

OTROS MATERIALES DE USO TÉCNICO

INTRODUCCIÓN

Los materiales son sustancias que, a causa de sus propiedades, resultan de utilidad para la fabricación de estructuras, maquinaria y otros productos.

Existen materiales de muy diversos tipos que, de forma muy general, siguiendo diferentes criterios:

Según su **origen**:

- Materiales naturales: aquellos que se encuentran en la naturaleza. Son susceptibles de agotarse, salvo que se reciclen. Madera, lana, arcilla,...

- Materiales artificiales: aquellos que se obtienen a partir de otros que se encuentran en la naturaleza. Por ejemplo: aglomerados de madera.

- Materiales sintéticos: Fabricados a partir de materiales artificiales. Por ejemplo: los plásticos.

Pero el criterio más empleado, desde un punto de vista tecnológico, es según sus características comunes en cuenta a su naturaleza física:

Tenemos pues:

1. Materiales metálicos y sus aleaciones.
2. Maderas y sus derivados.
3. Polímeros: llamados vulgarmente plásticos.
4. Materiales pétreos y cerámicos.
5. Fibras textiles.

Los primeros ya los hemos visto en los temas anteriores. Ahora vamos a ver el resto de los materiales.

LOS PLÁSTICOS

Los plásticos están constituidos por macromoléculas naturales o sintéticas de elevado peso molecular, cuyo principal componente es el carbono. Estas moléculas reciben el nombre de **polímeros**. Este es el otro nombre que reciben los plásticos.

Así pues, los polímeros pueden ser:

a) **Naturales**: como la celulosa o las proteínas, presentadas en la vida vegetal y animal. A partir de ellos se pueden fabricar otros polímeros de interés tecnológico. Encontramos, por ejemplo, almidón, celulosa, algodón,...

b) **Sintéticos**: Obtenidos de productos derivados del petróleo.

Las moléculas de alto peso molecular que constituyen los materiales plásticos se construyen por la repetición sucesiva de unidades químicas pequeñas y simples, llamadas **monómeros**, que se unen mediante una reacción llamada **polimerización**.

Los polímeros poseen las siguientes propiedades en común:

- Bajo coste de producción
- Alta relación resistencia/densidad, es decir que aun siendo ligeros poseen una resistencia mecánica notable. Se usan junto a aleaciones metálicas para construir aviones.
- Elevada resistencia al ataque químico.
- Alta resistencia eléctrica, lo que los hace excelentes aislantes eléctricos.
- Pequeña conductividad térmica, por lo tanto son buenos aislante térmicos.
- Combustibilidad, la mayoría arden con facilidad. El color de la llama y el olor del humo suele ser característico de cada tipo de plástico.
- Plasticidad, muchos se reblandecen con el calor y, sin llegar a fundir, son fácilmente moldeables. Permite la fabricación de piezas complicadas - Facilidad de procesado y versatilidad, su elevada plasticidad hace que las técnicas de fabricación sean sencillas; permite fabricar piezas según necesidades.

- Facilidad para combinarse con otros materiales, permiten crear materiales compuestos con mejores propiedades, como el poliéster reforzado con fibra de vidrio. Su mayor inconveniente radica en su bajo punto de fusión y reducida resistencia al calor, por lo que la mayoría no soporta altas temperaturas sin perder sus propiedades.

Reacciones de polimerización

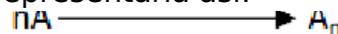
Como hemos dicho, los polímeros están constituidos por la repetición de una unidad simple llamada *monómero*, los cuales se unen mediante una reacción química de *polimerización*. Se forma así una macromolécula en forma de cadena cuyos eslabones son los monómeros.

El número de unidades simples que se repiten en una misma molécula se conoce como **grado de polimerización (*n*)**.

Existen dos tipos fundamentales de polimerización, la polimerización por adición o **poliadición** y la polimerización por condensación o **policondensación**.

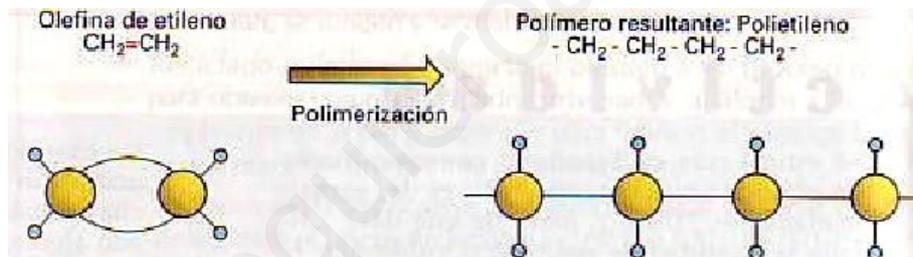
a) **Poliadición**: Consiste en la unión y repetición de un mismo monómero, de modo que la macromolécula final es múltiplo entero de la del monómero, no existiendo una liberación de subproductos.

Esquemáticamente podemos representarla así:



donde *n* es el grado de polimerización

Ejemplo: El monómero etileno es $CH_2 = CH_2$ el cual, bajo una reacción de poliadición, se convierte en polietileno (se produce la rotura de un doble enlace de la molécula):



Entre los polímeros de adición, además del polietileno, se encuentran el PP, PVC,...

b) **Policondensación**: Los monómeros que van a formar el polímero son diferentes además, en la polimerización se produce el polímero y una pequeña molécula, generalmente H_2O , NH_3 ,... En este caso también existe una cadena con un grupo característico que se repite muchas veces, como es el caso de

- i. Poliamidas: - CO - NH
- ii. Poliuretano: - O - CO - NH
- iii. Poliurea: - NH - CO - NH -
- iv. Poliésteres: - CO - O -

Propiamente hablando, esta reacción no es una polimerización, puesto que además de la macromolécula resultante, se forman productos secundarios, de tal forma que la masa molecular del polímero, aunque sea elevada, no es un múltiplo exacto de la masa molecular del monómero.

Clasificar los plásticos atendiendo a su comportamiento frente al calor

Los polímeros se clasifican en tres grandes grupos:

a) Termoplásticos

b) Termoestables
c) Elastómeros.

A). Termoplásticos

Son polímeros cuyas cadenas moleculares son lineales, es decir, solo crecen en una dirección, aunque las cadenas pueden ser sencillas o ramificadas.

Cuando se calientan a temperaturas relativamente bajas, los débiles enlaces intermoleculares se rompen, con lo cual el plástico se reblandece y hasta se puede convertir en líquido. Esta característica le permite cambiarlo de forma infinitas veces (en teoría) y moldearlos, lo que permite recuperarlos para reciclarlos.

La mayor parte de los polímeros de adición son termoplásticos.

Ejemplos: Polietileno (bolígrafos, botellas de productos de limpieza, envoltorios, envases de alimentos...) PVC (Cortinas de baño, impermeables, platos, juguetes, tuberías, recubrimiento de cables,...), nylon, poliestireno, metacrilato,...

B) Termoestables

Estos polímeros se diferencian de los anteriores en que las cadenas moleculares se entrelazan entre sí formando una enorme estructura reticulada, es decir, una estructuratridimensional ordenada.

En este tipo de polímeros los enlaces intermoleculares son fuertes y al calentarse, el plástico no se reblandece, por lo que no puede volverse a moldearse otra vez por la acción del calor. En todo caso el plástico se descompone y se degrada, carbonizándose.

Los termoestables son duros, aunque frágiles.

Ejemplos: Resinas de poliéster, resinas fenólicas (material eléctrico, piezas de maquinaria, pomos y mangos de utensilios de cocina), resinas de urea o de melanina,...

C) Elastómero

Estos polímeros están formados por grandes moléculas unidas por enlaces fuertes y su característica común es que son plásticos muy elásticos (de ahí su nombre). Ello permite grandes deformaciones sin roturas, recobrando su forma inicial.

