

TEMA 7. CONOCIMIENTO DE MATERIALES

1.Introducción



La fotografía muestra una imagen que te resultará familiar; es el aula de un instituto. En ella puedes ver objetos cotidianos: mesas, sillas, papeles, ordenadores, etc... Si centras tu observación en los materiales de los que están hechos estos objetos, comprobarás que su naturaleza es muy diversa: el suelo es de material cerámico, las paredes están recubiertas de cemento y pintura, las mesas son de madera con estructura de acero, los ordenadores son de plástico, los radiadores son de fundición...

Si la fotografía mostrara un entorno industrial, encontrarías también en ella muchos de estos materiales formando parte de máquinas o instalaciones; y es que hoy día la variedad de materiales que se utiliza en cualquier ámbito es tan extensa que es prácticamente inabarcable para un texto de la extensión que se pretende dar al que tienes ante ti.

Observar estos materiales, identificarlos, clasificarlos y analizarlos te dará una visión más amplia de tu trabajo.

Contenidos generales

A lo largo de este tema estudiarás:

- Las propiedades comunes a todos los materiales, particularizando a continuación cada una de ellas a los materiales más usados en el ámbito doméstico e industrial.
- Las aplicaciones más usuales de los materiales metálicos y plásticos, así como su identificación, clasificación y formas comerciales.
- Las modificaciones de las propiedades que permiten los tratamientos térmicos más usuales: temple, revenido y recocido.

2. Propiedades de los materiales

¿Por qué los cables eléctricos son de cobre y no de acero? ¿Qué motivo existe para utilizar aluminio en las bicicletas y no plomo? ¿A qué se debe que los parachoques de los automóviles sean de plástico y no de cobre? Tal parece que unos materiales ofrecen mejores propiedades que otros en ciertas aplicaciones. ¿Cuáles son esas propiedades?

Existen materiales cuyas propiedades los hacen indispensables para determinados trabajos, pero no existe el material que valga para todo; otras propiedades lo harán completamente inadecuado para otras aplicaciones. Veamos algunos ejemplos:

- El vidrio de una ventana se rompe fácilmente ante el impacto de una piedra, pero si en lugar del vidrio fuera una chapa de aluminio, difícilmente se rompería. Sin embargo el vidrio permite ver a su través, cosa que no hace el aluminio; esa es la razón por la que se utiliza vidrio en las ventanas en lugar de aluminio.
- El acero es relativamente barato y abundante, y es posible obtener hilos finos con él; sin embargo no se usa para fabricar cables eléctricos ya que no conduce la electricidad tan bien como el cobre; esa es la razón por la que se utiliza preferentemente cobre en lugar del acero en los cables eléctricos.
- El plomo es un metal relativamente fácil de moldear; a pesar de ello no se hacen útiles de cocina con él, ya que no resiste temperaturas elevadas y además es tóxico. En la cocina se utilizan otros materiales más inocuos y resistentes a la temperatura, como el aluminio o el acero inoxidable. Sin embargo, el plomo es un excelente protector contra los rayos X, y por eso se fabrican con él pantallas de protección para las personas que trabajan en ese campo.

Los materiales utilizados en la industria deben ser seleccionados en función de sus propiedades, con el fin de que puedan cumplir adecuadamente el trabajo que se les destine. A continuación estudiarás algunas propiedades de los materiales.

Propiedades físicas

Se llaman así a las propiedades intrínsecas del material, es decir, aquellas que posee debido a su composición y estructura interna, sin que sea necesario ponerlas de manifiesto mediante alguna reacción química o esfuerzo que altere su composición o provoque su deformación.

Color

Cada material posee un **color característico** que permite su identificación a simple vista. Por ejemplo, puedes distinguir el cobre por su color anaranjado, el acero por su color gris brillante, el bronce por su aspecto dorado,...

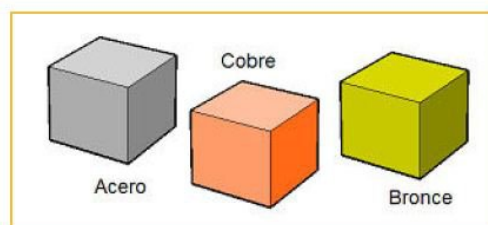


Fig. 1: Colores característicos de algunos materiales.

Densidad y peso específico

La **densidad** de un material es su masa dividida entre el volumen que ocupa. Matemáticamente se escribe de esta manera:

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Masa}}{\text{Volumen}}$$

En unidades del Sistema Internacional se expresa en **kg/m³**, pero frecuentemente se expresa también en kg/dm³.

El **peso específico** de un material es su peso dividido entre el volumen que ocupa.

$$\text{Peso específico} = \frac{\text{Peso}}{\text{Volumen}}$$

Sus unidades en el Sistema Internacional son **N/m³**. Es habitual expresarlo también en kg/dm³, entendiéndose en este caso que se trata de kilogramos-fuerza, unidad empleada normalmente en las básculas de uso común.

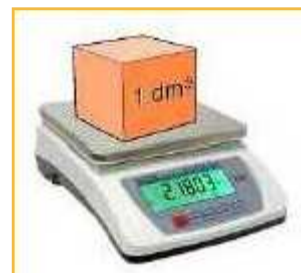


Fig. 2: Peso de un cuerpo de volumen 1 dm³.

Los materiales que tienen poco peso específico se dice que son *ligeros*, y los que tienen mucho peso específico se dice que son *pesados*. El aluminio es un material ligero, y por eso se utiliza para construir algunas piezas de bicicleta; el plomo, sin embargo, es un material pesado, y por eso se utiliza como lastre en los equipos de buceo.

o Conductividad térmica

A la propiedad que tienen los materiales de transmitir el calor a su través se la denomina conductividad térmica; se identifica por la letra griega λ (lambda) y su valor numérico se expresa en W/mK. Un material que transmita bien el calor tendrá un valor de la conductividad térmica elevado, mientras que un material que transmita mal el calor lo tendrá bajo.

En general los metales son buenos conductores del calor. El cobre y el aluminio son utilizados en la fabricación de intercambiadores de calor debido a su elevada conductividad térmica. En el extremo opuesto se encuentran materiales como la madera, el corcho o el plástico, utilizados como aislantes térmicos en viviendas o en cámaras frigoríficas.

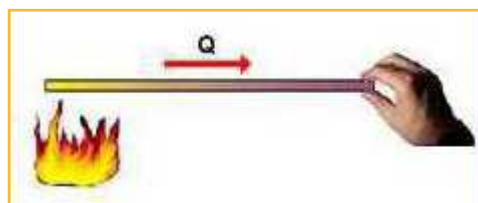


Fig. 3: Conductividad térmica.

o Conductividad eléctrica

Es la capacidad que tienen los materiales para conducir la electricidad a su través. Se identifica por la letra griega σ , y sus unidades en el Sistema Internacional son Siemens/m.

Generalmente los materiales de alta conductividad térmica tienen también σ una alta conductividad eléctrica; por ejemplo, con el cobre y el aluminio se fabrican cables eléctricos; por el contrario la madera, y más actualmente los plásticos —ambos de baja conductividad eléctrica—, son utilizados como aislantes eléctricos en la fabricación de mangos para herramientas o envoltentes de cables eléctricos.



Fig. 4: Conductividad eléctrica.

o Dilatación térmica

Cuando los materiales experimentan un cambio de temperatura también experimentan una variación de sus dimensiones, llamada *dilatación térmica*.

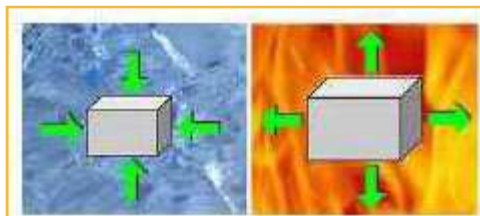


Fig. 5: Contracción y dilatación térmica.

El coeficiente de dilatación térmica lineal nos indica los metros que se alarga (o se acorta) una barra de un metro de longitud cuando su temperatura sube (o baja) 1 °C. Se representa por la letra griega α , sus unidades son °C⁻¹.

El fenómeno de la dilatación es muy apreciable en los tubos y barras metálicas, ya que la deformación afecta principalmente a su longitud. Las vías de tren se instalan dejando un pequeño hueco entre dos raíles para permitir su dilatación y evitar que éstos se deformen al alterarse su longitud.

Para conocer la variación de longitud (ΔL) de una barra ante un cambio de temperatura (ΔT) deberás aplicar la fórmula siguiente:

$$\Delta L = L \times \alpha \times \Delta T$$

Ejemplo

¿Cuanto se alargará una barra de acero de 6 metros de longitud si su temperatura pasa de los -10 °C a los 50 °C?

Solución:

o Temperatura de fusión

Es la temperatura a la cual los materiales pasan del estado sólido al estado líquido y viceversa.

Esta temperatura puede ser muy diferente entre unos materiales y otros; el estaño funde a 232 °C, temperatura que se puede obtener en los fogones de las cocinas domésticas; por el contrario, el wolframio funde a 3.410 °C, temperatura inalcanzable incluso para una llama oxiacetilénica.

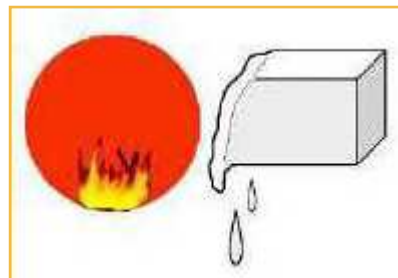


Fig. 6: Fusión de un material por efecto del calor.

Propiedades químicas

Nos referiremos en este apartado a las alteraciones químicas que se producen en los materiales cuando se ponen en contacto con otras sustancias.

o Oxidación

La oxidación tiene lugar cuando los metales se ponen en contacto con el aire húmedo o el agua. En la mayoría de los metales la oxidación produce una capa superficial que evita que aquella siga progresando. En otros, como es el caso del hierro, esta capa es permeable, por lo que su corrosión puede continuar hasta su completa destrucción.

http://www.youtube.com/watch?v=xow45w9YhM4&list=PLE9E5C2F5F0A02AD2&index=52&feature=plpp_video

o Corrosión galvánica

Cuando dos metales se ponen en contacto en un ambiente húmedo y salino, forman una pila electroquímica en la cual el metal químicamente más activo hace de polo negativo (ánodo) y el menos activo de polo positivo (cátodo). Como consecuencia, el metal más activo se corroe rápidamente, mientras que el menos activo queda protegido de la corrosión.

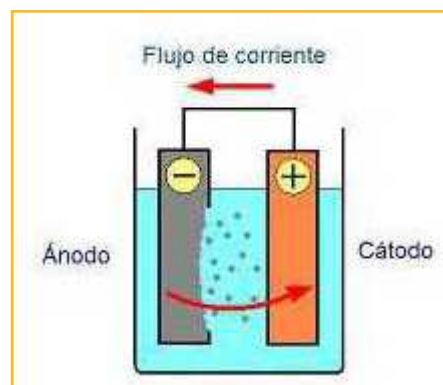


Fig. 7: Corrosión galvánica.

En la tabla 1 se muestra la llamada serie galvánica para metales sumergidos en agua salada. Se trata de una ordenación de los metales de más a menos activos. Así, por ejemplo, al poner en contacto acero y cobre en agua salada, como el acero es más activo que el hierro, se oxidará, mientras que el cobre no se verá afectado por la corrosión.

SERIE GALVÁNICA PARA METALES EN AGUA SALASALADADA	
Másactivos	magnesio aleaciones de magnesio zinc aleaciones de aluminio acero galvanizado (acero recubierto de zinc) hierro de fundición acero plomo estaño cobre
Menosactivos	latón (cobre + cinc) bronce (cobre + estaño) plata oro platino

Tabla 1: Serie galvánica para metales en agua salada.

Propiedades mecánicas

Las propiedades que se citan a continuación están relacionadas con el comportamiento de los materiales ante la acción de fuerzas externas.

o Dureza

Es la mayor o menor dificultad que oponen los cuerpos a ser rayados o penetrados. Cuando un material es capaz de rayar a otro, se dice que el primero es más duro que el segundo. Obviamente un material no puede ser rayado por otro más blando que él.

Por ejemplo, mediante un objeto punzante de acero se puede rayar una superficie de aluminio, pues el acero es más duro que el aluminio; pero no es posible rayar una superficie de acero con un objeto de aluminio por muy punzante que éste sea.

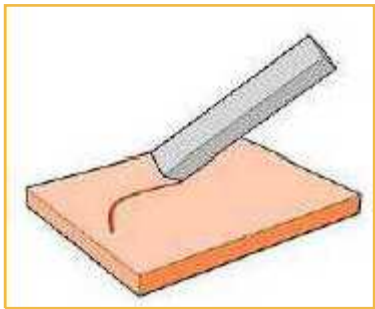


Fig. 8: El material duro raya al más blando.

Los procedimientos para cuantificar la dureza de los materiales se denominan **ensayos de dureza**. Básicamente consisten en aplicar una fuerza sobre un punzón y medir la huella que éste deja en el material. Dos de los ensayos más utilizados son el **Brinell** y el **Vickers**, los cuales se diferencian entre sí en la forma del punzón, siendo una esfera de acero duro en el primero y una pirámide cuadrangular de diamante en el segundo. En ambos ensayos la dureza se representa por una cifra que es el cociente entre la fuerza aplicada y la superficie de la huella; la cifra va seguida de las letras HB en el ensayo Brinell, y de HV en el ensayo Vickers.

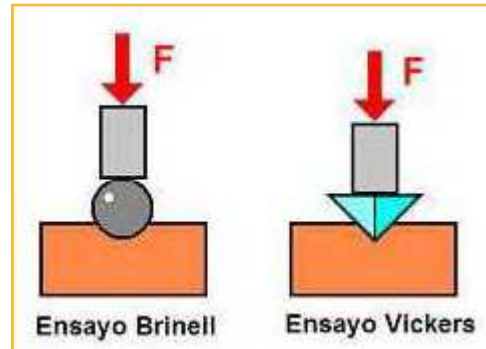


Fig. 9: Ensayos de dureza.

