la actualidad existen dos métodos diferentes para realizar el colado del arrabio. Por un lado está el método **convertidor LD** y por otro el **horno eléctrico**.

Importante

Aceros y fundiciones.

Acero:

Aleación de hierro y carbono en la que el porcentaje de carbono no supera el 1,76 %.

Clasificación de los aceros

Los aceros se pueden clasificar en función de varios criterios, esto da lugar a varias clasificaciones, la más utilizada de todas ellas es la clasificación **en función del porcentaje de carbono disuelto**. El porcentaje de carbono disuelto en el acero condiciona las propiedades del mismo. Así cuanto mayor sea el porcentaje de carbono disuelto en el acero, éste presenta más dureza y más resistencia a la tracción. Teniendo esto presente es posible clasificar los aceros en:

Nombre del acero	% de carbono	Resistencia a tracción (kg/mm²)
Extrasuave	0,1 a 0,2	35
Suave	0,2 a 0,3	45
Semisuave	0,3 a 0,4	55
Semiduro	0,4 a 0,5	65
Duro	0,5 a 0,6	75
Extraduro	0,6 a 0,7	85

Fundiciones:

Aleación de hierro y carbono pudiendo contener otros elementos, en la que el porcentaje de carbono está entre el 1,76 y 6,67 % de carbono.

- Fundición blanca. El carbono que contiene se presenta en mayor medida en forma del compuesto cementita (CFe_3).
- Fundición gris. El carbono que contiene se presenta en mayor medida en forma de láminas de grafito mezcladas con el hierro.

5.5. Metales y aleaciones no férreas

Importante

Los metales no ferrosos son aquellos materiales que no poseen o tienen un escaso contenido de hierro.

Según su nivel de utilización los metales no ferrosos serían: cobre y sus aleaciones, aluminio, estaño, plomo, zinc, níquel, cromo, titanio, magnesio.

Estos metales, a pesar de tener características específicas, presentan una serie de propiedades físicas generales que los identifican:

- Estado sólido a temperatura normal, excepto el mercurio que es líquido.
- Opacidad, excepto en capas de muy pequeño espesor.
- Buenos conductores eléctricos y térmicos.
- Brillantes, una vez pulidos.
- Estructura cristalina en estado sólido.

Se pueden clasificar de acuerdo a su densidad en:

- **Pesados** , si su densidad es mayor de 5 kg/dm^3 .
- **Ligeros** , si su densidad está comprendida entre 2 y 5 kg/dm^3 .
- **Ultraligeros** , si su densidad es menor de 2 kg/dm^3 .

En general los metales no ferrosos suelen ser **blandos** y presentan una **reducida resistencia mecánica** , por lo que se suelen alea para mejorar éstas y otras propiedades.

Importante

Metales pesados: Cobre, bronce, latones...

Cobre

Símbolo Cu. Número atómico es 29. Densidad $8,9 \text{ kg/dm}^3$. Punto de fusión $1083 \text{ }^\circ\text{C}$. Resistencia a la tracción 18 kg/mm^2 . Alargamiento 20 % . Resistividad $0,017 \text{ } \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$.

Obtención. Estado natural.

El cobre puede encontrarse en estado puro. El cobre en bruto se tritura, y se separa por flotación y se concentra en barras.

Propiedades

blando y maleable.

Aplicaciones

Era conocido en épocas prehistóricas, se han encontrado objetos de este metal en las ruinas de las civilizaciones antiguas.

El cobre tiene una gran variedad de aplicaciones a causa de sus ventajosas propiedades, como son su elevada conductividad del calor y electricidad, la resistencia a la corrosión, así como su maleabilidad y ductilidad. Debido a su extraordinaria conductividad, sólo superada por la plata, el uso más extendido del cobre se da en la industria eléctrica. Por su ductilidad se puede transformar en cables de cualquier diámetro, desde 0,025 mm.

Aleaciones

Las aleaciones más importantes y profusamente utilizadas son:

- **Bronce**, una aleación con estaño, se emplea en la fabricación de campanas, engranajes, esculturas.
- **Latón**, una aleación con zinc, se emplea en grifería, bisutería, envases...

