



LOS ESTUDIANTES DE **ARQUITECTURA** E **INGENIERÍA**

APRENDEN SOBRE

LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

MESN /2020



PROHIBIDA LA VENTA
DONADO PARA FINES EDUCACIONALES

LOS ESTUDIANTES DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA
APRENDEN SOBRE
LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Marino Enrique Sánchez Nina

PRÓLOGO

“ LOS ESTUDIANTES DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA APRENDEN SOBRE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN ” más que el título de este libro del Arq. Marino Sánchez Nina, nuestro querido profesor Sánchez, en su sencillez encierra, envuelve, una variada gama de conocimientos dirigidos en principio a los futuros profesionales de la ingeniería y arquitectura y decimos en principio porque sirve y da apoyo a los ya profesionales en pautas y técnicas aplicadas a la construcción.

Es un compendio donde se detallan los elementos, y sus aplicaciones, que nuestra generosa y grandiosa naturaleza tiene y pone a disposición del ser humano, para brindarle con ellos las herramientas que le proporcionen creación de formas y construcciones que mejoren su hábitat.

Así, vemos los elementos como las piedras, su fuerza, su variado uso y sorprende como la mano e imaginación del hombre hacen de ellas, desde la solidez de una simple pared hasta la más sublime y bella creación de un escultor.

La madera, con su gran variedad, su nobleza y belleza. Vale apreciar que ha resuelto para el ser humano desde hace miles de años múltiples necesidades.

Los metales, su especie tan variada que permite el uso en su estado puro y aleaciones que hacen de ellos un elemento infinito.

Y así, vamos viendo como el autor trata todos y cada uno de estos diversos elementos, de los cuales sólo hemos señalado las piedras, la madera y los metales porque nos han llamado especialmente la atención, pero que a la vez nos lleva a sentir orgullo del ingenio humano que logra con la mezcla, unión, aleación de algunos de estos elementos crear nuevos materiales, sintéticos, pero no por ello dejan de ser sumamente ingeniosos, valiosos y útiles, tales como el cemento, el vidrio, las pinturas, el hormigón, entre tantos otros.

Leer estas páginas, no solo estudiantes de ingeniería y arquitectura aprenderán, sino que sirven para todo ser humano, habitante de este universo infinito llamado planeta tierra, mundo, hábitat, y pueda apreciarlo, sentirse maravillado y orgulloso de la pródiga naturaleza y motivarnos a cuidarla, conservarla, amarla, protegerla, valorarla como el más preciado tesoro que a todos nos pertenece.

Gracias Arq. Sánchez Nina por el honor de escribirle estas líneas.

L.A.

SINOPSIS

Este trabajo es un acopio y resumen de una serie de contenidos y datos de diferentes autores que describen LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y SU CLASIFICACIÓN, el cual hemos desarrollado, ampliado, adaptado y organizado para facilitar la comprensión y aprendizaje del alumno.

Expondremos sus características, propiedades, comportamientos, usos, posibilidades constructivas y criterios a tomar en cuenta en su selección.

Estos conocimientos generales pretendemos dirigirlos especialmente a los estudiantes de arquitectura e ingeniería en general.

Queremos hacer mención del Profesor Gonzalo Barluenga Badiola de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Alcalá de Henares, autor de los programas de los cursos y seminarios publicados en abierto (open access) en la página web https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_profesores/prof142013/docencia/ (Introducción a la Construcción, Materiales de Construcción en las asignaturas de grado Ciencia y Tecnología de la Edificación) cuyo plan de estudios y contenidos hemos usado completamente para realizar este trabajo.

MESN /2020

COMENTARIO

LOS ESTUDIANTES DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA APRENDEN SOBRE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN, es un trabajo completo, que incluye las características propias de los materiales, para uso en la construcción, complementándose con ilustraciones gráficas.

Estos materiales pueden organizarse y componer elementos, conformando estructuras modificables que se aplican a sistemas constructivos, formar bloques, mezclas de hormigones, asfalto; así también cómo aprovechar aceros, vidrios, piedra natural, plásticos y pinturas.

Estos conocimientos de Materiales de Construcción son utilizados en las Escuelas de Arquitectura e Ingeniería del país y aplicable en cualquier parte del mundo.

El arquitecto Marino Sánchez Nina fue profesor por más de 30 años de la escuela de arquitectura de la Pontificia Universidad católica Madre y Maestra (PUCMM, Santiago, RD.).

Arq. Luis René Sánchez Córdova

ÍNDICE

Prólogo ... (Pág. 3)

Sinopsis, Comentario ... (Pág. 4)

TEMA 1. Los materiales en la construcción

Parte I: Introducción. Los materiales en la construcción. Sistemas constructivos y Elementos constructivos. Propiedades organolépticas y tecnológicas de los materiales. Materiales y Medioambiente. Tipos de Materiales y productos de construcción. **(Págs. 7 - 58)**

Parte II: Estructura de la materia. Microestructura de los materiales. Escalas de observación: atómica, micro estructural, tecnológica. Enlaces interatómicos primarios y secundarios. Microestructuras cristalina y no cristalinas. Sólidos monofásicos y polifásicos: Diagramas de fase. Materiales compuestos. **(Págs. 59 - 100)**

TEMA 2. Propiedades físicas y Ensayos

Parte I: Comportamiento de los materiales frente a acciones físicas exteriores. Propiedades físicas de los materiales. Aspecto y forma. Peso y densidad. Porosidad. Acciones físicas. Comportamiento hídrico. Comportamiento térmico. Comportamiento acústico. Reacción al fuego. Heladicidad. Ensayos físicos. Durabilidad y mecanismos de degradación de los materiales. Protección frente a acciones externas. **(Págs. 101 - 122)**

Parte II: Ensayos físicos de Caracterización de Materiales

Conocer los diferentes tipos de ensayos físicos de materiales e interpretar los resultados experimentales. **(Págs. 123 - 135)**

TEMA 3. Propiedades mecánicas de los materiales. Tensión y deformación. Rigidez. Tipos y mecanismos de deformación. Endurecimiento. Fluencia y relajación. Mecanismos de fractura. Acciones mecánicas y ensayos de laboratorio. Magnitudes Físicas: Unidades de medida de magnitudes fundamentales y derivadas del Sistema Internacional de Unidades. **(Págs. 136 - 162)**

TEMA 4. Calidad, sostenibilidad y normativa de los materiales de construcción. El concepto de calidad. Caracterización experimental de materiales. Control de calidad. Normas y distintivos de calidad. Mercado CE. Normativa de materiales de construcción. Criterios generales de sostenibilidad en materiales de construcción. **(Págs. 163 - 185)**

TEMA 5. Las piedras naturales y los suelos. Los minerales en la naturaleza. Origen y clasificación de las piedras naturales. Estructura y propiedades de las piedras naturales. Extracción, procesado y aplicaciones de las piedras naturales. Tipos de suelos. Arquitectura con tierra. Los áridos. Normativa, designación y aplicaciones. **(Págs. 186 - 216)**

TEMA 6. Cerámica y vidrio. Estructura y propiedades de las cerámicas. Procesos de elaboración. Productos cerámicos: normativa, designación y aplicaciones. Microestructura y propiedades del vidrio. Fabricación. Productos de vidrio, designación y sus aplicaciones. **(Págs. 217 - 257)**

TEMA 7. Conglomerantes y conglomerados. El proceso conglomerante: fraguado y endurecimiento. Hidraulicidad. Yeso y escayola. Cal aérea e hidráulica. Cementos naturales y artificiales. Aditivos y adiciones. Derivados y materiales compuestos. Morteros. Normativa, designación y aplicaciones. **(Págs. 258 - 291)**

TEMA 8. Hormigones. Componentes del hormigón. Proceso de elaboración del hormigón. Propiedades del hormigón en estado fresco y endurecido. Granulometría de los áridos. Dosificación de hormigones. Fabricación, puesta en obra y curado del hormigón. Hormigón en masa, armado y pretensado. Hormigones especiales: ligeros y de altas prestaciones. Normativa, designación y aplicaciones. **(Págs. 292 - 314)**

TEMA 9. Materiales metálicos. Estructura y propiedades de los materiales metálicos. Tipos de materiales metálicos. Aleaciones. Aceros y fundiciones: el sistema hierro-carbono. Metales no férricos y sus aleaciones. Procesos de fabricación y conformación. Uniones de metales: la soldadura. Normativa, designación y aplicaciones. **(Págs. 315 - 336)**

TEMA 10. Maderas y materiales de origen vegetal. Microestructura y propiedades de las maderas. Principales especies. Procesos de corta y conversión. Tratamiento y protección de las maderas naturales. Productos y derivados de la madera. Otros productos de origen vegetal. Normativa, designación y aplicaciones. **(Págs. 337 - 355)**

TEMA 11. Materiales poliméricos (Plásticos). Microestructura y propiedades de los materiales poliméricos. Tipos de plásticos. Procesos de fabricación y conformación. Productos y compuestos de matriz polimérica. Normativa, designación y aplicaciones. **(Págs. 356 - 372)**

TEMA 12. Materiales bituminosos, adhesivos, aislantes y pinturas. Propiedades de los materiales bituminosos. Mezclas bituminosas, normativa, designación y sus aplicaciones. Propiedades de los materiales adhesivos. Proceso de fabricación, productos, designación y aplicaciones. Materiales aislantes. Pinturas y barnices: componentes, tipos y aplicaciones. **(Págs. 373 - 387)**

TEMA 13. Selección de materiales de construcción. Incorporación de los materiales a la arquitectura. Criterios de selección de materiales de construcción. Adecuación, compatibilidad y durabilidad. Investigación, desarrollo e innovación en materiales y productos de construcción. **(Págs. 388 - 401)**

PROHIBIDA LA VENTA
DONADO PARA FINES EDUCACIONALES

LOS MATERIALES EN LA CONSTRUCCIÓN
TEMA 1: **PARTE I**

TEMA 1. Los materiales en la Construcción

Parte I: Introducción. Los materiales en la Construcción. Sistemas constructivos y Elementos constructivos. Propiedades organolépticas y tecnológicas de los materiales. Materiales y Medioambiente. Tipos de Materiales y productos de construcción.

Tema 1. Los materiales en la construcción

Parte I: Introducción

Objetivos discentes del Tema 1 **Parte I:**

- Conocer e identificar los niveles presentes en el desarrollo constructivo e identificar la importancia del Material de construcción.
- Conocer y diferenciar las propiedades organolépticas y tecnológicas de los Materiales de Construcción.

Introducción

Construcción es el arte de construir, es decir, **realizar con los elementos y maquinaria necesarios, y siguiendo un plan previamente establecido, las obras requeridas para la ejecución de una edificación, una infraestructura (puente, presa, etc.), una máquina, etc., empleando los materiales adecuados y las correspondientes normas técnicas según el caso.**

La parte de la construcción que se ocupa del estudio, desarrollo y dirección de obras industriales recibe el nombre de **Construcción Industrial**.

Partiendo de elementos simples como bloques de cemento, ladrillos, cemento, áridos, vidrio, madera, acero, plásticos, etc., y utilizando combinaciones adecuadas de los mismos, se proyectan otros conjuntos parciales como cimentaciones, muros, pilares, vigas, forjados, etc., que en su totalidad completarán el conjunto final, que será el edificio que se pretende construir.

Elementos que constituyen un Edificio.

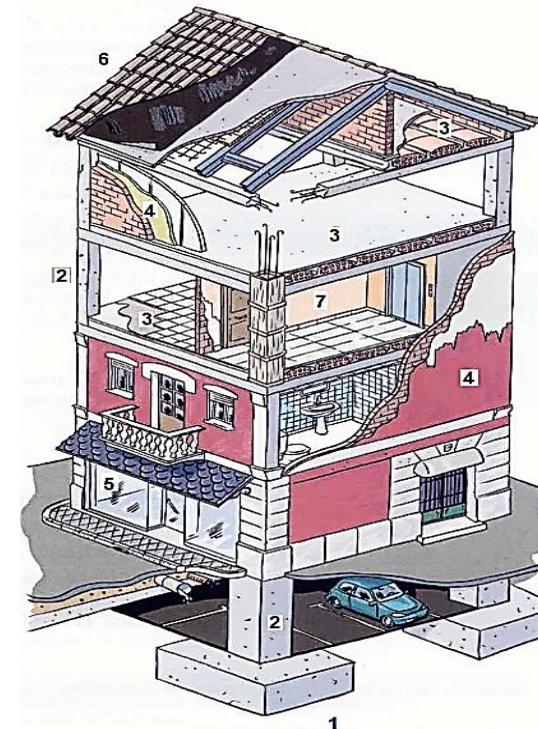
Los distintos elementos que integran una edificación u obra civil pueden clasificarse según la función que realizan en dos grupos diferentes:

Los elementos fundamentales: constituyen la estructura resistentes del edificio u obra civil, y su función es absorber y soportar las cargas que actúan sobre el mismo transmitiéndolas al terreno a través de la cimentación. Como integrantes de los mismos se tienen: - Cimentaciones. - Bases de los edificios. - Elementos verticales de sustentación. - Muros, pilares y entramados verticales. - Elementos horizontales de sustentación. - Forjados, vigas y losas de suelo. - Elementos inclinados. - Cubiertas. - Elementos de enlace.- Escaleras.

Los elementos complementarios: proporcionan al edificio habitabilidad, comodidad, funcionalidad y confort. De entre ellos se pueden destacar: - Cerramientos exteriores de estructuras entramadas. - Tabiques: Elementos de separación no resistentes. - Puertas y ventanas. - Instalaciones: Fontanería, saneamiento, electricidad, ascensores, etc.

Se pueden considerar, además de los dos grupos anteriores, una serie de elementos auxiliares que aunque no quedan incorporados al edificio son necesarios para su construcción como los andamios, las cimbras y los apeos.

1. **Cimientos.** Son de **hormigón** y soportan el peso de todo el edificio.
2. **Estructura.** Compuesta de pilares, vigas y viguetas que pueden ser de **hormigón armado** o de **acero**.
3. **Suelos y techos.** Sobre las viguetas se colocan **bovedillas de cerámica**. Para los suelos se allana y nivela con **hormigón** y se cubre con **losetas de cerámica** (plaquetas) o **madera**. Los techos se cubren con **escayola** o **yeso**.
4. **Muros externos.** Normalmente es un doble muro de **ladrillo** con una cámara interior que puede rellenarse con un material aislante como la **fibra de vidrio**, el **poliuretano** o **poliestireno expandido**.
5. **Ventanas.** El **vidrio** se emplea en las ventanas y en muchos casos también sirve como cerramiento exterior del edificio. Es necesario colocar un dintel para sujetar los ladrillos de la parte superior del hueco de la ventana. Esta suele ser una vigueta de **hormigón pretensado** o de **hormigón armado**, o bien una alineación de ladrillos colocados verticalmente.
6. **Cubierta.** Es un soporte estructural de **acero** o **madera** sobre el que se superpone un material impermeable de **fibra de vidrio** mezclado con **poliéster** y luego se cubre con **tejas** o **pizarra**.
7. **Muros interiores.** Pueden estar hechos de **ladrillo** o de paneles prefabricados de **yeso** o **madera**. Si están hechos de ladrillo es necesario aplicar yeso para alisar la superficie.



Introducción

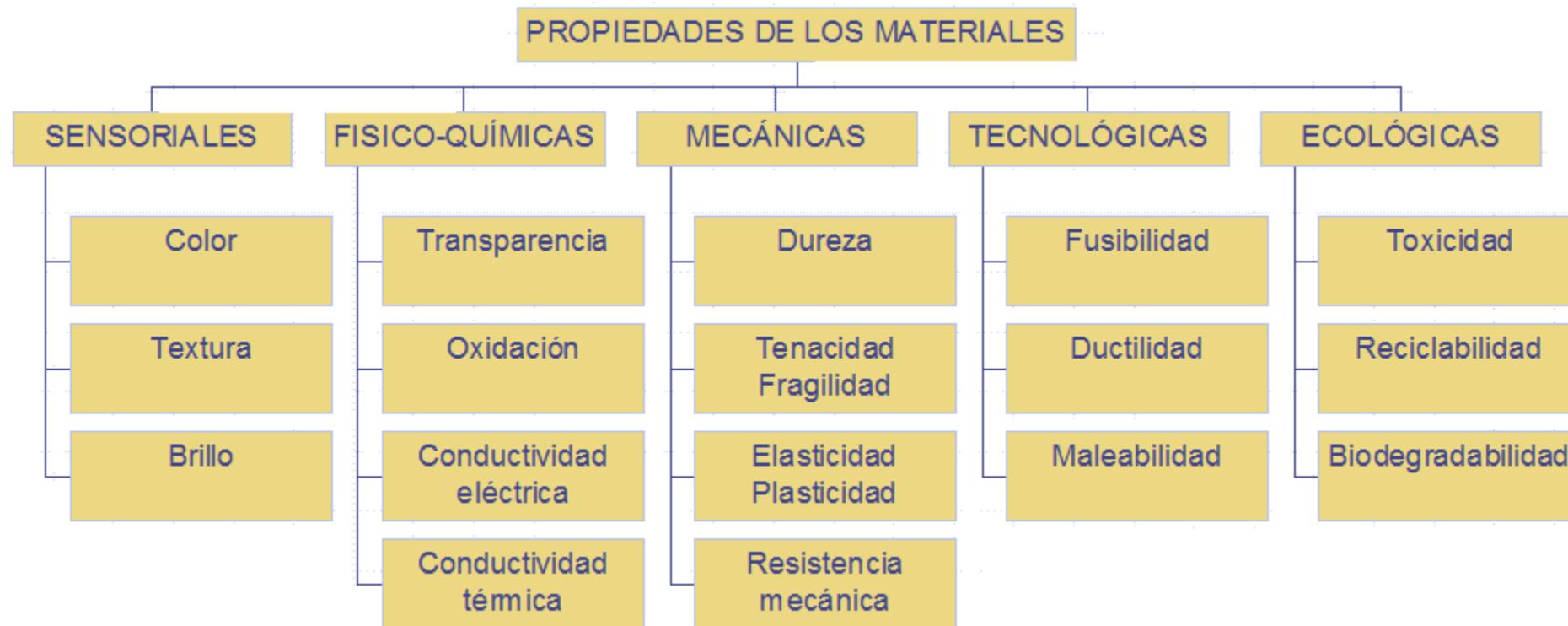
Esta presentación abarca el conocimiento de los materiales que se utilizan en la realización de los trabajos constructivos llevados a cabo con mayor frecuencia, con el fin de elegir aquellos que por sus características reúnan las mejores condiciones técnicas, económicas y estéticas.

A la hora de diseñar una estructura o dispositivo, **el proyectista dispone de una amplia gama de materiales a su disposición** (de 40.000 a 80.000), **por lo que debe conocer como seleccionar los materiales o combinación de ellos, que mejor se ajusten a las demandas de su diseño o a su propósito**, proporcionándole las propiedades que él requiere. **Los errores pueden causar desastres**, por tanto, **el proyectista del diseño debe:**

1. Conocer como seleccionar los materiales que mejor se ajusten a las demandas de su diseño (Económicas, estéticas, resistencia, durabilidad, etc.).

2. Conocer las propiedades y limitaciones de los distintos tipos de materiales y seleccionar aquellos que le proporcionen valores adecuados de las propiedades que el requiere. Para ellos existen ensayos normalizados para su determinación.

En la tabla pueden verse las clases de **propiedades que el proyectista del diseño debe considerar a la hora de elegir los materiales.**



Los Materiales en la Construcción

El concepto de material puede definirse como una porción finita de materia con sus mismas características generales, que integran las obras de construcción, cualquiera que sea su naturaleza, composición, forma, tamaño y dimensiones, pudiendo ser trabajable y transformable para su mejor aprovechamiento.

El hecho de tener una determinada composición química y unas características físicas determinadas, con dimensiones finitas y la posibilidad de transformar tanto unas como otras, nos permite la adaptación de los materiales para el uso específico que se le requiere en la obra, mediante distintos procesos de fabricación

Los materiales de construcción se pueden clasificar según la función que desempeñan en la obra en:

Materiales fundamentales (Acero, hormigón, rocas, etc.) sirven para construir las unidades de obra capaces de soportar los esfuerzos mecánicos y las acciones atmosféricas a que va a estar sometida la construcción que se proyecta.

Materiales conglomerantes. Las pastas que con ellos se consiguen, permiten ser extendidas y moldeadas convenientemente para adquirir, después de endurecidas, unas características mecánicas similares a las de los materiales pétreos naturales y artificiales. Los principales conglomerantes empleados en la construcción son el cemento Portland, el yeso y la cal.

Materiales complementarios o auxiliares son aquellos que se utilizan dentro de las edificaciones como complementos utilitarios de las mismas. El vidrio, pinturas, aislantes, materiales eléctricos, de fontanería, carpintería de madera, de aluminio, de PVC, etc.

| FORMA DEL MATERIAL | TECNICAS | | | |
|--------------------|--------------|--|-----------------------------|--------------------|
| | VOLUMETRICAS | | SUPERFICIALES | |
| AMORFOS | CONFORMACION | MOLDEADO | | TENDIDO PROYECTADO |
| | | CON AGLOMERANTES HIDRAULICOS | ALBAÑILERIA GRANDES PANELES | SOLADO |
| CONFORMADOS | ADICION | SIN AGLOMERANTES NO HIDRAULICOS | ENCOLADO SOLDADURA | |
| | FIJACION | CON CLAVOS CON TORNILLOS CON TACOS CON INSERCIIONES | | CHAPADO |



Materiales y Productos de construcción

Materiales de construcción: es una **materia prima** o con más frecuencia un **producto manufacturado**, empleado en la **construcción de edificios u obras** de ingeniería civil.

Productos de construcción: Se define como **cualquier producto o kit incorporado de forma permanente en las obras de construcción (o partes de las mismas) y cuyas prestaciones influyen en los requisitos básicos de las obras.**

No se incluyen aquellos que se fabrican para su incorporación temporal a una obra, tales como andamios, puntales, encofrados, etc.

Kit: Conjunto de piezas o instrumentos que sirven para realizar alguna función o desarrollar alguna actividad.



Materiales naturales: Son aquellos que se emplean en las construcciones prácticamente tal como **proceden de la Naturaleza**, o sea **sin experimentar cambios en su composición química ni en su constitución física**, aunque se haya alterado su forma física natural.

Por ejemplo la piedra triturada que es un material natural, cuya forma se ha alterado al ser desmenuzado.

Materiales transformados: Son aquellos que se obtienen mediante **transformación de las materias primas**.

Ejemplos: papel, metal, vidrio, un ovillo de algodón, listones y tableros de madera.

Si se originan mediante transformaciones químicas se obtiene un grupo especial: los materiales Sintéticos (plásticos, caucho sintético, nailon, etc.).

Materiales artificiales. Son aquellos que han sufrido un **proceso de transformación antes de emplearse** en las construcciones, experimentando cambios físicos y químicos por ejemplo el cemento, el acero etc.

Material monovalente: Posibilidad de combinación de un elemento respecto a otros para lograr constituir un compuesto.

Material polivalente: Que tiene varias funciones o puede desempeñar varias funciones. Que sirve para varios fines o funciones (uso, aplicación).

Material homogéneo: que no puede cambiar de estado ni dividirse en otras sustancias, salvo por una reacción química.

No pueden descomponerse en otras sustancias más simples mediante procesos físicos; Tiene propiedades, características propias o definidas.

Material Compuesto: es un material formado por dos o más componentes unidos (una **mezcla**), pero no combinados químicamente.

Producto semielaborado: es un paso intermedio entre una materia prima y un bien de consumo.

La madera de un árbol (materia prima) se transforma primero a tableros o listones (productos semielaborados) y posteriormente, se crea una mesa o un mueble (bienes de consumo) a partir de estos listones o tableros.

Son productos que no se consumen directamente, sino que sirven como materia primera para otras industrias.

Producto Elaborado: Que ha sufrido un proceso de elaboración. Preparar o transformar con cuidado un producto mediante el tratamiento adecuado para un fin..

Materiales de Construcción

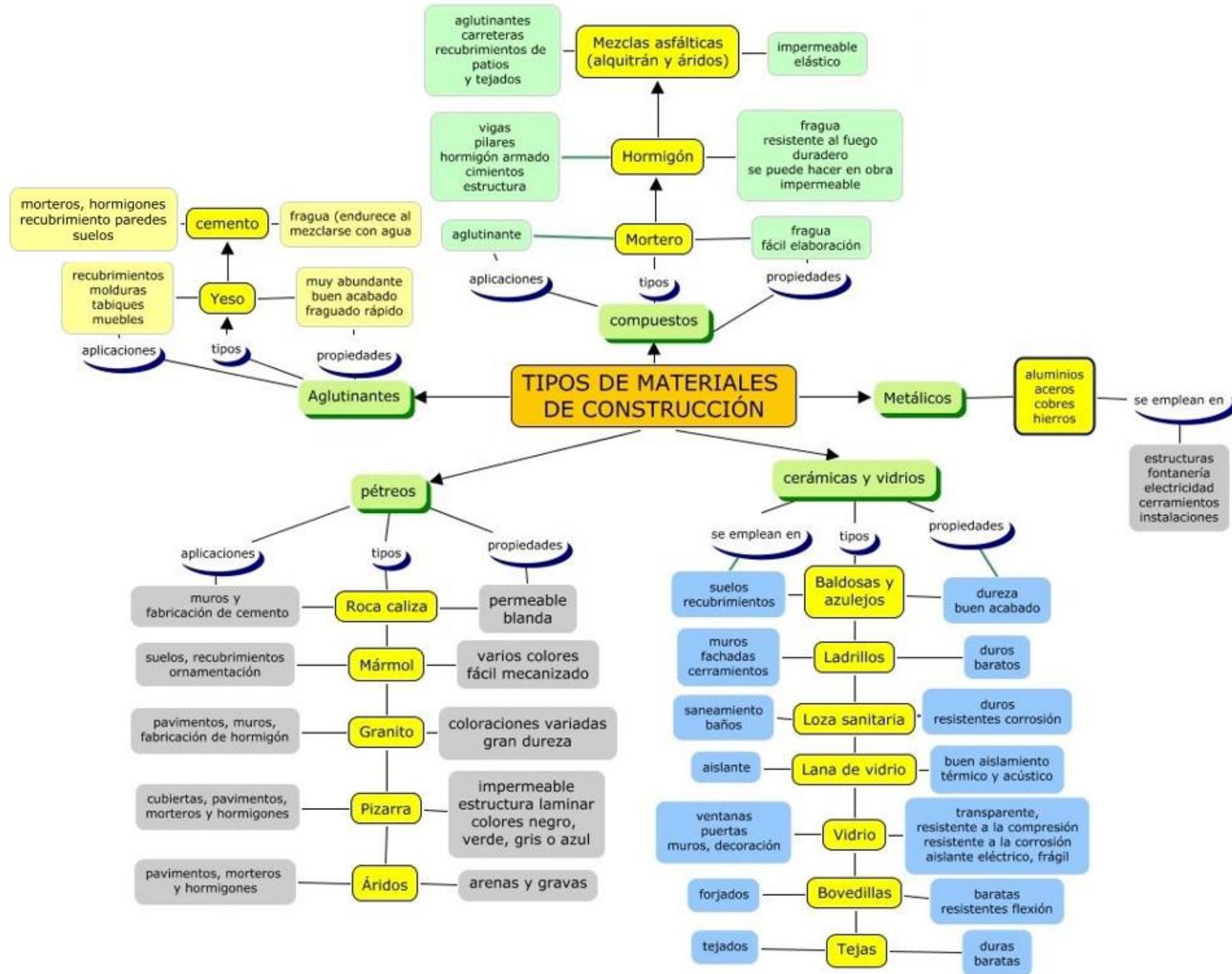
- Son los Materiales utilizados como materia prima constitutiva de los Productos de Construcción.
- Ejemplos: Piedra, hormigón, madera, acero, plástico, asfalto, etc.
- Tipos:

| | |
|---|---------------|
| { | Naturales |
| { | Transformados |
| { | Artificiales |

Productos de Construcción

- Son objetos producidos industrialmente para su aplicación constructiva, antes de su puesta en obra.
- Tipos:

| | | |
|---------------------------|---|----------------|
| Por su Función | { | Monovalentes |
| | { | Polivalentes |
| Por su composición | { | Homogéneos |
| | { | Compuestos |
| Por su grado de procesado | { | Semielaborados |
| | { | Elaborados |



Un **Sistema Constructivo** es un conjunto de Elementos Constructivos interrelacionados y que interaccionan entre sí y que cumple una función, sea ésta de sostén (**estructura**), de definición y protección de espacios habitables (**cerramientos**), de obtención de confort (**acondicionamiento**) o de expresión de imagen y aspecto (**decoración**).

Los sistemas suelen estar constituidos por unidades, éstas, por elementos, y éstos, a su vez, se construyen a partir de unos determinados materiales. Requieren un diseño, para lo cual se debe atender, en primer lugar, a las **exigencias funcionales** de cada uno y a las **acciones exteriores** que van a sufrir, además de tener en cuenta las posibilidades de los materiales que se utilicen, en función de **sus calidades** y, por tanto, de **su vulnerabilidad**.



Tipos de Sistemas constructivos



CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL

Se entiende por sistema tradicional al que está compuesto por estructura de paredes portantes (ladrillos, piedra, o bloques etc.); u hormigón armado. Paredes de mampostería: ladrillos, bloques de cemento, piedra, o ladrillo portante, etc.; revoques interiores, instalaciones de tuberías metálicas o plásticas y techo de tejas cerámicas, placas, o losa plana. Es un sistema de obra húmeda. Es el sistema de mezcla, llana y palas.



SISTEMA CONSTRUCTIVO DE PANELES ESTRUCTURALES

Dentro de este sistema se utilizan paneles formados por 2 mallas de acero vinculadas por tensores de alambre de acero galvanizado con una placa intermedia aislante térmica. A la que se le coloca, una vez ubicados en su destino, hormigón proyectado. Se construye sobre una platea de vigas de encadenado, sobre la que se montan los paneles; se refuerzan con hierro los ángulos y finalmente se ubican las cañerías de las instalaciones y se proyecta el mortero o revoque en una o dos capas



SISTEMA CONSTRUCTIVO DE ENTRAMADOS

Esta forma de construcción en madera o metal consiste en fabricar entramados, estructuras o esqueletos utilizando vigas o piezas lineales. Podemos distinguir entre entramados ligeros, aquellos donde se usan piezas, normalmente macizas, de tamaños o envergaduras limitadas y hablamos de entramados pesados cuando para la fabricación de estas estructuras se utilizan vigas laminadas, las cuales permiten piezas de mayor espesor y longitud.



SISTEMA CONSTRUCTIVO DE MÓDULOS PREFABRICADOS

En el sistema de módulos tridimensionales estos se construyen prefabricados en forma seriada y secuencial, formados por paredes, piso y techo que contienen carpinterías, aislaciones, instalaciones, solados, revestimientos y todas las terminaciones necesarias, siendo módulos auto suficientes. Se utilizan siempre en dimensiones que sean transportables por camión u otros medios y se montan en su lugar definitivo con grúa.

Elementos constructivos

Los **Elementos Constructivos** son las partes materiales de un Sistema Constructivo con identidad propia y relacionados con otros Elementos.

Parte física que se integra en una obra de construcción y/o procedimiento directo usado para conseguirla. Un ejemplo claro, de elemento, es el denominado “ladrillo“. Esta pieza permite levantar muros, hacer pisos y techos. Además, tiene la facultad de crear numerosas formas, con la misma pieza, como: bóvedas, arcos, etc.

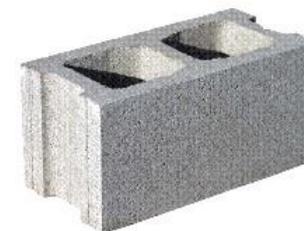
En función de su complejidad, **los elementos constructivos se pueden clasificar en:**



Elemento básico

Cada uno de los recursos de mano de obra, materiales y maquinaria que intervienen en la formación de un elemento auxiliar o una unidad de obra.

Ejemplos: Peón ordinario, bloque de cemento 40x20x20 cm, Camión grúa 6 t.



Elemento auxiliar

Elemento constructivo formado por un conjunto de elementos básicos que intervienen en la formación de una unidad de obra.

Ejemplo: Mortero de cemento, el cual a su vez está formado por elementos básicos como arena, cemento, agua y tiempo de peón, y a su vez forma parte de un elemento unitario, por ejemplo tabique de bloques o ladrillo hueco, tomado con mortero de cemento.



Elementos constructivos

Elemento unitario

Elemento constructivo formado por un conjunto de elementos básicos y/o auxiliares, que configuran una unidad de obra y que lo realizan el mismo grupo de especialistas.

Ejemplos:

Hormigón para armar HA-25/P/20/I, elaborado en obra, en jácenas, incluso vertido con pluma-grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE-EHV y EHE.



Encofrado y desencofrado de jácenas con tableros de madera de pino de 22 mm. confeccionados previamente, considerando 4 posturas. Normas NTE-EME.



Acero corrugado AEH 400s con diámetros comprendidos entre 8 y 16 mm cortado, doblado, armado y montado en obra en jácenas, según detalles de documentación gráfica y normas NTE-EHV y EHE.



Elementos constructivos

Elemento complejo

Elemento constructivo formado por un conjunto de elementos básicos, auxiliares y/o unitarios, que constituyen un conjunto constructivo que lo realiza uno o varios grupos de especialistas.

Ejemplo:

Hormigón armado HA-25 N/mm²., T_{máx.}20 mm., consistencia plástica elaborado en central, en jácenas planas, i/p.p. de armadura (180 kg/m³.) y encofrado de madera, vertido con pluma-grúa, vibrado y colocado. Según normas NTE-EME y EHE.



Elemento funcional

Elemento constructivo formado por un conjunto de elementos básicos, auxiliares, unitarios y/o complejos que integrados cumple una función completa dentro de la edificación o de la obra.

Ejemplo:

Estructura de hormigón armado completa compuesta por...(Todos los elementos).



Designación completa del hormigón. (<https://ingemecanica.com/legisla/n-te.html>)

La designación o tipificación del hormigón que ha de constar en planos, memorias, pliegos de condiciones etc., deberá tener el formato que se indica en el artículo 39.2 de la Instrucción EHE: (Hormigón estructural), NTE : (normas tecnológicas), EME: (estructura de madera encofrado), EHV (hormigón vigas), CSC (cimentaciones superficiales corridas).

T- R / C / TM / A

Con las siguientes correspondencias:

T

HM Para el hormigón en masa.

HA Para el hormigón armado.

HP Para el hormigón pretensado.

R Es la resistencia característica a compresión a los 28 días expresada en N/mm². Se aconseja utilizar la escala de valores 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50.

C Identifica la consistencia (art. 30.6) de acuerdo con los tipos:

S Seca.

P Plástica.

B Blanda.

F Fluida.

TM Es el tamaño máximo del árido (art. 28.2) expresado en mm.

A Es la designación del tipo de ambiente (art. 8.2.1). En función de la clase de exposición ambiental del hormigón,

Ejemplo:

HA – 25 / P / 20 / IIa equivale a

Hormigón armado de resistencia característica a la compresión a 28 días de 25 N/mm² (250 kp/cm²) de consistencia plástica, con tamaño máximo del árido 20 mm y exposición tipo de ambiente **IIa** (Designación **IIa** > Elementos enterrados o sumergidos. Corrosión debido a humedad alta, expuesto a lluvias y altas humedades).

Elementos constructivos

Unidad de obra

Conjunto de recursos, materiales, mano de obra, maquinaria y/o medios auxiliares, necesarios para construir un elemento constructivo que queda integrado en una obra y que constituye la parte más pequeña en que se considera dividida la misma en un presupuesto. Por ello es susceptible de ser medida, de aplicarle un precio unitario y por tanto de certificarse como partida de obra.

Por ejemplo:

Unidad de obra puede ser el m² de tabiques en una vivienda, donde se incluye en su precio como unidad de obra, el precio de los bloques, el mortero, la mano de obra, elementos auxiliares, etc.

Las unidades de obra pueden ser:

Unidades simples: cuando están formadas por un elemento unitario.

No se especifica su descomposición. Ejemplo: m³. Hormigón H-175 en soportes (vigas , pilares,etc.).

Unidades complejas: cuando están formadas por un elemento complejo.

En que se integran uno o varias cantidades de otros elementos simples.

- materiales, mano de obra y maquinaria. Ejemplo: m³. Hormigón H-175, armado en soportes, incluso encofrado...”

Unidades funcionales: cuando están formadas por un elemento funcional.

Conjunto de unidades de obra o sistemas constructivos que cumple una función completa dentro de la edificación, en la que se integran uno o varios elementos simples o complejos,

- materiales, mano de obra y maquinaria. No se especifica su descomposición.

Ejemplo: m³. Estructura de hormigón H-175 en vigas planas y soportes, incluso forjado con bovedilla.



Obra

Elemento constructivo formado por un conjunto de elementos básicos, auxiliares, unitarios, complejos y/o funcionales que abarcan la totalidad de los elementos que componen una construcción.



Propiedades organolépticas

Las propiedades organolépticas son todas aquellas descripciones de las características físicas que tiene la materia en general, según las pueden percibir los sentidos, por ejemplo su sabor, textura, olor, color, temperatura. Su estudio es importante en las ramas de la ciencia en que es habitual evaluar inicialmente las características de la materia sin la ayuda de instrumentos científicos.



El primer paso en el análisis de un material de construcción es también el de (sus) estas propiedades. Su estudio es importante para poder tomar decisiones a pie de obra sin intervención de análisis más complejos, **pues nos indican si el material es apto para su uso.** Las propiedades organolépticas de los materiales de construcción pueden ser: aspecto, forma, dimensiones, textura, irregularidades, color, estructura, homogeneidad, presencia de grietas, pelos, nódulos o coqueas, estudio de la fractura, morfología, etc.



Propiedades organolépticas

Patología y lesiones de la construcción

La inspección de edificios se inicia con un proceso organoléptico, que consiste en la revisión de los elementos constructivos basándose en los sentidos. Puede contarse, además, con instrumentos y herramientas simples, complementándose de ser necesario con pruebas y ensayos no destructivos de distinta naturaleza. En la tarea técnica según criterios organolépticos, se determina la situación técnica general de la construcción, sus principales indicadores físicos y las posibles acciones necesarias.

Por la premura de la necesidad de obtención de resultados y el alcance de los trabajos propuestos, los métodos organolépticos se usan frecuentemente para informar decisiones de urgencia o como base para emprender trabajos de mayor profundidad de análisis que requieran estudios analíticos. El técnico que evalúa una edificación utilizando sus sentidos identifica visualmente posibles síntomas de distintas patologías; Descubre en los olores del ambiente probables emanaciones de gases corrosivos, la humedad probable, presencia de algún tipo de vegetación, o identificar por su sabor las sales blanquecinas que afloran en la superficie. La vista y el tacto son fundamentales.



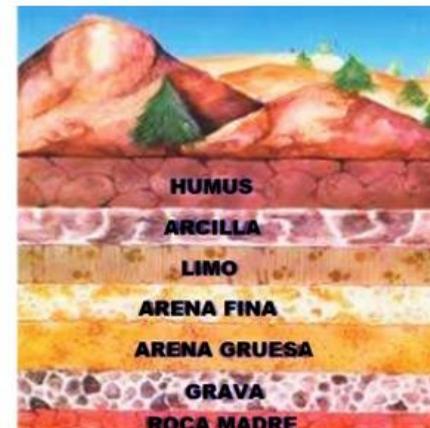
Edafología, es una ciencia que se ocupa del estudio de la naturaleza, las condiciones que presentan los suelos y la relación que estos mantienen con los seres vivos que viven sobre ellos, especialmente las plantas, seres vivos que ocupan un lugar fundamental en el suelo, dado que crecen en él y viven allí mismo.

La determinación de la clase textural de los suelos se lleva a cabo en el campo mediante el método organoléptico, que combina principalmente vista, tacto, y en ocasiones el sabor. Este método requiere mucha práctica por parte del evaluador y, aunque puedan obtenerse apreciaciones muy próximas a las reales, no deja de ser un método estimativo. Si se requiere una determinación más precisa de la textura del suelo, debe recurrirse al análisis de laboratorio.

Algunas propiedades:

- Sabor
- Aroma
- Olor
- Textura
- Color
- Sonido

EDAFOLOGIA. Estudia la composición y naturaleza del suelo



El área de Ciencia y Tecnología de Materiales promueve el avance del conocimiento científico y desarrollo tecnológico de materiales al servicio de la sociedad. La aplicación de los materiales a nuevos usos se puede conseguir mejorando y cambiando sus propiedades por innovadores tratamientos y procesados. De forma similar la imaginación puesta al servicio de estos objetivos producirá nuevos materiales de propiedades nunca antes imaginadas.

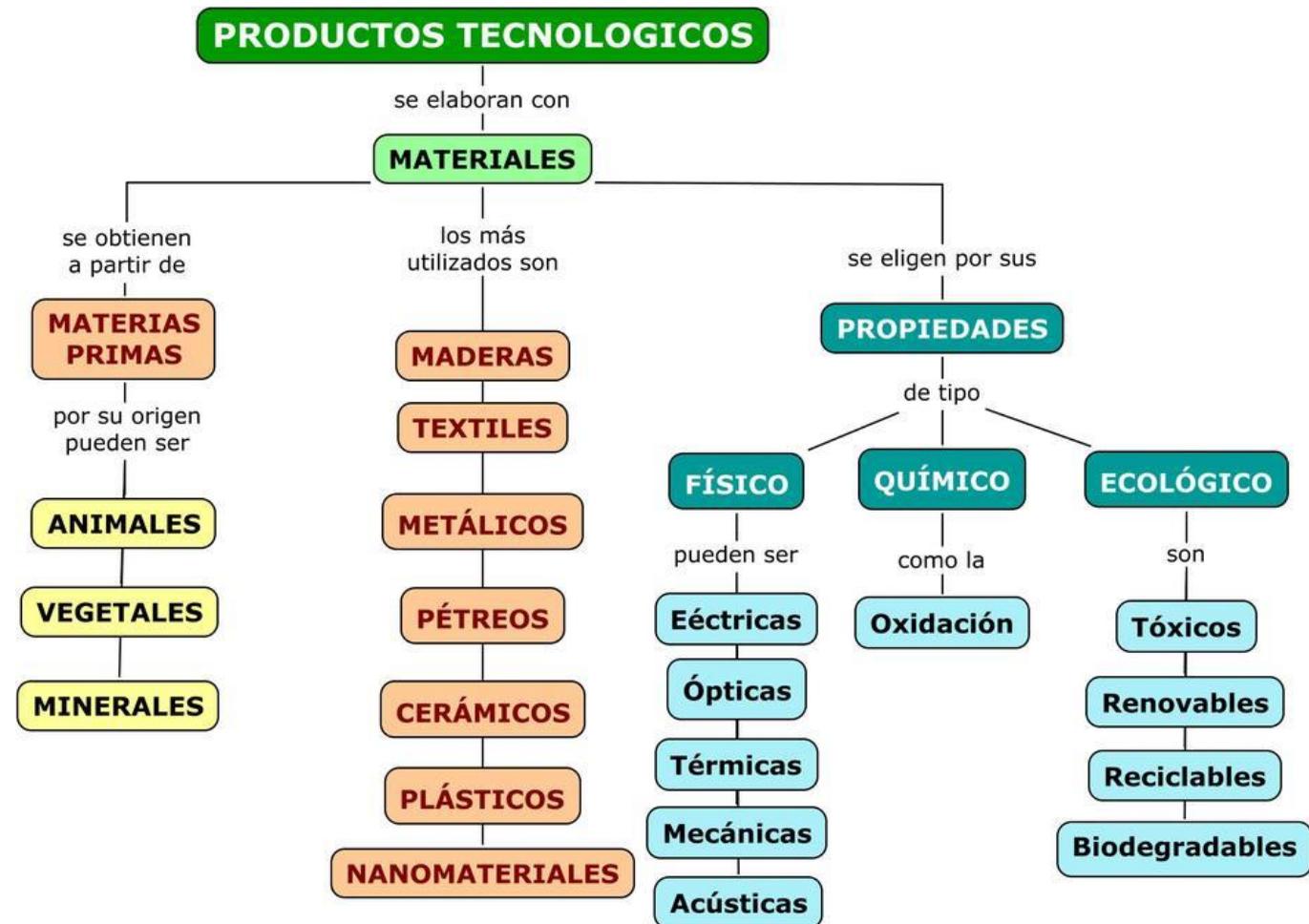
La **tecnología de materiales** es el estudio y puesta en práctica de técnicas de análisis, estudios físicos y desarrollo de materiales.

También es la disciplina de la ingeniería que trata sobre los procesos industriales que nos proporcionan las piezas que componen las máquinas y objetos diversos, a partir de las materias primas.

(**Tecnología** es el conjunto de conocimientos técnicos, científicamente ordenados, que permiten diseñar y crear bienes, servicios que facilitan la adaptación al medio ambiente y la satisfacción de las necesidades esenciales y los deseos de la humanidad).

Ciencia de Materiales

- Definición:
- “Es la Ciencia que estudia la estructura, propiedades y características de los Materiales.”
- Relaciona la estructura del Material Natural o Artificial (Procesado) con sus Propiedades.
- Muestra a la Ingeniería y la Arquitectura los Materiales adecuados a las necesidades.



Materiales y Medioambiente

Los avances tecnológicos en las últimas décadas han traído como consecuencia un potente desarrollo económico y una mejora en el bienestar social.

Este desarrollo ha tenido también una serie de consecuencias. La generación de residuos sólidos urbanos, los industriales, sanitarios, radiactivos y agropecuarios ha crecido de forma exponencial. La mejora de la calidad de vida de los ciudadanos ha provocado un desequilibrio entre los residuos generados por la actividad humana y la capacidad de regeneración del planeta.

En muchos países existen políticas medioambientales que tratan de aportar soluciones a la situación creada. Una de estas soluciones pasa por la regla de las tres erres: reducir, reutilizar y reciclar los residuos que producimos.

La reducción de la generación de basura y su adecuada gestión son necesarias para evitar grandes impactos en el medio ambiente, como la contaminación de los ecosistemas y el deterioro de la salud humana.

Si los residuos se gestionan de forma correcta pueden contribuir al ahorro de materias primas, a la conservación de los recursos naturales y al desarrollo sostenible.



Los efectos medioambientales de los procesos de fabricación de materiales se traducen en emisiones a la atmosfera de CO2 (dióxido de carbono), polvo en suspensión, ruidos y vibraciones, vertidos líquidos al agua, residuos y el exceso de consumo energético.



El impacto de los materiales de construcción en el Medio Ambiente

El conocimiento del arquitecto sobre materiales y productos de construcción

Los Materiales en la Arquitectura

- La incorporación de los materiales en una obra de Arquitectura requiere de una selección adecuada.
- Hay que tener en cuenta aspectos relacionados con el material y con su aplicación (adecuación y compatibilidad).
- La durabilidad dependerá de la naturaleza del material y del ambiente al que se exponga (durabilidad).
- De acuerdo con los requisitos a cumplir, se pueden definir criterios de selección: de diseño tecnológicos de fabricación y puesta en obra.



Propiedades de los Materiales.

- Son sus cualidades esenciales intrínsecas. (Las características que están ligadas a su descripción. Ejemplo: forma, color, medidas, peso, etc.)
- Dependen fundamentalmente de su estructura. (**Estructura:** Disposición ordenada de los átomos, moléculas e iones que constituye la materia)
- Distinguimos dos tipos de propiedades:

Propiedades organolépticas: Se perciben mediante los sentidos.

Propiedades tecnológicas: Condicionan su comportamiento frente a acciones exteriores (físicas, mecánicas, etc.).



El conocimiento del Arquitecto sobre Materiales y Productos de Construcción.

- Las propiedades organolépticas y tecnológicas de los Materiales y Productos de Construcción.
- Posibilidades constructivas de los Materiales.
- El comportamiento energético y consumo de recursos en la fabricación de materiales.
- Uso de la documentación técnica y comercial.
- Los Materiales utilizados en Arquitectura construida.
- Criterios objetivos de selección de Materiales.

Parámetros de Selección de Materiales

- Propiedades organolépticas y tecnológicas.
- Posibilidad de procesado o manufactura.
- Aspectos económicos.
- Influencia en el medio ambiente: Emisiones y Reciclaje.
- Consumo de recursos naturales (materias primas, agua y energía no renovable).
- Acciones del ambiente.

Tipos de Materiales de Construcción

| | | |
|-------------|---|---|
| Minerales | { | Naturales (piedras y suelos) |
| | | Artificiales (cerámica, vidrio, conglomerados) |
| Metálicos | { | Siderúrgicos (Aceros y aleaciones férricas) |
| | | No férricos (aluminio, cobre, aleaciones) |
| Poliméricos | { | Orgánicos { Naturales (madera, etc.) |
| | | { Sintéticos (plásticos, etc.) |
| | | Inorgánicos (siliconas) |
| Compuestos | { | Híbridos (laminados) |
| | | Rellenos (sándwich) |
| | | Reforzados (hormigón armado) |

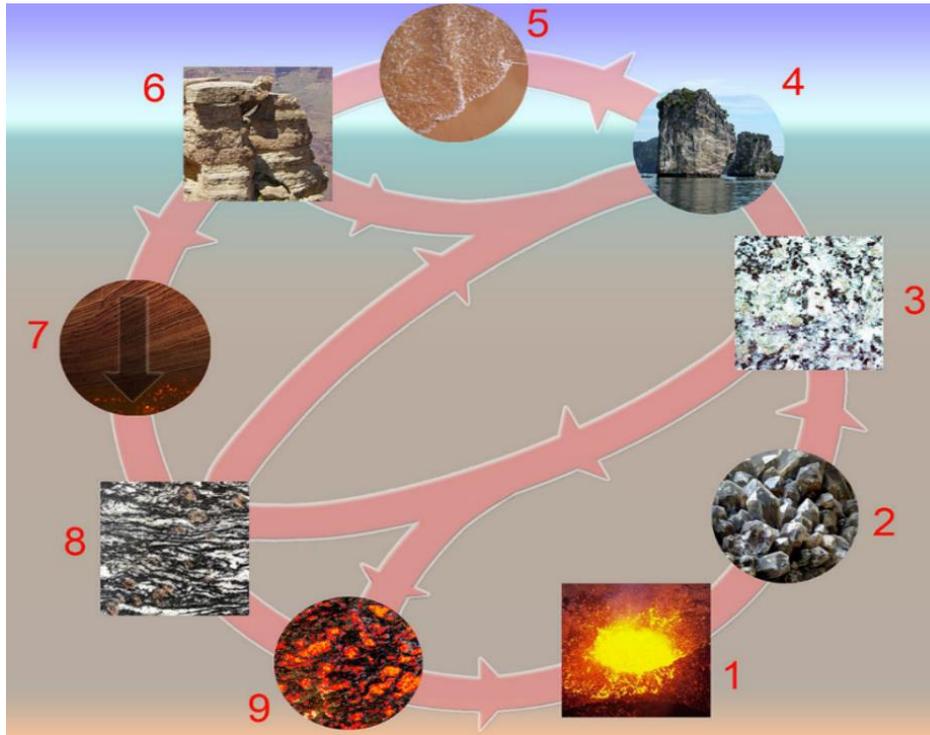
Tipos de Materiales y Productos de construcción

Las Rocas: En geología se le denomina **roca** a la asociación de uno o varios minerales como resultado de un proceso geológico definido.

Las rocas están sometidas a continuos cambios por las acciones de los agentes geológicos, según un ciclo cerrado. Las rocas suelen ser materiales duros, pero también pueden ser blandas, como ocurre en el caso de las rocas arcillosas o arenosas.

Las rocas se pueden clasificar atendiendo a sus propiedades, como la composición química, la textura, la permeabilidad, entre otras.

Los tipos son:



Un diagrama del ciclo de las rocas.

1 = **magma**; 2 = **cristalización** (enfriamiento de la roca); 3 = **roca ígnea**;
 4 = **erosión**; 5 = **sedimentación**; 6 = **sedimentos y rocas sedimentarias**;
 7 = **tectónica y metamorfismo**; 8 = **roca metamórfica**; 9 = **fusión**.

Las rocas pueden ser útiles por sus propiedades fisicoquímicas (**dureza**, impermeabilidad, etc.), por su potencial energético o por los **elementos químicos** que contienen. Siguiendo este criterio, las rocas pueden clasificarse en:

Rocas industriales. Son rocas que se aprovechan por sus propiedades fisicoquímicas, independientemente de las sustancias y la energía que se pueda extraer. Se usan mayoritariamente en la construcción de **viviendas** y en **obras públicas**. Destacan las **gravas** y **arenas**, que se utilizan como áridos, la **caliza**, el **yeso**, el **basalto**, la **pizarra** y el **granito**. El **cuarzo** es la base de la fabricación del **vidrio**, y la **arcilla** de los productos cerámicos (**ladrillos**, **tejas** y **loza**).

Rocas energéticas. Son útiles por la energía que contienen, que puede extraerse con facilidad por combustión. Se trata del **carbón** y del **petróleo**.

Minerales industriales. Los minerales que contienen las rocas son con frecuencia más interesantes que las propias rocas ya que incluyen elementos químicos básicos para la humanidad (**hierro**, **cobre**, **plomo**, **estaño**, **aluminio**, etc.).

Clasificación de las Rocas



Metamórficas:

Son las que se forman a partir de otras rocas mediante un proceso llamado metamorfismo. El metamorfismo implica la transformación de la composición de un material, sin que se produzca un cambio de estado. El proceso se produce cuando el material en cuestión se enfrenta a condiciones de presión o de temperatura diferentes de aquellas que permitieron su desarrollo.

Sedimentarias:

Son rocas que se forman por acumulación de sedimentos, los cuales son partículas de diversos tamaños que son transportadas por el agua, el hielo o el viento, y son sometidas a procesos físicos y químicos (**diagénesis**) que dan lugar a materiales consolidados. (**diagénesis** = procesos de formación de una roca sedimentaria a partir de sedimentos, tales como compactación, recristalización o cementación).

Eruptivas:

Son rocas volcánicas, extrusivas e ígneas que se formaron por el enfriamiento de lava en la superficie terrestre o de magma a escasa profundidad.



Tipos de Materiales y Productos de construcción

¿Cuál es la diferencia entre una roca y una piedra?

Las rocas pueden ser de marmol ; granito y otras variedades.

Los geólogos denominan **ROCA** a cualquier material de origen natural caracterizado por una alta consistencia, aunque también comprende otros más blandos.

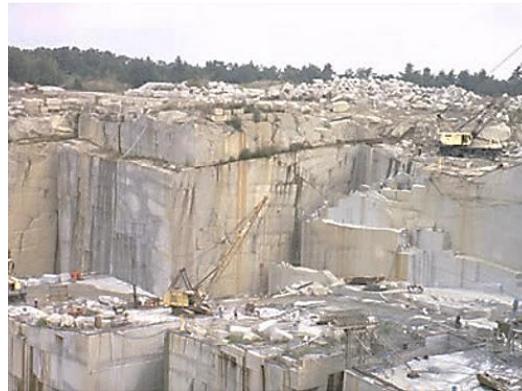
PIEDRA se utiliza en el lenguaje simple y , en cantería ; arquitectura e ingeniería.

Tipología

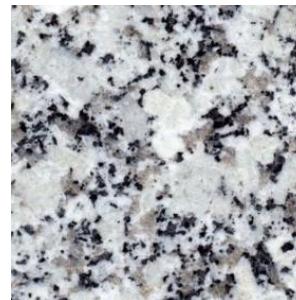
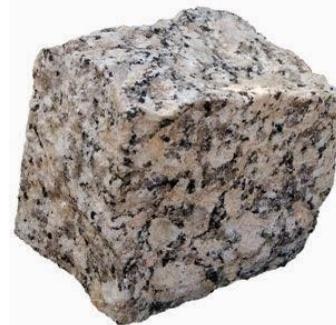
MINERALES

Piedra

La palabra **piedra** (del griego [petra] ‘piedra’) se usa en el lenguaje común y también en cantería, arquitectura e ingeniería para hacer referencia a cualquier material de origen natural caracterizado por una elevada consistencia. Como materia prima, la piedra se extrae generalmente de canteras, explotaciones mineras a cielo abierto. La piedra se puede utilizar directamente sin tratar, o como materia prima para crear otros materiales. Entre los tipos de piedra más empleados en construcción destacan:



Granito, también conocido como **piedra berroqueña**, es una roca ígnea plutónica constituida esencialmente por minerales como cuarzo, feldespato y mica. Se usa principalmente en suelos (en forma de losas), revestimientos y encimeras.



Tipología de Productos de Construcción

| | |
|-------------|---|
| Minerales | { Naturales (piedras y suelos) Artificiales (cerámica, vidrio, conglomerados) |
| Metálicos | { Siderúrgicos (Aceros y aleaciones férricas) No férricos (aluminio, cobre, aleaciones) |
| Poliméricos | { Orgánicos { Naturales (madera, etc.) { Sintéticos (plásticos, etc.) Inorgánicos (siliconas) |
| Compuestos | { Híbridos (laminados) Rellenos (paneles sandwich) Reforzados (hormigón armado) |

Tipos de Materiales y productos de construcción

Del **granito** suele fabricarse el:

Adoquín, ladrillo de piedra con el que se pavimentan algunas calzadas. Los materiales más utilizados han sido el granito y basalto por su gran resistencia.



Mármol, es una roca metamórfica compacta formada a partir de rocas calizas que, sometidas a elevadas temperaturas y presiones, alcanzan un alto grado de cristalización. El componente básico del mármol es el carbonato cálcico, cuyo contenido supera el 90 %; otros componentes son los que dan gran variedad de colores en los mármoles y definen sus características físicas. Esta piedra muy apreciada por su estética, se emplea en revestimientos. En forma de losa o baldosa.



Pizarra, es una roca metamórfica compuesta de arcilla o ceniza volcánica. La principal característica de la pizarra es su división en finas láminas o capas. Utilizadas en cubiertas (Tejas) y pisos.



Tipos de Materiales y productos de construcción

Caliza, Las calizas forman parte de lo que se conocen como rocas calcáreas. Las calizas se forman en los mares cálidos y poco profundos de las regiones tropicales. Es un componente importante en la fabricación del cemento gris. La caliza, cortada, tallada o desbastada, se utiliza como material de construcción u ornamental, en forma de sillares o placas de recubrimiento.



Arenisca, piedra compuesta de arena cementada. Es un material de construcción usado como elemento arquitectónico y decorativo (para la creación de muros o el revestimiento de fachadas). Las areniscas se utilizan principalmente para pavimentar suelos gracias a su dureza y a la gran disponibilidad de modelos y colores. La piedras pequeña, redondeadas y lisas también se utilizan para hacer hormigón.



Grava, Conjunto de piedras pequeñas que proceden de la fragmentación y disgregación de rocas. Piedra triturada que se usa para construir caminos y carreteras, para hacer hormigón, etc.



Tipos de Materiales y productos de construcción

Cal viva: Óxido de calcio (CaO) utilizado como conglomerante en morteros, o como acabado protector. La **Cal** es una sustancia alcalina de color blanco o blanco grisáceo que al contacto con el agua, se hidrata o se apaga, desprendiendo calor. Se obtiene como resultado de la calcinación de las rocas calizas o dolomías. Su mayor aplicación en la construcción es como componente, mezclada con arena, en la elaboración de morteros de unión o de revestimiento exterior o interior, también para pintar muros y fachadas de los edificios construidos con adobes o tapial, típico en las antiguas viviendas mediterráneas. Son de resistencia menor y fraguado más lento que los morteros de cemento, pero asimismo más trabajables que éstos.



Dependiendo de la cantidad de óxido que posea la cal puede ser clasificada en:

Cal apagada: esta es la cal que se obtiene cuando se le agrega agua. Cuando se arroja el agua desprende energía térmica. A su vez la cal se reparte y dispersa (disolución o soluto), debe ser movida de manera constante, pero sin tener contacto directo con la pasta.



Tipos de Materiales y productos de construcción

Cal magra: esta es de color amarillo, está compuesta por óxido de magnesio y arcilla, entre otras sustancias, es por ello que suele ser llamada “cal impura”. Si la roca caliza original contiene menos del 5% de arcilla pero más del 10% de magnesio, al producto final después del cocimiento se le conoce como cal magra y al hidratarse genera mayor cantidad de calor que las cales grasas, dando un producto de **color grisáceo**, poco untuoso, poco adherente y poco trabado que al endurecerse se convierte en polvo, razón por la cual no se usa como aglomerante.



Cal de grasa: este es el tipo de cal más clara. Es hecha a partir de piedras calizas. Si la roca caliza original contiene menos del 5% de arcilla, al producto final después del cocimiento se le conoce como cal grasa y es un producto que al hidratarse se convierte en una pasta de **color blanco**, adherente, untuosa, trabada y que tiene la propiedad de entrelazar los materiales pétreos endureciéndose en el aire, razón por la cual se utiliza como aglomerante en la construcción de obras.

Cal hidratada: su componente básico es el hidróxido de calcio. Algunas ventajas que presenta este tipo de cal es que resulta fácil transportarla y conservarla, pudiendo ser colocada de manera inmediata no siendo necesario esperar varias horas como en la mayoría de las variantes de cal. Si la roca caliza original posee más del 5% de arcilla, al producto final después del cocimiento se le conoce con el nombre de cal hidráulica y además de las propiedades que posee la cal grasa tiene la facultad de endurecer dentro y fuera del agua, razón por la cual se utiliza en la construcción de obras hidráulicas.

Yeso, Es una roca natural denominada aljez. El **yeso**, como producto industrial, es sulfato de calcio hemihidrato ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$), también llamado vulgarmente "yeso cocido". Se comercializa molido, en forma de polvo. El yeso se utiliza en la fabricación del cemento y en la construcción como pasta para revestimientos, pasta de agarre y de juntas.

Escayola, es un producto industrial que se obtiene del aljez, o yeso natural. Es un yeso de alta calidad y grano muy fino, con pureza mayor del 87% en mineral aljez, utilizado en falsos techos y molduras.



Tipos de Materiales y Productos de construcción

Arcilla

La arcilla es químicamente similar a la arena: contiene, dióxido de silicio, óxidos de aluminio y agua. Su granulometría es fina, son frágiles en seco con gran capacidad de absorción y cuando está húmeda es de consistencia plástica. La arcilla mezclada con polvo y otros elementos del propio suelo forma el barro, material que se utiliza de diversas formas



Barro o lodo es una mezcla semilíquida de agua y tierra compuesta por sedimentos, partículas de polvo y arcilla. compactado "in situ" produce tapial (construir muros con tierra arcillosa húmeda)



Cob, mezcla de barro, arena y paja que se aplica a mano para construir muros.



Tipos de Materiales y Productos de construcción

Adobe, ladrillos de barro, o barro y paja, secados al sol.



Cuando la arcilla se calienta a elevadas temperaturas (900 °C o más), ésta se endurece, creando los materiales cerámicos:

Ladrillo, ortoedro que conforma la mayoría de paredes y muros.

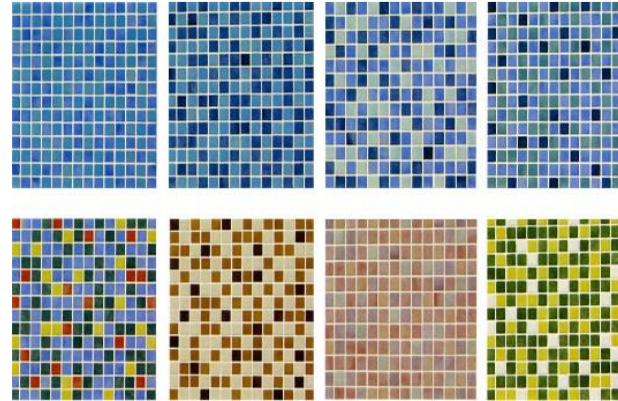


Teja, pieza cerámica destinada a canalizar el agua de lluvia hacia el exterior de los edificios.



Tipos de Materiales y Productos de construcción

Gres, de gran dureza, empleado en pavimentos y revestimientos de paredes. En formato pequeño se denomina gresite



Azulejo, cerámica esmaltada, de múltiples aplicaciones como revestimiento.



De un tipo de arcilla muy fina llamada **bentonita** se obtiene:

Lodo bentonítico, sustancia muy fluida empleada para contener tierras, y zanjas durante las tareas de cimentación (como material de sellado).



Tipos de Materiales y Productos de construcción

Atendiendo a la materia prima utilizada para su fabricación, los materiales de construcción se pueden clasificar en los siguientes tipos:

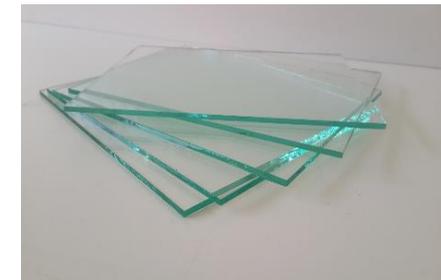
Arena

Se emplea arena como parte de morteros y hormigones
El principal componente de la arena es la sílice o dióxido de silicio (SiO_2).

De este compuesto químico se obtiene:



Vidrio, material transparente obtenido del fundido de sílice.



Fibra de vidrio, utilizada como aislante térmico o como componente estructural (**GRC**).

Glass Reinforced Concrete – Hormigón Reforzado con vidrio

Filamento continuo o discontinuo, obtenido mediante estiramiento de vidrio fundido



Vidrio celular, un vidrio con burbujas utilizado como aislante eléctrico.
(Material de construcción de aparición relativamente reciente, creado a partir de polvo de vidrio).



Tipos de Materiales y productos de construcción

Cemento, es un conglomerante formado a partir de una mezcla de piedra caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecerse al contacto con el agua. El producto resultante de la molienda de estas rocas es llamada clínker y se convierte en cemento cuando se le agrega yeso para que adquiera la propiedad de fraguar al añadirle y endurecerse posteriormente.

El cemento se usa como conglomerante en diversos tipos de materiales:



El **Hormigón**, es una mezcla de áridos, cemento, aditivos y agua. El hormigón es el material de construcción más común y más utilizado. Puede utilizarse solo o armado.



Hormigón empleado solo como relleno.



Tipos de Materiales y productos de construcción

GRC, un hormigón de árido fino reforzado con fibra de vidrio. (*glass-fiber reinforced concrete*)



Bloque de hormigón, es un mampuesto prefabricado, elaborado con hormigones finos o morteros de cemento, utilizado en la construcción de muros y paredes.



Terrazo, normalmente en forma de baldosas, utiliza piedras de mármol como árido conglomerados con cemento, cuya superficie se pulimenta. Es un material de acabado empleado en pavimentos interiores.

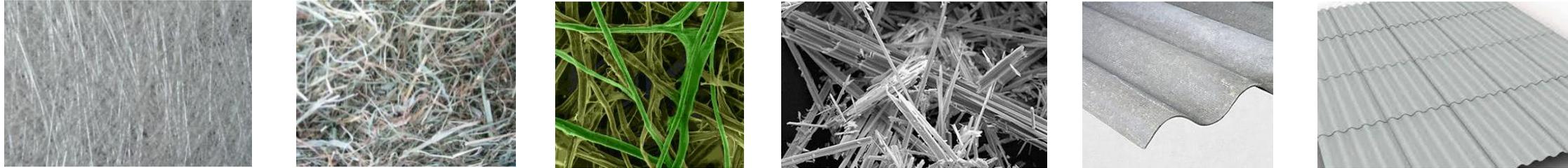


Piedra artificial, es un material de construcción de cemento refinado fabricada para simular la piedra tallada natural. Son piezas prefabricadas con cemento y diversos tipos de piedra.



Tipos de Materiales y productos de construcción

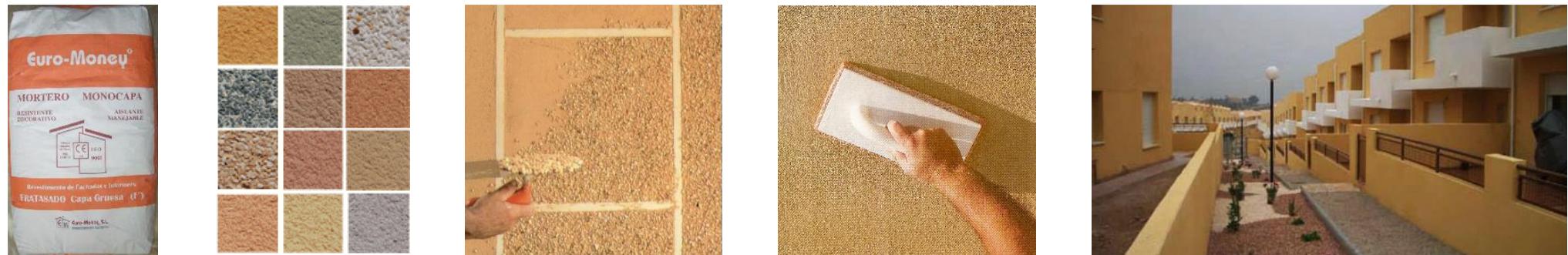
Fibrocemento, lámina formada por cemento y fibras prensadas. Originalmente se utilizaba el amianto como fibra de refuerzo (Asbesto), pero cuando se hicieron patentes los problemas de **asbestosis** que éste provocaba, se fue abandonando paulatinamente su uso en los distintos países. Actualmente es reforzado con fibras orgánicas, minerales y/o fibras inorgánicas sintéticas (fibra de vidrio, fibras de celulosa, o fibras vinílicas). El fibrocemento se emplea principalmente para el revestimiento de numerosas estructuras. (La **asbestosis** es una enfermedad respiratoria que se produce por inhalación de fibras de asbesto).



Mortero es un compuesto de conglomerantes inorgánicos, agregados finos y agua, y posibles aditivos que sirven para pegar elementos de construcción tales como ladrillos, piedras, bloques de hormigón, etc. Además, se usa para rellenar los espacios que quedan entre los bloques y para el revestimiento de paredes.



Mortero monocapa, es un mortero prefabricado constituido por cemento y/o cal, áridos, pigmentos minerales y coloreado en masa mediante aditivos orgánicos, listo para ser amasado con agua.

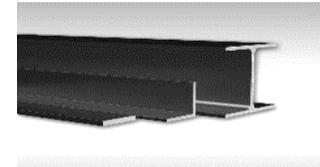


METALICOS

Acero, mezcla de hierro con una cantidad de carbono variable entre el 0,03 % y el 2,14 % en masa de su composición. La diferencia principal entre el hierro y el acero se halla en el porcentaje del carbono: Empleado para estructuras, ya sea por sí solo o con el hormigón armado.



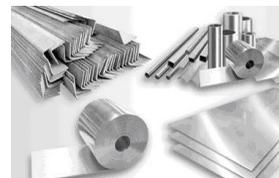
Perfiles metálicos, son productos laminados, fabricados usualmente para su empleo en estructuras de edificación, o de obra civil. (Laminación, laminado o rolado) se conoce al proceso industrial por medio del cual se reduce el espesor de una lámina de metal).



Varillas, es un producto de acero terminado de sección redonda con resaltes o estrías (corrugas) para facilitar su adherencia al concreto en la industria de la construcción.



Acero inoxidable, se define como una aleación de acero que contiene cromo con un mínimo del 10 % al 12 % de contenido en masa y resiste la corrosión.



Acero cortén, es un tipo de acero realizado con una composición química que hace que su oxidación tenga unas características particulares que protegen la pieza realizada con este material frente a la corrosión atmosférica sin perder prácticamente sus características mecánicas.



Tipos de Materiales y productos de construcción

Otros **metales** empleados en construcción:

Aluminio, Como metal se extrae únicamente del mineral conocido con el nombre de bauxita, Este metal posee una combinación de propiedades que lo hacen muy útil en ingeniería de materiales, tales como su baja densidad (2700 kg/m^3) y su alta resistencia a la corrosión. Se usa en carpinterías y paneles solares, etc. (La bauxita está compuesta en su mayoría por alúmina y, en menores proporciones óxido de hierro y sílice).



Zinc, es un metal o mineral de color blanco azulado. Sus aplicaciones más importantes es el galvanizado del acero para protegerlo de la corrosión al exponerse al aire. Las láminas de acero galvanizado tienen un sin número de aplicaciones, en construcción, automóviles fabricación de herramientas. (El **galvanizado** o **galvanización** es el proceso electroquímico por el cual se puede cubrir un metal con otro).



Titanio, En estado puro es blanco y brillante, es muy resistente, ligero y tiene una densidad baja,. El titanio es tan fuerte como el acero con excelente resistencia frente a la corrosión, es más pesado que el aluminio, sin embargo, es el doble de fuerte. Se usa en herramientas, en estructuras y elementos de maquinas aeronáuticas y como revestimiento inoxidable de reciente aparición. Este tipo de metal es buen conductor de la electricidad y el calor.



Tipos de Materiales y productos de construcción

Otros **metales** empleados en construcción:

Cobre, es un metal de color rojizo y brillo metálico que se caracteriza por ser uno de los mejores conductores de electricidad. Gracias a su alta conductividad eléctrica, ductilidad y maleabilidad, se ha convertido en el material más utilizado para fabricar cables, componentes eléctricos y fontanería. El cobre forma parte de una cantidad muy elevada de aleaciones con el estaño y el zinc que presentan mejores propiedades mecánicas, las más importantes son el bronce y el latón.



Plomo, es un metal pesado de densidad relativa, de color plateado que se empaña para adquirir un color gris mate. Es flexible, inelástico y se funde con facilidad. Es relativamente resistente al ataque del ácido sulfúrico y del ácido clorhídrico. Se usaba en instalaciones de fontanería antiguas. La ley obliga a su retirada, por ser perjudicial para la salud.



Hierro, es un metal maleable, de color gris plateado y presenta propiedades magnéticas. Es extremadamente duro y denso. El hierro tiene su gran aplicación para formar productos siderúrgicos, utilizado como elemento matriz para alojar otros elementos aleantes, tanto metálicos como no metálicos, que confieren distintas propiedades al material. Una aleación de hierro es acero si contiene menos de un 2,1 % de carbono; si el porcentaje es mayor, recibe el nombre de fundición.



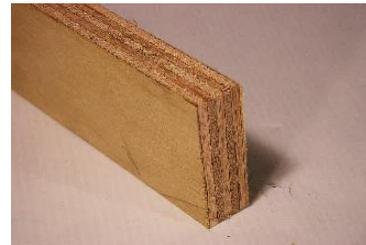
Tipos de Materiales y productos de construcción ORGÁNICOS - POLIMERICOS (SINTÉTICOS)

Orgánicos

Madera, es un material **ortótropo**, con distinta elasticidad según la dirección de deformación, encontrado como principal contenido del tronco de un árbol. (Materiales **ortótropo** son anisótropos, lo cual significa que su comportamiento elástico, tensiones aplicadas y deformaciones unitarias, es diferente para diferentes direcciones). Una vez cortada y seca, la madera se utiliza para distintas finalidades y distintas áreas: Ingeniería, construcción y carpintería.



Contrachapado, es un tablero elaborado con finas chapas de madera pegadas con las fibras transversalmente una sobre la otra con resinas sintéticas mediante fuerte presión y calor. Conocido como multilaminado, *plywood*, *triplay* o madera terciada.



OSB (*Oriented strand board* (**OSB**), es un tipo de madera conglomerada, tablero de virutas o astillas de madera, orientadas en una misma dirección. Los OSB se utilizan tanto en revestimientos finales y mobiliario como en estructura. Se utilizan como "alma" en vigas mixtas o de madera, como tableros de soporte de la cubierta, como base de suelos, como tabiquería en paredes, y también formando parte de algunos tipos de "panel sándwich".



Tipos de Materiales y productos de construcción

Orgánicos

La materia **orgánica** o **material orgánico**, es materia compuesta de compuestos orgánicos que provienen de los restos de organismos que alguna vez estuvieron vivos, tales como plantas y animales y sus productos de residuo en el ambiente natural.

Fundamentalmente la madera y sus derivados, aunque también se utilizan o se han utilizado otros elementos orgánicos vegetales, como:

Paja, es el tallo seco de ciertas gramíneas, especialmente los cereales llamados comúnmente de “caña” (trigo, avena, centeno, cebada, arroz, etcétera), una vez cortado y desechado, después de haber separado el grano o semilla de la paja.

Se usa como material de construcción de viviendas con fardos de paja y cubiertas vegetales, construyendo artesanalmente la cubierta con paja seca y colocándola en capas, de forma que el agua se elimine lejos de la cubierta interna. (**Gramíneas**, familia de plantas herbácea, hierba o yerba que no presenta un tallo duro, leñoso como la madera)



Bambú, planta que pertenece a la familia de las gramíneas o Poaceae. Cuando el tallo es leñoso (una caña) su nombre vulgar es **bambú**.

Las cañas suelen ser empleadas como material de construcción, en techumbres y amoblados.



Orgánicos

Corcho, tejido vegetal, constituido por varias capas de células muertas, que recubre la parte exterior del tronco y las ramas de algunos árboles, en especial del alcornoque; se caracteriza por su impermeabilidad y elasticidad y se emplea en numerosas industrias, como la del calzado, la pavimentación, etc. Uno de los usos más difundidos del corcho es como tapón para recipientes de vidrio y como aislante en la construcción en su versión de planchas aglomeradas.



Lino, es una planta herbácea de la familia de las lináceas. Su tallo se utiliza para confeccionar tejidos y su semilla, llamada linaza, se utiliza para extraer harina de linaza y aceite de linaza. Es buena fibra para la producción de prendas de vestir camisas, chaquetas, pantalones, blusas, faldas, vestidos y trajes. Se emplea en la construcción como aislante térmico y acústico a base de fibra de **lino**.



Tipos de Materiales y productos de construcción

Orgánicos

Tablero aglomerado, Se obtiene a partir de pequeñas virutas o serrín, encoladas a presión en una proporción de 85% virutas y 15% cola principalmente. Se fabrican de diferentes tipos en función del tamaño de sus partículas, de su distribución por todo el tablero, así como por el adhesivo empleado para su fabricación. Los tableros aglomerados son materiales estables y de consistencia uniforme, tienen superficies totalmente lisas y resultan aptos como bases para enchapados.



Madera cemento, se entiende por tablero aglomerado con cemento, al formado por partículas de madera aglomeradas entre si por cemento portland. El cemento añadido tiene como función aglomerar las partículas de madera garantizando la resistencia a la humedad, al fuego, a la pudrición, a los insectos y otros



Linóleo, material en forma de lámina formado por una capa de fibra de yute recubierta con una mezcla aglomerada de corcho en polvo, aceite de linaza y resinas sobre una base de tela; se emplea principalmente para pavimentar suelos.



Guadua, conocida como **Bambú Americano** (*Guadua* spp.). Es un género de plantas de la subfamilia del bambú, de la familia de las poáceas. La guadua es un importante material empleado en la construcción de casas, de utensilios caseros, herramientas de caza, ganadería y agricultura y hasta de acueductos.



Tipos de Materiales y productos de construcción

Sintéticos

Un **material sintético** es aquel producto de la "síntesis química", que consiste en el proceso de obtención de compuestos químicos partiendo de sustancias más simples. Por ejemplo el proceso permite obtener productos que no se encuentran en la naturaleza, como los plásticos. Los plásticos derivados del petróleo, también se pueden sintetizar. Son muy empleados en la construcción debido a su inalterabilidad, lo que al mismo tiempo los convierte en materiales muy poco ecológicos por la dificultad a la hora de reciclarlos.

(Un **elemento sintético** es un elemento químico que no aparece de forma natural en la Tierra, y sólo puede ser creado artificialmente).

(La **síntesis química**, proceso por el cual se producen compuestos químicos a partir de precursores. Un **precursor químico** es una sustancia indispensable o necesaria para producir otra mediante una reacción química)



También se utilizan **alquitranes** y otros **polímeros** y productos sintéticos de diversa naturaleza. Los materiales obtenidos se usan en casi todas las formas imaginables: aglomerantes, sellantes, impermeabilizantes, aislantes, o también en forma de **pinturas, esmaltes, barnices y lasures**.

(El **alquitrán** es una sustancia líquida bituminosa, viscosa, oscura y de olor fuerte, que se obtiene de la destilación destructiva de ciertas materias, principalmente de la hulla, el petróleo, la turba, los huesos y de algunas maderas resinosas y otros materiales vegetales y minerales).

(El **lasur**, al contrario que el barniz, penetra profundamente en la madera, a poro abierto. Al no formar capa permite que la madera respire y se mantenga siempre el equilibrio entre la humedad propia de la madera y la del medio ambiente que la rodea. De esta manera protege y embellece la madera respetando al máximo el aspecto natural de sus vetas).



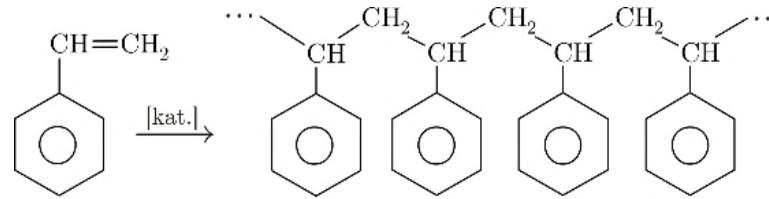
Tipos de Materiales y productos de construcción

Sintéticos

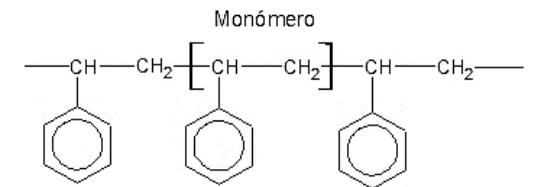
PVC o *poli*cloruro de *vinilo*, es el producto de la **polimerización** del monómero de cloruro de vinilo. Se presenta como un material blanco.

Es el derivado del plástico más versátil, con el que se fabrican carpinterías y redes de saneamiento, entre otros. Tiene una elevada resistencia a la corrosión, abrasión, junto con una baja densidad (1,4 g/cm³), buena resistencia mecánica y al impacto, lo que lo hace común e ideal para la edificación y construcción.

(La **polimerización** es un proceso químico por el que los reactivos, monómeros (compuestos de bajo peso molecular) se agrupan químicamente entre sí, dando lugar a una molécula de gran peso, llamada **polímero**, o bien una cadena lineal o una macromolécula tridimensional).



(**Monómero**, molécula simple, generalmente de peso molecular bajo, que forma cadenas lineales o ramificadas de dos, tres o más unidades).

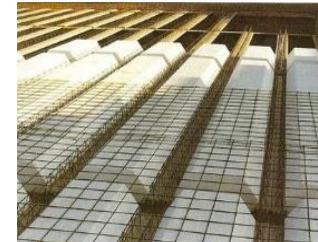


Suelos vinílicos, es un pavimento de base de PVC de gran calidad, estabilidad, resistencia y aspecto natural. normalmente comercializados en forma de láminas continuas.

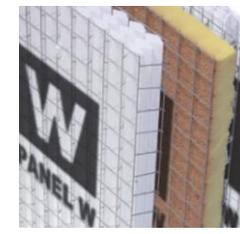


Sintéticos

Polipropileno, es el polímero termoplástico, parcialmente cristalino, que se obtiene de la **polimerización** del propileno o propeno. Tiene gran resistencia contra diversos solventes químicos, así como contra sustancias alcalinas y ácidos. Se usa como sellante, en canalizaciones diversas, y en geotextiles (fibras sintéticas). Por proceso de extrusión se fabrican perfiles, láminas y tubos. (La **polimerización** es un proceso químico por el que los reactivos, monómeros (compuestos de bajo peso molecular) se agrupan químicamente entre sí, dando lugar a una molécula de gran peso, llamada polímero).

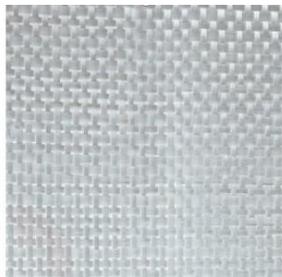


Poliuretano, Los poliuretanos se clasifican en dos grupos, definidos por su estructura química y diferenciados por su comportamiento frente a la temperatura. Los poliuretanos pueden ser de dos tipos: Poliuretanos termoestables o poliuretanos termoplásticos. Los poliuretanos termoestables más habituales son espumas, muy utilizadas como aislantes térmicos y como espumas resilientes. Entre los poliuretanos termoplásticos se destacan los empleados en elastómeros, adhesivos selladores de alto rendimiento, suelas de calzado, pinturas, fibras textiles, sellantes, embalajes, juntas, preservativos, componentes de automóvil, en la industria de la construcción, del mueble, etc.



Poliéster, Resina plástica que se obtiene mediante una reacción química y que es muy resistente a la humedad y a los productos químicos.

Las resinas de poliéster son muy utilizadas debido a sus propiedades, por su maleabilidad como de resistencia a distintos factores. Con él se fabrican algunos geotextiles. (Los **elastómeros** son aquellos tipos de compuestos que no incluyen metales en su composición, y que muestran un comportamiento elástico).



Tipos de Materiales y productos de construcción

Sintéticos

Polietileno. es químicamente el **polímero** más simple. Es uno de los plásticos más comunes debido a su bajo precio y simplicidad en su fabricación. En su versión de alta densidad (HDPE ó **PEAD**) es muy usado como barrera de vapor, aunque tiene también otros usos como tuberías para gas, telefonía, agua potable, minería, láminas de drenaje y uso sanitario. (Geomembrana de Polietileno de Alta Densidad, **PEAD**).

(La **polimerización** es un proceso químico por el que los reactivos, monómeros (compuestos de bajo peso molecular) se agrupan químicamente entre sí, dando lugar a una molécula de gran peso, llamada **polímero**, o bien una cadena lineal o una macromolécula tridimensional).



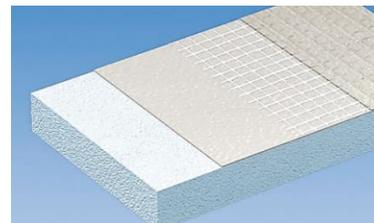
Poliestireno empleado como aislante térmico.



Poliestireno expandido material de relleno de buen aislamiento térmico.



Poliestireno extrusionado, aislante térmico impermeable.



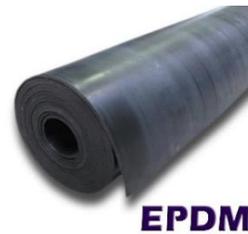
Tipos de Materiales y productos de construcción

Sintéticos

ETFE, Tipo de polímero termoplástico de gran resistencia al calor, a la corrosión y a los rayos UV. Se usa como alternativa al vidrio en cerramientos, entre otros. Es un polímero termoplástico transparente de extraordinaria durabilidad: posee una elevada resistencia química y mecánica (al corte y a la abrasión), así como una gran estabilidad ante cambios de temperatura (soporta hasta 170 °C). Pesa 100 veces menos que el vidrio, deja pasar más luz, y en configuración de doble lámina o "almohada" es más aislante. Además es fácil de limpiar y reciclable. (Las siglas **ETFE** son el acrónimo del Etileno-Tetra FluoroEtileno)



EPDM, El caucho de etileno propileno dieno o EPDM (Etileno Propileno Dieno tipo M ASTM), es un termopolímero elastómero que tiene buena resistencia a la abrasión y al desgaste. Se usa como lámina impermeabilizante y en juntas estancas.



Neopreno, es una familia de cauchos sintéticos que se producen por polimerización de cloropreno llamado originalmente **dupreno**. Se usa como junta estanca, y como "alma" de algunos paneles sandwich. Resiste a la degradación a causa del sol, el ozono y el clima, a solventes y agentes químicos, es resistente a daños causados por la flexión y la torsión.