No soportan bien el calor y se degradan a temperaturas medias, lo que hace que el reciclado por calor no sea posible. Un *ejemplo* el caucho natural

Aditivos

A nivel industrial, se considera propiamente plástico a aquel polímero al que se le ha añadido algún aditivo para mejorar alguna de las propiedades o características buscadas. Podemos encontrar

- *Colorantes:* Dan el color al polímero
- *Pigmentos:* Dan el color al polímero, pero lo vuelven opaco.
- *Plastificantes:* Aumentan la resistencia al impacto.
- *Estabilizantes:* Aumentan la estabilidad a la degradación de la luz.

Identificación de los polímeros más utilizados

A) Termoplásticos

- **Polietileno (PE):** Es uno de los plásticos más utilizados. Hay dos variedades:

El polietileno de **baja densidad** (LDPE), cuya cadenas moleculares son muy ramificadas. Se emplea en láminas, bolsas, tubos de tinta en bolígrafos,...

El polietileno de **alta densidad** (HDPE), cuyas cadenas moleculares son poco ramificadas. Se emplea en envases, juguetes, aislamientos eléctricos, envases para productos de limpieza...

El polietileno tiene textura sedosa, es flexible, tenaz y ligero.

- **Teflón (PETFE):** Tiene la misma composición que el polietileno, pero con átomos de flúor, en lugar de hidrógeno. Tiene una gran estabilidad química, es muy

resistente a los ataques químicos y resistentes a temperaturas relativamente altas. Es un buen aislante eléctrico y es antiadherente.

- **Polipropileno (PP)**: Es tenaz, ligero y barato. Se puede doblar muchas veces sin romperse. Se usa en cubos, carpetas, carcasas de electrodomésticos, botellas, cañitas para beber...

- **Cloruro de polivinilo (PVC)**: Hay dos variedades, la flexible y la rígida. En la forma flexible se usa mucho para recubrir conductores eléctricos y en la forma rígida, que tiene alta resistencia mecánica y dureza, su aplicación más conocida es en tuberías, canaletas, perfiles, marcos de puertas y ventanas, ...

- **Poliestireno (PS)**: Es un plástico bastante frágil y ligero, pero muy resistente a los ataques químicos y a la humedad. Se usa para bandejas de comida, envases de yogurt, ...La variedad más conocida es el poliestireno expandido o porexpán (corcho blanco). El cual es muy ligero y excelente aislante térmico. Muy empleado para embalaje de objetos frágiles.

- **Poliamidas (PA)**: El más conocido es el **nylon**. Plástico muy resistente a la tracción y tenaz. Se emplea para correas, engranajes...

- **Polimetacrilato (PMMA)**: Conocido como metacrilato, es un plástico transparente que imita al vidrio, pero más tenaz.

- **Policarbonato (PC)**: Son plásticos de gran resistencia mecánica, térmica y química. Gran resistencia al impacto Se emplea para cascos, viseras, armazones, ventanas de aviones,...

- **Polietilentereftalato (PET)**: Es transparente e impermeable a componentes gaseosos como el CO₂ de las bebidas gaseosas, resistente a los ácidos y temperaturas extremas. Se usa para botellas de refrescos, envases para horno y congelador, cintas de video y audio, ropa de tergal,...

B) Termoestables

- **Baquelita (fenoles PE)**: Excelente aislante eléctrico y térmico. Alta dureza y rigidez. Se encuentra en mangos de de utensilios de cocina, placas de circuitos impresos electrónicos, mecanismos, ...

- **Melamina (aminas MF)**: Muy resistentes al calor, la humedad y la luz. Se emplea para forrar tableros de madera principalmente, recubrimientos para papel...

- **Resinas de poliéster**: Es un plástico con alta resistencia mecánica. Se emplea para cascos de barcos, tejados, depósitos, paneles de coches, cañas de pescar, esquíes...

Resinas Epoxi (EP): Buena resistencia mecánica y química, buenos aislantes eléctricos. Se usa en revestimientos de latas de alimentos, adhesivos,...

C) Elastómeros

- **Siliconas**: Tienen como base el silicio. Son resistentes a los agentes químicos, la humedad, el calor. Se utiliza para sellar juntas contra la humedad, prótesis, recubrimientos, ...

- **Caucho**: Se obtiene del árbol del caucho. Se mezcla con azufre para aumentar la dureza y su resistencia a la tracción y agentes químicos. Se emplea en neumáticos y juntas, suelas de zapatos...

- **Neopreno**: Es un caucho sintético incombustible. Se emplea para trajes de buceo, correas industriales...

- **Poliuretano**: Se emplea para colchones, asientos, (es la famosa gomaespuma).

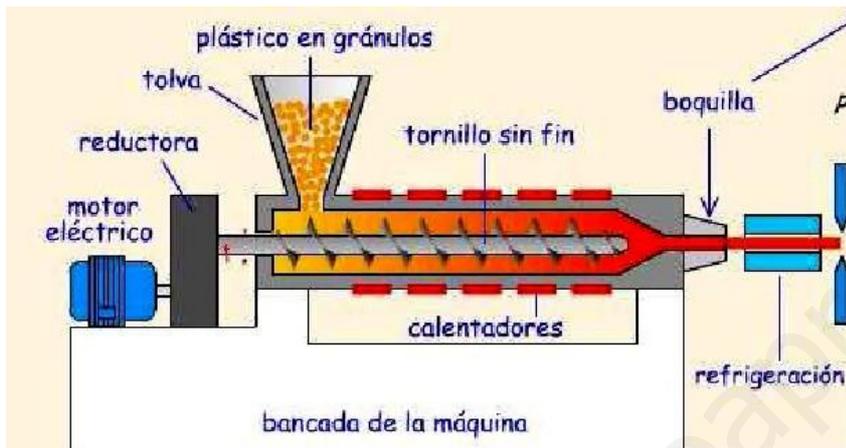
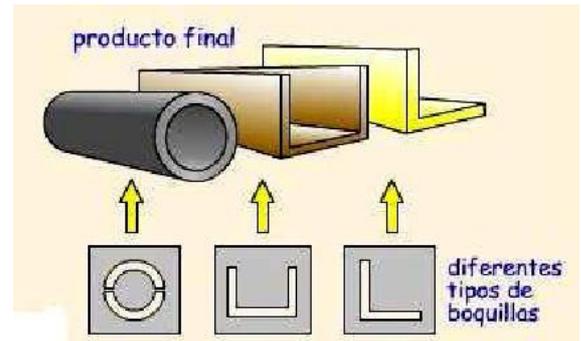
Métodos de conformado

Existen varias técnicas para dar forma a los plásticos. Algunas de las más comunes son:

- Extrusión

- Inyección
- Compresión
- Soplado
- Moldeado al vacío
- Calandrado (Laminado/Hilado)