También se suele utilizar, por su sencillez, la escala de Mohs, que consiste en una ordenación de diez materiales considerando que cada uno de ellos debe rayar al anterior y ser rayado por el siguiente.

1. Talco; 2. Yeso; 3. Calcita; 4. Fluorita; 5. Apatita;
6. Ortosa; 7. Cuarzo; 8 Topacio; 9. Corindón; 10. Diamante.

Para los materiales industriales existe una ordenación similar, la cual reproducimos a continuación:

1. Plomo; 2. Aluminio; 3. Latón; 4. Cobre; 5. Hierro;
6. Acero; 7. Wolframio; 8. Acero templado; 9. Carburo; 10. Diamante.

o Tenacidad

Es la propiedad que tienen ciertos materiales de soportar, sin deformarse ni romperse, los esfuerzos bruscos que se les apliquen. En cierto sentido el concepto de *tenacidad* es inverso al de *fragilidad*.

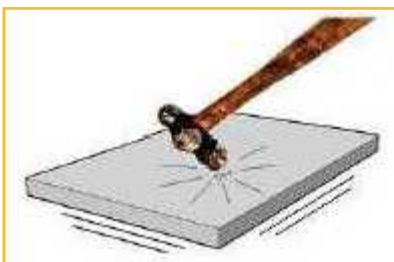


Fig. 10: Tenacidad.

El acero es un material tenaz, ya que se precisa un fuerte impacto para ocasionar su rotura. En el extremo opuesto se encuentra el vidrio, cuya fragilidad es sobradamente conocida.

o Elasticidad

Es la capacidad de los materiales para recuperar su forma inicial tras haber sido deformados (estirados o doblados) cuando cesa la fuerza que produjo su deformación.



Fig. 11: Comportamiento de un material elástico tras haber sido deformado.

El material elástico por excelencia es el caucho, capaz de aumentar varias veces su longitud y recuperar su forma inicial al cesar la fuerza que lo estira.

La mayor parte de los materiales que conocemos presentan cierto grado de elasticidad, aunque no de forma tan evidente como el caucho: la pértiga de fibra de vidrio empleada en el salto de altura, el acero para la fabricación de muelles, o el nylon empleado en las cuerdas de guitarra son ejemplos de materiales elásticos.

o Plasticidad

Es la propiedad que tienen algunos materiales de modificar permanentemente su forma por efecto de una fuerza.



Fig. 12: Comportamiento de un material plástico tras haber sido deformado.

La plastilina es el material que mejor ilustra esta propiedad, ya que adopta la forma que se le da con la presión de los dedos; sin embargo, muchos otros materiales poseen esta propiedad; por ejemplo, los metales son elásticos en una primera fase de la deformación, sin embargo, si la fuerza supera cierto valor, la deformación pasa a ser permanente (deformación plástica); por ejemplo, un alambre de acero puede ser doblado a voluntad y mantener la deformación permanentemente.

o Resistencia a tracción

Es la máxima tensión que soportan los materiales sin romperse al ser sometidos a un esfuerzo de tracción (esfuerzo que tiende a estirarlos).

Para cuantificar esta resistencia se somete una muestra del material (llamada probeta) a un **ensayo de tracción**, consistente en estirar dicha muestra en una máquina hidráulica hasta producir su rotura. Muchos materiales —especialmente los metales— presentan dos comportamientos característicos antes de la rotura:

- T **Comportamiento elástico.** Tiene lugar en la primera fase del ensayo, cuando la fuerza de tracción aún no es muy grande. En esta fase el material se comporta elásticamente: si la fuerza de tracción deja de actuar, recuperará su longitud inicial.
- T **Comportamiento plástico.** Si la fuerza de tracción sigue aumentando, el material entrará en una fase de comportamiento plástico, y ya no recuperará su forma inicial aunque cese la fuerza que lo estira.

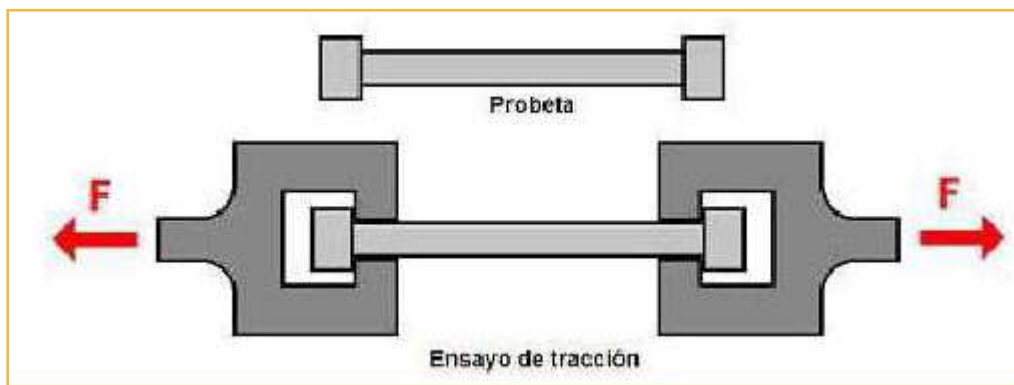


Fig. 13: Probeta metálica sometida a un ensayo de tracción.

La resistencia a tracción se expresa mediante una cifra que se obtiene de dividir la fuerza que produce la rotura de la probeta entre su sección. Habitualmente se expresa en kg/mm^2 .

o Ductilidad

Es la facilidad que tiene algunos materiales para extenderse en forma de hilos.

El cobre es un buen ejemplo de material dúctil, ya que puede ser extendido en finos hilos para



Fig. 14: Material dúctil.

la obtención de cables eléctricos.

o Maleabilidad

Es la facilidad que tienen algunos materiales para extenderse formando planchas o láminas.

El oro es extremadamente maleable, pudiendo transformarse en láminas de un espesor cercano a la milésima de milímetro; con él se fabrican finas hojas denominadas *pan de oro*, utilizadas en decoración. Otro material conocido por su maleabilidad es el aluminio, con el que se fabrican finas láminas usadas para envolver alimentos.

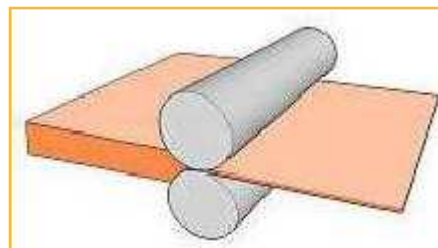


Fig. 15: Material maleable.

Tabla de propiedades de algunos materiales

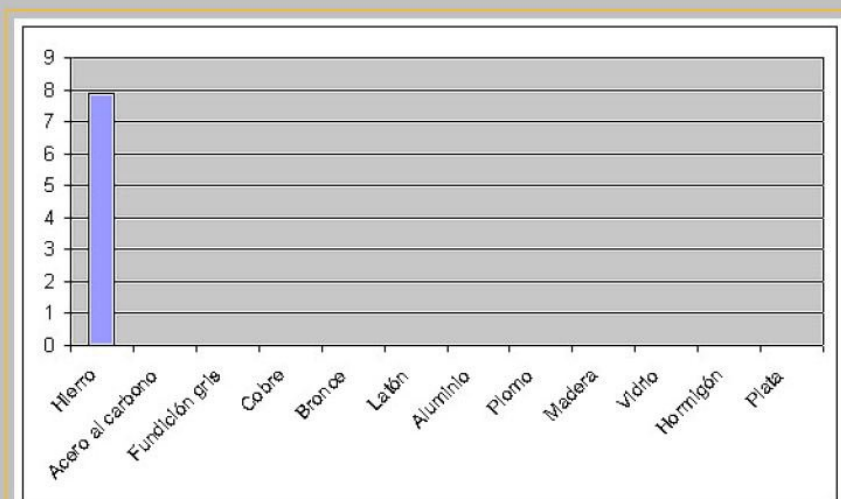
La siguiente tabla recoge las propiedades de algunos materiales de uso muy extendido en la industria.

Material	Color	Peso específico kg/dm ³	Conductividad térmica W/m·K	Conductividad eléctrica S · m ⁻¹	Dilatación térmica °C ⁻¹	Temp. de fusión °C	Dureza Brinell (HB)	Resistencia a tracción kg/mm ²
Hierro		7,87	80,2	9,93 · 10 ⁶	0,000012	1.535		22
Acero al carbono		7,85	47-58		0,000012	1.480	135-220	48-75
Fundición gris		6,9-7,2	58		0,000010	1.200	180-300	14-45
Cobre		8,9	372	59,6 × 10 ⁶	0,000017	1.085	35	25-30
Bronce		8,8	116-186		0,000018	950	75-115	32
Latón		8,5	92,8		0,000018	1.015	60-100	35
Aluminio		2,7	209,3	37,8 × 10 ⁶	0,000024	660	15	14-20
Plomo		11,3	34,8		0,000029	327	3,5-5	1,4
Madera		0,6-1,4	0,13		0,000003-0,000010	-	1-7	9-16
Vidrio	Transp.	2,5-3	0,6-1		0,000009	1.200	550	3-7
Hormigón		1,8-2,4	1,04		0,000012	-		
Plata		10,5	406,1-418,7	63,01 × 10 ⁶	0,000019	960	24,5	16

Tabla 2: Características de algunos materiales.

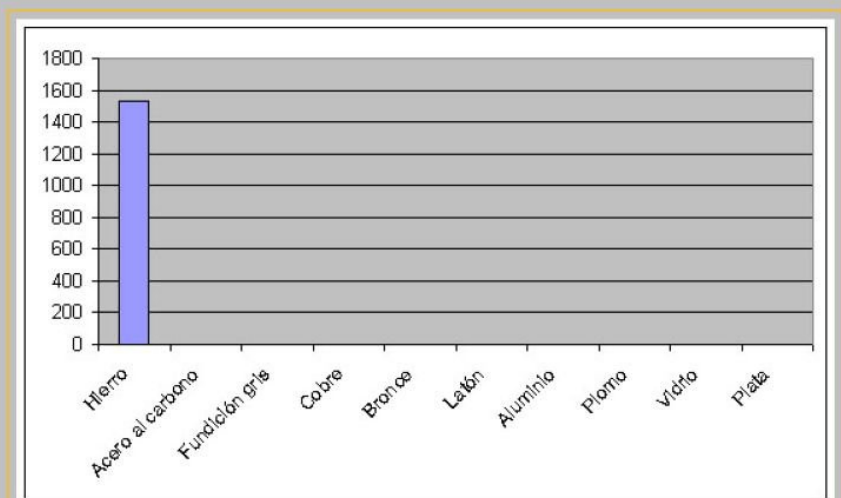
1 actividad

Completa el gráfico de barras siguiente con los pesos específicos de cada material (para aquellos con más de un peso específico utiliza su valor medio). Observa y comenta los resultados.



2 actividad

Completa el gráfico siguiente con la temperatura de fusión de cada material. Observa y comenta los resultados.



3. El hierro y sus aleaciones

A veces se habla de hierro y otras veces de acero, ¿son ambos metales la misma cosa? Hay piezas fabricadas en un metal similar al hierro al que llaman "fundición"; ¿hierro y fundición son la misma cosa? ¿De dónde se obtiene el acero inoxidable? ¿Son el acero, la fundición y el acero inoxidable metales distintos al hierro?

El mineral de hierro es muy abundante en la corteza terrestre. Se encuentra formando parte de minerales como la hematites, la magnetita, la limonita, la siderita, la pirita, la ilmenita, etc.

Para separar el hierro del mineral en el que está contenido se recurre a calentarlo hasta su temperatura de fusión; de esa forma el hierro puro se acumula en el fondo del recipiente y los otros componentes flotan sobre él en forma de escoria.

El hierro, como metal puro, tiene muy pocas aplicaciones en la industria debido a sus mediocres propiedades mecánicas. Para que pueda ser utilizado con fines industriales es necesario alearlo con **carbono** y, eventualmente, con otras sustancias que modifiquen sus propiedades.

Ya desde antiguo se comprobó que fundiendo el mineral en un lecho de carbón vegetal se obtenía un metal más duro y resistente; esto se debía a que, durante la combustión, el carbón vegetal desprendía carbono que se aleaba con el hierro modificando sus propiedades. Este es procedimiento que se sigue actualmente en las siderurgias, aunque, evidentemente, de una forma más elaborada.

Cuando la aleación tiene un contenido de carbono inferior al 2% recibe el nombre de **acero**, y cuando está entre el 2% y 6%, se la denomina **fundición**. Si el contenido de carbono es muy bajo, la aleación se llama entonces **hierro dulce** o **hierro forjado**.

La adición de otras sustancias a la aleación proporciona al acero distintas propiedades; así, por ejemplo, con la adición de cromo y el níquel se obtienen **aceros inoxidables**; el cobalto proporciona al acero gran dureza y resistencia a las altas temperaturas, dando lugar a los **aceros rápidos** empleados en la fabricación de herramientas de corte (brocas, sierras, cuchillas de torno, fresas,...).

Obtención del acero

El proceso para la obtención del acero se inicia en el **alto horno** (figura 16a), en el que se introduce el **mineral de hierro** junto con **carbón de coque**, que actúa como combustible, y **caliza**, que actúa como fundente.

Las altas temperaturas que se obtienen en el interior del horno producen la fusión del mineral de hierro, el cual se acumula en la parte baja del horno y se extrae por unos orificios denominados piqueras. Flotando sobre el metal fundido se forma la **escoria**, que es aprovechable como material de relleno en obras públicas.