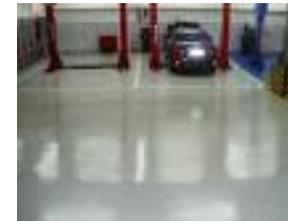
Tipos de Materiales y productos de construcción

Sintéticos

Resina epoxi o **poliepóxido** es un polímero termoestable que se endurece cuando se mezcla con un agente catalizador o endurecedor.

Las resinas epoxi se usan tanto en la construcción de moldes como de piezas maestras, laminados, extrusiones, pavimentos. Se usa en pinturas, para proteger la corrosión y como aglomerante en terrazos y productos de madera.

(**Catálisis** es el proceso por el cual se aumenta la velocidad de una reacción química, debido a la participación de una sustancia llamada **catalizador** y aquellas que desactivan la catálisis son denominados inhibidores)



Acrílicos, derivados del **propileno** (hidrocarburo compuesto más utilizado en la industria química) de diversa composición y usos: Es inerte a muchas sustancias corrosivas. Su resistencia a la intemperie hace que sea el material idóneo para una variedad de aplicaciones al aire libre. La lámina de acrílico puede ser trabajada para darle una gran variedad de formas valiéndose de distintos procesos industriales, artesanales y artísticos.

Metacrilato, plástico que en forma transparente puede sustituir al vidrio. es uno de los plásticos de ingeniería conocido como *Policril* o *Plexiglas*. Se destaca frente a otros plásticos transparentes en cuanto a resistencia a la intemperie, transparencia y resistencia al rayado.



Pintura acrílica, es una clase de pintura que contiene un material plastificado, pintura de secado rápido, en la que los pigmentos están contenidos en una emulsión de un polímeroacrílico. Aunque son solubles en agua, una vez secas son resistentes a la misma.

(**Pigmento**, es un material que cambia el color de la luz que refleja o transmite como resultado de la absorción selectiva de la luz según su longitud de onda (que es el parámetro determinante del color).



Sintéticos

Silicona, polímero del silicio, usado principalmente como sellante e impermeabilizante. Sustancia química de consistencia cremosa o sólida.

Presenta una gran resistencia al calor, a la humedad y a la electricidad; se emplea en medicina para fabricar prótesis y en la construcción para rellenar fisuras y como adhesivo.



Asfalto, también denominado **betún**, es un material viscoso, pegajoso y de color gris oscuro. Se utiliza mezclado con arena o gravilla para pavimentar caminos y como revestimiento impermeabilizante de muros y tejados. En la mezclas asfálticas es usado como aglomerante para la construcción de carreteras, autovías o autopistas.



Tipos de Materiales y productos de construcción.

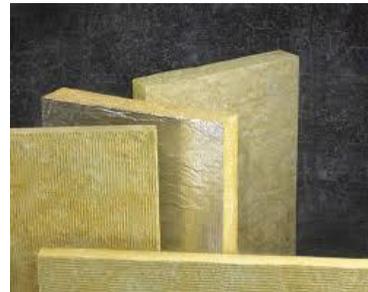
COMPUESTOS

Cartón yeso, consiste en una placa de yeso laminado entre dos capas de cartón. Suele utilizarse en forma de placas, paneles o tableros.



Otro material de origen pétreo se consigue al fundir y estirar **basalto** (es una roca ígnea volcánica de color oscuro), generando:

Lana de roca, usado en mantas o planchas rígidas como aislante térmico y como protección pasiva contra el fuego en la edificación.



Hormigón armado, es el Hormigón reforzado interiormente por una armadura de barras de hierro o acero.



Bibliografía de consulta recomendada

TEMA 1. **Los materiales en la construcción. PARTE I**

Materiales de Construcción. Estrategias para su enseñanza en las escuelas de arquitectura
 Construction materials. Strategies for teaching in architecture schools
<file:///C:/Users/PC/Downloads/2166-Texto%20del%20art%C3%ADculo-6028-1-10-20181025.pdf>

Materiales de Construcción JORGE GÓMEZ DOMÍNGUEZ, Ph. D.
Departamento de Ingeniería Civil Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Campus Monterrey
<https://es.slideshare.net/july3108/39247781-libromaterialesdeconstruccion>

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN PARA EDIFICACIÓN Y OBRA CIVIL EBOOK
 SANTIAGO CRESPO ESCOBAR
<https://es.scribd.com/document/259821370/Materiales-de-Construccion-Para-Edificacion-y-Obra-Civil>

20 - EJEMPLO - DE - **Materiales de Construcción**
<https://www.ejemplos.co/20-ejemplos-de-materiales-de-construccion/>

Apuntes de la asignatura Materiales de Construcción, Escuela Técnica Superior de Arquitectura – Universidad Politécnica de Madrid.
<https://www.studocu.com/es/document/universidad-politecnica-de-madrid/materiales-de-construccion/apuntes/materiales-etsam/3244833/view>

Materiales de Construcción
<https://www.areatecnologia.com/TUTORIALES/MATERIALES%20PARA%20LA%20CONSTRUCCION.htm>
<https://www.areatecnologia.com/LOSMETALES.htm>
<https://www.areatecnologia.com/materiales.htm>
<https://www.areatecnologia.com/materiales/resistencia-materiales.html>
<https://www.areatecnologia.com/ejercicios-materiales.html>
<https://www.areatecnologia.com/TUTORIALES/PROPIEDADES%20DE%20LOS%20MATERIALES.htm>

Weston, R.; Materiales, forma y Arquitectura, Ed. Blume, 2003.

Brookes, A. J. y Poole, D.; Innovation in Architecture, Spoon Press, 2003.

Hegger, M; Construction Materials Manual, Ed. Detail, Birkhauser, 2006.

webgrafía

https://portal.uah.es/portal/page/portal/GP_EPD/PG-MA-ASIG/PG-ASIG-32912/TAB42351/Tema%201%20Materiales%20ETSA.pdf
<https://sites.google.com/site/portafolio2016materiales/>
<http://materialesparaconstruccion.blogspot.com/2014/09/materiales-para-construccion.html>
<https://tecnoblogsanmartin.wordpress.com/2013/01/24/elementos-de-un-edificio/>
<https://maderame.com/construcciones-madera/>
<http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Tema1.Introduccion.pdf>
https://portal.uah.es/portal/page/portal/GP_EPD/PG-MA-ASIG/PG-ASIG-32912/TAB42351/Tema%201%20Materiales%20ETSA.pdf
https://es.wikipedia.org/wiki/Productos_de_construcci%C3%B3n
<http://sistemaconstructivo.blogspot.com/>
http://pyarq.obraencurso.es/elementos_constructivos
<https://ingemecanica.com/legisla/nte.html>
https://es.wikipedia.org/wiki/Propiedad_organol%C3%A9ptica
https://es.wikipedia.org/wiki/Propiedad_organol%C3%A9ptica
<http://www.definicionabc.com/general/edafologia.php>
<https://slideplayer.es/slide/13791464/>
<http://e-ducativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio//1000/1018/html/index.html>
<https://es.wikipedia.org/wiki/Roca>
https://es.wikipedia.org/wiki/Material_de_construcci%C3%B3n
<http://ingenieriareal.com/clasificacion-de-la-cal/>
<https://es.wikipedia.org/wiki/Cemento>
<https://es.wikipedia.org/wiki/Terraz>
https://es.wikipedia.org/wiki/Piedra_de_molde https://www.google.com.do/search?q=hormigon&biw=1680&bih=944&source=lnms&sa=X&ved=0ahUKEwjQsK2876_PAhXCWh4KHSsiCS4Q_AUIBSgA&dpr=1
<https://es.wikipedia.org/wiki/Acero>
https://es.wikipedia.org/wiki/Perfil_met%C3%A1lico
https://www.google.com.do/search?q=acero+inoxidable&bih=944&biw=1680&source=lnms&sa=X&ved=0ahUKEwjds_eOqbDPAhXHVh4KHd_SCDcQ_AUIBSgA&dpr=1
https://es.wikipedia.org/wiki/Acero_corten
<https://es.wikipedia.org/wiki/Aluminio>
<https://es.wikipedia.org/wiki/Galvanizado>
<https://es.wikipedia.org/wiki/Titanio>
<https://es.wikipedia.org/wiki/Cobre>
<https://es.wikipedia.org/wiki/Plom>
<https://es.wikipedia.org/wiki/Hierro>
<https://es.wikipedia.org/wiki/Madera>
<https://es.wikipedia.org/wiki/Contrachapado>
https://es.wikipedia.org/wiki/Oriented_strand_board
<https://es.wikipedia.org/wiki/Paja>
<https://es.wikipedia.org/wiki/Bambusoideae>
https://es.wikipedia.org/wiki/Madera#Aglomerados_o_conglomerados
http://infomadera.net/uploads/articulos/archivo_1329_17203.pdf
<https://es.wikipedia.org/wiki/Guadua>

Webgrafía

https://www.google.com.do/search?q=linoleo&noj=1&source=lnms&sa=X&ved=0ahUKEwi7qsrC-rfPAhVLFh4KHZphBJAQ_AUIBygA&biw=1680&bih=944&dpr=1

https://es.wikipedia.org/wiki/Policloruro_de_vinilo

<https://es.wikipedia.org/wiki/Polipropileno>

<https://es.wikipedia.org/wiki/Poliuretano>

<https://es.wikipedia.org/wiki/Polietileno>

<https://es.wikipedia.org/wiki/ETFE>

https://es.wikipedia.org/wiki/Caucho_etileno-propileno-dieno

<https://es.wikipedia.org/wiki/Neopreno>

https://es.wikipedia.org/wiki/Resina_epoxi

<http://www.acrilico-y-policarbonato.com/acrilico.html> https://es.wikipedia.org/wiki/Pintura_acr%C3%ADlica

<https://es.wikipedia.org/wiki/Polimetilmetacrilato>

<https://es.wikipedia.org/wiki/Silicona>

<https://es.wikipedia.org/wiki/Asfalto>

https://es.wikipedia.org/wiki/Car%C3%B3n_yeso

Imágenes

www.google.com

www.google.com/search?biw=1680&bih=907&tbm=isch&sa=1&ei=PwGUXNONq6K5wKCgrjABg&q=IMAGENES+DE+MATERIALES+DE+CONSTRUCCION&oq=IMAGENES+DE+MATERIALES+DE+CONSTRUCCION&gs_l=img.3

PROHIBIDA LA VENTA
DONADO PARA FINES EDUCACIONALES

LOS MATERIALES EN LA CONSTRUCCIÓN
TEMA 1: **PARTE II**

TEMA 1. **Los materiales en la Construcción**

Parte II: Estructura de la materia. Microestructura de los materiales. Escalas de observación: atómica, micro estructural, tecnológica. Enlaces interatómicos primarios y secundarios. Microestructuras cristalinas y no cristalinas. Sólidos monofásicos y polifásicos: Diagramas de fase. Materiales compuestos.

Tema 1: **Los materiales en la Construcción**
Parte II: Estructura de la materia

Objetivos discentes del Tema 1 **Parte II:**

- Conocer la microestructura de los materiales que se utilizan en construcción.
- Conocer las diferentes escalas de observación y las tipologías de los materiales derivadas de su estructura.
- Conocer los principios básicos de la Ciencia de Materiales.

Estructura de la materia

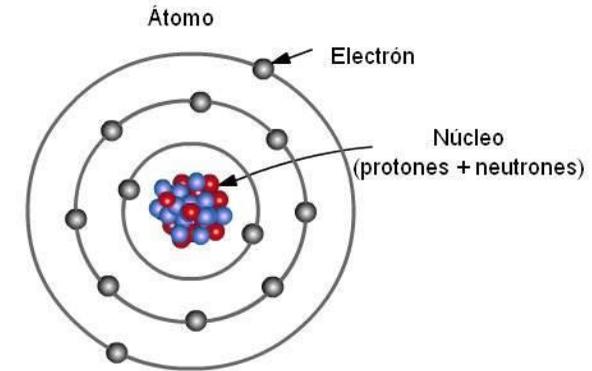
La **Ciencia de los Materiales** es la disciplina que se encarga de estudiar cómo están formados los materiales y cuáles son sus propiedades. El objetivo de estudio es proporcionar criterios para buscar y seleccionar los materiales apropiados para nuestras aplicaciones de Ingeniería.

Estructura de los Materiales

Para comprender la estructura de los materiales, se analiza desde los siguientes enfoques:

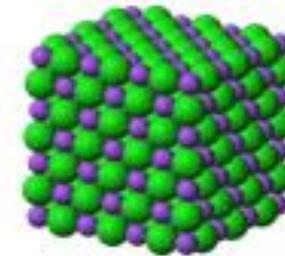
A- Estructura Atómica.

Estudia cómo están formados los átomos que forman los materiales



B- Estructura Cristalina.

Los diversos átomos que forman el material se agrupan entre sí cuando el material está en estado sólido.



Estructura de un cristal de cloruro de sodio

Dependiendo de la forma o patrón como se agrupan los átomos, se tiene lo siguiente:

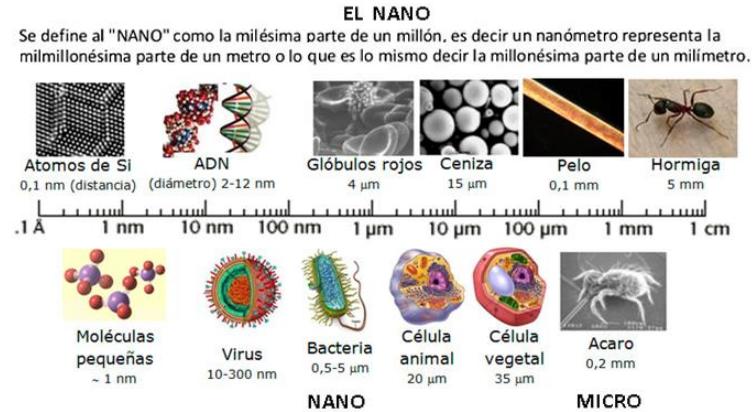
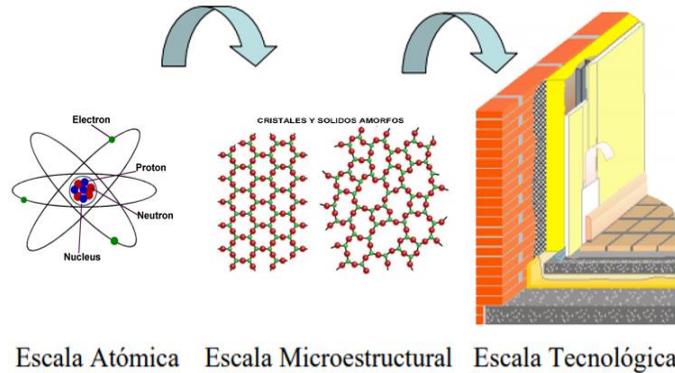
Materiales cristalinos: Los átomos se agrupan siguiendo patrones de ordenamiento definidos. A los conjuntos de átomos agrupados de manera regular y ordenada se les llama **cristales**.

Materiales Amorfos: Sus átomos no siguen ningún patrón cuando forman el material. Todos los átomos se encuentran colocados al azar.

Materiales Semicristalinos: El material posee zonas cristalinas (los átomos están ordenados siguiendo un patrón regular) y zonas amorfas (los átomos se encuentran colocados de manera desordenada).

Estructura de la materia

Escala de observación: Los materiales se pueden estudiar a distintos niveles: Escala **atómica**, Escala **microestructural**, Escala **Tecnológica**. Cada nivel de estudio proporciona diferentes grados de conocimiento. **Observación:** Es un procedimiento por el cual recogemos información para la investigación; es el acto de mirar algo sin modificarlo con la intención de examinarlo, interpretarlo y obtener unas conclusiones sobre ello.



LA NOTACIÓN CIENTÍFICA o notación exponencial

El estudio de la materia permite enmarcar el universo conocido en una escala de tamaños y distancias cuyos límites inferior y superior son:

- ✓ 0,000 000 000 000 001 m: tamaño aproximado del núcleo de un átomo.
- ✓ 1 000 000 000 000 000 000 000 m: diámetro estimado del Universo.

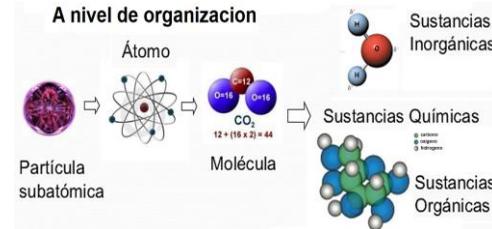
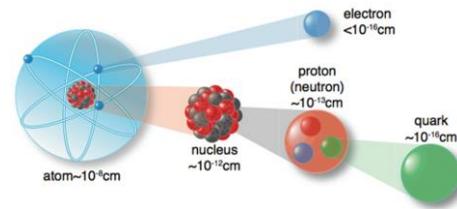
Para simplificar la escritura y la lectura de estos números, se utiliza la llamada **notación científica**, que consiste en escribirlos como **potencias de diez**.

Límites que expresados según la notación científica son:

- ✓ 10^{-15} m diámetro del núcleo
- ✓ 10^{21} m de diámetro del Universo

• **Escala atómica:** Se estudia la materia a niveles de átomo y organización molecular. Se distinguen las fuerzas electromagnéticas (atómicas).

Angstrom: Unidad de longitud equivalente a una distancia igual a la cien millonésima parte de un centímetro ($0,000.000.01\text{cm} = 10^{-8}\text{cm}$, expresado en notación exponencial). Es el tamaño típico de un átomo.

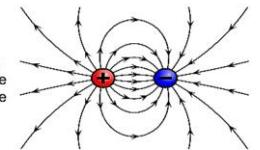


Fuerzas electromagnéticas

Estas se deben a las **cargas eléctricas en reposo** o en movimiento. Las fuerzas son eléctricas si las cargas están en reposo y, magnéticas si se encuentran en movimiento.

Ejemplo:

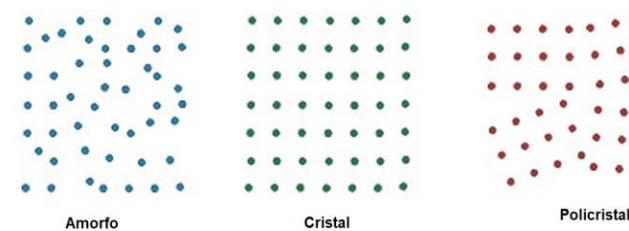
Los protones con carga positiva se atraen con los electrones de carga negativa.



• **Escala microestructural:** Es el nivel que se diferencia la estructura del material. Se manifiestan las fuerzas de adhesión.

La **materia en estado sólido se presenta de diferentes formas, como sólidos cristalinos y amorfos**, en una configuración de diferentes cristales con diferentes orientaciones, llamado policristal, cuasicristales que presentan propiedades diferentes a los cristales y son útiles ya que permiten otras aplicaciones prácticas, dependiendo si los átomos se ordenan de forma periódica o no.

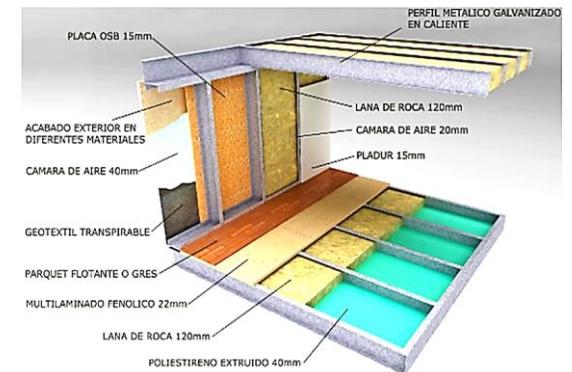
La **adhesión** es la atracción de moléculas de un tipo por moléculas de otro tipo.



• **Escala Tecnológica:** se observa el material en su conjunto (macroscópica). Se aprecian las propiedades organolépticas y tecnológicas.

Las **propiedades organolépticas** son todas aquellas descripciones de las características físicas que tiene la materia en general, según las pueden percibir los sentidos, como por ejemplo su sabor, textura, olor, color o temperatura.

Las **propiedades de manufactura y tecnológicas** son aquellas que definen el comportamiento de un material frente a diversos métodos de trabajo y a determinadas aplicaciones. Es la capacidad del metal para dejarse deformar o trabajar en frío, en forma de hilos; aumenta con la tenacidad y disminuye al aumentar la dureza.



Estructura de la materia

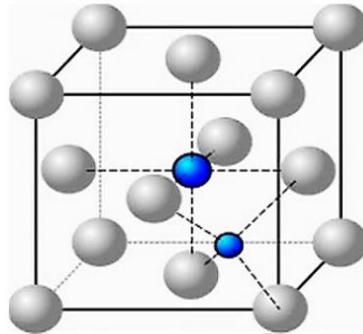
Escalas de observación

Ejemplo: **ACERO INOXIDABLE AUSTENÍTICO**

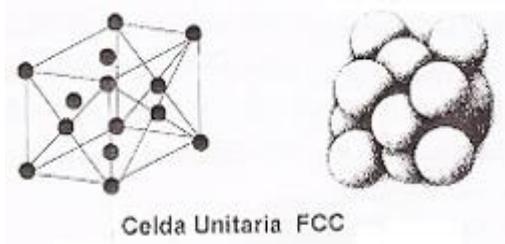
Escala atómica

Se estudia la materia a niveles de átomo y organización molecular

Estructura típica de la austenita (FCC)

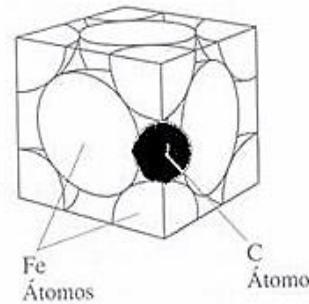


Estructura cristalina de la austenita
El hierro (en gris) está dispuesto en un retículo cúbico y a centros de caras, mientras que el carbono (en azul) está presente como defecto intersticial.

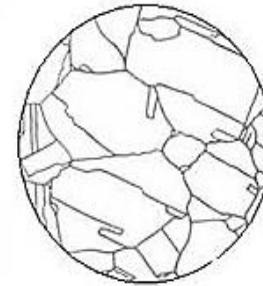


Escala microestructural

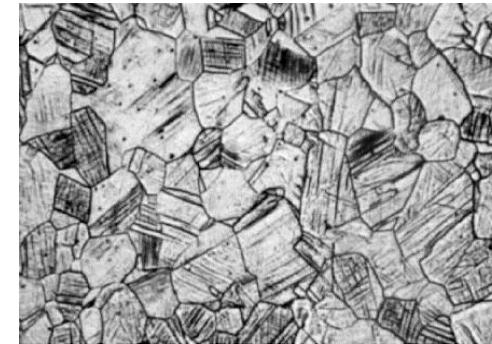
Es el nivel que se diferencia la estructura del material



Empaquetamiento de átomos en la austenita



Microestructura de la austenita



ACERO INOXIDABLE AUSTENÍTICO

Escala Tecnológica

Se observa el material en su conjunto. Se aprecian las propiedades

La **austenita** es una forma de ordenamiento distinta de los átomos de hierro y carbono. Ésta es la forma estable del hierro puro a temperaturas que oscilan entre los 900 a 1400 ° C. Está formado por una disolución sólida del carbono de hierro, lo que supone un porcentaje máximo de C del 2,11%. Es dúctil, blanda y tenaz.

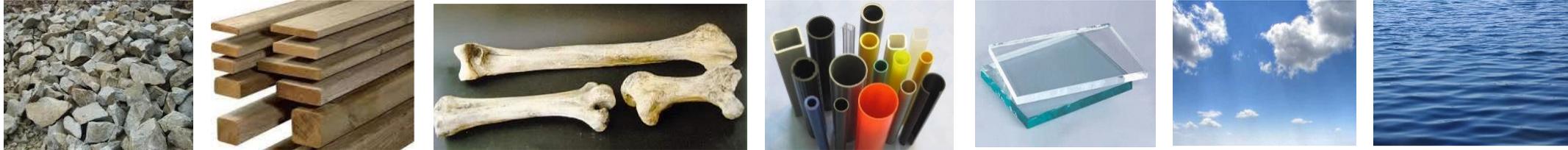
ACERO INOXIDABLE AUSTENÍTICO

Los aceros austeníticos forman el grupo principal de aceros inoxidable; la composición más habitual es 18% Cr y 8% Ni. Se utiliza en piezas en las que se requiere buena resistencia a la corrosión.

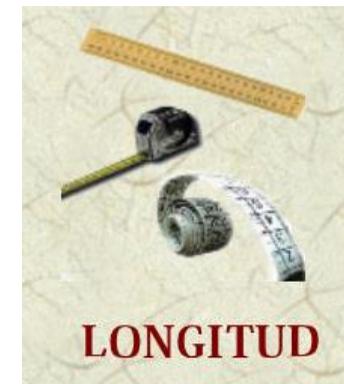
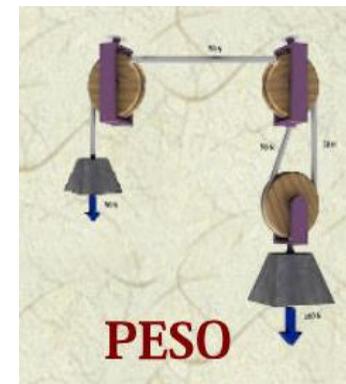
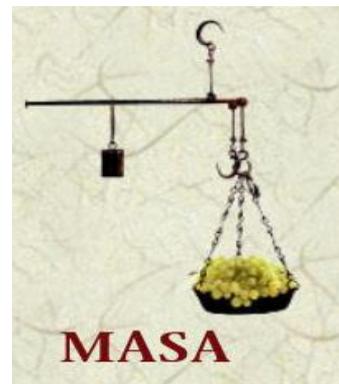
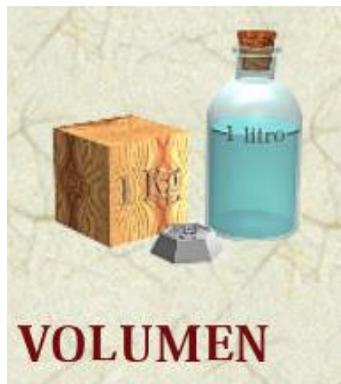
Estructura de la materia

Materia

La **materia** es todo lo que ocupa un lugar en el espacio. Es todo aquello que se forma a partir de átomos o moléculas, con la propiedad de estar en estado sólido, líquido o gaseoso. Es decir, la materia es lo que forman las cosas que tocamos y vemos.



La **materia tiene volumen** porque ocupa un lugar en el espacio. Además **tiene masa**, que es la cantidad de materia que posee un objeto y que se puede medir con una balanza. La **materia**, a diferencia de los objetos o cuerpos, **no está limitada por la forma ni por el tamaño**. A su vez, los objetos o cuerpos (por ejemplo una caja) **pueden estar contruidos por diferentes materiales** (cartón, metal, madera, plástico).



La **materia se encuentra en tres estados** diferentes de agregación: **sólido** (hierro, madera), **líquido** (agua de mar) y **gaseoso** (aire atmosférico).

En estos tres estados de agregación se **observan** las siguientes **características**:

- La **materia está formada por pequeñas partículas**.
- **Esas partículas están en constante movimiento** (en los gases más que en los líquidos y sólidos).
- **Hay fuerzas de atracción entre las partículas que forman la materia** (en los sólidos más que en líquidos y gases).



Estructura de la materia

La **materia** consta de partículas extremadamente pequeñas agrupadas juntas para formar el **átomo**.

Hay unas 90 ocurrencias naturales de estas agrupaciones de partículas llamadas **elementos**. Las sustancias puras están constituidas por átomos iguales (**elementos**).

Los **elementos** químicos se pueden clasificar en función de su **electronegatividad** en:

Metales: Tienen **electronegatividad baja**, por pérdida de electrones.

No Metales: Tienen **electronegatividad alta**, por ganancia de electrones.

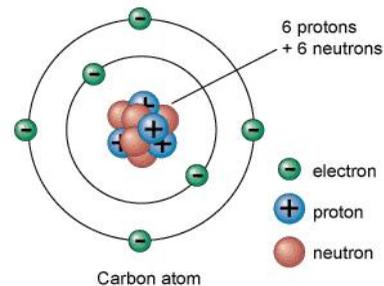
La **electronegatividad** es la capacidad de un átomo para atraer electrones entre sí. (Los elementos químicos se diferencian por el número de cargas positivas o negativas que tienen).

Estos elementos fueron agrupados en la **tabla periódica de los elementos** en secuencia de acuerdo a sus **números atómicos** y **peso atómico**. Hay además 23 elementos hechos por el hombre que no ocurren en la naturaleza, por lo que al final son unos 113 elementos conocidos hasta la fecha. **Estos elementos no pueden cambiarse por procesos químicos. Ellos solo pueden ser cambiados por reacción nuclear o atómica, sin embargo pueden ser combinados para producir el incontable número de compuestos con los que tropezamos día a día.**

(Una **reacción nuclear** es un procedimiento que lleva a combinar y modificar los núcleos de los átomos y las partículas subatómicas. A través de esta clase de procesos, los núcleos pueden combinarse o fragmentarse, absorbiendo o liberando **partículas** y **energía** de acuerdo a cada caso).

Número atómico, se representa con la letra **Z**, indica la cantidad de protones que hay en el núcleo de un átomo, que es igual a la de electrones

Número másico, se representa con la letra **A**, y hace referencia al número que resulta de la suma de protones y neutrones que contiene el elemento.



Lantánidos, Grupo de elementos químicos cuyo número atómico está comprendido entre el 57 y el 71, ambos incluidos; son metales, como el lantano, el praseodimio, el erbio o el gadolinio.

Actínidos, Grupo de elementos químicos cuyo número atómico está comprendido entre el 89 y el 103, ambos incluidos; son metales pesados y radiactivos, como el actinio, el uranio o el neptunio.

| Tabla Periódica de los Elementos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Grupo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | |
| Periodo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 He 4,003 Helio | |
| 2 | | 3 Li 6,94 Litio | 4 Be 9,01 Berilio | | | | | | | | | | 5 B 10,81 Boro | 6 C 12,01 Carbono | 7 N 14,01 Nitrógeno | 8 O 16,00 Oxígeno | 9 F 18,99 Flúor | 10 Ne 20,18 Neón | |
| 3 | | 11 Na 22,99 Sodio | 12 Mg 24,31 Magnesio | | | | | | | | | | 13 Al 26,98 Aluminio | 14 Si 28,09 Silicio | 15 P 30,97 Fósforo | 16 S 32,07 Azufre | 17 Cl 35,45 Cloro | 18 Ar 39,95 Argón | |
| 4 | | 19 K 39,10 Potasio | 20 Ca 40,08 Calcio | 21 Sc 44,96 Escandio | 22 Ti 47,88 Titanio | 23 V 50,94 Vanadio | 24 Cr 52,00 Cromo | 25 Mn 54,94 Manganeso | 26 Fe 55,85 Hierro | 27 Co 58,93 Cobalto | 28 Ni 58,70 Níquel | 29 Cu 63,55 Cobre | 30 Zn 65,38 Zinc | 31 Ga 69,72 Galio | 32 Ge 72,59 Germanio | 33 As 74,92 Arsénico | 34 Se 78,96 Selenio | 35 Br 79,90 Bromo | 36 Kr 83,80 Criptón |
| 5 | | 37 Rb 85,47 Rubidio | 38 Sr 87,62 Estroncio | 39 Y 88,91 Itrio | 40 Zr 91,22 Zirconio | 41 Nb 92,91 Niobio | 42 Mo 95,94 Molibdeno | 43 Tc (97) Tecnecio | 44 Ru 101,07 Rutenio | 45 Rh 102,91 Rodio | 46 Pd 106,42 Paladio | 47 Ag 107,87 Plata | 48 Cd 112,40 Cadmio | 49 In 114,82 Indio | 50 Sn 118,69 Estaño | 51 Sb 121,75 Antimonio | 52 Te 127,60 Teluro | 53 I 126,90 Yodo | 54 Xe 131,30 Xenón |
| 6 | | 55 Cs 132,91 Cesio | 56 Ba 137,33 Bario | 57 La 138,91 Lantano | 72 Hf 178,49 Hafnio | 73 Ta 180,95 Tántalo | 74 W 183,85 Volframio | 75 Re 186,21 Renio | 76 Os 190,24 Osmio | 77 Ir 192,22 Iridio | 78 Pt 195,09 Platino | 79 Au 196,97 Oro | 80 Hg 200,59 Mercurio | 81 Tl 204,37 Talio | 82 Pb 207,19 Plomo | 83 Bi 208,98 Bismuto | 84 Po (209) Polonio | 85 At (210) Astato | 86 Rn (222) Radón |
| 7 | | 87 Fr (223) Francio | 88 Ra (226) Radio | 89 Ac (227) Actinio | 104 Rf (261) Rutherfordio | 105 Db (262) Dubnio | 106 Sg (263) Seaborgio | 107 Bh (264) Bohrio | 108 Hs (265) Hassio | 109 Mt (268) Meitnerio | 110 Uun (269) Ununilium | 111 Uuu (270) Ununium | 112 Uub (271) Unbium | | | | | | |

Metales ← → No metales

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Lantánidos 6 | 58 Ce 140,12 Cerio | 59 Pr 140,91 Praseodimio | 60 Nd 144,24 Neodimio | 61 Pm (145) Promecio | 62 Sm 150,35 Samario | 63 Eu 151,96 Europio | 64 Gd 157,25 Gadolinio | 65 Tb 158,93 Terbio | 66 Dy 162,50 Disprosio | 67 Ho 164,93 Holmio | 68 Er 167,26 Erbio | 69 Tm 168,93 Tulio | 70 Yb 173,04 Iterbio | 71 Lu 174,97 Lutecio |
| Actínidos 7 | 90 Th 232,04 Torio | 91 Pa (231) Protactinio | 92 U 238,03 Uranio | 93 Np (237) Neptunio | 94 Pu (244) Plutonio | 95 Am (243) Americio | 96 Cm (247) Curio | 97 Bk (247) Berquellio | 98 Cf (251) Californio | 99 Es (254) Einstenio | 100 Fm (257) Fermio | 101 Md (258) Mendelevio | 102 No (259) Nobelio | 103 Lr (260) Laurencio |

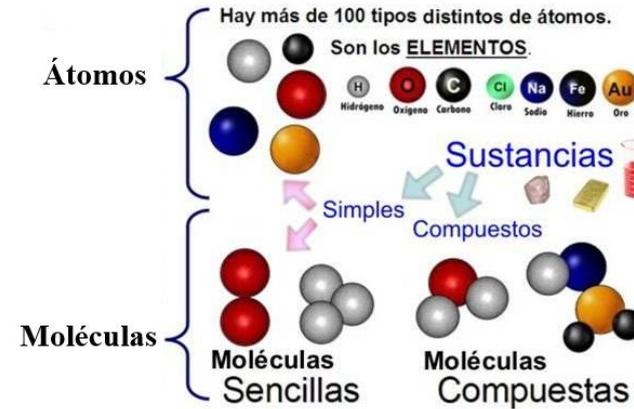
Estructura de la materia

La **composición** o **constitución de la materia** esta formada por **partículas elementales, átomos, moléculas**, así como la manera en que éstos se unen → (**Enlaces químicos**). (Las **propiedades de un material** y el comportamiento que éste tendrá al ser sometido a diferentes técnicas o procesos **dependen básicamente de su constitución o estructura interna**).

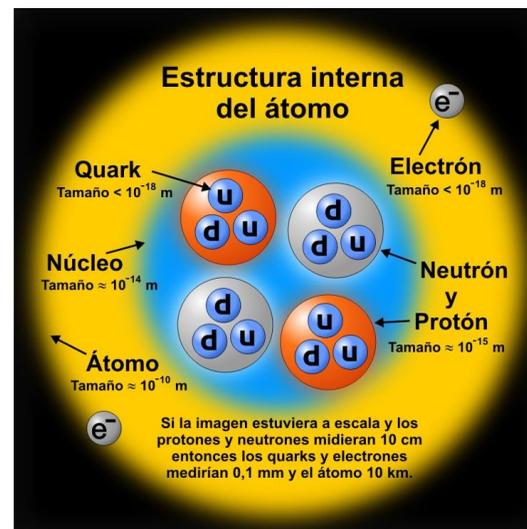
Átomos: Porción material menor de un elemento químico que interviene en las reacciones químicas y posee las propiedades características de dicho elemento.

Moléculas: es un conjunto de átomos, ya sean iguales o diferentes, que se encuentran unidos mediante **enlaces químicos**, los cuales constituyen la mínima porción de una sustancia que puede ser separada sin que sus propiedades sean alteradas.

Las agrupaciones de átomos se llaman **moléculas**.



Partículas elementales: Este termino se usa para designar a las partes más pequeñas de la materia. A principios de siglo se creían que eran los **átomos**, pero avances en el área de la electrónica y radiactividad han demostrado lo contrario. **En la actualidad se sabe que estas partículas** (más de cien) **están compuestas por otras más pequeñas llamadas quarks y leptones**. Los quarks forman protones y neutrones, y los leptones, los electrones y su neutrino. Además existe una tercera partícula que actúa transmitiendo las fuerzas que actúan en quarks y leptones, llamadas **bosones**, que forman por ejemplo; el fotón, que es el encargado de transmitir la interacción electromagnética.



Estructura de la materia

El **átomo** ¿Qué es?

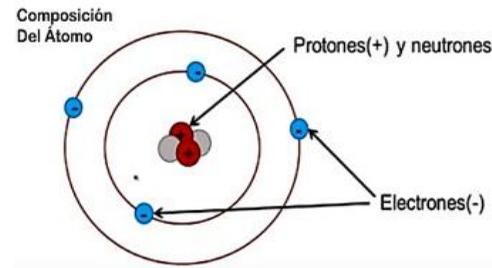
¿Qué es un **átomo**? Imagínate que tienes un pedazo de hierro. Lo partes. Sigues teniendo dos trozos de hierro pero más pequeños. Los vuelves a partir, otra vez... Cada vez tendrás trozos más pequeños hasta que llegará un momento, en que si los volvieses a partir lo que te quedaría ya no sería hierro.

Llegados a este punto lo que ha quedado es un átomo, un átomo de hierro.

Definición de átomo

El **átomo** es la unidad elemental básica de la materia que puede experimentar un cambio químico, y está constituido por las partículas elementales.

El átomo constituye dos partes diferenciadas.



- El **núcleo** de carga positiva, constituida por las partículas elementales, protones (+) y neutrones (neutros).
Prácticamente, toda la masa del átomo se concentra en el núcleo.

- La **corteza** constituida por las partículas elementales electrones (-) que la dota de carga negativa.
La corteza rodea al núcleo. Se considera exenta de masa.

La carga eléctrica negativa de la **corteza** neutraliza a aquella positiva del **núcleo** y se dice que el átomo es eléctricamente neutro.

Es precisamente el número de electrones de un átomo lo que define su **número atómico (Z)** y la estructura electrónica de la corteza define las propiedades químicas, esencialmente los electrones del nivel más externo.

La suma del número de protones (Z) y el de neutrones que se encuentran en el **núcleo** define el llamado **número másico (A)**.

Cómo antes se explicó, es la configuración o distribución de los electrones de la última capa los que determinan las propiedades químicas de los átomos. **Los electrones de este nivel se llaman electrones de valencia** y forman parte del **enlace químico**.

Los átomos que tienden a **aceptar** electrones en las reacciones químicas se llaman **electronegativos** y tienen carácter **no metálico**.

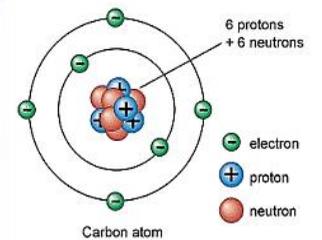
Los átomos que tienden a **ceder** electrones en las reacciones químicas se llaman **electropositivos** y **tienen carácter metálico**.

(Los elementos químicos se diferencian por el número de cargas positivas o negativas que tienen).

DEFINICIÓN: La **electronegatividad** es la capacidad de un átomo para atraer electrones entre sí

Número atómico, se representa con la letra **Z**, indica la cantidad de protones que hay en el núcleo de un átomo, que es igual a la de electrones

Número másico, se representa con la letra **A**, y hace referencia al número que resulta de la suma de protones y neutrones que contiene el elemento.



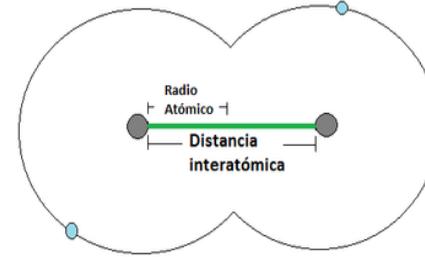
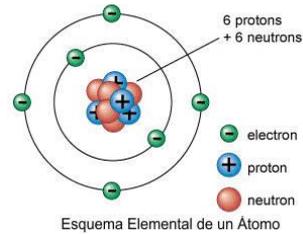
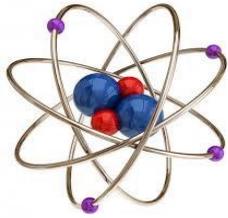
Estructura de la materia

La mayoría de **los materiales** con importancia industrial **están formados de más de una especie atómica o molecular.**

Una **especie** es un conjunto formado por **cosas semejantes** que tienen uno o más caracteres en común.

El **átomo** es la partícula más pequeña de un elemento químico que conserva sus propiedades de dicho elemento.

Una **molécula** es la unión o conjunto de dos o más átomos, los cuales pueden ser iguales o diferentes, si se llegan a separar estos átomos cambiaría las propiedades de la materia.



Las **Especies Atómicas** son:

Isótopos o Hílidos: Se da entre **átomos iguales.**

Se caracteriza por tener **igual número de protones.**

Los **isótopos** poseen propiedades químicas iguales y propiedades físicas diferentes.

Isóbaros: Se da entre **átomos diferentes.**

Se caracteriza por tener **igual número de masa.**

Los **isóbaros** poseen propiedades físicas y químicas diferentes.

Masa atómica: Se define como la doceava parte (1/12) de la **masa** de un átomo de carbono 12.

Es la suma de masas atómicas de los elementos de una molécula.

Su unidad es la **UMA**, (unidad de masa atómica)

Ejemplo:



Isótonos: Se da entre **átomos diferentes.**

Se caracteriza por tener **igual número de neutrones.**

Los **isótonos** poseen propiedades físicas y químicas diferentes

Propiedades físicas son aquellas que **logran cambiar la materia sin alterar su composición.**

Por ejemplo, cuando **moldeas un trozo de plastilina**, sus átomos no se ven alterados de ninguna manera, pero exteriormente cambia su forma.

Estas propiedades pueden variar en tres estados distintos como: Estado Sólido, Líquido y Gaseoso.

Propiedad química, se refiere a aquellas particularidades que **llevan a una determinada materia a modificar su composición.**

De este modo, las propiedades químicas hacen que una materia reaccione en ciertas condiciones o frente a determinados reactivos.

Por ejemplo, La **oxidación**, es una reacción química que se produce cuando un elemento suma oxígeno. El hierro es un metal que, por esta propiedad química, se oxida con gran rapidez al estar al aire libre.

Isótopos - Hílidos

Poseen igual "Z" y pertenecen al mismo elemento químico. Los isótopos poseen propiedades químicas iguales y propiedades físicas diferentes.

Ejemplo:



Isóbaros

Poseen igual "A" y pertenecen a elementos diferentes. Los isóbaros poseen propiedades físicas y químicas diferentes.

Ejemplo:



Isótonos

Poseen igual "n" y pertenecen a elementos diferentes. Los isóbaros poseen propiedades físicas y químicas diferentes.

Ejemplo:



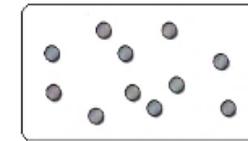
Estructura de la materia

Microestructuras de los Materiales

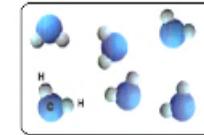
El **arreglo atómico** juega un papel importante en la determinación de la microestructura y en el comportamiento de un material sólido.

Ejemplo: El arreglo atómico en el aluminio proporciona buena ductilidad, en tanto que en el hierro es la causa de una buena resistencia. Debido a distintos arreglos atómicos, se puede deformar fácilmente el polietileno, se puede estirar elásticamente el hule, y la resina epóxica resulta fuerte y quebradiza. (**Arreglo atómico**: Los materiales se caracterizan por átomos de diferente naturaleza, que se unen para formar un material. Dependiendo del tipo de material, presentan dos formas de enlace, sin orden u orden de corto alcance, orden de largo alcance).

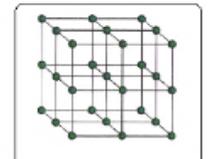
Agitación térmica (Desorden)
Cohesión (Orden)



Sin Orden



Corto Alcance



Largo Alcance

Orden de corto alcance

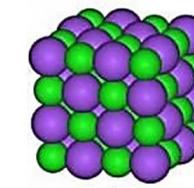
Cuando el arreglo especial de los átomos sólo se extiende en su vecindad inmediata, el material tiene un orden de corto alcance. En los vidrios inorgánicos y muchos polímeros muestran también arreglos atómicos de corto alcance.

Orden de largo alcance:

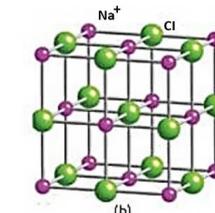
El arreglo atómico de largo alcance, abarca escalas de longitud mucho mayores de 100 nanómetros. Los átomos o los iones en estos materiales forman un patrón regular y repetitivo, semejante a una red en tres dimensiones. De ahí se derivan los materiales cristalinos. La mayoría de los metales y aleaciones, los semiconductores, los cerámicos y algunos polímeros tiene una estructura cristalina donde los átomos o iones muestran este tipo de alcance de extensiva longitud.

Según el **enlace atómico**, los **crisales** pueden ser de tres tipos:

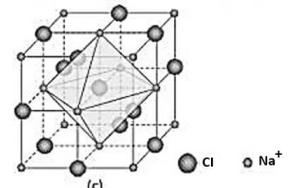
Cristales iónico: punto de fusión elevado, duros y muy frágiles, conductividad eléctrica baja y presentan cierta elasticidad. Ejemplo Na Cl (Sal común)



(a)



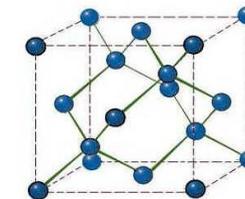
(b)



(c)

a) Diagrama de la red iónica del NaCl. B) Vista expandida del cristal.
c) Cada ion sodio está rodeado por 6 iones en un arreglo octaédrico y viceversa

Cristales covalentes: Gran dureza y elevada temperatura de fusión. Suelen ser transparentes y quebradizos y malos conductores de la electricidad. No sufren deformación plástica (al intentar deformarlo se fracturan). Ejemplo; Diamante



Cristales metálicos: Opacos y buenos conductores térmicos y eléctricos. No son tan duros como los anteriores, aunque si maleables y dúctiles.



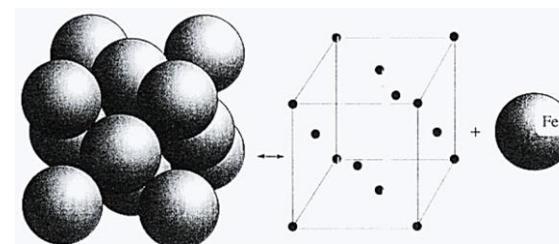
Hierro



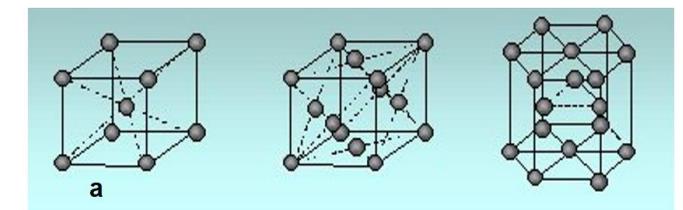
Cobre



Estaño



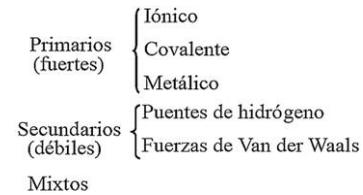
Estructura cubica compacta del hierro, cobre y aluminio



Celdas Unitarias de las [principales estructuras cristalinas metálicas
a) Cúbica centrada en el cuerpo, b) Cúbica centrada en las caras, c) Hexagonal compacta

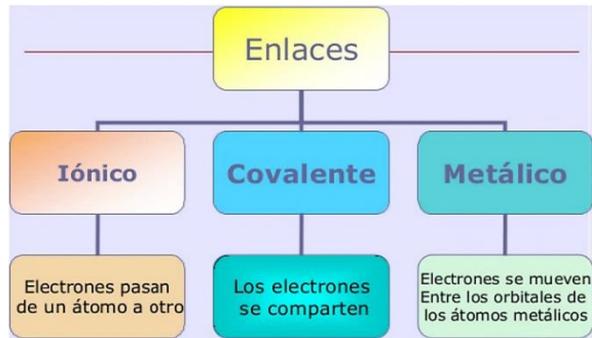
ESTRUCTURA DE LA MATERIA

Enlaces interatómicos primarios y secundarios



Un **enlace atómico** es un **enlace químico**. El **enlace químico** es el proceso físico responsable de las **interacciones entre átomos y moléculas**. •Hay dos tipos diferentes de **enlaces atómicos**: los **primarios** y **secundarios**. Los **enlaces primarios**, asociados por lo general con la **formación de moléculas**. Producen los enlaces químicos que mantienen a los átomos unidos y se dividen en tres, el metálico, el covalente y el iónico. Los **enlaces secundarios**, se asocian generalmente con la **atracción entre moléculas**. Son **subdivisiones de los enlaces**, y se **consideran más débiles** incluyen los de **hidrógeno** y los de **van der Waals**.

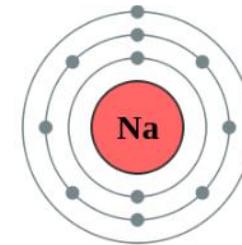
Los **enlaces químicos** se definen como un conjunto de interacciones que tiene lugar en la **capa electrónica de los átomos**, con la finalidad de **unirse y formar una molécula o un compuesto estable**.



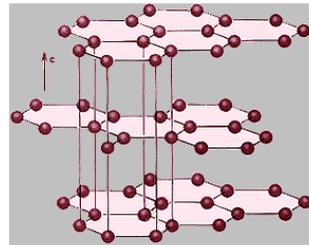
Los **átomos** se unen entre sí mediante **fuerzas electromagnéticas**, llamadas **Enlaces químicos**.

Una **capa electrónica**, capa de electrones o cubierta de electrones puede definirse como el conjunto de **órbitas seguidas por un grupo de electrones** alrededor del núcleo de un átomo.

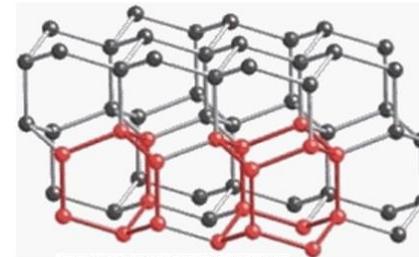
11: Sodio 2,8,1



Cada elemento por sí solo presenta una serie de **propiedades y características** que lo **diferencian de los demás**. Pero estas **propiedades cambian cuando se realiza la unión de átomos de los mismos o diferentes elementos, formando compuestos químicos que tienen propiedades muy distintas a las originales**. Un ejemplo claro es el carbono que, dependiendo de la distribución de los átomos en su unión es capaz de formar materiales diferentes como el **grafito** (material muy suave) y el **diamante** (el material más duro conocido en estado natural).



Estructura del Grafito

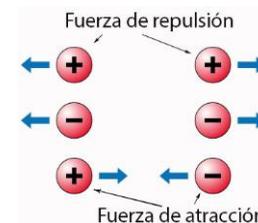


Estructura del Diamante

La **unión de los átomos** se realiza mediante un grupo de enlaces, dando como resultado a un nuevo tipo de materia denominado **compuesto**. Estos compuestos se forman por la **afinidad química de los átomos** (quiere decir que no se pueden combinar todo tipo de átomos). Cuando esto existe entre dos átomos provoca que estos se aproximen el uno al otro mediante una fuerza denominada **Fuerza electrostática**.

La **electrostática** es la rama de la Física que analiza los efectos mutuos que se producen entre los cuerpos como consecuencia de su **carga eléctrica**, es decir, el estudio de las **cargas eléctricas** en equilibrio.

La **carga eléctrica** es la propiedad de la materia responsable de los fenómenos electrostáticos, cuyos efectos aparecen en forma de **atracciones y repulsiones** entre los cuerpos que la poseen.



ESTRUCTURA DE LA MATERIA

Tipos de Enlaces químicos

Los **enlaces químicos**, son las fuerzas que mantienen unidos a los átomos.

Cuando los átomos se enlazan entre sí, **ceden, aceptan o comparten** electrones.

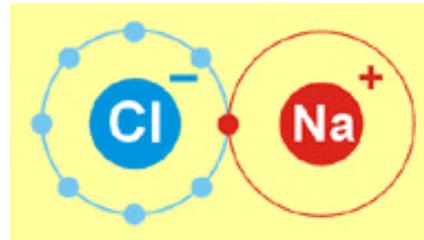
Son los electrones de valencia quienes determinan de qué forma se unirá un átomo con otro y las características del enlace.



Enlace iónico

El **enlace iónico** se forma entre un átomo electropositivo y uno electronegativo. El átomo electropositivo cede sus electrones y el átomo electronegativo los acepta. En estas condiciones, los iones con cargas + y - experimentan atracción mutua.

Un ejemplo de esto es en el caso del **cloro** y el **sodio** que reaccionan para formar cloruro de sodio, los átomos de sodio transfieren electrones a los átomos de cloro, para formar **cloruro de sodio sólido**. (**sal común**)



Esta **sustancia sólida** resultante es **dura**; tiene **punto de fusión** de aproximadamente **800°C**. La gran **fuerza de enlace** en el **cloruro de sodio** se debe a las **atracciones entre iones de carga opuesta** que se encuentran muy cercanos entre sí.

Electropositivo: Se dice de aquellos elementos que tienden a ceder sus electrones de valencia (última capa), transformándose en cationes (iones positivos).

Electronegativo: Se dice de los elementos que tienden a atrapar electrones convirtiéndose en aniones (iones negativos).

Las **propiedades de los compuestos iónicos** se explican porque la **atracción entre las cargas de distinto signo** son bastante fuertes.

Características derivadas del **enlace iónico**:

Esta formado por un metal y un no metal

- Son **anisótropos** (Propiedades diferentes en cada dirección)
- Son **Densos** (depende del grado de empaquetamiento)
- Son **solubles en agua y soluciones acuosas**

Físicas: Aislantes eléctricos (dieléctricos) - **Incombustibles** - **Alta inercia térmica** - **Bajo coeficiente de dilatación**

Mecánicas: Son **Duros** - **Frágiles** - **Alta resistencia a la compresión**

Tipos de Enlaces químicos

Los **enlaces químicos**, son las fuerzas que mantienen unidos a los átomos.

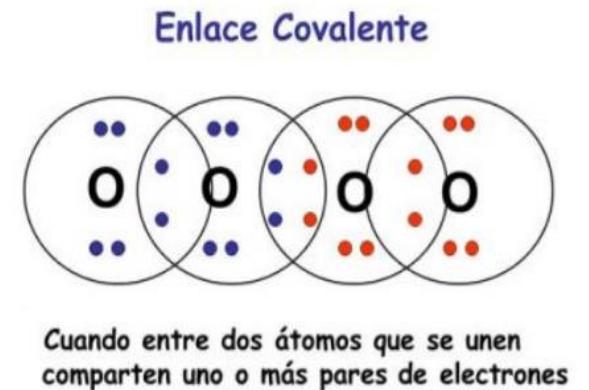
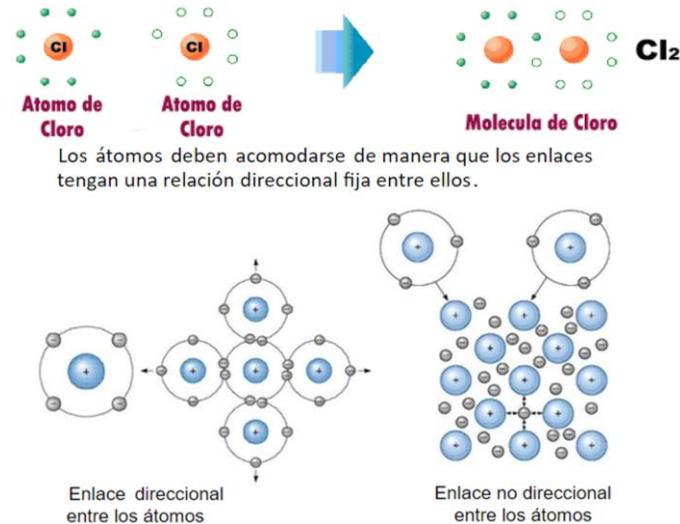
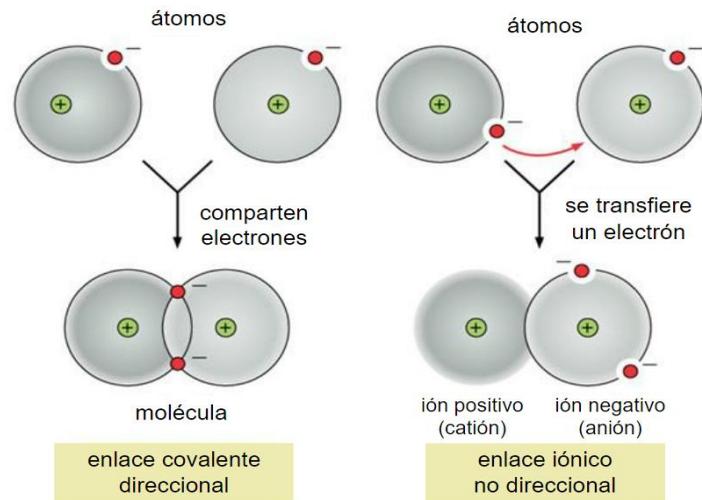
Cuando los átomos se enlazan entre si, ceden, aceptan o comparten electrones. Son los electrones de valencia quienes determinan de que forma se unirá un átomo con otro y las características del enlace.

Enlace covalente

El nombre **covalente** se deriva de la **compartición** de los electrones de valencia entre dos átomos adyacentes.

Los **electrones de valencia** son aquellos electrones situados en los orbitales electrónicos extremos que forman parte del enlace. (es altamente direccional).

Una particularidad importante de estos enlaces es que **se pueden formar entre átomos del mismo tipo**, entre los cuales puede haber muy poca o ninguna formación de enlaces iónicos, el enlace covalente se forma entre átomos con pequeñas diferencias de electronegatividad y ubicados muy próximos en la tabla periódica, generalmente se comparten sus electrones externos s y p con otros átomos, de modo que alcanza la configuración electrónica de gas noble.



Las **propiedades del enlace covalente**, esta basado en la **compartición de electrones**.

- **Los átomos no ganan ni pierden electrones, COMPARTEN.** - Esta formado por elementos no metálicos. Pueden ser 2 o 3 no metales. - Pueden estar unidos por enlaces sencillos, dobles o triples, dependiendo de los elementos que se unen.

- **Los compuestos covalentes pueden presentarse en cualquier estado de la materia: solido, liquido o gaseoso.** - Son malos conductores del calor y la electricidad. - Tienen punto de fusión y ebullición relativamente bajos. - Son solubles en solventes polares como benceno, tetracloruro de carbono, etc., e insolubles en solventes polares como el agua.

Características derivadas del **enlace covalente:** (con enlaces secundarios como los polímeros)

- **Baja densidad** (depende del empaquetamiento) - **Buena resistencia al agua** - **Se degradan con el tiempo.**

Físicas: Aislantes eléctricos (dieléctricos) – Combustibles – Aislantes térmicos – Alto coeficiente de dilatación

Mecánicas: Son Flexibles – Dúctiles – Dependen de la temperatura

ESTRUCTURA DE LA MATERIA

Tipos de Enlaces químicos

Los **enlaces químicos**, son las fuerzas que mantienen unidos a los átomos.

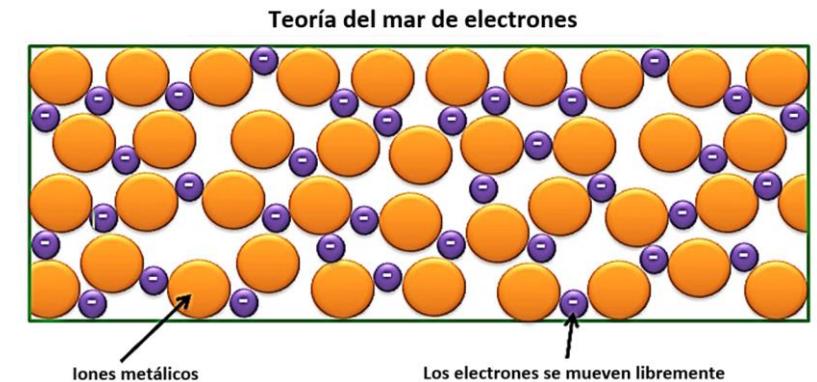
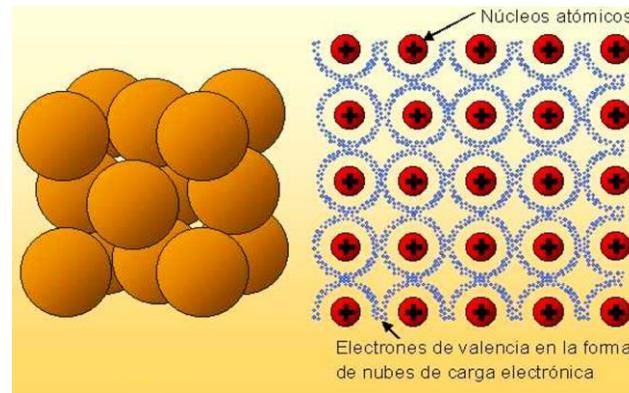
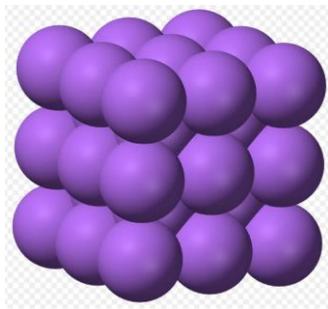
Cuando los átomos se enlazan entre sí, ceden, aceptan o comparten electrones. Son los electrones de valencia quienes determinan de que forma se unirá un átomo con otro y las características del enlace.

Enlace metálico: es un enlace químico que mantiene unidos los átomos de los metales entre sí. El enlace metálico es característico de los elementos metálicos, es un enlace fuerte, primario, que se forma entre elementos de la misma especie.

Estos átomos se agrupan de forma muy cercana unos a otros, lo que produce estructuras muy compactas.

Al estar sus átomos muy juntos, interaccionan los núcleos junto con sus nubes electrónicas empaquetándose en las tres dimensiones, por lo que quedan rodeados de tales nubes.

Debido a la baja electronegatividad que poseen los metales, los electrones de valencia son extraídos de sus orbitales y tiene la capacidad de moverse libremente a través del compuesto metálico, lo que otorga las propiedades eléctricas y térmicas de los metales. Si se ponen en contacto con una fuente eléctrica presentan una elevada conductividad eléctrica y térmica.



La definición de nube de electrones puede presentarse como un área que rodea el núcleo de los átomos y que se caracteriza por la presencia de electrones.

Enlace deslocalizado, Se llama enlace deslocalizado, al tipo de enlace en el cual un par de electrones enlazantes se dispersa sobre varios átomos en lugar de estar localizado entre dos.

Las **propiedades del enlace metálico:** - Temperaturas de fusión y ebullición muy elevadas. Son sólidos a temperatura ambiente (excepto el mercurio que es líquido). - Buenos conductores de la electricidad (nube de electrones deslocalizada) y del calor (facilidad de movimiento de electrones y de vibración de los restos atómicos positivos). - Son dúctiles (facilidad de formar hilos) y maleables (facilidad de formar láminas) al aplicar presión. Esto no ocurre en los sólidos iónicos ni en los sólidos covalentes dado que al aplicar presión en estos caso, la estructura cristalina se rompe. - Son en general duros -La mayoría se oxida con facilidad. - La alta densidad y el brillo metálico, son propiedades que relacionan con las estructuras, tan compactas que presentan las redes cristalinas metálicas.

Características derivadas del **enlace metálico:**

Son **Isótropos** (propiedades iguales en cada dirección) - **Densos** (depende del grado de empaquetamiento) - **Insolubles en disolventes polares** (agua)

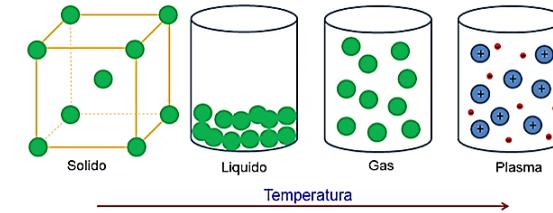
Físicas: Conductores eléctricos – Incombustibles (en condiciones normales) – Conductores térmicos – Alto coeficiente de dilatación

Mecánicas: Son Dúctiles y Maleables – Comportamiento elásto-plástico - Alta resistencia a compresión y tracción

Estados de la Materia

La materia esta formada por **átomos o por moléculas**. Las moléculas y los átomos de la materia se encuentran **unidos unos con otros mediante una fuerza** llamada **fuerza de atracción intermolecular**. Esta fuerza cambia dependiendo del estado en que se encuentre la materia.

La materia se manifiesta en diferentes estados a una temperatura y presión determinado:



a) A muy baja temperaturas la materia se encuentra en estado **Sólido**.

Las moléculas tienen una gran fuerza de atracción entre ellas y están muy unidas, no pueden moverse, es por eso que los sólidos tienen forma y volumen definidos (rígido). Estructura ordenada.

Qué pasa si calentamos el sólido? Pues hacemos que esta fuerza de atracción disminuya y las moléculas se separen hasta que llega un momento en que el sólido se convierte en líquido. El calor cedido al cuerpo sólido se emplea en disminuir las fuerzas de atracción molecular y en separar las moléculas unas de otras.

b) Al aumentar las temperatura, los sólidos se transforman en **Líquidos**.

Las moléculas tienen una fuerza de atracción entre ellas menor que en los sólidos y tienen cierto movimiento, es por eso que los líquidos no tienen una forma variable (fluido) y volumen definido. Estructura desordenada.

c) A temperaturas mayores, los líquidos se evaporan y se transforman en **Gas**.

Al dar calor al líquido, este calor hace que se separen más las moléculas y ya casi no tengan atracción entre ellas moviéndose libremente a gran velocidad, es por eso por lo que los gases se expanden invadiendo todo el recipiente. Tienen forma y volumen variables (fluido). Estructura caótica.

d) Cuando un gas es calentado, los átomos que lo constituyen se ionizan, es decir los electrones se separan de los núcleos y entonces se obtiene un gas de partículas cargadas, o **Plasma**.

El estado Plasma lo alcanza la materia cuando está ha grandes temperaturas, y se diferencia del gaseoso por que en este estado la velocidad de los átomos es tan grande que al chocar entre ellos y por la elevada temperatura se liberan electrones quedando en forma de iones + y con un movimiento a una gran velocidad y sin orden aparente. Este estado **no** es muy estudiado pero resulta que en el universo (no en la tierra) el 99% de la materia esta en estado de plasma. Por ejemplo: esto es como esta la materia del sol y de la mayoría de las estrellas.

Los cuerpos en **estado Vítreo** se caracterizan por presentar un aspecto sólido con cierta dureza y rigidez y que ante esfuerzos externos se deforman de manera generalmente elástica. Si se calientan, su viscosidad va disminuyendo paulatinamente como la mayor parte de los líquidos hasta alcanzar valores que permiten su deformación bajo la acción de la gravedad, y tomar la forma del recipiente que los contiene como verdaderos líquidos. No obstante, no presentan un punto claramente marcado de transición entre el estado sólido y el líquido o punto de fusión.

Todas estas propiedades han llevado a algunos investigadores a definir el **estado vítreo** no como un estado de la materia distinto, sino simplemente como el de un líquido subenfriado o líquido con una viscosidad tan alta que le confiere aspecto de sólido sin serlo. Tiene forma y volumen definidos (rígido). Estructura amorfa.

Isótropo: Dícese de los cuerpos cuyas propiedades físicas son idénticas en todas las direcciones.

Sublimación es el proceso que consiste en el cambio de estado de sólido al estado gaseoso sin pasar por el estado líquido.

Al proceso **inverso**, es decir, al paso directo del estado gaseoso al estado sólido, se le denomina **sublimación inversa**.



ESTRUCTURA DE LA MATERIA

Microestructura

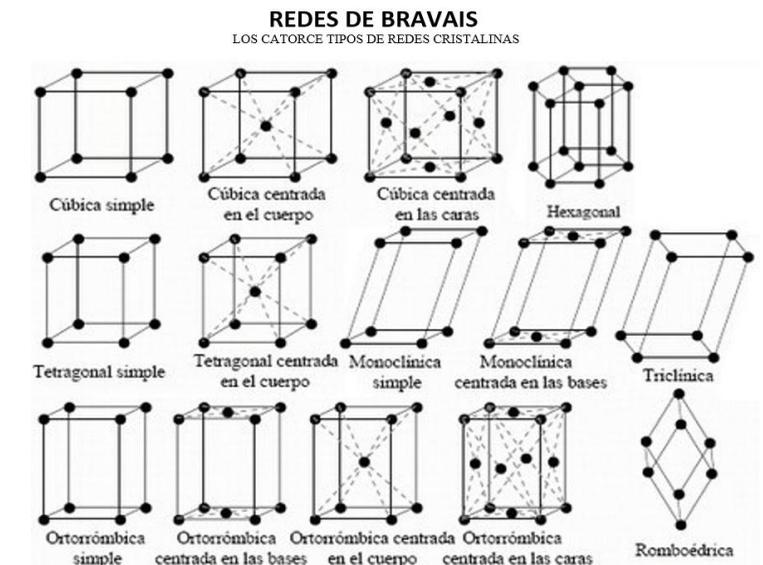
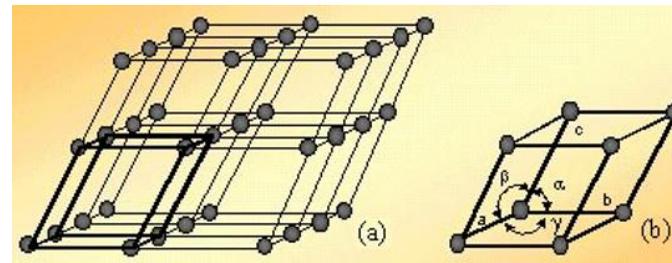
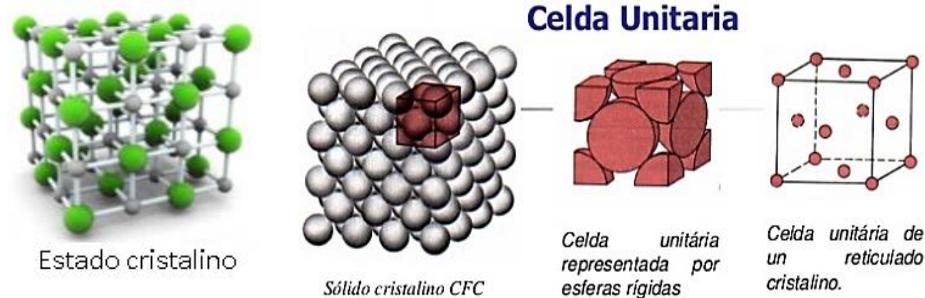
La **estructura física de los materiales sólidos** es consecuencia de la **disposición de los átomos, moléculas o iones en el espacio**, así como de las **fuerzas de interconexión de las partículas**. Los diversos átomos que forman al material se agrupan entre sí cuando el material está en estado sólido. **Al conocer su microestructura, podemos saber las características que tendrá el material y así definir en qué podemos usarlo**, ya sea a nivel industrial, comercial o doméstico. Dependiendo de la forma o patrón como se agrupen los átomos, se tiene lo siguiente:

Los átomos (moléculas o iones) que componen el sólido se agrupan siguiendo patrones de ordenamiento definidos. Las partículas se sitúan ocupando los nudos o puntos singulares de una red espacial geométrica tridimensional. **A los conjuntos de átomos agrupados de manera regular y ordenada se les llama cristales**. **A un material cuyos átomos forman cristales se le llama material cristalino**.

La **microestructura de los materiales sólidos** puede ser de los siguientes tipos:

- Según su orden:
 - Cristalino**: zonas ordenada
 - Amorfa**: zonas desordenada
 - Semicristalinos**: material posee zonas cristalinas y amorfas
- Según su composición:
 - Monofásicos**: un único componente
 - Polifásicos**: dos o mas componentes

El **ordenamiento atómico en sólidos cristalinos** puede representarse asimilando los átomos a los **puntos de intersección de una red de líneas en tres dimensiones**. Tal red se llama **retículo espacial** (a), y puede ser descrita como una disposición de punto tridimensionalmente infinita. Cada punto de la **red espacial** tiene idéntico entorno y puede ser descrito por una disposición espacial mínima denominada **celda unidad** (b), que se repite, según 14 tipos de redes cristalinas (Redes de Bravais).



Un **sólido cristalino** es aquel que tiene una estructura periódica y ordenada, como consecuencia tienen una forma que no cambia, salvo por la acción de fuerzas externas.

Microestructura

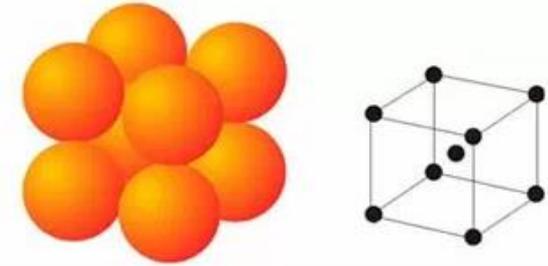
La **microestructura** de un material refleja las propiedades del material. Se caracteriza por el número de fases, su proporción y su distribución dentro del sistema. Depende del número de componentes, de la concentración de cada uno de ellos, volumen, tamaño, de los defectos, de la historia del material, etc.

Los materiales están formados por una gran cantidad de **cristales y/o zonas amorfas**.

Los átomos (moléculas o iones) que componen el sólido se agrupan siguiendo patrones de ordenamiento definidos.

A los conjuntos de átomos agrupados de manera regular y ordenada se les llama **cristales**.

A un material cuyos átomos forman cristales se le llama **material cristalino**.



La microestructura de los materiales sólidos pueden ser según su origen:

Un material **Cristalino** puede estar formado por varios cristales los cuales difieren entre si en sus propiedades físicas.

Al conjunto de cristales (o zonas amorfas) que presentan las mismas características se les llama **Fases**.

Se denomina **Fases** a cada una de las zonas de un **sistema material** físicamente homogéneo que es posible ver y que tiene propiedades intensivas diferentes de los demás.

(sistema material = es cualquier porción de materia)

Los **cambios de fase**, llamados antiguamente **cambios de estado**, son procesos físicos en los que el cuerpo cambia la disposición de sus moléculas al cambiar su presión o temperatura.

Los **cambios de fase** son convertibles y por eso se pueden dar hasta seis de ellos: La **fusión**, la **vaporización**, la **sublimación directa**, la **licuación** (licuefacción o condensación), **solidificación** y la **sublimación regresiva** (compensación).

Licuefacción o condensación, es el paso de un componente u objeto, de un estado gaseoso a un estado líquido.

Sublimación es el proceso que consiste en el cambio de estado de sólido al estado gaseoso sin pasar por el estado líquido.

Al proceso inverso, es decir, al paso directo del estado gaseoso al estado sólido, se le denomina **sublimación inversa**.



Los **cambios de fase** son fenómenos físicos reversibles y se producen a una temperatura constante la cual depende de la naturaleza de la sustancia. Por ejemplo el agua pasa de sólido a líquido a 0 °C y de líquido a vapor a 100 °C.

Microestructura

Los materiales **crystalinos** pueden estar formados por un solo cristal (**monocristalino**) o muchos (**policristalino**).

Tipos de formaciones cristalinas.

Materiales **Monocristalino**

Constituidos por un solo tipo de red cristalina. Son sistemas homogéneos de grano único. Sin discontinuidades. Alta resistencia y baja capacidad de deformación.

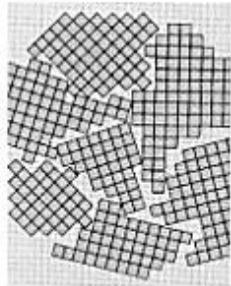
Monocristalinos: presentan la misma estructura cristalina en toda la extensión del material sin interrupciones.



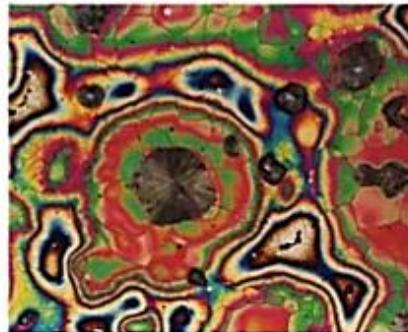
Materiales **Policristalino**

Tienen más de un tipo de ordenamiento o estructura cristalina. Cada una de esas estructuras se llaman **granos**. Estos se van ordenando en forma regular. Durante la solidificación hay competencia entre los cristales para ocupar el mayor espacio posible. Los extremos de los cristales interaccionan entre sí produciendo discontinuidades: límites de granos. Granos grandes: frágiles. Granos pequeños: dúctiles.

Policristalinos:
constituídos de varios cristales o granos



Material policristalino

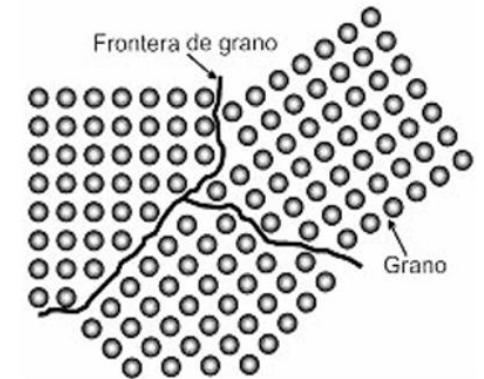


Los **límites de grano** son regiones que separan cristales de diferentes orientaciones en un material policristalino.

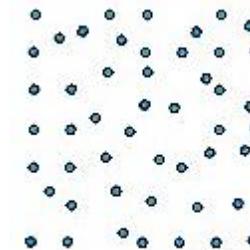
Fronteras de grano

Superficies que separan los distintos granos del material policristalino.

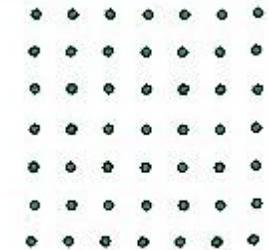
- Un grano es una porción del material que contiene átomos con una disposición atómica idéntica. Sin embargo, cada grano tiene una orientación cristalográfica distinta.
- Las fronteras de grano son regiones donde existe desorden estructural (cambio de orientación cristalográfica). Algunos átomos están más comprimidos y otros más alejados.



La diferencia entre los **sólidos Amorfos y Cristalinos**, se basan en la forma en que los átomos están organizados estructuralmente en el cuerpo sólido (la posición de los átomos con respecto a los demás) estableciendo estructuras y arreglos geométricos repetitivos o la falta de estos.



Amorfo



Cristal

Materiales Amorfos

Sus átomos no siguen ningún patrón cuando forman al material. Todos los átomos se encuentran colocados al azar.

Un **sólido amorfo** consiste en partículas acomodadas en forma irregular y por ello no tienen el orden que se encuentra en los cristales.

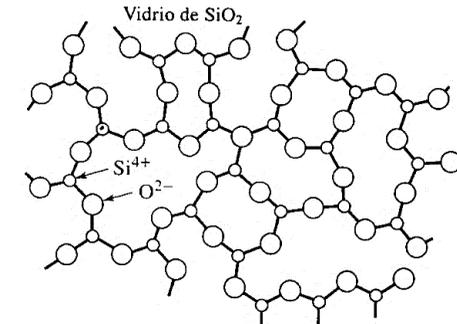
La característica más notoria de estos materiales amorfos es la ausencia de orden de largo alcance.

Esto significa que, al contrario de lo que ocurre en un cristal, el conocimiento de las posiciones atómicas de una región no nos permite predecir cuales serán las posiciones atómicas en otra región más o menos distante.

Ejemplos de sólidos amorfos son el **vidrio, goma** y muchos **plásticos**.

Los **sólidos amorfos**, al igual que los líquidos y gases, **son isotrópicos**, es decir **sus propiedades son iguales en todas las direcciones**.

Esto se debe a la **falta de regularidad en el ordenamiento de las partículas** en los sólidos amorfos, **lo cual determina que todas las direcciones sean equivalentes**.

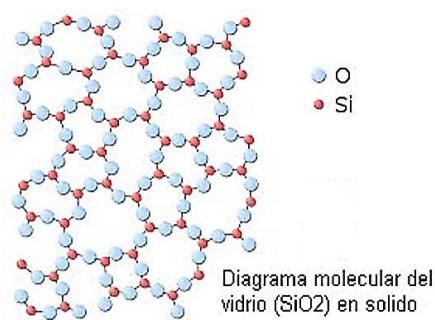
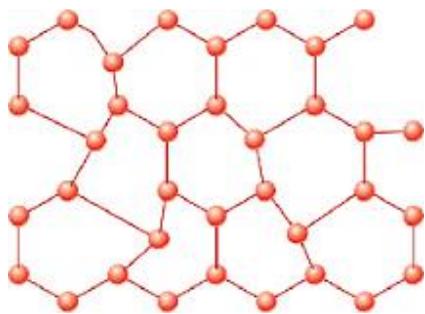


Estructura desordenada: Materia vítrea o amorfa

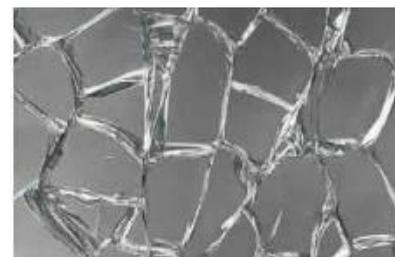
Estos sólidos que no poseen estructura ordenada ni con forma definida, sus partículas constituyentes presentan atracciones lo suficientemente eficaces como para detener el flujo de una sustancia, dando como resultado una estructura rígida y medianamente dura. Al quebrarse un sólido amorfo, esto produce en él caras y bordes irregulares, a altas temperaturas estos lentamente comienzan a fundirse pasando del estado sólido a un estado líquido. Éstos no presentan una disposición interna ordenada (sin patrón ordenado), algunos son denominados vidrios o líquidos sobre enfriados.

Estos sólidos a altas temperaturas son capaces de transformarse en líquidos, donde sus partículas constituyentes poseen libertad de movimiento, y al disminuir la temperatura lentamente la energía cinética de las partículas va disminuyendo, llegando a producirse un acomodamiento entre ellas. Por otro lado, si el enfriamiento se produce rápidamente y debajo del punto de fusión (sobre enfriamiento) origina esto, gracias a las menores vibraciones, una contracción térmica, no permitiendo el ordenamiento de las partículas, aumentando así la viscosidad (no permitiendo apreciar el flujo) y adquiere entonces las propiedades de un sólido, como por ejemplo: rigidez, dureza, forma, volumen definido, etc.

Los sólidos amorfos difieren de los cristalinos por la manera en que se funden. Si controlamos la temperatura de un sólido cristalino cuando se funde, encontraremos que permanece constante. Los sólidos amorfos no tienen temperatura de fusión bien definida; se suavizan y funden en un rango de temperatura y no tienen “punto de fusión” característico.



Estructura desordenada: Materia vítrea o amorfa.



COLORES DEL VIDRIO

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------|-----------------|
| Verde Fe ₂ O ₃ | Amarillo UO ₂ | Azul CuO | Rojo Au / Cu |
|---|-----------------------------|-------------|-----------------|

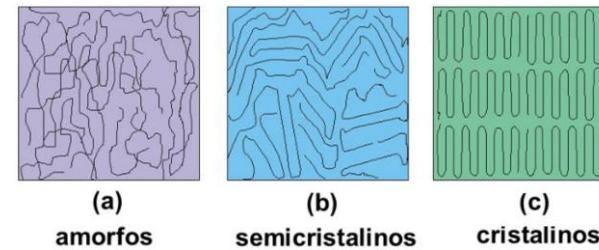
Materiales Semicristalinos

El material posee **zonas cristalinas** (los átomos están ordenados siguiendo un patrón regular) y **zonas amorfas** (los átomos se encuentran colocados de manera desordenada).

Estado **crystalino** y estado **amorfo**.

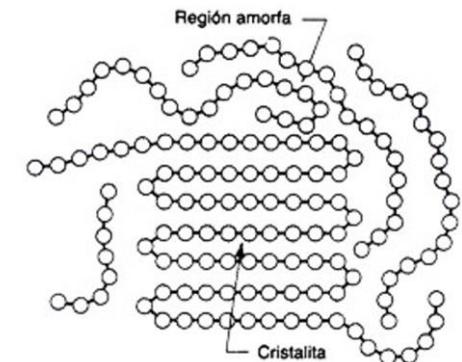
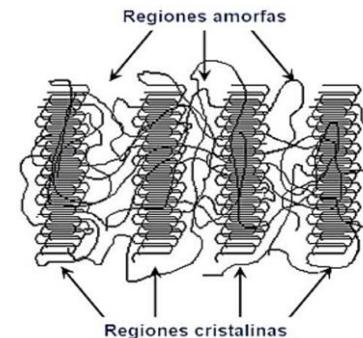
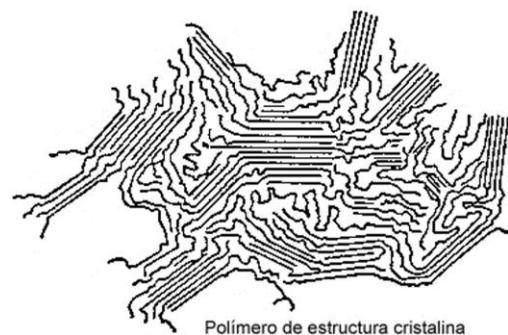
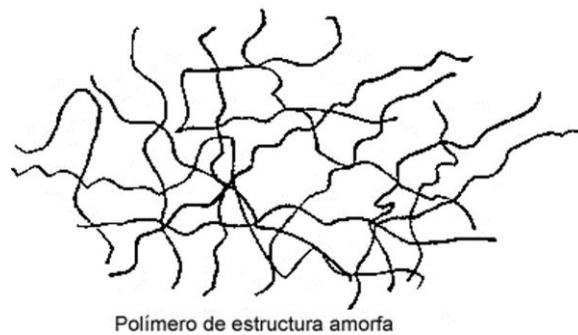
Los términos **crystalino** y **amorfo** se utilizan normalmente para indicar las regiones ordenadas y desordenadas de los polímeros.

La figura abajo muestra un esquema de un sistema **amorfo** (a), uno **semicristalinos** (b) y otro **crystalino** (c). En estado solido algunos polímeros son completamente amorfos, otros son semicristalinos y , dependiendo de las condiciones de cristalización, un polímero con capacidad de cristalizar puede ser amorfo o semicristalinos. Con frecuencia se utiliza el termino crystalino en lugar de semicristalino, aunque ningún polímero es completamente crystalino.