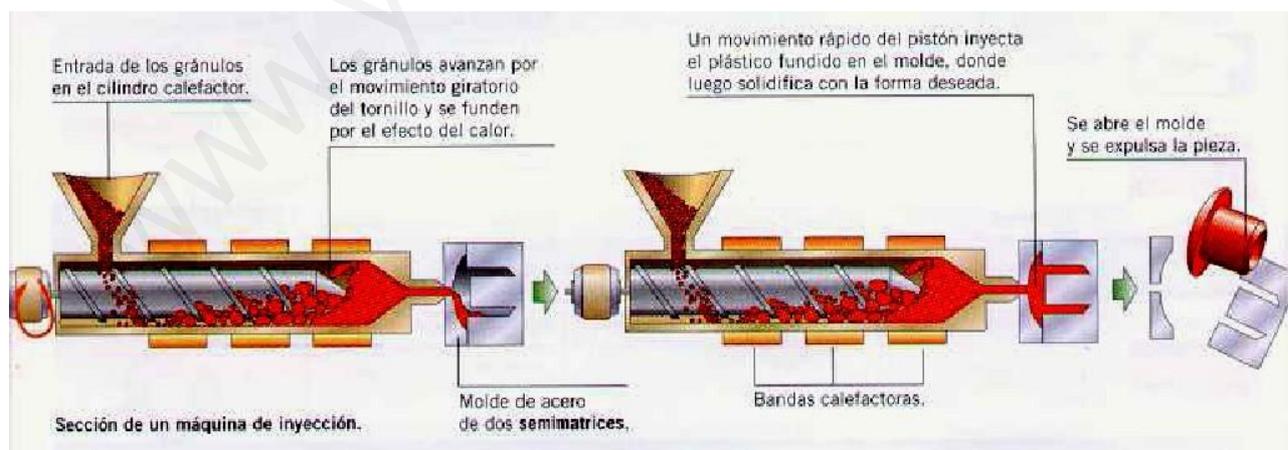
Extrusión: (*termoplásticos*): Se utiliza para hacer perfiles, tubos, mangueras, marcos de ventanas,... Tienen que ser objetos de sección constante de manera que ambos extremos estén a la vez abiertos o cerrados, pero nunca uno abierto y el otro cerrado.



gracias a unos calentadores. A continuación, un tornillo sin fin presiona el plástico contra la boquilla, haciendo pasar la masa de plástico fundido a través de ella. La forma de la boquilla determina el aspecto final. Se obtiene una pieza continua de gran longitud y poca sección que es enfriada mediante un chorro de aire o agua fría.

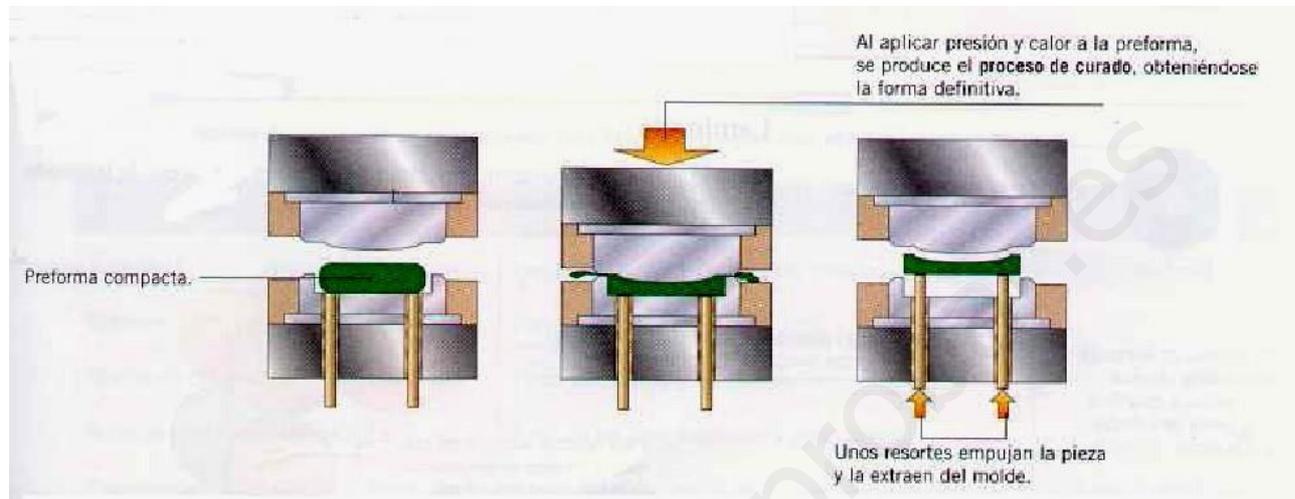
Inyección: (*termoestables*): Es una de las técnicas más utilizadas, ya que permite realizar formas complicadas con medidas muy diversas, como por ejemplo: vasos, platos, carcasas de móviles, cubos, engranajes de plásticos,...

El proceso es similar al de la extrusión. Se introducen los gránulos en la tolva de la extrusora, se funde gracias al calor suministrado por la resistencia situada en la parte externa del cilindro y el tornillo sin fin lo introduce a presión en el interior de un molde metálico donde fragua tomando la forma de éste. A continuación se enfría para que endurezca y luego se extrae el producto acabado del molde.



Compresión: (*termoestables*): Usado para piezas grandes pero no muy complicadas, como objetos huecos de gran tamaño y poco espesor, como salpicaderos de automóviles. También para piezas que deban soportar altas temperaturas, como mangos de sartenes, asas de calderos,... o piezas que deban ser aislantes eléctricos, como portalámparas, cajas de fusibles, o incluso pomos de puertas, pulseras,...

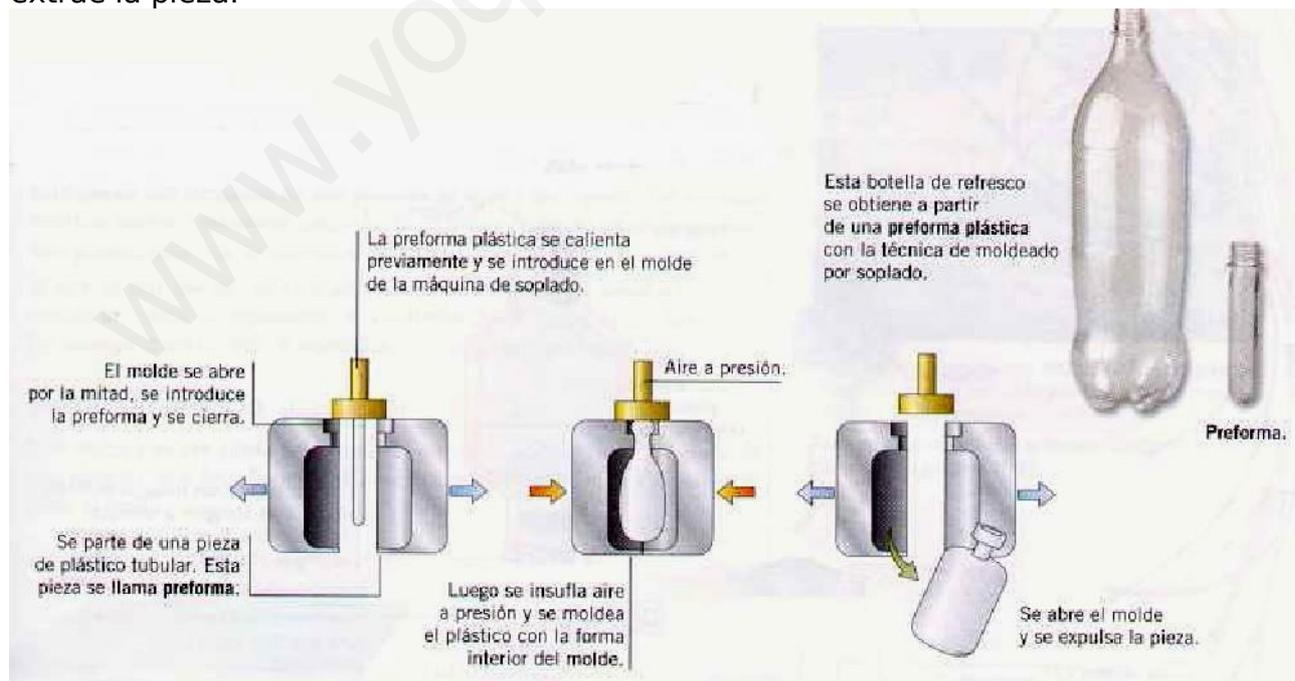
La pieza de plástico adquiere la forma cuando se aplica presión a una preforma de material plástico compactado. Para ello, colocamos el plástico en un molde de acero que se encuentra en una prensa hidráulica. Le aplicamos calor al plástico y a continuación le aplicamos presión con la prensa para que adquiera la forma del molde. El efecto de la presión y el calor une las partículas de plástico y produce un entrelazado de las cadenas del polímero. Esta es la *reacción de curado*, que permite formar un sólido uniforme, rígido y homogéneo. Después, la pieza es expulsada mecánicamente del molde.