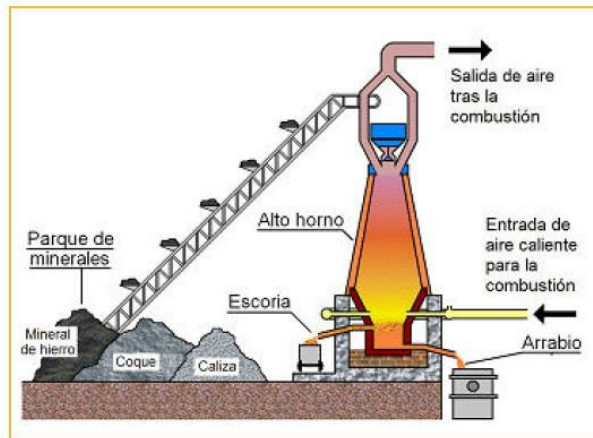


Fig. 16a: Esquema de un alto horno.

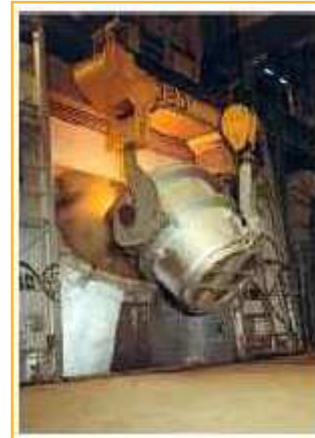


Fig. 16b: Vertido de arrabio en el convertidor LD.

El metal fundido que se extrae del alto horno se denomina **arrabio**, y tiene un alto contenido en carbono. El arrabio puede ser solidificado en forma de lingotes o bien transportado en estado líquido a los **convertidores LD** (figura 16b), donde se ajusta su contenido en carbono y, eventualmente, se le añaden otros componentes para obtener aleaciones especiales, como por ejemplo aceros inoxidables.

Una vez ajustado el contenido en carbono en los convertidores LD, el acero pasa a los **trenes de laminación** (figura 17), en los que toma su forma comercial definitiva.



Fig. 17: Trenes de laminación.

Los trenes de laminación son bandas sobre las que circula el acero a alta temperatura; estas bandas terminan en dos rodillos que giran en sentido contrario a la misma velocidad y a través de los cuales se hace pasar el acero. Dependiendo de la forma de los rodillos se obtienen distintas formas comerciales (figura 18): chapas, barras de sección cuadrada o redonda, perfiles estructurales, varillas y alambre.



Fig. 18: Productos obtenidos en los trenes de laminación.

- A) Perfiles estructurales.
- B) Chapas.

http://www.youtube.com/watch?v=MEuiKkvCFaQ&list=PLE9E5C2F5F0A02AD2&index=21&feature=plpp_video

Propiedades del acero

Como ya hemos visto, las propiedades del acero varían en función del contenido de carbono y de la participación de otras sustancias en la aleación. Las propiedades que estudiaremos a continuación corresponden al acero al carbono no aleado de uso ordinario.

o Propiedades físicas

El acero limpio y pulimentado presenta un color **gris azulado**; cuando procede de los trenes de laminación está cubierto de una cascarilla más oscura, denominada calamina.

El **peso específico** del acero es aproximadamente $7,85 \text{ kg/dm}^3$. Para hacerte una idea de lo que esto supone, piensa que 1 dm^3 de acero pesa lo mismo que 7,85 litros de agua (figura 19).

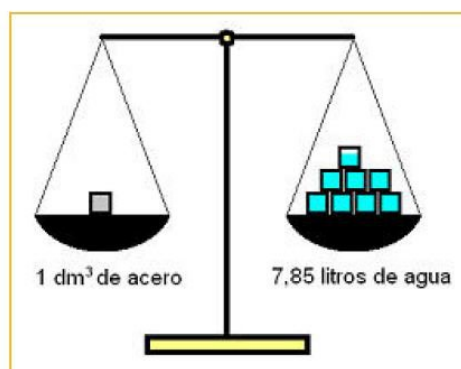


Fig. 19: Comparación de los pesos del acero y del agua.

Su **conductividad térmica** no es muy elevada si se compara con otros metales como el cobre o la plata, aunque es perceptible cuando se calienta con un soplete el extremo de una barra de acero mientras se sujeta ésta por el otro extremo; al poco tiempo se podrá percibir cómo el calor llega a la mano.

Su **conductividad eléctrica** tampoco es muy elevada comparada con la de otros materiales, pero conduce bien la electricidad. Esta propiedad se pone de manifiesto, por ejemplo, en la soldadura eléctrica, pues el arco eléctrico se establece entre las chapas de acero que se sueldan.

Su coeficiente de **dilatación** tampoco es de los más elevados, sin embargo las variaciones de longitud que experimenta ante los cambios de temperatura tienen que ser tenidas en cuenta en muchos casos; por ejemplo, cuando las tuberías de calefacción tienen mucha longitud es necesario intercalar dilatadores que compensen las variaciones de longitud debidas a los cambios de temperatura del agua que transportan (figura 20).

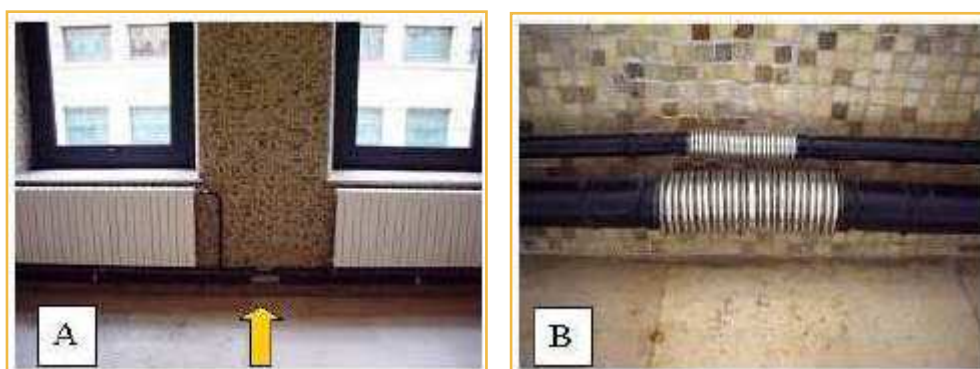


Fig. 20: A) Señalados con una flecha, compensadores de dilatación en una instalación de calefacción.
B) Detalle ampliado de los dilatadores.

De entre los metales de uso ordinario en las instalaciones, el acero es el que presenta una **temperatura de fusión** más alta, 1.535 °C —el cobre, el aluminio o el bronce funden a temperaturas más bajas—, la cual es alcanzada sobradamente con los sopletes de oxibutano y oxiacetileno, así como por el arco de la soldadura eléctrica.

o Propiedades químicas

Su **oxidación** tiene lugar en presencia de humedad, dando lugar a un orín quebradizo en la superficie (figura 21). En determinadas circunstancias la oxidación puede progresar hasta la total destrucción del material.



Fig. 21: Oxido en una vieja cerradura.

La **corrosión galvánica** puede producirse fácilmente en redes de tubería que transporten agua y que contengan tubos de cobre y de acero. Si ambos materiales están en contacto, circulando el agua en el sentido del cobre hacia el acero, se producirá una rápida corrosión del acero.

Hay que aclarar, sin embargo, que cuando se trata de un circuito cerrado, es decir, sin renovación de agua, la corrosión galvánica sólo se produce en los primeros instantes de la circulación, no progresando después.

o Propiedades mecánicas

La **dureza** varía mucho de unos aceros a otros, pues depende de su composición y de los tratamientos posteriores. No obstante, para los aceros de uso ordinario ésta oscila entre 135 HB y 220 HB. En cualquier caso la dureza del acero es mayor que la de muchos otros materiales industriales (aluminio, cobre, bronce, plástico, madera...), lo que puedes comprobar tratando de rayarlo con alguno de ellos.

Puedes comprobar su **elasticidad** utilizando una chapa de acero de poco espesor; comprobarás que dobla ligeramente al ejercer una fuerza en su extremo (figura 22-A) y que recupera su forma inicial cuando la sueltas (figura 22-B).

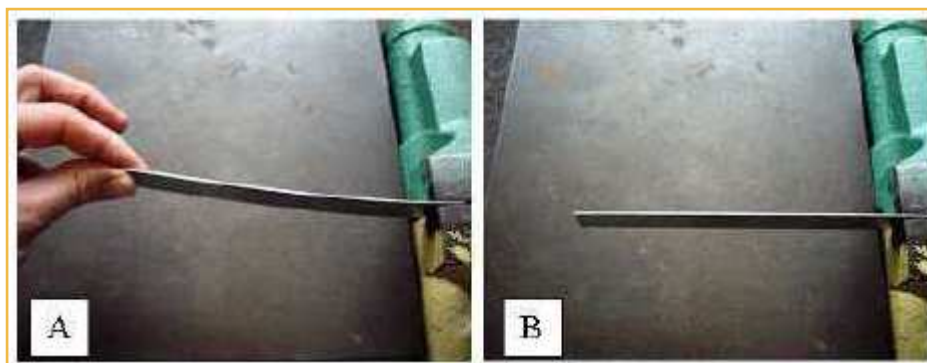


Fig. 22: Comprobación de la elasticidad de una chapa de acero.

Si continúas doblando la chapa (figura 23-A), a partir de cierto punto ya no recuperará su forma inicial (figura 23-B), lo cual te permite comprobar la plasticidad del acero. También puedes observar esta propiedad si golpeas las esquinas de una pieza con un martillo; comprobarás que éstas se deforman (se aplastan) permanentemente.

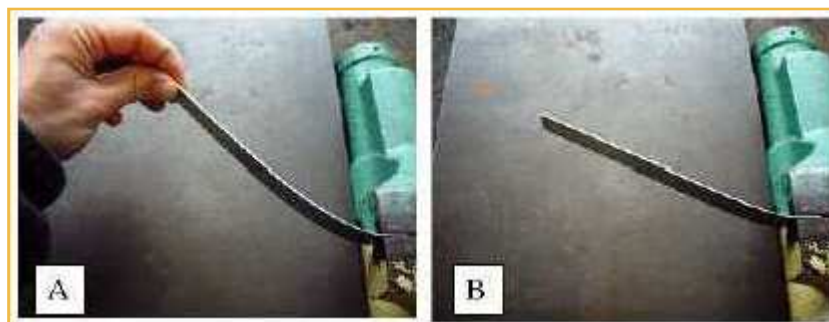


Fig. 23: Comprobación de la plasticidad de una chapa de acero.

Conviene advertir que cuando un acero ha sido doblado hasta sobrepasar la zona elástica, queda debilitado en esa zona y su rotura puede producirse con esfuerzos mucho menores que los que soportaría si no hubiera sido doblado.

Formas comerciales de los aceros

Las formas comerciales del acero son las que se obtienen en los trenes de laminación de las acerías, las cuales, según lo estudiado en el apartado "Obtención del acero" de este capítulo, son: varillas, alambres, perfiles estructurales, barras y chapas.

Los perfiles y varillas se comercializan generalmente con una longitud de 6.000 mm. Las chapas se comercializan generalmente en el tamaño 2.000 x 1.000 mm, con espesores usuales entre los 0,5 mm y los 20 mm.

En la tabla 3 figuran las chapas, barras, perfiles, tubos y varillas más usuales, así como su denominación y designación abreviada. En la tabla 4 figuran datos relativos a los **tubos de acero comerciales** de la serie media, la más usada industrialmente; existe también una serie pesada, con espesores algo mayores, y una serie ligera, con espesores algo menores.

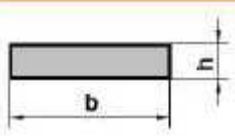
SECCIÓN TRANSVERSAL	DENOMINACIÓN	DESIGNACIÓN ABREVIADA
	Fleje: $h < 4 \text{ mm}$ $b < 200 \text{ mm}$	Fleje $b \times h$ (en mm) Ejemplo: Fleje 25 x 3
	Pletina: $4 \leq h < 10$ $10 \leq b < 200$	Pletina $b \times h$ (en mm) Ejemplo: Pletina 45 x 8
	Llanta: $10 \leq h < 100$ $10 \leq b < 200$	Llanta $b \times h$ (en mm) Ejemplo: Llanta 35 x 10
	Plano ancho: $6 \leq h < 20$ $200 \leq b < 600$	Plano ancho $b \times h$ (en mm) Ejemplo: Plano ancho 280 x 6

Tabla 3: Chapas, barras, perfiles, varillas y tubos comerciales.

(Continúa)

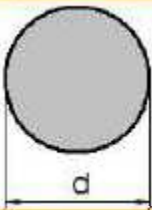
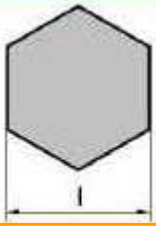
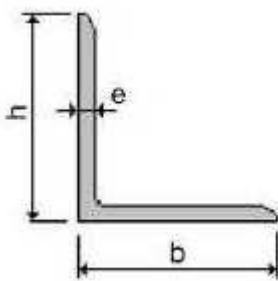
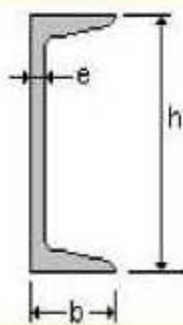
SECCIÓN TRANSVERSAL	DENOMINACIÓN	DESIGNACIÓN ABREABREVIADA
	CUADRADO	Cuadrado de l (lado en mm) Ejemplo: Cuadrado de 28
	ALAMBRE Si $d < 5$ mm Redondo: Si $d \geq 5$ mm	Redondo Ø (diámetro en mm) Redondo Ø10
	HEXAGONAL	Hexagonal de l (distancia entre caras en mm) Ejemplo: Hexagonal de 30
	L: Si sus lados son iguales ($b=h$) LD: Si sus lados son desiguales ($b \neq h$) ANGULAR	Angular de $b \times h \times e$ (en mm) o bien L (o LD) $b \times h \times e$ (en mm) Ejemplos: Angular de 30 x 30 x 5 o bien L de 30 x 30 Angular de 40 x 30 x 5 o bien LD 40 x 30 x 5
	UPN Perfil en U	Perfil en U de h (en mm) o bien UPN h (en mm) Las dimensiones b y e están normalizadas según h. Ejemplos: Perfil en U de 80 o bien UPN 80

Tabla 3: Chapas, barras, perfiles, varillas y tubos comerciales.