Los **materiales poliméricos** son ejemplos importantes de **materiales parcialmente amorfos o parcialmente cristalinos**.

Los **polímeros** se producen por la unión de cientos de miles de moléculas pequeñas denominadas **monómeros** que forman **enormes cadenas de las formas más diversas**. Algunas parecen fideos, otras tienen ramificaciones. algunas más se asemejan a las escaleras de mano y otras son como redes tridimensionales.



Los **polímeros o macromoléculas**, son como sus dos nombres indican *-poli* = muchas, *meros* = unidades; *macro* = grande- moléculas de un tamaño mucho mayor al de las normales o, más exactamente, cadenas ensambladas de las mismas tal como lo son los eslabones de una cadena. Se trata de materiales habituales, como los denominados plásticos.

Tipos de polímeros:

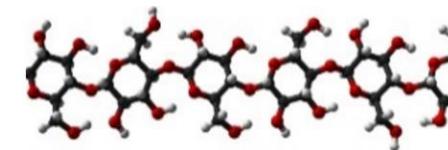
Polímeros naturales: Proceden de los seres vivos. Ej: Algodón, Seda, Caucho natural

Polímeros Sintéticos: Son aquellos que se obtienen en la industria o el laboratorio. Ej: Plásticos, Kevlar, Tergal, Nylon

Lo que distingue a los polímeros de los materiales constituidos por moléculas de tamaño normal son sus **propiedades mecánicas**.

Las **zonas cristalinas** son las responsables de la **resistencia mecánica** y las **amorfas** están asociadas a la **flexibilidad y elasticidad** del material.

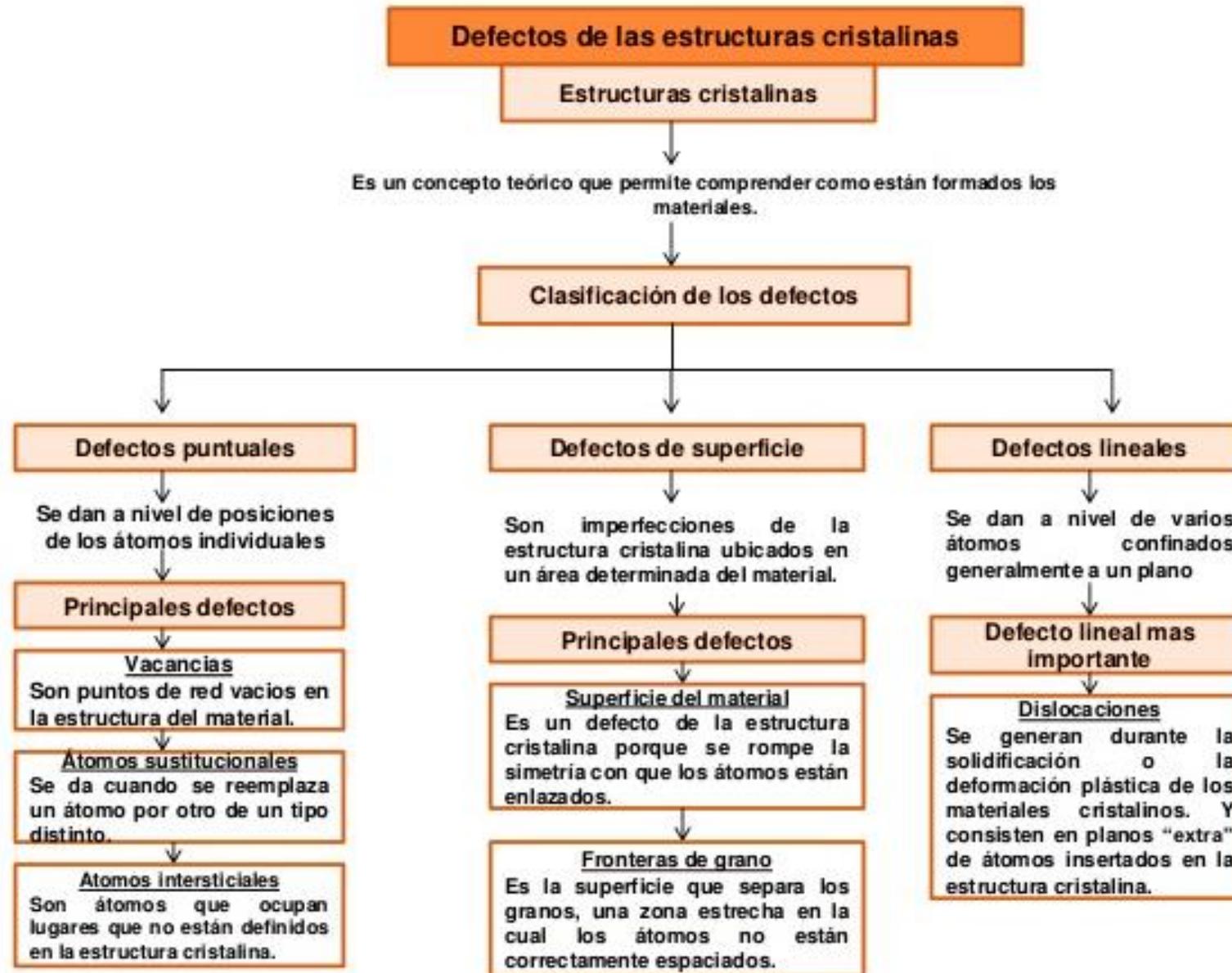
Los polímeros tienen una excelente resistencia mecánica debido a las fuerzas de atracción intermoleculares de las grandes cadenas poliméricas. (Las fuerzas de atracción intermoleculares dependen de la composición química del polímero).



Imperfecciones en sólidos cristalinos: es cualquier perturbación en la periodicidad de la red de un sólido cristalino.

¿Qué es la **periodicidad**? Al observar semejanzas físicas y químicas entre los elementos conocidos, fue necesario encontrar un sistema que permitiera ordenarlos y agruparlos.

La **periodicidad** se describe como una propiedad de los elementos químicos. Indica que los elementos que pertenecen a un mismo grupo o familia de la tabla periódica tienen propiedades muy similares.



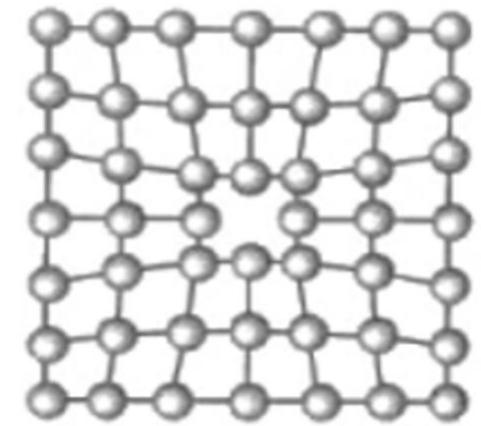
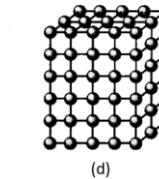
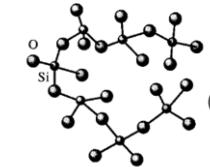
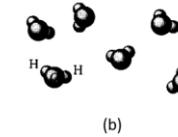
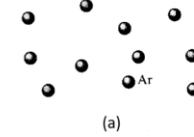
ESTRUCTURA DE LA MATERIA

Imperfecciones en sólidos cristalinos: es cualquier perturbación en la periodicidad de la red de un sólido cristalino.

La **periodicidad** se describe como una propiedad de los elementos químicos. Indica que los elementos que pertenecen a un mismo grupo o familia de la tabla periódica tienen propiedades muy similares.

Niveles de arreglo atómico en los materiales:

- (a) los gases inertes no tienen un orden regular en sus átomos.
- (b y c) Algunos materiales, incluyendo el vapor de agua y el vidrio, tienen orden en una distancia muy corta.
- (d) Los metales y muchos otros sólidos tienen un orden regular de los átomos que se extiende por todo del material.

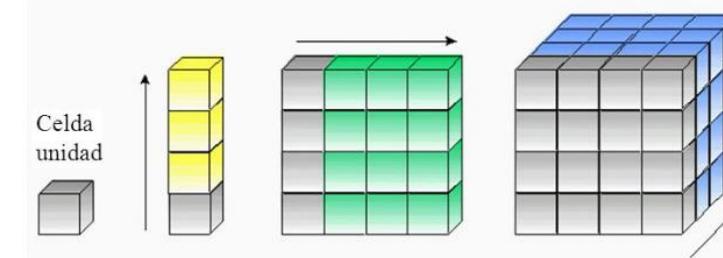


Una variación en el ordenamiento regular de los átomos, especies iónicas o moléculas de un cristal

La distribución atómica en sólidos cristalinos puede describirse mediante una red espacial donde se especifican las posiciones atómicas por medio de una celda unidad que se repite y que posee las propiedades del metal correspondiente.



La estructura del sólido cristalino se representa mediante la repetición de la celda unidad en las tres direcciones del espacio



Estructura Cristalina: se refiere al tamaño, la forma y la organización atómica dentro de la red de un material.

Red : Conjunto de puntos, conocidos como puntos de red, que están ordenados de acuerdo a un patrón que se repite en forma idéntica.

Puntos de Red : Puntos que conforman la red cristalina. Lo que rodea a cada punto de red es idéntico en cualquier otra parte del material.

Celda Unitaria : es la subdivisión de la red cristalina que sigue conservando las características generales de toda la red.

Las **estructuras cristalinas** no son perfectas.

- Existen defectos o imperfecciones que modifican sus propiedades.
- Estos defectos son discontinuidades en la organización espacial del cristal.
- Influyen en las propiedades mecánicas, físicas y químicas de los materiales cristalinos.
- Es posible controlar la resistencia de un material metálico controlando la cantidad y el tipo de imperfección.

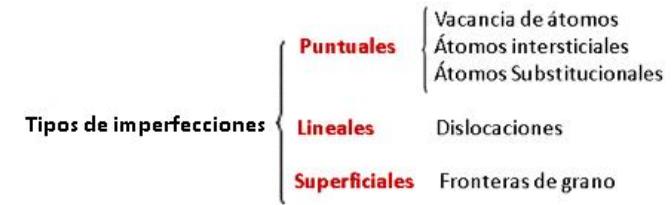
| | | | |
|--------------------------------|---|----------------------|--|
| Tipos de imperfecciones | } | Puntuales | Vacancia de átomos Átomos intersticiales Átomos Substitucionales |
| | | Lineales | Dislocaciones |
| | | Superficiales | Fronteras de grano |

Son estos defectos cristalinos los que dan las propiedades más interesantes de la materia, como la deformación plástica, a resistencia a la rotura, la conductividad eléctrica, el color, la difusión, entre otras.

ESTRUCTURA DE LA MATERIA

Defectos en sólidos cristalinos: es cualquier perturbación en la **periodicidad** de la red de un sólido cristalino.

La **periodicidad** se describe como una propiedad de los elementos químicos. Indica que los elementos que pertenecen a un mismo grupo o familia de la tabla periódica tienen propiedades muy similares.



Imperfecciones Puntuales:

Son alteraciones o discontinuidades puntuales de la red cristalina provocadas por uno o varios átomos.

Tienen Origen por movimiento de átomos durante el calentamiento o el procesamiento del material, introducción de impurezas o por aleación.

Afectan a un punto de red, perturbando únicamente a los vecinos más próximos

Las Imperfecciones se clasifican según su geometría y forma:



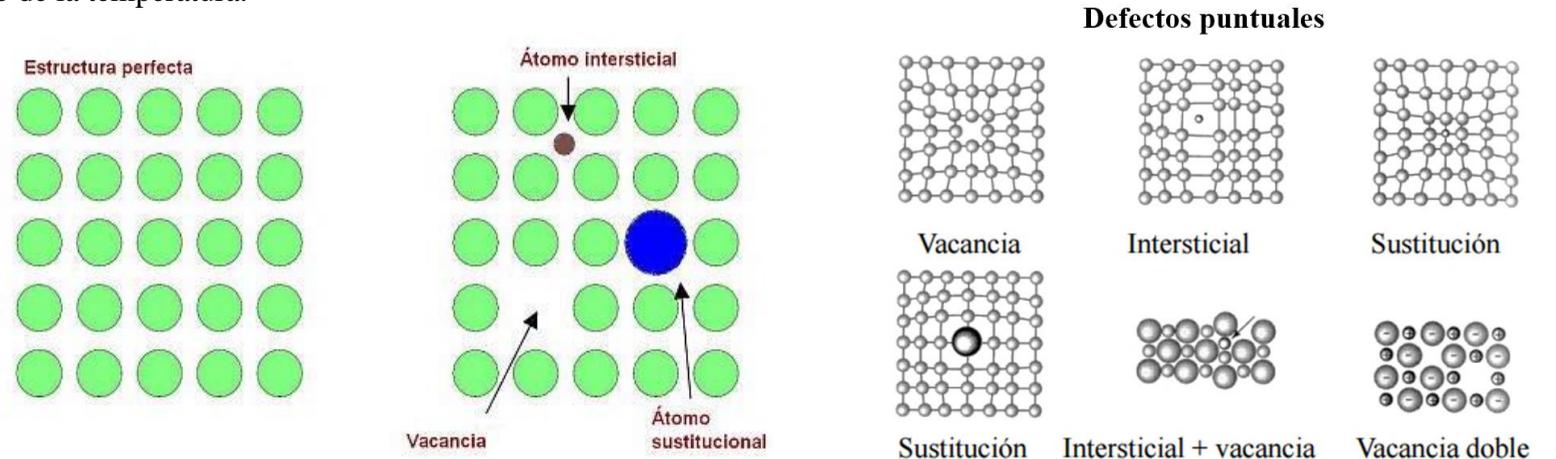
VACANTE: Es un hueco creado por la pérdida de un átomo que se encontraba en esa posición. Puede producirse durante la solidificación, por perturbaciones locales durante el crecimiento de los cristales. Puede producirse por reordenamientos atómicos en el cristal ya formado como consecuencia de la movilidad de los átomos.

INTERSTICIALES: Se produce cuando, un átomo extra se inserta dentro de la estructura de la red en una posición que normalmente no está ocupada, formando un defecto llamado "Defecto intersticial".

SUBSTITUCIONAL: Se crea un defecto sustitucional cuando se reemplaza un átomo por otro tipo distinto. El átomo sustitucional permanece en la posición original. Cuando estos átomos son mayores que los normales de la red, los átomos circundantes se comprimen; si son más pequeños, los átomos circundantes quedan en tensión. En cualquier caso, el defecto sustituciones distorsiona la red circundante. Igualmente, se puede encontrar el defecto sustituciones como una impureza o como un elemento aleante agregado deliberadamente y, una vez introducido, el número de defectos es relativamente independiente de la temperatura.

Características derivadas de los defectos Puntuales

- Aumentan la resistencia (traban las dislocaciones).
- Disminuyen la conductividad eléctrica y térmica.



ESTRUCTURA DE LA MATERIA

Defectos en sólidos cristalinos: es cualquier perturbación en la **periodicidad** de la red de un sólido cristalino. La **periodicidad** se describe como una propiedad de los elementos químicos. Indica que los elementos que pertenecen a un mismo grupo o familia de la tabla periódica tienen propiedades muy similares.

| | | | |
|-------------------------|---|----------------------|--|
| Tipos de imperfecciones | } | Puntuales | Vacancia de átomos Átomos intersticiales Átomos Substitucionales |
| | | Lineales | Dislocaciones |
| | | Superficiales | Fronteras de grano |

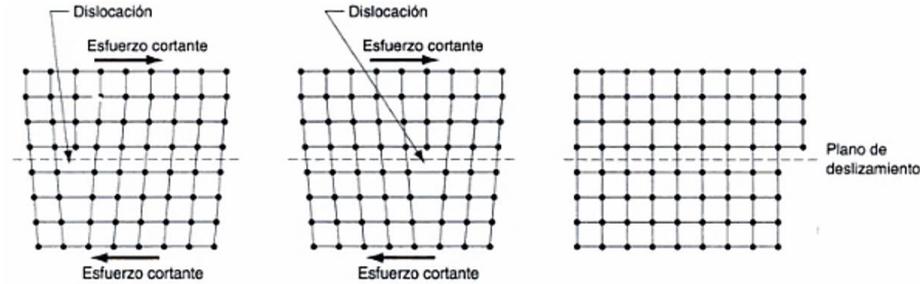
Imperfecciones Lineales:

(Dislocaciones) Son imperfecciones o irregularidades lineales que viajan dentro del sólido cuando se le aplican tensiones.

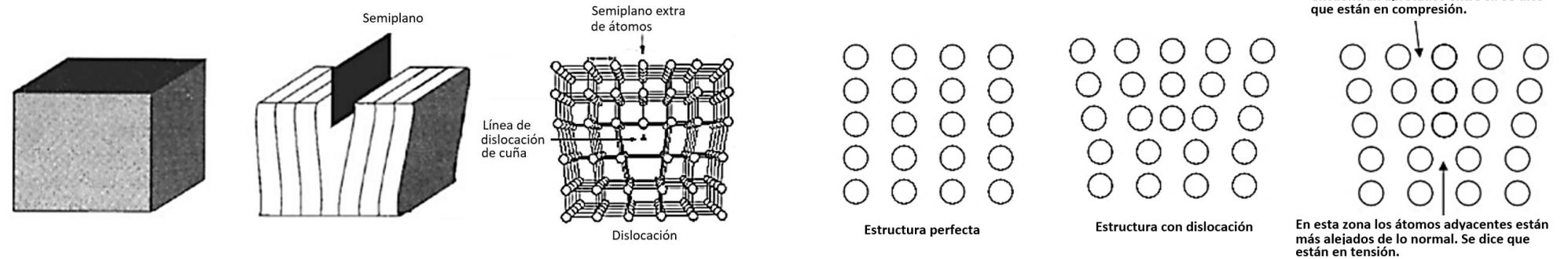
Son defectos de línea porque se extienden a lo largo de una dirección y afectan a una fila de puntos de red en una red ideal o perfecta.

Su origen suele tener lugar en deslizamientos que ocurren en el seno del cristal durante el proceso de solidificación o proceso de moldeado del material.

Entre la parte que ha deslizado y la que no, aparece una discontinuidad que recibe el nombre de **línea de dislocación**.



Las dislocaciones consisten en planos extras que se introducen entre los ordinarios. Estos planos no son de átomos procedentes de las impurezas, sino del mismo material. Dislocaciones, Imperfección lineal alrededor de la cual los átomos de cristal están desalineados.



Significado de las dislocaciones

Los **deslizamientos atómicos** pueden ocurrir en cerámicos y polímeros, estos procesos **son útiles para entender el comportamiento mecánico de los metales**

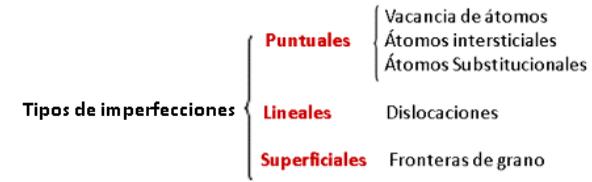
- El deslizamiento atómico **explica porque la resistencia de los metales es mucho más baja** que el valor teórico predicho de los enlaces metálicos. **Cuando los deslizamientos ocurren,** solo una pequeña fracción de todos los enlaces metálicos a lo largo de la interfase necesita ser roto y **la fuerza requerida para deformar el metal es pequeña.**
- **Los deslizamientos proveen ductilidad en los metales.** Si no estuvieran presentes las dislocaciones, una barra de hierro sería frágil y los metales no podrían ser moldeados por varios procesos tales como forjado.
- **Es posible controlar las propiedades mecánicas de un metal o aleación** interfiriendo con el movimiento de las dislocaciones.

Características derivadas de los defectos Lineales

Disminuyen la resistencia. - **Aumentan la ductilidad y la plásticidad.**

ESTRUCTURA DE LA MATERIA

Defectos en sólidos cristalinos: es cualquier perturbación en la periodicidad de la red de un sólido cristalino. La **periodicidad** se describe como una propiedad de los elementos químicos. Indica que los elementos que pertenecen a un mismo grupo o familia de la tabla periódica tienen propiedades muy similares.

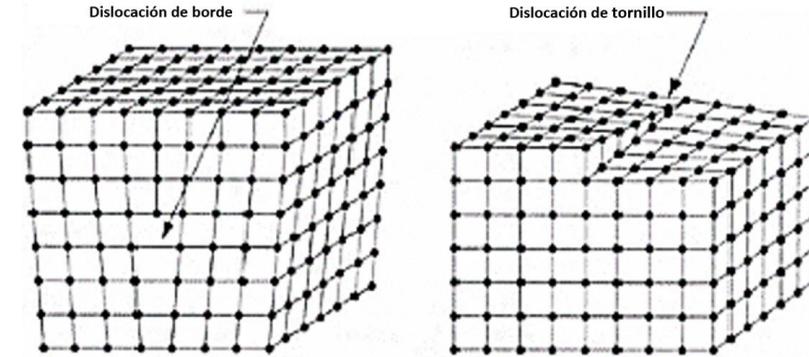


Imperfecciones Lineales: (Dislocaciones)

Dislocaciones, Imperfección lineal alrededor de la cual los átomos de cristal están desalineados.

Tipos de Dislocaciones:

Según como se produce el deslizamiento, aparecen dos tipos fundamentales de dislocaciones.



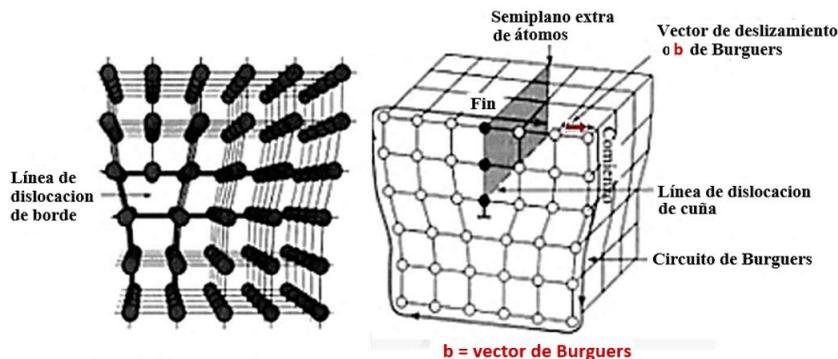
Borde (arista, cuña, línea): Se genera en un cristal por la inserción de un semiplano extra de átomos. Hay un plano de átomos adicional.

Tornillo (helicoidal): Es una zona de distorsión en forma de rampa espiral o distorsión que se puede formar por la aplicación de esfuerzos cortantes, hacia arriba o hacia abajo en la zona del cristal de tornillo por cizalladura del cristal. Apilación de planos en espiral a lo largo de la línea de dislocación.

Mixta: Son de carácter doble > de **arista** (Borde) y **helicoidal** (Tornillo).

Defecto Borde en Cuña o Arista

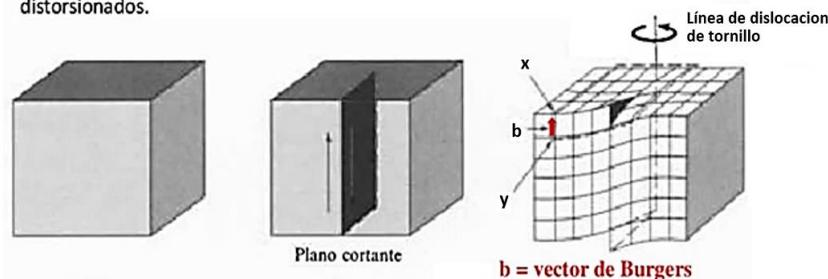
Formada por un plano extra de átomos en el cristal, el vector de Burgers es perpendicular al plano que contiene la dislocación y paralelo al plano de deslizamiento. Existe una interacción fuerte entre dislocaciones de arista de tal manera que se pueden llegar a aniquilar.



La distancia de desplazamiento de los átomos en torno a una dislocación se llama **DESPLAZAMIENTO** o vector de Burgers **b** y es perpendicular a la línea de dislocación de cuña.

Defecto de Tornillo O Helicoidal

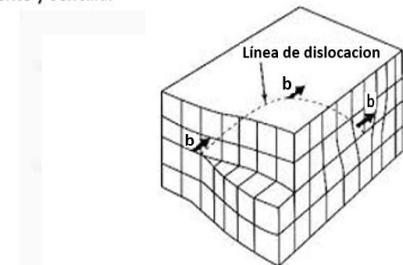
Esta dislocación se forma cuando se aplica un esfuerzo de cizalladura en un cristal perfecto que ha sido separado por un plano cortante, las tensiones de cizalladura introducen una región de distorsión en forma de rampa en espiral de átomos distorsionados.



El vector de Burgers o de desplazamiento es paralelo a la línea de dislocación.

Defecto Mixtos

Con frecuencia los cristales exhiben mezcla de las dislocaciones anteriores. Su vector de Burgers no es ni perpendicular ni paralelo a la línea de dislocación, pero mantiene una orientación fija en el espacio. La estructura atómica local en torno a la dislocación mixta es difícil de visualizar, pero el vector de Burgers proporciona una descripción conveniente y sencilla.



Definición del vector de Burgers: Vector de la red cristalina que indica la dirección y magnitud del desplazamiento que sufren los átomos de la red con el paso de una dislocación.

ESTRUCTURA DE LA MATERIA

Defectos en sólidos cristalinos: es cualquier perturbación en la periodicidad de la red de un sólido cristalino. La **periodicidad** se describe como una propiedad de los elementos químicos. Indica que los elementos que pertenecen a un mismo grupo o familia de la tabla periódica tienen propiedades muy similares

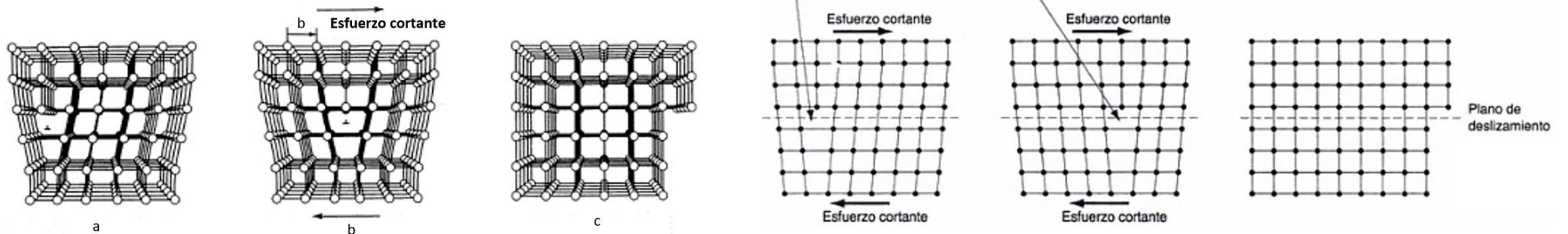
| | | |
|-------------------------|---------------|--|
| Tipos de imperfecciones | Puntuales | Vacancia de átomos Átomos intersticiales Átomos Substitucionales |
| | Lineales | Dislocaciones |
| | Superficiales | Fronteras de grano |

Deslizamiento de las Dislocaciones

Deslizamiento: es el proceso por el cual se produce deformación plástica por el movimiento de dislocaciones.

Debido a una fuerza externa, partes de la red cristalina se deslizan respecto a otras, resultando en un cambio en la geometría del material. Dependiendo del tipo de red, diferentes sistemas de deslizamiento están presentes en el material.

1. Al aplicar un esfuerzo cortante, la dislocación puede romper los enlaces de los planos atómicos contiguos.
2. Los planos con enlaces rotos se desplazan ligeramente y en sentido contrario para reestablecer sus enlaces atómicos.
3. Esta recombinación hace que la dislocación se desplace.
4. Finalmente el material queda deformado.



Factores determinantes en el deslizamiento de dislocaciones

1. Las direcciones de deslizamiento usuales son las direcciones compactas del material (distancia menor entre planos).
2. Los planos de deslizamiento son los más compactados posibles del material.
3. Los materiales con enlaces covalentes (muy intensos) impiden el deslizamiento de dislocaciones. Al aumentar el esfuerzo cortante se rompen (frágiles) antes que deformarse.
4. Los materiales iónicos también ofrecen una alta resistencia al deslizamiento.
 - Fuertes enlaces iónicos - Repulsión electrostática durante el deslizamiento - Mayor longitud del vector de Burgers en estos materiales

Importancia del deslizamiento de las Dislocaciones

1. El deslizamiento de las dislocaciones es de especial importancia para conocer el comportamiento mecánico en los metales.
2. El deslizamiento proporciona ductilidad al material (facilidad de deformación). De no existir la posibilidad de deslizamiento, el material sería frágil.
3. Controlar el movimiento de las dislocaciones (introducir impurezas, defectos, solidificación, etc.) permite controlar las propiedades mecánicas del material.

ESTRUCTURA DE LA MATERIA

Defectos en sólidos cristalinos: es cualquier perturbación en la periodicidad de la red de un sólido cristalino. La **periodicidad** se describe como una propiedad de los elementos químicos. Indica que los elementos que pertenecen a un mismo grupo o familia de la tabla periódica tienen propiedades muy similares

| | | | |
|-------------------------|---|----------------------|--|
| Tipos de imperfecciones | } | Puntuales | Vacancia de átomos Átomos intersticiales Átomos Substitucionales |
| | | Lineales | Dislocaciones |
| | | Superficiales | Fronteras de grano |

Imperfecciones Superficiales

Son los límites o bordes o planos que dividen un material en regiones, cada una de las cuales tienen la misma estructura cristalina pero diferente orientación.

Ver ilustración esquemática mostrando las diversas etapas en la solidificación de metales:

- Formación de núcleos,
- Crecimiento de los núcleos hasta formar cristales y
- Unión de cristales para formar granos y límites de granos asociados.



Defectos de superficie. Son aquellos que se propagan a través de un plano o dos dimensiones. Ejemplo: **Planos de Macla.**

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

Características derivadas de los defectos Superficiales
Influyen en la adherencia, corrosión, dureza, brillo, etc.

| | | |
|---------------------------------------|---|---|
| Tipos de imperfecciones Superficiales | } | Bordes de grano: límites entre cristales |
| | | Superficies libres: en contacto con el ambiente |
| | | Planos de Macla: cambio de orientación en el grano |

ESTRUCTURA DE LA MATERIA

Defectos en sólidos cristalinos: es cualquier perturbación en la periodicidad de la red de un sólido cristalino. La **periodicidad** se describe como una propiedad de los elementos químicos. Indica que los elementos que pertenecen a un mismo grupo o familia de la tabla periódica tienen propiedades muy similares

Tipos de Imperfecciones Superficiales

Son los límites o bordes o planos que dividen un material en regiones, cada una de las cuales tienen la misma estructura cristalina pero diferente orientación. (material policristalino). Un **policristal** o **material policristalino** es un agregado de pequeños cristales de cualquier sustancia, a los cuales, por su forma irregular, a menudo se les denomina cristalitas o granos cristalinos. Muchos materiales de origen tanto natural (minerales y metales) como sintético (metales, aleaciones, cerámica, etc.) son policristales.

Bordes de grano: Superficie que separa los granos individuales. Cortan el desplazamiento de dislocaciones.

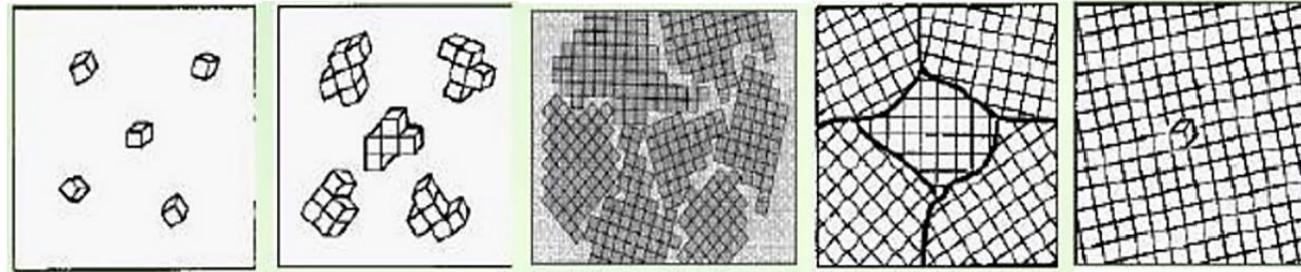
La **microestructura** de la mayor parte de los materiales está formada por muchos granos.

Sin embargo, la **orientación del arreglo atómico**, o de la estructura cristalina, es distinta para cada grano.

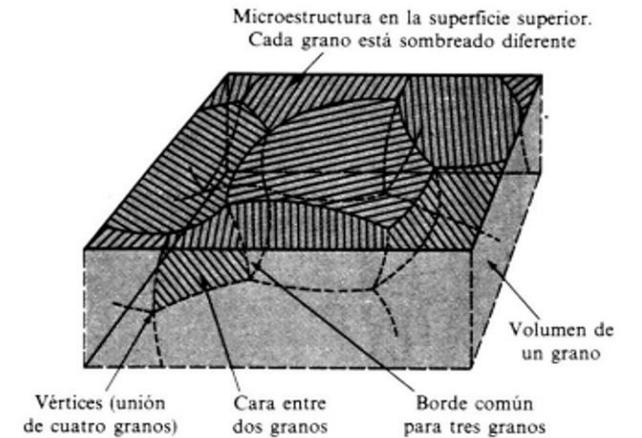
Un **grano** es una porción del material dentro del cual el arreglo atómico es idéntico.

Tipos de imperfecciones Superficiales

- Bordes de grano:** límites entre cristales
- Superficies libres:** en contacto con el ambiente
- Planos de Macla:** cambio de orientación en el grano

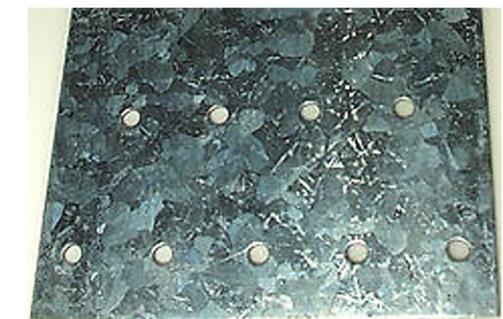
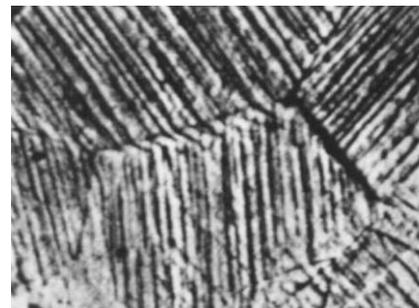
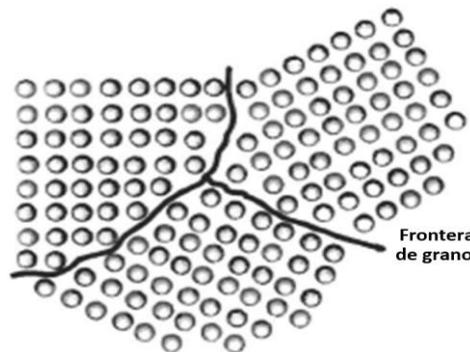


A partir de la cristalización, se forman estructuras granulares, es decir, un grano es la estructura formada por un núcleo central y cristales que crecen a su alrededor



La **frontera de grano**, que es la superficie que separa los granos, es una zona estrecha en la cual los átomos no están correctamente espaciados.

Esto quiere decir que en algunos sitios los átomos están tan cerca unos de otros en la frontera de grano, que crean una región de compresión y en otras áreas están tan alejados que crean una región de tensión. En la figura se muestran de manera esquemática tres granos; la red de cada uno de ellos es idéntica pero están orientados de manera distinta.



Superficie galvanizada con granos de zinc visibles

Propiedades

A mayor **tamaño de grano**, mayor **conductividad eléctrica**, pues menor cantidad de superficie de borde de grano impide el movimiento de los electrones.

A menor **tamaño de grano**, mayor **resistencia mecánica**, pues las dislocaciones tendrán menor movilidad al estar impedido su movimiento.

Los **límites de grano "anclan" las dislocaciones impidiendo su movimiento**, por tanto un **policristal resistirá mejor la tracción** que un monocristal.

ESTRUCTURA DE LA MATERIA

Defectos en sólidos cristalinos: es cualquier perturbación en la periodicidad de la red de un sólido cristalino. La **periodicidad** se describe como una propiedad de los elementos químicos. Indica que los elementos que pertenecen a un mismo grupo o familia de la tabla periódica tienen propiedades muy similares

Tipos de imperfecciones Superficiales

Bordes de grano: límites entre cristales
Superficies libres: en contacto con el ambiente
Planos de Macla: cambio de orientación en el grano

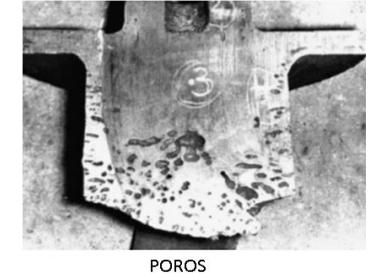
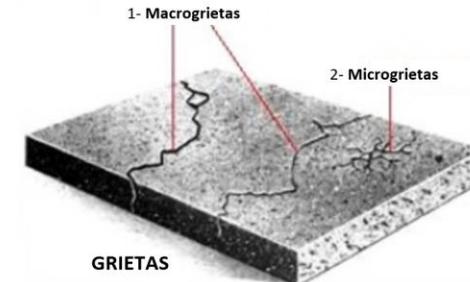
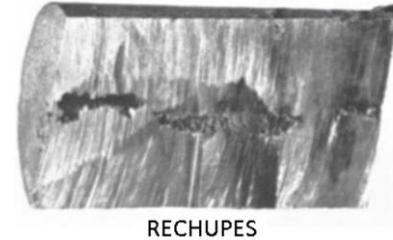
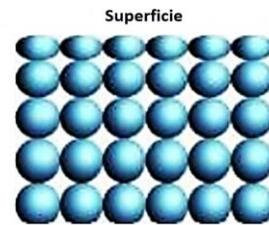
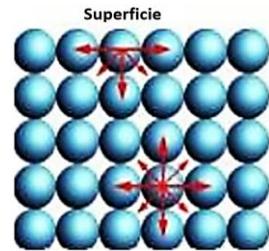
Tipos de Imperfecciones Superficiales

Son los límites o bordes o planos que dividen un material en regiones, cada una de las cuales tienen la misma estructura cristalina pero diferente orientación. (material policristalino). Un **policristal** o **material policristalino** es un agregado de pequeños cristales de cualquier sustancia, a los cuales, por su forma irregular, a menudo se les denomina cristalitas o granos cristalinos. Muchos materiales de origen tanto natural (minerales y metales) como sintético (metales, aleaciones, cerámica, etc.) son policristales.

Superficies libres: Son Defectos o imperfecciones alrededor de una superficie en una red espacial.

La superficie libre del sólido no tiene la misma estructura que el interior del mismo. Al cambio de estructura se llama **reconstrucción**.

Los átomos de la superficie muestran mayor energía debido a los enlaces no satisfechos. Estos átomos tienen enlaces químicos no completos, solo vecinos por una única cara, menos unidos al material, lo cual los hace más reactivos químicamente del resto de los átomos. Ejemplo: estado de oxidación en la mayoría de los metales. La superficie exterior también puede ser rugosa, tener marcas u otros defectos.



Planos, borde o límite de Macla: Es un tipo especial de límite de grano a través del cual existe una simetría de red especular; esto es, los átomos de un lado del límite son como imágenes especulares de los átomos del otro lado pero con distinta orientación. La región de material entre estos límites se denomina **macla**.

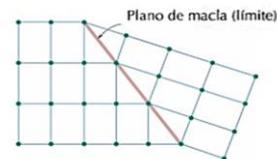
Las maclas se generan por desplazamientos atómicos producidos al aplicar fuerzas mecánicas cizallantes (maclas mecánicas) y también durante tratamientos térmicos de recocido posteriores a la deformación (maclas de recocido).

Los bordes de macla interfieren con el proceso de deslizamiento incrementando la resistencia del metal.

Una **macla** es la agrupación simétrica de cristales idénticos. > (Imagen Especular > Del espejo o semejante a él. Que se refleja en un espejo).

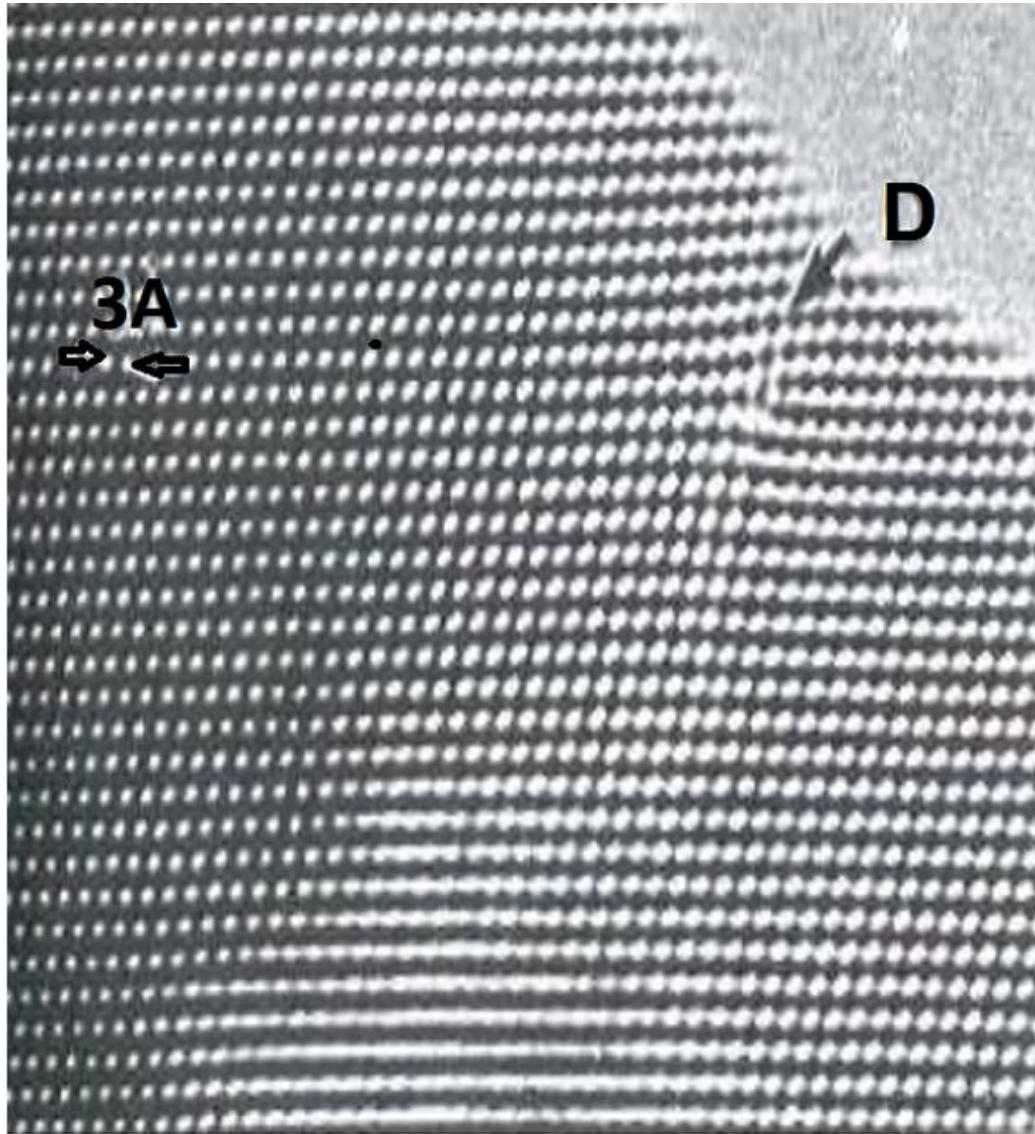
Límites de macla

Límite de grano que tiene simetría de red especular: los átomos de un lado del límite son imágenes especulares de los átomos del otro lado.

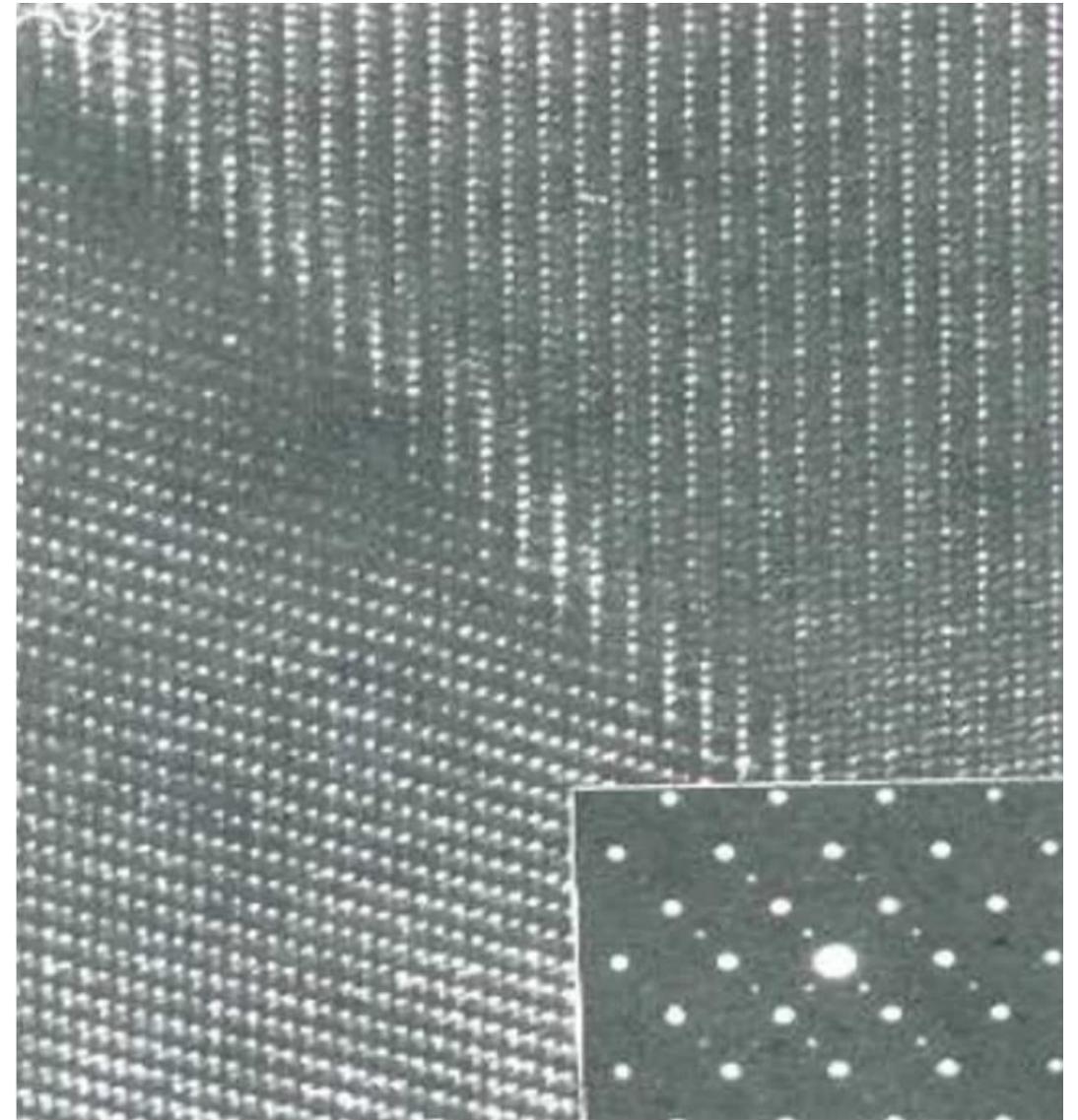


Se generan por desplazamientos atómicos causados por fuerzas mecánicas cizallantes y por tratamientos térmicos.





Defecto lineal: Dislocación en un material de composición ULaO₂. (Uranio, lantano, Oxígeno)
Dislocaciones, Imperfección lineal alrededor de la cual **los átomos de cristal están desalineados**



Defecto extenso: Macla en un óxido mixto de uranio y lantano.
Una **macla** es la agrupación simétrica de cristales idénticos.

ESTRUCTURA DE LA MATERIA

La **microestructura de los materiales sólidos** pueden variar **según su composición**.

Materiales Monofásicos: (un único componente)

El Material formado **por una fase** se llama **Monofásico u Homogéneo**.

(Se llama **FASE** a cada una de las sustancias que se distinguen en una dispersión)

Es una **mezcla homogénea** (presenta una sola fase), **sus propiedades intensivas son iguales en todos los puntos de su masa, y no se observa o distinguen zonas diferentes dentro de su masa, cuando se la examina al ultramicroscopio**.

Las **propiedades intensivas** son la temperatura, la presión, la velocidad, el volumen específico (volumen ocupado por la unidad de masa), el punto de ebullición, el punto de fusión, viscosidad, dureza, concentración, solubilidad, olor, color, sabor, conductibilidad, etc.

Las **mezclas homogéneas se conocen con el nombre de Disoluciones**.

Disolución o solución, es la mezcla homogénea resultante tras disolver cualquier sustancia en un líquido. Mezcla de dos sustancias en la que una pierde su identidad física.

Soluto, es la sustancia que se disuelve en la mezcla y que suele aparecer en menor cantidad. **Disolvente o solvente** (la sustancia donde se disuelve el soluto).

Dispersión: mezcla de dos o más sustancias en que cada una mantiene su estado y naturaleza.

Ejemplo, la agitación prolongada de una cucharada de azúcar en un vaso de agua, dará lugar a la formación de una solución de agua azucarada.

Materiales Polifásicos: (dos o más componentes)

El Material formado **por varias fases** se llama **Polifásico o Heterogéneo**.

(Se llama **FASE** a cada una de las sustancias que se distinguen en una dispersión)

Es una **mezcla heterogénea** (presenta dos o más fases), **sus propiedades intensivas son diferentes en distintas partes de su masa**.

Se distinguen distintas zonas a simple vista dentro de su masa, separadas por interfases (presentan superficies de discontinuidad).

Las mezclas heterogénea se conocen también con el nombre de **Dispersiones**. (**Dispersión:** mezcla de dos o más sustancias en que cada una mantiene su estado y naturaleza).

Un **ejemplo común de mezcla heterogénea**, lo constituye un trozo de granito, claramente, **se diferencian en el mismo sus componentes**, cuarzo, feldespato y mica. **Cada una de estas partes representa a sistemas homogéneos, con propiedades distintas, separadas entre sí, por límites bien definidos, conocidos con el nombre de interfase, mientras que cada una de estas porciones homogéneas se denominan fases**.

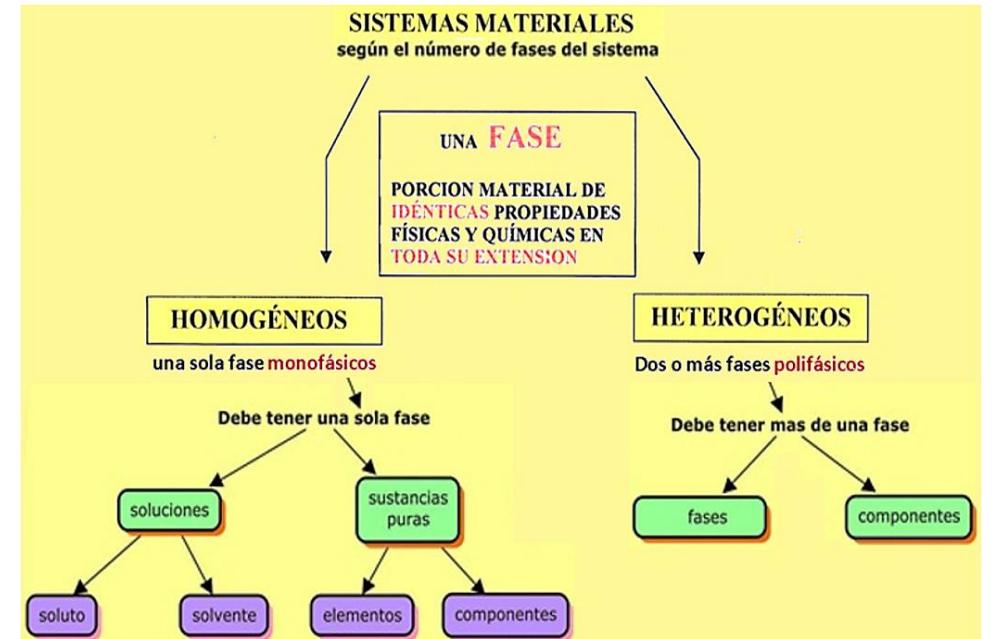
En los sólidos polifásicos, las fases pueden:

Formar sistema: Existe relación entre las fases. Al variar una varía la otra. Ambas dependen de las condiciones de presión y temperatura.

Se trata de un Material Polifásico, por ejemplo: el acero. (Acero es una aleación de hierro y carbono).

No formar sistema: Las fases son independientes. Se trata de un Material Compuesto.

Sistema: Conjunto de procesos o elementos interrelacionados con un medio para formar una totalidad encauzada hacia un objetivo común.



Disolución de Azúcar en Agua



Granito
Es un sistema heterogéneo ya que se pueden apreciar granos de tres minerales diferentes:

- Cuarzo
- Mica
- Feldespato

ESTRUCTURA DE LA MATERIA

La mayoría de **los materiales** con importancia industrial **están formados de más de una especie atómica o molecular**.

Una **especie** es un conjunto formado por **cosas semejantes** que tienen uno o más caracteres en común.

El **átomo** es la partícula más pequeña de un elemento químico que conserva sus propiedades.

Una **molécula** es la unión o conjunto de dos o más átomos, los cuales pueden ser iguales o diferentes; Si se llegan a separar estos átomos, cambiaría las propiedades de la materia.

Los componentes del material, se distribuyen según su **composición y temperatura**

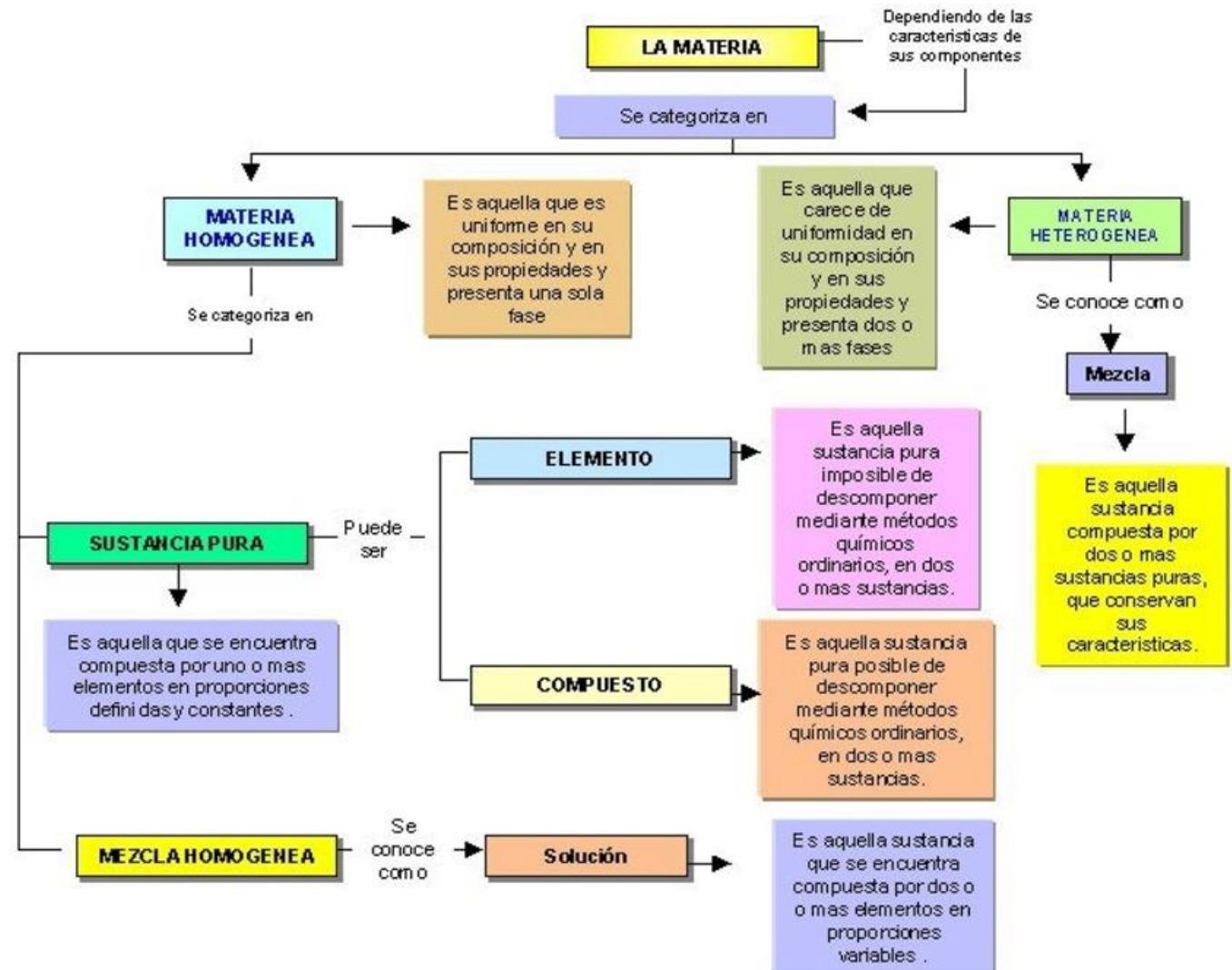
Componente: Que forma parte de alguna cosa o de su composición.

Composición de la materia

Se refiere a la **identificación y a la cantidad de diversas unidades que componen una materia**.

Sabemos que **los átomos, los iones y las moléculas son las unidades básicas que constituyen la materia** que nos rodea.

Según la cantidad de diversas unidades que constituyen la materia se pueden clasificar en:



ESTRUCTURA DE LA MATERIA

La mayoría de **los materiales** con importancia industrial **están formados de más de una especie atómica o molecular.**

Una **especie** es un conjunto formado por **cosas semejantes** que tienen uno o más caracteres en común.

El **átomo** es la partícula más pequeña de un elemento químico que conserva sus propiedades de dicho elemento.

Una **molécula** es la unión o conjunto de dos o más átomos, los cuales pueden ser iguales o diferentes, si se llegan a separar estos átomos cambiaría las propiedades de la materia.

Los componentes del material, se distribuyen según su composición y temperatura.

Componente: Que forma parte de alguna cosa o de su composición.

Composición de la materia

Clasificación: Sustancias Mezclas y Puras

Mezclas Reunión de dos o más sustancias con una composición variable.

Las sustancias que las componen **no pierden sus propiedades** características.

De acuerdo al tamaño de las partículas de la fase dispersa, las mezclas pueden ser **Homogéneas** y **Heterogéneas**.

Mezclas Homogéneas

Es un tipo de **mezcla en la cual no se distinguen sus componentes.**

Sus componentes están mezclados uniformemente, son miscibles formando una sola fase y cada parte de la solución posee las mismas propiedades.

Se llaman **soluciones químicas (Solutivo y Solvente).**

Según el estado del solvente hay soluciones **Sólidas (bronce), Líquidas (Mezcla agua y sal) y gaseosa (aire).**

Disolución o solución, es la mezcla homogénea resultante tras disolver cualquier sustancia en un líquido.

Mezcla de dos sustancias en la que una pierde su identidad física.

Solutivo, es la sustancia que se disuelve en la mezcla y que suele aparecer en menor cantidad.

Disolvente o solvente es la sustancia que aparece en mayor cantidad y donde se disuelve el soluto.

Miscibilidad se refiere a la propiedad de algunos líquidos para mezclarse en cualquier proporción, formando una disolución.

Mezclas Heterogéneas

Es aquella que **posee una composición no uniforme** en la cual **se pueden distinguir a simple vista sus componentes;**

Está formada por dos o más sustancias físicamente distintas, distribuidas en forma desigual.

Las partes de una mezcla heterogénea pueden separarse fácilmente.

Sus componentes no están mezclados uniformemente, son inmiscibles.

Se observan varias fases. Por ejemplo en una **mezcla de hormigón.**

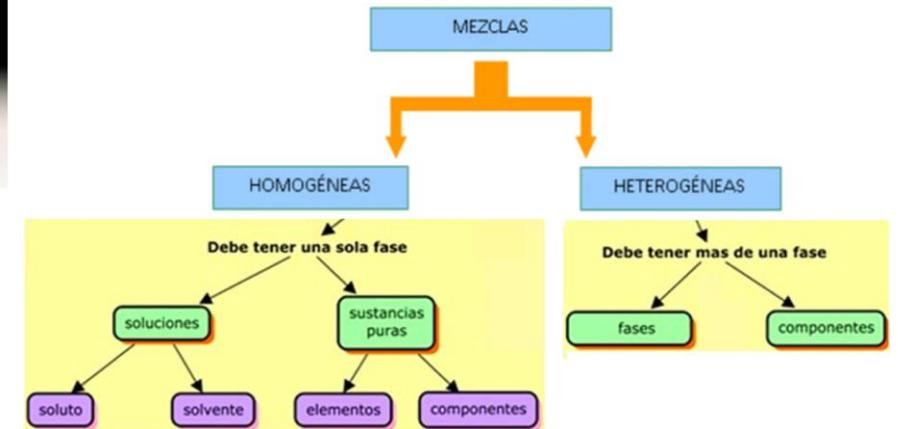
Mientras más distintos sean los componentes, tanto desde el punto de vista químico como por lo del tamaño atómico o molecular, más restringida será la solubilidad entre sí, y así menos combinado.

Solubilidad: Capacidad de una sustancia o un cuerpo para disolverse al mezclarse con un líquido.

Cuando dos elementos A y B (que también pueden ser metales líquidos) se mezclan a proporciones variables, pueden ocurrir dos cosas que sean totalmente miscibles o parcialmente solubles u homogéneos y así distinguirse en la micro estructura. Al conocer la microestructura, del material podemos saber sus características y así definir en qué podemos usarlo, ya sea a nivel industrial, comercial o doméstico.



La materia se presenta en la naturaleza en forma de sustancias puras y mezclas, de modo que podemos establecer la siguiente clasificación:



ESTRUCTURA DE LA MATERIA

La mayoría de **los materiales** con importancia industrial **están formados de más de una especie atómica o molecular**.

Una **especie** es un conjunto formado por **cosas semejantes** que tienen uno o más caracteres en común.

El **átomo** es la partícula más pequeña de un elemento químico que conserva sus propiedades de dicho elemento.

Una **molécula** es la unión o conjunto de dos o más átomos, los cuales pueden ser iguales o diferentes, si se llegan a separar estos átomos cambiaría las propiedades de la materia

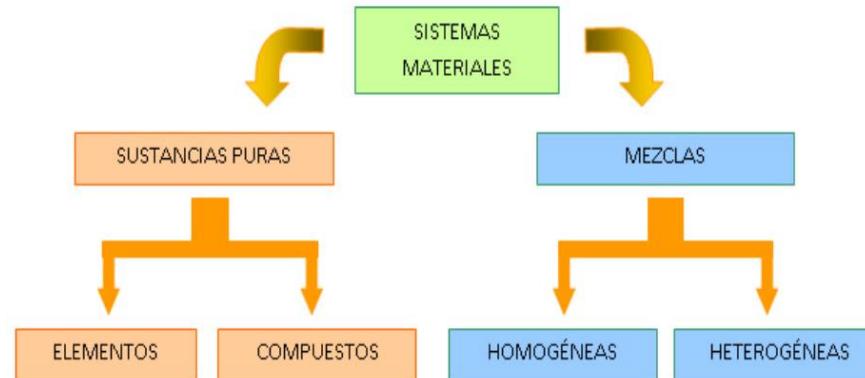
Los componentes del material, se distribuyen según su composición y temperatura.

Componente: Que forma parte de alguna cosa o de su composición.

La materia se presenta en la naturaleza en forma de sustancias puras y mezclas, de modo que podemos establecer la siguiente clasificación:

Composición de la materia

Clasificación: Sustancias Puras y Mezclas



Sustancias Puras

Están formadas por un solo tipo de **unidades**.

Tienen una **composición definida e invariable**, con **propiedades y características constantes**, y **no pueden descomponerse en otras sustancias más simples mediante procesos físicos**.

Se dividen en **Elementos** y **Compuestos químicos**

La **teoría atómica de Dalton** se basa en los siguientes enunciados:

- La materia está formada por átomos, que son partículas indivisibles e indestructibles.
- Todos los átomos de un mismo elemento químico son iguales en masa y propiedades y diferentes de los átomos de cualquier otro elemento.
- Los compuestos se forman por combinaciones de átomos de diferentes elementos.

Elementos químicos

Están formados por un solo tipo de **átomos**. **No contienen mezclas, combinaciones ni impurezas**.

Tienen el mismo número de protones. No pueden ser descompuestos en otras sustancias más simples.

Existen elementos **Naturales** y **Sintéticos**.

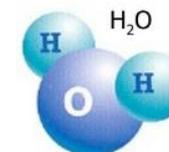
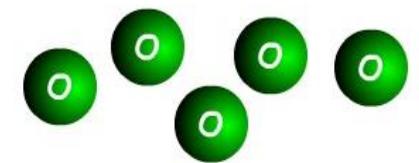
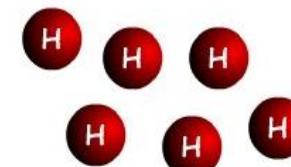
Compuestos químicos

Resultan de la **unión de dos o más elementos** que se pueden descomponer por métodos químicos.

Los elementos que lo constituyen **presentan propiedades físicas y químicas diferentes**.



Según la Teoría atómica de Dalton cada elemento tiene todos sus átomos iguales y diferentes de los demás.



ESTRUCTURA DE LA MATERIA

La mayoría de **los materiales** con importancia industrial **están formados de más de una especie atómica o molecular**.

Una **especie** es un conjunto formado por **cosas semejantes** que tienen uno o más caracteres en común.

El **átomo** es la partícula más pequeña de un elemento químico que conserva sus propiedades de dicho elemento.

Una **molécula** es la unión o conjunto de dos o más átomos, los cuales pueden ser iguales o diferentes, si se llegan a separar estos átomos cambiaría las propiedades de la materia.

Los componentes del material, se distribuyen según su composición y temperatura. Componente: Que forma parte de alguna cosa o de su composición.

Tratamiento térmico

La **microestructura** que se desarrolla en el material **depende del tratamiento térmico**.

Se conoce como **tratamiento térmico** al conjunto de operaciones de calentamiento y enfriamiento, bajo condiciones controladas de temperatura, tiempo de permanencia, velocidad, presión, etc., de los metales o las aleaciones en estado sólido, con el fin de mejorar sus propiedades mecánicas, especialmente la dureza, la resistencia y la elasticidad.

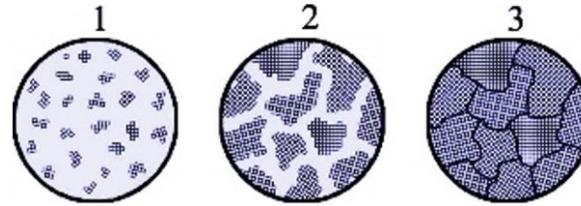
Las propiedades mecánicas de las aleaciones de un mismo metal, y en particular de los aceros, residen en la composición química de la aleación que los forma y el tipo de tratamiento térmico a los que se les somete.

Los tratamientos térmicos modifican las diferentes estructuras de grano (estructura cristalina) que forman a los aceros, con lo cual se obtienen aceros con nuevas propiedades mecánicas, sin variar la composición química de los mismos. Esta propiedad se llama **alotropía**.

El **acero** es una aleación de hierro con pequeñas cantidades de otros elementos, es decir, hierro combinado con un 1% aproximadamente de carbono, y que hecho ascua y sumergido en agua fría adquiere por el temple gran dureza y elasticidad. **Ascua** pedazo incandescente de cualquier materia combustible que arde sin llama.

Aquí se muestra cómo varía el grano en la aleación del hierro, (los diferentes tipos de cristales) que tienen formas, tamaños, composiciones y características distintas.

A modo de ejemplo, 1- Perlita, 2-Ferrita, 3-Austenita.



Microestructura de la Perlita

Microestructura de la Ferrita

Microestructura de la Austenita

El tamaño de grano tiene un notable efecto en las propiedades mecánicas del metal.

Los efectos del crecimiento del grano provocados por el tratamiento térmico son fácilmente predecibles.

La temperatura, los elementos aleantes y el tiempo de impregnación térmica afectan el tamaño del grano.

En metales, por lo general, es preferible un tamaño de grano pequeño que uno grande.

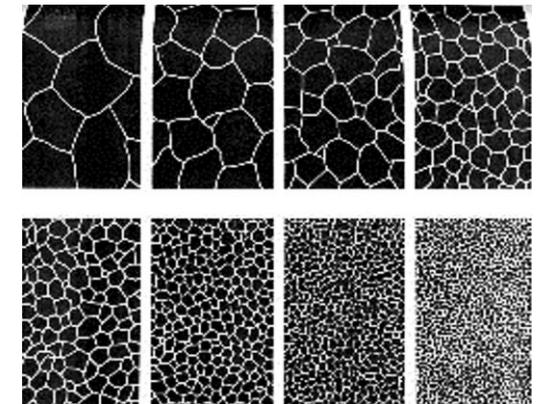
Los metales de grano pequeño tienen mayor resistencia a la tracción, mayor dureza y se distorsionan menos durante el temple, así como también son menos susceptibles al agrietamiento.

El grano fino es mejor para herramientas y dados.

En los aceros el grano grueso incrementa la endurecibilidad, la cual es deseable para la carburización, y también para el acero que se someterá a largos procesos de trabajo en frío.

Carburización: Proceso de alta temperatura por el que aumenta la concentración de carbono en la superficie de las aleaciones férreas.

Cuando se temple un acero **carburizado** se produce una capa superficial muy dura de martensita.



Estas propiedades varían de acuerdo con el tratamiento que se le dé al acero, dependiendo de la temperatura hasta la cual se le caliente y de cómo se enfría el mismo.

Si el enfriamiento es muy lento se dan condiciones de equilibrio pero si los enfriamientos son muy rápidos se producen procesos que cambian la microestructura y por tanto las propiedades mecánicas.

ESTRUCTURA DE LA MATERIA

Se denomina **Diagrama de fases** en la microestructura la **representación gráfica de las fases** presentes en un material para diferentes temperaturas, presiones y composiciones.

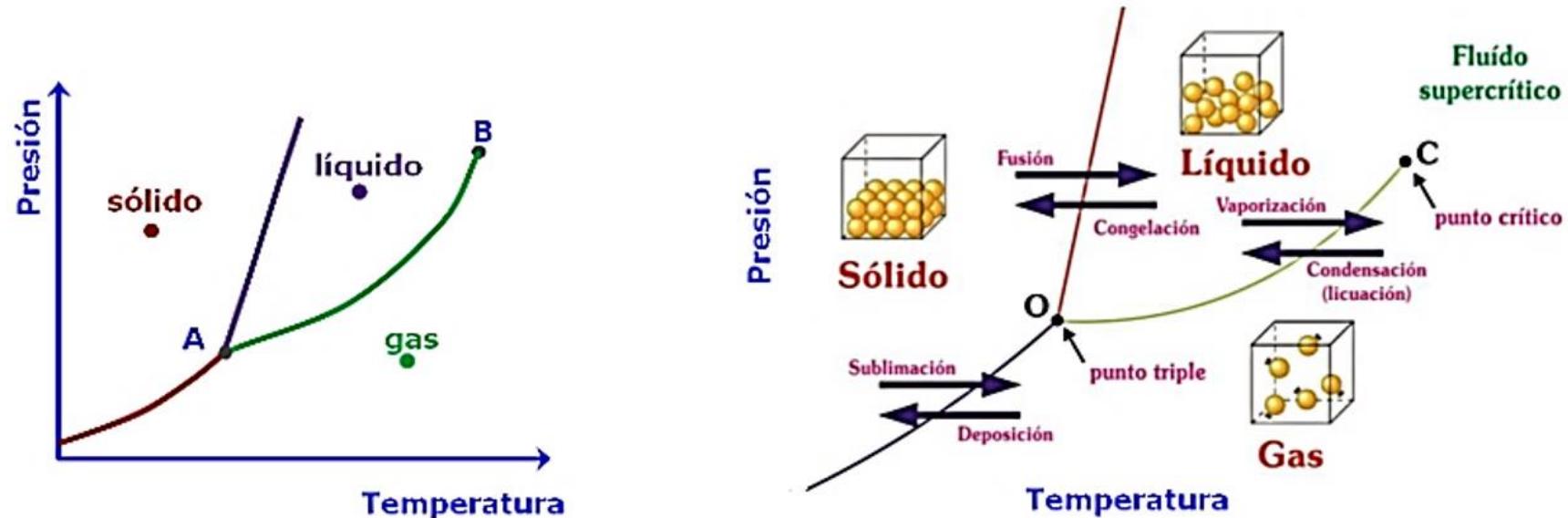
La mayoría de **diagramas de fases han sido construidos** según condiciones de equilibrio (condiciones de enfriamiento lento), siendo utilizadas por ingenieros y científicos **para entender y predecir muchos aspectos del comportamiento de los materiales**.

Información que podemos obtener de los diagramas de fases:

1. Conocer qué fases están presentes a diferentes composiciones y temperaturas bajo condiciones de enfriamiento lento (equilibrio).
2. Averiguar la solubilidad, en el estado sólido y en el equilibrio, de un elemento (o compuesto) en otro.
3. Determinar la temperatura a la cual una aleación enfriada bajo condiciones de equilibrio comienza a solidificar y la temperatura a la cual ocurre la solidificación.
4. Conocer la temperatura a la cual comienzan a fundirse diferentes fases.

La **solubilidad** es la capacidad de una sustancia de disolverse en otra llamada solvente.

DIAGRAMA DE FASES GENÉRICO PARA UNA SUSTANCIA PURA



El punto **C** indica el valor máximo de temperatura en el que pueden coexistir en equilibrio dos fases y se denomina **punto crítico**.

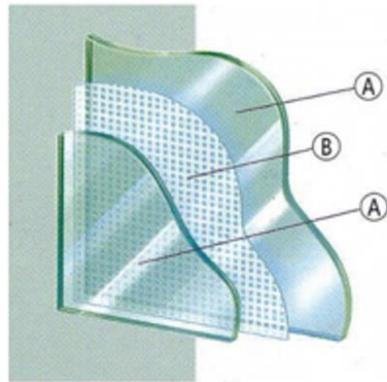
Representa la temperatura máxima a la cual se puede licuar el gas simplemente aumentando la presión.

En otras palabras, por encima del punto crítico, la sustancia sólo puede existir como gas.

ESTRUCTURA DE LA MATERIA

Materiales Compuestos

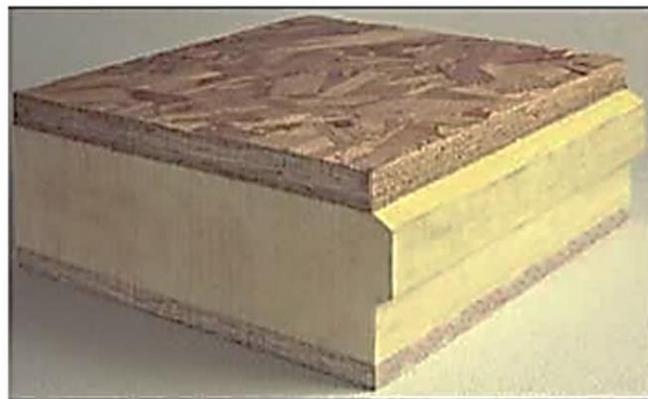
- Constituidos por diferentes materiales, elementos o componentes, que no forman sistema, pero que muestran efectos conjuntos a escala macroscópica.
- Se diseñan para mejorar el comportamiento físico o mecánico de los materiales homogéneos.
- La combinación de materiales produce un aumento de las propiedades del conjunto, aunque se distinguen claramente cada uno de ellos.
- Ejemplos: hormigón armado, paneles laminados, vidrios de seguridad, etc.



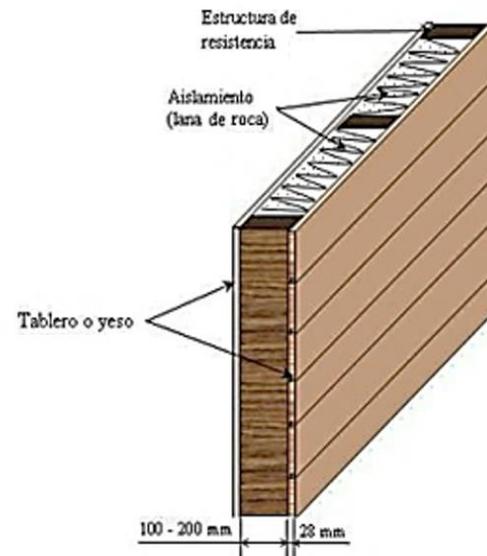
Vidrio laminado

- Compuesto por dos o más láminas de vidrio unidas por materiales adhesivos.
- La rotura de un vidrio no provoca el colapso del material.
- Buen comportamiento frente a impacto (Vidrio de seguridad).

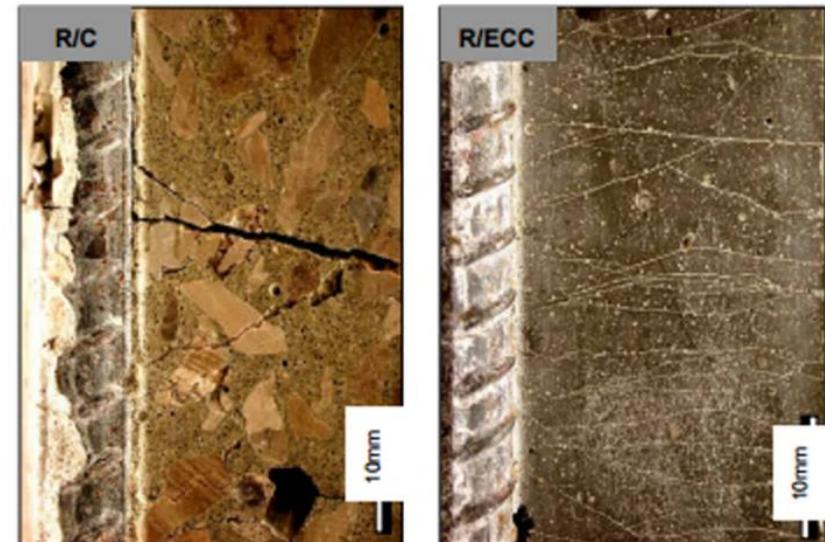
Laminado de madera



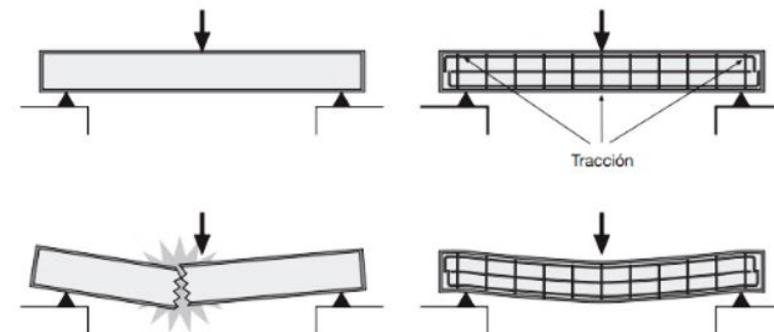
PANEL DE MADERA CON NUCLEO AISLANTE



Hormigón armado



Deformación compatible entre ECC y refuerzo de acero (derecha) mostrando microfisuración en ECC con carga transmitidos a través de fibras puenteantes. Por el contrario, la fractura frágil del hormigón en R / C normal (a la izquierda) provoca la descarga de hormigón, lo que resulta en una elevada cizalladura interracial y rotura del enlace.



Bibliografía de consulta recomendada

Tema 1. **Estructura de la Materia. PARTE II**

DE SAJA SÁEZ ,JOSÉ ANTONIO; RODRÍGUEZ PÉREZ,MIGUEL ÁNGEL; RODRÍGUEZ MÉNDEZ,MARÍA LUZ; MATERIALES: ESTRUCTURA, PROPIEDADES, APLICACIONES. Editorial: S.A. EDICIONES PARANINFO, 2005.

Apuntes de la asignatura Materiales de Construcción, Escuela Técnica Superior de Arquitectura – Universidad Politécnica de Madrid.

<https://www.studocu.com/es/document/universidad-politecnica-de-madrid/materiales-de-construccion/apuntes/materiales-etsam/3244833/view>

- Callister, W.; Ciencia e ingeniería de materiales, Ed. Reverté, 1995.
- Smith, W.; Fundamentos de ciencia e ingeniería de los materiales, Ed. McGraw-Hill, 1998.

Webgrafía

https://portal.uah.es/portal/page/portal/GP_EPD/PG-MA-ASIG/PG-ASIG-32912/TAB42351/Tema%202%20Materiales%20ETSA.pdf
<https://prezi.com/czduxwb7qg5t/microestructura-materiales/>
<http://www.uca.edu.sv/facultad/clases/ing/m210031/Tema%2001.pdf>
<https://es.slideshare.net/josuecienciasnaturales/la-materia-12015979>
<http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/moodle/mod/page/view.php?id=46316>
http://hnnbiol.blogspot.com/2008/01/el-estado-en-que-se-encuentra-la_3800.html
<http://www.sabelotodo.org/materia/materia.html>
<http://energia-nuclear.net/definiciones/atomo.html>
https://www.google.com.do/#q=atomo&*>
<http://www.definicionabc.com/ciencia/molecula.php>
https://www.ecured.cu/Part%C3%ADculas_elementales
<http://energia-nuclear.net/definiciones/atomo.html>
<https://prezi.com/czduxwb7qg5t/microestructura-materiales/>
<http://descom.jmc.utfsm.cl/proi/materiales/ESTRUCTURAS.htm>
<http://descom.jmc.utfsm.cl/proi/materiales/fases.htm>
<http://www.areaciencias.com/la-materia.html>
<https://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2009/09/estructura-cristalina.pdf>
<http://es.slideshare.net/kleysonpea/kleyson-pea>
<https://www.slideshare.net/JavierZapiain/propiedades-de-los-materiales-u2m>
<http://www.monografias.com/trabajos104/arreglo-atomico/arreglo-atomico.shtml#ixzz4apXZyGvX>
<http://www.losadhesivos.com/enlace-quimico-covalente.html>
<https://es.scribd.com/doc/71945414/TRABAJO-DE-MATERIALES>
<https://ar.answers.yahoo.com/question/index?qid=20111207113444AAVV65G>
<http://cordoba199.blogspot.com/>
<http://clasesdequimica.blogspot.com/2009/08/que-es-el-enlace-metalico.html>
<https://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2009/09/estructura-cristalina.pdf>
<http://www.fim.umich.mx/teach/gcarbajal/notas/Tema%202%20Materiales%20ETSA.pdf>
<http://es.slideshare.net/kleysonpea/kleyson-pea>
<http://personales.upv.es/~avicente/curso/unidad3/naturaleza2.html>
<https://www.slideshare.net/JavierZapiain/>
<http://descom.jmc.utfsm.cl/proi/materiales/fases.htm>
<https://es.slideshare.net/tango67/interpretacin-de-diagramas-de-fases>
<https://sites.google.com/site/clasescienciailustre/quimica-3/modelo-cinetico-molecular/caracteristicas-de-los-solidos>
<http://cienciamateriales.argentina-foro.com/t128-19-que-es-material-monocristalino-y-policristalino-comportamiento>
<http://www.monografias.com/trabajos-pdf5/materiales-ceramicos/materiales-ceramicos.shtml>
<http://quimicadelamateria.blogspot.com/2009/10/solidos-amorfos.html>
<http://quimikdesoli2.blogspot.com/2009/09/solidos-amorfos.html>

Continua-

Webgrafía

<https://es.slideshare.net/robertoargs/solidos-17182960>

file:///C:/Users/Marino%20S%C3%A1nchez/Downloads/Materiales_amorfos.pdf <http://iq.ua.es/TPO/Tema1.pdf>

<https://www.textoscientificos.com/polimeros/introduccion>

<http://descom.jmc.utfsm.cl/proi/materiales/ESTRUCTURAS.htm>

http://agrega.juntadeandalucia.es/repositorio/27092012/88/es-an_2012092713_9144534/ODE-e80e03ad-0ad2-3296-a99c-263bec1a4865/13_defectos_cristalinos.html

[file:///C:/Users/Marino%20S%C3%A1nchez/Desktop/Clase%205%20defectos%20e%20imperfecciones%20cristalinas%20\(1\).html](file:///C:/Users/Marino%20S%C3%A1nchez/Desktop/Clase%205%20defectos%20e%20imperfecciones%20cristalinas%20(1).html)

<https://es.slideshare.net/rc8/clase-5-defectos-e-imperfecciones-cristalinas-1>

<https://www.yumpu.com/es/document/view/15415655/tema-3-defectos-en-las-estructuras-cristalinas/3>

[file:///C:/Users/Marino%20S%C3%A1nchez/Desktop/Clase%205%20defectos%20e%20imperfecciones%20cristalinas%20\(1\).html](file:///C:/Users/Marino%20S%C3%A1nchez/Desktop/Clase%205%20defectos%20e%20imperfecciones%20cristalinas%20(1).html)

https://es.slideshare.net/pariapaza_05/defectos-y-no-estequiometra

<https://es.slideshare.net/CarlosPerez311/unidad1-2>

http://www.raquelserrano.com/wp-content/files/Ciencias_t2b_imperfecciones.pdf

<http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Tema3.TeoriaDislocaciones.MecanismosEndurecimiento.pdf>

<https://es.slideshare.net/ignacioroldannogueras/tema-4-defectos-en-estruct-crist-cristales-reales>

<http://marian-detodofisicoquimica.blogspot.com/2010/06/sistemas-materiales.html>

<https://es.slideshare.net/profejorgediaz/conceptos-bsicos-3378768>

https://es.wikipedia.org/wiki/Tratamiento_t%C3%A9rmico#Mejora_de_las_propiedades_a_trav.C3.A9s_del_tratamiento_t.C3.A9rmico <http://www.monografias.com/trabajos67/metalografia/metalografia.shtml>

<https://es.slideshare.net/tango67/interpretacin-de-diagramas-de-fases>

Imágenes

www.google.com

www.google.com/search?biw=1680&bih=907&tbm=isch&sa=1&ei=DVWWXPbzL5Kf_QbejqzIBg&q=estructura+de+los+materiales+de+construccion&oq=estructura+de+los+materiales+de+construccion&gs_l=img.3

https://www.google.com/search?q=microestructura+de+los+materiales&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjcvNmZzpjhAhWmnOAKHa9wBFYQ_AUIDigB&biw=1680&bih=907%20https://www.google.com/search?biw=1680&bih=907&tbm=isch&sa=1&ei=PwGUXNONq6K5wKCgrjABg&q=IMAGENES+DE+MATERIALES+DE+CONSTRUCCION&oq=IMAGENES+DE+MATERIALES+DE+CONSTRUCCION&gs_l=img.3..016.18761.22517..22844...0.0..0.120.1542.14j2.....1....1..gws-wiz-img.....0i67j0i8i30.n3JNrsj19Wo

PROHIBIDA LA VENTA
DONADO PARA FINES EDUCACIONALES

PROPIEDADES FÍSICAS Y ENSAYOS DE LOS MATERIALES
TEMA 2: **PARTE I**

Tema 2: **Propiedades físicas y Ensayos de los materiales**

Parte I: Comportamiento de los materiales frente a acciones físicas exteriores.