Soplado: (*termoplásticos*): Se utiliza para realizar todo tipo de envases y objetos huecos, como botellas de agua, detergente, ...

En primer lugar, se crea una preforma (objeto con forma de tubo) mediante extrusión. A

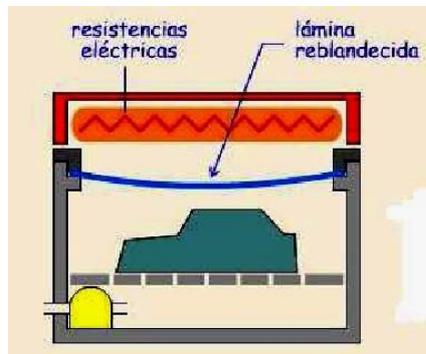
continuación, se introduce la preforma en un molde abierto en dos partes. Al unir éstas partes, se insufla aire caliente en su interior hasta que se adapta a la forma de las paredes. El plástico se endurece al contacto con las paredes, se abre el molde y se extrae la pieza.



Vacío: Se usa para fabricar objetos con paredes muy finas como vasos, platos, envases para alimentos, máscaras, mapas en relieve, juguetes,...

Se coloca una lámina de plástico sobre el molde del objeto que se quiere fabricar. A continuación, se calienta la lámina usando unas resistencias eléctricas hasta que ésta se reblandece.

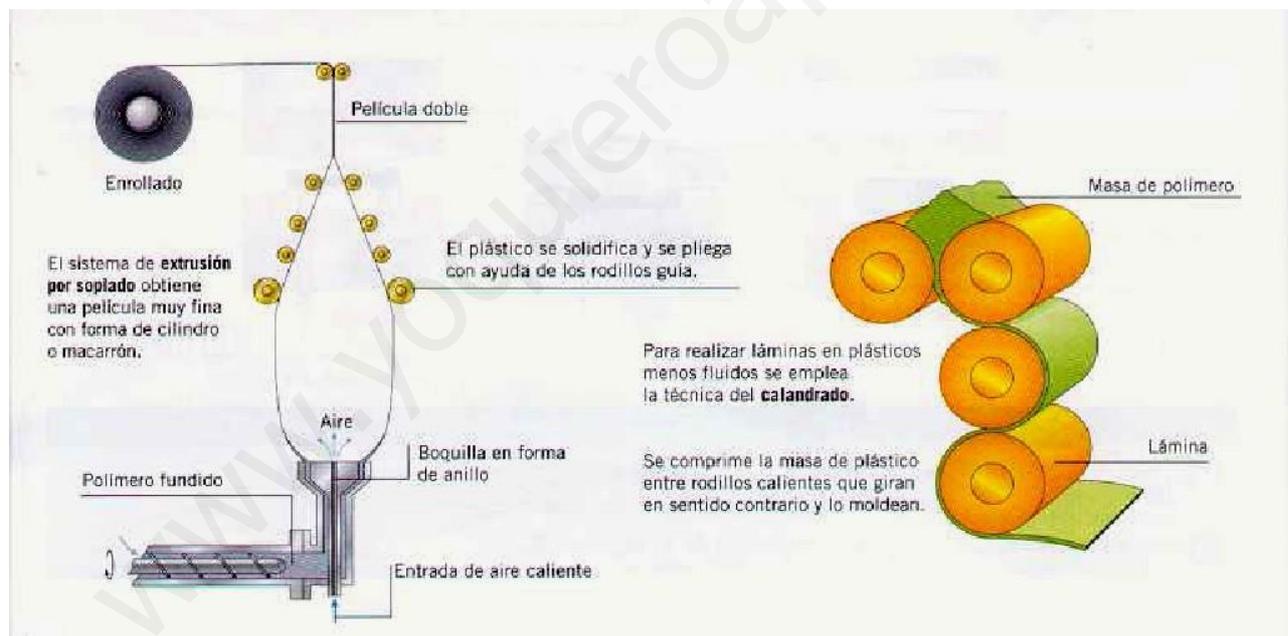
Se ponen en contacto el molde y la lámina caliente y se extrae el aire que hay entre ellas para que el plástico se adapte a las paredes del molde.



Calandrado: Este método se utiliza para fabricar placas de PVC, láminas para invernaderos, carpetas, manteles, fibras textiles,...

Se introduce el plástico fundido procedente de una tolva en el interior de la calandra, y se

hace pasar éste entre unos rodillos que, poco a poco, le dan forma de lámina disminuyendo el grosor en función del número de veces que pase entre los rodillos.



También existen otros métodos, algunos variación de los mencionados hasta ahora, como

rotacional (objetos de gran tamaño y huecos, como contenedores), **inmersión** (guantes, gorros de natación o recubrimientos de mangos de herramienta), **espumación** (se introduce aire en el plástico en forma de burbujas y luego se usan otros métodos como inyección...)...

LA MADERA

La madera ha sido utilizada por el hombre desde los albores de la humanidad. En la industria se aprovecha casi exclusivamente el tronco del árbol por tener mayores aplicaciones. Excepcionalmente se aprovechan las raíces y ramas gruesas para la obtención de maderas finas, con veteados espectaculares, en la construcción de muebles de diseño.

De todos los materiales usados por el ser humano a lo largo de la historia, la madera fue el primero de ellos, gracias a una serie de propiedades como facilidad de conformado, bajo peso específico, agradable apariencia exterior, propiedades térmicas y mecánicas,... Esto ha generado una industria muy importante.

La explotación de los árboles para la obtención de madera da lugar a graves problemas medioambientales, porque si no se realiza la tala con unos criterios medioambientales, puede producirse una sobreexplotación que genera deforestación, pérdida de bosques primarios y, desertificación.

Por madera se entiende la parte sólida de los árboles, que se encuentra debajo de la corteza, o para ser más precisos, la madera es el conjunto de tejidos que constituyen la mayor parte del tronco u de las ramas de un árbol.

Características generales de la madera.

- Baja densidad: Suelen ser menos densas que el agua (de ahí que floten).
- Conductividad térmica y eléctrica baja. La madera es un excelente aislante térmico (casas de madera en países fríos, por ejemplo). Las maderas ricas en agua son mejores conductores que las secas.
- Es muy resistente al esfuerzo de tracción (estirarse) y bastante resistente a la compresión (aunque la mitad de resistente que a la tracción).
- Hendibilidad: Una madera es hendible cuando tiene tendencia a desgarrarse en el sentido de las vetas (dibujo de la madera natural) cuando sufre un esfuerzo.
- Humedad: Es un elemento que se debe reducir para obtener una madera útil, desde un punto de vista tecnológico.

Clasificación.

Las maderas naturales se clasifican atendiendo a su dureza en dos grandes grupos

a) Maderas blandas: cuyos árboles tienen hoja perenne, son resinosos. Ej: pino, ciprés, abeto, cedro,... Son maderas ligeras, de color claro, fácil de trabajar y de bajo coste.

b) Maderas duras: cuyos árboles tienen hoja caduca. Ej: roble, castaño, nogal, olmo. Madera compacta, coloreada, de mayor densidad y en general de mayor calidad y precio. Son de crecimiento lento.