(Continuación)

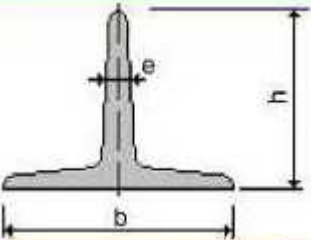
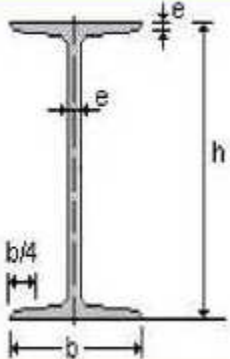
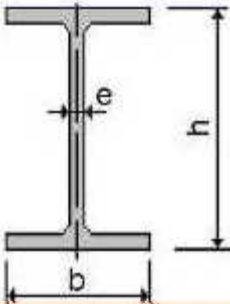
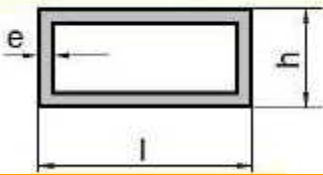
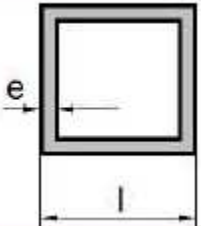
SECCIÓN TRANSVERSAL	DENOMINACIÓN	DESIGNACIÓN ABREVIADA
	T	Perfil en T de $b \times h \times e$ (en mm) o bien $T \ b \times h \times e$ (en mm) Ejemplo: Perfil en T de $30 \times 30 \times 4$ o bien $T \ 30 \times 30 \times 4$
	IPN Viga doble T	IPN h (en mm) Las dimensiones b y e están normalizadas según h. Ejemplo: IPN 140
	HEB Viga doble T de ala ancha	HEB h (en mm) Las dimensiones b y e están normalizadas según h. Ejemplo: HEB 140
	Tubo rectangular	Tubo rectangular de $l \times h \times e$ (en mm) Ejemplo: Tubo rectangular de $40 \times 20 \times 2$
	Tubo cuadrado	Tubo cuadrado de $l \times e$ (en mm) Ejemplo: Tubo cuadrado de 40×2

Tabla 3: Chapas, barras, perfiles, varillas y tubos comerciales.

(Continuación)

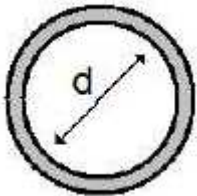
SECCIÓN TRANSVERSAL	DENOMINACIÓN	DESIGNACIÓN ABREVIADA
	Tubo redondo	Tubo de d (en pulgadas) o bien Tubo de Ø d (en mm) d es el diámetro nominal del tubo, y es siempre algo menor que el diámetro interior real del tubo (ver tabla 4). Ejemplo: Tubo de ¾" o bien Tubo Ø 20

Tabla 3: Chapas, barras, perfiles, varillas y tubos comerciales.

TUBOS DE ACERO SERIE MEDIA						
DIÁMETRO NOMINAL		DIÁMETRO INTERIOR	DIÁMETRO EXTERIOR			ESPESOR NOMINAL
			MEDIO	MÁXIMO	MÍNIMO	
1/2	15	16,1	21,3	21,8	21,0	2,6
3/4	20	21,7	26,9	27,3	26,5	2,6
1	25	27,3	33,7	34,2	33,3	3,2
1¼	32	36,0	42,4	42,9	42,0	3,2
1½	40	41,9	48,3	48,8	47,9	3,2
2	50	53,1	60,3	60,8	59,7	3,6
2½	65	68,9	76,1	76,6	75,3	3,6
3	80	80,9	88,9	89,5	88,0	4,0
4	100	106,3	114,3	115,0	113,1	4,5

Tabla 4: Dimensiones de los tubos de acero de la serie media.



¿Cuántas chapas de 2.000 x 1.000 x 1 mm podrá transportar un camión cuya carga máxima autorizada es de 1.000 kg?

Aceros inoxidables

Los aceros inoxidables son aleaciones de hierro, carbono y otros componentes que le confieren la propiedad inoxidable, siendo los más importantes el **chromo** y el **níquel**.

Dependiendo de la proporción en la que intervienen estos componentes en la aleación, los aceros inoxidables reciben distintos nombres que tienen relación con la estructura interna que éstos les proporcionan; estos nombres son:

- T **Aceros inoxidables ferríticos.** Sólo contienen hierro, carbono y cromo. El carbono interviene en una proporción inferior al 0,1%. Estos aceros se caracterizan por no ser templables (no se pueden endurecer mediante tratamiento térmico) y por ser magnéticos (son atraídos por los imanes).
- T **Aceros inoxidables martensíticos.** Sólo contienen hierro, carbono y cromo. El carbono interviene en una proporción superior al 0,1% y el 1%. Son templables y magnéticos.
- T **Aceros inoxidables austeníticos.** Contienen hierro, cromo y níquel, éste último en una proporción superior al 7%. Se caracterizan por no ser atraídos por los imanes.

Los aceros al cromo-níquel suelen llevar grabada una inscripción con dos cifras que indica el porcentaje en el que interviene cada componente; así, un acero inoxidable 18/8 es un acero que contiene un 18 % de cromo y un 8 % de níquel.

Fundiciones

Se llama fundición a la aleación de hierro-carbono que tiene un contenido en carbono superior al del acero, estando comprendido entre el 2% y el 6%. Además de hierro y el carbono puede contener otros elementos tales como silicio, manganeso, fósforo, azufre y oxígeno.

Según sea el aspecto de su fractura, las fundiciones férricas pueden ser **grises, blancas y atruchadas**, aunque también existen las fundiciones maleables, nodulares y especiales o aleadas. La fundición más utilizada en la industria es la **fundición gris**, por lo que nos referiremos exclusivamente a ella al estudiar sus propiedades.

o Propiedades de la fundición gris

Sus propiedades físicas son similares a las de los aceros, si bien su **temperatura de fusión** es sensiblemente más baja.

Debido a que el hierro está presente en su composición, las fundiciones padecen también el fenómeno de **oxidación** y **corrosión galvánica** de forma similar a los aceros.

Son muy poco **dúctiles** y **maleables**, por lo que no es posible laminarlas, estirarlas ni deformarlas.

Tienen una baja **resistencia a tracción**, estando ésta comprendida entre los 15 y los 45 kg/mm², dependiendo de su composición. Su **resistencia a compresión** es unas tres veces mayor que la de compresión, por lo que las piezas de fundición suelen diseñarse para soportar esfuerzos de compresión, evitando los de tracción.

Debido a su **fragilidad** se rompen con cierta facilidad ante los choques bruscos.

Son difícilmente soldables.

o Fabricación de piezas en fundición

La fundición se emplea principalmente en la fabricación de piezas que, debido a su forma y tamaño, sean difíciles de construir por otros procedimientos (forja, laminación, estampación, mecanizado,...) (figura 24).



Fig. 24: A) Contador de agua con cuerpo de fundición.
B) Tornillo de banco fabricado en fundición.

Para fabricar una pieza de fundición es preciso preparar previamente un modelo, el cual suele tallarse en madera o plástico; una vez tallado, se introduce en una caja junto con una mezcla de arena y arcilla refractaria que se compacta alrededor del modelo para que se adapte a su forma. A continuación se extrae el modelo con cuidado, quedando el hueco marcado en la arena con su forma; habremos obtenido así el molde de la pieza, el cual se

rellenará posteriormente con la fundición en estado líquido. Una vez solidificada y enfriada, la pieza de fundición puede ser mecanizada parcialmente en aquellas zonas en las que deba presentar superficies pulidas, agujeros, etc. Este procedimiento requiere en muchos casos la fabricación de los moldes en dos mitades, los cuales se unen para formar el hueco de la pieza completa.

En la figura 25 se muestra de forma esquemática el procedimiento seguido para la obtención de una pieza de fundición, utilizando para ello un molde en dos mitades.

1. Primeramente se obtiene un modelo tallado en madera o plástico.
2. A continuación se introduce el modelo en una caja junto con una mezcla de arena y arcilla refractaria que se compacta a su alrededor para que se adapte a la forma de la pieza.
3. Se hace la misma operación en otra caja para obtener el molde de la otra mitad de la pieza.
4. Se unen ambas cajas para obtener el molde de la pieza completa.
5. Se prepara un orificio para introducir el material fundido en el molde.
6. Se introduce el material fundido.
7. Se deja que solidifique y enfríe el material fundido.
8. Se extraen con cuidado ambas mitades del molde con el fin de poder reutilizarlas para obtener nuevas piezas.
9. Se mecanizan las partes de la pieza que lo requieran.
10. La pieza está terminada.

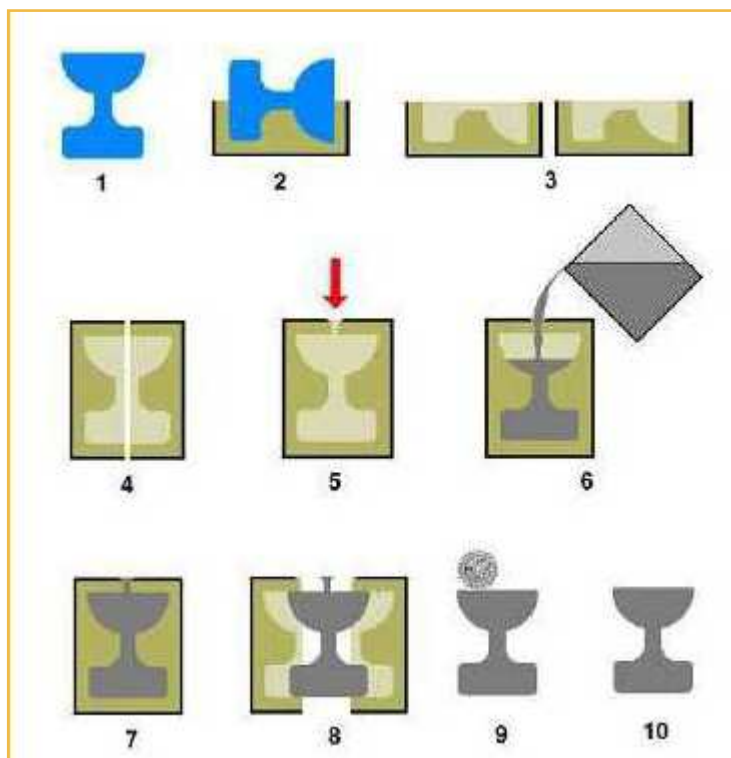


Fig. 25: Proceso de fabricación de una pieza de fundición.

Existe un procedimiento de fabricación conocido como **moldeo a la cera perdida**, que consiste en fabricar el modelo en cera o algún material de muy baja temperatura de fusión. Se introduce el modelo en la caja y se rellena el resto con la arena y arcilla refractaria. A continuación se calienta la cera hasta que se funde y se extrae en estado líquido del molde, el cual podrá ser rellenado a continuación con la fundición. Una vez enfriada la pieza de fundición, será necesario romper el molde para su extracción. Este procedimiento tiene la ventaja de que no es necesario fabricar el molde en dos mitades, aunque tiene la desventaja de que se destruye el modelo y el molde una vez obtenida la pieza.

4 actividad

Localiza en el ámbito de tu ciudad 4 elementos fabricados en fundición.

4. El cobre y sus aleaciones

El acero es uno de los metales más utilizados, pero existen otros como el cobre que la humanidad lleva utilizando desde hace siglos. ¿Qué propiedades tiene este material anaranjado que no tenga el acero? ¿Qué aleaciones se pueden obtener con él?

El cobre

Este metal se obtiene principalmente del mineral llamado **calcopirita**. La concentración de cobre en el mineral es muy baja, por lo que es necesario recurrir a largos y complejos procesos metalúrgicos para su separación.

http://www.youtube.com/watch?v=tsrj4tz7yUY&list=PLE9E5C2F5F0A02AD2&index=18&feature=plpp_video

o Propiedades físicas

El cobre se distingue fácilmente por su **color** anaranjado brillante, aunque se oscurece si está expuesto a la humedad del aire debido a que se oxida superficialmente.

Su **peso específico**, 8,9 kg/dm³, es ligeramente superior al del acero.

Entre sus principales características está la de poseer un elevado coeficiente de **conductividad térmica** que lo hace idóneo para la fabricación de evaporadores y condensadores para equipos de refrigeración.

Otra característica importante del cobre es su alta **conductividad eléctrica**, razón por la cual se utiliza para fabricar hilos de cobre para cables eléctricos.

Su **temperatura de fusión** es sensiblemente más baja que la del acero, 1.085 °C.

o Propiedades químicas

El cobre se **oxida** en presencia del aire o del agua, formándose una capa superficial que evita que la oxidación siga progresando.

La exposición prolongada en atmósferas con contenido de dióxido de carbono origina en el cobre y en sus aleaciones una capa superficial verdosa o azulada denominada **cardenillo**.

o Propiedades mecánicas

El cobre tiene una **dureza** y una **tenacidad** lo suficientemente grandes como para soportar impactos y esfuerzos leves sin que sufra deformaciones. También es **plástico, dúctil y maleable**, sin embargo se vuelve frágil al ser doblado o estirado, por lo que es necesario ablandarlo de nuevo mediante el tratamiento de **recocido**, el cual consiste en calentar el metal a una temperatura comprendida entre los 325 °C y los 650 °C y dejarlo enfriar al aire; este tratamiento puede ser aplicado durante el proceso de fabricación de los tubos o bien a pie de obra calentándolo con un soplete. En todo caso, tras el recocido, el cobre adquiere una gran plasticidad, y puede ser deformado (curvado o ensanchado) sin dificultad.