Propiedades físicas de los materiales. Aspecto y forma. Peso y densidad. Porosidad. Acciones físicas. Comportamiento hídrico. Comportamiento térmico. Comportamiento acústico. Reacción al fuego. Heladicidad. Ensayos físicos. Durabilidad y mecanismos de degradación de los materiales. Protección frente a acciones externas.

Tema 2: **Propiedades físicas y Ensayos**

Parte I: Propiedades físicas de los Materiales

Comportamiento de los materiales frente a acciones físicas exteriores

Objetivos Discentes del Tema 2 **Parte I:**

- Conocer las propiedades físicas de los materiales de construcción y evaluar su comportamiento frente a las acciones físicas.

PROPIEDADES DE LA MATERIALES

La materia tiene propiedades y son las que hacen que podamos diferenciar unas de otras.

Hay dos tipos de propiedades:

Propiedades específicas:

Son aquellas propiedades que **permiten distinguir un tipo de materia de otra**.

Estas propiedades **son variadas para cada tipo de materia**, por eso podemos diferenciarlas.

Ejemplo: La **temperatura de fusión** será una propiedad específica, ya que cada materia tiene una diferente, a 0° C solo puede ser agua pura. También la **densidad**, ya que cada tipo de materia tiene densidad diferente.

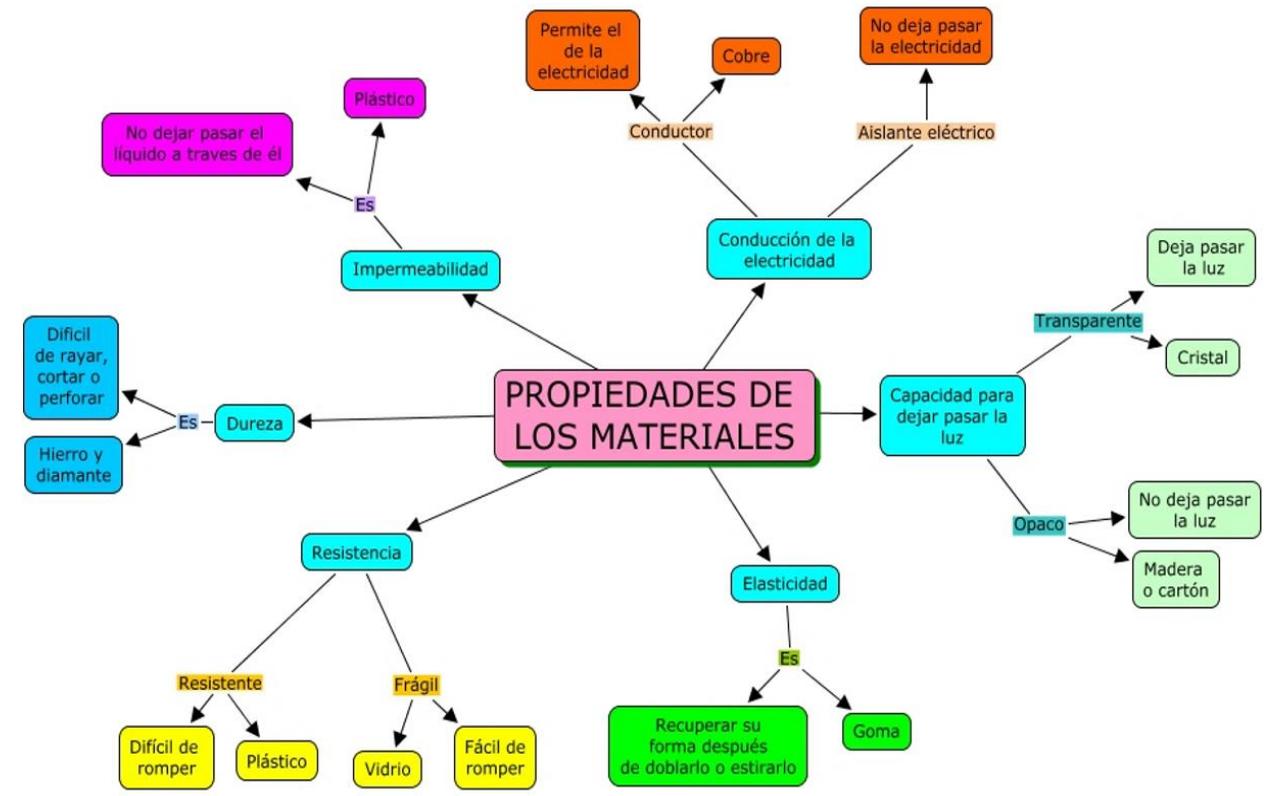
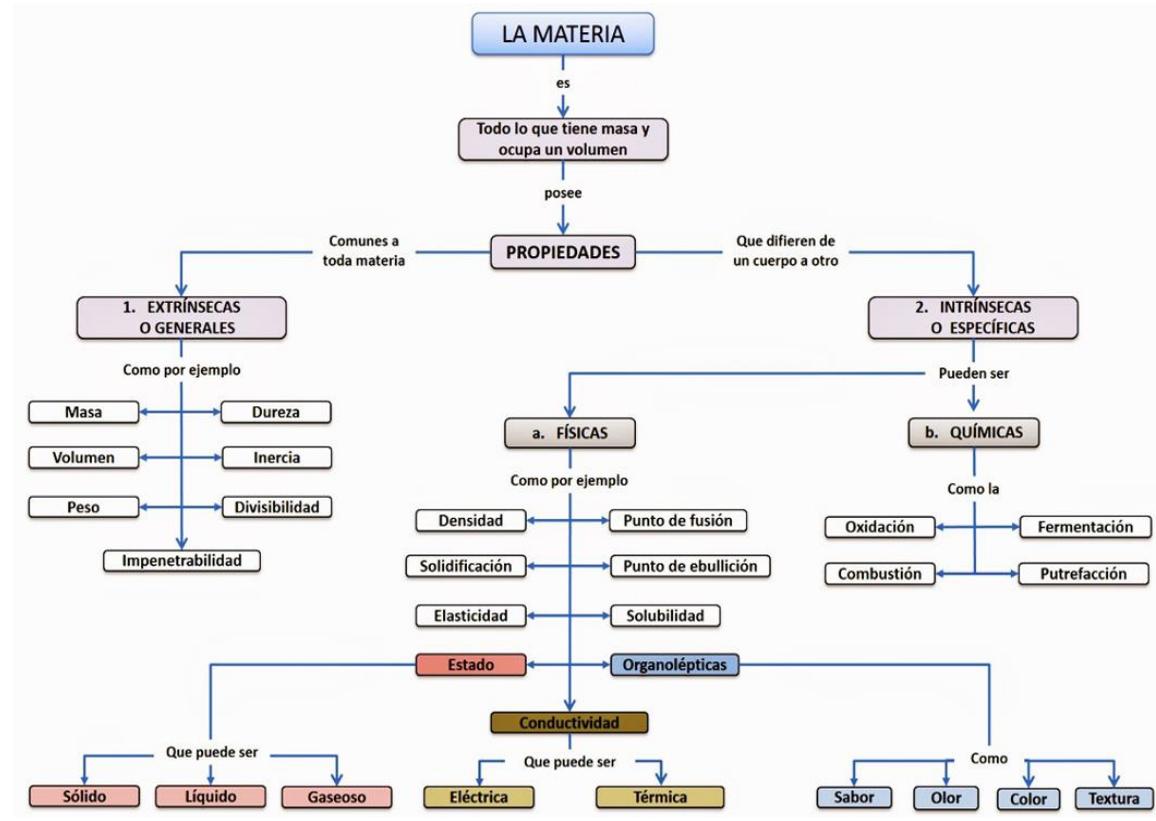
(El punto de fusión del agua (H2O) es **0** grados. De este modo, cuando el agua se encuentra a una temperatura inferior, está en estado sólido. Entre los **0** y los 99 grados, se halla en estado líquido. Debido a que su punto de ebullición es 100 grados, a partir de dicha temperatura pasa al estado gaseoso).

Propiedades Generales:

Son aquellas que **no sirven para diferenciar un tipo de materia de otra**.

Por ejemplo: **la masa**, ya que **hay muchos tipos de materia que pueden tener la misma masa o que sea conductor eléctrico, etc.**

Sin embargo, tenemos que tener en cuenta, que puede ser que varias propiedades generales identifiquen un tipo de materia.



Estudio de las propiedades de los materiales

Las **propiedades y características de los Materiales de Construcción** son consecuencia de la configuración y sustancias que la componen y de las fuerzas que existen entre ellas.

Las **propiedades de los materiales** dependen principalmente de su estructura atómica, su estructura cristalina y su microestructura.

Las **propiedades del material** son conceptos que permiten cuantificar el comportamiento o la reacción del material ante estímulos externos.

Las **propiedades pueden clasificarse** de la siguiente manera:

Propiedades Físicas

Se deben al ordenamiento en el espacio de los átomos de los materiales.

En estas propiedades encontramos: Densidad, Conductividad, Magnetismo y Dilatación Térmica.

Propiedades Químicas

La **Interacción entre el material y el ambiente provoca pérdida o deterioro de las propiedades.**

Las efectos serán diferentes según sea material: metal, cerámico o polímeros.

Describen como se comporta el material ante el contacto de sustancias químicas.

En esta propiedad encontramos Oxidación y Corrosión.

Propiedades Mecánicas

Describen la forma en que un material soporta fuerzas aplicadas, incluyendo fuerzas de tensión, compresión, impacto, cíclicas de fatiga, o fuerzas a altas temperaturas. Muchos materiales cuando están en servicio están sujetos a fuerzas o cargas; En tales condiciones es necesario conocer las características del material para diseñar el instrumento donde va a usarse de tal forma que los esfuerzos a los que vaya a estar sometido no sean excesivos y el material no se fracture. En esta propiedad encontramos: Dureza, Elasticidad, Plasticidad, Resistencia, Tenacidad, Fragilidad, Resiliencia y Fatiga

Propiedades Tecnológicas

Las propiedades de manufactura y tecnológicas **son aquellas que definen el comportamiento de un material frente a diversos métodos de trabajo y a determinadas aplicaciones.**

En estas propiedades encontramos. Maleabilidad, Ductilidad, Soldabilidad, Templabilidad y Maquinabilidad.

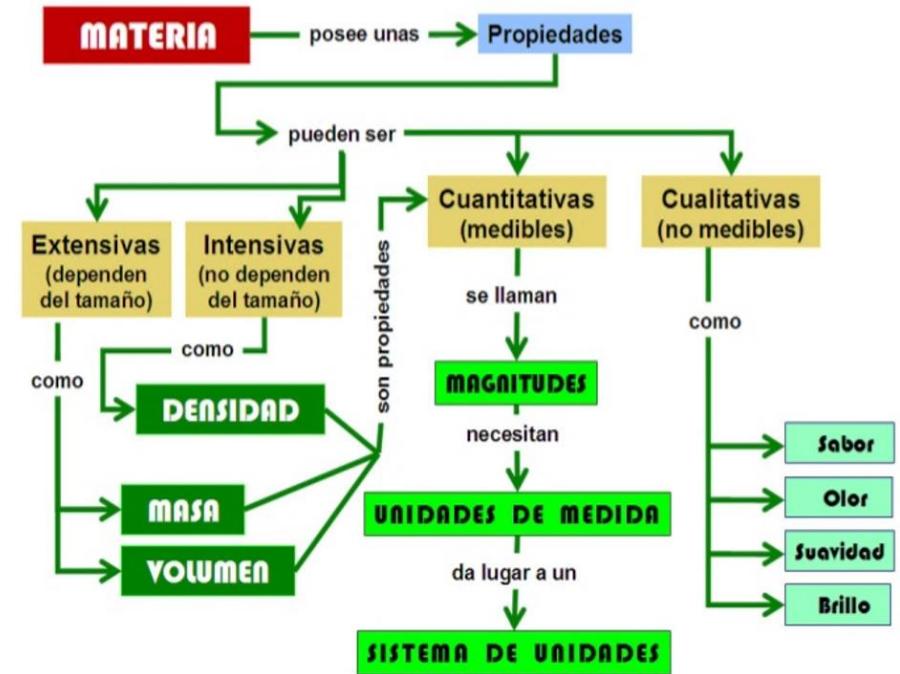


Propiedades físicas de los Materiales

Definición: **Propiedades físicas**

- Son los parámetros que definen el comportamiento de los materiales frente a acciones exteriores. Se conoce como **parámetro al dato** que se considera como **imprescindible y orientativo** para lograr evaluar o valorar una determinada situación.
- Pueden variar con el tiempo (durabilidad y envejecimiento) o por las condiciones ambientales.
- El comportamiento de los materiales frente a acciones de tipo físico está ligado a su microestructura.
- Las propiedades se pueden determinar (señalar, definir) mediante ensayos de caracterización.

La **caracterización de materiales** es una disciplina de la Ciencia de los Materiales que permite estudiar, clasificar y analizar sus propiedades físicas, mecánicas, ópticas, químicas, térmicas y magnéticas. Sirve para examinar los materiales y obtener distintos parámetros o datos, que se utilizan para distintas aplicaciones.



PROPIEDADES FISICAS DE LOS MATERIALES

| cantidad | Unidad básica | Símbolo de la unidad |
|-----------------------|---------------|----------------------|
| Longitud | metro | m |
| Masa | kilogramo | kg |
| Tiempo | segundo | s |
| Corriente eléctrica | Ampere | A |
| Temperatura | Kelvin | K |
| Intensidad luminosa | Candela | cd |
| Cantidad de sustancia | mol | mol |



Propiedades físicas de los Materiales

Aspecto y forma. Peso y densidad. Porosidad.

Aspecto de los materiales

- El aspecto de los materiales es la apariencia observada a simple vista.
- Se aprecian propiedades a nivel cualitativo, como son:

Apariencia externa (color, textura, brillo, homogeneidad, etc.)

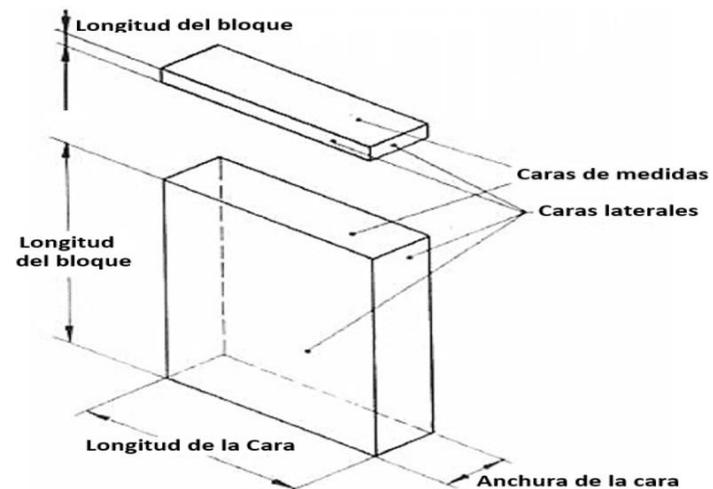
Apariencia interna (tamaño de grano, homogeneidad, porosidad, huecos, etc.)

Otras propiedades: densidad, dureza, flexibilidad, transparencia, combustibilidad, etc.

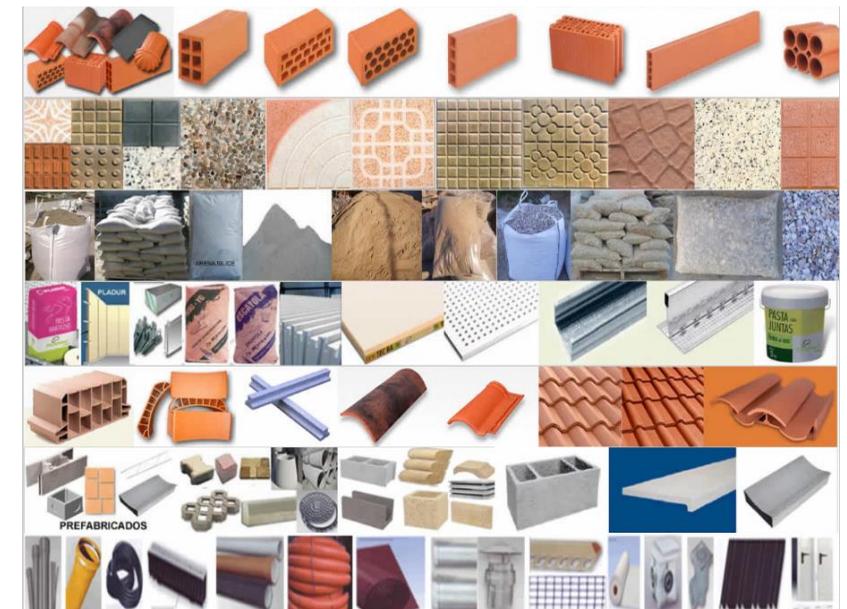


Forma de los materiales

- Los materiales de construcción son sólidos, por lo que tienen una forma estable.
- La forma se determina midiendo las dimensiones externas de las muestras de materiales o productos.
- Existen variaciones dimensionales entre muestras o productos aparentemente iguales.
- Las tolerancias son los límites de las variaciones dimensionales con respecto a las dimensiones nominales reales.



Materiales de construcción naturales y artificiales

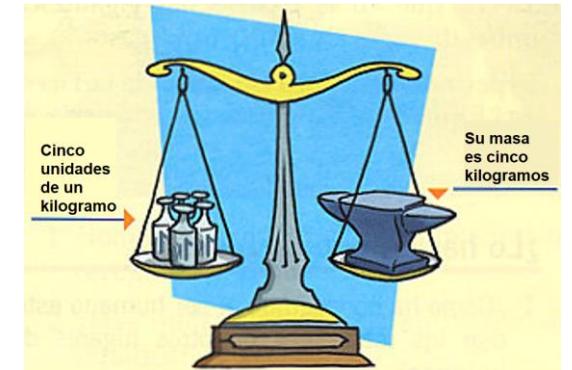
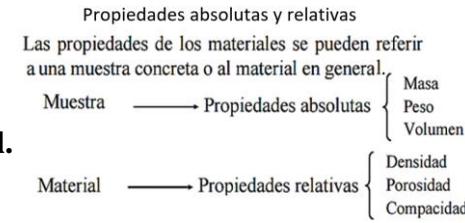
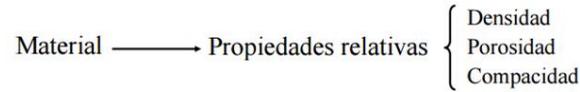


Propiedades físicas de los Materiales

Propiedades absolutas y relativas

• Las propiedades de los materiales se pueden referir a una muestra concreta o al material en general.

Propiedades Absolutas

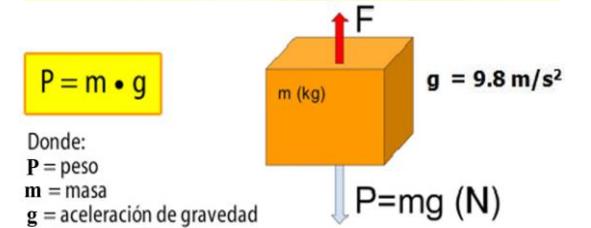


Masa: Es un concepto que identifica a aquella **magnitud de carácter físico que permite indicar la cantidad de materia contenida en un cuerpo.** Se mide en **kilogramo (KG).**

$$m = \text{volumen} \times \text{densidad} \quad d = \frac{m}{V} \quad \frac{kg}{m^3}$$

Peso: Es la **fuerza que ejerce un cuerpo debido a su masa y a la acción de un campo gravitacional.**

Desde la física el **peso** se entiende, cómo la fuerza que ejerce un determinado cuerpo sobre el punto en que se encuentra apoyado.



En función del agua que contiene un cuerpo (dentro de los poros de su estructura) **se distinguen:**

- **Peso natural:** en equilibrio con el ambiente.
- **Peso seco:** sin agua en los poros (parte sólida)
- **Peso saturado:** todos los poros abiertos llenos de agua.
- **Peso sumergido:** peso seco menos el empuje hidrostático (Principio de Arquímedes).

Volumen: Es la **cantidad de espacio que ocupa un cuerpo.**

- El volumen de un cuerpo consta del volumen que ocupa la parte sólida (V sólido) y los huecos (V huecos).

$$V_{ap} = V_{sólido} + V_{huecos}$$

Volumen geométrico o Bruto (VG o VB) es la parte sólida + los poros abiertos + los poros cerrados + agujeros:

$$V_G = V_0 + V_{pa} + V_{pc} + \text{agujeros superficiales}$$

Volumen Aparente es la suma del volumen de la parte sólida (volumen real), el volumen de los poros que se rellenarían de agua cuando el cuerpo se satura (lo que se llama poros abiertos o accesibles al agua y el volumen de poros ocluidos, en los que el agua no puede entrar. *Se puede calcular a partir del peso*

$$V_a = V_0 + V_{pa} + V_{pc} \quad \text{Volumen aparente: } V_a \text{ (cm}^3\text{)} = \frac{m_{sat} - m_{sum}}{\gamma} \quad \text{Siendo } \gamma \text{ la densidad del líquido (1 g/cm}^3 \text{ en el caso del agua)}$$

Volumen relativo (Vr) es la parte sólida + los poros cerrados; resulta de descontar los poros abiertos o accesibles del volumen aparente; es el que proporciona empuje hidrostático por el principio de Arquímedes.

$$V_r = V_a - V_{pa} = V_0 + V_{pc}$$

Volumen real (V0) es el volumen neto o sólido, la parte sólida sin poros ni huecos que se obtiene con el volumenómetro:

$$V_0 = V_{final} - V_{inicial}$$

Por lo tanto, se establece la relación,

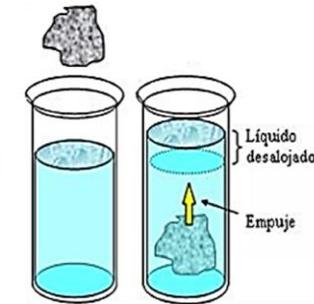
$$V_{GEOMÉTRICO} > V_{APARENTE} > V_{relativo} > V_{REAL}$$

El Principio de Arquímedes
 Un objeto que se encuentra parcial o totalmente sumergido en un fluido experimenta una fuerza ascendente (empuje) igual al peso del fluido desalojado.

Si pesamos el líquido desalojado (lo que subió el agua) sabremos el peso del empuje de la piedra hacia arriba

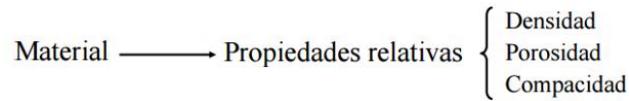
$$E = V \cdot \rho \cdot g$$

Empuje [N] = Volumen [m³] · Densidad [kg/m³] · Gravedad [9,8 m/s²]



Propiedades físicas de los Materiales

Propiedades Relativas



Densidad:

La densidad es una medida de cuánto material se encuentra comprimido en un espacio determinado.

También es la cantidad de masa por unidad de volumen.

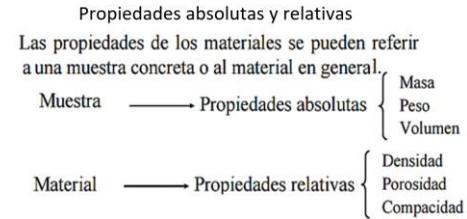
- Es el cociente entre la masa de un cuerpo y el volumen. (La masa se obtiene mediante el peso seco.)
- Determina el grado de empaquetamiento de las partículas del material.
- Se distingue entre densidad real y aparente:

$$d_{\text{real}} (P_{\text{especifico}}) = \frac{P_{\text{seco}}}{V_{\text{solido}}}$$

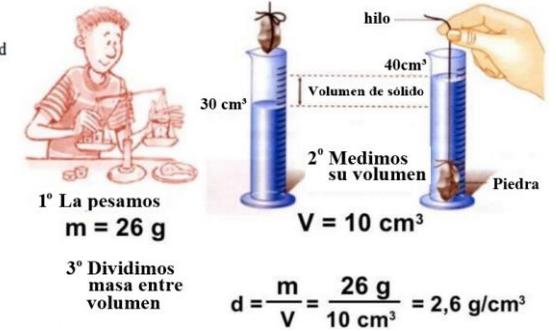
$$d_{\text{ap}} = \frac{P_{\text{seco}}}{V_{\text{ap}}} = \frac{P_{\text{seco}} \cdot \gamma}{P_{\text{sat}} - P_{\text{sum}}}$$

Siendo γ la densidad del liquido
 (1 g/cm³ en el caso del agua)

$$\text{DENSIDAD} = \frac{m}{V} \quad (\text{g/cm}^3, \text{kg/m}^3)$$



Como calcular la densidad de una piedra?



Existe una relación directa entre la densidad y la resistencia mecánica, excepto para los materiales compuestos, es decir, a una alta densidad una buena resistencia mecánica.

Porosidad y Compacidad: Son dos parámetros que se usan para definir la proporción entre sólido y huecos de un material.

Porosidad: propiedad por el cual todos los cuerpos poseen en el interior de su masa, espacios que se llaman poros o espacios intermoleculares que pueden ser: visibles a simple vista (corcho, esponja, ladrillo, piedra pómez); invisibles a simple vista (tiza, poros del vidrio, metales (oro, plata, cobre)

Compacidad: Condición o carácter de una cosa o material compacto, denso, poco poroso o con los componentes más próximos entre sí.

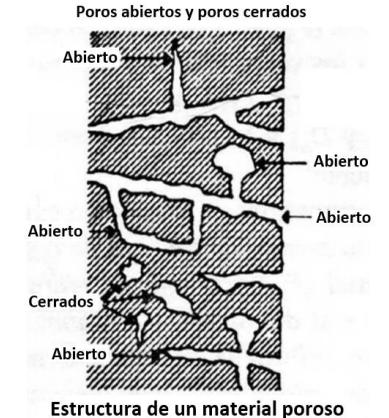
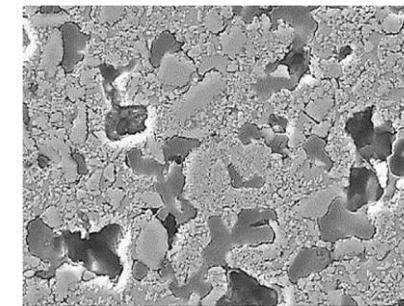
Grado de densidad de un determinado material, a mayor compacidad menor porosidad.

- La **Porosidad** es la fracción volumétrica de poros del material y la **Compacidad** la fracción sólida (en %).

$$P_{\text{total}} (\%) = \frac{V_{\text{huecos}}}{V_{\text{solido}} + V_{\text{huecos}}} \cdot 100 \quad C(\%) = \frac{V_{\text{sólido}}}{V_{\text{solido}} + V_{\text{huecos}}} \cdot 100$$

- Ambos parámetros son complementarios:

$$P_{\text{total}} (\%) + C(\%) = 100$$



Porosidad Absoluta: Es la porosidad total de la roca, tomando en cuenta los poros conectados y no conectados dentro de la roca.

Una roca puede tener una porosidad absoluta considerable y aun no tener conductividad a fluidos debido a la falta de intercomunicación de los poros.

Porosidad Efectiva: Es la porosidad de la roca, tomando en cuenta solo los poros que se encuentran interconectados. La porosidad efectiva es una función de muchos factores litológicos. La litología es la parte de la geología que estudia a las rocas, especialmente de su tamaño de grano, del tamaño de las partículas y de sus características físicas y químicas. Incluye también su composición, su textura, tipo de transporte así como su composición mineralógica, distribución espacial y material cementante.

Importancia de la porosidad

La porosidad en las rocas es de mucho interés para el estudio de la hidrología y el área del petrolero, ya que en rocas porosas es donde se almacena agua, el petróleo y gas. El tamaño de los poros influye en los mecanismos de absorción de agua, la velocidad con que se difunde en el material, la velocidad de evaporación, etc.

En lo referente al área ingeniería civil, una roca con alta porosidad efectiva puede provocar deslaves al reducir el ángulo de fricción de los taludes, inundar un túnel, etc. Cuanto menos poroso o compacto es un material, tiene mayor densidad, mayor resistencia mecánica, es mejor aislante acústico y tiene mayor durabilidad, como las piedras, cerámica y hormigones.

Acciones físicas sobre los materiales

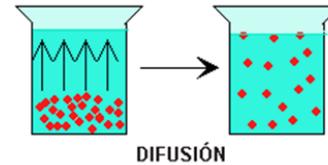
- Los materiales se ven sometidos a acciones físicas del ambiente en que se encuentran.
- Los materiales tienden al equilibrio con el ambiente.
- Se producen flujos de energía y materia a través de la parte sólida y los huecos (**difusión**).
Difusión Fenómeno que se presenta cuando dos sustancias se mezclan espontáneamente por contacto, sin reacción alguna, como ocurre en algunas sustancias.
- Las propiedades, composición y estructura del material determinan su comportamiento frente a las acciones.



Tipos de Acciones físicas

Comportamiento frente a acciones térmicas.

- El **calor** es una forma de energía (se mide en cal o J).



El julio se define como la cantidad de trabajo realizado por una fuerza constante de un newton en un metro de longitud en la misma dirección de la fuerza.

Otra unidad utilizada para medir la cantidad de energía térmica intercambiada es la caloría (cal), que es la cantidad de energía que hay que suministrar a un gramo de agua para elevar su temperatura 1 °C.

Cuando la energía calorífica incide sobre un elemento constructivo, parte de ella es absorbida por el material, incrementando su energía interna posteriormente, la energía absorbida puede ser emitida de nuevo o transmitida a otros cuerpos.

(normalmente esto se traduce en un aumento de temperatura, pero podría transformarse en otra forma de energía, por ejemplo, luminosa);

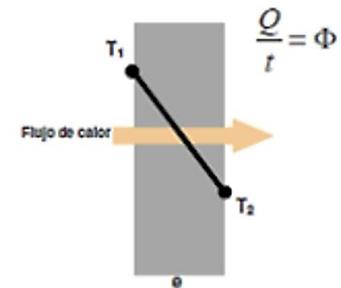
- otra parte de la energía no es absorbida por el material, sino que es reflejada por él.
- por último, parte de la energía atraviesa el material (un efecto como de transparencia).
- Cuando existe una diferencia de temperatura entre dos cuerpos, se produce un flujo de calor (de +T a -T).
- El cuerpo que recibe el calor **refleja** una parte, **absorbe** otra y el resto la **transmite**.

Las tres formas básicas de transferencia de energía calorífica entre dos cuerpos son:

- **Radiación:** se trata de calor transferido de un cuerpo a otro, sin contacto entre ellos, por medio de ondas infrarrojas. La radiación se produce incluso en el vacío.
- **Convección:** el calor se transmite de un cuerpo a otro por intermedio de un fluido (aire o agua), que es el que lo transporta.
- **Conducción:** el calor se transmite por contacto entre los dos cuerpos.

Transmisión del calor por conducción.

En el ejemplo se trata de un muro macizo, de un material dado. Si una de las caras (cara 1) ha recibido calor, y se encuentra a una temperatura más alta que la cara 2, se producirá un flujo de calor por conducción, a través del muro. De este flujo de calor, nos interesa la cantidad de calor que atraviesa por unidad de tiempo: $\Theta = Q/t$.



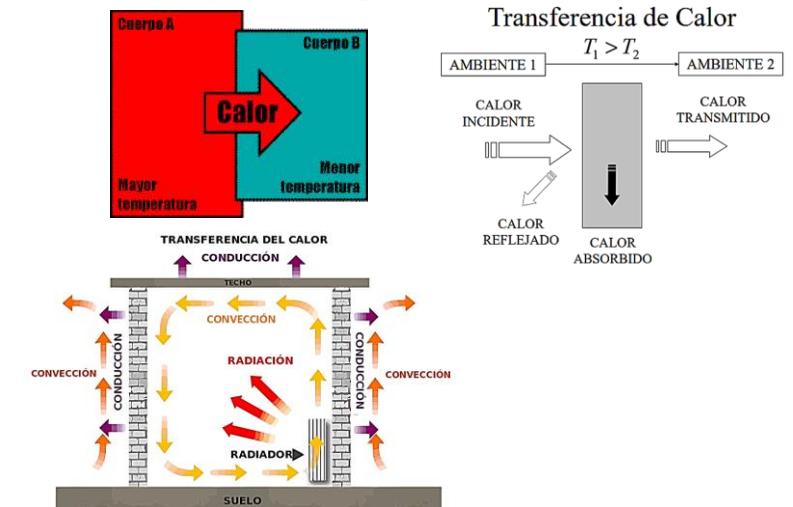
Capacidad calorífica (C)

Es la cantidad de calor que ha de absorber y retener un cuerpo para que su temperatura se eleve 1° C.

$$C = \Delta Q / \Delta T \quad \text{unidades: J/}^\circ\text{C}$$

El julio equivale a:

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m} = \left(\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) \cdot \text{m} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$$



La **transferencia de calor** es un proceso por el que se intercambia energía en forma de calor entre distintos cuerpos, o entre diferentes partes de un mismo cuerpo que están a distinta temperatura.

El **calor** es la energía transferida de un sistema a otro debido en general a una diferencia de temperatura entre ellos.

El calor fluye espontáneamente

100 °C → 20 °C

La transferencia de calor se produce siempre que existe un gradiente térmico o cuando dos sistemas con diferentes temperaturas se ponen en contacto

Acciones físicas sobre los materiales

Tipos de acciones físicas {
 Térmicas
 Hídricas
 Acústicas
 Lumínicas
 Mecánicas

Comportamiento frente a acciones térmicas

- El comportamiento de los materiales frente al calor se evalúa mediante tres parámetros:

{ Dilatación térmica
 Conductividad térmica
 Inercia térmica

Dilatación térmica

Se denomina dilatación térmica al aumento de longitud, volumen o alguna otra dimensión métrica, que sufre un cuerpo físico debido al aumento de temperatura que se provoca en él por cualquier medio.

- Los Materiales cambian de dimensiones al modificar su temperatura.



Junta de dilatación de un Puente

Si estas juntas no se construyen, la dilatación térmica de los materiales cuando aumentase la temperatura generaría unos esfuerzos tan grandes que fracturarían el puente. Para calcular estas juntas se necesita conocer el coeficiente de dilatación térmica.



Efecto de la dilatación térmica en vías de tren. Pandeo.



Lira de dilatación: Pieza con forma de herradura que se utiliza en las tuberías para soportar las dilataciones y contracciones que se producen por los efectos de la temperatura

DILATACION VOLUMETRICA

Cuando calentamos un cuerpo material, este SE DILATA, es decir, aumenta su volumen.

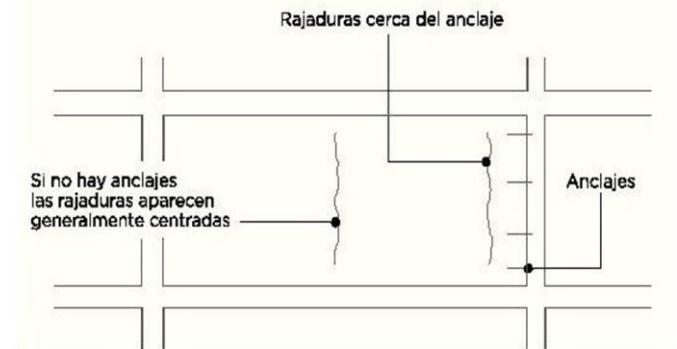
La dilatación se debe a que las partículas se separan:



Dilatación En El ladrillo

Grietas por contracción térmica

Al enfriarse un muro se contrae siendo sometido a un esfuerzo de tracción. Estas grietas son generalmente verticales.



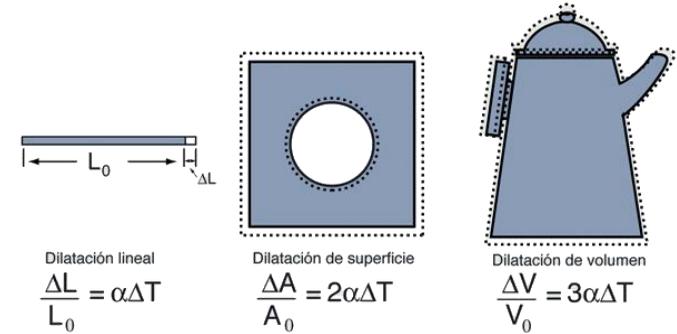
Acciones físicas sobre los materiales

Dilatación térmica.

Se denomina **dilatación térmica** al aumento de longitud, volumen o alguna otra dimensión métrica que sufre un cuerpo físico debido al aumento de temperatura que se provoca en él por cualquier medio.

Tipos de acciones físicas

- Térmicas
- Hídricas
- Acústicas
- Lumínicas
- Mecánicas



• Los Materiales cambian de dimensiones al modificar su temperatura.

Para expresar de modo cuantitativo la dilatación de un material, se utiliza el coeficiente de dilatación térmica, que puede ser lineal, superficial, volumétrica o cúbica.

El Coeficiente de dilatación térmica (α) determina al incremento dimensional relativo.

El coeficiente de dilatación térmica es el cociente que mide el cambio relativo de longitud o volumen, que se produce cuando un cuerpo sólido o un fluido dentro de un recipiente cambia de temperatura, provocando una dilatación térmica.

Los materiales que tienen mayor coeficiente de dilatación son los plásticos, y los metales tienen mayor dilatación que las cerámicas o las piedras.

Si no hay cambios químicos en el material esta dilatación es reversible; con la disminución de temperatura disminuye el volumen en la proporción dada por el mismo coeficiente de dilatación volumétrica o cúbica.

Volumétrico

$$\alpha_v = \frac{1}{V} \left(\frac{\Delta V}{\Delta T} \right)$$

Lineal

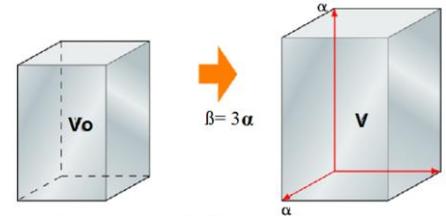
$$\alpha = \frac{1}{L} \left(\frac{\Delta L}{\Delta T} \right)$$

Coeficiente de dilatación volumétrica: Es el incremento de volumen que experimenta un cuerpo de cualquier sustancia, de volumen igual a la unidad, al incrementar la temperatura un grado centígrado. El coeficiente de dilatación volumétrica, es un valor específico para cada material, nos indica la capacidad que tiene un cuerpo para variar su volumen al aumentar o disminuir su temperatura.

Para calcular la variación del volumen de una sustancia se utiliza la ecuación:

ΔV = Variación del volumen
 V_0 = volumen inicial del cuerpo
 $\beta = 3\alpha$ = Coeficiente de dilatación volumétrica
 ΔT = Variación de la temperatura (Temperatura final menos la Temperatura inicial)

$$\Delta V = \beta V_0 \Delta T$$



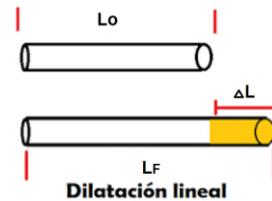
Dilatación Volumétrica

V_f = volumen final al del cuerpo
 V_0 = volumen inicial del cuerpo
 ΔV = Variación del volumen

$$V_f = V_0 + \Delta V$$

Coeficiente de dilatación lineal: Es el incremento lineal que experimenta una varilla de determinada sustancia, de longitud igual a la unidad, al elevarse su temperatura un grado centígrado. Es un valor específico para cada material, lo que provoca que se dilaten en diferentes proporciones, ya que las fuerzas que se unen a los átomos varían de una sustancia a otra.

Fórmula que se utiliza para la dilatación lineal



ΔL = Variación de la longitud
 α = Coeficiente de dilatación lineal
 L_0 = Longitud inicial
 ΔT = Variación de la temperatura (Temperatura final menos la Temperatura inicial)

$$\Delta L = \alpha \cdot L_0 \cdot \Delta T$$

El α = coeficiente de proporcionalidad = coeficiente de dilatación lineal.
 El α produce el mismo incremento de longitud para todos los materiales
 El α da por entendido que es la longitud que aumenta el material al elevar su temperatura.

Entonces se puede decir que una vez sacada la variación de la longitud ya podemos calcular la longitud final del cuerpo:

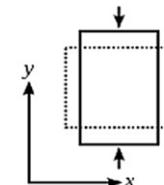
L_f = Longitud final
 L_0 = Longitud inicial
 ΔL = Variación de la longitud

$$L_f = L_0 + \Delta L$$

• Si el material es isótropo el coeficiente lineal es único.

(Isótropo) Las propiedades no cambian con la dirección. Presentan el mismo comportamiento mecánico para cualquier dirección de estiramiento alrededor de un punto.

Los materiales isotrópicos, tienen un módulo elástico, un coeficiente de Poisson, una conductividad térmica, un coeficiente de expansión térmica, etc. idénticos en todas direcciones.



Coeficiente de Poisson (ν)

Es una constante elástica que proporciona una medida del estrechamiento de sección de un prisma de material elástico lineal e isótropo cuando se estira longitudinalmente y se adelgaza en las direcciones perpendiculares a la de estiramiento.

MATERIALES ISÓTROPICOS

El coeficiente de Poisson se puede medir como: la razón entre el alargamiento longitudinal producido dividido por el acortamiento de una longitud situada en un plano perpendicular a la dirección de la carga aplicada. Este valor coincide igualmente con el cociente de deformaciones, de hecho la fórmula usual para el Coeficiente de Poisson es:

$$\nu = - \frac{\epsilon_{trans}}{\epsilon_{long}}$$

Acciones físicas sobre los materiales

Comportamiento frente a acciones térmicas

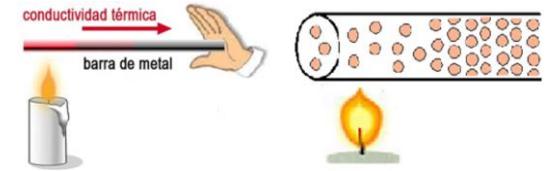
El comportamiento de los materiales frente al calor se evalúa mediante tres parámetros:

- { Dilatación térmica
- { Conductividad térmica
- { Inercia térmica

- Tipos de acciones físicas
- { Térmicas
 - { Hídricas
 - { Acústicas
 - { Lumínicas
 - { Mecánicas

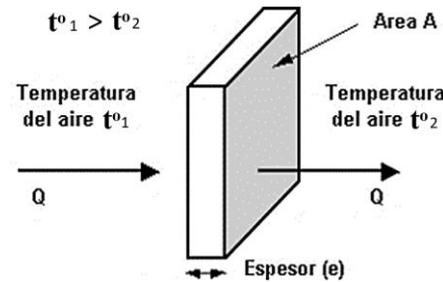
Conductividad térmica

La conductividad térmica es una propiedad de los materiales que valora la capacidad de transmitir el calor a través de ellos. Es elevada en metales y en general en cuerpos continuos, es baja en polímeros, y muy baja en algunos materiales especiales como la fibra de vidrio, que se denominan por ello aislantes térmicos. Para que exista conducción térmica hace falta una sustancia, de ahí que es nula en el vacío ideal, y muy baja en ambientes donde se ha practicado un vacío bajo. **La transferencia de calor a través de cualquier material está relacionada con la resistencia superficial del aire al flujo de calor, y está determinada según el tipo de superficie, (áspera o lisa), su posición, (horizontal o vertical), sus propiedades reflectoras y la intensidad de flujo de aire sobre la superficie.**



- Es la propiedad de los materiales para transmitir calor por conducción (entre dos ambientes con diferente T).
- Se produce por transmisión de energía de vibración entre átomos y moléculas vecinas.

- **El Coeficiente de Conductividad térmica de un material (λ)** : “Mide el flujo de calor a través de un material de 1 m de espesor y 1 m² de superficie, durante una hora, cuando la diferencia de temperatura entre sus caras es de 1 °C.”



$$\lambda = \frac{Q \cdot e}{T \cdot S \cdot t} \rightarrow \left(\frac{\text{kcal} \cdot \text{m}}{\text{°C} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}} \right)$$

Se define al coeficiente de transmitancia total K como la cantidad de calor en kcal, que se transmite totalmente en una hora a través de un m² de superficie, existiendo una diferencia de temperatura de 1° C entre el ambiente interno y externo.

$$Q = K \cdot A \cdot (T^{\circ}_1 - T^{\circ}_2)$$

- Siendo:
- Q: Cantidad de calor que se transmite (kcal/h)
 - K: Coeficiente de transmitancia térmica (kcal/h.m².°C). Según tablas.
 - A: Area (m²).
 - T[°]₁: Temperatura del aire en la cara más caliente (°C).
 - T[°]₂: Temperatura del aire en la cara más fría (°C).

$$\omega \left(\frac{\text{s}}{\text{m}^2} \right) = \frac{\rho \cdot c}{\lambda}$$

Inercia térmica (ω) • Definición: tiempo que tarda un material en cambiar su temperatura.

Es la propiedad que indica la cantidad de calor que puede conservar un cuerpo y la velocidad con que lo cede o absorbe.

Depende de la **masa térmica, del calor específico de sus materiales y del coeficiente de conductividad térmica de estos.**

- **Calor Específico (c)**: Cantidad de calor necesaria para aumentar 1°C la temperatura de 1kg de masa de un determinado material.

- El equilibrio térmico entre un material

y su entorno no se produce de manera instantánea.

$$c = \frac{\Delta Q}{m \cdot \Delta T} = \frac{C}{m} \quad (\text{J/g} \cdot \text{°C})$$

El **equilibrio térmico** es aquel estado en el cual se igualan las temperaturas de dos cuerpos, las cuales, en sus condiciones iniciales presentaban diferentes temperaturas. Una vez que las temperaturas se equiparan se suspende el flujo de calor, llegando ambos cuerpos al mencionado equilibrio térmico.

La inercia térmica es un recurso utilizado en la arquitectura bioclimática.

Consiste en la capacidad de determinados elementos, arquitectónicos en este caso, para almacenar calor, conservarlo y liberarlo de una manera paulatina permitiendo un menor uso de sistemas mecánicos de calefacción e incluso de refrigeración.



Conductividades térmicas de diversos materiales en W/(K·m)

| Material | λ | Material | λ | Material | λ |
|----------|-----------|----------------------|-----------|----------|-------------|
| Acero | 47-58 | Corcho | 0,03-0,04 | Mercurio | 83,7 |
| Agua | 0,58 | Estaño | 64,0 | Mica | 0,35 |
| Aire | 0,02 | Fibra de vidrio | 0,03-0,07 | Níquel | 52,3 |
| Alcohol | 0,16 | Glicerina | 0,29 | Oro | 308,2 |
| Alpaca | 29,1 | Hierro | 80,2 | Parafina | 0,21 |
| Aluminio | 237 | Ladrillo | 0,80 | Plata | 406,1-418,7 |
| Amianto | 0,04 | Ladrillo refractario | 0,47-1,05 | Plomo | 35,0 |
| Bronce | 116-186 | Latón | 81-116 | Vidrio | 0,6-1,0 |
| Zinc | 106-140 | Litio | 301,2 | Cobre | 372,1-385,2 |
| Madera | 0,13 | Tierra húmeda | 0,8 | Diamante | 2300 |
| Titanio | 21,9 | | | | |

La tabla muestra la capacidad de ciertos materiales para transmitir el calor.

Parámetros característicos de materiales de construcción

| Material | Clave | Densidad (ρ) | Coef. Conductividad (λ) | Calor específico (c) | $\rho \cdot c / \lambda$ |
|--------------------|-------|---------------------|-----------------------------------|----------------------|--------------------------|
| | | Kg/m ³ | W/mK | J/Kg.K | kW/m ² |
| Hormigón | A | 2200 | 1.65 | 1000 | 1333.3 |
| Enfoscado cemento | B | 1600 | 0.9 | 836 | 1486.2 |
| Enfoscado yeso | C | 1500 | 0.56 | 1000 | 2678.6 |
| Ladrillo macizo | D | 1800 | 0.87 | 836 | 1729.7 |
| Ladrillo hueco | E | 1200 | 0.49 | 836 | 2047.3 |
| Madera | F | 700 | 0.17 | 1600 | 6588.2 |
| Madera | G | 800 | 0.14 | 1600 | 9142.9 |
| Vidrio | H | 2500 | 0.95 | 750 | 1973.7 |
| Aluminio | I | 2700 | 204 | 880 | 11.6 |
| Acero | J | 7500 | 50 | 450 | 67.5 |
| Piedra | K | 2600 | 2.3 | 1000 | 1130.4 |
| Bloque de hormigón | L | 1400 | 0.56 | 1000 | 2500 |

Acciones físicas sobre los materiales

Comportamiento frente a acciones hídricas

El comportamiento de los materiales frente al agua se evalúa mediante tres parámetros:

- Absorción
- Permeabilidad
- Retracción

- El agua está presente en el ambiente en forma de agua líquida y de vapor de agua.
- La presencia de agua y el estado en que aparece en el ambiente afecta a los materiales.

El agua es uno de los principales agentes agresivos en el deterioro de los materiales porosos.

El movimiento de una molécula de agua no es absolutamente libre, sino que viene determinada en cierta forma por las fuerzas de interacción con las moléculas circundantes, (**de enlace de puente de hidrógeno**), de modo que el movimiento de una de ellas implica el movimiento de las demás. Por otro lado, la molécula de agua-vapor, al estar "suelta", es mucho más pequeña que la de agua líquida, y puede penetrar a través de poros más pequeños. Esto permite que materiales impermeables al agua líquida son permeables al vapor. (**Enlace de puente de hidrógeno**: se produce por la atracción existente en un átomo de hidrógeno y un átomo de oxígeno).

Absorción de agua

- Es la capacidad de un material de captar agua y retenerla en su volumen.
- Depende de la porosidad del material y del tipo de poro.
- Se cuantifica mediante el **Coefficiente de absorción**:

$$C_{\text{absorción}} (\%) = \frac{P_{\text{sat}} - P_{\text{seco}}}{P_{\text{seco}}} \cdot 100$$

Coefficiente de absorción inicial: (peso de agua absorbida entre el peso de sólido). Peso del agua absorbida por un material que ha sido sumergido parcialmente durante un minuto; generalmente expresado en gramos u onzas por minuto.

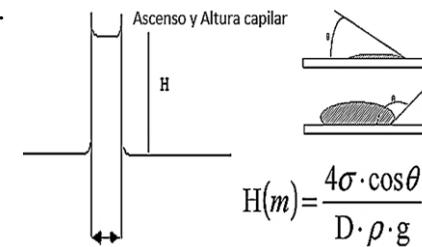
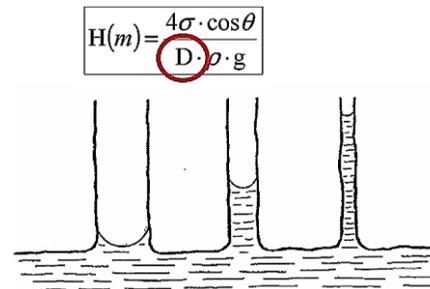
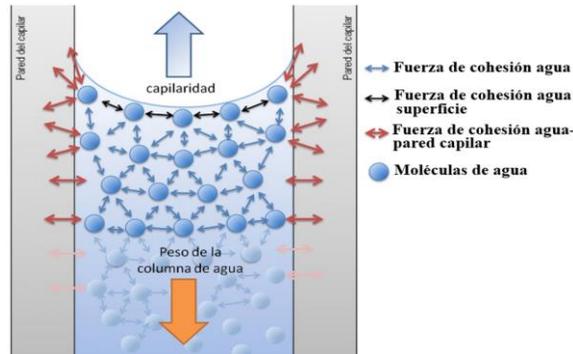
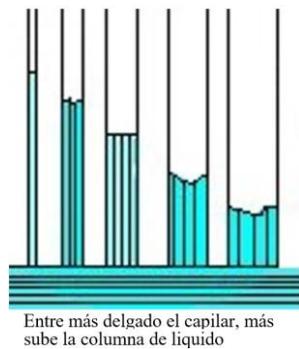
También llamado **Coefficiente de succión**.

Absorción por Capilaridad

La capilaridad es una propiedad de los líquidos que depende de su tensión superficial (la cual, a su vez, depende de la cohesión o fuerza intermolecular del líquido), que le confiere la capacidad de subir o bajar por un tubo capilar.

- Los materiales con poros largos y de pequeño diámetro (capilares) son capaces de absorber agua fácilmente.
- Este fenómeno se debe a la tensión superficial del agua dentro de los capilares (menisco).

Menisco: es La superficie curva formada por un líquido en un cilindro o tubo.

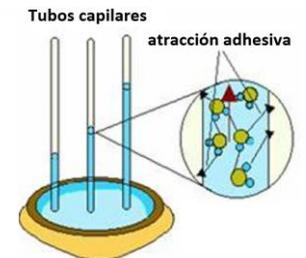
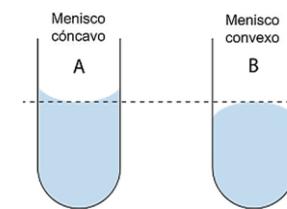


$$H(m) = \frac{4\sigma \cdot \cos\theta}{D \cdot \rho \cdot g}$$

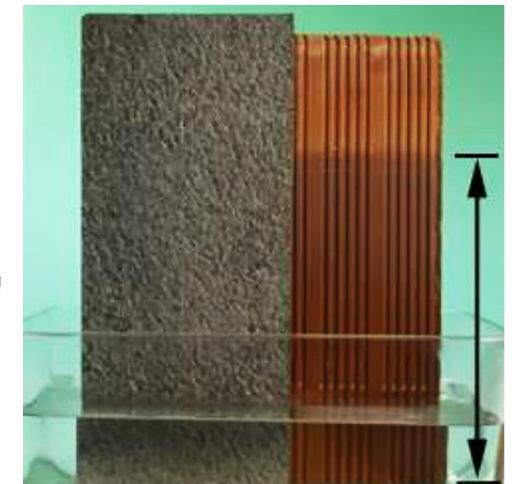
- σ = tensión superficial interfacial (N/m)
- θ = ángulo de contacto
- ρ = densidad del líquido (kg/m³)
- g = aceleración debida a la gravedad (m/s²)
- D = diámetro del tubo

- Las **humedades capilares** son aquellas que se producen cuando un muro, pilar o cualquier elemento constructivo está en contacto con el suelo (la tierra en donde se asienta el edificio) y **la humedad** de este es **absorbida** por aquel, produciéndose humedad. Es típico en sótanos.
- Obsérvese en la imagen que el ladrillo de la derecha (color rojo) tiene una zona más oscura (indicada con una flecha) que es el agua absorbida (capilaridad).

- Tipos de acciones físicas
- Térmicas
 - Hídricas
 - Acústicas
 - Lumínicas
 - Mecánicas



La atracción adhesiva hacia el vidrio es mayor que la adhesión intermolecular del agua.



Acciones físicas sobre los materiales

Comportamiento frente a acciones hídricas

El comportamiento de los materiales frente al agua se evalúa mediante tres parámetros:

- Absorción
- Permeabilidad
- Retracción

Tipos de acciones físicas

- Térmicas
- Hídricas
- Acústicas
- Lumínicas
- Mecánicas

Permeabilidad

- Es la propiedad por la que un fluido puede pasar a través de un material.
- La Permeabilidad depende del tipo de material.

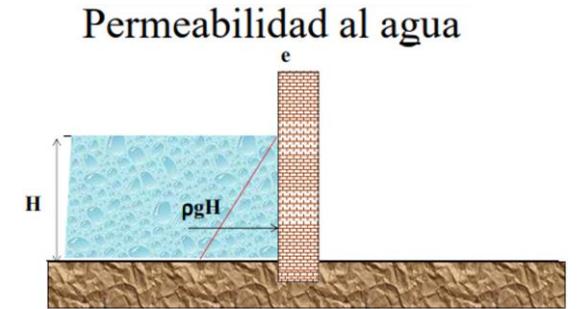
La permeabilidad al agua depende de la presión del agua (Presión hidrostática, aumenta con la profundidad).

Se mide en peso de agua que atraviesa la unidad de superficie durante la unidad de tiempo, por unidad de espesor y por presión.

La presión hidrostática es directamente proporcional al valor de la gravedad, la densidad del líquido y la profundidad a la que se encuentra.

La presión hidrostática (p) puede ser calculada a partir de la multiplicación de la gravedad (g), la densidad (d) del líquido y la profundidad (h).

Ecuación: $p = d \times g \times h$.



- Se distingue entre Permeabilidad al agua y al vapor de agua.

- La Permeabilidad al agua se produce en los materiales a través de sus poros (capilaridad y por presión).
Se puede considerar impermeabilidad cuando un revestimiento o cualquier otro material ofrece una resistencia a la penetración del agua de lluvia, pero no al vapor de agua.

- La Permeabilidad o Difusividad al vapor de agua es la facilidad que presentan los materiales al paso del vapor.

Se define la Permeabilidad o Difusión al vapor de agua (dv) como la cantidad de vapor que pasa a través de la unidad de superficie de material de espesor dado en un tiempo unitario y cuando entre sus caras se establece una diferencia de presión unitaria.

Se mide en g cm/mm Hg m² día. En unidades SI se expresa en g m/MN s (gramo metro por meganewton segundo).

$1 \text{ g cm/mmHg m}^2 \text{ día} = 0,868 \times 10^{-3} \text{ gm/MNs}$

La equivalencia es:

$$d_v = \frac{m_v \cdot e}{S \cdot \Delta P_v} \left(\frac{g \cdot m}{MN \cdot s} \right)$$

m_v = masa que atraviesa por unidad de tiempo (g/s)

S = área (m²)

e = espesor (m)

ΔP_v = incremento de presión parcial de vapor (MN/m²)

- El inverso de la Difusividad es la Resistividad al vapor:
Resistividad resistencia de los materiales al vapor de agua.

$$r_v = \frac{1}{d_v} \left(\frac{MN \cdot s}{g \cdot m} \right)$$

Así mismo, se define la resistencia al vapor (rv) como el inverso de la permeabilidad al vapor dv.

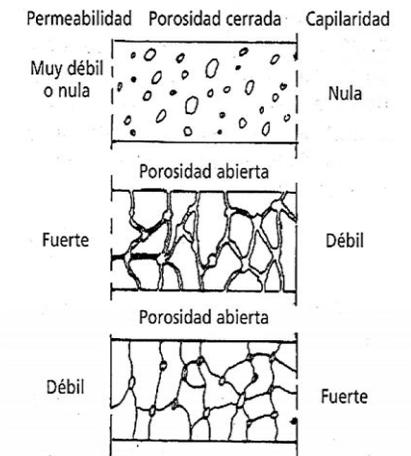
$rv = e/dv = e \cdot r_v$

- La Resistencia es la oposición al paso del vapor (rv) de un material de espesor (e) determinado.

La resistencia al vapor de agua o rv es el valor de la resistencia total de un material de espesor e o la combinación de varios, a la difusión del vapor de agua.



Influencia de la porosidad en la Permeabilidad



Acciones físicas sobre los materiales

Tipos de acciones físicas {
 Térmicas
 Hídricas
 Acústicas
 Lumínicas
 Mecánicas

Comportamiento frente a acciones hídricas

El comportamiento de los materiales frente al agua se evalúa mediante tres parámetros:

{
 Absorción
 Permeabilidad
 Retracción

Retracción y Entumecimiento

- La variación del contenido de agua (líquida y vapor) en los materiales puede producir variaciones dimensionales.
- Los materiales que modifican sus dimensiones se denominan **higroscópicos** (Ejemplos: madera, morteros, ladrillos)
- El fenómeno de aumento de dimensiones se denomina **Entumecimiento** y la disminución **Retracción**.

• **Coefficiente de entumecimiento** (β):

$$\beta = \frac{\Delta V}{V} \text{ (cm}^3\text{/m}^3\text{)}$$

Lineal

$$\beta = \frac{1}{L} \left(\frac{\Delta L}{\Delta H} \right)$$

El **entumecimiento**: expansión volumétrica del material por efecto de la absorción de agua.

También puede expresarse como **dilatación lineal** por humedad (mm/m), (mm/g/g) en cuanto al **incremento de longitud** por unidad de incremento de humedad.



| MATERIAL | COEFICIENTE DILATACIÓN POR HUMEDAD (β) de seco a húmedo en mm/m | COEFICIENTE DILATACIÓN TÉRMICO LINEAL α ($10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) |
|----------------------|---|---|
| PIEDRAS | | |
| GRANITO | 0 | 8 |
| CALIZA | 0,1 | 3 |
| ARENISCA | 0,4 | 7 |
| MARMOL | 0 | 10 |
| PIZARRA | 0 | 3 |
| CERAMICA | | |
| CERAMICA POROSA | 0,2 | 5 |
| VIDRIO | 0 | 9 |
| CONGLOMERADOS | | |
| YESOS Y ESCAYOLAS | 2,0 | 20 |
| HORMIGÓN | 0,3-0,4 | 12 |



Fisuras por retracción hidráulica



Fisuración causada por la severa reactividad álcali-agregado en este muro.

Las fisuras por retracción hidráulica, pueden ser por “contracción de fraguado” o por “secado lento” del hormigón. Las más comunes son las de “contracción por fraguado”, que se producen en losas no muy gruesas y de espesor uniforme (pavimentos, losas de entrepisos y techos de edificios, etc.) por la rápida desecación superficial con relación a la masa por la acción del sol, la humedad relativa, y especialmente del viento, o por la combinación de ambos, estas fisuras aparecen en la superficie en forma de “viboritas”, ubicadas al azar y orientados en cualquier dirección

Fisuras de entumecimiento

Son provocadas por un aumento del volumen del hormigón que puede deberse a materiales expansivos incluidos en la masa. Las más conocidas son las expansiones producidas por la reacción álcali agregado (Álcali-sílice) que destruyen velozmente la estructura; y otras más lentas como el ataque por sulfatos, la oxidación de los hierros de refuerzo o elementos férricos empotrados en la masa del hormigón, y el efecto de congelación y deshielo. La **reacción álcali-agregado** se manifiesta en forma de **fisuras en la masa del concreto, debidas al aumento de volumen** que la caracteriza, con el consiguiente deterioro de las estructuras y el seguimiento de su vulnerabilidad a cargas externas.

Acciones físicas sobre los materiales

Comportamiento frente a acciones acústicas

• El Sonido es una vibración perceptible auditivamente.

El sonido es un conjunto de variaciones de presión emitidas desde una fuente emisora, en forma de ondas.

Estas ondas pueden transportarse a través de: Gases (el más común para nosotros es el aire), Líquidos, Sólidos.

• Se trata de un tipo de energía que se transmite en forma de ondas, con una velocidad y frecuencia determinadas.

• Se mide por la Presión acústica (1 Pa = 1N/m²) y la energía sonora incidente (dB).

Escala de dB (decibelio), se utilizan en todo el mundo para medir los niveles de sonido.

La presión acústica, o el nivel de presión acústica, es el resultado de las variaciones de presión que experimentan las ondas de sonido en el aire.

La presión acústica mínima que pueden oír las personas es el llamado umbral del sonido, y la mayor que se puede soportar es conocido como el umbral del dolor.

El nivel mínimo de presión acústica tiene el valor de 0 dB (el umbral del sonido) mientras que el umbral del dolor tiene el valor de 120 dB aproximadamente.

La capacidad de absorción del sonido de un material es la relación entre la energía absorbida por el material y la energía reflejada por el mismo eco.

• El comportamiento de los materiales frente al sonido se evalúa mediante el

Coefficiente de absorción acústica

Se define Coeficiente de Absorción de un material como la relación entre la energía que absorbe y la energía de las ondas sonoras que inciden sobre él por unidad de superficie. Indica la cantidad de sonido que absorbe una superficie en relación con la incidente.

“Cociente entre la energía sonora absorbida e incidente.”

• Depende de la frecuencia, tipo y forma del material.

Coefficiente de absorción acústica

$$\alpha = \frac{E_a}{E_i}$$

El efecto de absorción va en función de la frecuencia de la onda incidente, ya que la absorción, depende o de la velocidad de las partículas o de la presión acústica y ambas crecen con la frecuencia de los sonidos.

En la figura se esquematiza el proceso energético en tres medios diferentes. Dada una cantidad de energía incidente (E_i), parte de ella será absorbida por la pared (E_a) y parte reflejada (E_r). Parte de esta energía absorbida es disipada en forma de calor (E_d), otra parte vuelve al medio inicial sumándose con la onda reflejada y el resto de la energía contenida en la vibración de la propia pared producirá una vibración en el aire del lado opuesto, funcionando como una nueva fuente sonora que generará una onda sonora en el tercer medio (E_t).

TRANSMITANCIA ACÚSTICA: Es la propiedad de algunos materiales de transmitir las ondas sonoras a través de ellos.

Los materiales rígidos transmiten el sonido con facilidad a través de ellos.

Los materiales blandos no transmiten el sonido a través de ellos, porque pueden amortiguar el golpe.

Cuanto más denso es el medio de propagación del sonido, mejor será la transmisión de éste.

Ejemplo: el sonido se propaga mejor en el agua que en el aire.

REFLEXION DEL SONIDO: Es la propiedad de algunos materiales de reflejar las ondas sonoras que llegan a ellos.

Las ondas sonoras, al llegar a un objeto pueden rebotar contra los mismos y viajar en el sentido contrario. Para que esto ocurra, el objeto debe ser rígido. Este efecto se conoce como eco.

Este efecto (Eco), dentro de una habitación puede ser molesto, y dificultar la comunicación entre las personas.

Esto es lo que ocurre en las iglesias, cuyas paredes son todas rígidas. A este efecto se lo conoce como reverberancia.

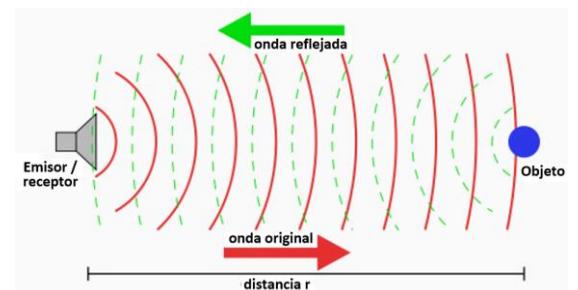
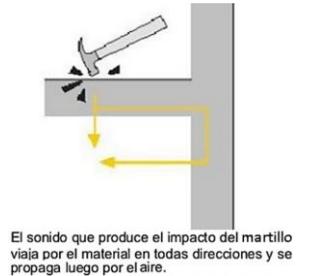
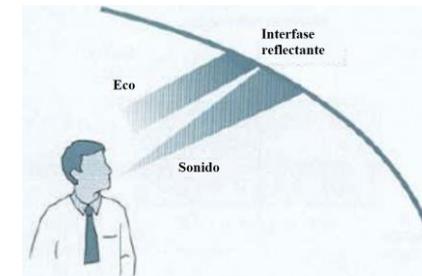
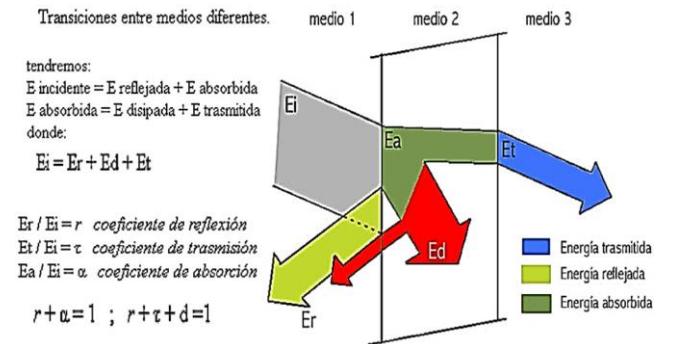
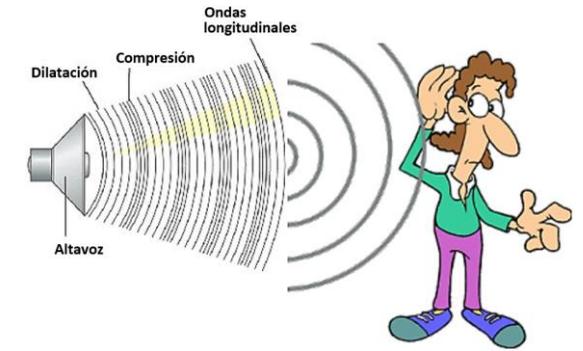
Para evitar este efecto, las superficies dentro del local deben ser lo más blandas posibles.

En el caso de un teatro, no puede haber reverberancia, porque haría imposible escuchar lo que dicen los actores.

Para ello se revisten todas las superficies posibles con materiales blandos (tapizados, muros entelados, grandes cortinados), que absorben en sonido y evitan el eco.

Tipos de acciones físicas

- Térmicas
- Hídricas
- Acústicas
- Lumínicas
- Mecánicas



Acciones físicas sobre los materiales

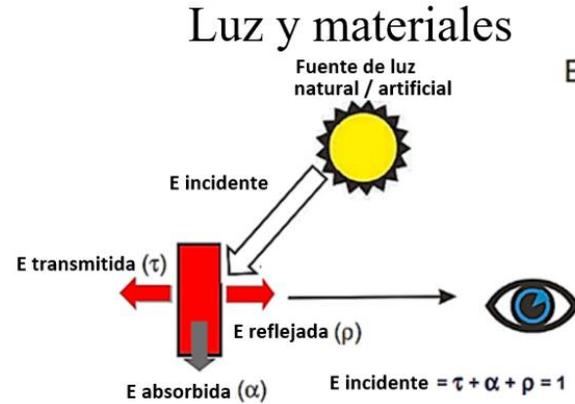
Comportamiento lumínico de los materiales

- La luz es una forma de energía.
- Los materiales pueden **reflejar, absorber o transmitir** la luz que incide en ellos.

Tipos de acciones físicas

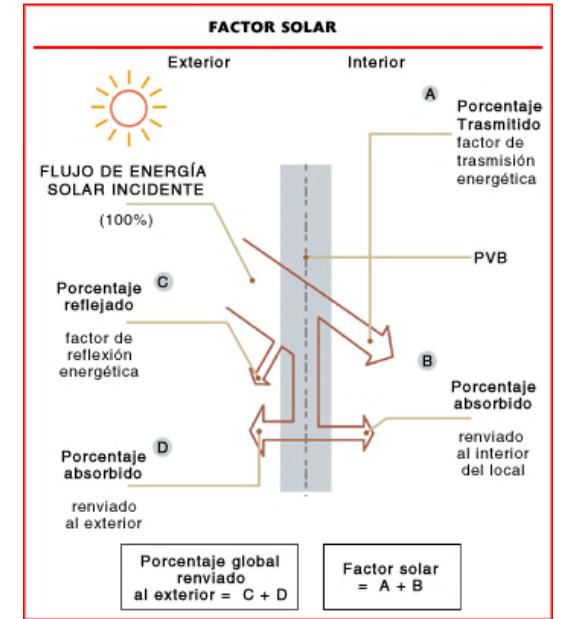
- Térmicas
- Hídricas
- Acústicas
- Lumínicas
- Mecánicas

- Si **refleja** la luz, es brillante y opaco.
- Si **absorbe** la luz, es mate y opaco.
- Si **transmite** la luz, es transparente.



| $E_i =$ | REEMITIDA | |
|-----------|--------------|--------------|
| | TRANSMISION | REFLEXION |
| ABSORCION | regularmente | regularmente |
| | difusamente | difusamente |

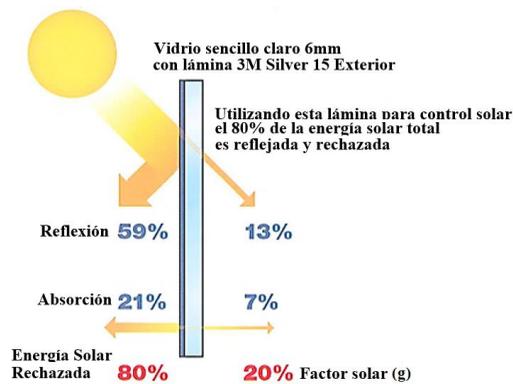
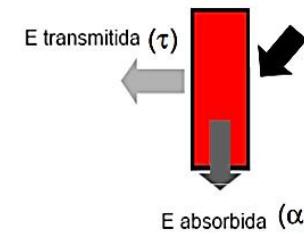
Procesos seguidos por la luz al incidir sobre los objetos



Los materiales se pueden clasificar en tres grupos con respecto a la transmisión de la luz (comportamiento lumínico).

- **OPACOS:** IMPIDEN EL PASO DE LA LUZ
- **TRANSPARENTES:** PERMITEN LA TRANSMISIÓN DE LA LUZ
- **TRANSLÚCIDOS:** PERMITEN PARCIALMENTE LA TRANSMISIÓN DE LA LUZ
- El **comportamiento lumínico** de los materiales depende de su **espesor, color, textura superficial, etc.**

TRANSMISIÓN DE LA LUZ



Se utilizó tinte de ventana 3M Neutral 35 en esta tienda de diseño de estudio para la gestión de la luz y la reducción de energía



Laminados de piedra (fachada Traslúcida)



Hormigón translúcido

El **factor solar** mide el porcentaje de calor que pasa a través de un vidrio; Cuanto menor será el **factor solar** mayor será la protección.

Acciones físicas sobre los materiales

Tipos de acciones físicas {
 Térmicas
 Hídricas
 Acústicas
 Lumínicas
 Mecánicas

Heladicidad

Se dice a la propiedad de desintegrarse un material por acción de las heladas.

El agua retenida en los poros al congelarse aumenta en un 9% de volumen y si el material está completamente saturado estas presiones internas dentro del material tenderán a romperlo, si éste no es capaz de resistirlo.

- Un material poroso es susceptible de quebrarse por la acción de ciclos de hielo-deshielo del agua que contiene en sus poros. **(El agua se convierte en hielo, aumentando su volumen).**

La falta de resistencia del material a la congelación del agua en la estructura porosa, experimenta un aumento de volumen, originándose una presión si se efectúa una congelación brusca. Sin embargo, la estructura porosa de poros grandes no resulta muy dañada frente a la **Heladicidad** sino las estructuras de poros de diámetro pequeño, por lo que, el material no es resistente. En consecuencia, la resistencia al hielo depende de la cantidad de agua susceptible de poder helarse, de la estructura de la red capilar, de la distribución, forma y tamaño de poros.

- El **Módulo de Saturación**: (resistencia al frío)

Es el estudio del comportamiento ante las heladas de una muestra.

Con la determinación de su **Módulo de Saturación**, podremos predecir el comportamiento futuro de la misma en función del valor obtenido.

Esto es,

$$MS(\%) = \frac{P_{abierto}}{P_{total}} \cdot 100$$

- Ms. > 0,75**, indica que el material es heladizo y no se puede emplear en exteriores.
- Ms. < 0,75**, el material parece no ser heladizo, y se puede recomendar su uso para exteriores.

Se estima calculando la relación entre el volumen de poros abiertos y el volumen total de poros, expresado en %:

$$\text{Modulo saturación (Ms)} = \frac{\text{Vol. poros abiertos (Vpa)}}{\text{Volum. total poros (Vpt)}} \times 100$$



Daños en suelos exteriores por Heladicidad



Efecto de los ciclos de hielo / deshielo en una cubierta de tejas cerámicas

Acciones físicas sobre los materiales

Tipos de acciones físicas

- Térmicas
- Hídricas
- Acústicas
- Lumínicas
- Mecánicas



Reacción y Resistencia al fuego

Clases de Materiales por su Reacción al fuego

| Clasificación: | Euroclases |
|------------------------------|------------|
| - Incombustible | A1, A2 |
| - Combustible, no inflamable | B |
| - Inflamabilidad Baja | C |
| - Inflamabilidad Media | D |
| - Inflamabilidad Alta | E |
| - Sin Clasificar | F |
| - Producción de humos | s1, s2, s3 |
| - Caída de gotas | d0, d1, d2 |

Clases de Materiales por su Reacción al fuego

La clasificación de los materiales en los grupos M0, M1..., M4, indica la magnitud relativa de ellos para favorecer el inicio o desarrollo de un incendio, según las normas UNE. Las clases M2, M3 y M4 significan productos con un grado de inflamabilidad creciente. Las lanas minerales son de naturaleza M0, como materiales inorgánicos.

| Clase | Definición | Ejemplo |
|-------|--|--|
| M-0 | No combustible (Incombustible) | Fibrocementos Silicatos lanas minerales |
| M-1 | Material combustible, pero no inflamable | Aglomerados M-1, DM-I, Poliestireno extruido |
| M-2 | Difícilmente inflamables | Aglomerados tipo M-2 |
| M-3 | Medianamente inflamables | Aglomerado homogéneo. |
| M-4 | Fácilmente inflamables | Plásticos. Fibras textiles. |

Reacción al fuego. Aporte del material al fuego y al desarrollo del incendio.

Indica la capacidad del material como combustible, que corresponde a la cantidad de calor emitido por la combustión completa (referencia al poder calorífico), así como su condición de inflamable, que corresponde a la cantidad de gases más o menos inflamables emitidos por el material bajo la acción de una fuente de calor, es decir, no se mantiene cuando cesa el aporte de calor.

- Es la respuesta de los materiales frente a fuego.
- No confundir con **Resistencia al Fuego**.

Ejemplos:

Incombustibles: yeso, piedra, lana de roca, fibra de vidrio, acero, vidrio, mortero, hormigón.

Difícilmente inflamables: yeso laminado, tablero de partículas, cerámica.

Normalmente inflamables: cartón, madera.

Inflamables: papel, plásticos, pinturas

El término **reacción al fuego** se define como la respuesta de un producto, contribuyendo con su propia descomposición, a un fuego al que está expuesto, bajo condiciones definidas.

Resistencia al fuego. (RF)

Este concepto se utiliza en la **protección estructural** identificándose con las siglas **RF** y nos indica la resistencia de un elemento constructivo expresada en minutos (tiempo), sin que pierda su estabilidad ni sus características estructurales y de aislamiento del fuego.

- La acción de fuego afecta a todas las propiedades de los Materiales, de modo reversible o irreversible.

El fuego produce dos efectos principales:

Pirolisis: Rotura por fuego con descomposición química.

Produce pérdida de componentes, descomposición del material y combustión.

La **pirolisis** (del griego piro, 'fuego' y lisis, 'rotura') es la descomposición química de materia orgánica y todo tipo de materiales, excepto metales y vidrios, causada por el calentamiento a altas temperaturas en ausencia de oxígeno.

La **pirolisis** extrema, que solo deja carbono como residuo, se llama carbonización.

Pérdida de resistencia mecánica:

Los cambios en la microestructura reducen la capacidad mecánica.



Astillamiento-desprendimiento en pilar de concreto



Carbonización de madera

Acciones físicas sobre los materiales

Durabilidad y mecanismos de degradación

- La **durabilidad** define el tiempo en que un material mantiene sus propiedades.
- Depende del tipo de material y exposición a los agentes externos (ambiente y acciones externas).
- Los mecanismos de degradación de los materiales son los procesos de pérdida de propiedades.

Tipos de acciones físicas {
 Térmicas
 Hídricas
 Acústicas
 Lumínicas
 Mecánicas



- Las acciones pueden ser de varias naturalezas y, en función del tipo de material, producen diferentes mecanismos de degradación.

Acciones y mecanismos de Degradación

Químicas {
 Oxidación y corrosión
 Ataques de ácidos y bases

Biológicas {
 Consumición
 Putrefacción

Físicas {
 Térmicas y fuego
 Hídricas
 Radioactivas y electromagnéticas

Mecánicas {
 Desgaste
 Fractura
 Deformación



Acciones físicas sobre los materiales

Protección de los materiales frente a acciones exteriores.

• Los materiales expuestos a ambientes agresivos tienen que protegerse para mantener su durabilidad.

Los agentes o acciones a considerar son de tipo **físico y químico**.

– **Viento** (produce erosión).

– **Agua** (produce humedades, oxidación y pudrición).

– **Rayos UVA** (producen envejecimiento)

– **Fuego**

– **Contaminantes**

– **Ambiente salino**

– **Aguas subterráneas**

Tipos de acciones físicas {
Térmicas
Hídricas
Acústicas
Lumínicas
Mecánicas



PROHIBIDA LA VENTA
DONADO PARA FINES EDUCACIONALES

PROPIEDADES FÍSICAS Y ENSAYOS DE LOS MATERIALES
TEMA 2: **PARTE II**

Tema 2: **Propiedades físicas y Ensayos**

Parte II: Ensayos físicos de Caracterización de Materiales

Procedimientos de ensayo para caracterizar el comportamiento físico de los Materiales

Objetivos Discentes del Tema 2 **Parte II:**

- Conocer los diferentes tipos de ensayos físicos de materiales e interpretar los resultados experimentales.

Ensayos

Ensayos físicos de Caracterización de Materiales

- Las propiedades de los Materiales se pueden determinar mediante ensayos de caracterización.

¿QUÉ ES LA CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES?

Consiste en la **obtención de información** (composición, estructura, topografía, morfología, propiedades en general, etc.) **acerca de un material** a partir de la interacción de una señal (eléctrica, luminosa, térmica, etc.) con una porción del material. Por tanto, toda caracterización de un material supone una agresión al mismo, es decir, una perturbación del material.

El estudio de la respuesta del material a dicha perturbación **nos permite obtener la información**.

- Existen ensayos específicos para cada propiedad y tipo de material de Construcción en función de su uso.
- Los resultados son de una muestra de material
- Es necesario realizar series de ensayos para calcular los valores característicos y medios de cada propiedad.
- Normalmente se realizan en laboratorio, aunque algunos se pueden realizar en la obra o edificio (in-situ).

Tipos de ensayos físicos

| | | |
|-----------------------|---|--|
| Propiedades físicas | { | Ensayos dimensionales Balanza hidrostática y porosimetría |
| Propiedades térmicas | { | Dilatometría (temperatura y humedad) Calorimetría |
| Propiedades hídricas | { | Absorción por capilaridad Permeabilidad al agua Permeabilidad al vapor de agua |
| Propiedades acústicas | { | Absorción acústica Aislamiento acústico |
| Reacción al fuego | { | Combustibilidad Resistencia a fuego |
| Heladicidad | → | Ciclos hielo / deshielo |
| Durabilidad | { | Ambientes agresivos Ciclos envejecimiento |

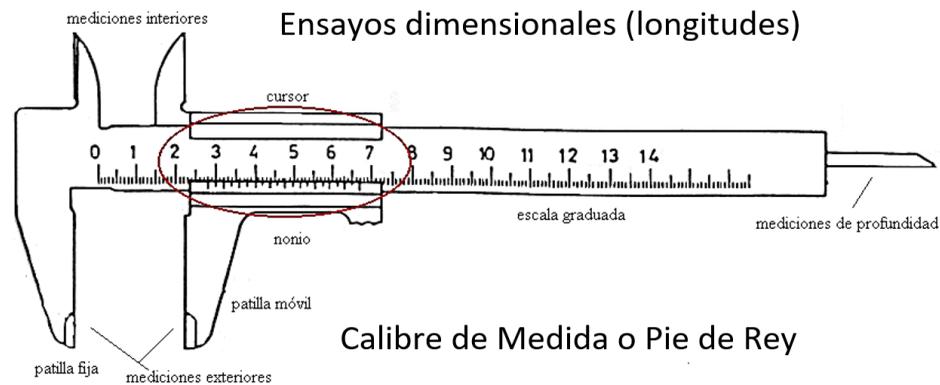


Ensayos

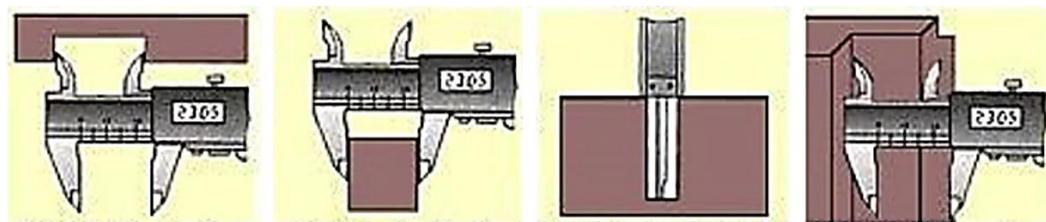
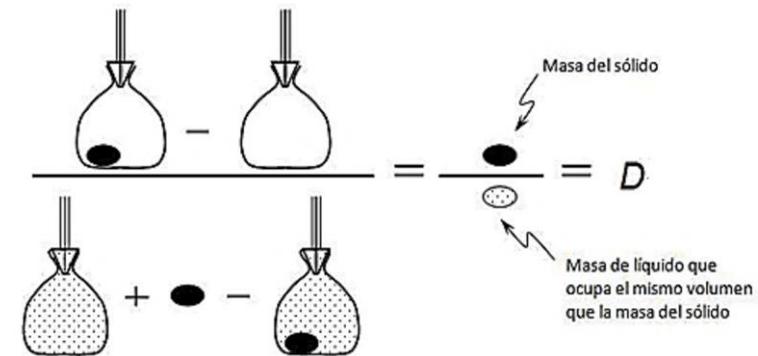
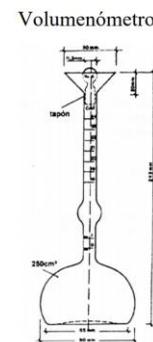
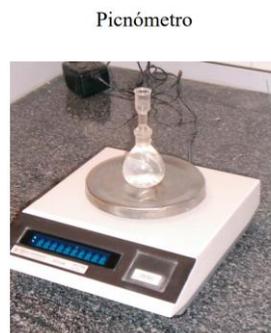
Ensayos dimensionales

- Se realizan para conocer las dimensiones de una muestra de material.
- Para medidas lineales se utilizan equipos graduados que se comparan con la muestra (reglas, calibres).
- Para medidas volumétricas se utilizan recipientes con agua graduados (volumenómetros y picnómetros).
- La escala utilizada determina el error de la medida.

Calibre (instrumento). El **calibre**, también denominado **calibrador**, cartabón de corredera o **pie de rey**, es un instrumento de medición, principalmente de diámetros exteriores, interiores y profundidades, utilizado en el ámbito industrial.



Ensayos dimensionales (Volúmenes)



Medición de interior Medición de exterior Medición de profundidad Medición de escalón

Picnómetro: Recipiente de pequeñas dimensiones que se usa para determinar la densidad de un sólido o de un líquido.

Densidad $d = \frac{m}{V}$

Volumenómetro: Un volumenómetro es empleado para medir el volumen de un cuerpo.

Cuando el cuerpo (por ejemplo, el de un ser humano) se sumerge por completo en el agua, el volumen de agua desplazada equivale al volumen del cuerpo.

El **volumenómetro** suele combinarse con una báscula para medir el peso dentro y fuera del agua.

Las mediciones se emplean para determinar la **densidad y gravedad específica**.

(La **gravedad específica** es una comparación de la densidad de una sustancia con la densidad del agua.

La **gravedad específica** está definida como el peso unitario del material dividido por el peso unitario del agua destilada a 4 grados centígrados).

- Densidad de la Acetona:
- A.-Peso del Picnómetro vacío: 15.21511gr.
 - B.-Peso del Picnómetro con Acetona: 19,43089gr.
 - C.- Volumen: 5.519ml.
 - D.- Masa= B - A → Masa= 4.21578gr.
 - E.- Densidad= D/C (Masa sobre Volumen)
 - Densidad= 0.76387gr/ml.



Líquidos

- Se mide la masa del picnómetro:
- 1. Vacío.
- 2. Lleno de líquido.
- 3. La diferencia es la masa del líquido.
- El volumen se lee del picnómetro.