Propiedades de la madera.

Densidad: En general la madera suele ser menos densa que el agua, de ahí que flote en ella.

Dureza: la dureza de la madera suele estar relacionada con la estructura orgánica y con la mayor o menor presencia de agua y aire entre sus células y tejidos. En general, los árboles de crecimiento lento dan maderas más duras y los de crecimiento rápido a maderas más blandas.

En general, las maderas blandas pertenecen a árboles resinosos de hoja perenne, suelen ser blanquecinas y son fáciles de trabajar.

Las maderas duras corresponden a árboles de hoja caduca y frecuentemente son de color oscuro y su trabajo ofrece mayor dificultad.

Brillo: Hay maderas que una vez pulidas, presentan una superficie lisa y brillante que las hace muy apreciadas. Por ejemplo la acacia.

Conductividad térmica y eléctrica: Todas las maderas poseen una escasa conductividad, tanto térmica como eléctrica; de ahí sus aplicaciones como aislante térmico (casas de madera en países fríos, ventanas y puertas de madera, etc.).

Propiedades mecánicas: En general guardan relación con la resistencia que ofrece la madera a los esfuerzos mecánicos de compresión, tracción, flexión, desgaste y cizallamiento.

Resistencia mecánica: A la tracción, compresión, flexión, cortadura, desgaste,... Es muy resistente al esfuerzo de tracción (estirarse) y bastante resistente a la compresión (aunque la mitad de resistente que a la tracción).

Hendibilidad: Es la facilidad con que se abren las fibras de la madera en sentido longitudinal.

Hienden peor las maderas duras, las secas, las resinosas y con nudos. La madera hendible es poco apta para el clavado y para realizar encajes. Si el secado es brusco la madera tiende a abrirse.

Retractabilidad o contracción: Pérdida de volumen al perder parte del agua.

Humedad: Cantidad de agua que tiene la madera en su estructura. Está relacionada con su peso y afecta a otras propiedades físicas y mecánicas. Elemento que se debe reducir para obtener una madera útil, desde un punto de vista tecnológico.

Flexibilidad: Característica de las maderas jóvenes, verdes y blandas, que admiten ser dobladas sin romperse.

Características estéticas: Color, veteado, olor,...

Partes del tronco

Un árbol es un vegetal leñoso con un tallo simple, llamado tronco, en su parte inferior, y ramificado en su parte superior (copa).

Por madera se entiende la parte sólida de los árboles que se encuentra debajo de la corteza. Así, madera es el conjunto de tejidos, de cierta dureza, que constituyen la mayor parte del tronco y las ramas del árbol. La madera es un material fibroso formado por:

- Celulosa (50%)
- Lignina, que es el elemento que mantiene unidas a las fibras (30%). Es como el "cemento" de la madera.
- Otros elementos: resina, agua, almidón... (20%).

Si damos un corte transversal a un tronco de un árbol, distinguimos las siguientes partes, de dentro a fuera:

· **Médula o duramen:** Formada por células muertas que están muy lignificadas. Su aspecto es seco y duro.

· **Albura o leño:** De aspecto blanquecino, formada por células vivas en su parte exterior y

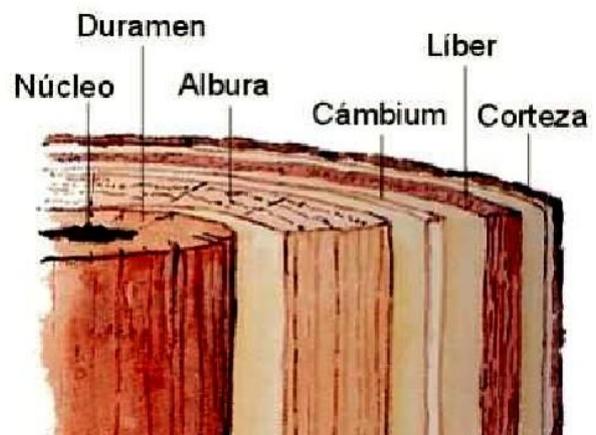
es el responsable del transporte de la savia bruta desde la raíz del árbol hasta las partes aéreas. Durante el crecimiento del árbol, las células interiores mueren y pasan a engrosar el duramen.

· **Cambium:** Capa de células vivas entre la albura y la corteza interna. Durante su crecimiento da lugar a la formación de la albura y a nuevas células de la corteza interna.

· **Corteza interna:** Es por donde circula la savia elaborada; está formada por células que poco a poco se desplazan al exterior formando la corteza externa. También se denomina **floema o líber**.

· **Corteza externa:** Formada por una capa de células muertas, que protege al árbol contra las inclemencias del tiempo y del ataque de insectos y parásitos.

En la industria se aprovecha casi exclusivamente el tronco del árbol por tener mayores aplicaciones. Excepcionalmente se aprovechan las raíces y ramas gruesas



para la obtención de maderas finas, con veteados espectaculares, en la construcción de muebles de diseño.

La parte que interesa del tronco es el **duramen** (*leño viejo del árbol en torno al centro, que es más seco y rígido*), junto con la **albura** (*leño joven del árbol, en torno al duramen, que contiene todavía células vivas que transportan agua y nutrientes*).

Transformación de la madera en productos comerciales.

1. Tala: Corte del árbol por su base
2. Descortezado: Es decir se le quita la corteza que envuelve el tronco.
3. Tronzado: Consiste en cortar los troncos a una longitud determinada mediante sierras.
4. Aserrado: Consiste en la obtención de tablas y tablones.
5. Secado: Antes de poder usar las tablas y tablones para fabricar objetos, es necesario reducir el grado de humedad hasta un valor inferior al 3%. Hay dos métodos
 - Al aire libre: Apilando tablas y tablones en un lugar con buena ventilación.
 - Mediante hornos de secado: Elimina casi toda el agua.
6. Cepillado: Tiene como objetivo principal eliminar cualquier irregularidad y mejorar el aspecto final.

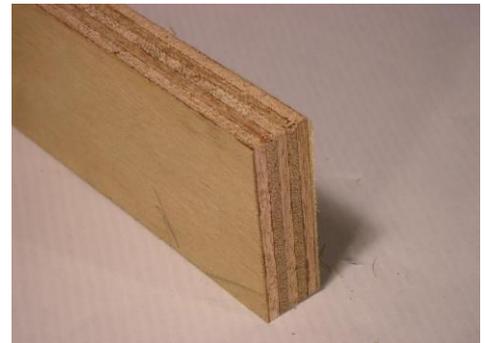
Productos derivados de la madera.

A) Aglomerado: Está compuesto de pequeñas virutas, fibras de madera y serrín a lo que se ha añadido cola. Una vez mezclado se coloca sobre planchas de medidas normalizadas, presionándolo fuertemente hasta que se haya secado. Se emplea en revestir techos, fondos de cajones, puertas, división de interiores,... Los aglomerados

son relativamente económicos y pesados y se presentan en grandes tableros, lo que facilita el corte en piezas adaptadas a la medida exigida.



B) Contrachapado: Consiste en colocar, encolándola, láminas finas de madera noble una sobre otra. Se suelen disponer de modo que su veteado es perpendicular entre sí. El número de láminas es un número impar.



C) Tableros de fibra: También llamados tableros DM o táblex: Son tableros de madera aglomerada, pero en este caso la viruta ha sido previamente molida. El serrín molido es mezclado con cola o resina sintética y prensado.



En los últimos años, se ha incrementado el uso de las **maderas laminadas**. El principio es el mismo que el de los tableros. Se parte de tablones macizos, y se curvan y encolan con formas propias de la construcción: vigas, arcos,... La diferencia fundamental está en el tipo de maderas elegidas, así como en las colas y los tratamientos protectores.