Formas comerciales del cobre

El cobre se comercializa en forma de **chapas y perfiles**, aunque en el ámbito de las instalaciones térmicas y de fluidos se presenta casi exclusivamente en forma de **tubos y racores**. Los tubos se fabrican en forma de barras rígidas de 5 metros de longitud o de rollos de distintas longitudes.

Los tubos de cobre —ya sea en forma de barras rígidas o de rollos— pueden venir dimensionados en milímetros o en pulgadas, dependiendo del tipo de instalación; así:

- T En instalaciones de agua y de gas se designan:

Diámetro exterior (mm) x Diámetro interior (mm)

- T En instalaciones de refrigeración y aire acondicionado se designan:

Diámetro exterior (pulgadas) x Espesor (mm)

Los **racores** de cobre son piezas destinadas a unir tubos de cobre entre sí mediante soldadura blanda o fuerte. Se designan atendiendo a su forma, al diámetro del tubo al que va destinado y al tipo de unión entre tubo y racor.

Las formas más usuales son:

- T **Manguito recto:** utilizado en la unión de tubos del mismo o distinto diámetro.
- T **Codo:** para unir tubos a 90°.
- T **Curva:** con la misma función que el codo pero con un radio de curvatura mayor. También existen curvas formando ángulos de 135° y de 150°.
- T **Te:** para efectuar derivaciones en la tubería.

El tipo de unión entre tubo y racor puede ser:

- ┐ **Macho**, o simplemente **M**: cuando el racor se introduce en el tubo.
- ┐ **Hembra**, o simplemente **H**: cuando es el tubo el que se introduce en el racor. Son los más utilizadas en instalaciones.

Abreviadamente los racores se denominan con los siguientes datos:

Forma - Ø del tubo al que va destinado - Tipo de unión

En la tabla 5 se muestran algunos tubos y racores así como su denominación y designación abreviada.

ASPECTO	DENOMINACIÓN	EJEMPLOS DE DESIGNACIÓN
	Tubo en barra	Tubo rígido de Ø15x13
	Tubo en rollos (recocido)	Tubo recocido de 3/8 x
	Manguito recto	Manguito recto de Ø15 H
	Codo	Codo de Ø15 H
	Curva	Curva de 90° Ø15M x Ø15 H
	Te	Te de Ø18 hembra

Tabla 5: Tubos y racores de cobre.

Aleaciones del cobre: el bronce y el latón

El **bronce** es una aleación de **cobre y estaño** en la que el cobre es el elemento principal, con un porcentaje comprendido entre el 80% y el 97%.

Aunque sus propiedades dependen del porcentaje de los componentes de la aleación, podríamos decir que, como término medio, tiene una **densidad** de 8,8 kg/dm³, siendo por tanto algo más pesado que el acero. Su **temperatura de fusión** (950 °C) es, sin embargo, algo más baja que el acero e incluso que la del cobre.

El **latón** es una aleación de **cobre y zinc**, en la que el cobre interviene en proporciones muy variables, aunque siempre por encima del 50%. Su **densidad** oscila entre los 8,4 y los 8,7 kg/dm³. Su **temperatura de fusión** es de 1.015 °C.

Tanto el latón como el bronce se identifican a simple vista por su **color** amarillo dorado; la diferencia entre el color de ambos puede apreciarse en la figura 26, en la que se observa que la pieza de latón tiene un tono más amarillo que el bronce. Sin embargo no siempre resulta fácil distinguir el bronce del latón a simple vista, ya que se fabrican también aleaciones en las que intervienen simultáneamente los tres componentes (cobre, estaño y zinc) en distintos porcentajes, por lo que la diferencia entre ellos es aún más difusa.

Tanto el bronce como el latón se oxidan superficialmente formándose en su superficie una capa que evita que la oxidación siga progresando, resultan por ello idóneos para la fabricación de racores y componentes de fontanería.

El bronce y el latón se mecanizan fácilmente, tanto manualmente como a máquina, pues son materiales más blandos que el acero.

o Aplicaciones del bronce y el latón

En el ámbito de las instalaciones térmicas y de fluidos, estas aleaciones se utilizan principalmente en la fabricación de racores para instalaciones de fluidos, cuerpos de válvulas, grifos, etc. (figura 27).

Dada su resistencia al desgaste, el bronce se emplea para fabricar cojinetes de fricción de ejes (casquillos sobre los que giran los ejes). Es fácil ver este tipo de cojinetes en los compresores de refrigeración y bombas de agua (figura 28).



Fig. 26: Pieza de bronce (izquierda).
Pieza de latón (derecha).



Fig. 27: Racores de latón y bronce.

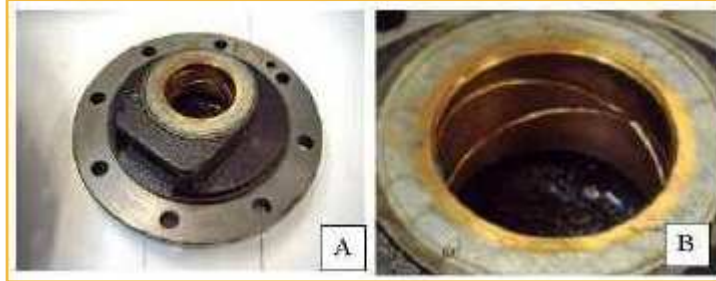


Fig. 28: A) Pieza de un compresor frigorífico con cojinete de fricción de bronce.
B) Detalle del cojinete de fricción.

Ambas aleaciones tienen una buena **conductividad eléctrica**, por lo que son muy utilizadas para fabricar contactos eléctricos de interruptores, enchufes, bombillas, etc.

El latón se emplea en forma de varillas como material de aportación de soldaduras fuertes.

5 actividad

En el ámbito de tu ciudad localiza dos objetos de cobre, dos de bronce y dos de latón.

5. Otros materiales metálicos

Además de los metales vistos hasta ahora, existen otros que habrás oído mencionar en algún momento: el aluminio, el plomo, la plata, el níquel... Algunos serán familiares para ti, otros también estarán en tu entorno y sin embargo no los habrás identificado. Hay materiales que fueron muy usados en otro tiempo y ahora parece que hayan desaparecido. ¿Sabías que hace años el plomo era habitual en todas las casas? ¿Y que hace años el aluminio apenas se utilizaba?

El aluminio

El aluminio se obtiene del mineral denominado **bauxita**, muy abundante en la corteza terrestre.

http://www.youtube.com/watch?v=IC2IBlx3PeE&list=PLE9E5C2F5F0A02AD2&index=17&feature=plpp_video

o Propiedades y aplicaciones

Una de las propiedades físicas más destacables del aluminio es su bajo **peso específico**, de tan solo $2,7 \text{ kg/dm}^3$; por esta razón es muy utilizado en la fabricación de piezas y estructuras para aviación, automóviles y bicicletas.

Su **conductividad eléctrica** es inferior a la del cobre, no obstante es muy utilizado en la fabricación de cables de alta tensión debido a su poco peso.

Su **conductividad térmica** es también inferior a la del cobre, aún así es lo suficientemente alta como para que se puedan fabricar con él aletas y carcasas para evaporadores y condensadores de equipos frigoríficos, ya que su bajo peso específico permite que estos aparatos sean más ligeros (figura 29-A).

Al igual que muchos otros metales, el aluminio se caracteriza por su **oxidación superficial** que evita que ésta progrese hacia el interior del material. Esta cualidad, unida a su poco peso, hace que sea idóneo para fabricar cierres de ventanas, puertas, etc. (figura 29-B).



Fig. 29: A) En primer plano, evaporador con aletas de aluminio.
B) Puerta con estructura metálica de aluminio.

El aluminio puro es **muy blando**, por lo que industrialmente se recurre a aleaciones con otros componentes, algunos de los cuales le proporcionan una **dureza** y una **tenacidad** comparable a la de los aceros. Una de las aplicaciones de estas aleaciones es la fabricación de llantas para vehículos.

Es muy **dúctil** y extremadamente **maleable**, pudiendo transformarse en láminas muy delgadas que se utilizan para envolver alimentos (papel de aluminio).

El aluminio sólo es **soldable** bajo una atmósfera protegida por gas inerte que evite la oxidación durante la operación (procedimientos TIG y MIG).

o Formas comerciales del aluminio

Las formas comerciales del aluminio son similares a las del acero:

- T **Chapas** de distintas dimensiones, siendo las más habituales las de 2.000 x 1.000 mm, con espesores comprendidos entre los 0,5 mm y los 50 mm.
- T **Perfiles**; al igual que el acero, los perfiles suelen ser de sección rectangular (flejes, llantas...), cuadrada, circular, L, T, doble T, etc. Su longitud es de 6.000 mm.
- T **Tubos** de sección circular o cuadrada.

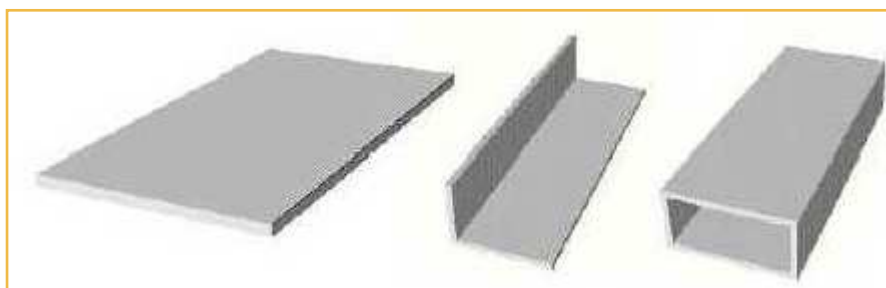


Fig. 30: Chapa y perfiles de aluminio.

Su designación es también similar a la de los perfiles de acero, exceptuando los tubos de sección circular, que se designan:

Diámetro exterior (mm) x Diámetro interior (mm)

En el campo de la carpintería metálica se fabrican **perfiles especiales** para la construcción de puertas y ventanas.

El plomo

El plomo está presente en la naturaleza formando parte del mineral denominado **galena**.

o Propiedades

La propiedad más conocida del plomo es su elevado **peso específico**, $11,3 \text{ kg/dm}^3$, lo que lo convierte en uno de los metales más pesados (el más pesado que se conoce es el iridio, con $22,65 \text{ kg/dm}^3$; ¡el doble que el plomo!).

Otra de sus propiedades características es su baja **temperatura de fusión** ($328 \text{ }^\circ\text{C}$); por esta razón fue muy utilizado —aleado con estaño— como material de aportación en la soldadura heterogénea blanda. Debido a la toxicidad de sus vapores, el plomo está dejando de utilizarse para este fin.

Su **conductividad eléctrica** es muy baja, por lo que suele utilizarse como aislante de cables eléctricos.

Se **oxida** fácilmente en presencia del aire, formándose una capa superficial que evita que la oxidación siga progresando (figura 31).

El plomo es un metal **blando**; se puede cortar con cuchillo y se raya simplemente con la uña. Tiene una gran **plasticidad** y es muy **dúctil** y **maleable**, lo que permite que, calentándolo lentamente, pueda ser conformado fácilmente por extrusión para fabricar tubos.



Fig. 31: Fragmentos de plomo con distintos grados de oxidación.

o Un metal en desuso

El plomo ha tenido múltiples aplicaciones desde la antigüedad, si bien su toxicidad ha obligado a su sustitución paulatina en los últimos años. Estas son, o fueron, algunas de sus aplicaciones:

- T Antiguamente fue muy empleado para fabricar **tuberías** de agua potable. En presencia de aire el plomo reacciona lentamente con el agua formando hidróxido de plomo, que es venenoso. El agua de consumo contiene sales que forman una capa en las tuberías que impide la formación del hidróxido de plomo soluble; aún así, dada su toxicidad y sus efectos nocivos para la salud, la Organización Mundial de la Salud recomienda desde hace años la sustitución de las tuberías de plomo por otras de otros materiales más inocuos (cobre, polietileno...). Las viviendas de nueva construcción hace años que no utilizan este material.

- T Se utilizaba como **antidetonante** en la gasolina para permitir una mayor compresión y temperatura de ésta sin que se produjera auto-ignición. Hoy día la gasolina con plomo ya no se utiliza en Europa.
- T Se utiliza como **protección contra los rayos X** (radiografías) aunque en la actualidad se investigan nuevos materiales más inocuos que bloqueen o dispersen dichos rayos.
- T Se utiliza en la **elaboración de pinturas**, sobre todo en las utilizadas para imprimaciones anticorrosivas (conocidas como minio), si bien existe una regulación estricta en lo que se refiere al contenido de plomo en pinturas de uso doméstico e infantil.
- T Se utiliza aleado con estaño como **material de aportación en soldadura blanda**, si bien la restricción de su uso en conducciones de agua potable lo ha relegado a un segundo plano a favor de las aleaciones de estaño-plata.
- T Era utilizado en la fabricación de **tipos de imprenta**. Actualmente no se utiliza esta tecnología en las imprentas.

Estaño

Este metal se caracteriza por su baja **temperatura de fusión**, 232 °C. Se utiliza como **recubrimiento** de otros metales, como el cobre o el acero, en la fabricación de latas de conserva. Aleado con el cobre da lugar al bronce.



Fig. 32: Rollo de estaño empleado en soldadura blanda.

En el ámbito de las instalaciones térmicas y de fluidos el estaño se utiliza aleado con un pequeño porcentaje de plata (en torno al 4%) como **material de aportación en la soldadura blanda** (figura 32)..

Zinc

La principal aplicación del zinc es el **galvanizado** del acero para protegerlo de la corrosión (figura 33-A). Esta protección es efectiva incluso cuando se agrieta el recubrimiento, ya que el zinc actúa como **ánodo de sacrificio**, es decir, se oxida antes que el acero evitando la corrosión de este último.