Gravedad específica = $\frac{\text{Densidad de la sustancia}}{\text{Densidad del agua}}$

Ensayos

Ensayos de balanza hidrostática

- La balanza hidrostática mide el peso de las muestras.
- Está equipada con un gancho en la parte inferior para realizar medidas de peso sumergido.
- Es el equipo de medida que nos da más información.
- Obtenemos: **Peso natural - Peso seco - Peso saturado - Peso sumergido**
- Para obtener el peso seco, es necesario utilizar una estufa para evaporar la humedad natural del material.



Ensayos de balanza hidrostática



Balanza hidrostática



Medida peso sumergido

Determinación del peso específico con una balanza hidrostática aprovechando la boyancia de un cuerpo en agua

A una temperatura $t = 4^{\circ}\text{C}$
un volumen de 1cm^3
de agua pesa 1g .
Trabajando a una
temperatura ambiental
elevada se aplica una
corrección para
la temperatura.

1. Se mide el peso de la muestra mineral en aire
En este ejemplo la muestra pesa 60g .
2. Se mide la muestra hundiéndola en un vaso de agua.
En este ejemplo la muestra pesa 37g .
3. La diferencia de peso entre la muestra en aire y la muestra en agua da el volumen de agua reemplazada por la muestra.
En este ejemplo el volumen de agua reemplazada es $60\text{g} - 37\text{g} = 23\text{g} \Rightarrow 23\text{cm}^3$ (a $t = 4^{\circ}\text{C}$).
4. Se calcula el peso específico como cociente entre el peso de la muestra y su volumen, o es decir:
$$\frac{\text{peso de la muestra en aire}}{\text{peso de la muestra en aire} - \text{peso de la muestra en agua}}$$

En este ejemplo el peso específico de la muestra es:
 $60\text{g}/(60\text{g}-37\text{g}) = 60\text{g}/23\text{g} \Rightarrow 2,6\text{ g/cm}^3$. La albita por ejemplo tiene un peso específico de este valor.
5. El valor del peso específico determinado con este método es exacto hasta la primera decimal.

Ensayos de desecación de muestra



Estufa eléctrica para desecación de muestras (200°C)

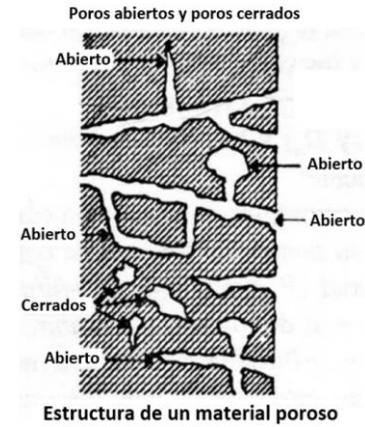
Ensayos

Ensayos de Porosimetría

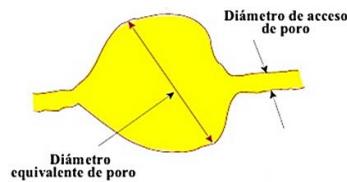
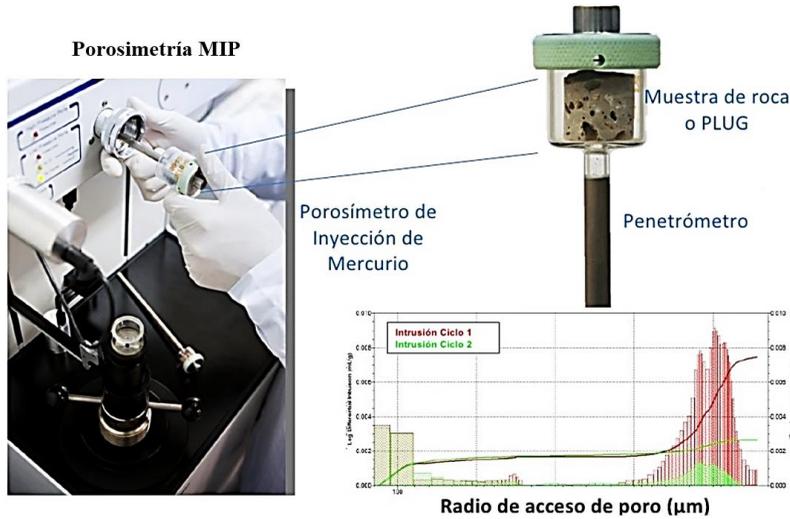
Porosimetría (por inyección de mercurio), es una técnica indirecta para la cuantificación de la porosidad de un material mediante el flujo del mercurio en su interior.

- Se realizan para **determinar la porosidad y el tamaño de los poros** de una muestra de material.
- La **porosidad** se mide con la balanza hidrostática y el picnómetro o volumenómetro.
- El tamaño de los poros se determina mediante un Porosímetro (de Helio, Mercurio, etc.).
- Consta de una bomba que introduce un fluido en los poros del material y mide la presión necesaria para que se introduzca (depende del tamaño de los poros).

Ensayos de Porosimetría



Porosimetría de Mercurio



Porosidad Es la propiedad de algunos materiales de poseer espacios vacíos dentro de ellos.

Ejemplos:
Material no poroso visto por dentro:



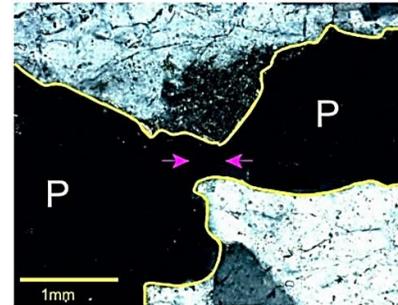
Material poroso visto por dentro:



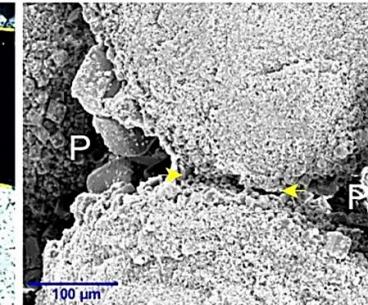
Poros (espacios vacíos)

Un material es poroso cuando su volumen real (el del material solo) es menor que el volumen aparente (el del material más los poros).

Arenisca (POL)



Caliza oolita (SEM)



Características geométricas del poro y conductos

Ensayos

Ensayos de Dilatometría

La **dilatometría** (DIL) es el método para la medición, con una gran precisión, de los cambios en la dimensión de los sólidos, materiales fundidos, polvos y pastas ante un cambio de temperatura programado y con una tensión de muestra despreciable.

- **Miden la variación dimensional de una muestra de material cuando sufre cambios de temperatura o humedad.**
- **El equipo que se utiliza consta de un elemento de medida (longitud) o varios (volumen) y de un generador de calor o de humedad.**
- **El desarrollo del ensayo requiere de un tiempo para que la muestra modifique sus dimensiones.**
- **Se obtiene el Coeficiente de dilatación térmica (α) o el Coeficiente de entumecimiento (β).**

$$\alpha_v = \frac{1}{V} \left(\frac{\Delta V}{\Delta T} \right)$$

$$\alpha = \frac{1}{L} \left(\frac{\Delta L}{\Delta T} \right)$$

$$\beta_v = \frac{1}{V} \left(\frac{\Delta V}{\Delta H} \right)$$

$$\beta = \frac{1}{L} \left(\frac{\Delta L}{\Delta H} \right)$$

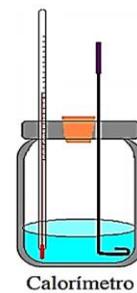
Dilatación térmica es el cambio relativo de longitud o volumen que se produce cuando un cuerpo sólido o un fluido dentro de un recipiente cambia de temperatura provocando una dilatación térmica.

Cómo consecuencia de la absorción de agua, el aumento de dimensiones se denomina **Entumecimiento** y la disminución **Retracción**.

Dilatómetro Es un instrumento utilizado para medir la expansión /contracción (cambio del volumen) relativa de sólidos a diferentes temperaturas.

Ensayos de Calorimetría

- **Se utilizan para determinar los parámetros (Datos) térmicos de una muestra de material.**
- **Parámetros: Calor específico, Coeficiente de conductividad térmica, Inercia térmica.**
- **Se realizan en calorímetros o cámaras aisladas térmicamente.**
- **Requieren de una fuente de calor (o frío) y de elementos de medida de la temperatura (termómetros).**



Calor específico: Cantidad de calor que por kilogramo necesita un cuerpo para que su temperatura se eleve en un grado centígrado.

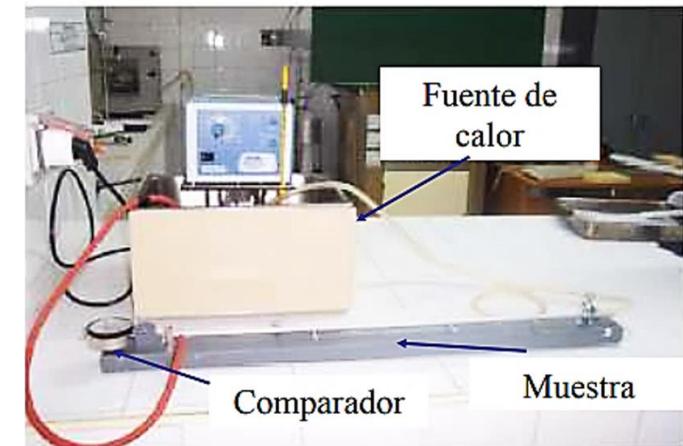
Coeficiente de conductividad térmica Es la capacidad de los materiales para transferir el calor a través de su masa.

Se mide en kilocalorías por unidad de tiempo, por unidad de espesor del material y por unidad de temperatura.

Inercia térmica es la propiedad que indica la cantidad de calor que puede conservar un cuerpo y la velocidad con que lo cede o absorbe.

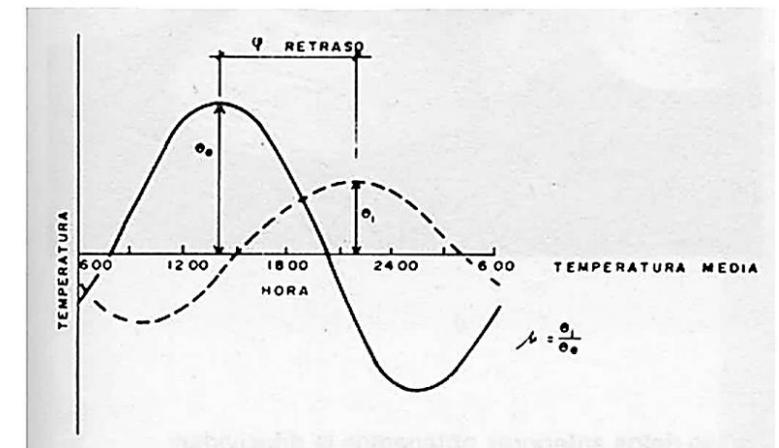
Depende de la **masa térmica**, del calor específico de sus materiales y del coeficiente de conductividad **térmica** de estos.

Ensayos de Dilatometría



Ensayo de dilatación térmica

Ensayos de Dilatometría (Inercia Térmica)

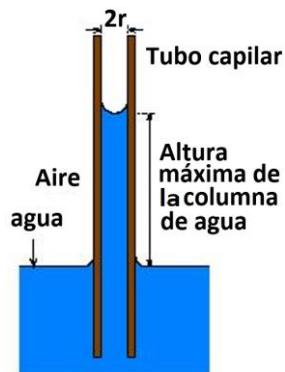


Resultado ensayo de inercia térmica (retardo de onda)

Ensayos

Ensayos de Succión por capilaridad

- Se utilizan para determinar la cantidad de agua absorbida por **capilaridad** de una muestra de material.
- Se sitúa la muestra con su superficie inferior en contacto con el agua de un recipiente.
- Se mantiene la muestra en agua durante 24 horas.
- Se mide la altura que alcanza el agua y se pesa la probeta.
- El resultado se da en gramos de agua por superficie de la muestra en contacto con el agua y altura de mojado.



Se denomina **capilaridad** al fenómeno que hace que la superficie de un fluido, al estar en contacto con un cuerpo sólido, suba o baje de acuerdo a si moja o no al elemento en cuestión. La capilaridad hace que el agua, en un tubo capilar, suba. Por eso las plantas pueden absorber el agua subterránea.

Ensayos de Permeabilidad al agua

- Se utilizan para determinar la **permeabilidad** de una muestra de material al agua líquida.
- Se aplica agua a presión sobre la superficie de la muestra y se mide el flujo de agua que la atraviesa.
- Los aparatos utilizados se llaman Permeabilímetros.
- Como resultado se indica la presión de agua aplicada y la masa de agua que atraviesa la muestra por unidad de espesor y por unidad de superficie y de tiempo.

Ensayos de Permeabilidad al Vapor

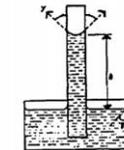
- Se utilizan para determinar la **difusividad** de una muestra de al vapor de agua.
- Se sitúa la muestra entre dos ambientes de humedad controlada y se mide la masa de vapor de agua que atraviesa la muestra por unidad de espesor y por unidad de superficie y de tiempo.
- El resultado se refiere normalmente a la **resistividad** al paso de vapor de agua (inverso de la difusividad).



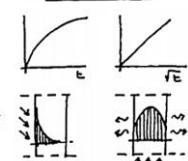
Ensayos de Succión por capilaridad



Ensayo de succión



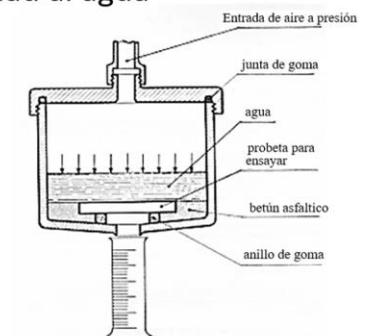
Mecanismo de succión por capilaridad



Ensayos de Permeabilidad al agua

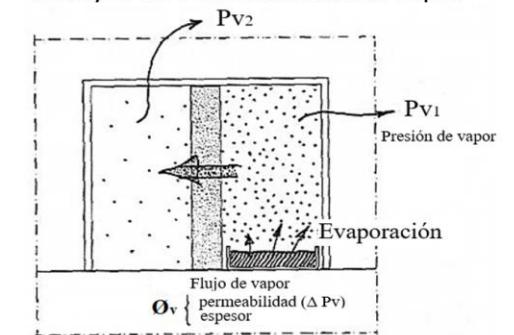


Permeabilímetro



Principio de funcionamiento del ensayo

Ensayos de Permeabilidad al vapor



Ensayo de difusión de vapor

Ensayos

Ensayos de Absorción acústica

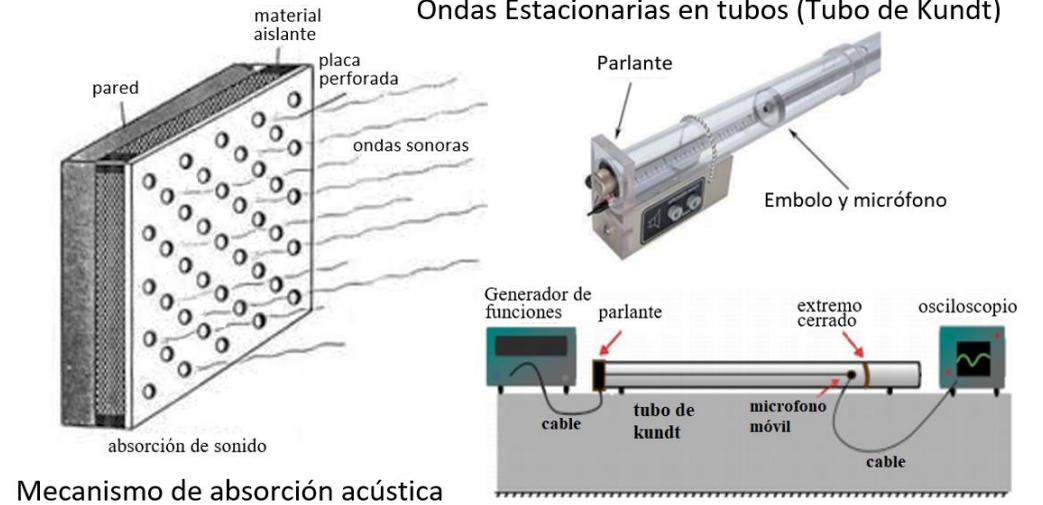
- Se utiliza para evaluar la cantidad de energía acústica absorbida por una muestra de material.
- Se utiliza un tubo de ondas estacionarias (tubo de Kundt) y se mide la reducción de energía sonora.
- La onda emitida es conocida y se mide la onda reflejada (energía emitida menos energía absorbida).
- Determina el Coeficiente de absorción acústica para una gama de frecuencias determinadas.

Ensayos de Aislamiento acústico

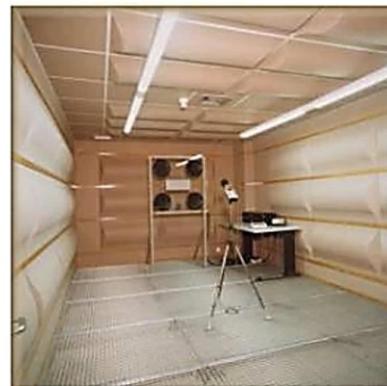
- Sirven para determinar la capacidad de impedir el paso del sonido de un elemento constructivo.
- Se realizan en cámaras, divididas por el elemento constructivo.
- En un lado de la cámara se emite una presión sonora conocida y en el otro se mide la presión sonora que ha atravesado el elemento en estudio.
- La diferencia entre presión sonora emitida y transmitida es el aislamiento del elemento para las frecuencias estudiadas.

Ensayos de Absorción acústica

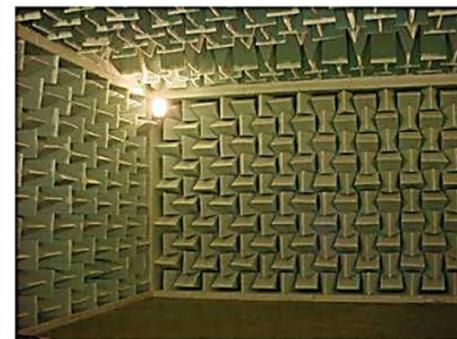
Ondas Estacionarias en tubos (Tubo de Kundt)



Ensayos de Aislamiento Acústico



Cámara de reverberación



Cámara anecoica

La **reverberación** es un fenómeno sonoro producido por la reflexión, que consiste en una ligera permanencia del sonido una vez que la fuente original ha dejado de emitirlo.

Una **cámara anecoica o anecoide** es una sala diseñada para absorber en su totalidad las reflexiones producidas por ondas acústicas o electromagnéticas, en cualquiera de las superficies que la conforman (suelo, techo y paredes laterales).

Ensayos

Ensayos de Combustibilidad

- Se utilizan para clasificar los materiales de construcción según su grado de **Reacción al fuego**.
- Se calienta una muestra de material aplicando sobre su superficie una llama.
- Se mide la combustibilidad (si arde y produce llama o humos) y el aporte calorífico de la muestra.
- La clasificación de los materiales se realiza de acuerdo con la normativa española y europea (Euroclases)

CLASIFICACIÓN NACIONAL DE REACCIÓN AL FUEGO DE LOS MATERIALES SEGÚN LA NBE-CPI/96 Y LA NORMA ESPAÑOLA UNE 23.727:1990 1R

Clasificación de los materiales utilizados en construcción

Estas clases, denominadas M0, M1, M2, M3 y M4, indican la magnitud relativa con la que los correspondientes materiales pueden favorecer el desarrollo de un incendio.

M 0: material no combustible ante la acción térmica normalizada del ensayo (vidrio, materiales pétreos y cerámicos, metales, yesos, lana de roca, etc.)

M 1: material combustible pero no inflamable, lo que implica que su combustión no se mantiene cuando desaparece la aportación de calor desde un foco exterior. (PVC, lana de vidrio, DM, fórmica, barnices ignífugos, etc.)

M 2: material con grado de inflamabilidad baja (madera)

M 3: material con grado de inflamabilidad media (madera)

M 4: material con grado de inflamabilidad alta

UNE 23.727-90

| REACCIÓN AL FUEGO DE LOS MATERIALES | | | |
|-------------------------------------|-----------------|----------------|----------|
| CLASIFICACIÓN | características | | |
| | COMBUSTIBLE | INFLAMABILIDAD | |
| M0 | NO | NO | |
| M1 | SI | NO | |
| M2 | SI | SI | Moderada |
| M3 | SI | SI | Media |
| M4 | SI | SI | Alta |

Ensayos de Comportamiento a fuego

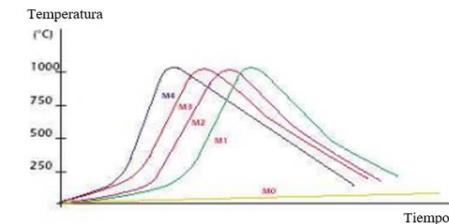
- Se realizan para determinar el comportamiento de una muestra de material frente a una acción de fuego.
- Se calienta la muestra en escalones de temperatura y se pesa.
- Se determinan los cambios de masa y de dimensiones de la muestra a cada temperatura

Una **mufla** es un horno destinado normalmente para la cocción de materiales cerámicos y para la fundición de metales a través de la energía térmica. Dentro del laboratorio un horno mufla se utiliza para calcinación de sustancias, secado de sustancias, fundición y procesos de control.

Ensayos de Resistencia a fuego

- Sirven para determinar el tiempo en que un elemento constructivo mantiene sus propiedades frente a la acción de un fuego
- Se realizan en hornos de grandes dimensiones.
- Clasificación: (Designación + tiempo en minutos en módulos de 15 min)
Europea Aislamiento (I) Capacidad Portante (R) Integridad (E)

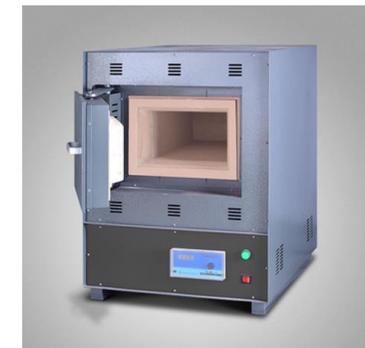
Ensayos de Combustibilidad



Clases de Reacción al fuego (clasificación antigua)

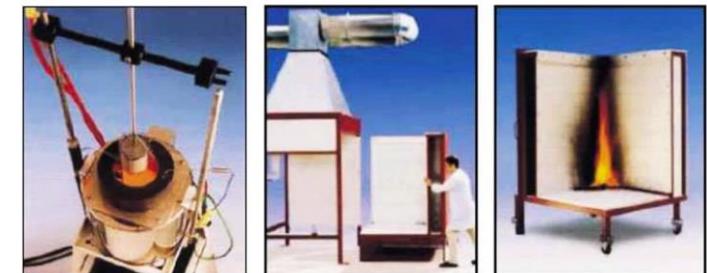


Equipo de ensayo de Reacción al fuego



Mufla para ensayos de fuego(1500°C)

Ensayos de Resistencia al fuego



Horno de ensayo de Reacción a fuego

Ensayos

Ensayos de Ciclos hielo / deshielo

- Se utilizan para determinar la Heladicidad de una muestra de material.
- La muestra se satura de agua y se introduce en la cámara de hielo / deshielo.
- La cámara está dotada de un programador que alterna periodos de hielo (- 10 ° C) y de deshielo (10 ° C).
- Cada varios ciclos se mide y pesa la muestra para determinar los daños producidos.

Ensayos en Ambientes agresivos

- Se utilizan para determinar la durabilidad de una muestra de material frente a la acción de ambientes agresivos.
- Se realizan en cámaras preparadas para simular los ambientes agresivos (salino, rayos UVA, etc.)
- Se aplica la acción durante períodos de tiempo controlados y se mide y pesa la muestra.
- También se realizan medidas de pérdida de propiedades físicas (brillo, color, densidad, mecánicas).

Ensayos de Envejecimiento (ciclos)

- Se utilizan para simular la acción del clima en los materiales a lo largo del tiempo (durabilidad).
- Se ensayan muestras de material en cámaras climáticas.
- Se aplican ciclos combinados de humedad / secado y frío / calor.
- Es necesario calibrar los ciclos para determinar la equivalencia entre ciclos y años de envejecimiento.
- Cada cierto número de ciclos se miden las propiedades físicas de la muestra.

Ciclo se refiere a un periodo de tiempo, que cuando finaliza se inicia nuevamente, es una serie de etapas que van en secuencia.

Ensayos de Ciclos hielo / deshielo



Cámara de hielo / deshielo

Ensayos en Ambientes agresivos



Cámara de Xenón (rayos UVA)

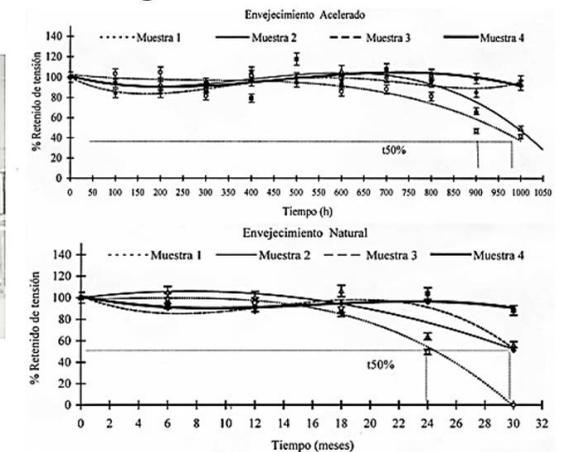


Cámara de Niebla Salina

Ensayos en Ambientes agresivos



Cámara climática



Ciclos de envejecimiento acelerado

Bibliografía de consulta recomendada.

Tema 2: **Propiedades físicas y Ensayos**

Parte I. Comportamiento de los materiales frente a acciones físicas exteriores

ZEUMER, MARTIN; DREXLER, HANS; **Materiales**, Ed. Gustavo Gili

- Callister, W.; Ciencia e ingeniería de materiales, Ed. Reverté, 1995.
- Código Técnico de la Edificación (CTE): Parte II: Documentos Básicos. – Seguridad en caso de incendio. DB-SI.
– Seguridad de utilización. DB-SU. – Protección contra el ruido. DB-HR. – Habitabilidad. Ahorro de energía. DB-HE.

Sastre Sastre, Ramón; Muñoz salina, Francisco; **PROPIEDADES DE LOS MATERIALES Y ELEMENTOS DE LA CONSTRUCCION**
file:///C:/Users/PC/Downloads/9788476539095%20(2).pdf

Apuntes de la asignatura Materiales de Construcción, Escuela Técnica Superior de Arquitectura – Universidad Politécnica de Madrid.
<https://www.studocu.com/es/document/universidad-politecnica-de-madrid/materiales-de-construccion/apuntes/materiales-etsam/3244833/view>

Documentación de consulta recomendada

Tema 2: **Propiedades físicas y Ensayos**

Parte II: Ensayos físicos de Caracterización de Materiales

- Normas de ensayo UNE-EN.
- Código Técnico de la Edificación (CTE):

Parte II: Documentos Básicos.
– Seguridad en caso de incendio. DB-SI.
– Seguridad de utilización. DB-SU.
– Protección contra el ruido. DB-HR.
– Habitabilidad. Ahorro de energía. DB-HE.

Tema 2. **Propiedades físicas y Ensayos**

Webgrafía

Parte I: Comportamiento de los materiales frente a acciones físicas exteriores

[https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_profesores/prof142013/docencia/Tema%202%20\(I\)%20Materiales%20GARQ%20\(2018-19\).pdf](https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_profesores/prof142013/docencia/Tema%202%20(I)%20Materiales%20GARQ%20(2018-19).pdf)
<http://www.areaciencias.com/la-materia.html>
<http://tecnologiadlomateriales.blogspot.com/>
[https://portal.uah.es/portal/page/portal/GP_EPD/PG-MA-ASIG/PG-ASIG-32912/TAB42351/Tema%203%20\(I\)%20Materiales%20ETSA.pdf](https://portal.uah.es/portal/page/portal/GP_EPD/PG-MA-ASIG/PG-ASIG-32912/TAB42351/Tema%203%20(I)%20Materiales%20ETSA.pdf)
<https://es.slideshare.net/sergioongarato/propiedades-fisicas-12153254>
<https://es.slideshare.net/LauraCristinaFajardo/tecnicas-para-la-evaluacin-de-la-porosidad-y-permeabilidad-de-las-rocas>
<http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/TemaII.2.1.2.2.FISICAS.pdf>
https://es.wikipedia.org/wiki/Coeficiente_de_dilataci%C3%B3n
<http://gerselmer.blogspot.com/2016/04/gif.html>
https://es.wikipedia.org/wiki/Conductividad_t%C3%A9rmica
<https://www.definicionabc.com/ciencia/equilibrio-termico.php>
[file:///C:/Users/PC/Downloads/9788476539095%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/PC/Downloads/9788476539095%20(2).pdf)
<http://www.parro.com.ar/definicion-de-coeficiente-de-absorci%C3%B3n>
[file:///C:/Users/PC/Downloads/9788476539095%20\(5\).pdf](file:///C:/Users/PC/Downloads/9788476539095%20(5).pdf)
<https://www.ecophon.com/es/soluciones-acusticas/Banco-de-conocimientos-acustica/Acustica-basica/Acoustics-sound-speech-and-hearing/Sound-pressure-and-decibels/>
<http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/TemaII.2.1.2.2.FISICAS.pdf>
http://gabustos.tripod.com/calculo_condensacion.pdf
ftp://ceres.udc.es/ITS_Caminos/2_Ciclo/Edificacion_Prefabricacion/cursos_anteriores_edificacion/sistema_protector/acond_term_higrom_09.pdf
[http://www.armacell.com/WWW/armacell/ACwwwAttach.nsf/ansFiles/000-003-011-E\(E\).pdf/\\$File/000-003-011-E\(E\).pdf](http://www.armacell.com/WWW/armacell/ACwwwAttach.nsf/ansFiles/000-003-011-E(E).pdf/$File/000-003-011-E(E).pdf)
<http://www.hormiblocknews.com/fisuras-en-el-hormigon-ii/>
<file:///C:/Users/Marino%20S%C3%A1nchez/Downloads/9788476539095.pdf>
<https://es.slideshare.net/sergioongarato/propiedades-acusticas>
<http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/TemaII.2.4.ACUSTICAS.B.pdf> <http://www.eumus.edu.uy/eme/ensenanza/acustica/apuntes/acuarq/acuarq.html>
https://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_sonora
http://www.fadu.edu.uy/acondicionamiento-luminico/files/2012/02/TEO-13_S1-C03_MATERIALES.pdf
<https://www.google.com.do/search?q=propiedades+de+los+materiales+,+helacidad&oq=propiedades+de+los+materiales+,+helacidad&aqs=chrome..69i57j0j8&sourceid=chrome&ie=UTF-8>
https://www.studocu.com/en/document/universidade-da-coruna/materiais-i/lecture-notes/temas-1-9-materiais-i/881956/view?has_flashcards=false
<http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/TemaII.2.3.6.TERMICAS.ResistenciaFuego.pdf>

Parte II: Ensayos físicos de Caracterización de Materiales

[https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_profesores/prof142013/docencia/Tema%202%20\(II\)%20Materiales%20GARQ%20\(2018-19\).pdf](https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_profesores/prof142013/docencia/Tema%202%20(II)%20Materiales%20GARQ%20(2018-19).pdf)

Imágenes

<https://www.google.com>
[https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_profesores/prof142013/docencia/Tema%202%20\(II\)%20Materiales%20GARQ%20\(2016-17\).pdf](https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_profesores/prof142013/docencia/Tema%202%20(II)%20Materiales%20GARQ%20(2016-17).pdf)
<https://es.slideshare.net/JesusGarciaSerrano/tecnicas-de-caracterizacin>
<http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Tema1.Introduccion.pdf>
https://apicultura.fandom.com/wiki/Gravedad_espec%C3%ADfica
[file:///C:/Users/Marino%20S%C3%A1nchez/Downloads/9788476539095%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Marino%20S%C3%A1nchez/Downloads/9788476539095%20(1).pdf)
<http://materia4espa.blogspot.com/2014/10/la-densidad-o-la-resolucion-de.html>
http://www.appluslaboratories.com/es/service/Ensayos_climaticos_y_de_envejecimiento_-_Construccion-1328276306923
https://www.google.com/search?q=equipos+para+distintos+ensayos+fisicos+de+materiales&sxsrf=ACYBGNRj94rx8b8bD8I7Y8_IRK1YuqKDvfQ:1571497610722&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiFy-jmzKj1AhVjneAKHQ8OCZcQ_AUIEigB&biw=1680&bih=907#imgdii=jTTeNCxW6MCWIM:&imgsrc=MQkw9pSIS1jfAM:

PROHIBIDA LA VENTA
DONADO PARA FINES EDUCACIONALES

PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES
TEMA 3

TEMA 3. **Propiedades mecánicas de los materiales**

Propiedades mecánicas de los materiales. Tensión y deformación. Rigidez. Tipos y mecanismos de deformación. Endurecimiento. Fluencia y relajación. Mecanismos de fractura. Acciones mecánicas y ensayos de laboratorio. Magnitudes Físicas: Unidades de medida de magnitudes fundamentales y derivadas del Sistema Internacional de Unidades.

TEMA 3. **Propiedades mecánicas de los materiales**

Objetivos Discentes del Tema 3:

- Conocer los conceptos básicos de mecánica y resistencia de materiales y evaluar el comportamiento mecánico de los Materiales de Construcción.
- Conocer los tipos de acciones mecánicas y evaluar las propiedades mecánicas de materiales partiendo de resultados experimentales.

Propiedades mecánicas de los Materiales

Definición:

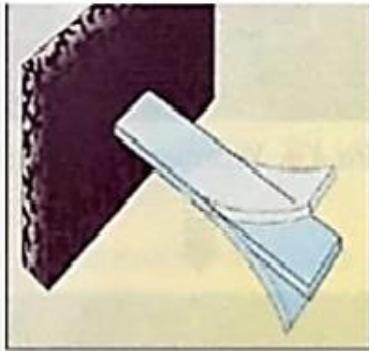
Propiedades mecánicas

- Son aquellas propiedades de los sólidos que se manifiestan cuando aplicamos una fuerza.
- Las propiedades mecánicas de los materiales se refieren a la capacidad de los mismos de resistir acciones de cargas.
- Son los parámetros que definen el comportamiento de los materiales frente a acciones mecánicas.
- Pueden variar con el tiempo (durabilidad y envejecimiento) o por las condiciones ambientales.
- El comportamiento de los materiales frente a acciones de tipo mecánico está ligado a su microestructura.
- Las propiedades se pueden determinar mediante **ensayos de caracterización**.

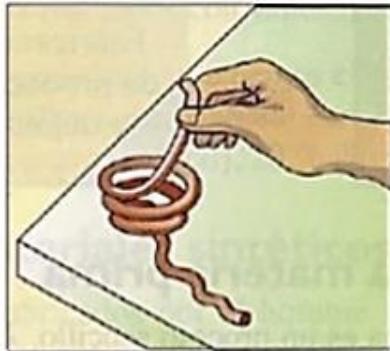
¿QUÉ ES LA CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES?

Consiste en la **obtención de información** (composición, estructura, topografía, morfología, propiedades en general, etc.) **acerca de un material** a partir de la interacción de una señal (eléctrica, luminosa, térmica, etc.) con una porción del material. Por tanto, toda caracterización de un material supone una agresión al mismo, es decir, una perturbación del material.

El estudio de la respuesta del material a dicha perturbación nos permite obtener la información.



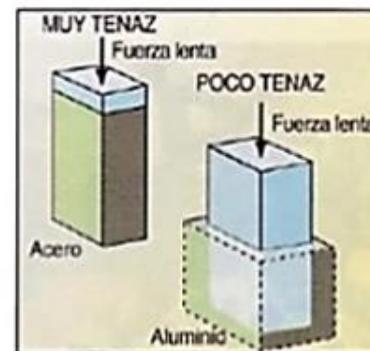
Elasticidad. Capacidad de algunos materiales para recuperar su forma, una vez que ha desaparecido la fuerza que los deformaba.



Plasticidad. Habilidad de un material para conservar su nueva forma una vez deformado. Es opuesto a la elasticidad.



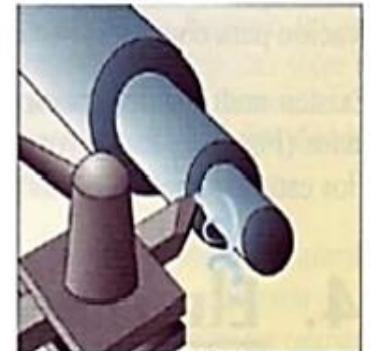
Ductilidad. Es la capacidad que tiene un material para estirarse en hilos. (ej.: cobre, oro, aluminio, etc.)



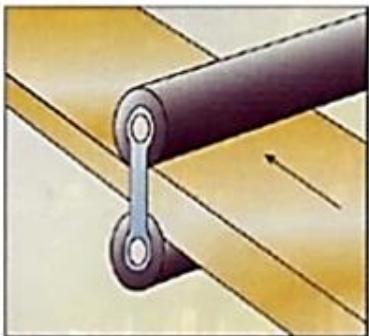
Tenacidad. Resistencia que opone un cuerpo a su rotura cuando está sometido a esfuerzos lentos de deformación.



Fatiga. Deformación (que puede llegar a la rotura) de un material sometido a cargas variables. Inferiores a la rotura, cuando actúan un cierto tiempo o un cierto número de veces.



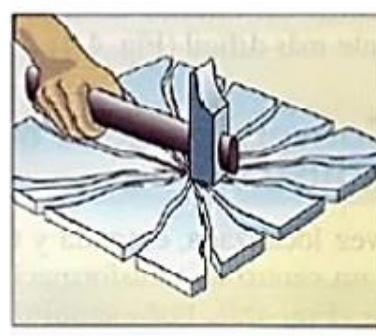
Maquinabilidad. Facilidad que tiene un cuerpo para dejarse cortar por arranque de viruta.



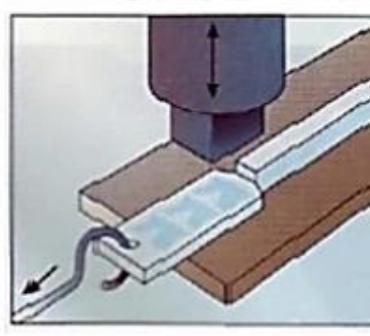
Maleabilidad. Capacidad de un material para extenderse en láminas sin romperse. (ej.: oro, aluminio, etc.)



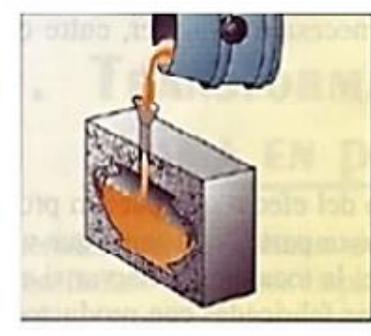
Dureza. Oposición que ofrece un cuerpo a dejarse rayar o penetrar por otro o, lo que es igual, la resistencia al desgaste.



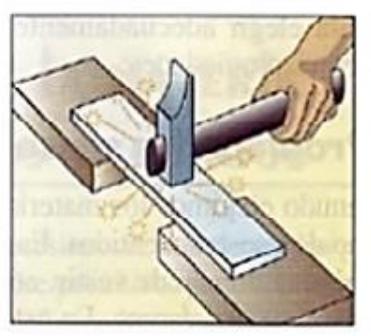
Fragilidad. Es opuesta a la resiliencia. El material se rompe en añicos cuando una fuerza impacta sobre él.



Acritud. Aumento de la dureza, fragilidad y resistencia en ciertos metales como consecuencia de la deformación en frío.



Colabilidad. Aptitud que tiene un material fundido para llenar un molde.



Resiliencia. Resistencia que opone un cuerpo a los choques o esfuerzos bruscos.

Propiedades mecánicas de los Materiales

Acciones mecánicas sobre los materiales

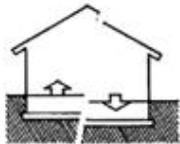
- Definen el comportamiento de los materiales frente a determinadas acciones mecánicas exteriores como fuerzas o desplazamientos.
- Describen la capacidad del material para comprimirse, estirarse, doblarse, rayarse, abollarse o romperse.
- Son todas las variaciones del medio que movilizan mecanismos de tensión en los materiales.
- Por tanto, producen cargas mecánicas sobre el material.
- Pueden ser acciones mecánicas directas (fuerzas, desplazamientos impuestos o momentos) o indirectas.
- Las acciones higrótérmicas pueden suponer acciones mecánicas sobre materiales que tienen limitado su desplazamiento (dilatación térmica o entumecimiento).
- Dependiendo de la velocidad de carga, se consideran como estáticas (lentas) o dinámicas (rápidas y, normalmente, repetitivas).
- En función de la duración de la carga pueden ser variables o permanentes (de larga duración).



CARGAS EN LOS EDIFICIOS

Para el espacio cerrado de una habitación, el sistema estructural de un edificio debe contemplar que sea capaz de sustentar dos tipos de cargas: Estáticas y Dinámicas.

Las cargas muertas son cargas estáticas que actúan hacia abajo en sentido vertical sobre una estructura, incluyendo el peso propio de la estructura y el peso de los elementos de construcción, los accesorios y el equipo permanentemente fijo en ella. 1

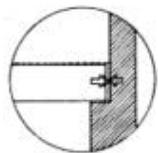


Las cargas por asentamiento se imponen sobre una estructura por el hundimiento de una parte del suelo sustentante y el asentamiento diferencial resultante de su cimentación.

La presión del suelo es la fuerza horizontal que una masa de suelo ejerce sobre una estructura de retención vertical. 2

La presión hidráulica es la fuerza hidráulica que el agua subterránea ejerce sobre un sistema de cimentación. 3.

Los esfuerzos térmicos son los esfuerzos de compresión o de tensión desarrollados en un material que está restringido contra la expansión o la contracción térmicas.

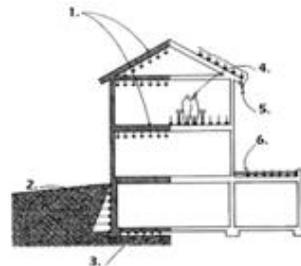


Para el espacio cerrado de una habitación, el sistema estructural de un edificio debe contemplar que sea capaz de sustentar dos tipos de cargas: estáticas y dinámicas.

CARGAS ESTÁTICAS

Se aplican lentamente a las estructuras. Producen deformaciones graduales.

- Cargas Muertas
- Cargas Vivas
- Asentamientos de la cimentación
- Dilatación térmica



Se supone que las cargas estáticas se aplican lentamente a una estructura hasta que alcanzan su valor pico sin variar rápidamente su magnitud o su posición. Bajo una carga estática, una estructura responde lentamente y su deformación alcanza un pico cuando la fuerza estática es máxima.

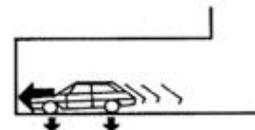
La carga viva incluye toda carga móvil o movible en una estructura que resulta de la ocupación, de la nieve y el agua acumulada, o del equipo movible. Una carga viva actúa típicamente en dirección vertical hacia abajo, pero también puede actuar horizontalmente para reflejar la naturaleza dinámica de una carga móvil.

Las cargas de ocupación resultan del peso de las personas, los muebles, el material almacenado y otros elementos similares en un edificio. Los reglamentos de construcción especifican las cargas unitarias mínimas uniformemente distribuidas para diferentes usos y ocupaciones. 4.

Las cargas de nieve son creadas por el peso de la nieve que se acumula en un techo. Estas cargas varían con la ubicación geográfica, la exposición del sitio, las condiciones edáficas y la geometría del techo. 5.

Las cargas pluviales resultan de la acumulación de agua en un techo debido a su forma, deflexión o el atascamiento de su sistema de drenaje. 6.

Las cargas de impacto son cargas cinéticas de corta duración debido a vehículos, equipo y maquinaria en movimiento. Los reglamentos de construcciones tratan esta carga como una carga estática, compensando su naturaleza dinámica al amplificar la carga estática.



CARGAS DINÁMICAS

Cambian rápidamente

- Cargas por impactos : Choques producidos por vehículos, Explosiones internas y externas, golpes, etc.
- Cargas por Resonancia (Rítmica por naturaleza)

Varían de una manera rítmica igual a la frecuencia natural de la estructura

Cargas dinámicas

Las cargas dinámicas se aplican súbitamente a una estructura, con frecuencia con cambios rápidos de magnitud y del punto de aplicación. Bajo una carga dinámica, una estructura desarrolla fuerzas de inercia en relación con su masa y su deformación máxima no corresponde necesariamente a la magnitud máxima de la fuerza aplicada. Los dos tipos principales de cargas dinámicas son las cargas de viento y las cargas sísmicas.

Las cargas de viento son las fuerzas ejercidas por la energía a cinética de una masa de aire en movimiento, suponiendo que provenga de cualquier dirección horizontal.

La estructura, los componentes y el revestimiento de un edificio deben diseñarse para resistir el deslizamiento, el levantamiento o el vuelco inducidos por el viento.



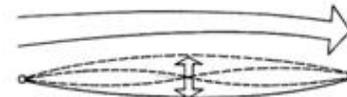
El viento ejerce una presión positiva en sentido horizontal sobre las superficies verticales de barlovento de un edificio y en sentido normal a las superficies de los techos de barlovento que tengan una inclinación mayor que 30°.

El viento ejerce una presión negativa o succión en lados y en las superficies de sotavento y en dirección normal a las superficies del techo de barlovento que tengan una inclinación menor que 30°.

La presión de viento de diseño es un valor mínimo de diseño de la presión estática equivalente sobre las superficies exteriores de una estructura que resulta de una velocidad crítica del viento, igual a una presión de referencia del viento que se mide a una altura de 10 m (33') modificada por varios coeficientes que toman en cuenta los efectos de las condiciones de exposición, la altura del edificio, las ráfagas del viento y la geometría y orientación de la estructura con respecto al flujo de aire incidente.

Un factor de amplificación puede aumentar los valores de diseño del viento o de las fuerzas sísmicas en un edificio debido a su ocupación grande, su contenido potencialmente peligroso, o su naturaleza esencial ante un huracán o un sismo.

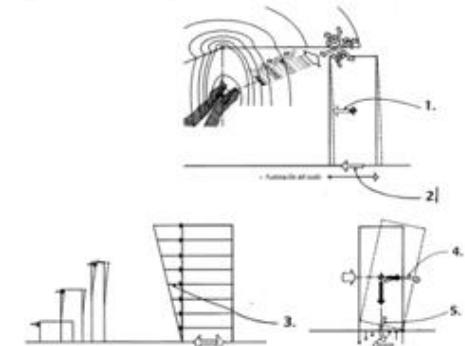
La vibración se refiere a las rápidas oscilaciones de un cable flexible o de una estructura de membrana causadas por los efectos aerodinámicos del viento.



Los edificios altos y esbeltos, las estructuras con formas complejas o poco comunes y las estructuras flexibles y ligeras sujetas a vibraciones requieren de ensayos en un túnel de viento o de modelación por computadora para investigar cómo responden a la distribución de la presión del viento.

La fuerza cortante en la base es el valor mínimo de diseño de la fuerza sísmica lateral total en una estructura que se supone responde en cualquier dirección horizontal. 2.

La fuerza cortante en la base se distribuye en cada diagrama horizontal arriba de la base de las estructuras regulares proporcionalmente al peso del piso en cada nivel y a la distancia desde, la base. 3.



Un sismo consiste en una serie de vibraciones longitudinales y transversales inducidas en la corteza terrestre por el movimiento abrupto de las placas a lo largo de las líneas de falla. Los impactos de un sismo se propagan a lo largo de la superficie en forma de ondas.

La masa superior de una estructura desarrolla una fuerza de inercia cuando tiende a permanecer en reposo mientras que la base se desplaza por los movimientos del suelo por el sismo. De la segunda ley de Newton, esta fuerza es igual al producto de la masa por la aceleración. 1.

Cualquier carga lateral aplicada a una distancia por arriba de la rasante genera un momento de vuelco en la base de la estructura. Para el equilibrio, el momento de vuelco debe contrabalanzarse mediante un momento externo de restauración y un momento resistente interno suministrado por fuerzas desarrolladas en las columnas y en los muros de cortante. 4.

La carga muerta de la estructura suministra un momento de restauración que actúa alrededor del mismo punto de rotación que el movimiento de vuelco. El reglamento de construcciones generalmente requiere que el momento de restauración sea por lo menos 50% mayor que el momento de vuelco. 5.

El período natural de una estructura varía de acuerdo con su altura arriba de la base y su dimensión paralela a la dirección de las fuerzas aplicadas

Las estructuras relativamente rígidas oscilan rápidamente y tienen periodos cortos, mientras que las estructuras más flexibles oscilan más lentamente y tienen periodos mayores.

Propiedades mecánicas de los Materiales

1. Tensión y deformación. Rigidez.
2. Mecanismos de deformación. Tipos.
3. Endurecimiento.
4. Fluencia y Relajación.
5. Mecanismos de fractura.
6. Acciones mecánicas sobre materiales.
7. Ensayos de caracterización.



Carga y Tensión

- Las cargas mecánicas que soportan los materiales de un edificio son consecuencia de las acciones exteriores.
- Tipos de cargas: Fuerzas, momentos, desplazamientos...
- Cuando se aplica una carga sobre un material, este responde poniendo su microestructura en tensión para alcanzar el equilibrio (Principio de acción y reacción).
- La tensión (σ) se define como el esfuerzo mecánico que realiza un material para responder a una carga.

Intensidad o valor de la tensión

$$\sigma = \frac{F}{S} = \frac{\text{Fuerza a través de } S}{\text{Superficie}}$$

Usamos la palabra **tensión** (σ) para designar como esta distribuida la fuerza que se ejerce a través de una superficie dada.

- Se mide en unidades de presión: **1MPa**

El **pascal** (símbolo **Pa**) es la unidad de presión del Sistema Internacional de Unidades **megapascal** (MPa) definida como 10^6 Pa. **1 MPa = 1 000 000 Pa**

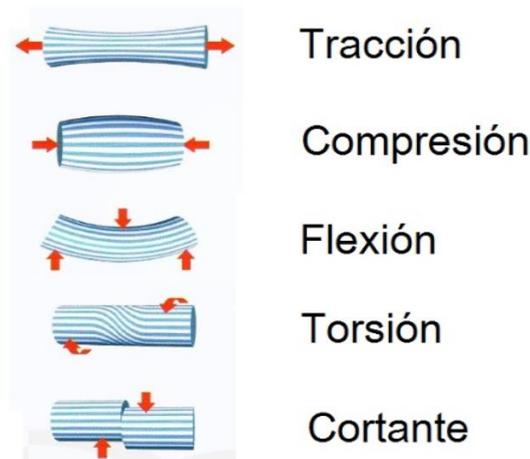
$$10 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \approx 1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \approx 1 \text{MPa}$$

Esfuerzos mecánicos sobre los materiales

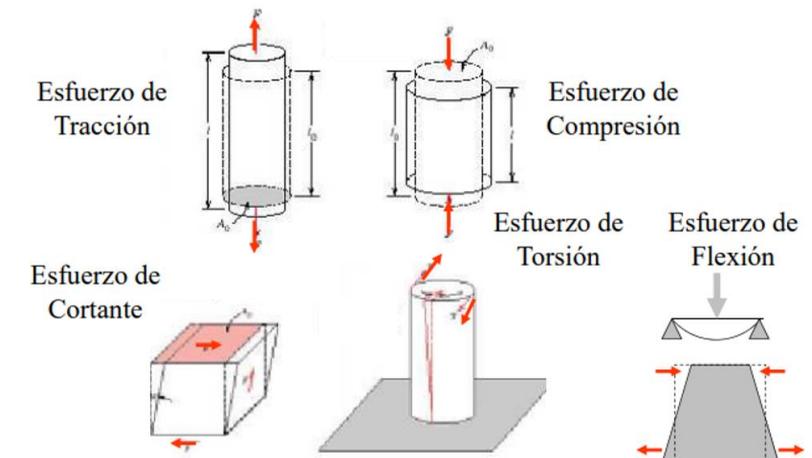
Existen varios tipos de esfuerzos mecánicos:

- Con respecto a un eje (axiales): **Compresión, Tracción**
- Con respecto a un plano: **Cortante**
- Giro de un par de fuerzas con respecto a un eje: **Torsión**
- Combinación de esfuerzos axiales: **Flexión**

Tipos de esfuerzos



Esfuerzos mecánicos sobre los materiales



Propiedades mecánicas de los Materiales

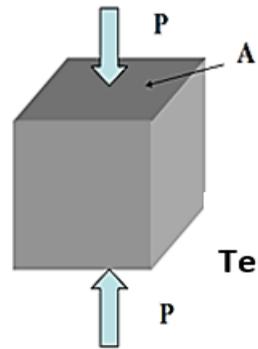
1. Tensión y deformación. Rigidez.
2. Mecanismos de deformación. Tipos.
3. Endurecimiento.
4. Fluencia y Relajación.
5. Mecanismos de fractura.
6. Acciones mecánicas sobre materiales.
7. Ensayos de caracterización.

Cargas y tensiones axiales (tracción y compresión)

Usamos la palabra **Tensión** para designar como está distribuida la fuerza que se ejerce a través de una superficie dada.

- Las **tensiones** (σ) producidas por una carga axial (fuerzas de **compresión** o de **tracción**) son inversamente proporcionales a la sección de la pieza (área).

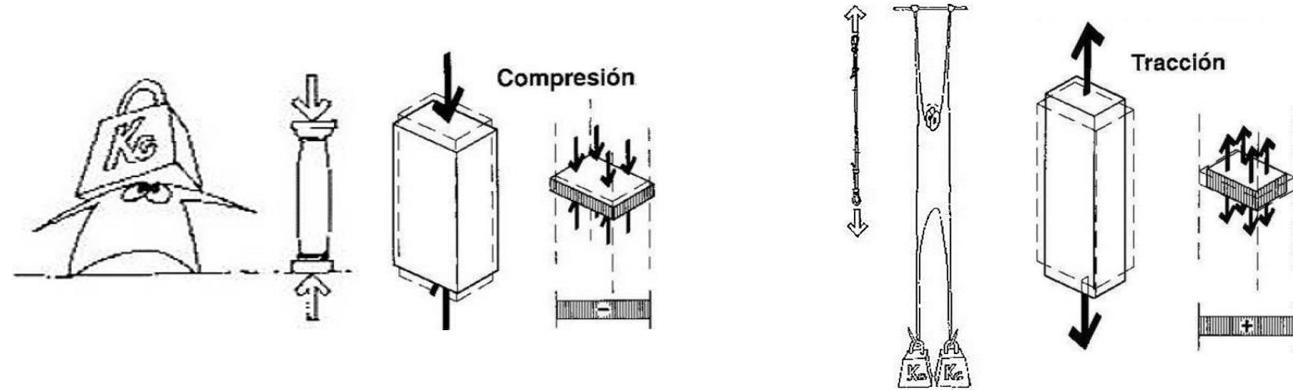
Cuando la fuerza se aplica a compresión a un material pétreo o cerámico se produce un acortamiento en la dirección de la fuerza, pero si se aplica a tracción una barra se produce un alargamiento.



$$\sigma = \frac{P}{A}$$

(Unidades: kg/cm², N/mm², Mpa)

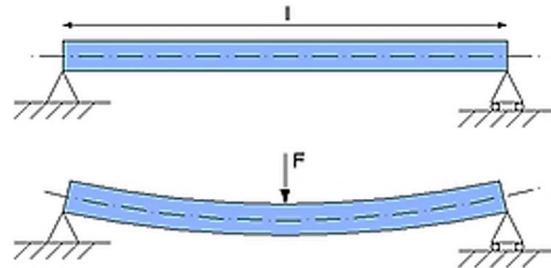
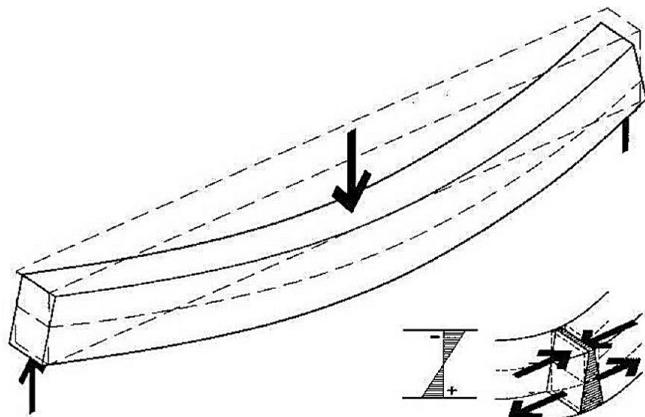
$$\text{Tensión } \sigma = \frac{\text{Carga (fuerza)}}{\text{Área de la sección}} = \frac{P}{A}$$



Cargas y tensiones de flexión

En ingeniería se denomina **flexión** al tipo de **deformación** que presenta un **elemento estructural alargado** en una dirección perpendicular a su eje longitudinal.

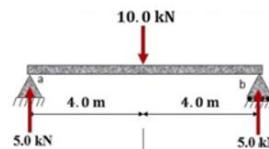
- **Flexión** (σ_f): Tipo de esfuerzo que presenta un elemento alargado apoyado al menos en dos puntos cuando actúa una carga en perpendicular a su eje longitudinal.



$$\sigma_f = \frac{M_f}{W}$$

M_f : momento flector máximo de la sección (depende de la carga aplicada)
 W : módulo resistente de la sección (depende de la forma de la muestra)

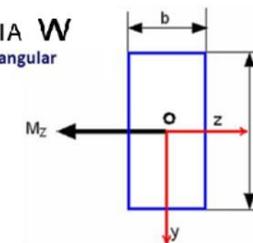
MOMENTO FLECTOR MAXIMO M_f



$$M_{f\text{máx}} = \frac{pl}{4}$$

MÓDULO DE RESISTENCIA W
 En el caso de una sección rectangular

$$W_z = \frac{bh^2}{6}$$



Propiedades mecánicas de los Materiales

Movimiento y Deformación

- Cuando una pieza de un determinado material se carga mecánicamente, se produce un desplazamiento medible.
- Este desplazamiento es fruto de la deformación microestructural del material (las partículas de material se acercan o se alejan entre sí).
- La **deformación** es unitaria, no tiene unidades. (Es adimensional. Se puede expresar en %).
- La **deformación unitaria longitudinal** (axial) es la relación entre el incremento de longitud y la longitud inicial:

$$\epsilon_L = \frac{\Delta L}{L}$$

Coefficiente de Poisson

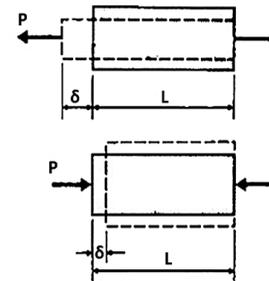
El **coeficiente de Poisson** (ν): se define como el cociente entre la deformación lateral y la deformación axial (- indica contracción). Es una constante elástica que proporciona una medida del estrechamiento de sección de un prisma de material elástico lineal e isótropo cuando se estira longitudinalmente y se adelgaza en las direcciones perpendiculares a la de estiramiento.

- Cuando una pieza de un determinado material sufre una carga axial, se produce una deformación (ϵ) Longitudinal y una (ϵ) Transversal.
- Ambas deformaciones son perpendiculares entre sí y se relacionan mediante el **Coefficiente de Poisson** (ν):

Coefficiente de Poisson

Cuando un cuerpo es colocado bajo un esfuerzo tensionante, se crea una deformación acompañante en la misma dirección. Como resultado de esta elongación, habrá constricciones en las otras dos direcciones. El coeficiente de Poisson ν , es la relación de las deformaciones lateral o transversal con la axial.

$$\nu = \frac{\epsilon_T}{\epsilon_L}$$



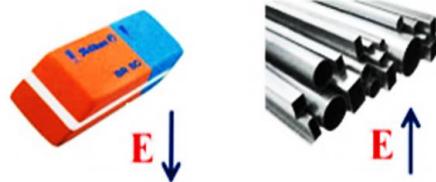
$$\nu = \frac{\epsilon \text{ (lateral)}}{\epsilon \text{ (longitudinal)}}$$

- El **Coefficiente de Poisson** (ν) depende del material.

Módulo de Rigidez (o de Young)

Es un parámetro que tiene como función la de medir el comportamiento elástico que tiene un material, dependiendo de la dirección en la que se aplique una fuerza. El **módulo de Young** es de suma importancia para poder determinar la resistencia a la tracción, compresión y otros esfuerzos mecánicos de los materiales, siempre y cuando la fuerza no sobrepase el límite elástico del material.

- Es la relación entre la tensión y la deformación experimentada por un material.
- Si la tensión y la deformación son proporcionales, el **Módulo de Rigidez (E)** es constante (Ley de Hooke).



Imagine que a una goma y a un metal le apliquemos la misma tensión, observaremos una deformación elástica mucho mayor en la goma comparada a la deformación del metal. Esto demuestra que el módulo de Young en el metal es más alto que en la goma y, por tanto, es necesario aplicar una tensión mayor para que él sufra la misma deformación verificada en la goma.

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

σ = Tensión aplicada (Pascal)

E = Módulo de elasticidad o módulo de Young (Pascal)

ϵ = Deformación elástica longitudinal del cuerpo de prueba (adimensional)

1. Tensión y deformación. Rigidez.
2. Mecanismos de deformación. Tipos.
3. Endurecimiento.
4. Fluencia y Relajación.
5. Mecanismos de fractura.
6. Acciones mecánicas sobre materiales.
7. Ensayos de caracterización.

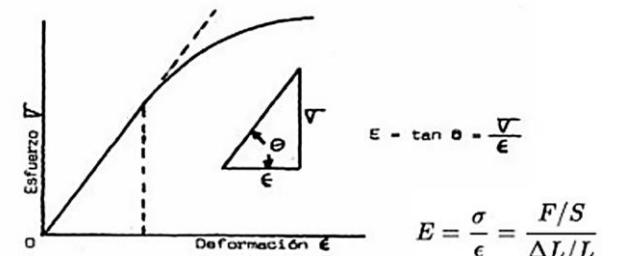
Deformación unitaria longitudinal



Si a una barra de longitud l le aplicamos una fuerza de tracción \vec{F} y la barra sufre un alargamiento Δl , se define **alargamiento o deformación longitudinal** como:

La **deformación longitudinal** es la variación relativa de longitud. $\epsilon_l = \frac{\Delta l}{l}$

Calculo del módulo de Young



Donde:

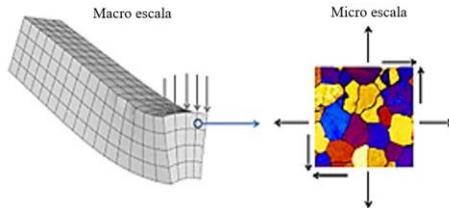
σ es la presión ejercida sobre el área de sección transversal del objeto
 ϵ es la deformación unitaria en cualquier punto de la barra.

Propiedades mecánicas de los Materiales

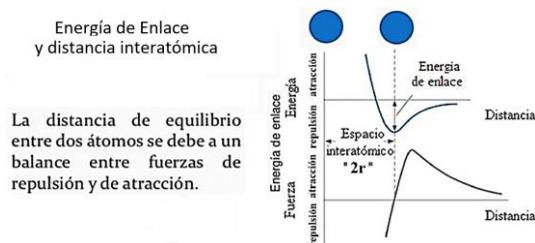
Mecanismos de deformación (Escala microscópica)

1. Tensión y deformación. Rigidez.
2. Mecanismos de deformación. Tipos.
3. Endurecimiento.
4. Fluencia y Relajación.
5. Mecanismos de fractura.
6. Acciones mecánicas sobre materiales.
7. Ensayos de caracterización.

• La respuesta mecánica de los materiales bajo carga se puede explicar desde una escala atómica.



• Un material descargado tiene sus átomos en equilibrio por acción de las fuerzas electromagnéticas (enlaces).

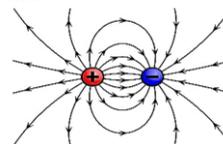


Fuerzas electromagnéticas

Estas se deben a las **cargas eléctricas en reposo** o en movimiento. Las fuerzas son eléctricas si las cargas están en reposo y, magnéticas si se encuentran en movimiento.

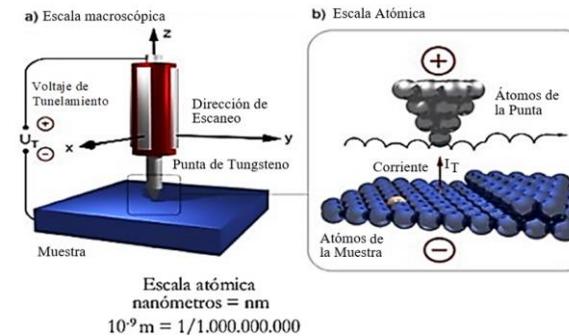
Ejemplo:

Los protones con carga positiva se atrae con los electrones de carga negativa.



Microscopio efecto Túnel

El microscopio de efecto túnel es un instrumento que se utiliza para obtener imágenes de la materia a escala nanométrica de los átomos y el mundo subatómico. Además permite manipular los átomos individualmente, lo que lo transforma en una herramienta imprescindible de la nanotecnología.



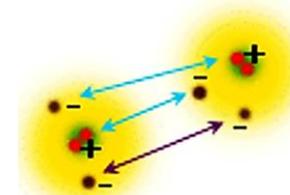
• Al cargar el material, los átomos se juntan o se separan, aumentando las fuerzas interatómicas (repulsión o atracción) y produciendo tensiones.

Mecanismo atómico de la deformación elástica y plástica

A escala atómica la deformación elástica macroscópica se manifiesta como pequeños cambios en el espacio interatómico y los enlaces interatómicos son estirados. En la región elástica se produce una elongación de la estructura cristalográfica (ver figura 1), pero los enlaces no se rompen, mientras que en la región plástica a nivel atómico los átomos se desplazan (ver figura 2).



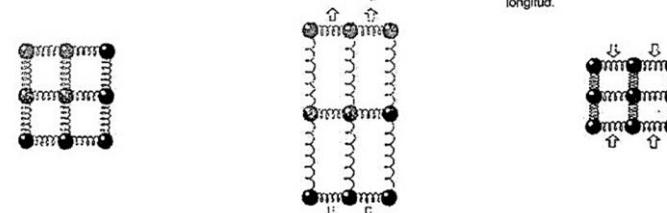
Fuerza Electromagnética



a.- Posición relajada, neutral o sin deformación unitaria.

b.- El material deformado, "estirado" (fuerzas divergentes), los átomos se alejan, el material aumenta su longitud.

c.- El material deformado, "apretado" (fuerzas convergentes), los átomos se acercan, el material disminuye su longitud.



• A esta escala microscópica, todos los materiales muestran una tensión proporcional a la (**E**) deformación. **E** > es constante y se denomina **Módulo de Elasticidad teórico**.

El **módulo de elasticidad** es una medida de la resistencia a la separación de los átomos contiguos, es decir, de las fuerzas de enlace interatómicas. La idea de elasticidad del enlace explica la rigidez de estos sólidos.

Módulo de elasticidad

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{F/S}{\Delta L/L}$$

$$\text{Módulo de Young} = \frac{\text{esfuerzo longitudinal}}{\text{deformación longitudinal}}$$

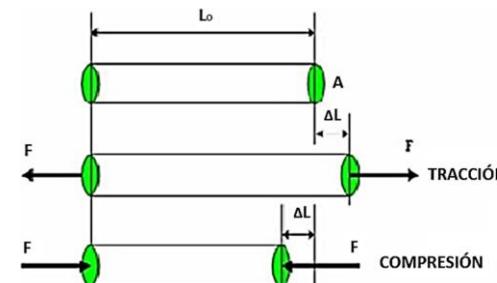
$$\text{Esfuerzo} = \frac{F}{A}$$

$$\text{Deformación longitudinal} = \frac{\text{elongación}}{\text{longitud original}} = \frac{\Delta l}{l}$$

Donde:

σ es la presión ejercida sobre el área de sección transversal del objeto.

ϵ es la deformación unitaria en cualquier punto de la barra.



En ingeniería se denomina **módulo de elasticidad** o **módulo de Young** a la razón entre el incremento de esfuerzo aplicado a un material y el cambio correspondiente a la deformación unitaria que experimenta, en la dirección de aplicación del esfuerzo, también denominada **Ley de elasticidad de Hooke**.

Propiedades mecánicas de los Materiales

Mecanismos de deformación (Escala macroscópica)

- La existencia de defectos en los materiales cristalinos (dislocaciones, fisuras, poros) modifican su comportamiento mecánico a escala macroscópica.
- A esta escala macroscópica, la tensión no es proporcional a la deformación (**E**).
- (La deformación (**E**) no es constante, salvo para tensiones muy bajas).

Módulo de elasticidad

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{F/S}{\Delta L/L}$$

$$\text{Módulo de Young} = \frac{\text{esfuerzo longitudinal}}{\text{deformación longitudinal}}$$

$$\text{Esfuerzo} = \frac{F}{A}$$

$$\text{Deformación longitudinal} = \frac{\text{elongación}}{\text{longitud original}} = \frac{\Delta l}{l}$$

Donde:

σ es la presión ejercida sobre el área de sección transversal del objeto.

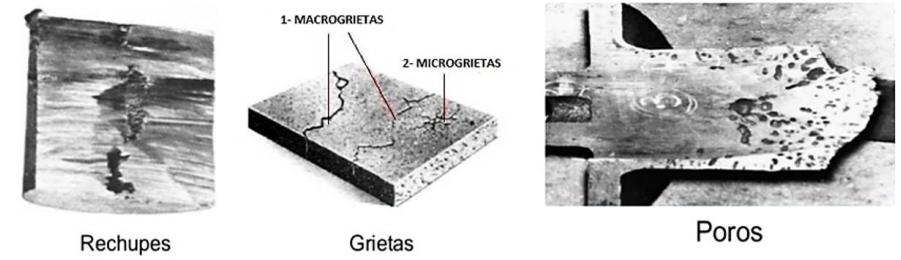
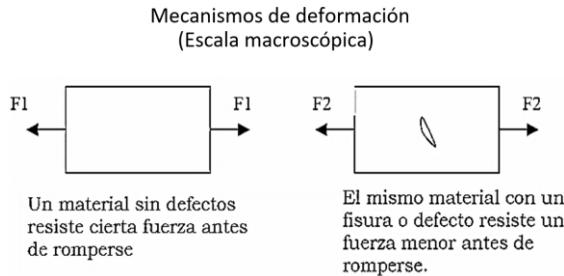
ϵ es la deformación unitaria en cualquier punto de la barra.

1. Tensión y deformación. Rigidez.
2. Mecanismos de deformación. Tipos.
3. Endurecimiento.
4. Fluencia y Relajación.
5. Mecanismos de fractura.
6. Acciones mecánicas sobre materiales.
7. Ensayos de caracterización.

MACRODEFECTOS (defectos volumetricos o tridimensionales)

A parte de los defectos a escala microscópica existen los macródefectos productos de la solidificación que son observados a simple vista. Los macródefectos mas comunes son: Las cavidades de contracción y las porosidades. Este tipo de defectos aparece a:

- Control inadecuado durante durante la solidificación de los metales
- Inadecuada realización de tratamientos térmicos.
- Sobre esfuerzos aplicados a las piezas.
- Mal diseño de piezas mecánicas.
- Mala selección de materiales.



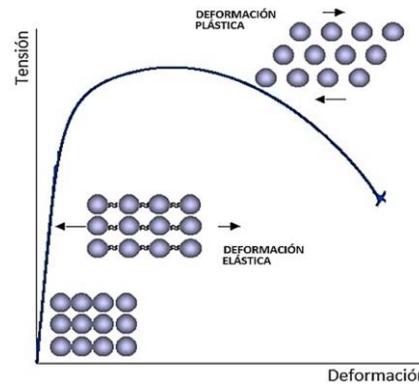
- Los materiales con estructura amorfa presentan comportamientos diferentes a los cristalinos.

La principal diferencia entre un sólido cristalino y un sólido amorfo es su estructura. En un sólido cristalino existe una ordenación de los átomos a largo alcance, mientras que en los sólidos amorfos no se puede predecir donde se encontrará el próximo átomo. Una consecuencia directa de la disposición irregular de las partículas en un sólido amorfo, es la diferencia de intensidad que toman las fuerzas intermoleculares entre las mismas, de ahí que la fusión se alcance a distintas temperaturas.

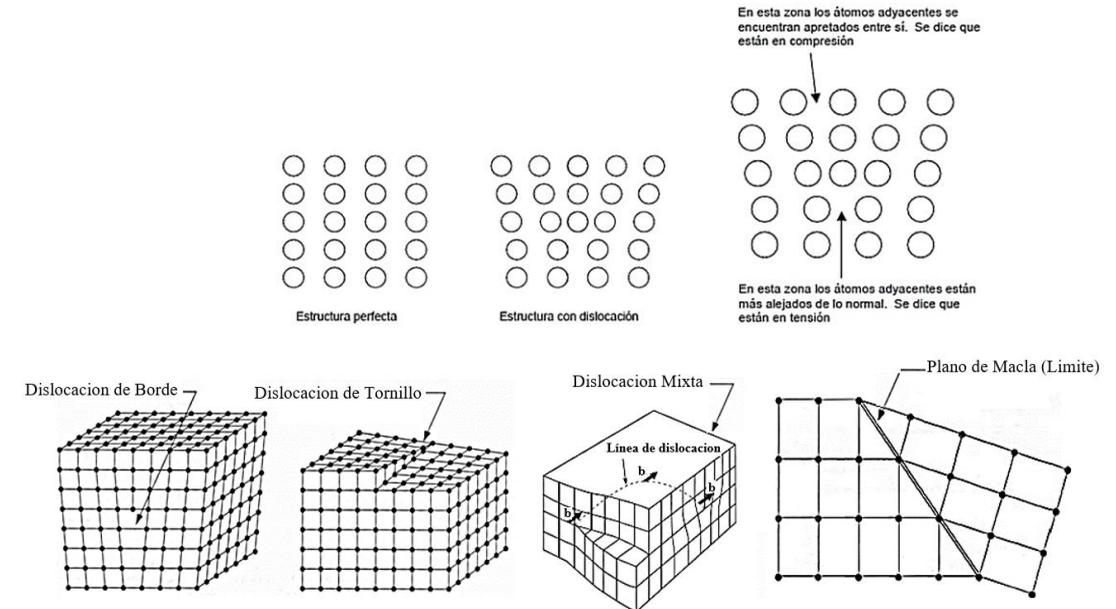


- Se pueden distinguir varios tipos de mecanismos de deformación.

- Mecanismos de deformación
- Deformación Elástica
 - Deformación Plástica
 - Dislocación de Borde
 - Dislocación Helicoidal
 - Dislocación Mixta
 - Macla



Dislocaciones, Imperfección lineal alrededor de la cual los átomos de cristal están desalineados. Las dislocaciones consisten en planos extras que se introducen entre los ordinarios. Estos planos no son de átomos procedentes de las impurezas, sino del mismo material.



Una **macla** es la agrupación simétrica de cristales idénticos. Los átomos de un lado del límite son como imágenes especulares de los átomos del otro lado pero con distinta orientación.

Propiedades mecánicas de los Materiales

1. Tensión y deformación. Rigidez.
2. Mecanismos de deformación. Tipos.
3. Endurecimiento.
4. Fluencia y Relajación.
5. Mecanismos de fractura.
6. Acciones mecánicas sobre materiales.
7. Ensayos de caracterización.

Tipos de Mecanismos de deformación

Deformación: Es el cambio del tamaño o forma de un cuerpo debido a los esfuerzos producidos por una o más fuerzas aplicadas, o también por la ocurrencia de la dilatación térmica).

• Los principales mecanismos de deformación son tres:

- Deformación **elástica**
- Deformación **plástica**
- Deformación **viscosa**

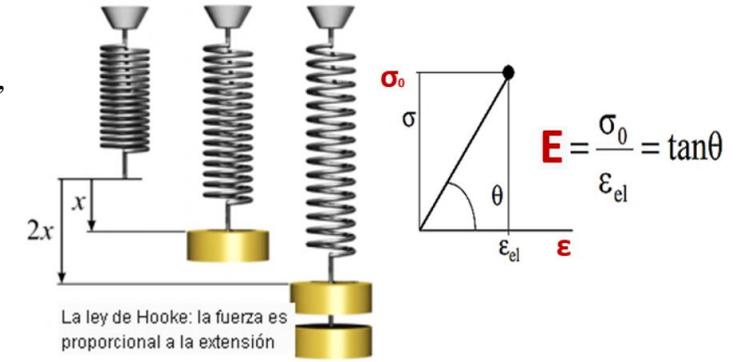
- Se trata de mecanismos teóricos que, aunque no se dan puros en la realidad, permiten estudiar y analizar los materiales.
- Estos mecanismos se suelen combinar (elasto-plástico, visco-elástico, etc.).

Comportamiento elástico

- La deformación instantánea producida por la carga es recuperable (vuelve a su forma original al cesar la carga).
- Si además cumple la **Ley de Hooke (E)**, es elástico lineal.

(**ley de Hooke:** establece que el alargamiento unitario que experimenta un material elástico es directamente proporcional a la fuerza aplicada sobre el mismo).

- Esta proporcionalidad entre σ y ϵ se cumple hasta un valor de tensión límite, llamado **Límite elástico (σ_0)**.
- La deformación hasta este punto es elástica (ϵ_{el}).



σ = es la presión ejercida sobre el área de sección transversal del objeto.
 ϵ = es la deformación unitaria en cualquier punto de la pieza.

Deformación Elástica (Reversible)

Es aquella en la que el cuerpo recupera su forma original al retirar la fuerza que le provoca la deformación.

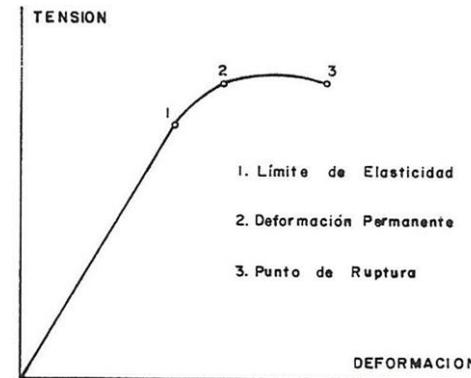
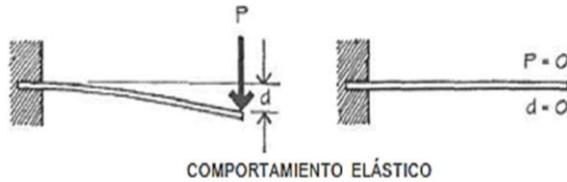
En este tipo de deformación el sólido varía su estado tensional y aumenta su energía interna en forma de **energía potencial elástica**.

A escala atómica, la deformación elástica macroscópica se manifiesta como pequeños cambios en la distancia interatómica. De esta forma, bajo una carga de tracción, la distancia entre átomos es mayor. Esto significa que el **módulo de elasticidad depende de las fuerzas de enlace interatómicas** y su magnitud es una medida de la resistencia a la separación de los átomos contiguos.

E: Módulo de Elasticidad o Módulo de Young. Se lo puede interpretar como la **rigidez**, es decir, la **resistencia del material a la deformación elástica**. $\sigma = E \epsilon$

COMPORTAMIENTO ELASTICO

OCURRE HASTA CIERTO PUNTO CUANDO LA DEFORMACION ES PROPORCIONAL AL ESFUERZO Y EL ELEMENTO RECUPERA SU TAMAÑO ORIGINAL CUANDO LA FUERZA SE RETIRA.



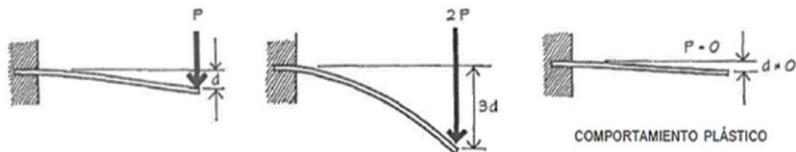
Comportamiento plástico

- La deformación instantánea del material aumenta a tensión constante.
- La deformación plástica no es recuperable.
- Aparece combinado con un comportamiento elástico lineal (elasto-plástico), una vez alcanzado el Límite elástico (σ_0) también llamado **Límite de cedencia**.

Punto de cedencia: es el valor que se alcanza de un esfuerzo mayor del limite elástico, al cual el material continua deformándose sin que haya incremento de la carga.

COMPORTAMIENTO PLASTICO

OCURRE CUANDO LA FATIGA NO ES PROPORCIONAL AL ESFUERZO Y EL ELEMENTO NUNCA RECUPERARA SU TAMAÑO ORIGINAL CUANDO LA FUERZA SE RETIRE.

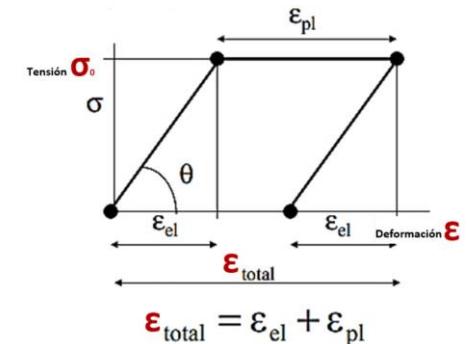


Deformación Plástica (Irreversible)

Es aquella en la que el cuerpo no recupera su forma original al retirar la fuerza que le provoca la deformación.

En los materiales metálicos, la deformación plástica ocurre mediante la formación y movimiento de dislocaciones. Un mecanismo de deformación secundario es el maclado (formación de maclas).

Estos mecanismos de deformación plástica (maclas y dislocaciones) se activan cuando la tensión aplicada superan a la tensión de fluencia del material. Es decir, en un ensayo de tracción, a la tensión de fluencia finaliza la zona de deformación elástica y comienza la zona de deformación plástica (la tensión deja de ser proporcional a la deformación).



Propiedades mecánicas de los Materiales

1. Tensión y deformación. Rigidez.
2. Mecanismos de deformación. Tipos.
3. Endurecimiento.
4. Fluencia y Relajación.
5. Mecanismos de fractura.
6. Acciones mecánicas sobre materiales.
7. Ensayos de caracterización.

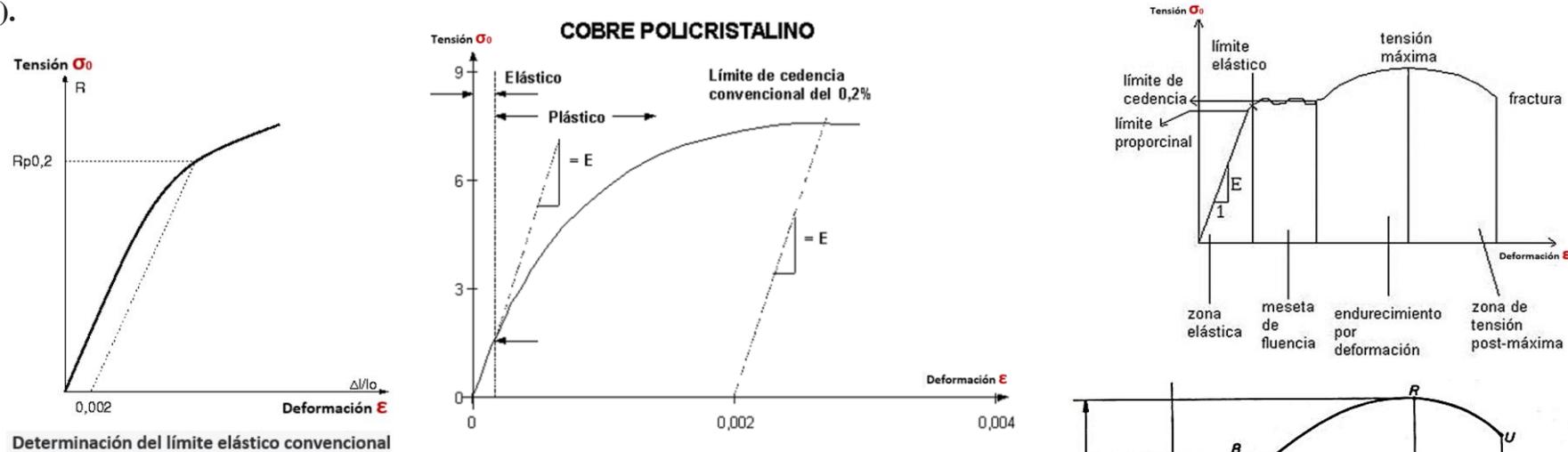
Límite elástico de materiales

El **límite elástico** o **límite de elasticidad**, es la tensión máxima que un material elastoplástico puede soportar sin sufrir deformaciones permanentes.

Determinación del límite elástico: Si se disponen las tensiones en función de las deformaciones en un gráfico se observa que, en un principio y para la mayoría de los materiales (los elastómeros no lo cumplen, por ejemplo), aparece una zona que sigue una distribución casi lineal, donde la pendiente es el módulo de elasticidad **E**.

Esta zona se corresponde a las deformaciones elásticas del material hasta un punto donde la función cambia de régimen y empieza a curvarse, zona que se corresponde al inicio del régimen plástico. Ese punto es el **límite elástico**.

Debido a la dificultad para localizarlo con precisión, ya que en los gráficos experimentales la recta es difícil de determinar y existe una banda donde podría situarse el **límite elástico**, en ingeniería se adopta un criterio convencional y se considera como **límite elástico** la tensión a la cual el material tiene una deformación plástica del 0.2% (o también $\epsilon = 0.002$).



MODULO DE ELASTICIDAD

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{F/S}{\Delta L/L}$$

$$\text{Módulo de Young} = \frac{\text{esfuerzo longitudinal}}{\text{deformación longitudinal}}$$

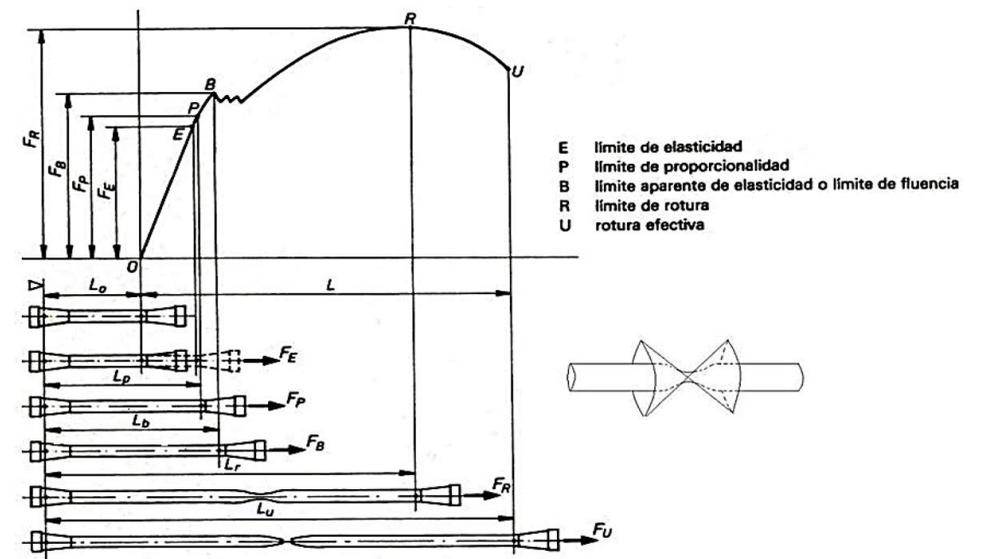
$$\text{Esfuerzo} = \frac{F}{A}$$

$$\text{Deformación longitudinal} = \frac{\text{elongación}}{\text{longitud original}} = \frac{\Delta l}{l}$$

Donde:

σ es la presión ejercida sobre el área de sección transversal del objeto.