Este tipo de producto ha permitido una importante renovación en la construcción de estructuras, sobre todo en aquellos casos en los que la habitabilidad del producto supone una parte importante de su valor.

Finalmente, otro derivado de la madera de gran utilidad, es el **papel**. Es una hoja delgada y lisa, preparado con fibras vegetales. Químicamente está constituida por celulosa impura, sustancia que forma el armazón de las plantas y que se encuentra en las células de los tejidos vegetales.

Aplicaciones de la madera.

La madera se ha utilizado tradicionalmente en la construcción en columnas y vigas, aunque actualmente ha sido sustituida por el hormigón y el acero. Sigue utilizándose en:

- Puertas, ventanas, marcos, muebles,... Las de gran resistencia mecánica (pino, abeto, cedro).
 - Muebles, carpintería interior. Las que presentan veteados vistosos y admiten un buen pulido (haya, fresno, nogal, roble).
 - Muebles de lujo, esculturas, instrumentos musicales. Las exóticas (caoba, ébano).
- También se laminan en chapas delgadas, 0,4 - 0,6 mm, para revestir tableros de maderas más baratas.

Tratamientos de la madera.

Generalmente, la madera una vez trabajada, debe sufrir algún tratamiento complementario que garantice su protección de agentes externos (humedad, sol, hongos, insectos...). Los recubrimientos protectores no influyen en la estructura de la madera, aumentan la duración del trabajo y facilitan su conservación y buen aspecto. Estos tratamientos consisten en la aplicación de pinturas, ceras, barnices, tintes... que, además de proteger, dan una estética adecuada.

En el proceso de secado, se emplean algunas sustancias para proteger la madera, como: sulfato de cobre (elimina los hongos), cloruro de cinc, azufre derretido, creosota (líquido oleaginoso derivado del alquitrán que protege de la intemperie), resinas, aceite de linaza, etc.

MATERIALES PÉTREOS Y CERÁMICOS

Dentro de los materiales de construcción, además de los ya estudiados como madera y metales, existen otros como los **pétreos** y **cerámicos**. Se engloba al conjunto de rocas que emplea el ser humano.

Rocas naturales

Los *materiales pétreos* utilizados en la construcción son las *rocas*. Éstas son agregados de partículas minerales muy grandes y sin forma determinada que se encuentran en la naturaleza.

Actualmente se utilizan principalmente para ornamentación.

Son ejemplos, los granitos, mármoles y pizarras. Estos son materiales muy apreciados en

la construcción, por ser muy resistentes a las condiciones medioambientales, pero presentan el inconveniente de tener un coste alto.



Las rocas pueden ser:

- **Ígneas:** Proceden del enfriamiento de un magma. Formadas básicamente por silicatos, Al, Fe, Ca, Mg, Na y K. Según el enfriamiento sufrido, tienen estructura diferente: vítreas

(brusco) y cristalinas. Se dividen en volcánicas y plutónicas.

Las *volcánicas* son las que salen al exterior de la corteza: basalto o piedra pómez. Son porosas y poco resistentes.

Las *plutónicas* no llegan a aflorar: granito, sienita o gabro. Son duras, resistentes a la intemperie y a los esfuerzos de compresión.

- **Sedimentarias:** Partículas de gravas, arenas,... que han sido arrastradas por los agentes atmosféricos y que se han asentado en determinadas zonas. Se presentan en forma de estratos y pueden cuartearse fácilmente. No son tan duras como las ígneas. Las más utilizadas son: silíceas (arenas, gravas), arcillas y calizas.

Las *silíceas* están formadas por arenas y gravas.

Las *arcillosas* proceden de las rocas ígneas y usadas para cemento y ladrillos.

Las *calizas* se usan en construcción, como revestimiento o como conglomerantes. Tienen elevada resistencia a la compresión. Calcita: carbonato de calcio y yeso.

- **Metamórficas:** Si las rocas anteriores sufren grandes presiones y elevadas temperaturas, se producen transformaciones en la estructura cristalina de las rocas y dan lugar a las metamórficas. Las más importantes son los mármoles, pizarras y gneis.

Materiales cerámicos

Bajo esta denominación están los elementos fabricados a partir de materiales terrosos cocidos.

Las materias primas son arcilla (le da consistencia) o caolín (que es un tipo de arcilla muy pura y le aporta color blanco y textura fina) que, una vez moldeada, se somete a un proceso de secado y cocción posterior que le hace perder agua y convierte a estos materiales en duros pero frágiles. Son silicatos de aluminio hidratados. Se emplean también aditivos como cuarzo, colorantes y fundentes.

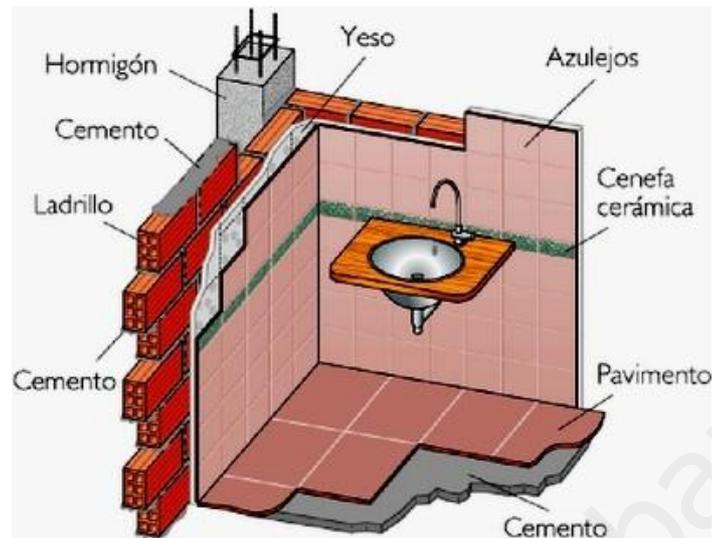
Se caracterizan por ser:

- _ Químicamente inertes
- _ Plásticos cuando se introducen en agua
- _ Duros y frágiles en ausencia de agua
- _ Resisten altas temperaturas
- _ Baja porosidad

Se clasifican como

- **Cerámicos porosos:** No han sufrido vitrificación (que adoptan un aspecto similar al vidrio), pues no llega a fundirse el cuarzo con la arena. Destaca la **arcilla cocida y la loza** (cuya materia prima es la arcilla).

- **Cerámicos impermeables:** Ha sufrido vitrificación, pues la mezcla ha sido sometida a altas temperaturas y el cuarzo llega a fundirse con la arena. Destacan el **gres y la porcelana** (cuya materia prima es el caolín).



Veamos algunos de los más usados:

- **Ladrillos y tejas:** fabricados con arcilla de muy diversa calidad, según la zona geográfica de procedencia. Una vez moldeados se secan y cuecen a 900 - 1200 °C, lo que aumenta su resistencia mecánica. Existen muchas calidades y formas según la aplicación deseada.



- **Azulejos y pavimentos cerámicos:** hechos con arcillas especiales que, durante su moldeo, se prensan a altas presiones y se revisten de un material (barniz coloreado) que, tras el proceso de cocido presenta una dureza alta.

- **Porcelana y loza:** a base de caolín, arcillas blancas, sílice y feldespato finamente pulverizados. La porcelana está totalmente vitrificada tras ser sometida a dos procesos de cocción; sin embargo, la loza sólo presenta su cara externa vitrificada. Poseen una especial resistencia al calor y a agentes químicos por lo que, más que en construcción, se emplean para material de cocina y sanitarios (loza), laboratorio, aislantes eléctricos (porcelana)...