A menor escala se emplean otras aleaciones como son:

- **Cuproaluminio**, se emplea para fabricar hélices de barco, tuberías.
- **Alpaca**, es una aleación con níquel y zinc de color plateado, se emplea en la fabricación de cuberterías y joyería barata.
- **Cuproníquel**, se emplea para la fabricación de monedas y de contactos eléctricos.

Estaño

Símbolo Sn. Número atómico 50. Densidad $7,28 \text{ kg/dm}^3$. Punto de fusión 231°C . Resistencia a la tracción 5 kg/mm^2 . Alargamiento 40 %. Resistividad $0,115 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$.

Obtención. Estado natural

Es un metal muy escaso en la corteza terrestre, su principal mineral es la casiterita (SnO_2), que tiene una riqueza muy baja.

Propiedades

A temperatura ambiente es **blando y maleable**, es fácil obtener papel de escaso espesor.

Aplicaciones

Sus principales aplicaciones es en la fabricación de hoja de lata recubriendo un alma de acero de dos capas muy finas de estaño puro. En aleación con plomo para emplearse como metal de aportación en la soldadura blanda eléctrica.

Zinc

Símbolo Zn. Número atómico 30. Densidad $7,13 \text{ kg/dm}^3$. Punto de fusión 419°C . Resistencia a la tracción según sean piezas moldeadas o forjadas $3-20 \text{ kg/mm}^2$. Alargamiento 20 %. Resistividad $0,057 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$.

Obtención. Estado natural

No se encuentra puro en la naturaleza y hasta el siglo XVII no se consiguió sintetizar. Los minerales más importantes son la **blenda**, sulfuro de zinc y sulfuro de plomo, con una riqueza del 50 % de zinc y la **calamina**, silicato y carbonato de zinc, con riqueza inferior al 40%.

Es muy frágil a temperatura ambiente, pero se vuelve maleable entre los 120 y los 150 °C, por lo que se lamina fácilmente en rodillos caliente. No es atacado por el aire seco, pero en aire húmedo se oxida, cubriéndose con una película carbonada que lo protege de una posterior corrosión. Reacciona mal en presencia de ácidos.

Aplicaciones

- El **metal puro** se usa principalmente como capa recubrimiento para producir acero galvanizado, en las placas de las pilas eléctricas secas, y en las fundiciones a troquel. Se usa como pigmento en pintura de exteriores, por sus propiedades antioxidantes, se utiliza como elemento de relleno en llantas de goma y como pomada antiséptica en medicina.
- Aleado con el cobre para obtener **latón**.
- El **cloruro de zinc** se usa para preservar la madera y como fluido soldador.
- El **sulfuro de zinc** es útil en electroluminiscencia, fotoconductividad, semiconductividad y otros usos electrónicos; se utiliza en los tubos de las pantallas de televisión y en los recubrimientos fluorescentes.



Aleaciones ligeras.

Aluminio

De símbolo Al, es el elemento metálico más abundante en la corteza terrestre. Número atómico 13. Densidad 2,69 kg/dm³. Punto de fusión 660 °C. Resistencia a la tracción 10 kg/mm². Alargamiento 50 %. Resistividad 0,026 Ω mm²/m.

Obtención. Estado natural

Se obtiene de la **bauxita**, mineral que puede encontrarse en minas a cielo abierto.

Aplicaciones

- Debido a su baja densidad es muy útil para construir aviones, vagones ferroviarios y automóviles, y para las aplicaciones en las que es importante la movilidad y la conservación de energía.
- Por su elevada conductividad térmica, el aluminio se emplea en utensilios de cocina y en pistones de motores de combustión.
- Es fácilmente moldeable por lo que se usa en carpintería de aluminio.
- Dada su escasa absorción de neutrones, se utiliza en reactores nucleares.
- Es muy maleable por lo que se obtiene papel de aluminio de 0,002 mm de espesor, utilizado para proteger alimentos y otros productos perecederos, por su compatibilidad con comidas y bebidas se usa en envases, envoltorios flexibles, botellas y latas de fácil apertura. El reciclado de estos recipientes supone un gran ahorro de energía.
- La resistencia a la corrosión por agua del mar, lo hace útil para fabricar cascos de barco y elementos que estén en contacto con el agua.