ϵ es la deformación unitaria en cualquier punto de la barra.



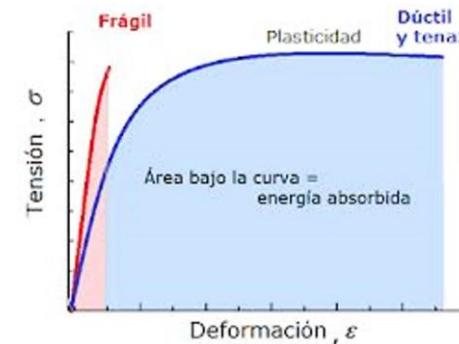
Punto de cedencia o fluencia: es el valor que se alcanza de un esfuerzo, mayor del límite elástico, al cual el material continúa deformándose sin que hay incremento de la carga.

Propiedades mecánicas de los Materiales

Ductilidad, Tenacidad y Resiliencia

1. Tensión y deformación. Rigidez.
2. Mecanismos de deformación. Tipos.
3. Endurecimiento.
4. Fluencia y Relajación.
5. Mecanismos de fractura.
6. Acciones mecánicas sobre materiales.
7. Ensayos de caracterización.

- La **Ductilidad** o **Deformabilidad** indica el grado en que una estructura puede deformarse antes de sufrir la rotura (**depende de la velocidad de carga**) y en segundo lugar, especifica el grado de deformación que se puede permitir durante las operaciones de conformado (Dar forma a alguna cosa).
- El área bajo la gráfica σ/ϵ es la **Energía absorbida** por el material en la fase de carga.

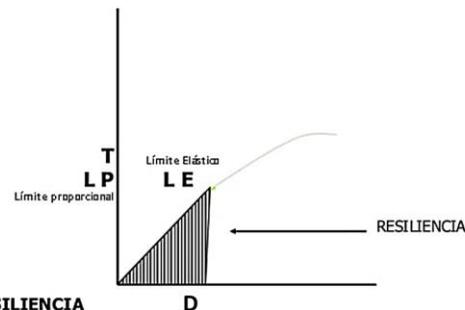


- **Tenacidad:** es una medida de la capacidad de un material de absorber energía antes de la fractura (**bajo una carga lenta**).



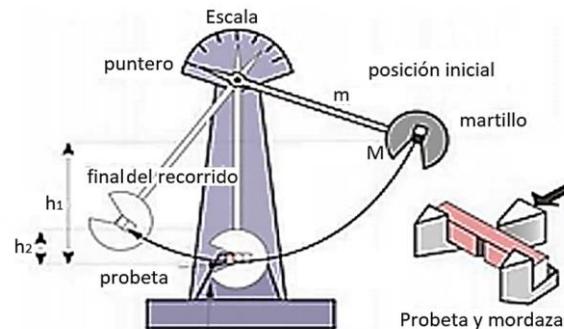
- **Resiliencia:**

- Es la capacidad de un material de absorber energía elástica cuando es deformado y de ceder esta energía cuando se deja de aplicar. (**bajo una carga rápida de impacto**).
- El área bajo la gráfica σ/ϵ en la fase de descarga es la **Energía devuelta**. La diferencia (**E absorbida - E devuelta**) es la **Energía disipada por el material**.



RESILIENCIA

Propiedad del material de almacenar energía cuando se deforma de forma elástica. Supone el área o superficie debajo del tramo elástico de la gráfica.



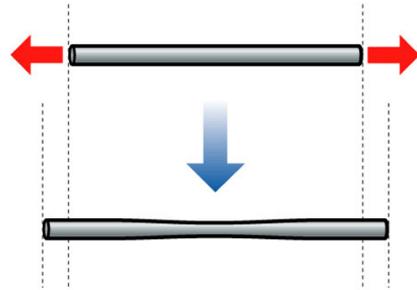
Los ensayos de impacto se llevan a cabo para determinar el comportamiento de un material a velocidades de deformación más elevadas. Los péndulos de impacto clásicos determinan la energía absorbida en el impacto por una probeta estandarizada, midiendo la altura de elevación del martillo del péndulo tras el impacto.



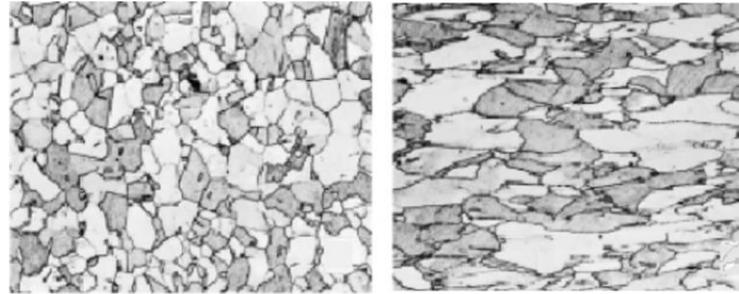
Propiedades mecánicas de los Materiales

Comportamiento plástico (metales).

Orientación de los granos de un metal por tensiones de tracción.



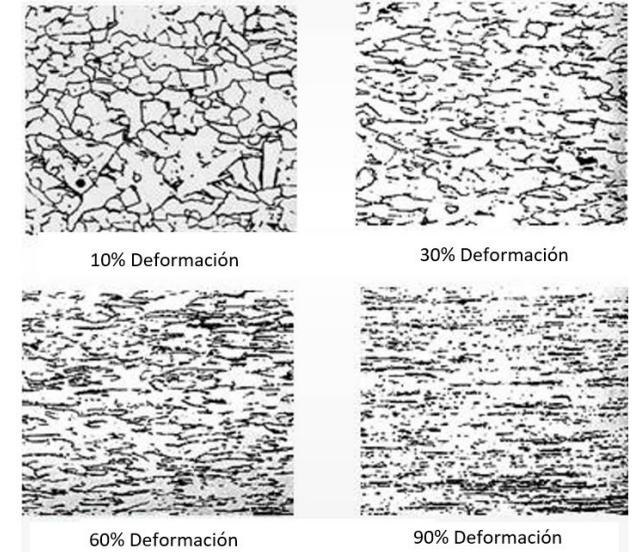
1. Tensión y deformación. Rigidez.
2. Mecanismos de deformación. Tipos.
3. Endurecimiento.
4. Fluencia y Relajación.
5. Mecanismos de fractura.
6. Acciones mecánicas sobre materiales.
7. Ensayos de caracterización.



Descargado

Cargado

ACERO BAJO CARBONO



10% Deformación

30% Deformación

60% Deformación

90% Deformación

Los granos se orientan en la dirección de la tensión, deformándose. Para que uno se deforme, los adyacentes deben deformarse también.

Endurecimiento

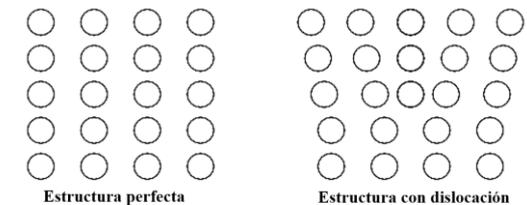
Se trata de modificar el material, para que resista mayores tensiones. La capacidad de un material para deformarse plásticamente depende de la capacidad de las dislocaciones para moverse. Las técnicas de endurecimiento se basa en la restricción e impedimento del movimiento de las dislocaciones, dotando al material de más dureza y resistencia.

Dislocaciones: (imperfecciones atómicas). Los átomos no se encuentran alineados en forma de un arreglo cristalino perfecto. Estos defectos alteran las propiedades físicas y mecánicas de cada material que a su vez afectan el comportamiento del mismo.

Procedimientos :

- La **reducción del tamaño de los granos**, dificulta la orientación de los granos y reduce la deformación.

El tamaño de grano de un metal policristalino afecta considerablemente a las propiedades mecánicas del mismo. Un material con grano fino será mas duro y resistente que uno de grano grueso, ya que el primero tiene un mayor número de bordes de grano para un mismo volumen que el segundo.



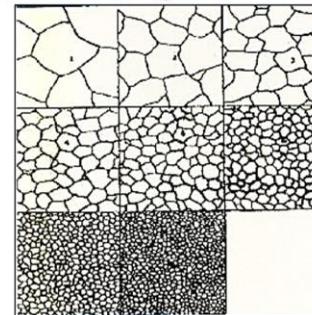
Estructura perfecta

Estructura con dislocación

Reducción del tamaño de grano

Cuanto mayor es el número de límites de grano (granos más pequeños) más obstáculos existen para el movimiento de las dislocaciones.

Un material con grano fino posee una mayor dureza y resistencia que uno con grano grueso.

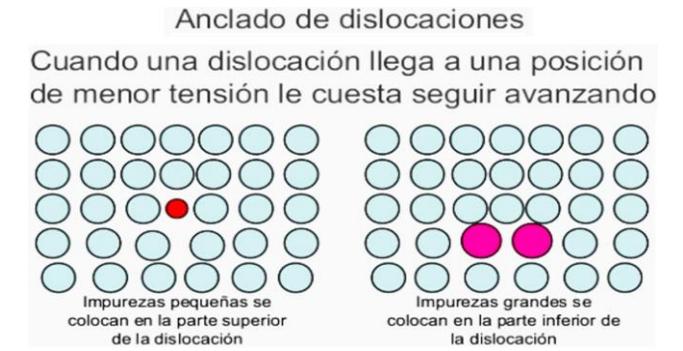
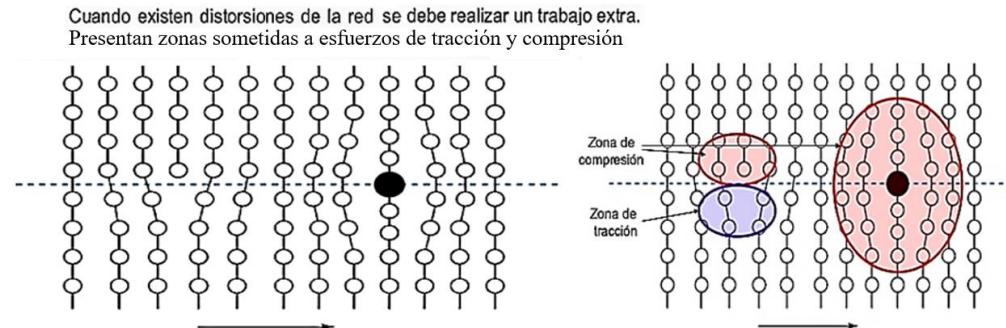
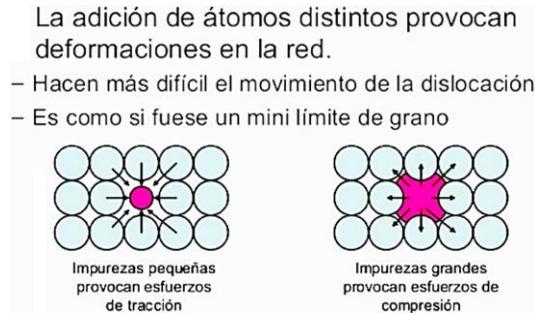


Propiedades mecánicas de los Materiales

Endurecimiento. Procedimientos.

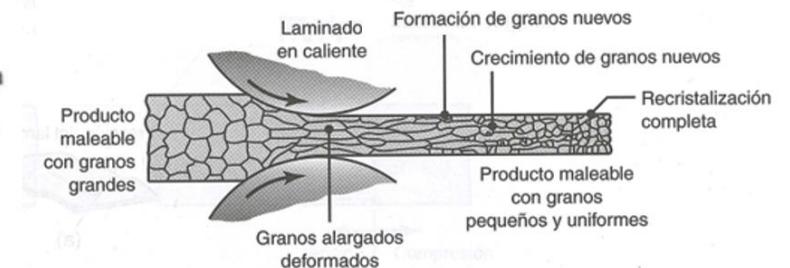
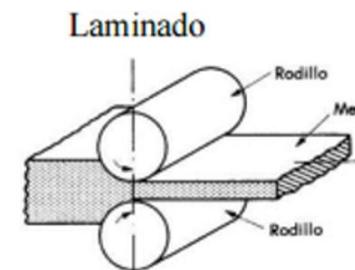
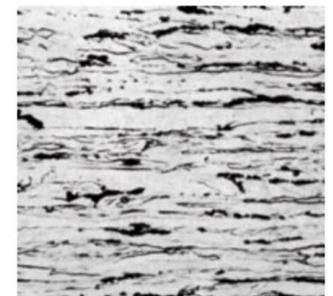
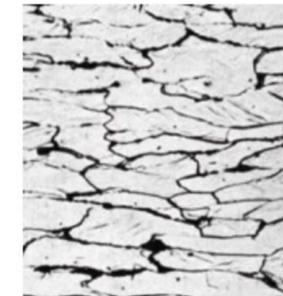
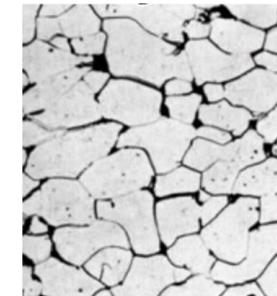
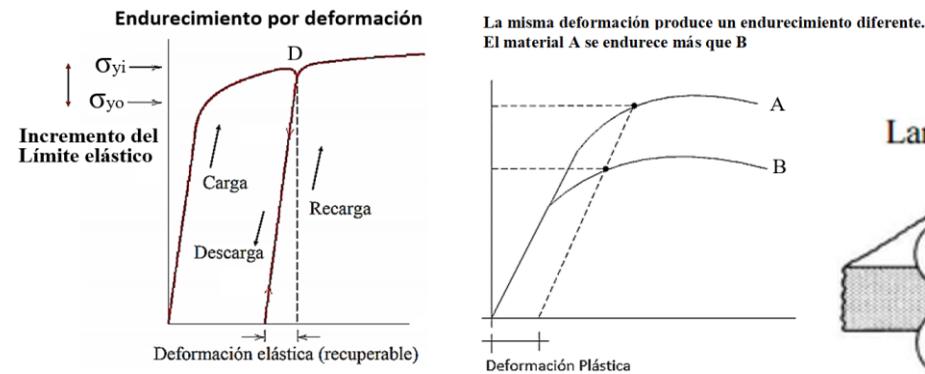
1. Tensión y deformación. Rigidez.
2. Mecanismos de deformación. Tipos.
3. Endurecimiento.
4. Fluencia y Relajación.
5. Mecanismos de fractura.
6. Acciones mecánicas sobre materiales.
7. Ensayos de caracterización.

- **Incorporación de impurezas** (aleaciones). Los metales puros tienen menor dureza y resistencia que las aleaciones formadas con el mismo metal base. Una forma de endurecer un material es **impurificarlo**, para formar una aleación. Ejemplo: la adición de zinc (Zn) al cobre (Cu) para formar la aleación denominada **Latón**. Los átomos del Zn son más grandes que los de Cu y, al introducirse en su estructura, generan tensiones. Estas tensiones eliminan la uniformidad del plano de deslizamiento, haciendo más difícil el movimiento de las dislocaciones, aumentando la resistencia.



- **Deformación en frío:** El material aumenta su límite elástico. La **deformación en frío** se produce cuando el material endurece progresivamente, a medida que aumenta la deformación plástica. El cambio de su forma se debe a la deformación de los granos y a las tensiones que se originan, cuando un metal ha recibido este tratamiento se dice que tiene **acritud**.

Acritud: Es el fenómeno de endurecimiento por trabajo en frío, por el cual un metal dúctil se hace más duro y resistente a medida que es deformado plásticamente.



- En general, los procesos de endurecimiento reducen la ductilidad del material.

Tendencia al **ENDURECIMIENTO**: es causado por la formación de puntos de contactos entre partículas; y por factores “internos” y “externos”:

Factores INTERNOS: constitución química, humedad, superficie específica y contenido de impurezas.

Factores EXTERNOS: Temperatura y humedad atmosférica.

Propiedades mecánicas de los Materiales

LOS MATERIALES VISCOSOS:

Fluyen constantemente al aplicarles cualquier esfuerzo durante un tiempo suficientemente largo. La **Viscosidad** es la resistencia que tienen las moléculas que conforman un líquido para separarse unas de otras, es decir, es la oposición de un fluido a deformarse y esta oposición es debida a las fuerzas de adherencia que tienen unas moléculas de un líquido o fluido con respecto a las otras moléculas del mismo líquido.

El “**coeficiente de viscosidad**” muestra la resistencia a fluir del cuerpo bajo la acción del esfuerzo como consecuencia de la fricción entre partículas.



1. Tensión y deformación. Rigidez.
2. Mecanismos de deformación. Tipos.
3. Endurecimiento.
4. Fluencia y Relajación.
5. Mecanismos de fractura.
6. Acciones mecánicas sobre materiales.
7. Ensayos de caracterización.

Viscosidad

Se llama viscosidad o frotamiento interno, a la resistencia experimentada por una porción de un líquido cuando se desliza sobre otra. Esto se debe a la fuerza de cohesión de líquido hacen que haya una resistencia al movimiento de unas moléculas con respecto a la otra. Depende del estado de los cuerpos, pues en los gases es muy pequeña, en los sólidos alcanza su valor máximo.

$$F = \eta \frac{VA}{l}$$

Donde :

- η = coeficiente de viscosidad (gr / cm.s)
- V = velocidad (cm / s)
- A = área (cm²)
- l = distancia entre capas (cm.)
- F = dinas

Las unidades de viscosidad son : poise (gr / cm.s) . (dinámica)
cm² / s (cinemática)

Coeficiente de viscosidad cinemático : $\nu = \frac{\eta}{\rho}$

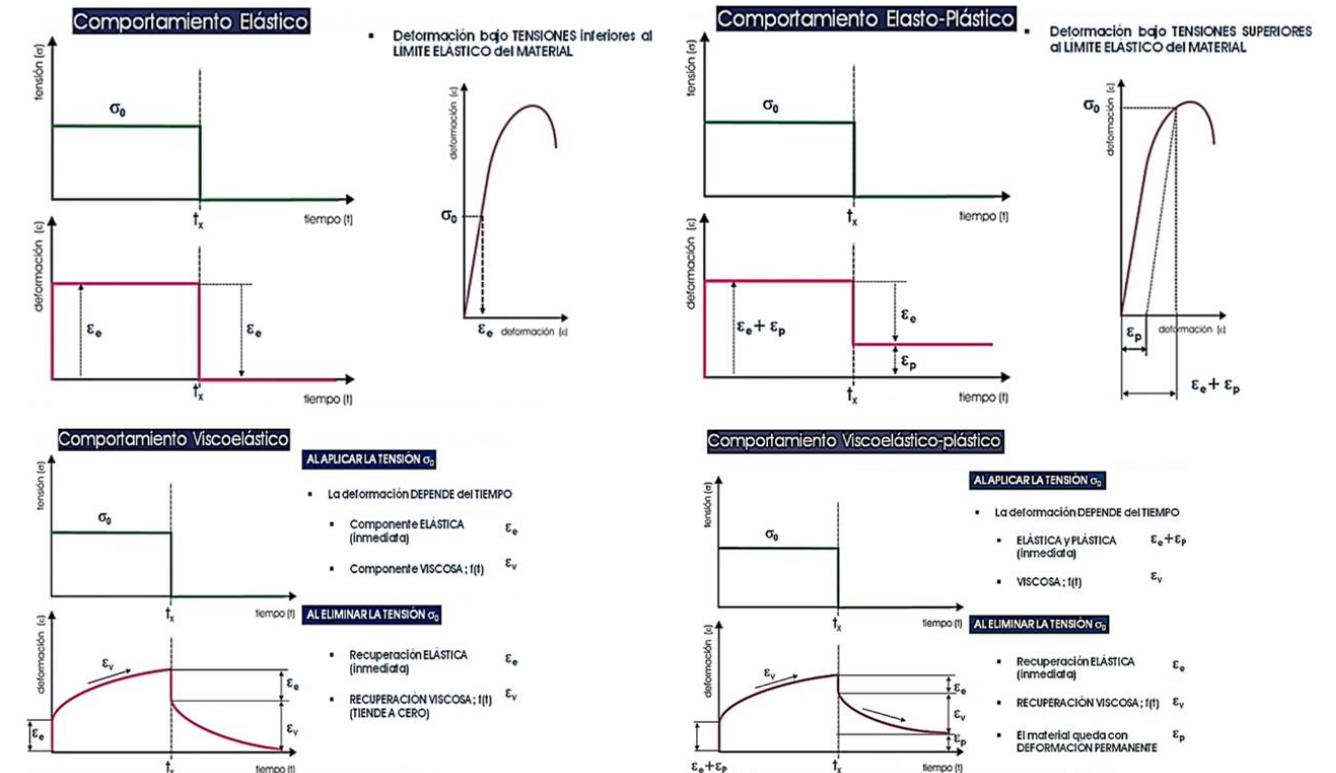
Comportamiento viscoso

- La deformación diferida (retardada) del material aumenta bajo carga constante a lo largo del tiempo y sin alcanzar σ_0 (**Límite elástico**).
- Se diferencia del comportamiento plástico porque: **-Depende del tiempo. -No se supera el Límite elástico del material.**
- Se puede decir que el material sólido en tensión “fluye” como un líquido con mucha viscosidad.
- Se manifiesta asociado a los comportamientos anteriores: visco-elástico y visco-elasto-plástico.

| RESPUESTA de un MATERIAL POLIMÉRICO para definir y aplicarlos MODELOS ÓPTIMOS | | |
|---|-------------------------------|--|
| ELÁSTICO | Sin Deformaciones Permanentes | ➔ TÍPICO DE METALES RESPUESTA INMEDIATA $\neq f(t)$ |
| ELASTO-PLÁSTICO | Con Deformaciones Permanentes | |
| VISCOELÁSTICO | Sin Deformaciones Permanentes | ➔ TÍPICO DE POLÍMEROS RESPUESTA ELÁSTOPLÁST $\neq f(t)$ + VISCOSA = f(t) |
| VISCOELASTO-PLÁSTICO (VISCOPLÁSTICO) | Con Deformaciones Permanentes | |



Espuma viscoelástica, es un sólido deformable ya que tiende a recuperar su forma para esfuerzos ligeros, aunque el modo de recuperación es retardado a diferencia de un sólido elástico en que la respuesta es prácticamente instantánea



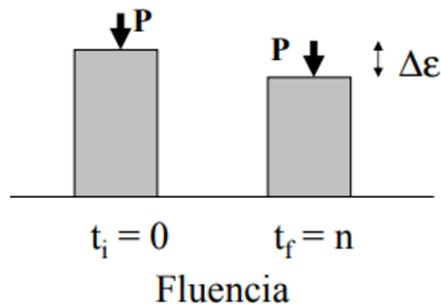
Fluencia y Relajación

Son fenómenos producidos por el comportamiento viscoso de los materiales.

El comportamiento viscoelástico es característico de materiales plásticos a temperatura ambiente; y también materiales metálicos en ciertos rangos de temperaturas.

Fluencia: Aumento de la deformación en el tiempo de un material sometido a tensión constante.

tensión (σ), deformación (ϵ), tiempo (t)



1. Tensión y deformación. Rigidez.
2. Mecanismos de deformación. Tipos.
3. Endurecimiento.
4. Fluencia y Relajación.
5. Mecanismos de fractura.
6. Acciones mecánicas sobre materiales.
7. Ensayos de caracterización.

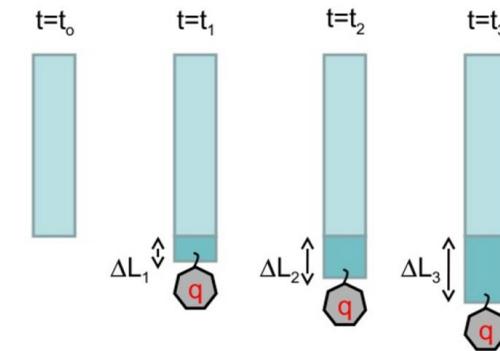
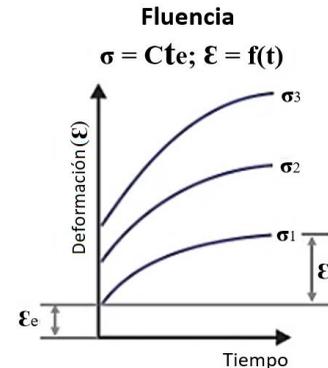
RESPUESTA de un MATERIAL POLIMÉRICO frente a un ESTADO TENSIONAL CONSTANTE

DIFERENCIA entre los fenómenos de deformación:

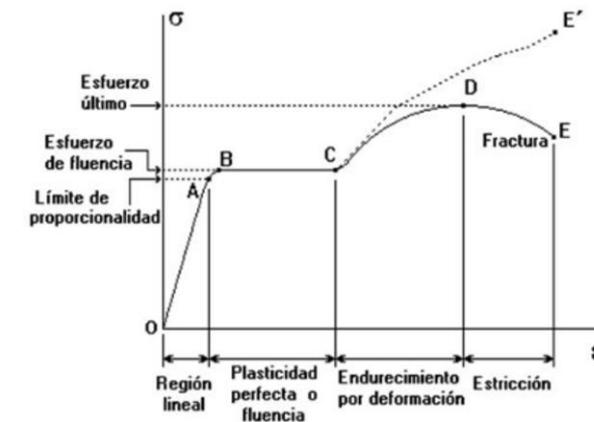
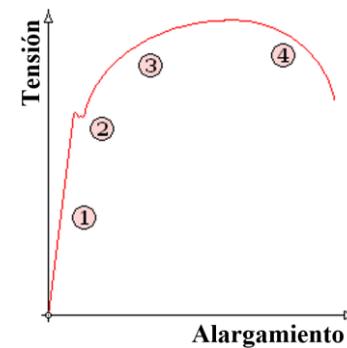
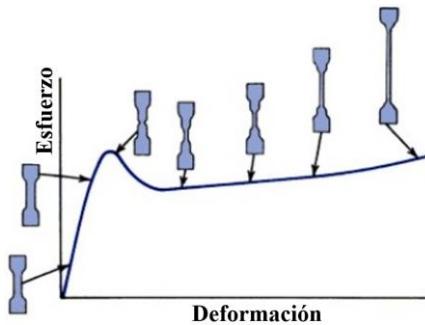
- ELÁSTICA – Ligada a deformaciones INMEDIATAS NO PERMANENTES
- VISCOSA – Ligada a deformaciones RETARDADAS EN EL TIEMPO
- PLÁSTICA - Ligada a deformaciones INMEDIATAS PERMANENTES

Fluencia

Consiste en aplicar una carga fija al material y determinar la deformación en función del tiempo



Un material trabaja a **fluencia**, comportamiento viscoelástico, cuando experimenta alargamientos crecientes en función del tiempo, aún para cargas aplicadas constantes.



Los ensayos **de fluencia** se realizan para analizar las características resistentes de los materiales en las condiciones que muestran un comportamiento viscoelástico.

El **límite de fluencia**: es el punto donde comienza el fenómeno conocido como **fluencia**, que consiste en un alargamiento muy rápido sin que varíe la tensión aplicada en un ensayo de tracción. Este fenómeno tiene lugar en la zona de transición entre las deformaciones elásticas y plásticas y se caracteriza por un rápido incremento de la deformación sin aumento apreciable de la carga aplicada.

Propiedades mecánicas de los Materiales

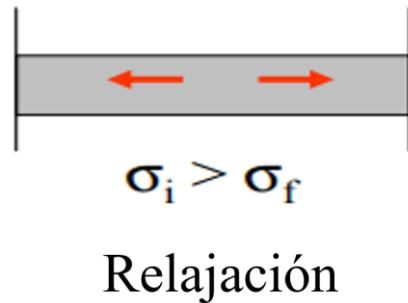
1. Tensión y deformación. Rigidez.
2. Mecanismos de deformación. Tipos.
3. Endurecimiento.
4. Fluencia y Relajación.
5. Mecanismos de fractura.
6. Acciones mecánicas sobre materiales.
7. Ensayos de caracterización.

Fluencia y Relajación

Son fenómenos producidos por el comportamiento viscoso de los materiales.

Relajación: Disminución de la tensión.

Reducción de la tensión de un material en el tiempo, sometido a una deformación constante.

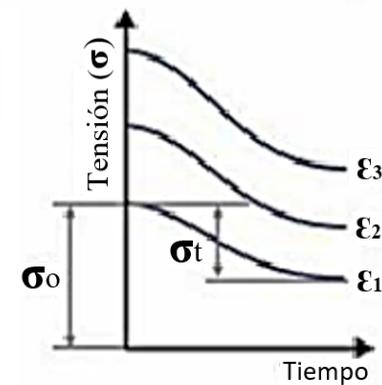


tensión (σ), deformación (ϵ), tiempo (t)

Relajación $\epsilon = Cte, \sigma = f(t)$

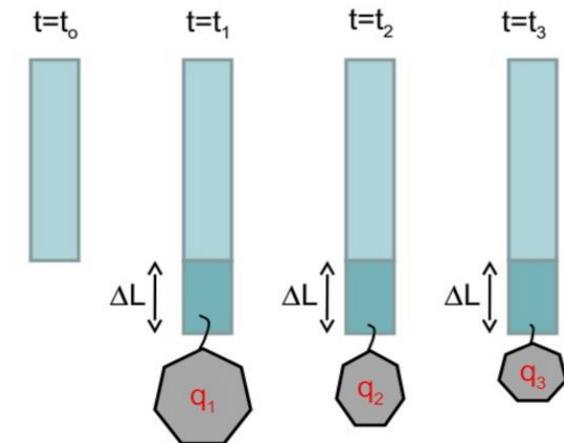
Liberación de Tensión con el paso del tiempo
manteniendo la deformación

Curvas de Relajación
o Isométricas



Relajación de Esfuerzos

Consiste en aplicar una deformación fija al material y determinar el esfuerzo que es necesario aplicar para mantener la deformación en función del tiempo.



Ejemplo:

Un fenómeno conocido relacionado con la **relajación de tensiones**, es el de las gomas elásticas de caucho, que sometidas a tensión durante largos periodos de tiempo, no recuperan su tamaño original al retirar la carga.

El mecanismo de la **relajación de tensiones** es un flujo viscoso, transformando parte de la deformación elástica en deformación plástica no recuperable. Se caracteriza como el tiempo necesario para que la tensión (σ) disminuya de la tensión inicial (σ_0).

Propiedades mecánicas de los Materiales

Comportamiento frente a acciones dinámicas

- La respuesta mecánica de los materiales depende de la velocidad de carga y del número de repeticiones.
- Normalmente los materiales muestran mayor resistencia al aumentar la velocidad de carga (impactos).
Se distinguen tres parámetros de caracterización:

Resistencia a impacto

- La resistencia al impacto describe la capacidad del material a absorber golpes y energía sin romperse, al aplicársele una carga muy rápida. El material responde absorbiendo la energía (Resiliencia).

Fatiga

- aplicación de cargas repetidas inferiores a la resistencia estática y repetidamente hasta rotura. La rotura se produce a tensiones inferiores a la resistencia estática.

Amortiguamiento: Capacidad de disipación de energía.

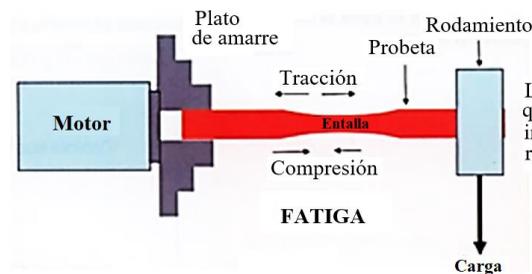
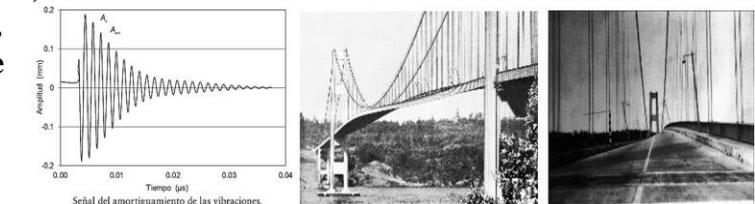
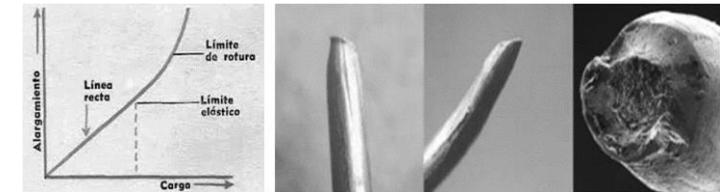
Un sistema mecánico que posea masa y elasticidad tendrá una frecuencia natural y además la particularidad de llegar a vibrar; si se le proporciona energía al sistema éste tenderá a **vibrar**, o si una fuerza externa actúa en el sistema con cierta **frecuencia**, el sistema podría entrar en un **estado de resonancia** y esto a su vez significaría una condición de alta vibración y el sistema se vuelve inestable y dispuesto a fallar. En todo esto se fundamenta la importancia del estudio del amortiguamiento

Disipación: liberación de energía en el tiempo en sistemas dinámicos por modos mecánicos, tales como ondas u oscilaciones.

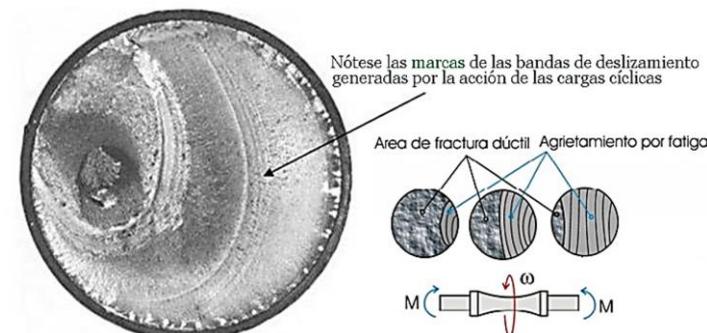
Fatiga

- Definición: fenómeno de reducción de la resistencia de los materiales cuando se le aplican sollicitaciones repetidas inferiores a la resistencia estática.
- Afecta a todos los materiales.
- Se produce por el crecimiento de defectos existentes en los materiales (fabricación, procesado, etc.)
- Produce la rotura por la repetición de la carga y no por la duración (no confundir con fluencia).
- Para algunos materiales, hay un valor por debajo del cual no hay fatiga (Límite de fatiga).

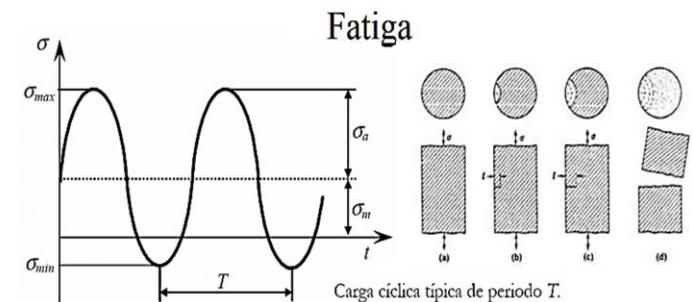
1. Tensión y deformación. Rigidez.
2. Mecanismos de deformación. Tipos.
3. Endurecimiento.
4. Fluencia y Relajación.
5. Mecanismos de fractura.
6. Acciones mecánicas sobre materiales.
7. Ensayos de caracterización.



Límite de fatiga es la máxima tensión a la que se puede someter un material sin romperse, independientemente del número de veces que se repita la acción que provoca la tensión.



Pieza que falló por fatiga, la falla se produjo por flexión rotativa



Fatiga

Carga cíclica típica de periodo T.

Propiedades mecánicas de los Materiales

1. Tensión y deformación. Rigidez.
2. Mecanismos de deformación. Tipos.
3. Endurecimiento.
4. Fluencia y Relajación.
5. Mecanismos de fractura.
6. Acciones mecánicas sobre materiales.
7. Ensayos de caracterización.

Resumen de comportamiento mecánico

| Deformación | Dependencia del tiempo | Recuperable | Tipo de fractura |
|----------------|--|--------------|------------------|
| Elástica | NO | SI | Frágil |
| Plástica | NO | NO | Dúctil |
| Viscosa | SI | NO | Fluencia |
| Visco-elástica | NO (depende de la repetición de carga) | Parcialmente | Fatiga |

Mecanismos de fractura

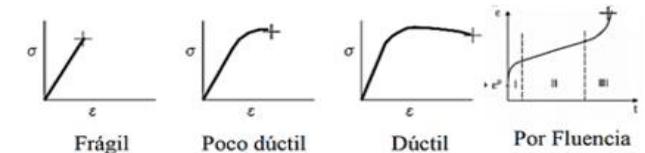
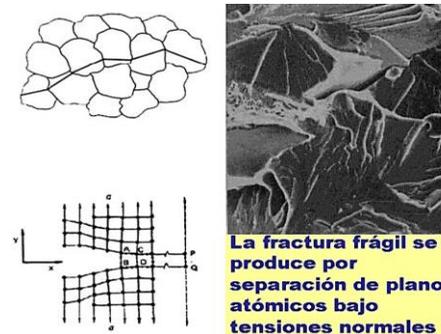
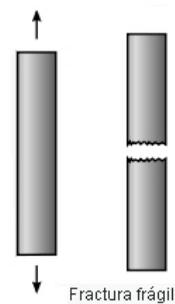
- Los materiales tienen una capacidad de soportar tensiones limitada, llamada **Resistencia mecánica**.
- La **Fractura** es el fallo de un material cuando se supera su capacidad mecánica (se produce la rotura). **Fractura:** Es la separación de un sólido bajo tensión en dos o más piezas
- La estructura y composición de un material, junto con los defectos (dislocaciones, fisuras, poros) **determinan la capacidad mecánica y el tipo de fractura**.
- La **fractura** depende de otros factores: **velocidad de carga y tiempo de aplicación, historia de carga, repetición de la carga, estado tensional del material.**

Tipos de fractura

Están relacionados con los mecanismos de deformación:

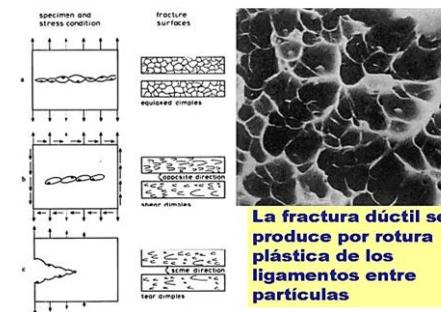
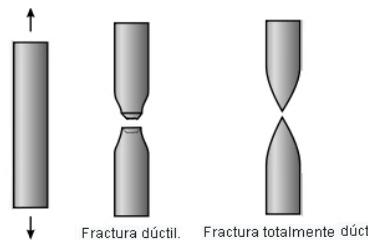
Frágil: baja deformación en rotura (elástico).

La fractura frágil tiene lugar sin una apreciable deformación y debido a una rápida propagación de una grieta



Dúctil: alta deformación en rotura (muy plástico).

Esta fractura ocurre bajo una intensa deformación plástica

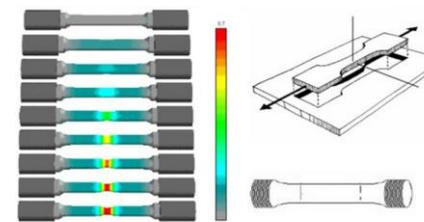


Por fluencia: rotura por deformación diferida (viscoso).

Se debe al incremento de deformación que sufre un material viscoelástico cuando está sometido a una **tensión mecánica constante σ_0** .

Por fatiga: son cargas repetidas inferiores a σ (tensión) máxima.

La rotura por fatiga se da como consecuencia de esfuerzos repetidos y variables debiéndose a un desmembramiento de la estructura cristalina, con el consiguiente deslizamiento progresivo de los cristales, con producción de calor.



| Fractura Dúctil | Fractura Frágil | Fractura por Fatiga |
|---|--|---|
| Comienza con la formación de un cuello y la formación de cavidades dentro de la zona de estrangulamiento. | Tiene lugar sin una apreciable deformación y debido a una rápida propagación de una grieta. | Se da como consecuencia de esfuerzos repetidos y variables debiéndose a un desmembramiento de la estructura cristalina, con el consiguiente deslizamiento progresivo de los cristales, con producción de calor. |
| Las cavidades se fusionan en una grieta en el centro de la muestra y se propaga hacia la superficie en dirección perpendicular a la tensión aplicada. | Ocurre a lo largo de planos cristalográficos específicos denominados planos de fractura que son perpendiculares a la tensión aplicada. | Los materiales se romperán a tensiones mucho menores que aquellas que puede soportar la pieza bajo la aplicación de una única tensión estática. |
| Cuando se acerca a la superficie, la grieta cambia su dirección a 45° con respecto al eje de tensión y resulta una fractura de cono y embudo. | La mayoría de las fracturas frágiles son transgranulares o sea que se propagan a través de los granos. Pero si los límites de grano constituyen una zona de debilidad, es posible que la fractura se propague intergranularmente. Las bajas temperaturas y las altas deformaciones favorecen la fractura frágil. | La fatiga es el fenómeno general de fallo del material tras varios ciclos de aplicación de una tensión menor a la de rotura. |

Propiedades mecánicas de los Materiales

1. Tensión y deformación. Rigidez.
2. Mecanismos de deformación. Tipos.
3. Endurecimiento.
4. Fluencia y Relajación.
5. Mecanismos de fractura.
6. Acciones mecánicas sobre materiales.
7. Ensayos de caracterización.

Dureza de los Materiales

• Es la propiedad de un Material que indica la resistencia a ser deformado en su superficie, por la acción mecánica de un cuerpo.

La **dureza** es la oposición que ofrecen los **materiales** a alteraciones como la penetración, la abrasión, el rayado, la cortadura, las deformaciones permanentes, entre otras.

Por ejemplo: la madera puede rayarse con facilidad, esto significa que no tiene mucha **dureza**, mientras que el vidrio es mucho más difícil de rayar.

En metalurgia la **dureza se mide utilizando un durómetro**

- Se determina mediante magnitudes relativas (por comparación).
- Se aplica una carga conocida con el elemento agudizado (punta) sobre la superficie de una probeta.
- La acción que se aplique determina el **tipo de Dureza (Rockwell, Brinell, Vickers, Shore)**.

Dureza Rockwell, es un método para determinar la dureza, es decir, la resistencia de un material a ser penetrado.

Hay dos tipos de penetradores: unas bolas esféricas de acero endurecido, y un penetrador cónico de diamante en ángulo y vértice redondeado formando un casquete esférico el cual se utiliza para los materiales más duros.

Dureza Brinell es una escala de medición de la dureza de un material mediante el método de **indentación**, midiendo la penetración de un objeto en el material a estudiar.

Este ensayo se utiliza en materiales blandos (de baja dureza) y muestras delgadas.

El indentador o penetrador usado es una bola de acero templado de diferentes diámetros

Indentación: abertura, muesca, incisión, hendedura o corte semejante o similar a la marca o la señal que deja la mordedura de un diente.

Dureza Vickers, llamado el ensayo universal, es un método para medir la dureza de los materiales, es decir, la resistencia de un material al ser penetrado. Su penetrador es una pirámide de diamante. Puede usarse en superficies no planas. Sirve para medir todo tipo de dureza, y espesores pequeños.

Dureza Shore es una escala de medida de la dureza elástica de los materiales, determinada a partir de la reacción elástica del material cuando se deja caer sobre él un objeto.

La práctica se realiza utilizando un **escleroscopio**.

El material ensayado debe presentar una superficie plana, limpia, pulida y perpendicular al instrumento.

Se mide la altura a la que rebota el proyectil. Esta depende de la cantidad de energía absorbida por el material de ensayo durante el impacto. Mientras mayor sea la altura a la que rebote el indentador (punta) del escleroscopio mayor será la dureza del material.

| | | |
|-------------|-------|------------------------------|
| Talco | 1 | Piomo |
| Yeso | 2-2,5 | Estaño, cadmio, oro,... |
| Calcita | 3 | Aluminio, cobre, plata |
| Fluorita | 4 | Hierro, níquel |
| Apatita | 5 | Cobalto, aceros al carbono |
| Feldespatos | 6 | Titanio, óxido de magnesio |
| Cuarzo | 7 | Tantalo, manganeso,... |
| Topacio | 8 | Acero cementado |
| Corindón | 9 | Aluminio, cerámica aluminosa |
| Diamante | 10 | Carburos de tantalio y boro |

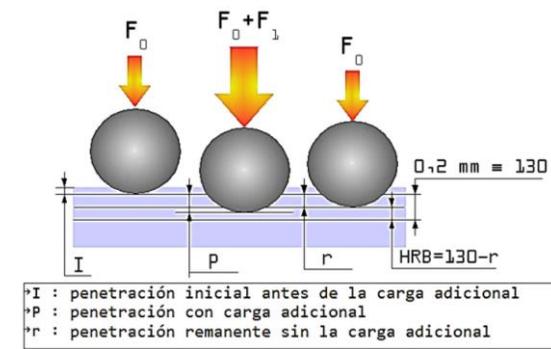
Creada por el geólogo alemán Friedrich Mohs (1812)

Sistemas de Medida

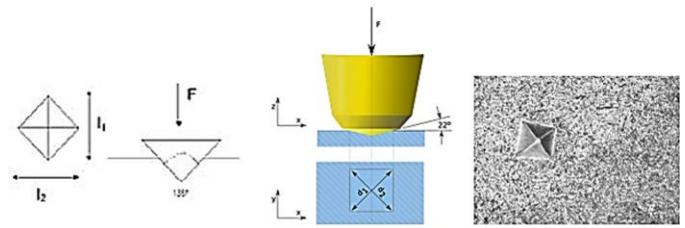
Dureza

Se fundamenta en la propiedad que tiene un cuerpo duro de rayar a uno blando.

Es una escala de diez minerales de dureza creciente desde el talco (nº 1) al diamante (nº 10)



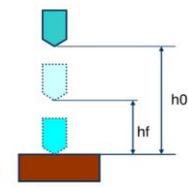
Muestra del funcionamiento del ensayo Rockwell. El penetrador precarga, luego carga, y luego descarga; la relación entre la precarga más la carga y la descarga indica la dureza del material.



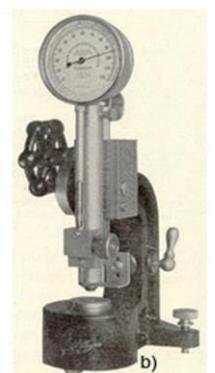
Marca en un acero endurecido tras la prueba de dureza Vickers.

MÉTODO DE SHORE

Se basa en la reacción elástica del material sometido a la acción de un percusor que, después de chocar con la probeta a ensayar, rebota hasta una cierta altura. El nº de dureza HS se deduce de la altura alcanzada en el rebote.



Goma o polímero clasificada por su dureza SHORE



Escleroscopio a) Con tubo graduado b) con escala

Desgastabilidad

• Es la resistencia que ofrece un material al desgaste por rozamiento.

Es importante en materiales sometidos a este tipo de agresiones tanto por agentes exteriores, como mecánicos.

Cuando se frota un material contra otro igual, el desgaste se conoce como de **atrición**. > (**atrición**: es un desgaste lento gradual)

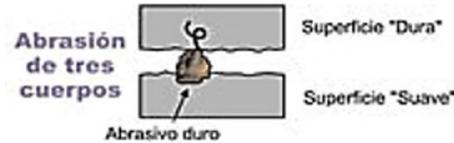
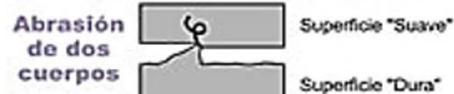
Se emplea también el término **abrasión**, para referirse a la resistencia a ser desgastado por otro de distinta naturaleza.

Un material, por abrasión o desgaste, pierde masa, y ésta pérdida se puede producir por repetición de impactos o por frotamiento.

1. Tensión y deformación. Rigidez.
2. Mecanismos de deformación. Tipos.
3. Endurecimiento.
4. Fluencia y Relajación.
5. Mecanismos de fractura.
6. Acciones mecánicas sobre materiales.
7. Ensayos de caracterización.

Desgaste abrasivo

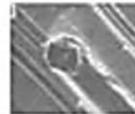
Otros Nombres: Ranurado, corte, estriado



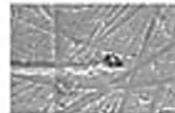
El desgaste abrasivo ocurre en contactos deslizantes, usualmente debido a contaminación por partículas.

Maquinaria /componentes afectados por desgaste abrasivo: pistones / cilindros, arandelas, cojinetes, engranes, levas, rodamientos.

Partícula Incrustada



Rayado



Daño en la superficie: formación de rayas, escoriado, ranuras, surcos y pulido.

Factores de Influencia:

- Dureza de la superficie
- Tamaño y dureza de la partícula
- Espesor de la película (carga, viscosidad, velocidad)
- Concentración de partículas
- Alineación



• Se mide mediante el **Coefficiente de desgastabilidad**.

Perdida de volumen por unidad de superficie expuesta a la abrasión que experimenta un material de construcción cuando está sometido al ensayo de desgastabilidad.

Tiene dimensiones de longitud, ya que es una relación entre volumen y superficie.

Para llevar a cabo el análisis, se calcula el volumen de material perdido, la velocidad de desgaste y el coeficiente de desgaste o también llamado coeficiente de fricción **K**.

Las ecuaciones para calcular dichos parámetros son:

$$\text{Volumen perdido (mm)} = \frac{\text{Masa perdido (g)} \times 100}{\text{Densidad (g / cm}^3\text{)}} \quad (1)$$

$$\text{Velocidad de desgaste} = \frac{\text{Cantidad de material desgastado}}{\text{Tiempo (min)}} \quad (2)$$

Coefficiente de desgaste
o
Coefficiente de fricción K

$$K_s = \frac{3Hv}{PL} \quad (3)$$

dónde: V → volumen de material perdido [mm³]
H → dureza del material [Brinell]
P → carga [kg]
L → distancia de deslizamiento [mm]

$$\text{Densidad} = \frac{\text{masa fija} + \text{masa móvil}}{\text{volumen fijo} + \text{volumen móvil}} \quad (4)$$

$$\text{Volumen} = \pi r^2 h \quad (5)$$

$$\text{Densidad} = \frac{\text{masa fija} + \text{masa móvil}}{\pi r_{fija}^2 h_{fija} + \pi r_{móvil}^2 h_{móvil}} \quad (6)$$

Propiedades mecánicas de los Materiales

1. Tensión y deformación. Rigidez.
2. Mecanismos de deformación. Tipos.
3. Endurecimiento.
4. Fluencia y Relajación.
5. Mecanismos de fractura.
6. Acciones mecánicas sobre materiales.
7. Ensayos de caracterización.

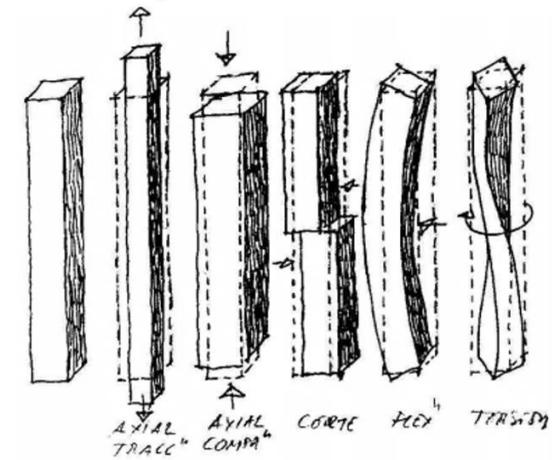
Ensayos de caracterización mecánica

- El comportamiento mecánico de los materiales se caracteriza mediante ensayos sobre muestras o probetas.
- Pueden ser destructivos (se rompe la probeta) o no destructivos (la probeta se puede ensayar de nuevo).
- Los resultados de los ensayos nos permiten conocer las resistencias, rigidez, dureza y el comportamiento dinámico de los materiales.
- Es necesario realizar series de ensayos para calcular los valores característicos y medios de cada propiedad.

Ensayos de resistencia

- Se somete a una probeta de material de dimensiones conocidas a cargas mecánicas hasta rotura.
- La geometría del ensayo y la probeta y el tipo de carga depende del tipo de material y tipo de esfuerzo: **Tracción, compresión, cortante, flexión, torsión**, etc.
- Se mide la carga y el desplazamiento sufrido y se calcula la tensión (σ) y la deformación (ϵ).
- Conocida la curva σ/ϵ , se puede calcular el Módulo de Young, límite elástico, ductilidad, tenacidad y mecanismos de deformación principal.

Ensayo de resistencia



| | | |
|----------|---|--------------------|
| Axial | = | Esfuerzo axial |
| Cortante | = | Esfuerzos cortante |
| Flexión | = | Momento de flexión |
| Torsión | = | Momento de torsión |

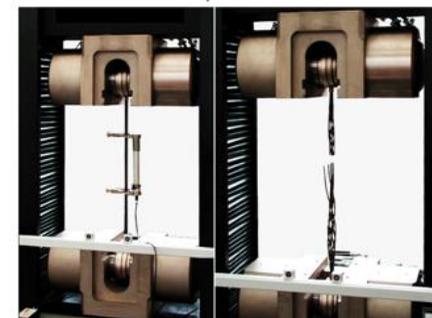
Ensayo de compresión



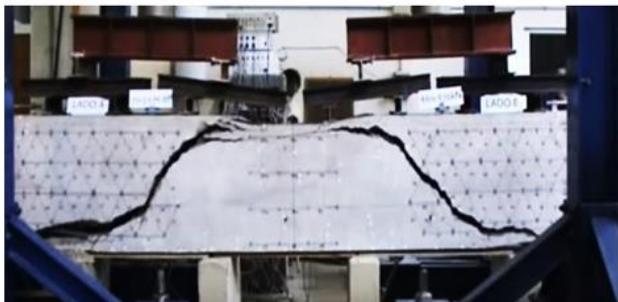
Ensayo de Torsión



Ensayo de Tensión



Ensayo de cortante



Ensayo de flexión



Ensayos de rigidez mecánica

Existen ensayos no destructivos que permiten conocer, de manera indirecta la rigidez de los materiales.



Ensayo de rigidez de un hormigón por ultrasonidos

Propiedades mecánicas de los Materiales

1. Tensión y deformación. Rigidez.
2. Mecanismos de deformación. Tipos.
3. Endurecimiento.
4. Fluencia y Relajación.
5. Mecanismos de fractura.
6. Acciones mecánicas sobre materiales.
7. Ensayos de caracterización.

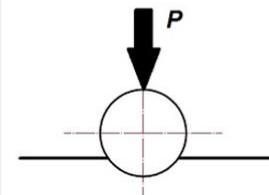
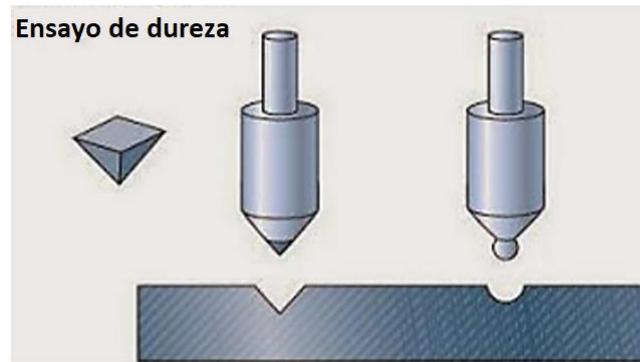
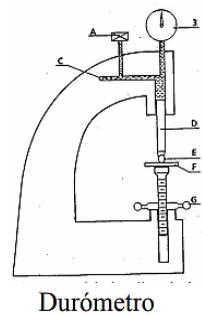
Ensayos de Dureza superficial

- Se utilizan para conocer la resistencia superficial de los materiales frente a la penetración de un elemento agudizado.
- Se aplica una carga conocida con el elemento agudizado (punta) sobre la superficie de una probeta.
- Se mide la huella dejada en la probeta.
- Existen diferentes puntas y escalas de medida adecuadas a cada material. (Rockwell, Vickers, Brinell, Shore). Ver pág. 156

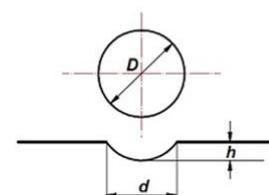


Para para medir la dureza de los materiales, se utiliza una máquina calibrada llamada durómetro

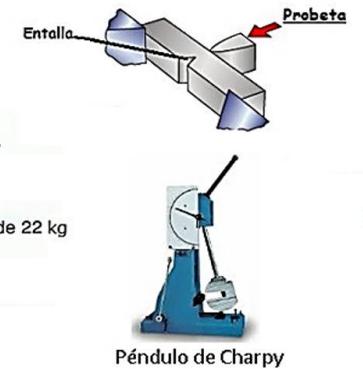
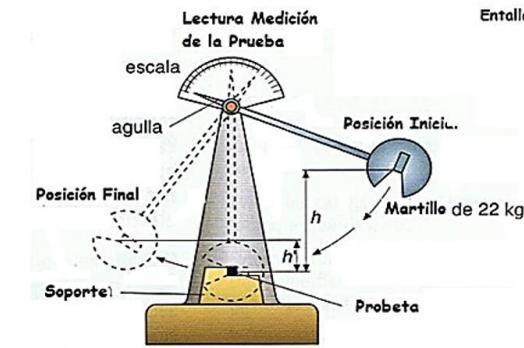
Esta máquina tiene la función de sujetar la probeta que se vaya a ensayar, a la vez que se le aplica la carga (P) mediante el empleo de un indentador (la bola de acero), durante un determinado tiempo (t). Como resultado del ensayo, el indentador va a dejar una huella sobre la superficie de la probeta, que según su tamaño servirá para poder calibrar la dureza del material.



1º) El indentador ejerce una fuerza P sobre el material que se quiere medir su dureza



2º) Se retira el indentador y se mide la huella dejada sobre el material ensayado



Esquema de una máquina para ensayo de impacto. (Charpy)

El martillo es soltado desde una altura h fija y rompe la probeta. La energía gastada o absorbida por el material, es relacionada con la diferencia entre la altura inicial h y final h' del martillo.

El indentador o penetrador usado es una bola de acero templado de diferentes diámetros

Indentación: abertura, muesca, incisión, hendidura o corte semejante o similar a la marca o la señal que deja la mordedura de un diente

Ensayos de comportamiento dinámico

- La resistencia de los materiales depende de la velocidad de carga y del número de repeticiones.
- **Ensayos de impacto:** Se aplica una carga muy rápida (impacto), se mide la deformación producida y se calcula la Resiliencia (energía absorbida).

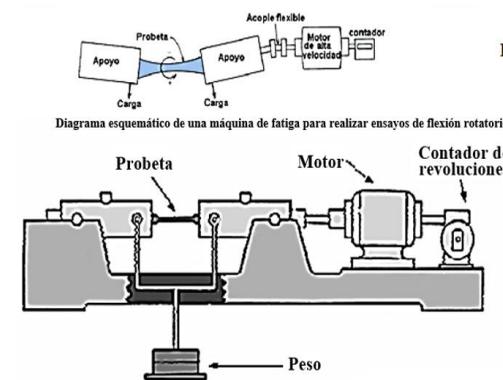
- **Ensayos de fatiga:** Se realizan **cargas repetidas inferiores a la resistencia estática y repetidamente hasta rotura.**

La rotura se produce después de un número de ciclos. Se repite el ensayo para diferentes cargas.

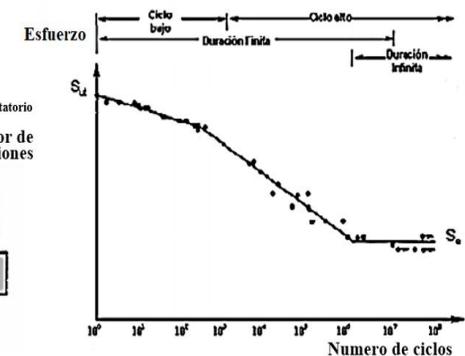
- Algunos materiales presentan una **Ley de fatiga** (resistencia bajo cargas repetidas < bajo carga estática)

Las **leyes de fatiga** son expresiones matemáticas obtenidos en laboratorios y calibradas con estudios de comportamiento a escala real con las que se determina el número N de Aplicaciones de carga-tipo que puede soportar el material estudiado antes de llegar a la rotura.

Mecanismo de ensayo de fatiga a tracción



Gráfica de ensayo de un material con límite de fatiga



Magnitudes Físicas

Unidades de medida de magnitudes fundamentales y derivadas del Sistema Internacional de Unidades.

Longitud:

$$1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m (micras)}$$

$$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m (nanómetros)}$$

Peso:

$$1 \text{ kg} = 1.000 \text{ g}$$

$$1 \text{ t (tonelada)} = 1.000 \text{ Kg} = 10.000 \text{ N}$$

$$1 \text{ kN} = 100 \text{ kg}$$

$$1 \text{ N} = 0,10 \text{ kg (102 gr)}$$

$$1 \text{ N} = \text{kg.m/s}^2$$

Volumen:

$$1 \text{ l (litro)} = 1.000 \text{ cm}^3$$

$$1 \text{ m}^3 = 1.000 \text{ l}$$

$$1 \text{ m}^3 = 1.000 \text{ l}$$

Fuerza:

$$1 \text{ Kg F} = 1 \text{ Kg (m)} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \text{ (fuerza=masa x aceleración)}$$

$$1 \text{ Kg F} = 9,81 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$$

$$1 \text{ Kg F} = 9,81 \text{ N} \approx 10 \text{ N}$$

Tensión:

$$1 \text{ Pa} = \text{N/m}^2; \text{ Pascal} = \text{presión o resistencia (fuerza / área), para determinar las resistencias.}$$

$$1 \text{ kPa} = 10^3 \text{ Pa} = 10^3 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ kN/m}^2$$

$$1 \text{ MPa} = 10^6 \text{ Pa} = 10^6 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ MN/m}^2 = 1 \text{ N/mm}^2 = 9,8 \text{ kg/cm}^2$$

$$1 \text{ MPa} = 146 \text{ p.s.i.} = \text{libra (pound) por pulgada}^2 = 10,2 \text{ kg/m}^2$$

$$1 \text{ GPa} = 10^9 \text{ Pa} = 10^9 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ kN/mm}^2; \text{ para determinar el módulo de elasticidad.}$$

Densidad:

$$\text{g/cm}^3 : \text{piedras, morteros}$$

$$\text{kg/m}^3 : \text{hormigón (aproximadamente } 2.400 \text{ kg/m}^3)$$

Energía, trabajo, cantidad de calor, potencia:

$$\text{watio } W = \text{J/s}$$

$$1 \text{ W.h} = 3600 \text{ J} = 860 \text{ cal}$$

$$\text{Julio } J = \text{N.m}$$

$$^\circ\text{K} = 273^\circ\text{C}$$

$$0^\circ\text{C} = 273^\circ\text{K}$$

Bibliografía de consulta recomendada

Tema 3. **Propiedades mecánicas de los materiales.**

ALCONZ INGALA, WILTHON PAVEL.; MATERIAL DE APOYO DIDACTICO PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA MATERIALES DECONSTRUCCION (GUIA DE LAS PRACTICAS DE CAMPO Y NORMAS DE CALIDAD). UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN, FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA, CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL. 2006

https://www.academia.edu/8577300/MATERIALES_DE_CONSTRUCCION?auto=download

Apuntes de la asignatura Materiales de Construcción, Escuela Técnica Superior de Arquitectura – Universidad Politécnica de Madrid.

<https://www.studocu.com/es/document/universidad-politecnica-de-madrid/materiales-de-construccion/apuntes/materiales-etsam/3244833/view>

- Callister, W.; Ciencia e ingeniería de materiales, Ed. Reverté, 1995.
- Smith, W.; Fundamentos de ciencia e ingeniería de los materiales, Ed. McGraw-Hill, 1998.
- Normas de ensayo UNE-EN.
- Código Técnico de la Edificación (CTE):

Parte II: Documentos Básicos.

- Seguridad Estructural. DB-SE :
- A Estructuras de Acero DB-SE
- F Estructuras de Fábrica DB-SE
- M Estructuras de Madera

Tema 3. **Propiedades mecánicas de los materiales.**

webgrafía

[https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_profesores/prof142013/docencia/Tema%203%20Materiales%20GARQ%20\(2018-19\).pdf](https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_profesores/prof142013/docencia/Tema%203%20Materiales%20GARQ%20(2018-19).pdf)
https://portal.uah.es/portal/page/portal/GP_EPD/PG-MA-ASIG/PG-ASIG-32912/TAB42351/Tema%204%20Materiales%20ETSA.pdf
<https://w3.ual.es/~mnavarro/Tema%206%20%20Elasticidad.pdf>
<https://es.slideshare.net/jorgeflano/materiales-ii-fortalecimiento-de-materiales-metlicos-clase-semana-9>
<https://es.slideshare.net/JorgeSantaclara/tratamientos>
https://es.wikipedia.org/wiki/Endurecimiento_por_deformaci%C3%B3n
<http://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-tic/21700290/helvia/aula/archivos/repositorio/0/11/html/molecula.html>
<https://www.euston96.com/modulo-de-young/>
<http://www.tenso.es/utilidades/glosario.asp?termino=M%F3dulo%20de%20elasticidad>
<https://es.slideshare.net/AlanMartinez1/simulacin-de-superficies-defectos-y-vacancias>
<http://blog.utp.edu.co/metalografia/8-otros-mecanismos-de-endurecimiento-de-metales/#parte2>
<https://ingenierosenapuros.files.wordpress.com/2012/02/2012-02-22-capitulo-3-propiedades-mecanicas.pdf>
<https://es.slideshare.net/LucasCastro10/mecanismos-de-endurecimiento-y-fallos>
http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Temperatura_5185.pdf
<http://conceptodefinicion.de/viscosidad/>
<https://www.youtube.com/watch?v=HkwsS9sLq7U>
<https://www.youtube.com/watch?v=V1cs5NBvF10>
<https://es.wikipedia.org/wiki/Fluencia> ``````
<http://www.monografias.com/trabajos46/fracturas-mecanicas/fracturas-mecanicas2.shtml#ixzz4oW5lwU6s>
<http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/LECCION2.POLIMEROS.Viscoelasticidad.pdf>
<https://www.youtube.com/watch?v=HkwsS9sLq7U>
<http://www.monografias.com/trabajos46/fracturas-mecanicas/fracturas-mecanicas2.shtml>
http://www.academia.edu/26275882/erofmaciones_de_los_materiales
<https://es.wikipedia.org/wiki/Dureza>
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532010000400009
<http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/ingenieria/article/viewArticle/872/4512>
<http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn218.html>

Imágenes

www.google.com

https://www.google.com/search?q=propiedades+mecanicas+de+los+materiales+de+construccion&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjw7Yzvsp3hAhUInOAKHb0-CKMQ_AUIDigB&biw=1680&bih=907

PROHIBIDA LA VENTA
DONADO PARA FINES EDUCACIONALES

CALIDAD, NORMATIVA Y SOSTENIBILIDAD DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
TEMA 4

Tema 4. **Calidad, Normativa y Sostenibilidad de los Materiales de Construcción**

Calidad, Sostenibilidad y Normativa de los Materiales de Construcción. El concepto de calidad. Caracterización experimental de materiales. Control de calidad. Normas y distintivos de calidad. Mercado CE. Normativa de materiales de construcción. Criterios generales de sostenibilidad en materiales de construcción.

Tema 4. **Calidad, Normativa y Sostenibilidad de los Materiales de Construcción**

Objetivos Discentes del Tema 4:

- Conocer y aplicar los conceptos y normativa sobre calidad a los Materiales de Construcción.
- Conocer e identificar la normativa aplicable a los Materiales de Construcción para su aplicación a casos concretos.
- Conocer las herramientas de evaluación medioambiental e identificar las estrategias de incorporación de criterios de sostenibilidad a los materiales de construcción.

Calidad, Normativa y Sostenibilidad de los Materiales de Construcción

El concepto de Calidad de bienes y servicios

- En general, **Calidad** es la propiedad de una cosa que permite apreciarla como mejor, igual o peor que otras.
- Es una cualidad subjetiva (depende del punto de vista).

La calidad de un bien o servicio se puede definir como:

- **Adecuación al uso o aplicación concreta.**
- **Características que satisfacen una necesidad.**
- **Cumplimiento de unos requisitos (especificaciones).**

De acuerdo con estos aspectos se pueden determinar criterios objetivos de calidad de un bien o servicio.

Calidad en Construcción

- La **Construcción es un proceso productivo que tiene como objetivo producir un bien inmueble.**
- El proceso constructivo consta de diferentes etapas en las que intervienen varios agentes (incluidos nosotros).
- El Arquitecto realiza el proyecto de Arquitectura y Dirige la ejecución de las obras de Construcción.
- **La aplicación de los Criterios de Calidad a la Construcción persigue detectar y limitar los fallos y sus consecuencias (económicas y de responsabilidad).**

Control de la Calidad en Construcción

- La definición de unos **Criterios de Calidad** permite conocer la aptitud de un bien o servicio a un uso concreto.
- En el caso de la **Construcción en Arquitectura y Urbanismo**, las Autoridades **fijan unos requisitos para:**
- **Defender la seguridad de las personas.**
- **Establecer unas condiciones mínimas de habitabilidad.**
- **Proteger la economía de la sociedad.**

Una vez fijados unos Criterios de calidad, se pueden establecer unos Mecanismos de Control.

Mecanismos de Control de Calidad

- Se distinguen dos **tipos de Control de Calidad:**

Control de recepción: El contratante de un bien o servicio comprueba que se ajusta a lo solicitado.

Control de proceso: El productor de un bien o servicio controla las variables de producción para ajustarse a las peticiones del solicitante.

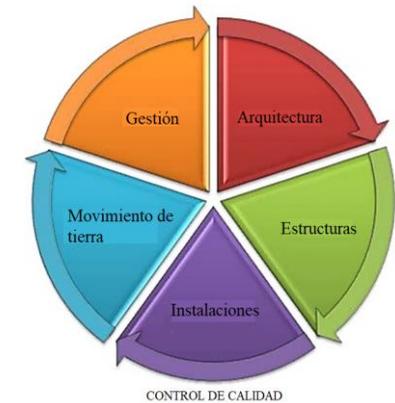
- Los **objetivos** son distintos: En un caso **se controla el producto** y en el otro **el proceso.**
- Los **agentes** son distintos: **contratante y productor**

Control de la Calidad de Materiales

- Los **materiales** constituyen el **30 % del coste de una construcción** y producen el **15 - 20 % de los fallos.**
- Son un aspecto clave en la Calidad de la Construcción.
- El **Arquitecto** debe especificar las propiedades y características de los materiales en el Proyecto y su control en obra (Especificaciones técnicas de producto).
- Las **Especificaciones** deben ser acordes con la Normativa, de manera que el cumplimiento de la Norma garantice las propiedades del producto.



CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN Herramientas de Gestión de la Calidad



Calidad, Normativa y Sostenibilidad de los Materiales de Construcción

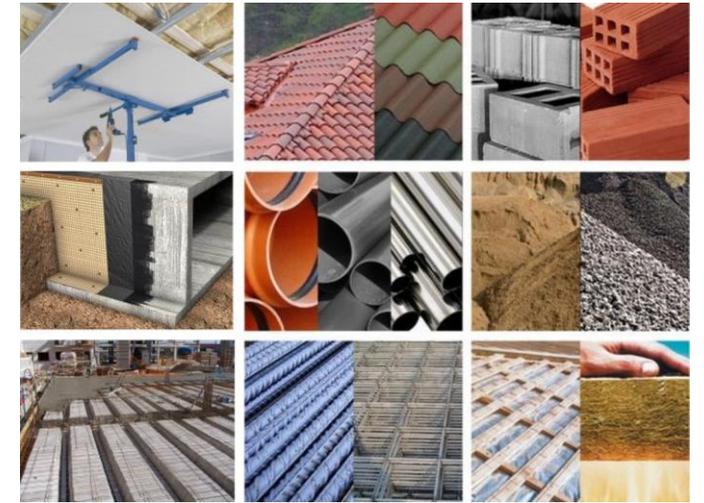
La elección del material se realiza según su idoneidad en el elemento constructivo **donde se ubique**, en base a las **características técnicas y prestaciones** prescritas por la normativa estatal y las normas de buen uso, y por su **repercusión en el funcionamiento** global de edificio.

Requisitos esenciales de los Materiales

Establecen las propiedades de los materiales y **Productos de Construcción** para establecer la **Calidad** :

Características Técnicas, que los hacen aptos para soportar las acciones a las que van a estar sometidos durante su vida útil sin degradarse.

1. **Resistencia Mecánica y estabilidad:** en base a la **capacidad portante o la aptitud de un edificio para asegurar la estabilidad del conjunto y resistencia necesaria durante** un tiempo determinado denominado **periodo de servicio sin llegar a “romperse”, deformarse** de manera permanente o perder su integridad de manera parcial (deterioro); y a la **aptitud de servicio, para asegurar el funcionamiento** de la obra, el **confort** de los usuarios y **mantener el aspecto visual** (forma y mantiene sus dimensiones originales).
2. **Seguridad en caso de incendio:** reduciendo a **límites aceptables el riesgo** de que un edificio sufra **daño derivado de un incendio** de origen accidental, y se evite su **propagación exterior o interior**; y que la **estructura portante mantenga su resistencia al fuego durante el tiempo necesario para evacuar el edificio**.
3. **Higiene, salud y medio ambiente:** tratando de **reducir el riesgo**, dentro de los edificios y **en condiciones normales de utilización**, se **padezcan molestias o enfermedades, ó que los edificios se deterioren y afecten el medio ambiente** en su entorno inmediato; limitar el riesgo previsible de presencia inadecuada de agua o humedad en el interior de los edificios y en sus cerramientos.
4. **Seguridad de utilización:** reduciendo a **límites aceptables el riesgo** de que **los usuarios sufran daños inmediatos en el uso previsto** de los edificios o que sufran caídas, para lo cual los suelos serán adecuados para favorecer que las personas no resbalen, tropiecen o se dificulte la movilidad.
5. **Protección contra el ruido:** limitando dentro de los edificios, y en condiciones normales de utilización, el riesgo de **molestias o enfermedades que el ruido pueda producir** a los usuarios, **de tal forma que los elementos constructivos** que conforman sus recintos **tengan unas características acústicas adecuadas para reducir la transmisión del ruido aéreo, del ruido de impactos y del ruido y vibraciones** de las instalaciones propias del edificio, y para limitar el **ruido reverberante de los recintos, empleando materiales que favorezcan las propiedades aislantes**.
6. **Ahorro de energía y aislamiento térmico:** conseguir un **uso racional de la energía** necesaria para la utilización de los edificios, **reduciendo a límites sostenibles su consumo, mejorando el aislamiento térmico** de la envolvente de los recintos.



Calidad, Normativa y Sostenibilidad de los Materiales de Construcción

Tipo y Nivel de Control de los Materiales

- El Control de Calidad de Materiales es un Control de Recepción (los fabricantes realizan el Control de proceso)

¿Cuándo empieza?

- Empieza desde el momento en que se está definiendo resolver una necesidad.
- En el proceso de planificación, allí el diseñador define los planos y las especificaciones.
- Para que un proyecto se ejecute con calidad debe contar con especificaciones técnicas generales y disposiciones especiales y de buenos supervisores.

- Se realiza mediante **Ensayos de caracterización de los materiales y productos (física y mecánica)**.
Se denomina **ensayo de materiales a toda prueba cuyo fin es determinar las propiedades de un material**.

Ensayos físicos

Se cuantifican la densidad, el punto de ebullición, el punto de fusión, la conductividad eléctrica, la conductividad térmica, etc.

Ensayos mecánicos

Se determina la resistencia del material mediante su sometimiento a distintos esfuerzos.

Varios ejemplos de estos ensayos son los **ensayos de tracción, dureza, choque, fatiga o ensayos tecnológicos**

Ensayos tecnológicos: Permiten solamente determinar si el material es útil o inútil para un propósito.

¿QUÉ ES LA CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES?

Consiste en la **obtención de información** (composición, estructura, topografía, morfología, propiedades en general, etc.) **acerca de un material** a partir de la interacción de una señal (eléctrica, luminosa, térmica, etc.) con una porción del material. Por tanto, toda caracterización de un material supone una agresión al mismo, es decir, una perturbación del material.

El estudio de la respuesta del material a dicha perturbación **nos permite obtener la información**.

- El Nivel de Control define la cantidad de ensayos a realizar y determina la seguridad de que se cumplen los requisitos establecidos. (Se realizan muestreos).

El **control** puede definirse como la evaluación de la acción, para detectar posibles desvíos respecto de lo planeado; Desvíos que serán corregidos cuando excedan los límites admitidos.

También puede definirse como la regulación de actividades de acuerdo con los requisitos de los planes.

El objetivo fundamental es asegurar el cumplimiento de los objetivos básicos, lo que requiere tener conocimiento de todas las acciones que se ejecutan.

- Niveles de Control: **Reducido, Normal e Intenso**.

Reducido: Este nivel de control externo es aplicable cuando no existe un seguimiento continuo y reiterativo. Exige la realización de, al menos, una inspección del ensayo.

Normal: Este nivel de control externo es de aplicación general y exige la realización de, al menos, dos inspecciones del ensayo.

Intenso: Para este nivel de control, externo, se exige la realización de procedimientos específicos, y al menos, tres inspecciones por ensayo.

- La aplicación del material, los requisitos exigidos y la situación económica **justifican el Nivel de Control**.



ENSAYOS TECNOLÓGICOS

Sirven para estudiar el comportamiento del material ante un fin al que se destina. Reproduce las condiciones prácticas en las que se encontrará el material

Ensayo de plegado.

Sirve para determinar las características de plasticidad de los materiales metálicos. Se observa si aparecen grietas en la parte exterior de la curva.

El ensayo se puede realizar en frío o en caliente según condiciones normalizadas.



Calidad, Normativa y Sostenibilidad de los Materiales de Construcción

Normativa sobre Calidad de los Materiales

- Las Administraciones públicas emiten normas y reglamentos con el fin de proteger los intereses colectivos y regular los procesos productivos.

El Instituto Dominicano para la Calidad (**INDOCAL**) y La Sociedad Americana para el Ensayo de Materiales (**ASTM International**), firman alianza estratégica de cooperación, con el objetivo de dar respuestas a los usuarios las **opciones de normas** en materiales de construcción, petróleo y productos de consumo.



El Instituto Dominicano para la Calidad (**INDOCAL**) su función es coordinar, planificar y organizar las actividades de elaboración, adopción, armonización, aprobación, oficialización, publicación y divulgación de las normas técnicas, con miras a facilitar el comercio y el desarrollo industrial y servir de base a los Reglamentos Técnicos Dominicanos (RT).

La Sociedad Americana para el Ensayo de Materiales, **ASTM International**, por sus siglas en inglés (American Society for Testing Material), es un líder reconocido a nivel mundial en el desarrollo y la entrega de las normas internacionales de consenso voluntario.

- Con respecto a la Calidad de los Materiales, se distinguen dos tipos de Normas:

Normas de Ensayo:

establecen los métodos para medir y calcular las propiedades de los materiales y productos.

Normas de especificación técnica:

regulan las características de los materiales y productos para una aplicación concreta (referidas a normas de ensayo).



La norma técnica (NT) es un documento que contiene definiciones, requisitos, especificaciones de calidad, terminología, métodos de ensayo o información de rotulado. La elaboración de una NT está basada en resultados de la experiencia, la ciencia y del desarrollo tecnológico, de tal manera que se pueda estandarizar procesos, servicios y productos.

Calidad, Normativa y Sostenibilidad de los Materiales de Construcción

Certificación de la Calidad de Materiales

- Para demostrar que un material cumple con unas especificaciones se utilizan **Certificados de Producto**:

En origen: emitido por el fabricante

Tavares Industrial recibe certificación internacional ISO 9001:2008 por mantener un óptimo y excelente sistema de administración y gestión de calidad en la elaboración de sus productos, que cumplen con requerimientos internacionales.

Esta certificación la posiciona como una empresa competitiva y de categoría mundial



Ensayo en Laboratorio acreditado: realizado en un centro acreditado y sobre una muestra de producto.

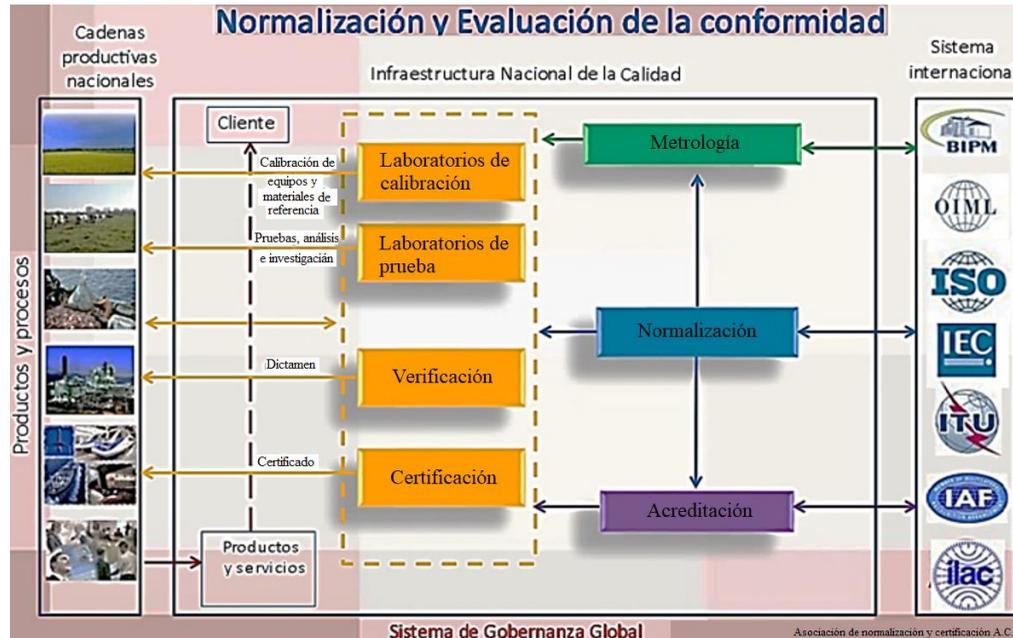
Que un laboratorio esté acreditado significa que un organismo oficial reconoce formalmente su competencia técnica mediante un proceso de auditoría riguroso y muy completo: Asegura los resultados de las pruebas, reconocimiento internacional de los resultados, avala los resultados ante clientes y administraciones, evaluación continua del laboratorio.

Homologación de Producto: aprobación de uso de un prototipo.

La homologación de productos (prototipos, tipos o modelos) es un tipo de certificación establecida por una administración pública, que implica el reconocimiento oficial de que se cumplen los requerimientos obligatorios, definidos en especificaciones técnicas o normas.

Sello o Marca de Conformidad a Norma: el producto cumple de manera sistemática con las especificaciones. (Emitido por un Organismo independiente)

Tiene como objetivo orientar al consumidor hacia un producto con características de calidad garantizadas, definidas por normas y bajo control del organismo que lo otorga.



Productos como concreto con una amplia flotilla de camiones mezcladores que permiten la entrega a tiempo y mantener los estándares de calidad, diferentes tipos de bloques y agregados que se caracterizan por su gran variedad y calidad.

Además Tavares Industrial ofrece adoquines ideales para pavimentar áreas de alto tránsito.

Calidad, Normativa y Sostenibilidad de los Materiales de Construcción

Distintivos de Calidad

- Se trata de Sellos y Marcas de Conformidad a Norma que garantizan estadísticamente la calidad del producto.
- Deben cumplir los siguientes requisitos:
 - Especificación técnica a la que se somete el producto.
 - Normas de autocontrol por parte del fabricante.
 - Inspección por parte de un organismo independiente.
 - Reglamento interno de obtención, mantenimiento y pérdida del distintivo.
 - Normativa legal. Da carácter oficial y reconoce las ventajas de utilizar el producto.



Cemento Portland con Caliza cumple con los requisitos físicos y químicos del Reglamento Técnico Dominicano RTD 178 "Cementos hidráulicos, cementos Portland, especificaciones y clasificaciones", y de otras normas internacionales. Producto de calidad constante, formulado para lograr mezclas de mortero y concreto de alta trabajabilidad y fraguado óptimo.

No. 083-2016

INDOCAL
INSTITUTO DOMINICANO PARA LA CALIDAD (INDOCAL)
Dirección Evaluación de la Conformidad

Certificado de Uso del Sello de Calidad INDOCAL

El Instituto Dominicano para la Calidad (INDOCAL) autoriza a la organización **DOMICEM, S. A., (OC-DCP-010)** a utilizar el **SELLO DE CALIDAD INDOCAL** en el producto especificado en el alcance de certificación incluido en la página dos (2) de este documento, por haber cumplido los requisitos de certificación correspondientes.

Las condiciones y acuerdos que rigen esta autorización se establecen en el contrato **DJU-CSC-005-2016** de la organización con esta institución. El estatus de esta certificación se puede consultar en la página web del emisor <http://www.indocal.gob.do>.

INDOCAL está acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a. c. (ema) para la certificación de Cemento Hidráulico según RTD 178 (1ra. Revisión 2009) a través de un esquema tipo 5, como se indica en el escrito con número de acreditación No: 107/16. Acreditado a partir de 12/01/2016.

Este certificado corresponde al período **2016-2019** y es válido hasta el 25 de noviembre del 2019. Dado en Santo Domingo, República Dominicana el día 18 del mes de enero del 2017.

ING. MANUEL GUERRERO
 Director General del INDOCAL

ING. KARLYN RODRIGUEZ
 Director Evaluación de la Conformidad

(RG-DCP-002) Fecha de emisión: 18/01/2017 (FO-DEC-005) Revisión No. 2
Calle Oloff Palmé Esq. Av. Núñez de Cáceres, San Gerónimo, Santo Domingo, República Dominicana
 T.: (809) 686-2205 F.: (809)688-3843 E.: decindocal@indocal.gob.do Página 1 de 2

INDOCAL
INSTITUTO DOMINICANO PARA LA CALIDAD (INDOCAL)
Dirección Evaluación de la Conformidad

ALCANCE DE CERTIFICACIÓN

| CÓDIGO SELLO DE CALIDAD | NOMBRE COMERCIAL DEL PRODUCTO | DESCRIPCIÓN PRODUCTO | PRESENTACIONES COMERCIALES | REQUISITOS DEL PRODUCTO | ESQUEMA DE CERTIFICACIÓN | DIRECCIÓN DE LAS INSTALACIONES DENTRO DEL ALCANCE DE LA CERTIFICACIÓN |
|-------------------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------------|---|---|
| SC0033 | Cemento Domicem CPC 27.5 R | Cemento Hidráulico Mezclado | Fundas de 42.5 kg | RTD 178 (1ra. revisión 2009) | Reglamento Sobre Otorgamiento, Supervisión y Uso de las Marcas de Conformidad del INDOCAL, Con Normas y/o Reglamentos Técnicos Aplicables (OD-DEC-003), Tipo Esquema 5. | Carretera Sabana Grande de Palenque, San Cristóbal. |
| SC0034 | Cemento Domicem CPN 35.0 R | Cemento Hidráulico Portland | | | | |
| SC0035 | Cemento Kolos CPC 27.5 R | Cemento Hidráulico Mezclado | | | | |
| SC0036 | Cemento Kolos CPN 35.0 R | Cemento Hidráulico Portland | | | | |
| SC0037 | Cemento La Roka CPC 27.5 R | Cemento Hidráulico Mezclado | | | | |
| SC0038 | Cemento La Roka CPN 35.0 R | Cemento Hidráulico Portland | | | | |

(RG-DCP-002) Fecha de emisión: 18/01/2017 (FO-DEC-005) Revisión No. 2
Calle Oloff Palmé Esq. Av. Núñez de Cáceres, San Gerónimo, Santo Domingo, República Dominicana
 T.: (809) 686-2205 F.: (809)688-3843 E.: decindocal@indocal.gob.do Página 2 de 2

¿Qué es el Sello de Calidad INDOCAL?