El acero galvanizado se identifica fácilmente debido al aspecto de escamas grises que le da el baño de zinc (figura 33-B). En la vía pública pueden verse muchos elementos de este material: postes de señales de tráfico, barandillas quitamiedos de autopistas, etc.



Fig. 33: A) Chapa de acero galvanizado.

B) Detalle del aspecto superficial del galvanizado.



Fig. 34: Tubos y racor de acero galvanizado para conducción de agua.

http://www.youtube.com/watch?v=PGAmZqzPQt0&list=PLE9E5C2F5F0A02AD2&index=24&feature=plpp_video

Magnesio

El magnesio es **inflamable**, sobre todo cuando está en forma de virutas o polvo. Al inflamarse produce una luz intensa que era utilizada en los antiguos flash fotográficos.

La principal aplicación del magnesio en las instalaciones de agua es como **ánodo de sacrificio** en los acumuladores de agua caliente (figura 35), evitando así la corrosión de los elementos de acero que pueda contener el acumulador.



Fig.35: Anodo de sacrificio de magnesio para acumulador de agua caliente.

Plata

En el ámbito de las instalaciones térmicas y de fluidos se utiliza como componente de la aleación cobre-plata como **material de aportación de la soldadura blanda**. Su función es la de favorecer la capilaridad de dicho material durante la soldadura.

Dada su elevada **conductividad eléctrica**, la plata es utilizada también para fabricar contactos eléctricos en interruptores.



Fig. 36: Fragmentos de plata.

Cadmio

Se utiliza como componente de las aleaciones de cobre utilizadas como **material de aportación en la soldadura fuerte**. Su función es la de reducir la temperatura de fusión de las aleaciones cobre-plata, así como aumentar la fluidez favoreciendo la capilaridad. Sin embargo sus humos resultan **altamente tóxicos** para el soldador, por lo que es necesaria una buena protección durante la operación. Es aconsejable no utilizar varillas de soldar con cadmio a no ser que resulte imprescindible y, en todo caso, debidamente protegidos.



Fig. 37: Fragmentos de cadmio.

Cromo

Se utiliza para **recubrir y embellecer piezas** fabricadas con otros materiales (acero, cobre, latón, bronce...), al mismo tiempo que las protege de la oxidación. El recubrimiento se efectúa por métodos electrolíticos.

Es también uno de los principales componentes de los **aceros inoxidables** (a partir de un 12%).



Fig. 38: Diversos objetos cromados.

Níquel

Al igual que el cromo, el níquel se utiliza para **recubrir y embellecer** a otros materiales. El recubrimiento se efectúa también por métodos electrolíticos.

Se utiliza también como componente de los **aceros inoxidables** junto al cromo. Los aceros inoxidables aleados con níquel en una proporción superior al 7% se caracterizan por no ser atraídos por los imanes.



Fig. 39: Diversas piezas recubiertas con baño de níquel.

6 actividad

Busca en distintos medios (libros, revistas, Internet,...) información relativa a los perjuicios que causan el plomo y el cadmio en la salud de las personas y elabora un informe con la información obtenida.

6. Tratamientos térmicos

¿Se pueden endurecer los metales mediante un simple cambio de temperatura? ¿Es posible ablandar metales cuya rigidez parece inquebrantable?

La finalidad de los tratamientos térmicos es variar las características mecánicas de los metales, haciéndolos más duros y resistentes o, por el contrario, más blandos y mecanizables. Los tratamientos térmicos comprenden generalmente tres fases: calentamiento, caldeoamiento y enfriamiento. Estas tres fases suelen efectuarse en hornos eléctricos o de gas-oil (figura 40).



Fig. 40: Horno eléctrico para el temple.

Tratamientos térmicos del acero

Estudiaremos en este capítulo los tratamientos térmicos aplicables al acero por ser uno de los metales más utilizados en la industria.

o Temple

Tiene como finalidad aumentar la dureza y resistencia del acero. Se efectúa en tres fases:

1. **Calentamiento** del metal hasta una temperatura determinada. En los aceros al carbono para usos generales esta temperatura está comprendida entre los 825 y los 860 °C.
2. **Caldeoamiento** de la pieza. Consiste en mantener un tiempo la pieza a la temperatura del temple para que toda su masa adquiera un calentamiento uniforme.
3. **Enfriamiento** rápido. Dependiendo del tipo de acero que se trate, el enfriamiento se hará en agua o en aceite. Los aceros al carbono para usos generales se enfrían en agua.

o Revenido

El temple endurece sustancialmente la pieza, pero tiene el inconveniente de que el material se vuelve frágil; para evitar este efecto adverso del temple se somete la pieza al tratamiento de revenido, el cual se efectúa también en tres fases:

1. **Calentamiento** a una temperatura bastante inferior a la del temple. Los aceros al carbono para usos generales se calientan a unos 600 °C.
2. **Caldeamiento**, cuya finalidad es que toda la masa de la pieza alcance una temperatura uniforme y se eliminen las tensiones internas producidas durante el temple.
3. **Enfriamiento**; generalmente se dejará enfriar lentamente al aire.

o Recocido

Su finalidad es ablandar el acero para que resulte más fácil mecanizarlo. Se efectúa también en tres fases:

1. **Calentamiento** a una temperatura bastante superior a la del temple. Los aceros al carbono para usos generales se calientan entre los 680 y los 780 °C.
2. **Caldeamiento**, para que toda la pieza alcance una temperatura uniforme.
3. **Enfriamiento** muy lento del material, el cual se consigue manteniéndolo dentro del horno después de haberlo apagado.

Por ejemplo, si se desea taladrar una pieza de acero resultará muy difícil hacerlo si la pieza está endurecida por el temple; será preciso ablandarla previamente mediante un revenido, a continuación efectuar el taladrado y, finalmente, efectuar de nuevo el templado de la pieza.

Utilizando un soplete pueden llevarse a cabo tratamientos térmicos en el taller, aunque no con la calidad que proporcionan los hornos eléctricos o de gas-oil, ya que no se tiene certeza de la temperatura que tiene el acero en el momento del calentamiento. Como orientación, incluimos en la figura 41 los colores que toma el acero durante el calentamiento, y su relación con la temperatura.

- Rojo tenue: 500 - 550 °C
- Rojo oscuro: 550 - 860 °C
- Rojo cereza: 860 - 1.000 °C
- Rojo claro: 1.000 - 1.200 °C
- Rojo blanco: 1.200 - 1.400 °C



Fig. 41: Relación entre el color y la temperatura del acero.

7. Materiales plásticos

Habrás observado que muchos de los objetos que te rodean están hechos de plástico. Este material ha ido implantándose en campos hasta ahora exclusivos de otros materiales. ¿Sabías que hace algunos años era impensable que piezas como los parachoques de los coches o los marcos de las ventanas pudieran ser de plástico? ¿Dónde radica el éxito de este material?

Los materiales plásticos son productos **derivados del petróleo**. Se obtienen mediante transformaciones químicas que les confieren una gran plasticidad, propiedad que les da nombre. Además del petróleo, se les añaden diversos aditivos con el fin de variar sus propiedades. Entre los aditivos más importantes están los colorantes y los pigmentos, pues permiten obtener plásticos de distintos colores, más atractivos para la vista.

Hace poco más de un siglo no se conocía el plástico, por lo que todos los objetos, máquinas y utensilios se fabricaban básicamente con metales, madera y productos textiles. El primer plástico fue inventado en 1909 por el químico estadounidense Leo Baekeland, a cuyo producto dio su nombre: **baquelita**.

Actualmente los plásticos tienen una gran cantidad de aplicaciones, superando en muchos campos al metal; ello se debe a las múltiples ventajas que ofrecen, entre las que podemos destacar:

- T Son fáciles de conformar y moldear gracias a la **plasticidad** que adquieren a temperaturas moderadamente altas.
- T Son ligeros y poseen una **resistencia mecánica** suficiente para muchas de las aplicaciones que se les encomiendan.
- T No transmiten bien el calor ni la electricidad, por lo que son buenos **aislantes** térmicos y eléctricos.
- T Se pueden obtener de cualquier color mediante colorantes y pigmentos.
- T Son impermeables.

La variedad de plásticos existente en la actualidad es extensísima, por lo que en este tema estudiarás sólo los más utilizados.

Una primera clasificación de los plásticos se lleva a cabo atendiendo a su comportamiento ante la temperatura; obteniéndose dos grandes grupos: termoplásticos y termosetables.

Termoplásticos

Son los plásticos que se ablandan con el calor, adquiriendo una plasticidad que permite que puedan ser moldeados y **reutilizados** con nuevas formas y aplicaciones. De entre los termoplásticos existentes, destacaremos los siguientes:

o Policarbonato (PC)

- T Es fácilmente **mecanizable** con herramientas convencionales.
- T Es **transparente**, resultando ideal como sustituto del vidrio en múltiples aplicaciones: techos traslúcidos, ventanas de avión, pantallas para tubos fluorescentes, CDs y DVDs, etc.
- T Posee una gran **resistencia a los impactos**, por lo que es utilizado como cristal antitallas y en la fabricación de escudos antidisturbios para la policía.



Fig. 42:Diversos objetos de policarbonato.

o Cloruro de polivinilo (PVC)

Este plástico puede adquirir dos consistencias:

- T **Rígido:** empleado en cierres de puertas y ventanas, tubos y accesorios para conducción de agua, viejos discos de música (vinilos), losetas para suelos, etc.
- T **Blando:** se utiliza como recubrimiento de cables, mangueras de jardín, film transparente para envolver alimentos, rollos de cinta aislante, guantes impermeables, envases, etc.



Fig. 43: Objetos fabricados en PVC rígido (izquierda). Detalle ampliado de la inscripción identificativa del plástico (derecha).

o Polipropileno (PP)

Entre los diversos usos de este plástico destacan: carcasas para CDs (parte opaca), mangos de cuchillos, bolsas para alimentos, sillas y mesas de terraza, plásticos separadores de libreta, ruedas de carrito de supermercado, tuberías y racores, etc.



Fig. 44: Tubo y racores de polipropileno (izquierda). Detalle de la inscripción identificativa del polipropileno (derecha).

o Polietileno (PE)

El polietileno puede adquirir dos consistencias:

- T **PE de alta densidad o rígido (HDPE):** utilizado para fabricar contenedores de reciclaje, cajas de fruta, cascos de protección, contenedores de basura, cubetas y depósitos de agua, recipientes para líquidos, envases para productos de limpieza del hogar, envases para gel de baño y champú, etc.
- T **PE de baja densidad o flexible (LDPE):** empleado en la fabricación de invernaderos, bolsas para embalaje, etc.



Fig. 45: Envases de HDPE (izquierda). Tubos y racores de polietileno (derecha).

o Polietileno tereftalato (PET)

Actualmente es el plástico más utilizado para envases de alimentos y bebidas. Es completamente reciclable, aunque la variedad coloreada no lo es tanto. Es un material fuerte y de poco peso, y permite hacer envases sumamente resistentes y ligeros.

o Polimetacrilato (PMMA)

Conocido simplemente como metacrilato, es un plástico fácilmente mecanizable con herramientas convencionales. Tiene una gran transparencia, por lo que se utiliza principalmente como sustituto del cristal en urnas, muebles transparentes, pantallas de lámparas, pantallas para aislamiento acústico en autopistas, etc.



Fig. 46: Envases de PET.



Fig. 47: Pieza de metacrilato.

o Poliestireno (PS)

Se presenta en varias formas:

- T **Poliestireno alto impacto:** utilizado en el interior de neveras, envases de yogures, vasos y platos de usar y tirar, maquinillas de afeitarse desechables, etc.

- T **Poliestireno cristal:** empleado en carcasas de CDs, cajas, etc.
- T **Poliestireno extrudido:** usado para fabricar bandejas de alimentos para supermercados, paneles aislantes térmicos y acústicos, etc.
- T **Poliestireno expandido:** con el que se fabrican embalajes, paneles aislantes, protección interior de los cascos de ciclismo, etc.



Fig. 48: A) Poliestireno de alto impacto. B) Poliestireno cristal. C) Poliestireno extrudido. D) Poliestireno expandido.

o Acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS)

Este plástico es utilizado en la fabricación de carcasas de ordenadores, parachoques de automóvil, carenado de motocicletas, carcasas de prismáticos y cámaras fotográficas, etc.



Fig. 49: A) Parachoques de automóvil en plástico ABS. B) Dispensador de toallitas higiénicas en plástico ABS.

o Politetrafluoroetileno (PTFE)

Más conocido por su nombre comercial, Teflón, entre sus características destaca su bajísimo coeficiente de rozamiento, por lo que es utilizado en piezas articuladas como cojinete antifricción, permitiendo la eliminación de lubricantes. Su flexibilidad e impermeabilidad permiten fabricar con él juntas de estanqueidad para racores y válvulas. Su bajo poder adherente, su resistencia a las altas temperaturas y su ausencia de reacción ante otras sustancias hacen que sea idóneo como recubrimiento de sartenes. En fontanería se utiliza la cinta de teflón, una fina tira de este material que se intercala entre las roscas de los racores para obtener la estanqueidad de las mismas.



Fig. 50: A) Cinta y juntas de teflón. B) Detalle de las características de la cinta.

Plásticos termoestables

Estos plásticos pueden ser moldeados por medio de calor y presión, pero una vez enfriados ya no es posible volver a fundirlos para nuevos usos, es decir, **no son reutilizables**. Se reconocen porque son duros y frágiles, y si se calientan en exceso se carbonizan.

o Resinas fenólicas (PF)

La resina fenólica más importante es la baquelita, buen aislante térmico y eléctrico. Se utiliza en mangos de sartenes y cacerolas, bolas de billar, volantes y manivelas de máquinas-herramienta, interruptores eléctricos, etc. Los viejos aparatos “de plástico” eran de baquelita: radios, teléfonos, cámaras fotográficas, etc.