Titanio

De símbolo Ti. Número atómico 22. Densidad $4,45 \text{ kg/dm}^3$. Punto de fusión 1800°C . Resistencia a la tracción 100 kg/mm^2 . Alargamiento 5 %. Resistividad eléctrica $0,8 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$.

Obtención. Estado Natural

No se encuentra puro en la naturaleza. Constituye los minerales **ilmenita** (FeTiO_3), **rutilo** (TiO_2) y **esfena** ($\text{CaO} \bullet \text{TiO}_2 \bullet \text{SiO}_2$).

Aplicaciones

- Es muy maleable y dúctil en caliente, debido a su resistencia y su densidad, el titanio se usa en aleaciones ligeras, aleado con aluminio y vanadio, se utiliza en aeronáutica para fabricar las puertas de incendios, el fuselaje, los componentes del tren de aterrizaje. Los cuadros de las bicicletas de carreras. Los álabes del compresor y los revestimientos de los motores a reacción.
- Se usa ampliamente en misiles y cápsulas espaciales; las cápsulas Mercurio, Gemini y Apolo fueron construidas casi totalmente con titanio.
- Es eficaz como sustituto de los huesos y cartílagos en cirugía.
- Se usa en los intercambiadores de calor de las plantas de desalinización debido a su capacidad para soportar la corrosión del agua salada.



Metales ultraligeros.

Magnesio

De símbolo Mg. Número atómico 12. Densidad $1,74 \text{ kg/dm}^3$. Punto de fusión 650°C . Resistencia a la tracción 18 kg/mm^2 . Resistividad eléctrica $0,8 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$.

Aplicaciones

El magnesio aleado con aluminio se usa para piezas de aeronáutica, en fuegos artificiales, aspiradoras, esquís, carretillas, cortadoras de césped, muebles de exterior e instrumentos ópticos. También como desoxidante en la fundición de metales.

El magnesio puro se utiliza en flashes fotográficos, bombas incendiarias y señales luminosas y pólvora para fuegos artificiales, porque su combustión da una luz blanca muy intensa.

Formando distintos compuestos químicos tiene diferentes utilidades es diverso.

- El **carbonato de magnesio** (MgCO_3), se usa como material refractario y aislante.
- El **cloruro de magnesio** ($\text{MgCl}_2 \bullet 6\text{H}_2\text{O}$), se emplea como material de relleno en los tejidos de algodón y lana, en la fabricación de papel y de cementos y cerámicas.

- El **hidróxido de magnesio** ($\text{Mg}(\text{OH})_2$), se utiliza en medicina como laxante, "leche de magnesia", y para refinar azúcar.

6. Materiales: Materiales no metálicos

En este punto repasamos los **materiales no metálicos**, haciendo un recorrido por los materiales poliméricos, materiales cerámicos tradicionales y avanzados, y sobre los nuevos materiales.

6.1. Materiales poliméricos

Importante

Un material polimérico es un material cuya estructura interna está formada por **polímeros**.

Los polímeros están formados por largas cadenas de moléculas elementales más pequeñas, llamadas **monómeros**.

Estas cadenas se repiten cíclicamente dando lugar a moléculas de gran tamaño de elevado peso molecular, que reciben el nombre de **polímeros**.

Los polímeros se pueden dividir en:

- **Homopolímeros**, cuando los monómeros que lo forman son idénticos y se han **formado por adición**.
- **Copolímeros** si los monómeros que lo constituyen son distintos y se han **formado por condensación**.

PROPIEDADES GENERALES DE LOS MATERIALES POLIMÉRICOS

Los plásticos o polímeros poseen una serie de propiedades que hacen que sus aplicaciones en todos los sectores de la industria vaya cada día más en aumento, entre las que podemos destacar:

- Coste reducido.
- Baja densidad.
- Buenos aislantes eléctricos.
- Buenos aislantes térmicos, aunque la mayoría no resisten elevadas temperaturas.
- Su combustión es muy contaminante.
- Resistentes a la corrosión y a los agentes químicos y atmosféricos.