El SELLO DE CALIDAD INDOCAL es el símbolo oficial otorgado por el INDOCAL y su uso certifica que un producto determinado cumple con las especificaciones establecidas en las Normas Dominicanas y Reglamentos Técnicos Dominicanos vigentes para ese producto. Está constituido por una marca física que se aplica, adhiere o incorpora a cada unidad o conjunto de unidades de acuerdo a las características y naturaleza del producto que corresponda distinguir, conforme a las disposiciones en el Reglamento sobre otorgamiento, supervisión y uso de las marcas de conformidad del INDOCAL con Normas y/o Reglamentos Técnicos Aplicables y el Contrato respectivo que estipule su uso.

Objetivo:

Tiene como objetivo orientar al consumidor hacia un producto con características de calidad garantizadas, definidas por normas y bajo control del organismo que lo otorga.



INSTITUTO DOMINICANO
PARA LA CALIDAD

Calidad, Normativa y Sostenibilidad de los Materiales de Construcción

Tipos de Distintivos de Materiales

- Hay diferentes Sellos o Marcas de Calidad de materiales y productos de construcción:
 - Marca Nacional de Calidad
 - Marca de conformidad a norma



Tecnología Alemana 

BLOCK Y PANEL TÉRMICO

DE CONCRETO CELULAR AUTOCLAVEADO (AAC)

Ahorra hasta un 35% en consumo de aire acondicionado con nuestros sistemas constructivos

Aislante térmico ahorro en energía
"olvida de instalar aislamiento adicional, construye con Hebel"

Aislante acústico
Hebel Concreto Celular Autoclaveado. Millones de celdas hacen nuestros productos más ligeros, consumiendo una excelente Resistencia Estructural.

Ecológico

Resistente al fuego

Resistente a la humedad

VENTAJAS

- Ligereza y alta resistencia estructural
- El mejor aislamiento térmico de por vida
- La más alta resistencia al fuego
- La más alta resistencia a la humedad
- Ahorro en tiempo de construcción
- Menos piezas por metro cuadrado

GRUPO ARP INTERNACIONAL S.R.L.
T.809-573-4886 C.809-851-2469
info@gruparpint.com
Benito Monción #10, La Vega, Rep. Dom.

Más de 80 años
construyendo en el mundo

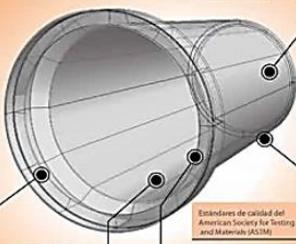
Soluciones constructivas
Muros cargadores
Muros de fachada
Muros divisorios
Losas de entrepiso
Losas azotea
Recubrimientos Térmicos



CEMENTOS ARGOS



Te sentirás confiado con tus proyectos



Mallas dobles de acero con resistencia hasta 5000 kg/cm²

Desde 8 hasta 60 pulgadas 246 diámetro, desde Clase I a Clase V

Estándares de calidad del American Society for Testing and Materials (ASTM)

Productos con hormigón de alta resistencia de hasta 4200 kg/cm²

Fabricados por método de certificado

Tubos de hormigón hechos para el ojo experto



HOYO DE LIMA, S. A.

www.hoyodelima.com • Tel: (809) 575-4500 / Fax: (809) 575-9035
Av. Mirador del Yaque, Santiago, Rep. Dom.



Varillas

COMPLEJO METALÚRGICO DOMINICANO, C.A.,

 Dirección de la empresa: Santo Domingo, República Dominicana
Carretera Sánchez Km. 6 1/2



Angulares



Barras Cuadradas

ISI

Certifies that the Management System established at

CORVI S.A.S.
Aeropista Duarte, KM 24 Santo Domingo, República Dominicana

complies with:

ISO 9001:2008

and is hereby registered under the following scope:
Plastic and Rubber Products & Basic Metals and Fabricated Metals Products
IAF Codes # 14 & 17

The scope of the registration includes the Manufacture and marketing of PVC pipe for water systems, sanitation, electrical and telephone, as well as the marketing of PVC fittings and Clans and the Manufacture and marketing of products derived from steel wire rod.

CERTIFICATION DATE : 01/06/2014
REGISTRATION No. : 20111201
EXPIRATION DATE : 01/06/2017
ACCREDITATION No. : ANSIC/001-001-10

ISO 9001
Accredited Certification Body

IAF
INTERNATIONAL ACCREDITED FORUM

THIS CERTIFICATE IS THE PROPERTY OF ISI INSTITUTIONS & CERTIFICATION SERVICES LLC, ORLANDO, FLORIDA
IT IS VALID IN ALL COUNTRIES EXCEPT WHERE INDICATED OTHERWISE
CERTIFICATION IS SUBJECT TO PERIODIC SURVEILLANCE VISITS
FOR ALL INFORMATION CONTACT ISI FOR ALL OF OUR CERTIFICATION SERVICES
© ISI INSTITUTIONS & CERTIFICATION SERVICES LLC

Tuberías PVC



Tuberías CPVC



Fabricadas bajo las normas ASTM D2241, ASTM D1785 Y ASTM D2672.

Calidad, Normativa y Sostenibilidad de los Materiales de Construcción

El Mercado CE de materiales y Productos de Construcción en UE



El **mercado CE** es el proceso mediante el cual el fabricante/importador informa a los usuarios y autoridades competentes de que el equipo comercializado cumple con la legislación obligatoria en materia de requisitos esenciales.

El **mercado CE** es una manera de eliminar fronteras. Es un pasaporte que permite la libre circulación de productos por la Comunidad Económica Europea, y su filosofía es eliminar barreras técnicas. Para ello, se establecen una serie de requisitos mínimos que el producto y la empresa que lo produce deben de cumplir y que aparecen reflejados en la documentación asociada al mercado CE. Esto implica que **a)** el producto debe no solo aportar unas características (prestaciones) específicas, sino que debe de garantizar que se mantienen constantes, y **b)** por tanto se requiere que la fábrica implante mecanismos para el control de la producción, para que esta se realice siempre de forma perfectamente controlada.

- **Es un Distintivo de carácter Obligatorio.**
- **Es de aplicación a los productos de construcción para su comercialización en el ámbito de la UE.**
- **Garantiza la conformidad con los Requisitos esenciales** (Directiva 89/106/CEE y RD 1630/92).
- **Con el marcado "CE", el fabricante declara la conformidad con las obligaciones referentes a los productos, que incumben al fabricante, de acuerdo con las Directivas comunitarias y su aplicación.**
- **La conformidad se evalúa según un sistema de evaluación determinado.**

Mercado CE: Evaluación de la conformidad

- Sistema 1: Certificación de producto por un organismo de certificación notificado.
- Sistema 1+: sistema 1 incluyendo ensayos por sondeo de muestras tomadas en fábrica, en el mercado o en la obra.
- Sistema 2+: Certificación del control de producción en fábrica por un organismo de inspección notificado.
- Sistema 2: Certificación inicial del control de producción en fábrica por un organismo de inspección notificado.
- Sistema 3: Ensayo inicial de tipo por un laboratorio notificado.
- Sistema 4: Declaración del fabricante sin intervención de organismos notificados.

Mercado CE: Declaración de Conformidad

- Nombre y dirección del fabricante.
- Descripción del producto.
- Disposiciones de producto (Directivas).
- Referencia a las normas utilizadas (UNE-EN).
- Organismos Notificados que hayan podido intervenir en la evaluación de la conformidad del producto.
- Número/s de certificado "CE" de tipo, en caso necesario.
- Si es un importador o comercializador, nombre y razón social.
- Aclaración de firma (nombre, apellido y cargo).
- Fecha

Documentos de Idoneidad Técnica (DIT, DITE, DAU)

- Los materiales y productos que no tienen una normativa de calidad propia no pueden certificarse.
- Los materiales novedosos no tienen normativa reguladora, por lo que necesitan de otros documentos acreditativos de su calidad.
- Los DIT son documentos que acreditan que los materiales y productos no sujetos a normativa cumplen los Requisitos esenciales (para una determinada aplicación constructiva).
- Los conceden organismos oficiales y tiene un período de validez limitado.



Mercado CE voluntario – vía ETE

Evaluación Técnica Europea

- Permite el libre movimiento de los **productos de construcción**, contribuyendo al Mercado Único Europeo.
- Es **válido en los 28 Estados Miembro** y en los del Área Económica Europea, así como en Suiza y Turquía.
- Contribuye a **generar confianza en las prestaciones declaradas** para un producto de construcción respecto de respecto a los requisitos esenciales y para un uso previsto de ese producto.
- **Armonización** en la forma de medir y declarar prestaciones.
- **Facilita la prescripción.**
- Permite una **diferenciación de la competencia.**



| | |
|---|--|
| (Deben conservarse las proporciones, siendo la dimensión vertical mínima de 5 mm) | |
| | • Símbolo CE |
| Cerámica XXX | • Nombre o marca distintiva del fabricante. |
| Domicilio XXX Ciudad XX, CP XXXX | • Dirección del fabricante |
| 03 | • Los dos últimos dígitos del año en que se estampó el marcado. |
| 0123-CPD-001 | • Número del certificado de conformidad CE o del control de Producción en fábrica (Sólo para sistema de certificación 2+) |
| EN 771-1 | • Norma del producto |
| Tipo de Pieza (LD ó HD), Categoría (uso), Dimensiones(largo, ancho, alto) mm | • Descripción del producto en función de las especificaciones técnicas indicadas en la norma armonizada, según tipo de pieza y uso previsto. Información sobre las características esenciales recogidas en la tabla ZA.1 de la norma EN 771-1 |

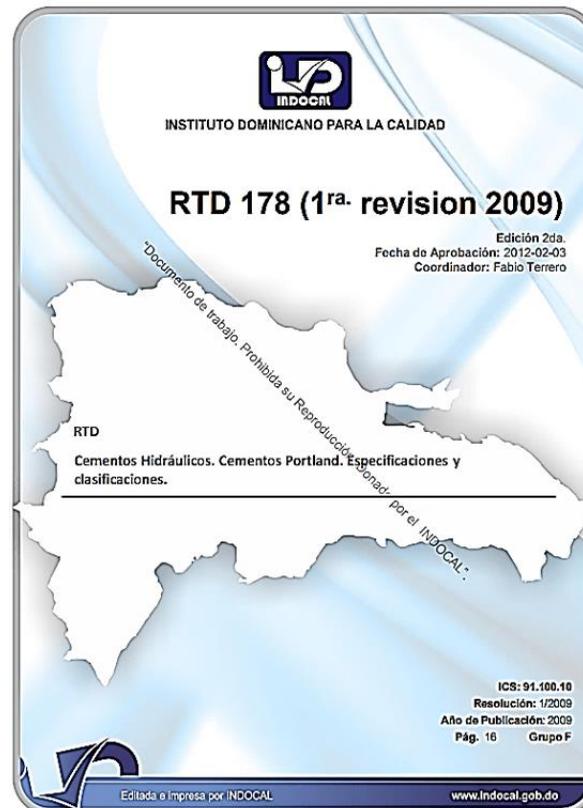
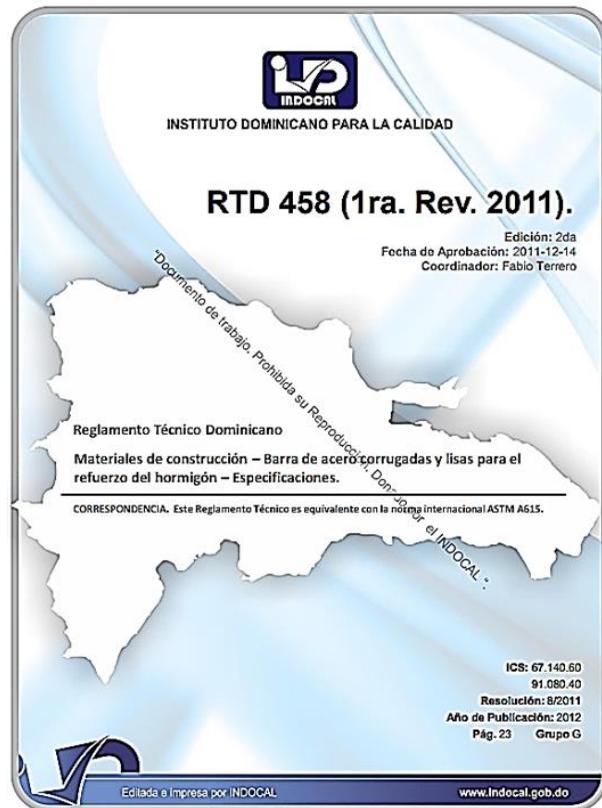
Calidad, Normativa y Sostenibilidad de los Materiales de Construcción

Normativa de aplicación a los Materiales de Construcción

- Está constituida por Leyes, Normas, Instrucciones y Reglamentos emitidas por administraciones u organismos de normalización.

Un **reglamento** es una norma jurídica de carácter general, dictada por la Administración pública con un valor subordinado a la Ley. Nuestra dirección actualmente tiene a disposición más de 30 Reglamentos. Estos **Reglamentos Técnicos** sirven de base para la preparación, diseño y ejecución de proyectos y obras de ingeniería y arquitectura y ramas afines y de igual modo sirven para regular a nivel nacional, el diseño y construcción de las obras.

- **Regulan la utilización de materiales y productos para determinadas aplicaciones constructivas.**
- **Pueden ser obligatorias o de referencia y a la vez servir a diferentes ámbitos de aplicación.**
- **La normativa tradicional define requisitos a cumplir, mientras que la normativa actual tiende a definir prestaciones (adecuación al uso)**



Calidad, Normativa y Sostenibilidad de Materiales de Construcción

Ley de Ordenación de la Edificación (LOE). España

Reglamento General de Edificaciones y Tramitación De Planos, R.D. (2006)

- Regula el proceso de la edificación, definiendo las figuras legales de los agentes que intervienen.
- Fija sus obligaciones para establecer las responsabilidades y cubrir las garantías a los usuarios.
- El Arquitecto debe redactar el proyecto y dirigir la obra de acuerdo con la normativa vigente.
- Las obras deben cumplir los requisitos esenciales.
- Para ello, se autoriza al Gobierno a aprobar por (Real Decreto) el **Código Técnico de la Edificación (CTE)**.
- El **CTE** se aprobó en marzo de 2006 y es de aplicación obligatoria desde marzo de 2007.

Código Técnico de la Edificación

CTE establece las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad establecidos en la LOE. Ley de Ordenación de la Edificación (LOE).

- Es el marco normativo.
- Sus objetivos básicos más importantes son simplificar, coordinar y sustentar toda la normativa obligatoria.
- Se trata de una normativa por prestaciones.

Se organiza en dos partes:

En la Primera se fijan las Exigencias Básicas (necesidades a cubrir según los Requisitos Esenciales).

En la Segunda se describen métodos de verificación y soluciones aceptadas (que cumplen las Exigencias Básicas), en forma de varios Documentos Básicos.

Documentos Básicos (CTE)

• DOCUMENTOS BÁSICOS DE SEGURIDAD:

- Seguridad Estructural. DB-SE :
- DB SE-AE Acciones en la edificación
- DB-SE-C Cimentaciones
- DB-SE- A Estructuras de Acero
- DB-SE- F Estructuras de Fábrica
- DB-SE- M Estructuras de Madera
- Seguridad en caso de incendio. DB-SI.
- Seguridad de utilización. DB-SU.

• DOCUMENTOS BÁSICOS DE HABITABILIDAD

- Habitabilidad. Salubridad. DB-HS.
- Protección contra el ruido. DB-HR.
- Habitabilidad. Ahorro de energía. DB-HE.

GUÍA PRÁCTICA
DE APLICACIÓN DEL CTE
PARA ARQUITECTOS



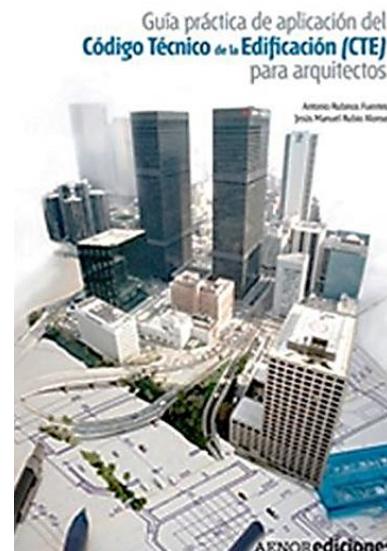
REQUERIMIENTOS DE APLICACIÓN
DEL REGLAMENTO GENERAL
DE EDIFICACIONES Y
TRAMITACIÓN DE PLANOS



R-021 Decreto
No.376-06

DGRS

SEPS



CTE

CÓDIGO TÉCNICO
DE LA EDIFICACIÓN

DB SE - Seguridad Estructural

DB SI - Seguridad Caso de Incendio

DB SUA - Seguridad de Utilización y
Accesibilidad

DB HS - Salubridad

DB HR - Protección frente al Ruido

DB HE - Ahorro de Energía

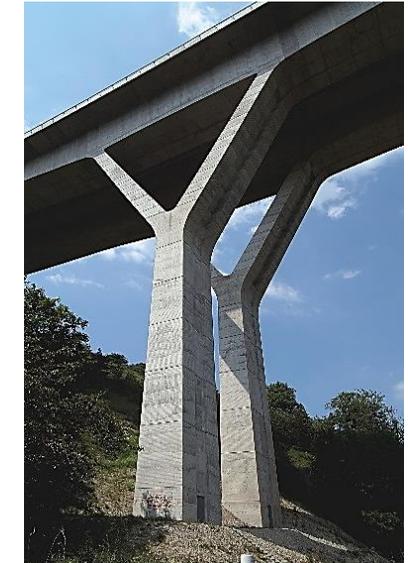
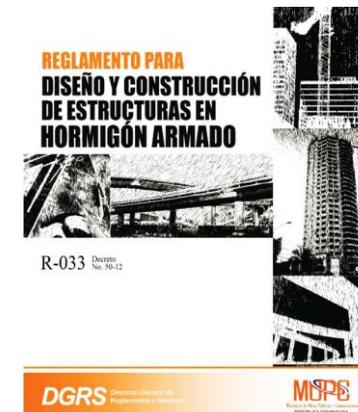
Instrucciones sobre materiales

- Son soluciones generales de práctica constructiva y de control de calidad de materiales y procesos constructivos.
- Son de obligado cumplimiento en el proyecto y ejecución de obra nueva.
- Instrucciones para el proyecto y ejecución de obras de hormigón:
 - EHE-99**, Instrucción de **Hormigón estructural**.
 - EF-96**, Instrucción para el proyecto y la **ejecución de forjados unidireccionales** de hormigón armado o pretensado.

Instrucciones y Pliegos de Recepción

(<http://www.miliarium.com/Paginas/Normas/pfdg.htm>)

- Son disposiciones obligatorias que establecen las prescripciones técnicas de algunos materiales para su recepción en obras de construcción.
- Establecen los métodos de ensayo. Prueba cuyo fin es determinar las propiedades mecánicas y características de los materiales según normas.
 - Ladrillos cerámicos, LC-88
 - Bloques de hormigón, RB-90
 - Yesos y Escayolas, RY-85
 - Cales en obras de estabilización de suelos RCA-92
 - Cementos, RC-03



Reglamentos

- Normativa que regula las instalaciones en edificación y los materiales que las constituyen.
- Son obligatorios y de ámbito estatal o autonómico.
- Reglamentos de ámbito estatal:
 - REBT, instalaciones eléctricas de baja tensión.
 - RIGLO, instalaciones de gas en locales.
 - RIPCI, instalaciones de protección contra incendios
 - RITE, Instalaciones Térmicas en los Edificios.



Calidad, Normativa y Sostenibilidad de los Materiales de Construcción

Plegos de Condiciones Técnicas (PCT) España – R.D.

Tiene por objeto definir las obras, fijar las condiciones técnicas y económicas, tanto de los materiales a emplear como de su ejecución.

- Son normas promovidas por una administración.
- Afectan a todos los materiales y su puesta en obra de las construcciones promovidas por esa administración.
- Suelen hacer referencia a normas de referencia que, para este caso, se convierten en obligatorias.
- Ejemplos (hay más):
 - PCT de la **Dirección general de Arquitectura** (1960).
 - PCT del **Ayuntamiento** (de **Madrid**1988).



PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DEL CONTRATO INTEGRAL DE GESTIÓN DEL SERVICIO PÚBLICO DE LIMPIEZA Y CONSERVACIÓN DE LOS ESPACIOS PÚBLICOS Y ZONAS VERDES
TOMO 1.- PRESCRIPCIONES TÉCNICAS



Plegos de especificaciones técnicas: dispone de dos apartados perfectamente diferenciados:

- Especificaciones de materiales y equipos:** deben estar bien definidos todos los materiales, equipos, máquinas, instalaciones, etc. que se utilizarán en el proyecto. La definición se hará en función de códigos y reglamentos reconocidos. Las especificaciones hacen referencia a Normas y Reglamentos nacionales tipo (UNE, Normas MOPU, NBE, etc.) o internacionales (DIN, ISO, etc.)
- Especificaciones de ejecución:** en este apartado del Pliego se hace constar cómo será realizado el proyecto, es decir, su proceso de fabricación o construcción a partir de los materiales que serán utilizados.

DGRS
 DIRECCIÓN GENERAL DE REGLAMENTOS Y SISTEMAS
 Organismo Ejecutor de la Comisión Nacional de Reglamentos Técnicos (CONARET), adscrito al Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC).

HECESA HISTÓRICA:
 En el año 1979 se crea el Departamento de Normas, Reglamentos y Sistemas del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, mediante Orden Departamental No. 12. Posteriormente, en el año 1982, este departamento se convierte en la Dirección General de Reglamentos y Sistemas, mediante la Ley Núm. 687, de 27 de julio de ese mismo año.

Este organismo surgió ante la necesidad de establecer un mecanismo de reglamentación que permitiera mantener actualizados los requisitos técnicos para la elaboración y ejecución de proyectos y obras de ingeniería, arquitectura y ramas afines, así como supervisar su correcta aplicación, que garantice su seguridad y la de los usuarios.

MISIÓN:
 Elaborar, actualizar y divulgar los reglamentos técnicos que regulan la preparación y ejecución de proyectos y obras relativas a las áreas de ingeniería, arquitectura y ramas afines, así como supervisar su correcta aplicación, que garantice su seguridad y la de los usuarios.

BASE LEGAL:
 Ley Núm. 687, del 27 de julio de 1982, Gaceta Oficial Núm. 5993.

FUNCIONES PRINCIPALES:
 a) Elaborar un sistema de reglamentación técnica que sirva de base para la preparación y ejecución de proyectos y obras relativas a la ingeniería, arquitectura y ramas afines.
 b) Elaborar y coordinar la preparación y modificación de reglamentos técnicos. O integrar, para cada reglamento en proceso de elaboración, un comité técnico que tendrá la función de estudiar y diseñar el proyecto.
 c) Coordinar, dirigir y controlar la aplicación de medidas destinadas a asegurar el cumplimiento de los reglamentos técnicos de ingeniería, arquitectura y ramas afines a través de los diferentes organismos del Estado.
 d) Elaborar, reunir, coordinar y conservar informaciones, datos estadísticos, publicaciones, en general, cuantos elementos de información sean necesarios o útiles para el conocimiento de los métodos de reglamentación técnica en las áreas de ingeniería, arquitectura y ramas afines.
 e) Solicitar a los departamentos oficiales, así como a las instituciones privadas, todos aquellos datos de la competencia de los mismos que se refieran a los reglamentos técnicos de ingeniería, arquitectura y ramas afines.
 f) Organizar conferencias, cursos, seminarios, y exposiciones encaminadas a elevar el nivel técnico del ejercicio profesional de la ingeniería, la arquitectura y ramas afines.

SERVICIOS QUE OFERCE:
 1. Evaluación de Nuevos Sistemas Constructivos.
 2. Vista de reglamentos técnicos.
 3. Entrevistas para consultas técnicas.
 4. Recepción de propuestas de anteproyectos de reglamentos.
 5. Inspección de obras sobre sistema de reglamentación.

MOPC Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones

DGRS
 Dirección General de Reglamentos y Sistemas
 SANTO DOMINGO, RD

Web: <http://www.mopc.gob.do/dgrs>
 Twitter: @ReglamentosMOPC
 Facebook: Reglamentos MOPC RD
 Correo: info@dgrs.mopc.gob.do
 Tel.: (809) 565-2811
 Oficina Ext. 2010 / Ventas Ext. 2015

República Dominicana
 Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones
 (MOPC)

MOPC MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES

CATÁLOGO DE PUBLICACIONES

DGRS Dirección General de Reglamentos y Sistemas

MARCO LEGAL DGRS

Ley 687: Que crea el Sistema de Reglamentación Técnica de la Ingeniería, Arquitectura y Ramas Afines.

REGLAMENTOS DE EDIFICACIONES

- R-001 Reglamento para el Análisis y Diseño Sísmico de Estructuras. (Decreto No. 201-11)
- R-002 Reglamento para Estacionamiento Vehicular en Edificaciones. (Decreto No. 204-91)
- R-004 Reglamento para la Supervisión e Inspección General de Obras. (Decreto No. 212-17)
- R-005 Recomendaciones Provisionales para Diseño de Planos en Proyectos de Edificaciones.
- R-007 Reglamento para Proyectar sin Barreras Arquitectónicas. (Decreto No. 284-93)
- R-008 Reglamento para el Diseño y la Construcción de Instalaciones Sanitarias en Edificaciones. (Decreto no.372-10)
- R-009 Especificaciones Generales para la Construcción de Edificaciones.
- R-016 Recomendaciones Provisionales para Espacios Mínimos en la Vivienda Urbana.
- R-021 Reglamentación de Aplicación del Reglamento General de Edificaciones y Transmisión de Plazos. (Decreto No. 376-06)
- R-022 Reglamento para el Diseño y Construcción de Subestaciones de Media y Baja Tensión. (Decreto No. 347-98)
- R-023 Reglamento para el Diseño de Plantas Físicas Escalares, Niveles Básico y Medio. (Decreto No. 305-08)
- R-024 Reglamento para Estudios Geotécnicos en Edificaciones. (Decreto No. 375-06)
- R-025 Reglamento de Instalación de Plantas Eléctricas de Emergencia. (Decreto No. 378-06)
- R-027 Reglamento para Diseño y Construcción de Edición en Manpowería Estructural. (Decreto No. 288-07)

REGLAMENTOS DE CARRETERAS

- R-011 Criterios Básicos para Estudios Geotécnicos de Carreteras.
- R-012 Criterios Básicos para el Diseño Geométrico de Carreteras.
- R-013 Instrucciones para Presentación de Propuestas de Estudios y Proyectos de Carreteras.
- R-014 Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras.
- R-017 Recomendaciones Provisionales para la Presentación de Proyectos Viales.
- R-019 Recomendaciones Provisionales para el Diseño y Construcción de Sistemas de Drenaje de Carreteras.
- R-026 Reglamento para la Ejecución de Trabajos de Excavación en las Vías Públicas. (Decreto No. 61-07)

DISPOSICIONES (Solo disponible en pag. web)

- Requisitos para Evaluación Estructural en Edificios Existentes o Inicados.
- Requisitos para Calificación de Empresas y Profesionales en Evaluación y Levantamiento Estructural.
- Requisitos para Nuevos Sistemas Constructivos.
- Requisitos para Calificación Empresas y Profesionales en Estudios Geotécnicos.
- Medidas de Control para la Instalación de Cadenas de control en Edificaciones.
- Recomendaciones para el Análisis por Viento de Estructuras.
- Recomendaciones para la Ventilación Natural en Edificaciones.
- Código Leglativo del Ejercicio Profesional de la Ingeniería, la Arquitectura y Ramas Afines.
- Lista de Calificados en Evaluación Estructural.
- Lista de Calificados para Evaluación y Levantamiento Estructural.
- Lista de Empresas y Profesionales Aptos para Estudios Geotécnicos.
- Lista Laboratorios Aptos para Ensayos.

PUBLICACIONES TÉCNICAS (PT)

- R-015 (PT1) Efectos P-Δ en la Respuesta Sísmica No Lineal.
- R-018 (PT2) Diseño Flexo-compresión de Muros de Hormigón Armado. Secciones Rectangulares, L y C.
- (PT3) Identificación de Fallas en Paramentos y Técnicas de Reparación. (Solo disponible en Pág. web)
- Manual de Evaluación Sísmica y Herramientas de Edificios Existentes en Hormigón Armado para la República Dominicana.
- Mapa Ambiental para Diseño y Construcción de Proyectos Viales. (Solo disponible en Pág. web)
- Mapa de Fallas Sísmicas - Reglamento Sísmico R-011. (Solo disponible en Pág. web)
- Mapa de zona de influencia Tínel Andú, Ortega & Ganest-DASD. (Solo disponible en Pág. web)

Calidad, Normativa y Sostenibilidad de los Materiales de Construcción

Normas UNE (Una norma española)

- Constan de un extenso número de procedimientos de ensayo y criterios de calidad de materiales (Especificaciones Técnicas).
- Las publica AENOR y son normas de referencia.
- Cada tipo de materiales o aplicación se estudian y normalizan en Comités Técnicos (AEN/CTN).
- Muchas normas UNE son transposición de normas europeas (Normas EN).
- Pueden declararse de obligado cumplimiento por Ley, Real Decreto u Orden Ministerial.

Normativa Europea

- En Europa existen dos organismos de normalización Técnicas (CEN y CENELEC).
- Publican documentos normativos que los países de la UE integran en su normativa:

Norma EN: se adopta íntegramente por todos los estados (en España como normas UNE-EN).

Norma HD: Documento de armonización. Se adoptan de manera flexible por cada país.

Norma ENV: norma experimental (en un futuro EN).

Informe CR: de contenido técnico, no es vinculante.

Eurocódigos

- Son normas europeas experimentales (ENV), elaboradas por encargo de la Comisión Europea, por el CEN.
- Tienen como objeto establecer un lenguaje técnico armonizado en el campo de las estructuras.
- Tratan todos los aspectos relacionados con las estructuras y los materiales y procedimientos que intervienen en su ejecución.
- Materiales: Hormigón, acero, madera y albañilería.



UNE-ENV Eurocódigos estructurales : 1. [Resumen](#)

- >> [EUROCÓDIGO 1](#): Bases de proyecto y acciones en estructuras
- >> [EUROCÓDIGO 2](#): Proyecto de estructuras de hormigón
- >> [EUROCÓDIGO 3](#): Proyecto de estructuras de acero
- >> [EUROCÓDIGO 4](#): Proyecto de estructuras mixtas de acero y hormigón
- >> [EUROCÓDIGO 5](#): Proyecto de estructuras de madera
- >> [EUROCÓDIGO 6](#): Proyecto de estructuras de fábrica (albañilería)
- >> [EUROCÓDIGO 7](#): Proyecto geotécnico
- >> [EUROCÓDIGO 8](#): Proyecto para resistencia al sismo de las estructuras
- >> [EUROCÓDIGO 9](#): Proyecto para resistencia al sismo de las estructuras

[Eurocódigos de Construcción en Europa](#) • Fuente: [Ministerio de Fomento](#)

Las normas

Eficiencia, seguridad, innovación y sostenibilidad

Le permiten:

- ▶ Optimizar procesos y recursos
- ▶ Reducir costes
- ▶ Abrir mercados
- ▶ Mejorar su productividad y competitividad
- ▶ Ofrecer productos y servicios de calidad
- ▶ Cumplir con las exigencias de sus clientes



AENOR

CEN, CENELEC y ETSI

CEN (Comité Europeo de Normalización). Creado en 1961 para el desarrollo de tareas de normalización en el ámbito europeo en aras de favorecer los intercambios de productos y servicios, está compuesto por los Organismos Nacionales de Normalización de los países de la Unión Europea (AENOR por España) y los países miembros de la Asociación Europea de Libre Comercio (AELC/EFTA).

CENELEC (Comité Europeo de Normalización Electrotécnica). Comenzó sus actividades de normalización en el campo electrónico y electrotécnico en 1959. Está compuesto por los Organismos Nacionales de Normalización de los países de la Unión Europea (AENOR por España) y los países miembros de la Asociación Europea de Libre Comercio (AELC/EFTA).

ETSI (Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación), de reciente creación (1988) y con la particularidad de estar compuesto por empresas y entidades afines al sector, de cualquier país europeo.

Resumen

| | |
|--------------------------------|---|
| Origen: | Nacen en 1977 a iniciativa de la Comisión de las Comunidades Europeas. Su equivalente en nuestra normativa nacional son las UNE-ENV (normas experimentales) elaboradas por encargo de la Comisión Europea por el CEN, como resultado de un acuerdo marco entre ambas instituciones. |
| Definición: | Son Reglas unificadas para el proyecto de diferentes estructuras construidas de diferentes materiales con el objeto de que sean empleadas de forma común en todos los Estados miembros de la DE para asegurar una seguridad adecuada de una estructura. |
| Objeto: | Establecer un lenguaje técnico armonizado en el campo de las estructuras, para su posible empleo en los ámbitos de las directivas europeas de contratos públicos y de productos de construcción. |
| Estructura y Contenido: | Disposiciones Técnicas y requisitos (conocidos como reglas de proyecto o de diseño). El programa inicial tiene 9 eurocódigos y prevé ser desarrollado en numerosas partes, algunas de las cuales ya están aprobadas con el carácter de normas europeas experimentales ENV. Todas ellas tienen en común la designación UNE EN 199X-Y-Z siendo "X" el número asignado inicialmente al eurocódigo correspondiente e "Y" y "Z" las diferentes partes previstas. |
| Localización: | Para su disponibilidad en Español como normas UNE-ENV ha de contactarse con AENOR |

Calidad, Normativa y Sostenibilidad de los Materiales de Construcción

Construcción Sostenible

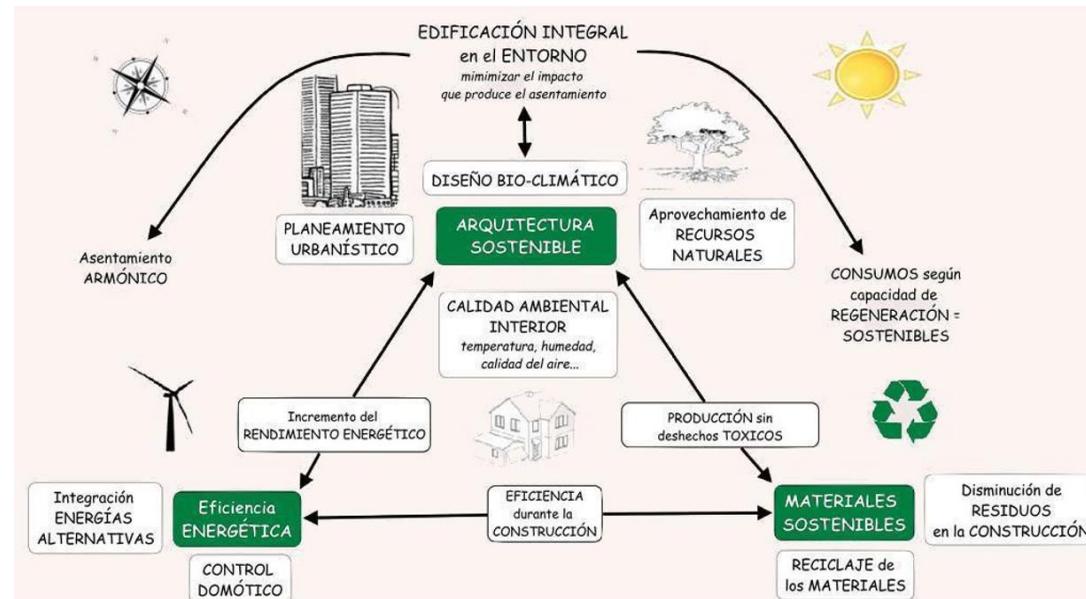
La **construcción sustentable** constituye una manera de satisfacer las necesidades de vivienda e infraestructura del presente sin comprometer la capacidad de generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades en tiempos venideros. Debe tomarse en cuenta aspectos medio ambientales, socioeconómicos y culturales. Específicamente, implica cuestiones tales como diseño y administración de edificaciones, construcción y rendimiento de materiales y uso de recursos.

La **construcción Sostenible**, hace referencia a la mejora de los criterios técnicos para el diseño y construcción de edificios públicos o privados, con el fin de reducir el impacto que tienen sobre el uso de recursos, como materias primas, agua y energía, y el impacto ambiental que generan en el entorno donde se encuentran. Esto implica, considerar todas las etapas de la construcción y su futura utilidad, a modo de asegurar un ambiente agradable y saludable para las personas tanto fuera como dentro de las instalaciones.



El concepto de **Sostenibilidad** está relacionado con el estudio, la evaluación y la reducción de:

- el consumo de recursos
- el impacto ambiental
- los riesgos para la seguridad de las personas debidos a los productos, los procesos y los sistemas que se utilizan actualmente en las sociedades industrializadas.



Calidad, Normativa y Sostenibilidad de los Materiales de Construcción

Materiales para una Construcción Sostenible

- **Los Materiales Sostenibles** son aquellos que consumen menos recursos no renovables o que producen un menor impacto ambiental que otros materiales cumpliendo las mismas funciones.
- **El objetivo** es reducir el consumo de los recursos no renovables y el impacto ambiental, garantizando la seguridad.
- Hay que **evaluar los materiales, para poder compararlos o definir los puntos críticos** que se producen desde que se fabrica el material hasta que se desecha.

Los **materiales que podemos considerar sostenibles** serán aquellos que en su elaboración y utilización se ahorre energía, eviten al máximo la contaminación, respeten la salud de los moradores en las viviendas que se empleen y deberán ser reciclables.



Daremos prioridad a la utilización de materiales de procedencia local y de bajo coste energético, procurando que tengan características bióticas:

Los factores **bióticos** o componentes **bióticos** son los **organismos vivos que interactúan con otros seres vivos**, se refieren a la flora, fauna y seres humanos de un lugar y a sus interacciones.

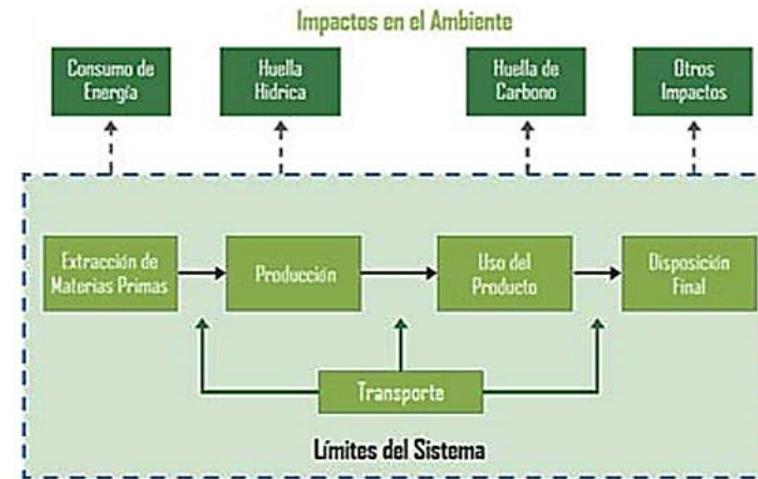
- Naturales (poco elaborados).
- Saludables (libres de toxicidad o radioactividad).
- Perdurables. -Reciclables, reutilizables o biodegradables.
- Transpirables (permeables al vapor de agua y al aire).
- Higroscópicos (capaces de absorber, retener y volver a evaporar la humedad ambiental).

Calidad, Normativa y Sostenibilidad de los Materiales de Construcción

Análisis del Ciclo de Vida (ACV) de un producto

Es una **herramienta para evaluar el impacto ambiental de un producto de construcción desde su fabricación hasta su tratamiento como residuo**, sin consideración de aspectos sociales o económicos, **informando al consumidor**, con el objeto de que pueda realizar una compra responsable, tomando en cuenta:

- Los impactos ambientales de un producto a lo largo de su ciclo de vida.
- Las fases del ciclo de vida que son más críticas y proponer soluciones.
- Las estrategias que permitan reducir la carga ambiental del producto.



| | | |
|---|--------------------------|--|
| Reducción En El Origen | Cambios En El Proceso | Mejoramiento en la gestión y de prácticas de operación |
| | | Sustitución de materias primas e insumos contaminantes |
| | Cambios En Los Productos | Cambios Tecnológicos / Tecnologías limpias |
| Reuso Y Reciclaje | Reuso Y Reciclaje | Diseño con menor impacto ambiental |
| | | Incremento de la vida del producto |
| Pre tratamiento Y Tratamiento | | Recuperación y reuso al interior del proceso de producción |
| Disposición - Destrucción - Remediación | | Reciclaje fuera del proceso vía terceros |
| : Opciones de Producción Más Limpia | | |

METODOLOGÍA: recopilación y evaluación de entradas, salidas, e impactos medioambientales potenciales de un sistema, del producto a través de su ciclo de vida.

En el **Análisis del Ciclo de Vida** de un producto se estudia el impacto que hace desde su fabricación hasta su eliminación. Por eso se suelen llamar también análisis **de la cuna a la tumba**.

El análisis puede realizarse en tres tramos temporales:

- **Cradle to gate**, ó **evaluación parcial del ciclo de vida del producto de la extracción de recursos a la puerta de la fábrica** (es decir, antes de su transporte hasta el consumidor). Es el tipo de evaluación base de las declaraciones ambientales de producto (EPD).
- **Cradle to grave**, o **de la cuna a la tumba**, considera todo el ciclo de vida hasta que el producto se convierte en residuo.
- **Cradle to Cradle**, **de la cuna a la cuna**, es un sistema propuesto por William McDonough y Michael Braungart, que escribieron en 2002 el libro “Cradle to Cradle”, en el que el producto pueda reciclarse o reutilizarse, o que incluso sirva de nutriente en su depósito en vertedero.
 - El **objetivo** es detectar las posibles mejoras que se pueden conseguir estudiando el material “**desde la cuna hasta la tumba**” (Cradle to grave). Considera todo el ciclo de vida hasta que el producto se convierte en residuo.

Etapas del Ciclo de Vida de un Material :

- Extracción de Materias Primas.
- Procesamiento de Materias Primas.
- Fabricación.
- Transporte.
- Puesta en Obra.
- Mantenimiento.
- Reciclado o Deposición del residuo.



Calidad, Normativa y Sostenibilidad de los Materiales de Construcción

Herramientas de evaluación medioambiental

Los instrumentos de gestión ambiental voluntaria permiten la incorporación de la variable ambiental en el funcionamiento interno de una empresa; Permiten que mejore la gestión interna y que disminuya la afección al medio ambiente, más allá de los propios límites de la organización.

• Son procedimientos normalizados para obtener distintivos de carácter voluntario.

Herramientas que permite estimar las emisiones atmosféricas, particularmente identificando factores o fórmulas de emisión, para diversas tipologías de proyectos o actividades. (Distintivos, características que sirven para diferenciar).



Intensidad Energética

Cantidad de energía necesaria para la fabricación de un kg de un material de construcción determinado. Hay que considerar la durabilidad y el uso que le vamos a dar a este material, ya que hay materiales con elevada intensidad energética a los que su durabilidad les hace ambientalmente más interesantes para un uso concreto.

Eco-etiquetas (organismo oficial) (ISO 14024:1999)

Certificados oficiales para un grupo de productos o materiales que garantizan el cumplimiento de unos requisitos definidos por el organismo que los otorga.

El cumplimiento de estos requisitos da unas aptitudes ambientales a estos materiales o productos respecto al resto dentro de una misma categoría.

• Permite priorizar unos productos frente a otros en el momento de proyectar y construir edificios.

ACV normalizado (ISO 14040:1997)

Objetivo: detectar las mejoras que se pueden conseguir estudiando el material “desde la cuna hasta la tumba” Comparar materiales para una misma aplicación.

• Etapas del Ciclo de Vida de un Material : Extracción de Materias Primas. Procesamiento de Materias Primas. Fabricación. Transporte. Puesta en Obra. Mantenimiento. Reciclado o Deposition del residuo.

Declaraciones ambientales (fabricante) (ISO 14021:1999)

ETIQUETAS ECOLÓGICAS TIPO II (NORMA ISO 14021:1999) Son declaraciones o mensajes medioambientales de los propios fabricantes o titulares en los productos y servicios, normalmente sobre un único aspecto ambiental del producto (p. e. «biodegradable», «compostable», «contiene material reciclado», etc.).

Declaración sobre el perfil ambiental de un producto o EPDs (Propia de cada país y tipo de material, basada en ACV). (ISO 14025:2000)

Son documentos que ofrecen de forma transparente y verificable, información relativa al comportamiento ambiental del producto o servicio certificado en base a un Análisis de Ciclo de Vida (ACV) del mismo. **Objetivo:** Permite la comparación entre productos, servicios o actividades que cumplen la misma función.

Instrumentos de gestión ambiental

Proceso objetivo para evaluar las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad para determinar el impacto del uso de materia y energía y de las descargas al medio ambiente y para evaluar y llevar a la práctica oportunidades de realizar mejoras ambientales

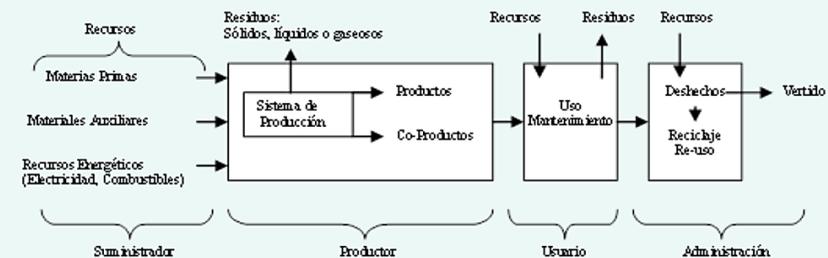


Diagrama de análisis de ciclo de vida: Responsabilidad por etapa. Las flechas indican las posibles y diferentes entradas y salidas

Calidad, Normativa y Sostenibilidad de los Materiales de Construcción

Estrategias de Sostenibilidad en Materiales

- **Uso de recursos de la zona** donde se va a construir (**Materiales Regionales**) .
- **Aumento de la vida útil** de los Materiales.
- **Uso de Componentes y energías renovables o reciclados.**
- **Reciclaje** de Materiales de Construcción.
- **Utilización de residuos urbanos o industriales.**
- Uso de **materiales fácilmente regenerables**, que producen poco impacto ambiental.
- **Reducción** del uso de **componentes tóxicos.**

Incidencia Ambiental de los Materiales de Construcción

Hay 5 puntos en los que podemos focalizar el impacto que causan los materiales sobre la salud y el medio ambiente:

Consumo de energía

Utilizar materiales de bajo consumo energético en todo su ciclo vital, será uno de los mejores indicadores de sostenibilidad. Los materiales pétreos como la tierra, la grava o la arena, y otros como la madera, presentan el mejor comportamiento energético, y los plásticos y los metales -sobre todo el aluminio- el más negativo.

Los plásticos y los metales consumen mucha energía en el proceso de fabricación; sin embargo, los plásticos son muy aislantes y los metales, muy resistentes.

Consumo de recursos naturales

El consumo a gran escala de ciertos materiales puede llevar a su desaparición. Sería una opción interesante el uso de materiales que provengan de recursos renovables y abundantes, como la madera.

Impacto sobre los ecosistemas

El uso de materiales cuyos recursos provengan de ecosistemas sensibles, es otro punto a tener en cuenta, como la capacidad de los mismos para soportar alteraciones o cambios originados por acciones antrópicas, sin sufrir alteraciones importantes que le impidan alcanzar un equilibrio dinámico y mantener un nivel aceptable en su estructura y función. Ejemplo; Impacto debido a la extracción contaminante de la bauxita que proviene de las selvas tropicales para fabricar el aluminio o la tala indiscriminada de maderas tropicales.

Emisiones que generan

La capa de ozono se redujo, entre otras razones, por la emisión de los clorofluorocarbonos (CFC)

El PVC, defensor en la causa en la industria del cloro, debido a sus emisiones de furanos y dioxinas, tan contaminantes, van siendo prohibidos en cada vez más usos, como el suministro de agua para consumo humano. (**Furano**: Es un líquido claro, incoloro, altamente inflamable y muy volátil, Es tóxico y puede ser carcinógeno).

Comportamiento como residuo

Al concluir su vida útil, los materiales pueden causar graves problemas ambientales.

El impacto será menor o mayor según su destino (reciclaje, incineración, reutilización directa).

El uso posterior de vigas de madera, antiguas tejas cerámicas o material metálico para chatarra es muy apreciable.



Bibliografía de consulta recomendada

Tema 4. Calidad, Normativa y Sostenibilidad de los Materiales de Construcción

DIRECCIÓN GENERAL DE REGLAMENTOS Y SISTEMAS (DGRS), SANTO DOMINGO

Lista de los reglamentos técnicos de la ingeniería, la arquitectura y ramas afines de la República Dominicana, así como la lista de publicaciones técnicas y boletines. Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC),

<http://www.mopc.gob.do/media/7494/dgrs-catalogo-publicaciones-nov2018.pdf>

- García Messeger, A.; Fundamentos de la Calidad en la Construcción, Fund. COAAT Sevilla, 2001.
- Directiva 89/106/CEE sobre los productos de la construcción (R.D. 1630/1992) y desarrollo de Mercado CE de materiales y productos de la construcción.
- Ley de Ordenación de la Edificación (LOE, 38/1999).
- Código Técnico de la Edificación. www.vivienda.es
- Instrucciones y PGCR, Normas UNE de materiales y productos de construcción sobre ensayos y especificaciones técnicas.

Webgrafía

[https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_profesores/prof142013/docencia/Tema%204%20Materiales%20GARQ%20\(2018-19\).pdf](https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_profesores/prof142013/docencia/Tema%204%20Materiales%20GARQ%20(2018-19).pdf)
https://portal.uah.es/portal/page/portal/GP_EPD/PD-GP-MA-ASIG/PD-GP-ASIG-32912/TAB42351/Tema%205%20Materiales%20ETSA.pdf
https://www.researchgate.net/publication/301731624_Equilibrio_resistencia_estabilidad_Conceptos_fundamentales_de_resistencia_y_mecanica_de_materiales
http://www.eoi.es/wiki/index.php/Criterios_de_selecci%C3%B3n_de_productos_en_Construcci%C3%B3n_sostenible
<http://www.parro.com.ar/definicion-de-estabilidad+dimensional>
<http://exa.unne.edu.ar/informatica/sistemas.adm1/material/tema-7.pdf>
<http://190.104.117.163/2013/Julio/sistema/contenido/ponencias/Geson%20Barrios/Conferencia%20II.pdf>
https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Normativa/EHE/cap16.pdf
http://www.artea-udala.org/eu-ES/Udala/Kontratatzaille-profila/Arteako%20ekipamendu%20sozio%20kulturala%20zierrea/plan_control_calidad.pdf
http://infonorma.gencat.cat/cas/marc_pro_cas.html
<http://www.ainia.es/tecnoalimentalia/tecnologia/las-5-ventajas-de-contar-con-laboratorios-acreditados-por-enac/>
<http://www.e-edificacion.com/imagenes/Articulos/041-Certificacion-calidad-de-materiales-articulo.pdf>
<http://acoprovi.org/demo/wp-content/uploads/2014/02/Revista-ACOPROVI-2014-A%C3%B1o-1-Vol-III.pdf>
<https://prevention-world.com/foro/viewtopic.php?f=1&t=80212>
<http://www.promat.es/es-es/noticias-info/documentos-relativos-a-la-proteccion-pasiva>
<http://www.mopc.gob.do/dgrs/reglamentos/>
<http://docplayer.es/14771787-Objetivos-docentes-del-tema.html>
<http://www.mopc.gob.do/media/2683/reglamento-hvac-encuesta-publica.pdf>
<https://www.mopc.gob.do/media/1972/r-033.pdf>
https://es.wikipedia.org/wiki/Pliego_de_condiciones
https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Proyectos/IgnacioFiguroa/13-PliegodeCondiciones.pdf
http://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/LimpiezaUrbanaYResiduos/Ficheros/CI5PPRESCRIPTECNIC_01.pdf
<http://www.holcim.com.ec/desarrollo-sostenible/holcim-foundation-for-sustainable-construction/que-es-la-construccion-sostenible.html>
http://www.eoi.es/wiki/index.php/Criterios_de_selecci%C3%B3n_de_productos_en_Construcci%C3%B3n_sostenible
<file:///C:/Users/Marino%20S%C3%A1nchez/Downloads/fd1332504912.pdf>
<https://www.construible.es/2014/06/11/isover-lanza-un-manual-tecnico-de-sostenibilidad>
http://www.eoi.es/wiki/index.php/MATERIALES_DE_CONSTRUCCI%C3%93N_SOSTENIBLES_en_Construcci%C3%B3n_sostenible
<http://portal.ugt.org/medioambiente/apuntes7.pdf>
https://portal.uah.es/portal/page/portal/GP_EPD/PD-GP-MA-ASIG/PD-GP-ASIG-200637/TAB42351/SESION%201%20Nuevos%20Materiales%20de%20Construccion%200708.pdf
http://www.construmatica.com/construpedia/Materiales_de_Construcci%C3%B3n_Sostenibles

Imágenes

<https://www.google.com>

PROHIBIDA LA VENTA
DONADO PARA FINES EDUCACIONALES

TEMA 5. **Las Piedras Naturales y los Suelos**

Las piedras naturales y los suelos. Los minerales en la naturaleza. Origen y clasificación de las piedras naturales. Estructura y propiedades de las piedras naturales. Extracción, procesado y aplicaciones de las piedras naturales. Tipos de suelos. Arquitectura con tierra. Los áridos. Normativa, designación y aplicaciones.

TEMA 5. **Las Piedras Naturales y los Suelos**

Objetivos Discentes del Tema 5:

- Conocer y diferenciar los tipos, estructura, propiedades y aplicaciones constructivas de las piedras naturales en Arquitectura y Urbanismo.
- Conocer las aplicaciones de los suelos como material de construcción.

Las piedras naturales y los suelos.

Las piedras naturales

- La corteza terrestre está formada por materiales sólidos (principalmente de origen mineral).

Se distinguen dos tipos de materiales:

Rocas: agregados masivos de minerales (consolidados).

Concepto.

Los minerales son sólidos formados por la combinación química de los elementos que hay en la corteza terrestre.

Las rocas están formadas por minerales.

Entre los principales merecen destacarse los silicatos (en todas sus variedades desde el cuarzo a las arcillas) y la calcita.

Los silicatos son el grupo de minerales de mayor abundancia pues constituyen más del 95% de la corteza terrestre, además de ser el de más importancia geológica por ser petrogénicos, es decir, los minerales que forman las rocas.

Todos los silicatos están compuestos por silicio y oxígeno.

Suelos: agregados no consolidados (minerales y mat. org.)

El suelo es una mezcla compleja de organismos vivos, materia orgánica, minerales, agua y aire.

El suelo se compone de:

Partículas orgánicas, de materias vegetales y animales, descompuestas que provienen de plantas y animales vivos.

La materia orgánica de los suelos es el producto de la descomposición química de las excreciones de animales y microorganismos, de residuos de plantas o de la degradación de cualquiera de ellos tras su muerte.

Partículas minerales tales como arena, arcilla, piedras o grava, que alguna vez fueron parte de rocas mayores.

- **Usos** como materiales de construcción:

Rocas Piedras y áridos (machaqueo)



Suelos Arcillas y áridos



Mineral de Cuarzo



Mineral de Arcilla



Mineral de Calcita



Las piedras naturales y los suelos.

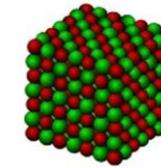
Los minerales en la naturaleza

• Los minerales son sustancias sólidas con composición química determinada y estructura cristalina.

La **composición química** se refiere a qué sustancias están presentes en una determinada muestra y en qué cantidades

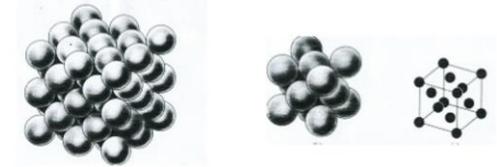
La **estructura cristalina** es la forma sólida de cómo se ordenan y empaquetan los átomos, moléculas o iones.

Estos son empaquetados de manera ordenada y con patrones de repetición que se extienden en las tres dimensiones del espacio



ESTRUCTURA CRISTALINA se caracteriza por un apilamiento simétrico de los átomos en el espacio. Este apilamiento se denomina **RED CRISTALINA** y es propio de cada elemento.

El elemento mas pequeño representativo de la simetría de la red es la **CELDA UNITARIA**



Calcita



Dolomita



Alúmina



Cuarzo



Feldespato



Mica

Los más abundantes son:

| Tipo | Composición | Minerales |
|---------------------|--------------------|------------------------|
| Carbonatos | Ca y Mg | Calcita y dolomita |
| Óxidos e hidróxidos | Al, Fe y Si | Alúmina, cuarzo |
| Silicatos | Al, Na, Ca, K y Mg | Feldespato, mica |
| Sulfatos | Ca | Yeso, alabastro |
| Fosfatos | Ca | Apatito |
| Sulfuros | Fe y Cu | Pirita, blenda, galena |
| Nitratos | Metales | Nitratina y salitre |



Yeso



Alabastro



Apatito



Pirita



Blenda



Galena



Nitratina



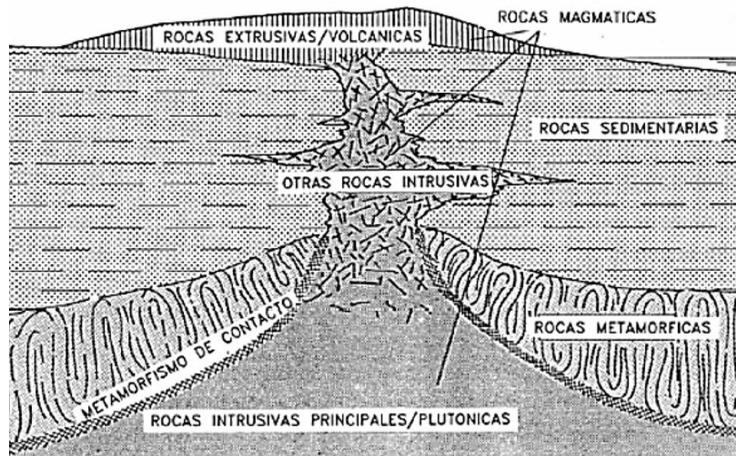
Salitre

Las piedras naturales y los suelos.

Origen de las piedras naturales

PIEDRA NATURAL. Es un mineral sólido y duro, de composición variable, no metálico, pero que sí puede contener sales y óxidos metálicos; Es un material de construcción tradicional utilizado desde tiempos prehistóricos y forma parte de los materiales pétreos naturales.

Origen de las piedras naturales



Clasificación de las piedras naturales

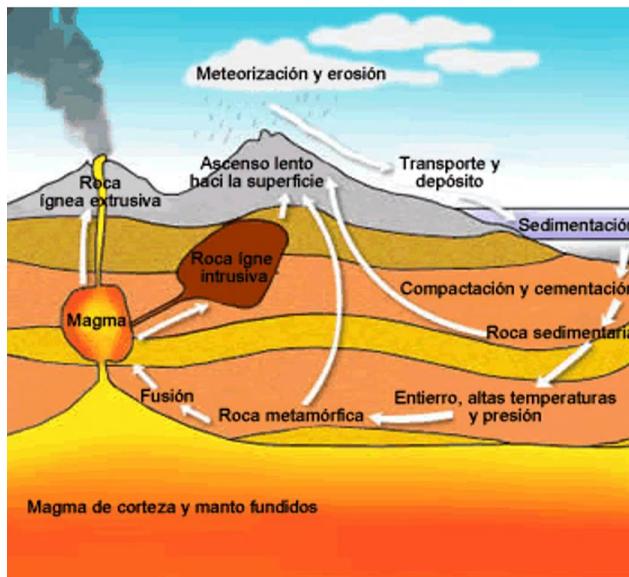
- Las piedras son rocas utilizadas en construcción y se clasifican por su origen geológico:

| Tipo | Ígneas | Sedimentarias | Metamórficas |
|------------------------|--------------------------------|---|--|
| Origen | Magma solidificado | Erosión, transporte y sedimentación | Transformación por calor y presión |
| Temp. form. | 550 - 1300 °C | Hasta 200 °C | 200 - 900 °C |
| D _{aparente} | > 2,5 g/cm ³ | < 2,5 g/cm ³ | ≈ 2,5 g/cm ³ |
| P _{abierta} | 0,5 - 3 % | 20 - 40 % | 0,5 - 3 % |
| Usadas en construcción | Granito Basalto Pórfidos | Areniscas, Margas Caliza, Travertino Aljez, Alabastro | Mármol Pizarra y esquistos Gneis |

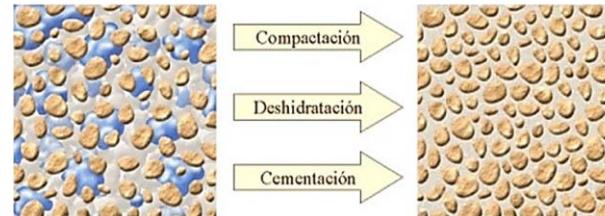


Las piedras se forman en el manto, la mayoría se extrae de la corteza.

La corteza está constituida por tres tipos de rocas, que en geología se denominan ígneas, metamórficas y sedimentarias



Diagénesis
Conjunto de procesos geológicos mediante los cuales un sedimento se transforma en roca sedimentaria.



Las piedras naturales y los suelos.

Estructura y propiedades de las piedras naturales

Piedra: Sustancia mineral más o menos dura y compacta que no es terrosa ni de aspecto metálico

- Como en cualquier material natural, las propiedades no son siempre iguales (**imperfecciones y heterogeneidad**-Variedad).
- Éstas dependen de su **composición** (origen) y **estructura**:

Microestructura: **mono o policristalina** (polifásica; compuesto por varios tipos de cristales de distinta naturaleza. Mármoles y granitos).

La microestructura es la estructura del material a una escala de longitud de aproximadamente **10 a 1000nm**. La escala de longitud es una longitud o intervalo de dimensiones características dentro de la que se describen las propiedades o los fenómenos que suceden en los materiales. En el caso normal, la microestructura comprende propiedades como el tamaño promedio del grano, la distribución de ese tamaño, la orientación de los granos y otras propiedades relacionadas con los defectos en los materiales (un grano es una porción del material dentro de la cual el arreglo de los átomos es casi idéntico).

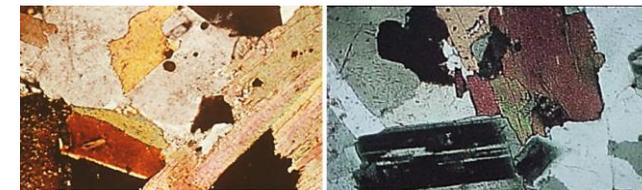
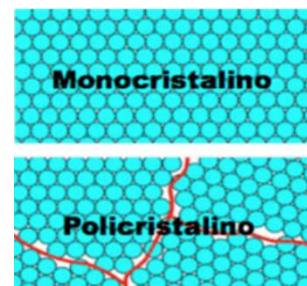
Monocristalino:

Cuando la disposición atómica de un sólido cristalino es perfecta, todas las celdas unitarias están unidas de la misma manera y tienen la misma orientación, se dice que es un monocristal, lo cual indica su grado de pureza.

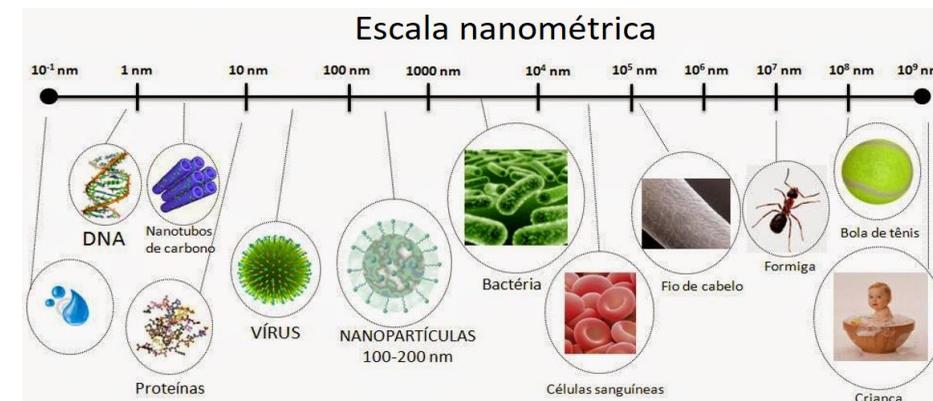
Policristalino:

La mayoría de los sólidos cristalinos están formados de muchos cristales pequeños o granos, por lo cual se les denomina policristalino, y cada grano tiene una orientación distinta.

La región donde dos granos se encuentran se llama **frontera de grano**.



Polifásica policristalina - microestructura (granitos)



Macroestructura: porosas o compactas.

La Macroestructura es la estructura del material a nivel macroscópico, donde la escala de longitud es aproximadamente mayor a **1000nm** (nanómetros).

Entre las propiedades que constituyen la Macroestructura están la porosidad, los recubrimientos superficiales y las micro fisuras internas o externas.

- Las propiedades físicas y mecánicas de las piedras condicionan su procesado y aplicaciones. Propiedades a considerar:

Porosidad

 (absorción, permeabilidad, heladicidad, entumecimiento, etc.),

Es la propiedad de algunos materiales de poseer (Poros) espacios vacíos dentro de ellos. La porosidad es una medida de la capacidad de almacenamiento de fluidos que posee una roca y se define como la fracción del volumen total de la roca que corresponde a espacios que pueden almacenar fluidos.

Densidad, Es la magnitud que expresa la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo (m/v); es decir, es la cantidad de materia (masa) que tiene un cuerpo en una unidad de volumen.

Dureza,

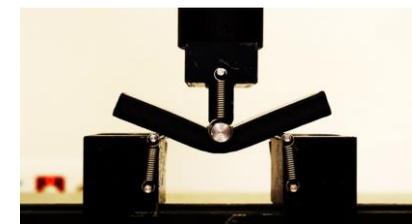
La dureza es la oposición que ofrecen los materiales a alteraciones físicas como la penetración, la abrasión, el rayado, la cortadura, las deformaciones permanentes, entre otras.

Resistencia La resistencia de un elemento se define como su capacidad para resistir esfuerzos y fuerzas aplicadas sin romperse, adquirir deformaciones permanentes o deteriorarse de algún modo.

Durabilidad. Propiedad de un material o mezcla para resistir desintegración por efectos mecánicos, ambientales o de tráfico.



Sin embargo, no presentan la misma masa. Esto se debe a que el bloque de hierro tiene mayor cantidad de moléculas en el mismo volumen. Por eso: **Densidad, es la cantidad de materia por cada unidad de volumen**



Las piedras naturales y los suelos.

Granito (ígneas intrusiva-plutónica)

- El granito es una roca ígnea plutónica formada por el enfriamiento lento de un magma (fundido alumínico) a grandes profundidades de la corteza terrestre. Este prolongado enfriamiento permite que se formen grandes cristales, dando lugar a la textura cristalina característica de los granitos.
- El granito esta formado esencialmente por tres minerales esenciales cuarzo, feldespato alcalino y mica.
- El granito es la piedra más dura que los seres humanos utilizan para la construcción. Muy dura (pulido posible pero difícil).
- El granito tiene un contenido de grano denso. Esto hace que sea inmune a las manchas y resistente al desgaste, y le da alta capacidad de soporte de carga. El granito carece casi totalmente de porosidad y no absorbe fácilmente el agua. Las aplicaciones de granito van desde encimeras, paredes y suelos interiores, hasta fachadas y suelos exteriores.



Granito

Roca formada por 3 minerales



Propiedades:

| | |
|-------------------|-----------------------------|
| Porosidad | 0,3 – 0,5 % |
| D aparente | 2,5 – 3,2 g/cm ³ |
| Dureza | 6-7 (Mohs) |
| Resistencia comp. | 180-240 MPa |
| Resistencia flex. | 10-20 MPa |
| Desgaste | 5-8 mm (DIN 52108) |
| Entumecimiento | Inapreciable |
| Durabilidad | Descomposición química |

Tipos:

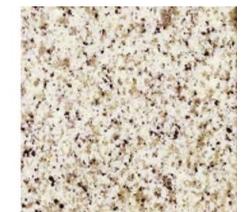
- Blanco Cristal
- Gris Perla
- Rosa Porriño
- Negro Sudáfrica
- Rojo África
- Verde imperial



Gris Perla



Verde Imperial



Blanco Cristal



Rosa Porriño



Rojo África



Negro Sudáfrica

Las piedras naturales y los suelos.

Arenisca (sedimentaria cementada)

La piedra arenisca es una roca sedimentaria de color variable formada durante muchos años bajo la superficie de océanos, lagos y ríos.

Las cualidades de la roca arenisca cambian con los tipos de minerales que se acumulan para formar la roca.

El cuarzo es el material que más se encuentra en esta piedra y que le aporta su brillo y tono satinado.

El ambiente donde los componentes de la **arenisca** se depositan determina su naturaleza.

- **Resistente a la corrosión, al desgaste y a la erosión, la arenisca puede ser cortada y pulida para crear elementos ornamentales.**

Fáciles de tallar (no se pueden pulir).

- **Arenas silíceas cementadas**

Usada en construcción como elemento arquitectónico y decorativo, la **piedra arenisca** dispone de multitud de usos.

Las areniscas se utilizan principalmente para pavimentar suelos gracias a su dureza y a la gran disponibilidad de modelos y colores que van del café al rosáceo pasando por el tono crema o el rojizo. Además, gracias a sus propiedades aislantes y de durabilidad, esa piedra natural es excelente para la creación de muros o el **revestimiento de fachadas**.



Propiedades:

| | |
|-------------------|-----------------------------|
| Porosidad | 5 – 30 % |
| D aparente | 1,9 – 2,5 g/cm ³ |
| Dureza | 1-5 (Mohs) |
| Resistencia comp. | 30-200 MPa |
| Resistencia flex. | 3-20 MPa |
| Desgaste | 5-8,5 mm (DIN 52108) |
| Entumecimiento | 0,7 mm/m |
| Durabilidad | Descomposición |

Tipos:

Novelda
Villamayor
Duero
Quintanar
Amarilla
Roja

Areniscas



Villamayor



Duero



Ojo de perdiz



Quintanar



Amarilla



Roja

Las piedras naturales y los suelos.

Caliza (sedimentación química)

La caliza es una roca sedimentaria compuesta mayoritariamente por carbonato de calcio (CaCO_3).

Las calizas se forman en los mares cálidos y poco profundos de las regiones tropicales.

- **La Caliza:** está formada por precipitación química de carbonato de calcio (que es un compuesto químico) disuelto en el agua.

Cuando tiene alta proporción de carbonatos de Magnesio se le conoce como **Dolomita**.

Las acciones químicas y el tiempo posteriores dan a esos depósitos carácter pétreo.

Aunque puede presentarse compacta, la caliza es generalmente una roca porosa lo que la hace importante como reservorio de Petróleo.

La roca se disuelve lentamente en las aguas aciduladas por lo que el agua de Lluvia y Ríos (ligeramente ácidas) provoca la disolución de la caliza, creando un tipo de meteorización característica denominada Kárstica o Cárstica.



La **precipitación química** es un proceso de obtención de un sólido a partir de una disolución. Permite obtener un sólido a partir de un líquido. El resultado se conoce como precipitado y al proceso como precipitación. Es un proceso por el cual una sustancia soluble se convierte en insoluble, ya sea por reacción química o por cambio en la composición del solvente para disminuir la solubilidad en el. Los sólidos precipitados pueden separarse por sedimentación y/o filtración.

- **La caliza, cortada, tallada o desbastada, se utiliza como material de construcción u ornamental, en forma de sillares o placas de recubrimiento.**

Fácil de labrar y pulimento parcial.

- **Es un componente importante del cemento gris usado en las construcciones.**

También puede ser usada como componente principal, junto con áridos, para fabricar el antiguo mortero de cal, pasta grasa para creación de estucos o lechadas para «enjalbegar» (pintar).



Revestimiento de muro con piedra caliza

Propiedades:

| | |
|-------------------|-----------------------------|
| Porosidad | 0,1 – 15 % |
| D aparente | 1,9 – 2,8 g/cm ³ |
| Dureza | 3-4 (Mohs) |
| Resistencia comp. | 20-180 MPa |
| Resistencia flex. | 5-15 MPa |
| Desgaste | 15-40 mm (DIN 52108) |
| Entumecimiento | 0,8 mm/m (porosas) |
| Durabilidad | Desgastable (erosión) |

Tipos:

Blanco Paloma
Rosa Sepúlveda
Crema Castilla
Piedra de Boñar
Piedra de Silos
Páramo

Calizas



Blanco Paloma



Piedra de Boñar



Rosa Sepúlveda



Piedra de Silos



Crema Castilla



Páramo

Las piedras naturales y los suelos.

Travertinos (sedimentaria por precipitación)

Es la denominación de una roca sedimentaria formada por depósitos de carbonato de calcio .

- El **travertino** es un tipo de **pedra caliza**, una **roca sedimentaria compuesta principalmente de calcita**.

El mismo se forma en el interior de las aguas termales; El vapor de agua que se escapa de la roca a medida que se enfría, crea múltiples agujeros y poros a lo largo de la superficie de la piedra.

- Son **porosas** y contienen restos de plantas e impresiones.



- **Roca carbonatada, normalmente de colores pardos, anaranjados o grises, pero también rojizos por contener óxido de hierro**; De estructura muy oquerosa y poco densa, que puede presentar bandas con distinto porcentaje de huecos y coloraciones.

Suelen confundirse con mármoles, aunque son menos densos.

Se utiliza con frecuencia como **pedra ornamental en construcción, tanto de exterior como de interior.**



Ibérico



Oro



Rojo

Las piedras naturales y los suelos.

Alabastro (sedimentaria evaporítica)

Origen: **Son depósitos sedimentarios que se formaron y posteriormente tuvieron u proceso de cristalización de las sales disueltas en antiguas acumulaciones de agua (lagos o mares). Podríamos clasificarlas como evaporitas. (Evaporitas son rocas sedimentarias que se forman por cristalización de sales disueltas en lagos y mares costeros).**

El nombre de **alabastro** proviene del latín alabastrum, **es una variedad de sulfato de calcio, de aljez, o de piedra de yeso es un sulfato cálcico hidratado, en forma compacta.** Es soluble en el agua por lo que no puede emplearse en exteriores. Su uso principal es como piedra decorativa.

- **Piedra caliza translúcida, de color blanco, rosado o amarillento** (también puede ser de yeso).
- **Fácil talla y pulido. Frágil y degradable.**
- **Es parecido al mármol aunque más blando.**
- **Permite el paso de la luz (parcialmente).**

El alabastro también puede usarse como **acristalamiento de interiores y exteriores** gracias a sus propiedades translúcidas, **pudiendo sustituir el cristal por esta piedra en puertas y ventanas** para dejar pasar la luz natural e iluminar la vivienda y para irradiar la luz artificial del interior hacia el exterior. Como elemento decorativo, el alabastro también puede instalarse para **diseñar y vestir cocinas o baños**



Las piedras naturales y los suelos.

Mármol (metamórfica)

En geología mármol es una roca metamórfica compacta formada a partir de rocas calizas, que sometidas a elevadas temperaturas y presiones alcanzan un alto grado de cristalización.

- El componente básico del mármol es el carbonato cálcico, cuyo contenido supera el 90 %; los demás componentes son los que dan gran variedad de colores en los mármoles y definen sus características físicas.

A veces es translúcido, de diferentes colores, como blanco, marrón, rojo, verde, negro, gris, amarillo, azul, y puede aparecer de coloración uniforme, jaspeado (a salpicaduras), veteado (tramado de líneas) y diversas configuraciones o mezclas entre ellas.

- El mármol se utiliza principalmente en la construcción, decoración y escultura.

Fácil labrado y pulimento.

Tras un proceso de pulido por abrasión, el mármol alcanza alto nivel de brillo natural.



Tipos:

Blanco Macael
 Crema Marfil
 Marrón Imperial
 Rojo Alicante
 Negro Marquina
 Verde Monreal

Propiedades:

| | |
|-------------------|-----------------------------|
| Porosidad | 0,1 – 0,5 % |
| D aparente | 2,5 – 2,7 g/cm ³ |
| Dureza | 3-4 (Mohs) |
| Resistencia comp. | 80-120 MPa |
| Resistencia flex. | 5-15 MPa |
| Desgaste | 15-40 mm (DIN 52108) |
| Entumecimiento | 0,8 mm/m (porosas) |
| Durabilidad | Desgastable (erosión) |



Taj Mahal, famoso monumento hecho con mármol



La Venus de Milo escultura realizada en mármol

Mármoles



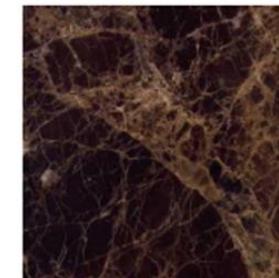
Blanco Macael



Crema Marfil



Negro Marquina



Marrón Imperial



Rojo Alicante



Verde Monreal

Las piedras naturales y los suelos.

Pizarra (metamórfica)

La **pizarra** es una **roca metamórfica** homogénea de grano fino formada por la compactación por metamorfismo de bajo grado de **lutitas**.

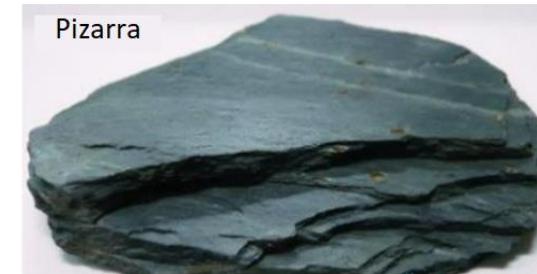
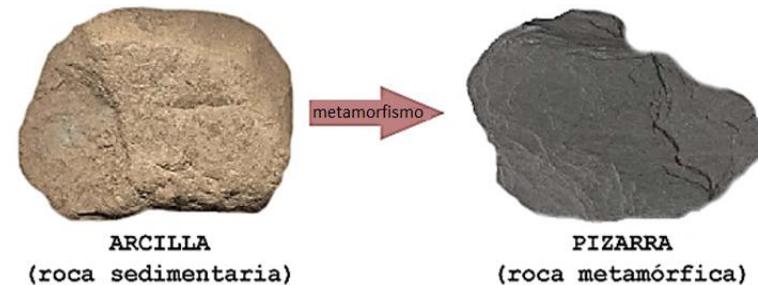


Las **rocas metamórficas** (del griego meta, cambio, y morphe, forma, “cambio de forma”) resultan de la transformación de rocas preexistentes que han sufrido ajustes estructurales y mineralógicos bajo ciertas condiciones físicas o químicas, o una combinación de ambas, como son la temperatura, la presión y/o la actividad química de los fluidos

Lutita: Roca sedimentaria detrítica, fisible, de granos finos, formada por la consolidación de partículas del tamaño de la arcilla y el limo en capas relativamente impermeables de escaso espesor. Es la roca sedimentaria más abundante. (Detrito que se traduce como “desgastado” y en geología el termino se usa para nombrar al producto resultante de la disgregación en partículas de una materia sólida).

- La **pizarra** es una roca densa, de grano fino, formada a partir de rocas sedimentarias arcillosas y, en algunas ocasiones, de rocas ígneas.

La principal característica de la pizarra es su **división** en finas láminas, capas o planos paralelos (**fisibilidad**).



- Se presenta generalmente en un color opaco, azulado u oscuro y estructurada en lajas u hojas planas, por una **esquistosidad** bien desarrollada (**pizarrosidad**), siendo por esta característica utilizada en cubiertas y como antiguo elemento de escritura. Debido a su **impermeabilidad**, la pizarra se utiliza en la construcción de tejados, como piedra de pavimentación, mesas de billar, e incluso para fabricación de elementos decorativos.

En geología se denomina **esquistosidad** a la propiedad de ciertas rocas y suelos, (**esquistos o pizarras**), que les lleva a organizarse en láminas o superficies paralelas entre sí

- Pueden presentar **contaminación por óxidos metálicos**.

Los minerales que la forman son principalmente **sericita, moscovita, clorita y cuarzo**.

Suele ser de color negro azulado o negro grisáceo, pero existen variedades rojas, verdes y otros tonos.

- **Frágiles y exfoliables.**

La **exfoliación** es la tendencia de los materiales cristalinos para dividirse a lo largo de planos estructurales.



Fragmentos de pizarra

Cubierta de pizarra

Texturas metamórficas no foliadas

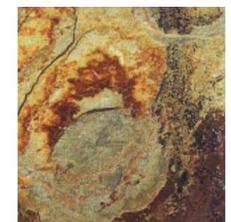
1. Pizarrosidad: Disposición de superficies planas muy juntas. Típica de las pizarras que tienen la propiedad de que sus capas se separan muy fácilmente (clivaje).



Gris



Filitas



Multicolor

Las piedras naturales y los suelos.

Gneis (metamórfica)

Se denomina **gneis** a una roca metamórfica compuesta por los mismos minerales que el granito (cuarzo, feldespato y mica) pero con orientación definida en bandas, con capas alternas de minerales claros y oscuros.

- Se Forman por metamorfismo regional intenso.

Metamorfismo: Transformación física y química que sufre una roca en el interior de la corteza terrestre como resultado de las variaciones de temperatura y presión.

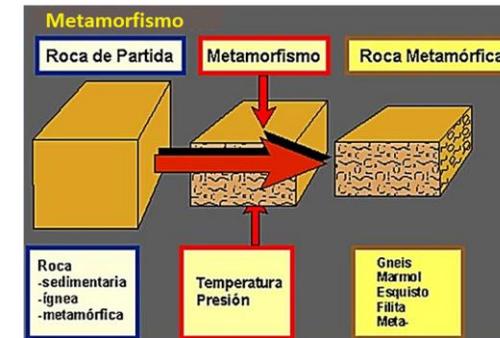
El **metamorfismo regional** es aquel que está asociado a grandes superficies de la corteza terrestre y que está relacionado normalmente con la formación de montañas y zonas de subducción, de rocas pelíticas derivadas de sedimentos ricos en arcillas y distintos minerales.

- Se distinguen por la orientación en bandas delgadas llamadas micas.

Los minerales se distinguen a simple vista Textura Ocelar, bandeada Color Grises.

Otras Características por su bandeado claro y oscuro, normalmente ondulado y con desarrollo de grandes cristales de cuarzo y feldespato en forma de ojo.

- Presentan cristales de cuarzo grandes (ojo de sapo).



| METAMÓRFICAS (grado medio-alto) | |
|------------------------------------|---|
| Minerales | Los minerales se distinguen a simple vista |
| Textura | Ocelar, bandeada |
| Color | Grises. |
| Otros | Característico por su bandeado claro y oscuro, normalmente ondulado y con desarrollo de grandes cristales de cuarzo y feldespato en forma de ojo. |

GNEIS OCELAR

El **gneis** se utiliza en construcción de peldaños, adoquines, mampostería, entre otras.



Las piedras naturales y los suelos.

Extracción y procesado de la piedra

- La **cantería** es el oficio y arte de labrar la piedra para su empleo en construcciones.

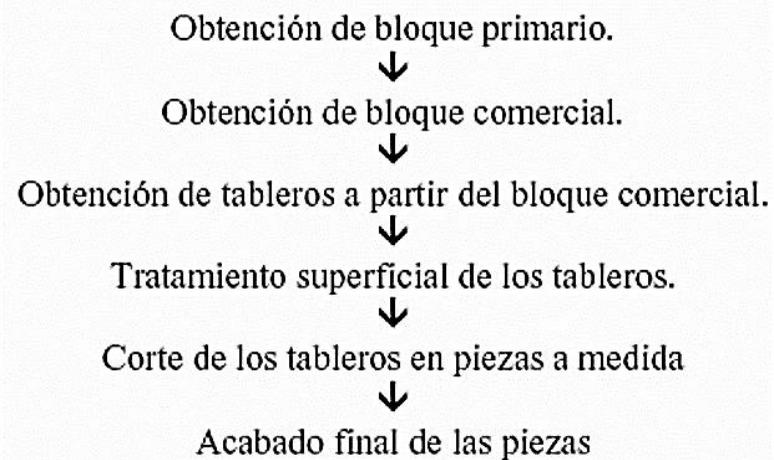
Los diferentes artesanos que participan en el proceso se denominan cabuqueros, entalladores, canteros y tallistas o labrantes.

Cabuquero: Obrero especializado en abrir agujeros en la roca, **entalladores:** responsables de los adornos y filigrana de la piedra, **canteros:** artesano que labra las piedras para las construcciones

Tallistas o labrantes: Realizan obras de artesanía, consistentes en elementos constructivos y decorativos, mobiliario urbano, ornamentación funeraria, trabajos de restauración, mantenimiento de edificios y elementos constructivos o decorativos en piedra natural

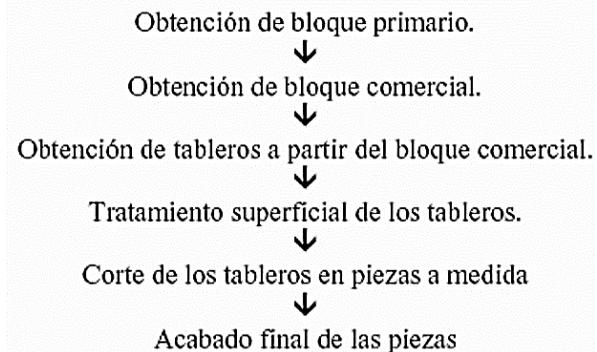
- El trabajo de cantera se ha mecanizado en gran parte, ocasionando la desaparición progresiva de los oficios de cantería. Se destina su producción, preferentemente, a la restauración de edificaciones de alto valor arquitectónico y patrimonial, el revestimiento de fachadas y la elaboración de paramentos (muros) de sillería. Un **sillar** es una piedra labrada.
- La **Cantería** trata los procesos de **extracción, corte, labra, tratamiento, acabado y pulimento de la piedra.**
- **Estos procesos se realizan en la cantera (lugar donde se encuentra la piedra) y en el taller de cantería.**
- **El fin del proceso es obtener productos de piedra útiles en construcción.**

Esquema del proceso

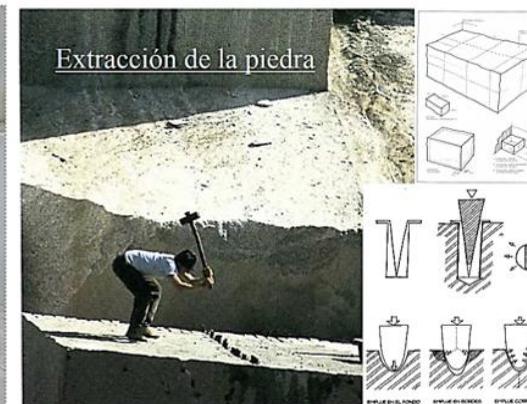


Las piedras naturales y los suelos.