Fig. 51: A) Olla con asas de baquelita.
B) Volante de baquelita.

o Resinas úricas (UF)

Se emplean como recubrimiento de maderas artificiales. Una de las marcas comerciales más conocida es Formica, inventora de este recubrimiento (figura 52).



Fig. 52: El tablero superior recubierto de resina úrica, el inferior de resina melamínica.

o Resinas melamínicas (MF)

Al igual que las resinas úricas, las melamínicas se emplean como recubrimiento de maderas artificiales. Son más conocidas con el nombre de melamina (figura 52).

o Resinas de poliéster (UP)



Estas resinas se emplean para recubrir la fibra de vidrio que constituye el casco de las embarcaciones deportivas, los vasos de las piscinas, etc.

Fig. 53: Casco de embarcación de fibra de vidrio y resina de poliéster.

o Resinas de epoxi (EP)

Muy empleadas para cubrir suelos, preparar adhesivos y como recubrimiento de protección en transformadores y devanados de motores eléctricos.



Fig. 54: A) Suelo de polideportivo de resina epoxi.

B) Devanado de transformador protegido con resina epoxi.

o Poliuretano

Puede presentarse principalmente con tres consistencias:

- T **Espumoso y blando:** es el plástico con el que se fabrican esponjas artificiales, colchones, rellenos de almohadas, goma-espuma, etc.
- T **Espumoso y duro:** con el que se obtiene la espuma de poliuretano que se emplea, inyectada, como aislante térmico.
- T **Macizo y elástico:** utilizado en juntas de goma, correas de transmisión, ruedas de carritos, etc.

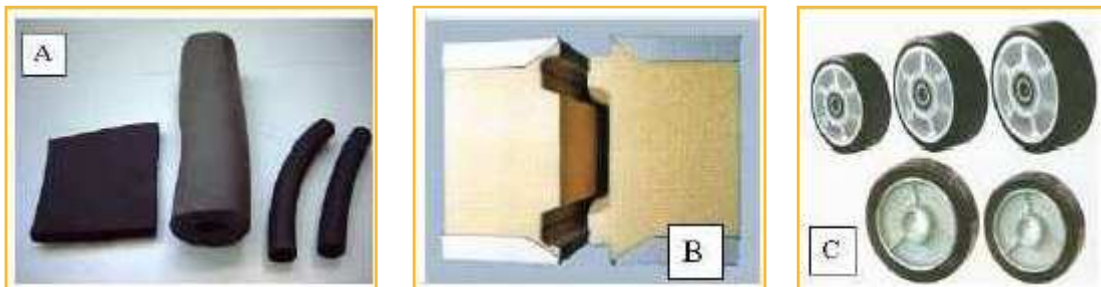


Fig. 55: A) Goma-espuma. B) Espuma de poliuretano. C) Poliuretano macizo y elástico.

7 actividad

Respecto a las propiedades enumeradas en la primera columna de la tabla, haz una valoración de las ventajas e inconvenientes de los plásticos frente a otros materiales.

PROPIEDAD	VENTAJAS	INCONVENIENTES
Color y aspecto superficial		
Peso específico		
Conductividad térmica		
Conductividad eléctrica		
Temperatura de fusión		
Oxidación y corrosión		

Símbolos de los plásticos reciclables

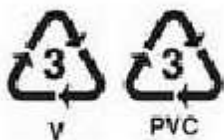
Actualmente los plásticos reciclables llevan grabado un símbolo que los identifica, consistente en unas flechas formando un triángulo equilátero en cuyo interior se incluye el número identificativo del plástico del que se trata. En la tabla 6 se relacionan dichos símbolos con los plásticos correspondientes.



Tereftalato de polietileno (PET)



Polietileno de alta densidad (HDPE)



Vinilo (V) o Cloruro de polivinilo (PVC)



Polietileno de baja densidad (LDPE)



Polipropileno (PP)



Poliestireno (PS)



Todas las demás resinas de plástico o mezclas de los plásticos indicados arriba en un mismo producto

Tabla 6: Símbolos identificativos de los plásticos reciclables.

Además de los símbolos vistos anteriormente, existen otros que también nos indican que el material es reciclable; uno de ellos es el **Punto Verde** (figura 59), el cual garantiza que las empresas cuyos envases presentan este logotipo, cumplen con las obligaciones establecidas en la Ley 11/97, de 24 de abril, de envases y residuos de envases.

Este logotipo puede ser llevado no sólo por envases de plástico, sino también por envases metálicos, de vidrio, de cartón, briks, etc.



Fig. 56: Punto Verde.

8

actividad

Busca en tu entorno familiar o profesional distintos objetos de plástico y localiza en ellos el símbolo que los identifica.

Moldeado de plásticos

La materia prima para la elaboración de piezas de plástico se denomina **granza**, y se comercializa en forma de pequeñas bolas o granos del plástico.

Las piezas de plástico se conforman calentando la granza hasta que adquiere plasticidad, y a continuación se le aplica presión para que se adapten a la forma del molde. Una vez obtenida la pieza, podría requerir algún mecanizado posterior: eliminación de rebabas, taladrado de agujeros, etc., aunque generalmente las piezas se extraen de los moldes ya terminadas.

Los principales procesos de conformación de plásticos son el **prensado**, la **inyección**, el **termoconformado** y la **extrusión-soplado**.

o Moldeado por prensa

El moldeado por prensa (figura 57) se lleva a cabo en un molde en el que se deposita la granza (1). A continuación se aplica calor para que la granza adquiera plasticidad, al mismo tiempo que se aplica presión para que se adapte a la forma del molde (2). Una vez que el plástico se haya enfriado y solidificado (3) se puede extraer la pieza del molde (4).

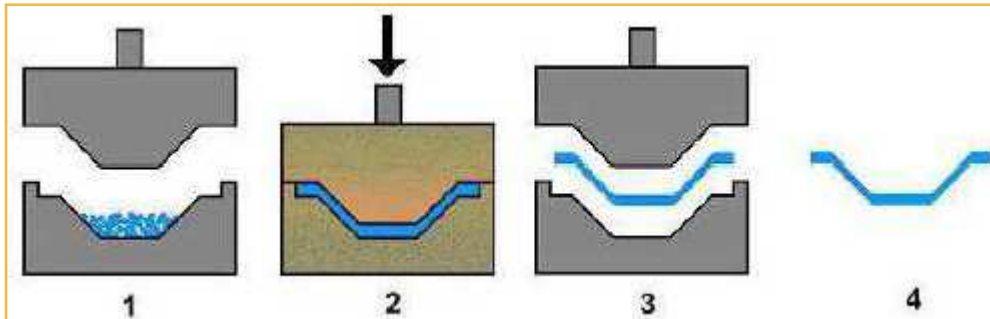


Fig. 57: Moldeo por prensa.

o Moldeo por inyección

La inyección (figura 58) consiste en introducir la granza en el interior de un cilindro al que se le aplica calor para que el plástico se ablande. A continuación un cilindro introduce el plástico en el molde (1). Una vez enfriada la pieza puede retirarse del molde (2).

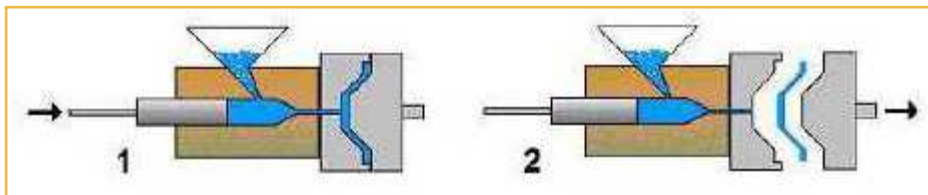


Fig. 58: Moldeo por inyección. <http://www.youtube.com/watch?v=Gm6HgSGT6DM>

o Termoconformado

Este procedimiento (figura 59) utiliza un molde al que se le han practicado unos orificios que permiten la entrada o salida de aire a presión por debajo de la pieza. El procedimiento consiste en colocar sobre el molde una plancha de plástico de espesor adecuado (1). A continuación se aspira el aire existente entre la plancha y el molde con el fin de obtener un vacío que succione a la pieza de plástico; al mismo tiempo se aplica calor para que el plástico se ablande (2). Finalmente, una vez que la pieza se ha enfriado, se extrae introduciendo aire a presión por los orificios del molde (3).

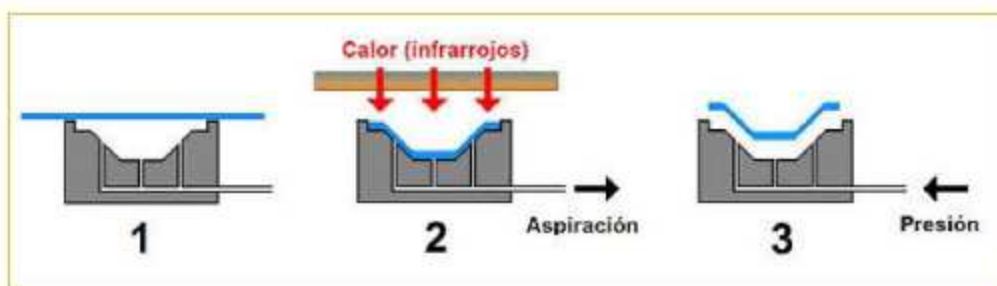


Fig. 59: Termoconformado.

<http://www.youtube.com/watch?v=d8uvIH6Q8Bo&list=UUtk6eYFSh4iw2H3IZhPwVEQ&index=8&feature=plcp>

o Moldeado por inyección y soplado

Este es un procedimiento (figura 60) es principalmente utilizado en la fabricación de envases; consiste en introducir el plástico fundido a presión en el interior del molde de forma similar a como se hace en el procedimiento de inyección, pero introduciendo simultáneamente aire a presión para que el plástico se adhiera a las paredes del molde, el cual tendrá la forma de la botella.

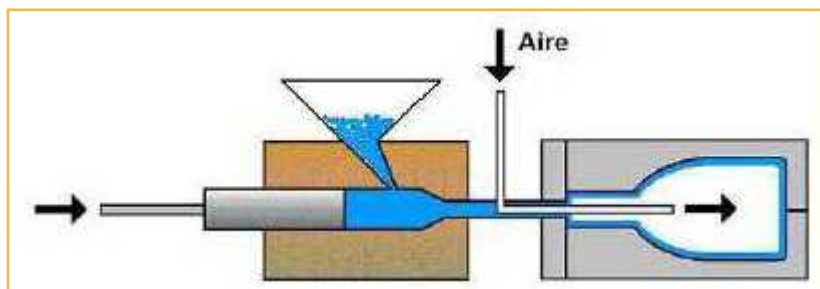


Fig. 60: Moldeado por inyección y soplado.

http://www.youtube.com/watch?v=GD7pvKRfcj0&feature=mfu_in_order&list=UL

8. Materiales aislantes y estancos

1. CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES AISLANTES

Existen gran cantidad de materiales aislantes pero la experiencia y la economía de los procesos ha realizado y esta continuamente seleccionando los materiales en función de su aplicación y las temperaturas de proceso, aquí realizaremos la siguiente clasificación:

Clasificación según las temperaturas de proceso

Aislantes en Cerámica	Hasta 1.500 °C
Lana de Roca o Mineral.	Hasta 750°C
Lana de vidrio.	Hasta 500 °C sin encolar Hasta 250 °C encolado.
Espuma elastomérica a base de caucho sintético.	Desde -50°C hasta 175°C
Espumas de polietileno.	Desde 10 °C hasta 90 °C.
Espumas de poliuretano.	Desde -150 °C hasta 100°C
Poliestireno extruido.	Hasta 75°C
Poliestireno expandido.	Hasta 70°C

Básicamente son estos los materiales más habituales que nos encontramos en el mercado, cada fabricante los transforma para darles uso y adaptarlos a las aplicaciones más habituales.

Clasificación según la aplicación

Aislamiento de tuberías

- Frigoríficas gases refrigerantes.
- Agua fría climatización y procesos.
- Aguas potables.
- Agua caliente sanitaria.
- Agua caliente, Calefacción y solar térmica.
- Vapor de agua.
- Aceite térmico.

Aislamiento de depósitos.

Aislamiento en la construcción.

Suelos.

Paredes.

Techos y cubiertas.

Aislamiento en cámaras frigoríficas.

Aislamientos industriales:

Hornos.

Hogares de calderas.

Máquinas.

Edificación industrial.

Aislamientos aeroespaciales.

Aislamientos en conductos de aire acondicionado.

Aislamiento en conductos de humos.

Aislamientos en la agricultura y ganadería.

Granjas.

Invernaderos.

Cada aplicación y cada material son presentados en el mercado para facilitar su aplicación de forma que las formas:

Placas.

Planchas.

Mantas.

Coquillas rígidas.

Coquillas Flexibles.

Espuma aplicadas in situ.

Paneles sándwich.

Piezas prefabricadas.

http://www.youtube.com/watch?v=y3vFqCadFTY&list=PLE9E5C2F5F0A02AD2&index=36&feature=plpp_video

2. PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES AISLANTES

Las propiedades más características de un material aislante térmico son la conductividad térmica y la resistencia térmica, aunque no son las únicas que el técnico debe conocer, resultando, según el caso, determinantes para la aceptación o no del material.

Higroscopia.

Densidad.

Comportamiento ante el fuego.

Valores de los humos.

Propagación de la llama.

Resistencia a la compresión.

Temperatura de servicio.

Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua.

Resistencia a la intemperie.

Conductividad Térmica

Es la capacidad de un material para transmitir el frío o el calor.

El coeficiente de conductividad térmica (λ) caracteriza la cantidad de calor necesario por m^2 , para que atravesando durante 1 hora, 1m de material homogéneo obtenga una diferencia de $1^\circ C$ de temperatura entre las dos caras.