Importante

Los plásticos se pueden clasificar atendiendo al origen de la materia prima utilizada para su obtención, y pueden ser **naturales** (caucho, celulosa...), o **sintéticos** (el resto de los plásticos usuales).

Pero la clasificación más importante es la que se establece **en base a su comportamiento frente al calor** así como a sus propiedades y se clasifican en:

- **TERMOPLÁSTICOS.**
 - **Funden al calentarlos** y se pueden moldear para darles forma, volviendo a solidificar al enfriarse.
 - Este ciclo de calentamiento- conformación- enfriamiento, **se puede**

- Al calentarlos se ablandan y pueden moldearse y solidifican. En este proceso se produce una reacción química que **imposibilita que vuelvan a fundirse al aumentar su temperatura**, impidiendo las posteriores deformaciones por sucesivos calentamientos.

- **ELASTÓMEROS.**

- Son **muy elásticos**; se deforman enormemente cuando se les aplica cualquier esfuerzo y recuperan sus dimensiones originales al ceder este.
- Tienen muy alta adherencia y baja dureza.



Importante

La **conformación de un material** consiste en darle una forma predefinida y estable, cuyo comportamiento sea adecuado a las aplicaciones a las cuales está destinado. Es muy fácil conformar polímeros, admitiendo los mismos procesos que los metales.

Los métodos de conformación más importantes de los materiales poliméricos son:

- Extrusión.
- Calandrado.
- Termoconformado.
- Moldeo por compresión.
- Moldeo por transferencia.
- Moldeo por centrifugado.
- Moldeo por inyección.
- Moldeo por extrusión-soplado.
- Espumación.



Importante

Las **fibras textiles** son filamentos que se hilan o trenzan, se pueden tejer formando tejidos y se pueden teñir dándoles color.

Atendiendo a su origen podemos clasificarlas: en naturales, artificiales y sintéticas.

- **Fibras naturales**: Están elaboradas a partir de componentes animales, vegetales o minerales.

Pueden ser:

- De origen animal: lana, seda...
- De origen vegetal: algodón, lino, esparto...

de productos naturales.

Pueden ser:

- De origen vegetal: rayón, fibrolana...
- De origen mineral: fibra de vidrio, fibras de metales...
- **Fibras sintéticas** : Se elaboran mediante síntesis químicas, a través de un proceso denominado polimerización. En la actualidad son las más empleadas. Y entre ellas tenemos el nailon, el tergal o la licra.

6.2. Materiales cerámicos: tradicionales y avanzados



Los **materiales cerámicos** son aquellos productos (piezas, componentes, dispositivos, etc.) constituidos por compuestos inorgánicos, no metálicos, cuya característica fundamental es que son consolidados mediante tratamientos térmicos a altas temperaturas.

Se aglutinan en materiales cerámicos tradicionales y materiales cerámicos avanzados.

- Los **materiales cerámicos tradicionales** están fabricados con materias primas de yacimientos naturales, con o sin proceso de beneficiación para eliminar impurezas al objeto de aumentar su pureza, tales como los materiales arcillosos.

Sus **características** más importantes son:

- El conformado puede ser manual y el proceso de cocción se realiza en hornos tradicionales (horno túnel, hornos ascendentes, etc).
- La microestructura de la mayoría de los materiales cerámicos tradicionales presentan un tamaño de grano grueso y una alta porosidad, visible al microscopio óptico de no muchos aumentos (La microestructura se puede estudiar u observar a niveles de microscopía óptica).
- La densidad llega únicamente a alcanzar valores del orden del 10 al 20 % menor que la densidad teórica del material.
- El nivel de los defectos en un material cerámico tradicional es del orden de milímetros.
- Los **materiales cerámicos avanzados** están fabricados con materias primas artificiales que han sufrido un importante procesado químico para conseguir una pureza alta y una mejora de sus características físicas.