- **Materiales refractarios:** Formados por arcillas refractarias, de alto contenido en sílice. Se

usan para revestimiento de hornos industriales (altos hornos y convertidores) y otras aplicaciones, donde deben resistir altas temperaturas sin fracturarse. Soportan entre 1400 - 1600°C. Para temperaturas superiores se añade un aglomerante orgánico.

- **Vidrio:** material cerámico formado por la fusión a altas temperaturas (>1000°C) de:

- Arena o sílice (SiO_2), un 75%, es el elemento principal, le confiere resistencia mecánica.

- sosa (NaCO_3), un 15%, actúa como fundente, bajando el punto de fusión.

- caliza (CaCO_3) en un 10%, es un estabilizante. Le suministra dureza y brillo.

- otros componente que dependerán del tipo de vidrio a obtener (colorantes...).

Es un material duro, transparente, con estructura amorfa (no cristalina) y con elevada resistencia a la tracción.

· **Fibra de vidrio:** Se obtiene mediante extrusión de la masa de vidrio a través de unas boquillas con diámetro inferior a 0,1 mm. Los hilos obtenidos se deshilachan con vapor recalentado y posteriormente se secan. A continuación unos rodillos los estiran para aumentar su resistencia. Se les somete a una ligera torsión y se enrollan en una bobina.

Con la fibra de vidrio se producen filamentos a partir de los que se obtienen tejidos y fieltros que se emplean como aislantes térmicos y acústicos. También se usan para reforzar planchas de escayola y distintos tipos de plásticos.

Existen algunas enfermedades generadas por la manipulación de materiales cerámicos y

que pertenecen a grupo de las **neumoconiosis** (polvo de minerales: acero,...). De ellas, la **silicosis** es producida como consecuencia de la inhalación prolongada de polvo de sílice (expectoración, fatiga, descompensación cardíaca y muerte).

Materiales aglomerantes

Son materiales con propiedades adhesivas que, amasados con agua, fraguan (compactan materiales) primero y endurecen después. Los más importantes son la cal, el yeso y el cemento.

· **Cal:** es el producto resultante de la descomposición de las rocas calizas (CaCO_3), según la reacción:



Se produce en hornos de cal denominados *caleras* a temperaturas cercanas a los 900°C.

El producto obtenido es la **cal viva** u óxido de calcio. Este óxido reacciona de manera exotérmica con el agua, alcanzando los 160°C y originándose hidróxido de calcio, también llamado **cal apagada**.



La cal apagada se endurece lentamente al aire por un proceso de carbonatación (absorción de CO_2) produciéndose de nuevo carbonato cálcico y actuando como aglomerante.

Este proceso sólo se produce en aire seco y acaba a los seis meses. Esta **cal** se denomina **aérea** y experimenta una contracción durante el fraguado que puede dar lugar a la formación de grietas.

En Canarias aún existen antiguos hornos de cal que fueron explotados hasta los años sesenta, cuando la cal fue sustituida por el cemento como aglomerante. Las piedras calizas se extraían de las islas orientales. De hecho, la industria de la cal fue muy importante en Fuerteventura, donde, en el año 1964, se exportaron más de 74.000 toneladas de este producto.

· **Yeso:** Es una sustancia natural que se obtiene a partir de las piedras de yeso (sulfato cálcico dihidratado; $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Se extrae en canteras de superficie, se tritura y se cuece a altas temperaturas (450°C) para provocar su deshidratación. Es un material barato ya que, ni el proceso de extracción ni el de obtención requieren grandes aportes energéticos.

Material conocido desde el tiempo de los egipcios y muy empleado por lo árabes. Fragua en contacto con el agua. Se adhiere muy bien a infinidad de elementos salvo la madera. Tampoco debe usarse en la sujeción de materiales férricos, pues provoca su oxidación inmediata. Su principal inconveniente es que es higroscópico (absorbe mucho la humedad), por lo que no debe emplearse para exteriores.

Se clasifica en:

_ *Yeso negro*: Obtenido de modo tradicional. Se usa para enlucidos de obras no vistas.

_ *Yeso blanco*: Mayor pureza que el anterior, mejor molido. Se usa en enlucidos y estucados (yeso blanco + agua de cola) de paredes vistas.

_ *Escayola*: Yeso de mayor calidad, molido hasta obtener polvo impalpable. Se usa en acabados, molduras y decoración de interiores.

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

Existen muchas variedades de cemento, aunque la más conocida y empleada es el **cemento Portland**. Es una mezcla de cal (CaO , 60 - 67%), sílice (SiO_2 , 17 - 25%) y alúmina (Al_2O_3 , 3,6 - 8%), también algo de óxido de hierro y de magnesio (Fe_2O_3 , 0,5 - 6% y MgO , 0,1 - 5%) que fragua cuando se mezcla con agua.

Su proceso de fabricación consta de las siguientes fases:

- *Preparación del crudo*. Las materias primas se extraen de las canteras, se trituran y se muelen, mezclándose a continuación, bien sea en seco o en húmedo.

- *Calcinación*. La mezcla se calcina en un horno rotatorio que gira sobre un eje inclinado, a

una temperatura entre 1300 - 1400°C.

- Se forma una masa de granos duros, de 3 - 20mm de diámetro, que recibe el nombre de

clínquer.

- En el extremo inferior el **clínquer** pasa a unos enfriadores y se almacena.

- *Molienda*. Se muele el **clínquer** en unos molinos enfriados exteriormente con agua para favorecer la disipación del calor liberado. Durante esta operación se le añade yeso (2-3%), para regular el fraguado posterior del cemento.

- Una vez molido se almacena en silos (lugar subterráneo seco y oscuro) y se envasa en sacos o bien se transporta en cisternas.

La reacción de fraguado de este cemento tiene lugar en dos fases: la primera es *rápida*, en unas 24 horas; la segunda consiste en un endurecimiento *lento*, lo que requiere tiempos cercanos al mes.

Las características del cemento son:

- Baja resistencia a la tracción

- Alta resistencia a la compresión

- Es atacado lentamente por el agua, ácidos diluidos y algunas soluciones salinas

- Baja relación coste/peso

En aplicaciones se usa mezclado con áridos (arena, gravilla, o grava) como aglomerante en construcción en forma de **mortero** (sin grava), como material de construcción en el **hormigón**, como cemento prensado en losetas para **pavimentos** y piezas prefabricadas en funciones de **ladrillería**,...

El **hormigón** es la mezcla de cemento, arena y agua al que se le suele añadir grava. Las proporciones de los componentes depende del tipo de hormigón que se desee (dureza, tiempo de fraguado, resistencia a agentes ambientales,...). La cantidad de cemento/m³ de hormigón influye en su *impermeabilidad* y en su *resistencia mecánica*, pero a la vez aumenta su contracción durante el fraguado provocando grietas, por lo que no debe sobrepasarse el límite de 460kg/m³.



Es un material muy resistente a la compresión, pero no a la tracción, por lo que no es adecuado para vigas. Para mejorar esta propiedad, es necesario recurrir al **hormigón armado** y al **hormigón pretensado**.

El **hormigón armado** se obtiene añadiendo al hormigón fresco una armadura de varillas o barras de acero debidamente dimensionadas. Se consigue así un material resistente tanto a la tracción como a la compresión.

La obtención de estructuras de hormigón armado se realiza de la siguiente manera: se dispone de un encofrado o molde con la forma del elemento de construcción que se desea

conseguir, se introduce en él la armadura de acero y se vierte el hormigón fresco en el interior del encofrado de modo que recubra y envuelva la armadura. Cuando el hormigón ha fraguado se retira el encofrado y se obtiene el elemento.

En el caso de una viga, la armadura se sitúa en la zona inferior del elemento, sometida a esfuerzos de tracción, mientras que la masa de hormigón se acumula en la zona superior sometida a esfuerzos de compresión. Así, las vigas soportan bien los esfuerzos de flexión.