La conductividad térmica se puede expresar tanto en unidades de $W/m \cdot K$ como en $Kcal/m \cdot h \cdot ^\circ C$.

$$1 \text{ W} / \text{m} \cdot \text{K} = 0.86 \text{ Kcal} / \text{m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ C$$

$$1.163 \text{ W} / \text{m} \cdot \text{K} = 1 \text{ Kcal} / \text{m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ C$$

Es una propiedad intrínseca de cada material que varía en función de la temperatura a la que se efectúa la medida.

Cuanto más pequeño es el valor, mejores son las prestaciones aislantes del material.

Resistencia Térmica

La resistencia térmica es la capacidad de un material para resistir el paso de flujos de temperatura.

Se define como el cociente entre el espesor y la conductividad térmica de producto:

$$R=e/L$$

Las unidades que pueden emplearse para la resistencia térmica son los $m^2 \cdot K/W$ ó el $m^2 \cdot h \cdot ^\circ C/Kcal$

$$0.86 \, m^2 \cdot K / W = 1 \, m^2 \cdot h \cdot ^\circ C / Kcal$$

$$1 \, m^2 \cdot K / W = 1.163 \, m^2 \cdot h \cdot ^\circ C / Kcal$$

Es una propiedad característica de cada producto y es función de la temperatura a la que se efectúa la medición.

Los valores altos de resistencia térmica indican gran capacidad de aislamiento.

Higroscopia

Capacidad que presentan los materiales para absorber la humedad; en la mayoría de los casos representa un problema a evitar, por la reducción de la capacidad de aislamiento y especialmente por la aparición de humedades de condensación por pared fría.

Densidad

Es la masa de material que existe por unidad de volumen; es una propiedad muy utilizada para definir los aislantes de lana de roca, fibra de vidrio, poliestireno expandido, poliestireno extruido, espuma de poliuretano, etc.

Comportamiento ante el fuego

Es un indicativo de la reacción que un material tendrá en caso de incendio; de su clasificación, del local donde se use y la forma de instalación, su aplicación será aceptada o no; pueden ser:

Materiales incombustibles y no inflamables.

Materiales combustibles.

Materiales no inflamables.

Materiales difícilmente inflamables.

Materiales medianamente inflamables.

Materiales fácilmente o muy fácilmente inflamables.

Valores de los humos

Toda combustión lleva implícita una emisión de humos; éstos pueden ser tóxicos, poseer un coeficiente de opacidad alto, etc. Dependiendo del tipo de local, estarán limitados estos valores y es conveniente conocer las necesidades normativas.

Propagación de la llama

Un material puede ser inflamable o no; si es inflamable puede arder él mismo o transmitir el incendio a su entorno; es conveniente conocer cuál será su comportamiento a la hora de realizar la selección de material y así poder cumplir las exigencias normativas en cada caso.

Resistencia a la compresión

Es una propiedad de cada material y se usa para determinar la estabilidad dimensional que tendrá el mismo, en algunos casos puede resultar un factor determinante para su uso y en otros no tendrá ningún valor su conocimiento.

Temperatura de servicio

Es siempre un factor determinante a la hora de la elección del material; una elección inadecuada provocará la destrucción del aislamiento o en el mejor de los casos, simplemente será inservible.

Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua

Especialmente en los aislamientos que pretenden preservar una superficie fría este valor debe ser tenido en cuenta; si el aislamiento permite que la humedad del aire se ponga en contacto con la superficie fría, ésta se irá condensando y mojando todo el aislamiento, creando problemas de pérdidas de capacidad de aislamiento, aparición de superficies mojadas y agua, e incluso problemas higiénicos y de mohos.

En zonas donde las instalaciones vayan a ser sometidas a lavados, los aislamientos deberán estar aislados del agua y líquidos.

Resistencia a la intemperie

Es la resistencia a los efectos externos, rayos ultravioletas, heladas, sol, etc.

Conviene conocer este valor y aplicar las medidas correctoras necesarias para garantizar la vida del aislamiento, recubrimientos metálicos, pinturas, plásticos, etc.

3. CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES ESTANCOS

Un material, recipiente o conducto estanco es aquel que no permite la fuga o difusión de su contenido al exterior ni la entrada de los elementos del exterior a su interior. En general, los recipientes y conducciones son estancos y aptos para su uso, pero es en las juntas donde se tienen que buscar soluciones de estanqueidad y donde suelen ocurrir los problemas.

Un elemento asegura una función de estanqueidad cuando impide el paso de un fluido desde un recinto vecino. Estos elementos se llaman "Juntas de estanqueidad".

Si se trata de impedir el paso de un fluido de un recinto a otro, la estanqueidad es simple. Si la junta de estanqueidad debe impedir el paso de otro fluido, eventualmente contenido en el segundo recinto, al primero, la estanqueidad es doble (asegurada así en los dos sentidos).

Si las dos partes mecánicas entre las que se puede producir la fuga son fijas entre sí, la estanqueidad es estática. Si están en movimiento, una con respecto a la otra, la estanqueidad es dinámica.

Se pueden enumerar los siguientes materiales estancos en función de su aplicación.

Juntas de tuberías roscadas.

- Cinta de teflón.

- Pasta de teflón líquido.

- Hilo de teflón.

- Esparto.

Juntas de tuberías planas.

- Juntas de plástico.

- Juntas de cartón.

- Juntas de cartón oilit.

Juntas en conductos de aire.

- Uniones engatilladas.

- Cinta de yeso.

- Cinta de papel plata.

- Soluciones de perfiles metálicos.

- Soluciones constructivas de conductos grapeados.

Estanqueidad de materiales eléctricos.

Cajas de distribución estancas.

Luminarias estancas.

Elementos de mando estancos.

Conductos de cableado estancos.

Cuadros estancos.

Motores estancos.

4. TÉCNICAS DE APLICACIÓN Y COLOCACIÓN DE MATERIALES AISLANTES

Y ESTANCOS

Aislantes en Cerámica (hasta 1.500 °C)

Aplicándose como recubrimiento para todo tipo de hornos, cámaras, calderas, puertas industriales, paredes, techos, conductos, chimeneas, barrera contra incendio y como recubrimiento secundario sobre el refractario para mejorar su eficiencia térmica

Se suele suministrar en placas y se coloca con adhesivos o con fijación mecánica.

Lana de Roca o Mineral (hasta 750 °C)

La lana de roca volcánica es una lana mineral a base de roca basáltica.

Se comercializa en forma de paneles desnudos o revestidos, fieltros, mantas armadas, borra o coquillas.

El proceso de producción de la lana de roca volcánica reproduce la acción natural de un volcán.

Es un proceso continuo, donde la piedra se funde a temperaturas superiores a los 1600 °C. La roca líquida se convierte en fibras mediante un proceso de centrifugado y tras la impregnación con aditivos aglomerantes y aceites impermeables, se forma una masa de lana de roca que, convenientemente tratada, se transformará en diversos productos en forma de paneles, fieltros, mantas, coquillas, borras, etc.

Excelente aislamiento térmico a altas temperaturas, se aplica en tuberías de fluidos muy calientes, tubos de humos de combustión, protección de elementos constructivos para el fuego, aislamiento acústico en construcción y aislamiento térmico.

Figura 1. Coquilla de lana de roca.



Lana de vidrio (hasta 500 °C sin encolar y 250 °C encolado)

Excelente aislamiento térmico a medias temperaturas; se aplica en tuberías de fluidos calientes, aislamiento acústico, en construcción de viviendas e industriales como aislamiento térmico.

Se puede presentar en forma de coquillas, planchas, mantas, formando soluciones constructivas junto con otros materiales.

Se coloca en falsos techos, cámaras de aire, tuberías, formando panel sándwich de cerramientos industriales, cubiertas, etc.

Figura 2. Coquilla de fibra de vidrio.



Figura 3. Aislamiento humos de escape.



Espuma elastomérica a base de caucho sintético ($-50\text{ °C} < T_{ad} < 175\text{ °C}$)

Excelente aislamiento térmico a medias temperaturas y bajas; se aplica en tuberías de fluidos calientes y fríos, necesita protección exterior contra los rayos ultravioletas; fácil de instalar, se suministra en forma de coquillas y planchas.

Figura 4. Aislamiento tubería de espuma elastomérica.



Espumas de polietileno ($10\text{ }^{\circ}\text{C} < T_{ad} < 90\text{ }^{\circ}\text{C}$)

Aplicación en aislamiento de tuberías de calefacción e hidrosanitaria.

Resistente a materiales usados en construcción, tales como cal, yeso, cemento o similares.

Resistencia a la absorción de agua: buena.

Resistencia a los disolventes: buena.

Evita en gran medida los ruidos y vibraciones de las instalaciones.

Figura 5. Aislamiento tubería de espuma polietileno.



Espumas de poliuretano (desde $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$ Hasta $100\text{ }^{\circ}\text{C}$)

Buen aislamiento, se aplica in situ realizando la proyección de espuma sobre el paramento que se desea aislar, o bien, viene configurado de fábrica; es muy empleado en la construcción de panel sándwich para cerramientos industriales y cámaras frigoríficas; aplicado in situ tiene aplicaciones de aislamientos de cámaras de aire en la edificación.

Figura 6. Panel Sándwich de espuma de poliuretano.



Poliestireno extruido (hasta 75°C)

Aislantes térmicos, elemento constructivo, y recomendados especialmente en casos de humedad extrema y donde hay congelamiento.

Es un aislante térmico de espuma rígida que contiene un aditivo retardador de fuego, que inhibe la ignición de acuerdo con la norma ASTM E 84 y es presentado en paneles que tienen una superficie lisa y una estructura de células cerradas, con paredes que se interconectan unas con otras sin dejar vacíos. Esta estructura uniforme le da al material altos valores de resistencia térmica y una resistencia superior al flujo de la humedad contra otros materiales aislantes ya que la penetración de humedad reduce significativamente la eficiencia de cualquier producto aislante.

Usos más comunes

En techos de concreto, lámina, madera, fibrocemento, muros y pisos de concreto, mampostería, estructura metálica o de madera, así como en cámaras refrigerantes y/o de conservación, casas habitación, edificios, agricultura, diseños, trabajos manuales y una gran variedad de usos.

Poliestireno expandido (hasta 70°C)

Es un polímero de estireno monómero (derivado del petróleo), transparente y de alto brillo que se procesa en forma de bloques, que son cortados en placas para su comercialización.

Es usado en forma de placas en edificación para la construcción de cámaras de aire, falsos techos, panel sándwich fabricados in situ o en fábrica, aislamiento de cámaras frigoríficas, medias cañas para aislar tuberías de frío, envases varios, etc.

Figura 7. Poliestireno expandido.



9. Pinturas y barnices

1. USO INDUSTRIAL DE LAS PINTURAS Y BARNICES EN LAS INSTALACIONES DE LÍQUIDOS Y GASES

Ya hemos dicho que las dos funciones de la pintura son proteger las superficies y decorarlas; podríamos añadir más funciones, como diferenciar visualmente unos elementos de otros, señalización, etc.

Hemos estudiado que los metales están expuestos al fenómeno de la corrosión y una forma de protegerlos es separarlos del agente corrosivo, bien sea atmósfera o agentes químicos.

Existen pinturas especialmente fabricadas para cumplir con la protección; un factor determinante para conseguir una buena característica protectora de una pintura es el espesor de capa aplicado. Cuanto mayor sea, la humedad, el oxígeno y los agentes químicos encontrarán más dificultades para su penetración, con lo que disminuirá el peligro de oxidación.

En las instalaciones se deben señalizar las conducciones por seguridad y por motivos de rentabilidad.

Rojo:	Contra-incendio
Verde:	Agua
Gris:	Vapor de agua
Aluminio:	Petróleo y derivados
Marrón:	Aceites vegetales y animales
Amarillo ocre:	Gases, tanto en estado gaseoso como licuados
Violeta:	Ácidos y álcalis
Azul claro:	Aire
Blanco:	Sustancias alimenticias

Depósitos

Los depósitos o silos de almacenaje, tanto si son metálicos como de hormigón, precisan de unos sistemas de pintado que aporten soluciones técnicas a diferentes prestaciones:

- Estabilidad de brillo y color frente a los agentes atmosféricos y a los rayos UV, para conservar anagramas y señalizaciones.
- Protección anticorrosiva de larga duración para evitar costosos trabajos de mantenimiento.

- Impermeabilización de cubetos de vertido accidental.
- Protección interna acorde con la agresividad del producto a depositar, y/o aprobada para estar en contacto con productos alimenticios.

Maquinaria

La maquinaria pesada, propia del trabajo de minería, obras públicas y puertos, así como la maquinaria destinada a la agricultura, está sujeta a la doble acción de los agentes atmosféricos, combinada con la humedad ácida del barro y el roce y la abrasión continuados.

Precisa, pues, de sistemas flexibles que tengan una gran capacidad para absorber impactos y agresiones mecánicas y que, al mismo tiempo, tengan una gran resistencia.

Tuberías y conducciones

Existen tres tipos de instalaciones de conducción de fluidos a través de tuberías:

- Tuberías aéreas: que pueden estar adosadas en zona cubierta o estar instaladas totalmente al descubierto. Su protección anticorrosiva dependerá en cada caso del ambiente más o menos agresivo de su entorno industrial.
- Tuberías enterradas: que deben estar aisladas con un sistema de alta resistencia, totalmente exento de porosidad, puesto que se hallan sujetas a una doble acción corrosiva, la propia de la humedad ácida del subsuelo y la acción de corrientes eléctricas.
- Tuberías calorifugadas: que precisan de un buen revestimiento impermeable y flexible para proteger la coquilla aislante.

Cuando el calorifugado se reviste con aluminio, se precisan pinturas de gran adherencia, para señalizar con franjas de colores indicativas del contenido.