Sus **características** más importantes son:

- El proceso de conformado se realiza con equipos sofisticados, que incluyen la utilización de alta temperatura y presión.
- La microestructura es de grano fino y se tiene que resolver o estudiar por medio de la microscopía electrónica.
- La densidad llega a alcanzar valores del orden del 99 o 100 % de la densidad teórica del material.
- El nivel de los defectos en un material cerámico avanzado es del orden de las micras.

Existen muchos materiales cerámicos diferentes, pero todos ellos tienen una serie de características en común:

- Son materiales **duros y frágiles** .
- Son muy **resistentes al desgaste** , por eso, se usan para fabricar herramientas de corte.
- Son muy **resistentes a la oxidación** y a la **corrosión** .

- Poseen puntos de fusión altos, motivo por el cual **resisten temperaturas más elevadas** que los metales.
- Son **económicos**, debido a que la materia prima de la que están compuestos es muy barata, aunque su proceso de fabricación resulte elevado.

Importante

EL VIDRIO

El vidrio se obtiene de una mezcla de arena de sílice (SiO_2), con fundentes (Na_2CO_3), y estabilizantes, como caliza (CaCO_3), se añaden, cada vez en mayor medida, cascotes de vidrio procedente de envases de vidrio reciclado, la mezcla funde en torno a 1.500 °C. Al vidrio así obtenido se le da forma por laminación.

Es un material **inorgánico, amorfo, transparente, duro y frágil**, empleado para fabricar una gran cantidad de productos, ventanas, lentes, botellas,...

Los tipos de vidrio más significativos son:

- **Soda-Cal.** Es el más utilizado.
- **Plomo.**
- **Borosilicato.**
- **Fibra de vidrio.**
- **Fibra óptica.**

Importante

EL CEMENTO

El **cimento** es un aglomerante (especie de pegamento) en forma de polvo que tiene la propiedad de endurecer (fraguar) una vez que se le ha añadido agua y se ha dejado secar, incluso en ausencia de oxígeno. Cuando fragua adquiere una buena resistencia a la compresión.

Hay diversos tipos de cementos pero los más importantes son:

- Cemento **natural.**
- Cemento **Portland.**

El proceso de fabricación del cemento consta de cuatro pasos:

1. Extracción y molienda de la materia prima.
2. Homogeneización de la materia prima.

El **hormigón** es una mezcla de **cemento, grava, arena y agua** , que va solidificando progresivamente, y que soporta muy bien los **esfuerzos de compresión** , y poco los esfuerzos de cortadura y de tracción.

Para solventar el problema de mal resistencia a la tracción, se dota al hormigón de diferentes materiales que trabajan frente a la acción de las cargas a que está sometida, en especial **el acero** que cumple la misión de soportar los **esfuerzos de tracción y cortadura** , a los que se someten las estructuras. Este tipo de hormigón se conoce con el nombre de **hormigón armado** .

Otro tipo de hormigón es el **hormigón pretensado** , que son unas vigas de hormigón sometidos intencionadamente a **esfuerzos de tracción** previos a su puesta en servicio. Esta técnica se emplea para superar la debilidad natural del hormigón a los esfuerzos de tracción.



EL YESO

El yeso es sulfato de calcio dihidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), se comercializa molido, en forma de polvo, se obtiene del **aljez** , una piedra natural sedimentaria, incolora o blanca en estado puro, pero debido a impurezas puede presentar tonalidades grises, castaño o rosado.

El yeso es uno de los minerales mas ampliamente utilizados en el mundo. Una vez amasado con agua, se aplica directamente, y **fragua a gran velocidad** .

Sus aplicaciones más importantes son:

- Es muy empleado en construcción para, **enlucidos** , como pasta de agarre y de juntas, en **estucados** y como soporte para pintura al **fresco** .
- En prefabricados, para tabiques (**pladur**), y placas de **escayola** para techos.
- En traumatología como férulas para inmovilizar huesos y favorecer la regeneración ósea en las fracturas.
- En la elaboración de **tizas** para escritura.
- En los moldes para reproducción de **esculturas** .
- En la fabricación de **cemento** , como elemento aditivo.
- Es mal conductor del calor y la electricidad, por lo que se usa como **aislante térmico** .