El recubrimiento de hormigón, una vez fraguado, garantiza la impermeabilidad de la estructura y por tanto la inoxidableidad de la armadura de acero.

Como la unión entre el hormigón y el acero es puramente mecánica, es conveniente que las barras de refuerzo estén retorcidas o posean salientes superficiales, incrementando así la adherencia y evitando el deslizamiento.

El **hormigón pretensado** es necesario cuando los esfuerzos de tracción a los que se somete el hormigón armado son muy grandes. En este caso, las barras de las armaduras pueden experimentar dilatación elástica, con lo que el hormigón que las recubre se rompe.

Para mejorar esta resistencia a la tracción, hay que tensar las barras de acero para compensar la dilatación. Así se obtiene el hormigón pretensado, que es una variedad del hormigón armado cuyas barras han sido tensadas.

La principal ventaja del hormigón pretensado deriva del menor coeficiente económico resistente de los alambres de acero especial que se emplean, debido a la posibilidad de alcanzar enorme resistencias gracias a los procesos de trefilado (reducción de la sección) a que son sometidos y que permiten obtener alambres de pequeños diámetros.

Composites.

Estos materiales combinan la materia plástica y el refuerzo con fibras. Aunque su coste es más elevado que el de los materiales tradicionales, aportan a sus usuarios importantes ventajas gracias a sus propiedades, en particular la ligereza y la resistencia, lo que ha dado lugar a un importante mercado en el campo de la construcción de automóviles, la aeronáutica y la construcción.

Los materiales compuestos están integrados por una matriz orgánica, *polímero* (termoplástico o termoestable), y una estructura de refuerzo que puede presentarse en forma de partículas, fibras cortas, largas o continuas. Los refuerzos que más se

usan son las *fibras*, normalmente de *vidrio*, de *carbón* o de *aramida* (fibras e hilos sintéticos obtenidos a partir de poliamidas; conservan buenas propiedades mecánicas a temperaturas elevadas. Sustituyen a fibras de vidrio y metal. Se usan en neumáticos, chalecos antibalas, ingeniería aeroespacial, aviación).

Según las características de la matriz y de los refuerzos, se distinguen generalmente dos grandes familias:

- *De gran difusión*, no excesivamente caros, ocupan una cuota importante del mercado.
- *De altas prestaciones*, normalmente reforzados con fibras continuas de carbón o de aramida y reservados para sectores de alto valor añadido: aeronáutica, medicina, deportes y recreo.

Estos materiales compuestos, presentan una serie de propiedades que los distingue de los tradicionales:

- Resistencia mecánica y química (corrosión)
- Aumenta la vida útil gracias a su resistencia a la fatiga
- Mantenimiento reducido
- Resistencia a los impactos y al fuego
- Aislamiento térmico, sonoro y a veces eléctrico.
- Simplicidad de diseño por facilidad de conformado
- Ligereza

El coste de fabricación de los composites es bastante superior al de los materiales tradicionales, como el acero, la madera o el aluminio, pero ahorrando piezas de encaje y mecanización, reduciendo de manera importante los gastos de mantenimiento y aumentando la vida útil y la seguridad, las ventajas de los materiales compuestos pueden valorizarse en términos de beneficios con el uso.

FIBRAS TEXTILES

Las fibras textiles son unidades de materia cuya longitud es muy superior a su diámetro y se emplean para fabricar tejidos.

Varias fibras textiles constituyen el **hilo**, los cuales forman el **tejido**.

Clasificación

- Según su longitud:
 - Discontinuas: Su longitud es limitada. Las fibras naturales (salvo la seda) pertenecen a este grupo.
 - Filamentosas: Su longitud es prácticamente ilimitada, depende de las condiciones de fabricación. Las fibras no naturales pertenecen a este grupo.
- Según su naturaleza:

NATURALES	Minerales		Amianto
	Vegetales		De semillas: Algodón, capoc.
			Del tallo: lino, yute, cáñamo, ramio.
			De la hoja: esparto, pita, sisal
	Animales		Del fruto: coco
			Del pelo: lana, mohair, cachemira, alpaca
Del filamento: seda, tussur			
		De la piel: cuero	
QUÍMICAS	Artificiales	Minerales	Metálicas (oro, plata, cobre)
		Celulósicas	Rayones
		Proteínicas	De la caseína de la leche: fibrolane, lanital
			De maíz: vicara, salón
	Sintéticas	Algínicas	Rayón alginato
		Minerales	Fibra de vidrio
			De poliadición
		De Policondensación	Poliuretano
			Poliésteres
			Poliuretano
Poliésteres			

Características que deben analizarse en las fibras textiles

- *Textura*: Es decir, aspecto y sensación al tacto. Esta propiedad está determinada por la estructura microscópica de las fibras, especialmente la forma.
- *Resistencia mecánica*: Especialmente la resistencia a la tracción y por ende a la rotura.
- *Propiedades eléctricas*: Las fibras textiles son buenas aislantes.
- *Resistencia a la humedad*: Llamada reprise. El agua tiende a hinchar las fibras, especialmente aquellas de origen vegetal.
- *Resistencia química*: Especialmente a los álcalis y ácidos.
- *Resistencia a la luz*: El sol tiende a degradar la mayoría de las fibras.
- *Resistencia al calor*: En algunos casos tiende a carbonizar la fibra (origen natural).

Fibras naturales

- **Algodón**: Los tejidos de algodón son confortables, inertes, absorben fácilmente el sudor y en general el agua. Tienden a encoger y desteñir. Su precio es relativamente elevado.
- **Lino**: Tiene una alta resistencia mecánica y son muy elásticas. Es un buen conductor térmico, por lo que sus tejidos son frescos. Resiste mejor que el algodón las lejías (álcalis) y tienen tendencia a arrugarse.
- **Lana**: Tiende a desteñirse con la luz, tiene una resistencia mecánica relativamente baja que compensa con su elasticidad. Si está húmeda es poco resistente. Absorben mucho la humedad. Textura suave.
- **Seda**: Es un filamento proteínico producido por el gusano de la seda. Es una fibra ligera, muy resistente a la tracción tanto en húmedo como en seco, absorbe rápido la humedad aunque es resistente a ella, se descompone rápido con el calor y la luz también la descompone.

Fibras artificiales

Son aquellas fibras obtenidas a partir de productos naturales. La primera fibra artificial obtenida fue la seda artificial a finales del siglo XIX, también llamados rayones.

- **Rayones:** Tiene propiedades similares a la seda, pero es más barata, mejor resistencia química, aunque tienden a ser inflamables. La variedad más extendida es la viscosa.

Fibras sintéticas

Son fibras obtenidas artificialmente a partir de productos que se elaboran por síntesis química en los laboratorios o industrias. La primera fibra sintética fue el nylon en 1938, que provocó una revolución industrial. Las fibras sintéticas introdujeron las siguientes ventajas.

- Gran duración y mayor resistencia mecánica.
- Fácil mantenimiento (se arruga menos)
- Mejor precio

Aunque presentan desventajas

- Absorben poco la humedad, es decir, transpiran menos
- Pueden producir alergias dérmicas.

A pesar de ello, son las fibras más extendidas. Destacan:

- Fibras poliamídicas: siendo la más importante el nylon. Es muy elástica, tiene elevada resistencia mecánica y elevada resistencia al desgaste. Se degrada bajo la acción de la luz, pero inmune al moho y la humedad. Es inerte y no absorbe agua.
- Fibras de poliéster: Son muy resistentes al ataque químico y prácticamente inarrugable, aunque atraen el polvo fácilmente. Posee larga duración y fácil mantenimiento.
- Fibras de poliuretano: Destaca la licra. Son fibras muy elásticas.