6.3. Otros materiales

Importante

LA MADERA

La **madera** es una sustancia fibrosa y relativamente dura que constituye el tronco de los árboles.

La estructura interior de la madera está formada por las siguientes partes:

- **Corteza.** Es una capa impermeable que recubre el árbol protegiéndole de agentes atmosféricos exteriores.
- **Cambium.** Está constituida por células alargadas, que se transforman en nuevas células, las de la zona interior de madera nueva (xilema) y las de la cara externa de líber (floema). Es la zona encargada del crecimiento y desarrollo del árbol.
- **Albura.** Es la madera joven del árbol y está irrigada por mayor cantidad de savia, lo que la hace más vulnerable a la carcoma. Con el tiempo se convierte en madera más dura.
- **Duramen.** Es la madera con dureza y consistencia, formada por tejidos que han alcanzado su total desarrollo procedentes de la transformación de la albura.
- **Núcleo o médula.** Es la parte central y más vieja del árbol. Está formada por células tubulares sin prácticamente agua, que ha sido sustituida por resinas.

Las principales **propiedades** de la madera son:

- **Resistencia, rigidez, dureza y densidad;** cuanto más densa es la madera, más fuerte y dura será. Estas propiedades dependen de lo seca que esté la madera y de la dirección en la que esté cortada con respecto a la veta; siempre es mucho más resistente cuando se corta en la dirección de la veta, por eso las tablas y otros objetos como postes y mangos se cortan a favor de veta.
- Tiene una **alta resistencia a la compresión**, es **muy resistente a la flexión**, presenta una **baja resistencia a la tracción** y **moderada resistencia a la cizalladura**.
- Además es un **buen aislante térmico, acústico y eléctrico**.

Las operaciones que sufre la madera en su proceso de transformación hasta el producto comercial son:

- **Descortezado.**
- **Tronzado.**
- **Aserrado.**
- **Secado.**
- **Cepillado.**

Importante

MATERIALES COMPUESTOS, NUEVOS MATERIALES

Un **material compuesto** es aquél que consta de dos o más materiales físicamente distintos y separables mecánicamente, se puede fabricar mezclando los distintos materiales de tal forma que alcance unas propiedades óptimas y tenga propiedades superiores a las propiedades de los componentes por separado.

La ciencia del conocimiento de los materiales está en continuo desarrollo y día a día registra nuevos avances y descubrimientos en el campo de las propiedades químicas, ópticas, magnéticas,...

De entre estos tipos de materiales compuestos podemos mencionar:

- **Cristales líquidos:** son utilizados en las pantallas de los televisores y de los ordenadores, están formados por finos cristales de materiales conductores transparentes que dejan pasar la luz (óxido de estaño dopado con indio).
- **Biomateriales:** Muy utilizados en el campo de la implantación de prótesis, o de piel artificial.
- **Materiales fosforescentes:** Se utilizan para recubrir las paredes interiores de ciertos monitores o pantallas.
- Los **nanomateriales** de escala microscópica. Es este un campo nuevo y en general se está investigando y experimentando con materiales híbridos compuestos por elementos orgánicos, biológicos, inorgánicos... Entre ellos:
 - **Materiales orgánicos .**
 - **Materiales inteligentes .**
 - **Materiales híbridos (optoelectrónica) .**
 - **Materiales superconductores .**
 - **Geles.**

Influenciados por la demanda de materiales con propiedades diferentes, como mayor ligereza, resistencia, conductividad,... se han realizado una serie de investigaciones que han dado lugar a la aparición de **nuevos materiales** con propiedades antes inimaginables, de entre los que podemos destacar:

- Fibra de carbono.
- Nanotubos.
- Aerogel.
- Grafeno.

7. Ejercicios resueltos de convocatorias anteriores

En este apartado se incluye un enlace a un documento en formato pdf, en el que se incluyen los ejercicios propuestos en convocatorias anteriores así como su resolución.

[Enlace a ejercicios resueltos de convocatorias anteriores](#)