Esquema del proceso



Extracción de la piedra (Cantera)



Marcado del corte



Corte con radial



Corte de la piedra (taller)



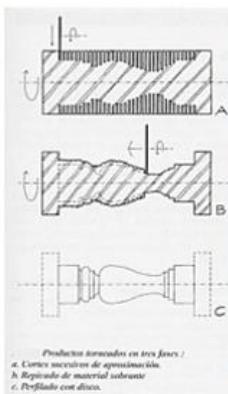
Transporte y almacenaje de placas cortadas



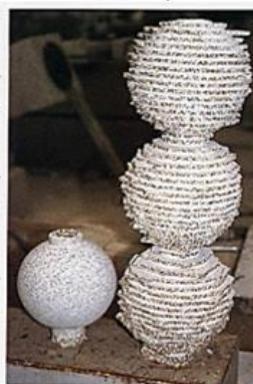
Corte de cantos (taller)



Refuerzos de placas de grandes dimensiones con malla de fibra de vidrio



Torneado (taller)



Esferas torneadas:
a. Después del corte y repicado.
b. Ya perfilada.



Las piedras naturales y los suelos.

Tratamientos superficiales (Acabados)

- **Tipos de acabados superficiales** (de + a – fino):
- **Producen diferentes texturas.**
- **No se pueden aplicar a todos los tipos de piedras.**

Pulido (Mármoles y Granitos)

Se aplica sólo en rocas cristalinas, como mármoles y algunos granitos y calizas, utilizando diversas muelas abrasivas de grano progresivamente decreciente que, aplicadas en trenes automatizados de pulido, permiten dejar la superficie lisa y brillante, eliminando la porosidad, y mejorando así la resistencia del material a las agresiones externas.



Muela de pulir



Mármol pulido negro



Granito Pulido color Rosado



Apomazado (Calizas)

Este acabado resalta la textura y el color del granito, sin dejar ninguna marca visible, proporcionando un tono más oscuro que “al corte de disco” pero sin llegar a tener brillo. Esto se consigue mediante un proceso de abrasión, que consiste en pasar piedras o lijas de diferente granulometría, hasta obtener el acabado deseado. El Apomazado es un paso previo antes del Pulido.



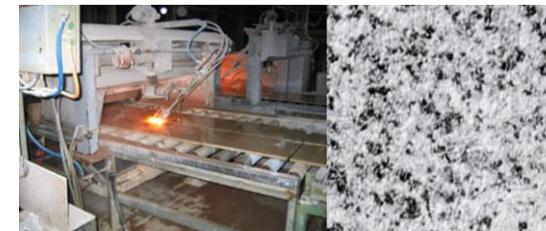
Apomazado



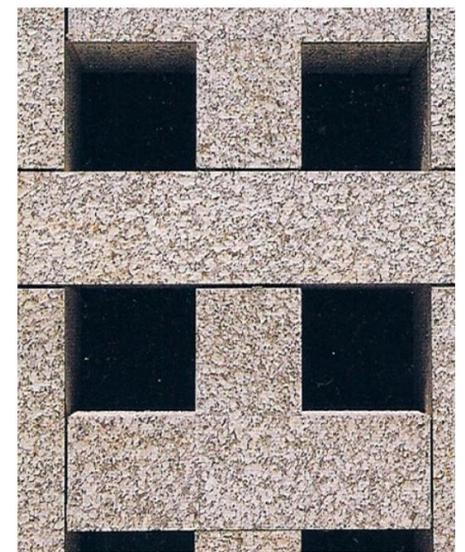
Flameado (Granitos)

Consiste en un tratamiento térmico que se puede aplicar al granito; Este acabado proporciona al material una defensa muy elevada a la alteración química atmosférica.

Se aplica a la superficie una serie de fuentes de calor (mediante mecheros de oxiacetileno montados sobre pistola o mecánicos), que proporcionan temperaturas superiores a 2.800° Centígrados, y que al pasar sobre el material provocan un choque térmico que hace que se desprendan pequeñas láminas de roca.



Granito flameado



Las piedras naturales y los suelos.

Tratamientos superficiales (Acabados)

Raspado (Areniscas)

Se aplica en piedras con superficie algo blandas, como algunas areniscas, aplicando un raspador manual o máquinas abrasivas de cabeza rotatoria que eliminan los pequeños resaltes producidos durante el corte, obteniéndose una superficie plana y mate.



Raspado Arenisca



Abujardado

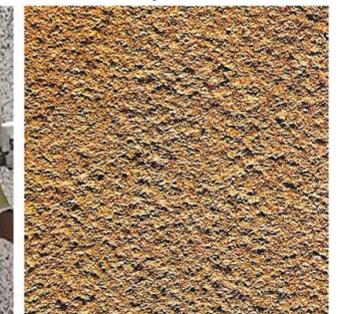
Proporciona al material un acabado bello y muy antideslizante.

El resultado de abujardar no siempre es el mismo, variando según la dureza del material, la herramienta usada o el número de pasadas.

Se consigue golpeando repetidamente, mediante una herramientas con puntas, la superficie a tratar.



Abujardado



Serrado,

Se aplica a granitos en bloque y algunas piedras de cantería, que se cortan en tableros mediante sierras y telares de flejes, que dejan una superficie plana, mate y áspera, con ondulaciones y pequeños surcos paralelos.

Bloques cortados mediante Telares de Fleje



Las piedras naturales y los suelos.

Tratamientos superficiales (Acabados)

Cortado,

Se aplica en las piedras de cantería, que se cortan mecánicamente con discos que dejan un acabado liso con un fino rayado- en surcos concéntricos.



Partido

Se aplica a rocas masivas, que se parten utilizando procedimientos similares a los de las rocas exfoliables con cuñas, cinceles, etc., aprovechando algún plano natural de debilidad de la roca, como las orientaciones minerales de los granitos. Se obtiene así un acabado natural muy rugoso, con marcadas protuberancias.



Lajado. Se aplica sólo en rocas exfoliables como las pizarras y ciertos tipos de piedras de cantería, cuarcitas y algunas areniscas. Para ello se emplean diversos instrumentos: cuñas, cinceles, etc. ,que permiten separar las placas o lajas por los planos naturales de estratificación, obteniéndose un acabado rugoso y levemente fibroso en las pizarras, y liso, con algún escalón en las cuarcitas y areniscas.

Con una barra de hierro desprendiendo las laminas de la piedra laja Volcánica



Las piedras naturales y los suelos.

Aplicaciones de las piedras naturales en Construcción

- La piedra se utiliza en construcción para diferentes aplicaciones (estructurales, cerramientos, acabados).
- Suele usarse en elementos vistos (interior y exterior).



• Aplicaciones

Obras de fábrica (**sillería, mampostería**).

Piezas complementarias (**balaustres, jambas, dinteles**).

Revestimientos de suelos y escaleras.

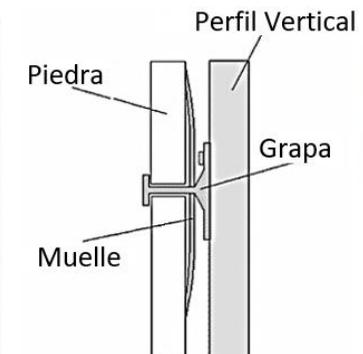
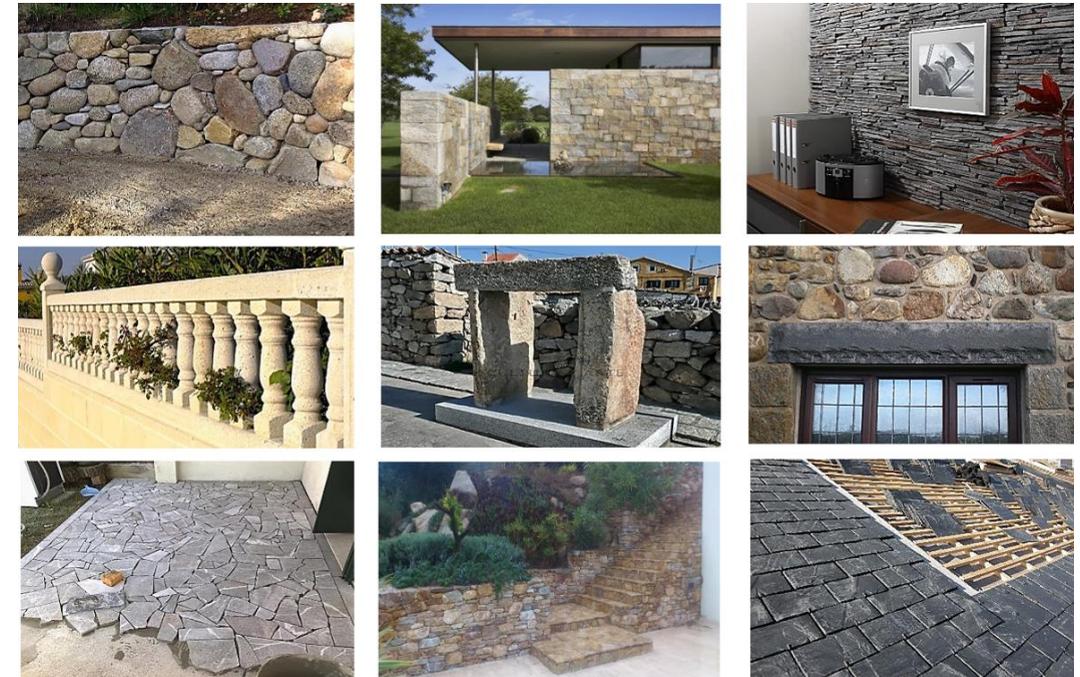
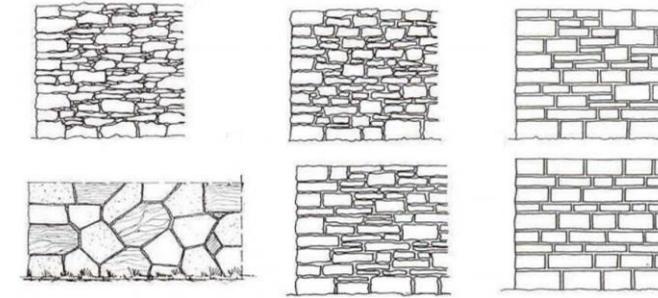
Revestimientos de paredes (Interior).

Aplacados y chapados (exterior).

Revestimiento exterior, no estructural a modo decorativo, de aislamiento o de protección

Cubiertas (pizarras)

Aplicaciones de las piedras naturales en Construcción



Las piedras naturales y los suelos.

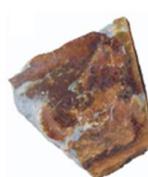
Productos de piedra natural

- La forma, dimensiones y acabados dependen de la aplicación y su situación (interior o exterior).

Tipos habituales (por aplicaciones):

Mampostería: Piezas irregulares, careadas, sillarejos y sillares.

Se llama **mampostería** al sistema tradicional de construcción que consiste en erigir muros y paramentos, para diversos fines, mediante la **colocación manual de los elementos o los materiales** que los componen.



Mampostería con piedras irregular



Mampostería Careada



Sillarejo: Sillar pequeño, labrado toscamente, que no atraviesa todo el grosor del muro



Sillar: Piedra labrada por varias de sus caras, generalmente en forma de paralelepípedo

Revestimientos: Placas y plaquetas.

Revestimiento: capa de algún tipo de material con la que se cubre una superficie



Revestimiento de piedra natural en placas



Revestimiento de plaquetas en piedra natural



Pavimentos: Baldosas, adoquines y bordillos.

Pavimento: capa lisa, dura y resistente de asfalto, cemento, madera, adoquines u otros materiales con que se recubre el suelo para que esté firme y llano.



Baldosa de piedra



Adoquines de piedra



Bordillo de piedra



Cubiertas: Placas y piezas conformadas.

Cubierta: Parte exterior de la techumbre de un edificio.



Tejado de laja de piedra



Mobiliario de baño realizada en piedra natural



Las piedras naturales y los suelos.

Normativa sobre piedras naturales para Construcción

La **piedra natural es un material esencialmente heterogéneo**, utilizarla respetando dicha heterogeneidad es la clave para tener éxito en su aplicación.

Es importante conocer las variedades de piedras que ofrece el mercado (Catálogos oficiales y de los productores).

La colaboración geólogos/arquitectos puede ser aquí muy necesaria.

Cada piedra tiene usos en función de sus características intrínsecas y utilizarlas atendiendo exclusivamente a su color o textura puede dar lugar a sorpresas desagradables.

Es fundamental conocer y entender la normativa existente para aplicarla en el proceso de selección y asegurarse que la calidad del material elegido cumple los requisitos establecidos en el pliego de condiciones de suministro.

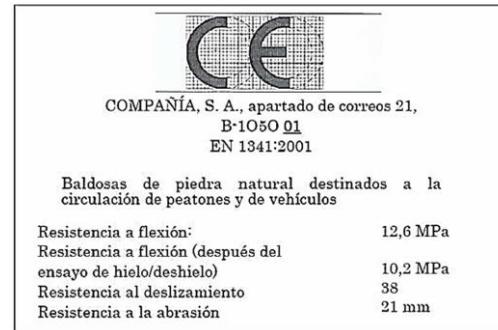
La puesta en obra es una parte fundamental del uso de la piedra en la arquitectura, conocer las técnicas y supervisar cada uno de sus procesos debe ser prioritario en cualquier trabajo que utiliza la piedra natural.

- Los productos de piedra para Construcción deben cumplir las normas generales derivadas de su aplicación concreta (Código Técnico ES):
- Productos con marcado CE: Baldosas, adoquines y bordillos exterior; Placas, plaquetas y baldosas interior; Pizarra y piedra para cubierta inclinada.

DB- SE- F. Resistencia y Estabilidad

DB- HE. Comportamiento térmico.

DB- HR. Comportamiento acústico.



Propiedades de las ROCAS ORNAMENTALES → Diferenciar unas de otras
→ Seleccionarlas para sus usos

- ✓ seguridad de su utilización en construcciones
- ✓ higiene y salud de los usuarios (ej.: incendios)
- ✓ protección contra el ruido
- ✓ ahorro de energía y aislamiento térmico, etc

Aplicación a la construcción -- Resistencia mecánica

NORMATIVA TECNICA DE LA PIEDRA NATURAL

| Especificaciones según usos |
|---------------------------------------|
| ✓ Normas Tecnológicas Españolas (NTE) |
| ✓ Normativa CEN |
| ✓ Normativa ISO |



| | Revestimientos | | Pavimentos | | Escaleras |
|--------------------------------|----------------|------|------------|------|-----------|
| | Int. | Ext. | Int. | Ext. | |
| Descripción petrográfica | | | | | |
| Análisis químico | | | | | |
| Peso específico aparente | | | | | |
| Absorción de agua | | | | | |
| Resistencia a compresión | | | | | |
| Resistencia a flexión | | | | | |
| Resistencia al choque | | | | | |
| Resistencia a las heladas | | | | | |
| Resistencia al desgaste | | | | | |
| Resist. a cambios térmicos | | | | | |
| Módulo de elasticidad | | | | | |
| Coefficiente de dilatación | | | | | |
| Microdureza Knoop | | | | | |
| Resistencia al SO ₂ | | | | | |
| Resistencia al anclaje | | | | | |
| Contenido en carbonatos | | | | | |

muy importante
importante
poco importante

Objetivo: conocer el comportamiento de la roca ornamental para darle la aplicación más adecuada: Normas UNE 1985, Normas CEN en realización.

Absorción de agua (%): a mayor absorción mayor susceptibilidad a la degradación. Bajo 0,1-1% (granitos, mármoles). Medio 1-2% (pizarras, calizas). Alto >2% (travertinos, areniscas).

Peso específico: a mayor densidad mejor comportamiento mecánico pero más carga sobre anclajes, mayores problemas de transporte y colocación. Areniscas 2,0, granitos 2,6, mármoles 2,7, pizarras 2,8.

Resistencia al desgaste por rozamiento: a mayor resistencia mejor comportamiento para pavimentos. Bajo 0-2,5mm (granitos), medio 2,5-8 mm (calizas, cuarcitas, pizarras), alto > 8mm (areniscas, calizas, serpentinitas) 17.

Resistencia a las heladas (pérdida de peso %): Valores altos pueden impedir su uso en exteriores. Bajo 0-0,5%, Medio 0,5-1%, alto >1%. Utilidad cuestionada con las normas actuales de bajo nº de ciclos de hielo/deshielo.

Resistencia a la compresión: importante en caso de someter a la piedra a cargas elevadas. Alto 800-1500 Kg/cm² (granitos, mármoles), medio 400-800 kg/cm², bajo <400 kg/cm².

Choque térmico: predice el comportamiento ante los agentes atmosféricos. Si hay cambio de color u oxidaciones puede impedir su uso en exteriores.

Resistencia a los ácidos (pizarras) (pérdida de peso %): predice comportamiento frente ambientes agresivos. Bajo 0-1%. Medio 1-2% Alto >2%

Resistencia al SO₂ (pizarras) (pérdida de peso %): para ambientes urbanos contaminados. Bajo 0-1%. Medio 1-2% Alto >2% 18

dióxido de azufre (SO₂), está relacionado con el daño a la vegetación, deterioro de los suelos, materiales de construcción, monumentos históricos en piedra -es lo que se conoce como el mal de la piedra y cursos de agua.

Resistencia al anclaje: Valor de carga de rotura de una placa de roca en los agujeros de anclaje. Condiciona el espesor mínimo que ha de tener y por tanto el peso de los elementos de fachada. Bajo < 100 Kg/cm², medio 100-250 kg/cm², alto >250 kg/cm².

Resistencia a la flexión: Importante en cubiertas, dinteles, peldaños de escalera, revestimientos exteriores altos (viento). Bajo <100 kg/cm² (areniscas, calcarenitas), medio 100-200 kg/cm² (granitos, calizas), alto >200 kg/cm² (pizarras).

Módulo elástico: relación entre carga aplicada y deformación elástica. Importante en mampostería o sillería. Bajo <150 kg/cm², medio 150-450 Kg/cm², alto >450 Kg/cm².

Microdureza Knoop: Resistencia puntual. Poco útil en rocas heterogéneas. Bajo <1000 Mpa, medio 1000-2500 Mpa, alto >2500 Mpa. El método Knoop se emplea sólo en laboratorio, para medir la dureza de láminas muy delgadas. Se usa para durezas normales, superficiales y micro durezas.

Resistencia al impacto: relativamente importante en rocas utilizadas en solados, encimeras, etc. Bajo <25 cm, medio 25-150 cm, alto >150 cm 19.

Las piedras naturales y los suelos.

Tipos de suelos

El suelo es la parte superficial de la corteza terrestre, biológicamente activa, que proviene de la desintegración o alteración física y química de las rocas y de los residuos de las actividades de seres vivos que se asientan sobre ella.

- Los suelos son agregados no consolidados.
- Se distinguen dos tipos:

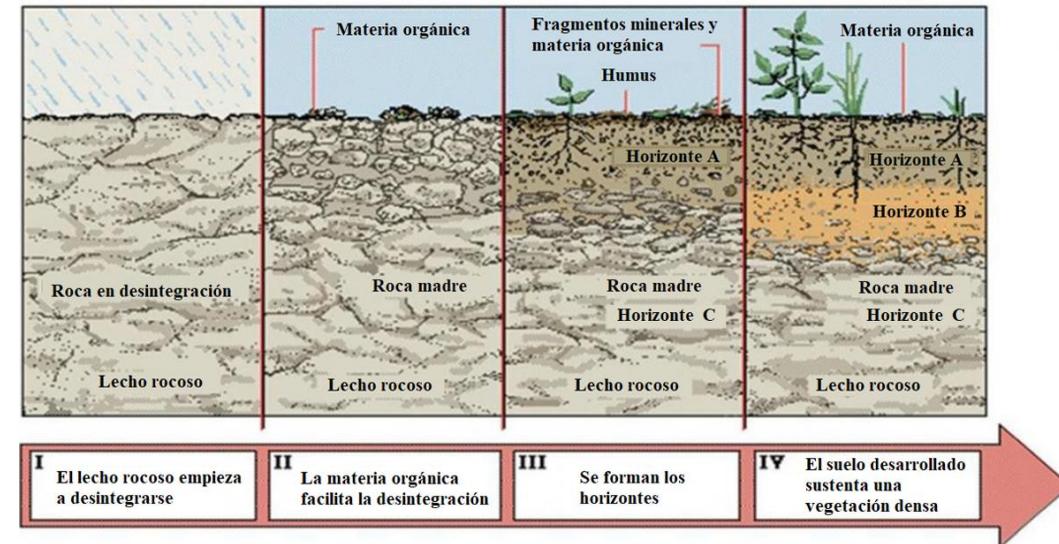
Coherentes: mezclas de arcillas y arenas.

- Las arcillas se utilizan como material de construcción en forma de tapial y adobe y para la fabricación de materiales y productos cerámicos.

Incoherentes: Granulares (arenas y gravas).

- Los suelos granulares se emplean como componente de materiales compuestos (normalmente conglomerados), como relleno, estratos filtrantes, drenajes y para fabricar vidrio (sílice).

Formación del Suelo



Las piedras naturales y los suelos.

Arquitectura con tierra

- El material principal son las arcillas (minerales laminares de partículas muy pequeñas).
- Tienen un comportamiento plástico al mezclarlas con agua. Muestran una gran adherencia.



- Aplicaciones:

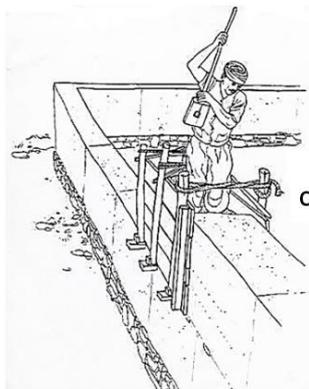
Tapial: masa de tierra y paja, en encofrado

Adobe: bloques de tierra y paja, dejados secar al sol

Bloque compactado: piezas de tierra, arena y agua, prensados .



- Las soluciones actuales usan componentes para mejorar su comportamiento (cal, yeso, cemento, resinas, etc.).



Arquitectura con tierra (tapial)



Arquitectura con tierra (adobe y bloque)



Construcción con adobe



Las piedras naturales y los suelos.

Los áridos naturales

- Son materiales disgregados que se utilizan como componentes de materiales compuestos conglomerados (**morteros y hormigones**) o aglomerados.
- Son el componente mayoritario (entre el 40 y el 80 %).
- Constan de partículas incoherentes de diferentes tamaños.

- Se suelen clasificar:
Por tamaño

Granulometría

| Partícula ↕ | Tamaño ↕ |
|-------------|------------------|
| Arcillas | < 0,0039 mm |
| Limos | 0,0039-0,0625 mm |
| Arenas | 0,0625-2 mm |
| Gravas | 2-64 mm |
| Cantos | 64-256 mm |
| Bloques | >256 mm |



Zahorras

Mezcla de Árido grueso de distintos diámetros que se coloca sobre un terreno como relleno y nivelación.

gravas

En geología y en construcción se denomina grava a las rocas de tamaño comprendido entre 2 y 64 mm.



arenas

La **arena** es un conjunto de fragmentos sueltos de rocas o minerales de pequeño tamaño. En geología se denomina arena al material compuesto de partículas cuyo tamaño varía entre 0,063 y 2 milímetros.



finos.

Son los de un diámetro inferior a 5 mm.

Cuando las arenas son muy finas, de tamaño inferior a 0,08 mm, reciben el nombre de **limos**.

El **limo** es un sedimento transportado en suspensión por los ríos y por el viento, que se deposita en el lecho de los cursos de agua o sobre los terrenos que han sido inundados.

Para que se clasifique como tal, el diámetro de las partículas de **limo** varía de 0,0039 mm a 0,0625 mm.



Por forma:

rodados o angulosos (machaqueo de rocas).

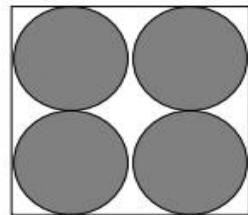


Las piedras naturales y los suelos.

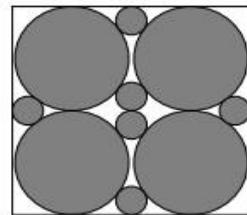
Compacidad de un árido

Capacidad de obtener la máxima densidad que los materiales empleados permiten (% de huecos).

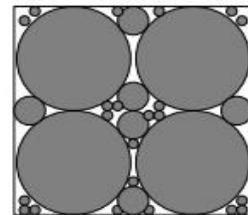
- Representa la proporción de volumen de partículas sólidas respecto al volumen que ocupa el árido (**Vap**= volumen aparente de un árido).
- Aumenta mezclando diferentes tamaños de grano: (Los pequeños rellenan los huecos de los grandes).



Monogranular



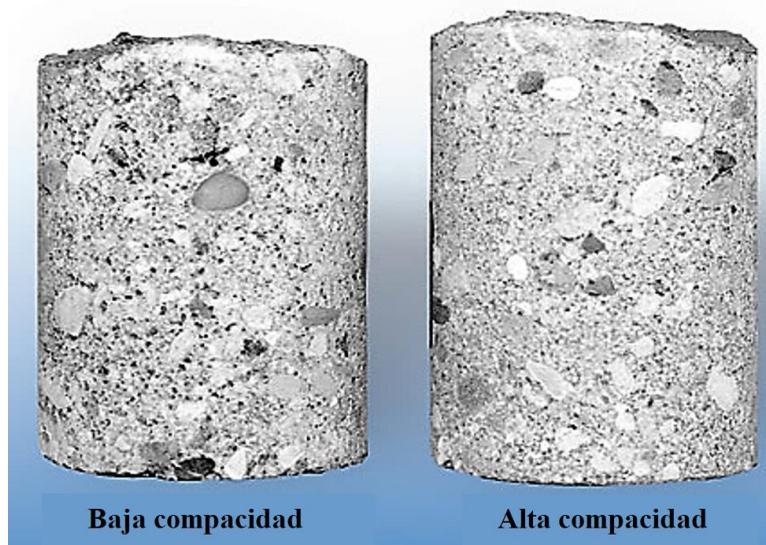
2 tamaños de grano



3 tamaños de grano

| Dimensión mínima de la sección del elemento cm | Tipo de elemento y tamaño máximo del árido en mm | | | |
|--|--|-----------------|-------------------|-------------------------|
| | Vigas, pilares y muros armados | Muros sin armar | Losas muy armadas | losa armada o sin armar |
| De 5 a 10 | De 10 a 20 | 20 | De 15 a 25 | De 20 a 40 |
| De 15 a 30 | De 20 a 40 | 40 | 40 | De 40 a 80 |
| De 40 a 80 | De 40 a 80 | 80 | De 40 a 80 | 80 |
| Más de 80 | De 40 a 80 | 160 | De 40 a 80 | De 80 a 160 |

- Cuanto mayor sea su compacidad, menor será el volumen de huecos y poros que deja el árido y, por tanto, será menor la cantidad de pasta de cemento necesaria para rellenarlos.
- Esto se traduce en una mayor resistencia debido a que estos puntos suelen ser la fuente de la mayoría de las grietas.



Baja compacidad

Alta compacidad

Las piedras naturales y los suelos.

Áridos: aplicaciones en Construcción

- **Materiales conglomerados:** Morteros, Hormigones y Piedra Artificial.

Conglomerado: Material constituido por fragmentos o polvo de una o varias sustancias (arena, arcilla, madera, etc.) prensadas y endurecidas con un aglutinante, como cemento o cal.



- **Materiales aglomerados:** Pavimentos bituminosos, capas de rodadura, piedra artificial.

Aglomerado: Unir fragmentos o partículas de una o varias sustancias con un aglomerante y dar tal cohesión al conjunto que resulte una masa compacta.



- **Rellenos:** Capas de nivelación, drenajes.



- **Pavimentos:** Bases y suelos compactados.



- **Protecciones:** Impermeabilizaciones bituminosas autoprotegidas.

Láminas Asfálticas autoprotegidas

A diferencia de la lámina asfáltica convencional, la lámina asfáltica se utiliza para impermeabilizar cubiertas que van a ser transitadas y cuya lámina va a quedar sin protección. Tienen un acabado granuloso que puede ser de distintos colores



Las piedras naturales y los suelos.

Áridos: Normativa y designación

- Desde 2004, los áridos deben obtener el marcado CE para su utilización en Construcción.
- Los áridos se designan en función de su naturaleza (composición), forma y tamaño máximo y mínimo.

- **Normativa** (en función de su aplicación):

Arenas en morteros de albañilería CTE DB-SE-F

Áridos para hormigones EHE-99

Documento Básico de Seguridad Estructural.
Fábrica (DB SE-F) del Código Técnico de la Edificación (CTE)

DB SE-F. Clases generales de exposición

| Clase y designación | No agresiva | Tipo de proceso | Descripción | Ejemplos |
|-----------------------------|------------------|-----------------|--|---|
| Interior | No agresiva | I | Ninguno | Interiores de edificios no sometidos a condensaciones |
| Exterior | Humedad Media | II a | Carbonatación del conglomerante. Principio de sabulización de los ladrillos y expansión de núcleos de cal. | Exteriores sometidos a la acción del agua en zonas con precipitación media anual inferior a 600 mm. |
| | Humedad Alta | II b | Carbonatación rápida del conglomerante. Sabulización de los ladrillos y expansión de los núcleos de cal. | Exteriores no protegidos de la lluvia. Sótanos no ventilados. Cimentaciones. |
| Medio Marino | Marino Aéreo | III a | Corrosión de las armaduras por cloruros. Sabulización de los ladrillos y expansión de los núcleos de cal. | Proximidad al mar por encima del nivel de pleamar. Zonas costeras. |
| | Marino Sumergido | III b | Corrosión de las armaduras por cloruros. Sulfatación y destrucción por expansividad del conglomerante y de los derivados del cemento. Sabulización de los ladrillos y expansión de los núcleos de cal. | Por debajo del nivel mínimo de bajamar permanentemente. Terrenos ricos en sulfatos. |
| | Marino alternado | III c | Corrosión rápida de las armaduras por cloruros. Sulfatación y destrucción por expansividad del conglomerante y de los derivados del cemento. | Zonas marinas situadas en el recorrido de carrera de mareas. |
| Otros cloruros (no marinos) | | IV | Idem que III c. Sulfatación y carbonatación. | Agua con un contenido elevado de cloro. Exposición a sales procedentes del deshielo. |

Ejemplo de Marcado CE para un árido

| | | | |
|---|------------------------------------|--|--|
| | | → | Marcado CE, consistente en el logotipo "CE" |
| 01234 | | → | Número identificativo del organismo notificado |
| Áridos La Roca Calle de la cantera, 7 45646 – San Román de los Montes (Toledo) España | | → | Nombre y dirección social del fabricante o marca identificativa |
| 04 | | → | Últimas dos cifras del año en que se fijó el marcado CE por primera vez ²⁾ |
| 00001-CPR-2013/07/01 | | → | Número de referencia de la Declaración de Prestaciones |
| EN 12620: 2002 / A1: 2008 | | → | Número de la norma armonizada de aplicación, como está referenciada en el DOUE (con fecha) |
| 7800707 Producto AG – T – 16/31,5 – C | | → | Código de identificación único del producto tipo |
| Áridos para hormigón | | → | Uso al que está destinado el producto como se refleja en la Norma Europea armonizada aplicada |
| Forma de las partículas | Categoría | (p. e., F ₁₀) | Lista de las características esenciales y el nivel a clase de prestación declarada de cada una (No se incluirán las características para las que se declare NPD) |
| Tamaño de las partículas | Denominación | (p. e., 16/31,5) | |
| Densidad de partículas | Valor declarado | (p. e., 2,1Mg/m ³) | |
| Limpieza | Categoría | (p. e., f ₁) | |
| Contenido en finos | Categoría | (p. e., MB _{3,5} , p. e., SE ₁₀) | |
| Contenido en conchas | Categoría | (p. e., SC ₁₀) | |
| Resistencia a la fragmentación y machaqueo | Categoría | (p. e., LA ₁₂) | |
| Resistencia al pulimento | Categoría | (p. e., PS ₁₀) | |
| Resistencia a la abrasión | Categoría | (p. e., AA ₁₀ , p. e., A ₁₀) | |
| Resistencia al desgaste | Categoría | (p. e., M ₁₀₀) | |
| Composición / contenido: | | | |
| Composición del árido grueso | Categorías | (p. e., R _{co} , XRG _{0,5} , RCU ₂₀ , R ₂₀ , FL _{2,2}) | |
| Reciclado | Valor declarado | (p. e., 0,05% CI) | |
| Cloruros | Categoría | (p. e., AS _{2,2}) | |
| Sulfatos solubles en ácido | Categoría | (p. e., S ₁) | |
| Azufre total | Categoría | (p. e., SS _{2,2}) | |
| Contenido en sulfatos solubles en agua del árido reciclado | Cumple / no cumple el valor umbral | (Tiempo de fraguado en minutos y resistencia ala compresión 5 %) | |
| Componentes que alteran la velocidad de fraguado y endurecimiento del hormigón | Categoría | (p. e., A ₂₂) | |
| Influencia de los áridos reciclados en el tiempo de fraguado inicial y en la resistencia del hormigón | Categoría | (p. e., 0,01% CO ₂) | |
| Contenido en carbonatos | Valor declarado | (p. e., 0,01% CO ₂) | |

ESPECIFICACIONES EHE 99. La naturaleza de los áridos y su preparación serán tales que permitan garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón, así como las restantes características que se exijan a éste en el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares del Proyecto. Pueden emplearse arenas y gravas existentes en yacimientos naturales, rocas machacadas o escorias siderúrgicas apropiadas, así como otros productos cuyo empleo se encuentre sancionado por la práctica o resulte aconsejable como consecuencia de estudios realizados en laboratorio. Cuando no se tengan antecedentes sobre la naturaleza de los áridos disponibles, o se vayan a emplear para otras aplicaciones distintas de las ya sancionadas por la práctica, se realizarán ensayos de identificación mediante análisis mineralógicos, petrográficos, físicos o químicos, según convenga a cada caso. En el caso de utilizar escorias siderúrgicas como árido, se comprobará previamente que son estables, es decir, que no contienen silicatos inestables ni compuestos ferrosos. Se prohíbe el empleo de áridos que contengan sulfuros oxidables. Se entiende por "arena" o "árido fino", el árido o fracción del mismo que pasa por un tamiz de 5mm de luz de malla (tamiz 5 UNE 7.050); por "grava" o "árido grueso", el que resulta retenido por dicho tamiz, y por "árido total" (o simplemente "árido" cuando no hay lugar a confusiones), aquél que, de por sí o por mezcla, posee las proporciones de arena y grava adecuadas para fabricar el hormigón necesario en el caso particular que se considere. Los áridos deberán llegar a obra manteniendo las características granulométricas de cada una de sus fracciones.

- Además de los **áridos naturales**, existen **áridos artificiales y reciclados**.

| | | | | | |
|--------------|---------------------|--------------------|--|---|--|
| | | | | | |
| | | | ÁRIDOS NATURALES | ÁRIDOS REICLADOS | ÁRIDOS SECUNDARIOS (ARTIFICIALES) |
| | | | <ul style="list-style-type: none"> • Procedentes de la corteza terrestre. • Suponen el 99 % del consumo. | <ul style="list-style-type: none"> • Procedentes del tratamiento de residuos de construcción y demolición. • Actualmente representan menos del 1 %. | <ul style="list-style-type: none"> • Procedentes de escorias de otras industrias generadas en procesos térmicos. • Actualmente su uso es escaso. |
| ROCAS ÍGNEAS | ROCAS SEDIMENTARIAS | ROCAS METAMÓRFICAS | | | |

Bibliografía de consulta recomendada.**Tema 5. Las piedras naturales y los suelos.**

Hugues, Theodor; Steiger, Ludwig; Weber, Johann.; **La Piedra Natural**. Tipos de piedra, detalles y ejemplos. Ed. Gustavo Gili,2008.

- Fernández Madrid, J.; Manual del granito para arquitectos, Asociación gallega de graniteros, 1996.
- García de los Ríos, J. I., Báez, J. M.; La piedra en Castilla y León, Junta de Castilla y León, 1994.
- Olarte, J. L. y Guzmán , E.; Manual de edificación con tierra armada: Diseño, cálculo y construcción con el sistema CET, D. G. Arquitectura CM, 1993.

webgrafía

[https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_profesores/prof142013/docencia/Tema%205%20Materiales%20GARQ%20\(2018-19\).pdf](https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_profesores/prof142013/docencia/Tema%205%20Materiales%20GARQ%20(2018-19).pdf)
https://portal.uah.es/portal/page/portal/GP_EPD/PG-MA-ASIG/PG-ASIG-32912/TAB42351/Tema%206%20Materiales%20ETSA.pdf
<http://slideplayer.es/slide/11174620/>
ftp://ftp.fao.org/fi/cdrom/fao_training/fao_training/general/x6706s/x6706s01.htm
<https://es.slideshare.net/juankucc/los-silicatos>
<https://es.slideshare.net/nestorrafael77/rocas-origen-y-propiedades>
<http://www.iluminet.com/modulos-fotovoltaicos-1-fotoceldas/>
<https://sites.google.com/site/materialespormiguelmurciego/gahgag>
https://www.geocaching.com/geocache/GC6XBVG_feldespatos-en-el-granito-del-anfiteatro?guid=18b4e088-c73f-47c5-86ad-e465fe088313
<http://www.piedranatural.com/piedra-arenisca/>
<https://es.wikipedia.org/wiki/Caliza>
<https://www.definicionabc.com/medio-ambiente/precipitacion.php>
<http://bibliotecadehumedas.blogspot.com/2014/01/>
<http://post.geoxnet.com/blog/alabastro-piedra-de-huamanga/>
[https://es.wikipedia.org/wiki/Pizarra_\(roca\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Pizarra_(roca))
<https://es.wikipedia.org/wiki/Canter%C3%ADa>
<https://www.youtube.com/watch?v=GAcf5eyfno4>
<http://rocanatural.es/informacion-tecnica/acabados-superficiales>
<http://vilssa.com/distintos-acabados-de-la-piedra-natural#>
<https://es.slideshare.net/jefriv/mamposteria>
<https://es.slideshare.net/guestd48bfa/normativa-tecnica-de-la-piedra-natural>
<https://es.slideshare.net/vlady71/ensayo-de-dureza>
<http://www.monografias.com/trabajos105/suelos-y-sus-tipos/suelos-y-sus-tipos.shtml>
<https://sites.google.com/site/cemyhor/-que-es-el-hormigon/los-aridos-y-su-influencia-en-el-concreto>
<http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Tema3.Hormigon.COMPONENTES.HormigonFresco.pdf>
http://www.artea-udala.org/eu-ES/Udala/Kontratatzaila-profila/Arteako%20ekipamendu%20sozio%20kulturala%20zierrea/plan_control_calidad.pdf

Imágenes

<https://www.google.com>
https://www.google.com/search?q=Las+Piedras+Naturales+y+los+Suelos&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjkmGs_53hAhXFUt8KHVBiC8oQ_AUIDigB&biw=1680&bih=907

PROHIBIDA LA VENTA
DONADO PARA FINES EDUCACIONALES

TEMA 6. **Materiales cerámicos y vidrios**

Parte I: Cerámicos. Estructura y propiedades de las cerámicas. Procesos de fabricación. Productos cerámicos: normativa, designación y aplicaciones.

Parte II: Vidrios. Microestructura y propiedades del vidrio. Fabricación. Productos de vidrio, designación y sus aplicaciones.

TEMA 6. **Materiales cerámicos y vidrios**

Parte I: Estructura y propiedades de las cerámicas. Procesos de fabricación. Productos de cerámica, normativa, designación y sus aplicaciones.

Objetivos Discentes del Tema 6 **Parte I:**

- Conocer la estructura y propiedades de los materiales cerámicos, los productos de construcción, normativa, designación y aplicaciones.

Materiales cerámicos

La Cerámica

Arte o técnica de fabricar objetos de barro, loza y porcelana de todas las clases y calidades.

Su uso inicial fue la fabricación de recipientes empleados para contener alimentos o bebidas. Más adelante se utilizó para modelar figurillas de posible carácter simbólico, mágico, religioso o funerario. También se empleó como material de construcción en forma de ladrillo, teja, baldosa o azulejo, conformando muros o revistiendo paramentos.



A partir del siglo XIX se aplicó a la industria como aislante eléctrico y térmico en hornos, en motores y en blindajes.

La moderna cerámica se aplica a las industrias de silicatos (grupo de minerales de mayor abundancia, pues constituyen más del 95 % de la corteza terrestre) y como complemento en tecnologías de construcción asociada al cemento.

También es la base de las técnicas de esmaltes sobre metal.

Las propiedades únicas de los silicatos incluyen la capacidad para conducir la electricidad, producir una vibración de alta frecuencia y proporcionar aislamiento térmico.

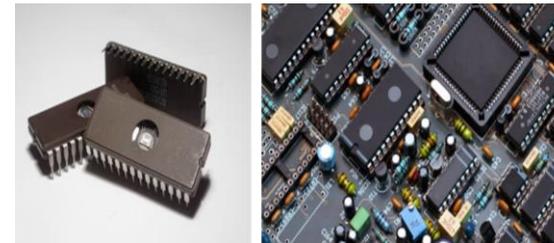
El silicio es el componente central de los silicatos. Es un cristal muy duro que se puede cortar en tamaños minúsculos y que conduce la electricidad.

Es debido a estas características que el silicio es el material perfecto para hacer microchips, que ejecutan cada dispositivo de computadora, teléfono celular y juego.



Esmalte y esmaltado: como técnica del esmalte vidriado o esmalte porcelánico en arte, cerámica y otras artesanías, es el resultado de la fusión de cristal en polvo con un sustrato a través de un proceso de calentamiento, normalmente entre 750 y 850 °C; El polvo se funde y crece endureciéndose formando una cobertura suave y vidriada muy duradera en el metal, el vidrio o la cerámica.

- **La cerámica:** Familia de materiales y productos de naturaleza inorgánica, no metálica, tratados a temperaturas elevadas.



- Tienen muchas aplicaciones en ingeniería (chips, aeroespacial, medicina, etc.).

- En construcción, se usan cerámicas procedentes de mezcla de arcillas y agua, cocida a alta temperatura (sinterizadas).

- La mezcla húmeda presenta un comportamiento plástico que permite el moldeo de los productos.

La sinterización es un proceso de fabricación de piezas sólidas moldeadas, consiste en compactar a alta presión varios polvos metálicos y / o cerámicas mezcladas y, una vez compactadas, realizar un tratamiento térmico, obteniéndose una pieza consolidada y compacta.



- La cocción produce un material estable, frágil, duro y resistente a compresión y a la abrasión.



Materiales cerámicos

Materia prima

Las Arcillas

La arcilla es una roca sedimentaria descompuesta, constituida por agregados de silicatos de aluminio hidratados, procedentes de la descomposición de rocas que contienen feldespato, como el granito.



- Presenta diversas coloraciones según las impurezas que contiene, desde el rojo anaranjado hasta el blanco cuando es pura.
- Los minerales principales son: caolín, montmorillonita e illita. La presencia de óxidos modifica el color.

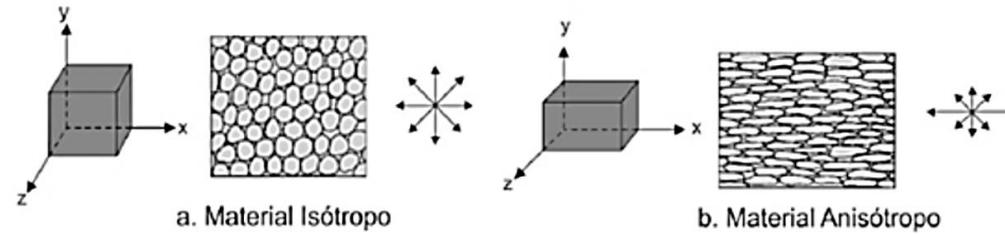


Propiedades:

Plasticidad (viscosidad): es la capacidad de deformarse ante un esfuerzo mecánico conservando la deformación al retirarse la carga.

Capacidad aglutinante: Son productos capaces de conferir cohesión y plasticidad a una mezcla en determinadas proporciones con agua y arena.

Anisotropía: (microscópica). Algo *anisótropo* podrá presentar diferentes características según la dirección en que son examinadas.



Representación gráfica de los materiales isótropos (a) y anisótropos (b). En el primer caso (a), las propiedades físicas del medio son las mismas independientemente de la dirección. Para el segundo caso (b), las propiedades físicas del medio cambian de acuerdo con la dirección analizada.

Retracción: Las arcillas no son impermeables, se contraen al secarse o perder el agua, condición conocida como retracción lineal.

Resistencia mecánica en seco: es la capacidad de los cuerpos para resistir las fuerzas aplicadas sin romperse.



La arcilla y derivados

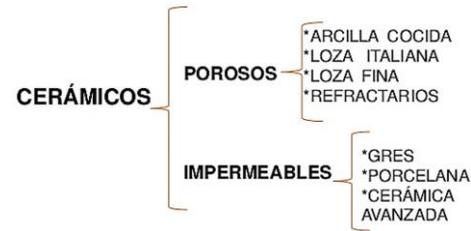
La arcilla es una roca sedimentaria.
Composición: Silicatos de aluminio hidratado que forman laminillas cristalinas microscópicas.
Características: Son químicamente inertes; embebidas en agua, son plásticas; al eliminar el agua se vuelven duras y frágiles; resisten altas temperaturas y presentan una porosidad muy baja.



Materiales cerámicos

Tipos de Cerámica

• Hay dos clases : **porosas** y **compactas** (vitrificadas).



Cerámicos porosos: poseen arcilla de grano grueso, ásperos, permeables y absorben la humedad (ladrillos, tejas, etc.).
La porosidad depende de: la temperatura de cocción, la presión de moldeo y la granulometría de la mezcla base.



Cerámicos compactos: poseen **estructura microcristalina** (tamaño de los granos de los cristales componentes) **impermeables**, suaves y no absorben humedad. (lozas finas, porcelanas).



• Dependiendo de la temperatura de cocción se obtienen distintos tipos de cerámicas con diferente absorción:

| Tipos | Absorción | Temperatura de cocción |
|---------------|----------------|-------------------------------|
| Porcelana | 0 % | > 1200 ° C (vitrificación) |
| Gres Cerámico | 0,50 % a 3,00% | 1050-1200 ° C (gresificación) |
| Semi-Gres | 3,00% a 6,00% | 1050-1200 ° C (gresificación) |
| Loza Porosa | > 6,0% | 890-1050 ° C (sinterización) |

| Tipo | Características/ aplicaciones |
|----------------|---|
| Arcilla cocida | Su color es rojizo, debido al óxido de hierro de las arcillas utilizadas. |
| | La temperatura de cocción es de unos 800* C |
| Loza italiana | A veces, la pieza o parte de ella se recubre con un esmalte de color blanco (óxido de estaño), que se denomina leca estannífera |
| | Se fabrica de arcilla amarillo-rojiza, mezclada con arena. Puede estar recubierta con banda transparente. La temperatura de cocción ronda los 1000* C Se utiliza para fabricar vajilla barata, adornos, tiestos, etcétera. |
| Loza inglesa | Se fabrica de arcilla a la cual se le ha eliminado el óxido de hierro y se le ha añadido sílex, yeso, feldespato y caolín, para mejorar la blancura de la pasta. La cocción se hace en dos fases: -Se cuece a unos 1100 * C. Luego se saca del horno y se recubre con esmalte. -Después se introduce de nuevo en el horno a la misma temperatura. Se usa para vajilla y objetos de decoración. |
| | Se fabrica a partir de arcillas mezcladas con óxidos de aluminio, torio, berilio, circonio, etcétera. La cocción se hace a unos 1300* C, seguido de enfriamientos muy lentos para evitar agrietamientos. Las aplicaciones más usuales son: 1-Ladrillos refractados que deben soportar altas temperaturas en el interior de hornos. 2-Electrocerámicas para la fabricación de piezas y motores de automóviles y aviación (se hallan en plan experimental). |

| Tipo | Características/aplicaciones |
|---------------------|---|
| Gres cerámico común | Se obtiene de la arcilla ordinaria, a la que se somete a temperatura de unos 1300 * C. |
| | Se utiliza muchísimo en pavimentos y paredes. |
| Gres cerámico fino | Se obtiene a partir de arcillas mezcladas con óxidos metálicos y fundente (feldespato, para bajar el punto de fusión). |
| | Se introduce en un horno a unos 1300* C. Luego se le echa sal marina por encima, que reacciona con la arcilla, formando una capa delgada de silicoaluminato alcalino vitrificado, que le confiere el vidriado característico. Se emplea para vajillas, azulejos, etcétera. |
| Porcelana | Se fabrica a partir de la arcilla muy pura (caolín) mezclada con feldespato (fundente que baja el punto de fusión) y un desengrasante (cuarzo o sílex). Se hace en dos fases: 1-Se cuece a unos 1000* C. Luego se saca y se le aplica un esmalte. 2-Se introducen de nuevo en el horno a una temperatura de unos 1400* C. |
| | Se utiliza en esculturas de lujo, tazas de café, vajillas, etcétera. |
| Cerámica avanzada | Son materiales que combinan las características y las ventajas de la cerámica tradicional, por ejemplo, inercia química, capacidad a alta temperatura, y dureza, con la capacidad de soportar una tensión mecánica significativa. Están formados por compuestos inorgánicos y no metálicos, además, a menudo son mezclas de varios componentes y/o materiales de fase múltiple que tienen estructuras cristalinas complejas. Se utiliza en autos, electrónica, medicina, ingeniería mecánica. |

Materiales cerámicos

Características de las Cerámicas

- Dependen de la composición y temperatura de cocción.

La razón de ser de la cerámica, así como su importancia económica, se basan en el hecho de que la **cocción** de las pastas previamente moldeadas **provoca una modificación fundamental en sus propiedades**, dando lugar a un material duro de consistencia pétreo e inalterabilidad de forma, elevándose su dureza y resistencia mecánica, resistente al agua y a los productos químicos y que posee, además, características excelentes y muy diversificadas.

Las características requeridas dependen de la aplicación

Absorción de agua: Depende de la porosidad. Condiciona la resistencia, la densidad y la helacidad.

Resistencia a compresión: ladrillos y bloques.



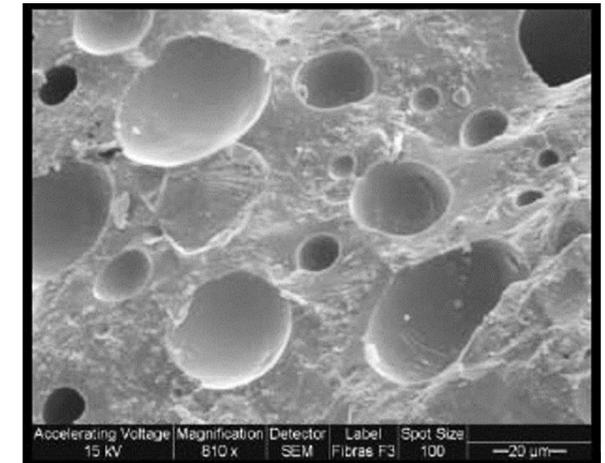
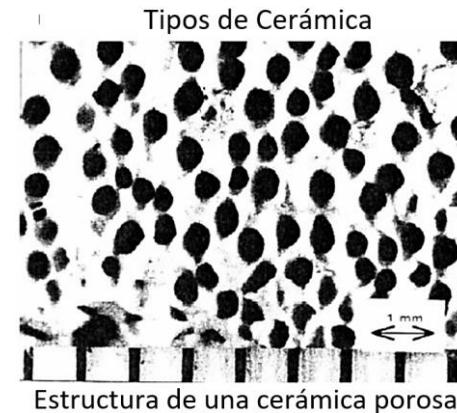
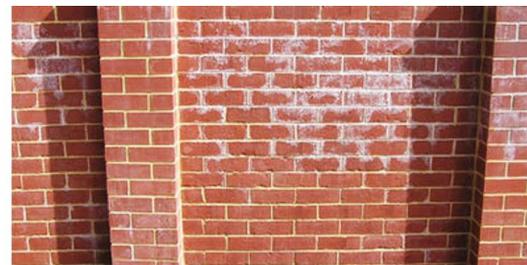
Resistencia a flexión: Pavimentos y revestimientos.

Desgaste: Pavimentos (Índice PEI)

PEI (Instituto de Esmalte para Porcelana.), es el índice que mide la resistencia al desgaste (abrasión), provocado por el tránsito de personas u objetos en un objeto esmaltado.

Dilatación térmica: Obras de fabrica y revestimientos.

Resistencia a ataques químico: Pavimentos.



Fotografía con magnificación de 810X. Muestra un corte correspondiente al cuerpo cerámico expuesto, se pueden detectar los poros propios del cerámico.



Materiales cerámicos

Fabricación de productos cerámicos

- Consta de varias fases:

Preparación de la mezcla base: Homogeneización mediante molienda, mezclado y reposo (10-15 días).

Conformación: $\left\{ \begin{array}{l} \text{Vía húmeda (extrusionado y moldeado)} \\ \text{Vía seca y semiseca (prensado)} \end{array} \right.$

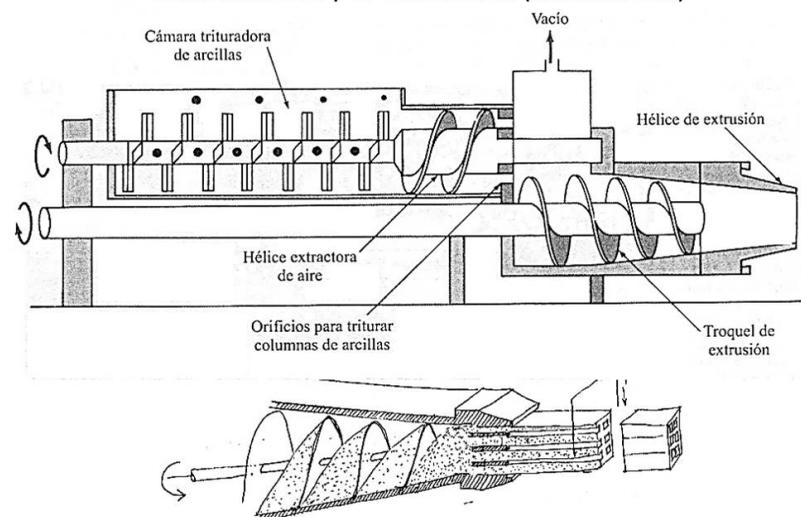
Secado: Aumento de resistencia

Cocción: Sinterización, gresificación y vitrificación.

Esmaltado (opcional): Capa superficial vitrificada.
(Monococción o bicocción)

Enfriamiento: Lento hasta 500 °C; rápido hasta 50 °C.

Conformación por extrusión (vía húmeda)



Problemas del proceso de cocción



- (1) probeta seca (sin cocer);
- (2) 850°C;
- (3) 950°C;
- (4) 1050°C;
- (5) a 1150°C.

Desconchados por caliche
(impurezas de carbonatos)

Materiales cerámicos

Productos cerámicos para Construcción

• Productos cerámicos para albañilería:

Ladrillos cerámicos



Bloques cerámicos

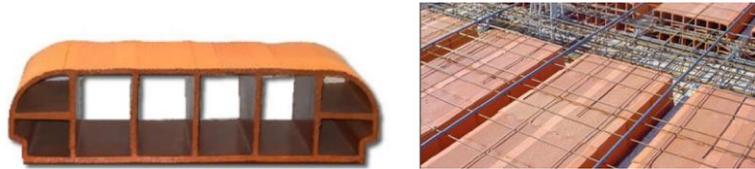


Ladrillos huecos de gran formato



• Otras aplicaciones:

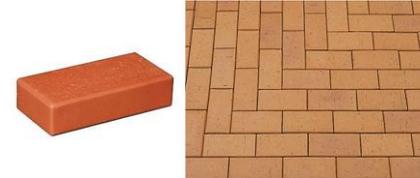
Bovedillas cerámicas (forjados)



Losetas



adoquines cerámicos (pavimentos)



Baldosas cerámicas



placas



azulejos (revestimientos)



Paneles cerámicos (tableros de cubierta y cerramientos)



Tejas cerámicas (cubierta)



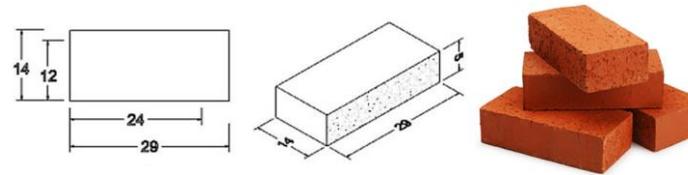
Otros productos cerámicos (loza sanitaria, tuberías, conductos...)



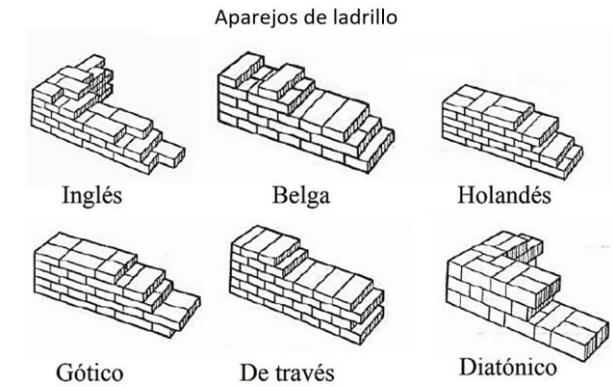
Materiales cerámicos

El ladrillo

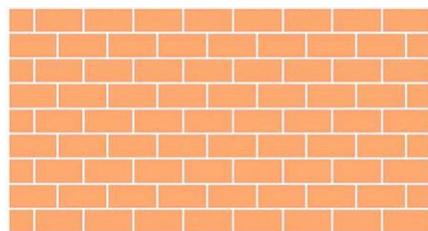
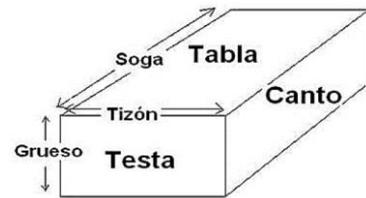
- **Ladrillo:** Pieza de cerámica, generalmente ortoédrica, usada en construcción, de dimensión ≤ 29 cm.



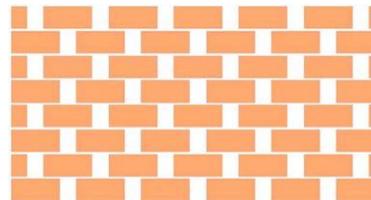
- **Fábrica:** Organización estable de ladrillos trabados tras un proceso aditivo de construcción con mortero, normalmente manual.



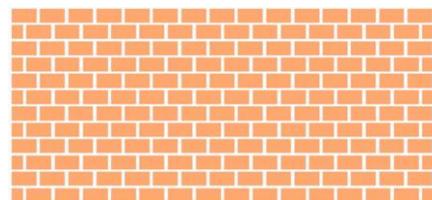
- **Aparejo:** Es la ley de traba. Rige la disposición en que deben colocarse los ladrillos de una obra de fábrica.



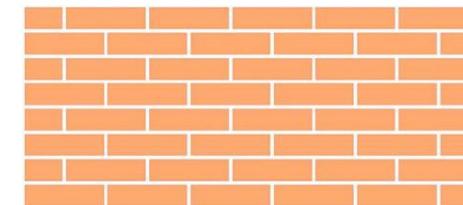
Aparejo en panderete
Es empleado para la ejecución de tabiques, su espesor es del grueso de la pieza y no está preparado para absorber cargas excepto su propio peso



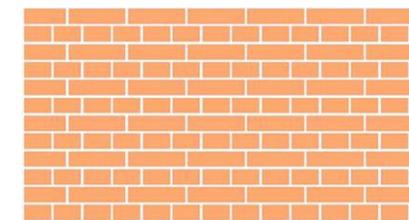
Aparejo palomero
Es como el aparejo en panderete pero dejando huecos entre las piezas horizontales. Se emplea en aquellos tabiques provisionales que deben dejar ventilar la estancia



Aparejo a tizones o a la española
Los tizones forman los costados del muro y su espesor es de 1 pie (la soga). Muy utilizados en muros que soportan cargas estructurales



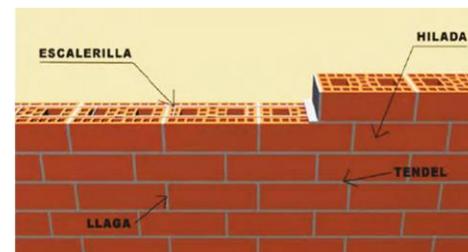
Aparejo a sogas
Los costados del muro se forman por las sogas del ladrillo, tiene espesor de medio pie (el tizón) y es muy utilizado para fachadas de ladrillo caravista.



Aparejo inglés
En este caso se alternan las hiladas en sogas y en tizones dando un espesor de 1 pie (la soga). Se emplea mucho para muros portantes en fachadas de ladrillo cara vista

- **Llaga:** junta vertical de mortero entre dos ladrillos.

- **Tendel:** junta continua de mortero entre dos hiladas.



Materiales cerámicos

Tipos de ladrillo

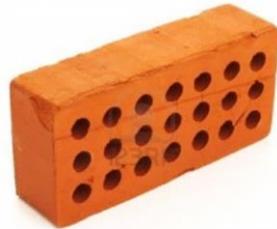
- **De Tejar:** Fabricación artesanal. Caras rugosas y poco planas. Apariencia tosca. Suelen tener un tamaño aproximado pero no igual unos a otros.



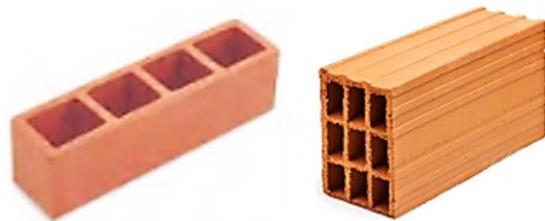
- **Macizo:** Perforaciones en tabla < 10 %.



- **Perforado:** Perforaciones en tabla > 10 %. (Las perforaciones mejoran la adherencia del mortero).



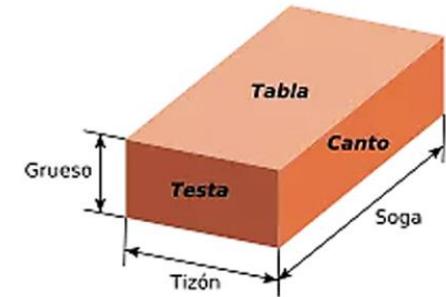
- **Hueco:** Perforaciones en canto o testa, con mayor proporción de hueco que de cerámica.



Designación de las partes del ladrillo

- Designación de las caras:

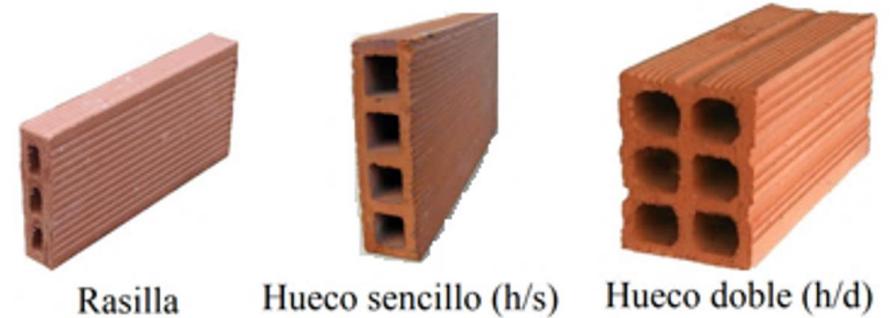
{ Tabla: cara mayor.
 { Canto: Cara intermedia.
 { Testa: Cara menor.



- Dimensiones nominales:

{ Soga: Dimensión de la arista mayor.
 { Tizón: Dimensión de la arista intermedia.
 { Grueso: Dimensión de la arista menor.

$1 \text{ pie} \Rightarrow 1 \text{ soga} = 2 \text{ tizones} + 1 \text{ llaga}$
 $1/2 \text{ pie} \Rightarrow 1 \text{ tizón}$



Materiales cerámicos

Ladrillos de características especiales (I)

- **Refractarios:** Fabricados con arcillas refractarias y arena muy fina. Resisten altas temperaturas (1600°C).



- **Aligerados:** Incorporan materiales ligeros (corcho o serrín) que arde al cocer y produce huecos.
- **Coloreados:** Mezcla de arcilla blanca y colorantes.



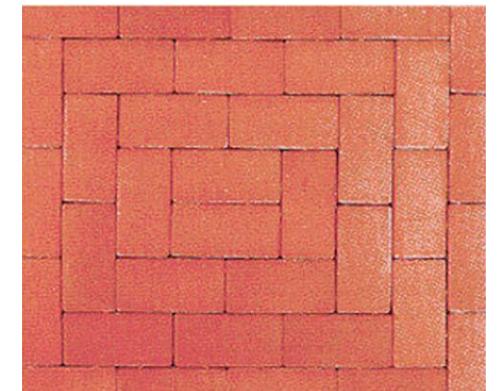
- **De baja succión:** Succión de agua $< 0,05 \text{ g/cm}^2 \cdot \text{min}$ (afecta a la capilaridad y a la unión con el mortero).

La porosidad es una característica decisiva en el comportamiento de los materiales. De la distribución y tamaño de los poros en la superficie de agarre depende en gran medida, la absorción, la succión del agua y, en consecuencia, la adherencia del material de agarre.

Una **absorción/succión muy alta** puede llevar a la deshidratación del mortero.

Una **absorción/ succión muy baja** o nula, imposibilita la adherencia mecánica en los poros de la superficie de colocación.

Por lo tanto, es de alguna manera deseable encontrar superficies de agarre porosas, pero con valores modestos en cuanto a los coeficientes de succión.



Materiales cerámicos

Ladrillos de características especiales (II)

- **Los ladrillos Hidrofugados:** se someten a un proceso que consiste en aplicar, por inmersión o aspersion, un producto hidrófugo (**siliconatos**) que mejora los valores ante la succión de agua pero permite el paso del vapor y la transpiración de la pieza.

El potasio **siliconato** es una solución acuosa alcalina y presenta propiedades repelentes al agua al reaccionar con el dióxido de carbono (CO₂) del aire.

Los procedimientos:

Por aspersion: se proyecta sobre una o varias caras. (no modifica la succión).

Cuando se utiliza el **sistema de aspersion**, el hidrofugante puede aplicarse sólo a las caras vistas, o también parcialmente a las tablas. La succión del ladrillo no se modifica.

Cuando además se aplica parcialmente a las tablas, quedan sin hidrofugar zonas del interior de las perforaciones, disminuyendo menos la succión con respecto.

Por inmersión: toda la superficie repele el agua. (se disminuye mucho la succión).

El **método de inmersión**, es el que se hidrófuga la totalidad de la superficie del ladrillo.

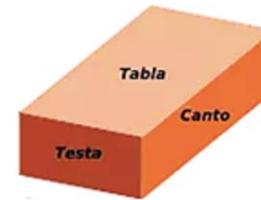
- **Ladrillos de clinker y gresificados:** arcillas especiales cocidas a altas temperaturas (vitrificadas).

Se alcanzan resistencias a compresión > 500 kg/cm².

Ladrillos Clinker y gresificados: Son ladrillos cerámicos fabricados a partir de arcillas especiales que al ser cocidas a alta temperatura, cierran de tal forma su porosidad que dan como resultado un material con una absorción de agua por debajo del 6% y una densidad superior a 2 g/cm³.

Además de estas características, **los ladrillos Clinker** deben tener una resistencia mínima a compresión de 500 kg/cm².

Ladrillo visto **clinker** marrón, blanco, negro.



Ladrillo tratado con hidrofugante

un hidrofugante es aquel producto cuyas propiedades ayudan a repeler el agua; generando superficies impermeables y libres de humedad.



Materiales cerámicos

Propiedades esenciales de los ladrillos

- **Densidad:** entre 1,2 – 1,7 g/cm³

Peso (aprox.):

| | |
|----------------|--------|
| Rasilla | 0,9 kg |
| Hueco sencillo | 1,0 kg |
| Hueco Doble | 1,5 kg |
| Macizo | 2,5 kg |
| Tejar | 3,0 kg |

Rasilla



Ladrillo hueco



Ladrillo macizo



Ladrillo Tejar



- **Normativa de aplicación:**



Documento Básico forma parte del Código Técnico de la Edificación CTE. ... Documento Básico SE-F. Seguridad estructural: Fábrica CTE DB-SE-F

<https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/seguridadEstructural/DBSE-F.pdf>

<https://www.google.com.do/search?q=CTE+DB-SE-F&oq=CTE+DB-SE-F&aqs=chrome..69i57j0l5.1192j0j8&sourceid=chrome&ie=UTF-8>

Especificaciones de piezas cerámicas para fábrica de albañilería Parte 1: Piezas de arcilla cocida

UNE-EN 771-1 Piezas cerámicas para albañilería

<https://es.scribd.com/doc/253184045/UNE-En-771-1-2011-Ladrillo-Ceramico>

Materiales cerámicos

Bloques cerámicos

LA PRIMERA CARACTERÍSTICA DE ESTE MATERIAL RADICA EN SU CONDICIÓN DE ELEMENTO RESISTENTE Y POR TANTO UTILIZABLE CON FUNCIÓN ESTRUCTURAL, ADEMÁS DE SU APLICACIÓN EN CERRAMIENTOS. ES UN BLOQUE ADAPTABLE A LAS DIFERENTES NECESIDADES, EN FUNCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS EXIGIDAS AL MURO.

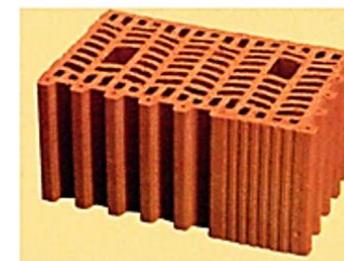
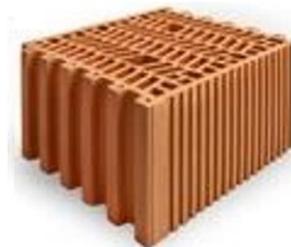
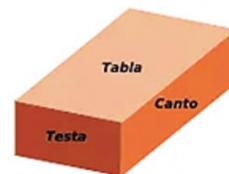
Las series de cada fabricante incorporan piezas especiales para resolver terminales, esquinas y cargaderos.



- Son piezas cerámicas para ejecución de obras de fábrica de dimensiones nominales mayores que los ladrillos.
Dimensiones habituales:

EXISTEN DISTINTOS ESPESORES COMERCIALES, POR EJEMPLO:

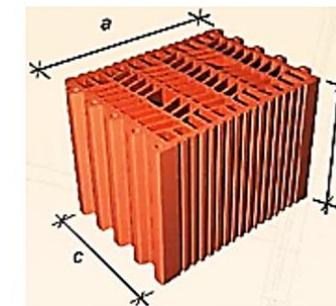
- **ESPESOR DE 10 Y 14 cm, PARA PARTICIONES INTERIORES**
- **ESPESORES: 19 cm, 24 cm y 29 cm, PARA CERRAMIENTOS EXTERIORES Y MUROS DE CARGA.**
- Suelen presentar entalladuras en testa para facilitar su colocación (machihembrado).
Entalladura: Corte hecho en el borde o extremo de las maderas o piezas de piedra para ensamblarlas. También es llamado espera o muesca.
- Las piezas para revestir presentan acanaladuras en canto.



- **Normativa de aplicación:**

UNE-EN 771-1 Piezas de fábrica para albañilería

<http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0048565#.We9UHVuCy70>



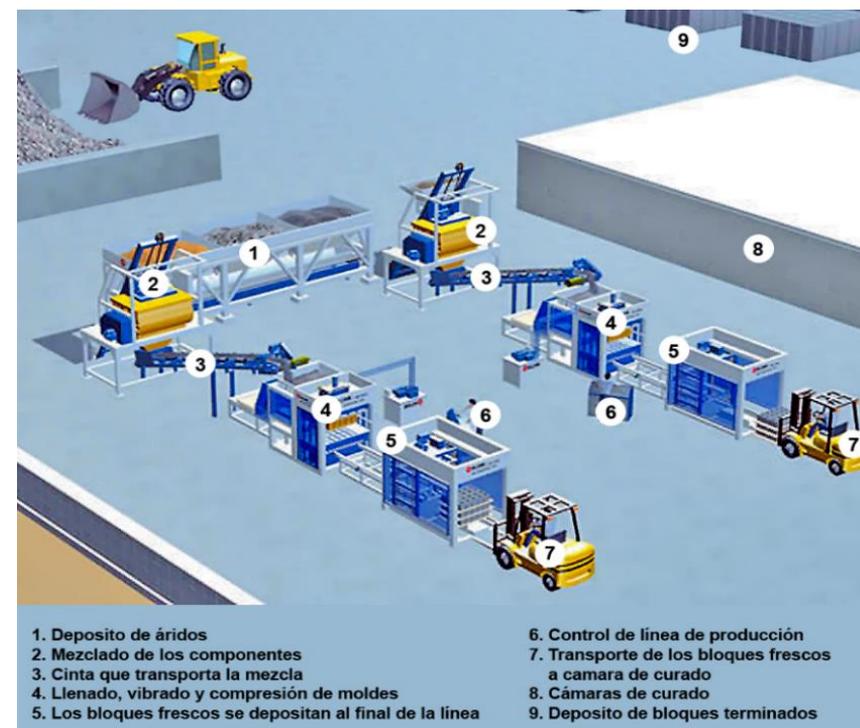
| BASE | | | |
|------------------|------------------|-----------------|-------------|
| TIPO DE MATERIAL | MEDIDAS L A E | UNIDADES PALETS | PESO UNIDAD |
| BASE 14 | 30 x 19 x 14 | 90 | 7,60 |
| BASE 19 | 30 x 19 x 19 | 75 | 9,50 |
| BASE 24 | 30 x 19 x 24 | 60 | 12,25 |
| BASE 29 | 30 x 19 x 29 | 45 | 13,75 |
| REMATE 14 | 30 x 14 x 14 | 126 | 6,00 |
| REMATE 19 | 30 x 14 x 19 | 90 | 7,10 |
| REMATE 24 | 30 x 14 x 24 | 72 | 10,10 |
| REMATE 29 | 30 x 14 x 29 | 54 | 10,95 |

| ESQUINA | | | |
|-------------------|------------------|-----------------|-------------|
| TIPO DE MATERIAL | MEDIDAS L A E | UNIDADES PALETS | PESO UNIDAD |
| ESQUINA 14 | 29 x 19 x 14 | 90 | 6,90 |
| ESQUINA 19 | 34 x 19 x 19 | 75 | 10,80 |
| ESQUINA 24 | 38 x 19 x 24 | 40 | 15,50 |
| ESQUINA 29 | 15 x 19 x 29 | 90 | 7,95 |
| REMATE ESQUINA 14 | 29 x 14 x 14 | 126 | 5,35 |
| REMATE ESQUINA 19 | 34 x 14 x 19 | 90 | 8,05 |
| REMATE ESQUINA 24 | 38 x 14 x 24 | 48 | 9,95 |
| REMATE ESQUINA 29 | 15 x 14 x 29 | 108 | 6,10 |

Materiales cerámicos

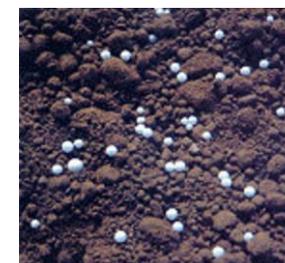
Fabricación de bloque cerámico

- Al igual que los ladrillos se obtienen por moldeo, secado y cocción de la masa.
- Las arcillas utilizadas pueden ser tradicionales (UNE EN 771-1) o aligeradas (termoarcilla, UNE EN 771-1).



- La **termoarcilla** es parte de una mezcla de arcillas, esferas de Poliestireno expandido y otros materiales granulares, que en el proceso de cocción se gasifican confiriendo al material una porosidad homogénea y una baja densidad.

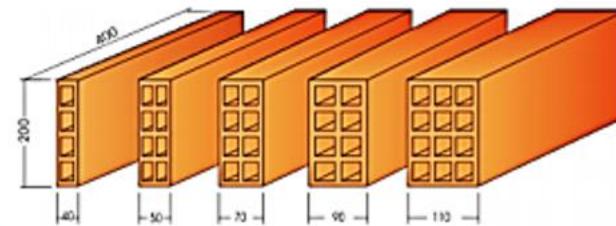
- Ofrecen una transmisión térmica y acústica baja.



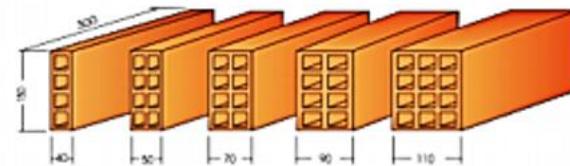
Materiales cerámicos

Ladrillos huecos de gran formato

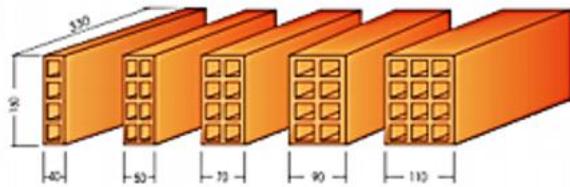
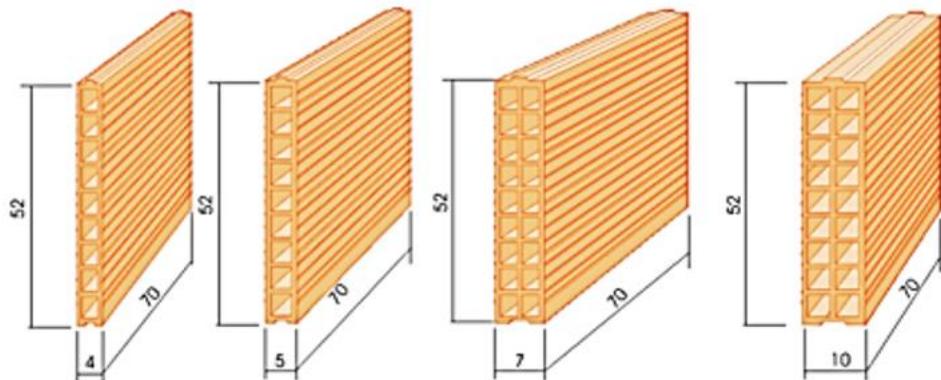
- Son piezas cerámicas huecas de dimensiones superiores a los ladrillos huecos convencionales.
- Se utilizan para la ejecución de particiones interiores y tableros de cubierta.
- Se reduce la superficie y número de juntas.
- Las características dimensionales y de forma son muy importantes (tolerancias reducidas).
- Pueden presentar entalladuras en testa para facilitar su colocación (machihembrado).
- Las piezas para revestir presentan acanaladuras en canto.
(Existen productos que incorporan el revestimiento)



SERIE 40X20



SERIE 30X15



SERIE 33X16



Materiales cerámicos

Marcado CE de productos para albañilería

El **marcado CE** (“*Conformidad Europea*”) es el testimonio por parte del fabricante de que su producto cumple con los requisitos legales y técnicos en materia de seguridad de los Estados miembros de la Unión Europea.

- Los productos cerámicos para albañilería requieren de marcado CE a partir de abril de 2006. (UNE-EN 771-1):

Ladrillo perforado (revestir y cara vista)



Ladrillo macizo (manual y prensado)



Ladrillo hueco



Ladrillo hueco gran formato



Bloque cerámico (normal y aligerado)



| | |
|---|---|
| (Deben conservarse las proporciones, siendo la dimensión vertical mínima de 5 mm) | |
| | |
| Cerámica XXX | ▪ Símbolo CE |
| Domicilio XXX Ciudad XX, CP XXXX | ▪ Nombre o marca distintiva del fabricante. |
| 03 | ▪ Dirección del fabricante |
| 0123-CPD-001 | ▪ Los dos últimos dígitos del año en que se estampó el marcado. |
| EN 771-1 | ▪ Número del certificado de conformidad CE o del control de Producción en fábrica (Sólo para sistema de certificación 2+) |
| Tipo de Pieza (LD ó HD), Categoría (uso), Dimensiones(largo, ancho, alto) mm | ▪ Norma del producto |
| | ▪ Descripción del producto en función de las especificaciones técnicas indicadas en la norma armonizada, según tipo de pieza y uso previsto. Información sobre las características esenciales recogidas en la tabla ZA.1 de la norma EN 771-1 |

- Define dos grupos:

LD: Pared para revestir y **Dap** baja emisión (**Dap:** DECLARACIÓN AMBIENTAL DE PRODUCTO)

HD: Pared cara vista y revestir **Dap** alta emisión

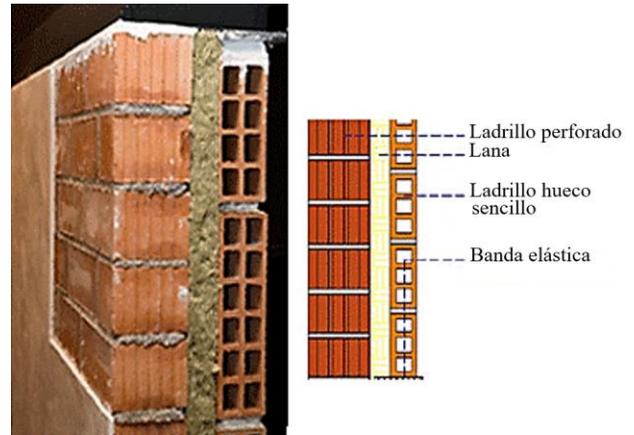
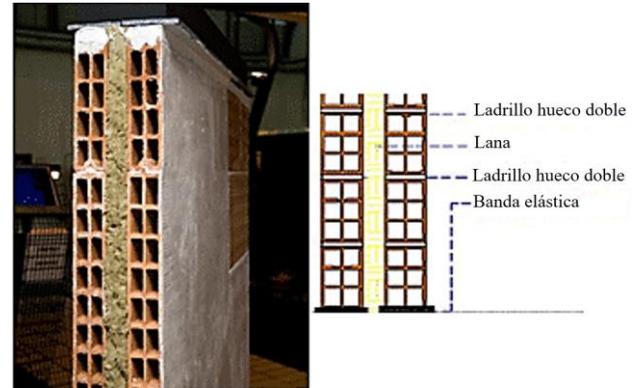
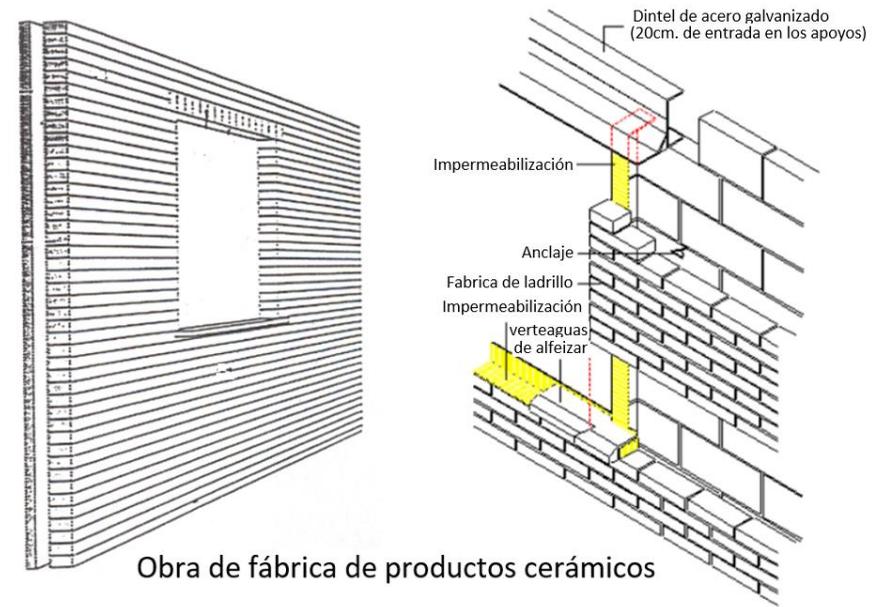
- y dos categorías

I: Rcomp garantizada al 95 % (S 2+)

II: Rcomp no garantizada al 95 % (S4)

(**Rcomp:** Resistencia normalizada a compresión de las piezas)





Materiales cerámicos

Defectos de productos para albañilería

- Se trata de imperfecciones, irregularidades o daños que presentan las piezas cerámicas.
- Producen Daños Patológicos en las fábricas.

Se pueden producir por diferentes causas:

Fabricación: **Deformaciones:** Acción y resultado de alterar o alterarse la forma de algo.

Fisuras: Hendidura o grieta producidas en un objeto.

Exfoliaciones: División o separación en escamas o láminas

Desconchados (caliche): Parte en que una superficie pierde su revestimiento.

Decoloraciones: Acción de decolorar o decolorarse.

Transporte: **Rotura:** Efecto de romper o romperse

Puesta en obra:

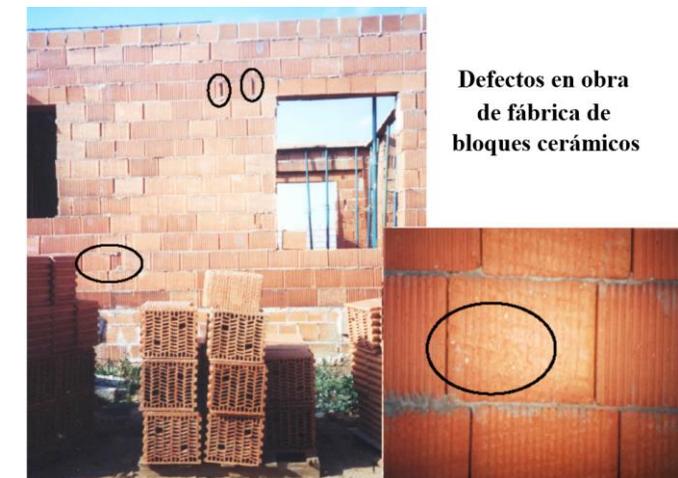
Rotura (desplazamientos, dilatación, etc.).

Eflorescencias:

Cristales de sales, generalmente de color blanco, que se depositan en la superficie de ladrillos, tejas y pisos cerámicos o de hormigón.

Heladicidad (humedad):

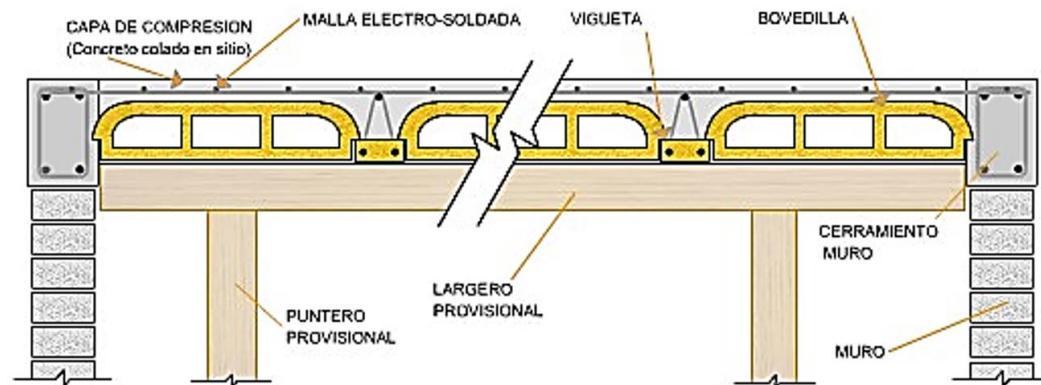
Resistencia de un material poroso con capacidad para resistir ciclos sucesivos de congelamiento / descongelamiento al estar totalmente impregnado con agua.



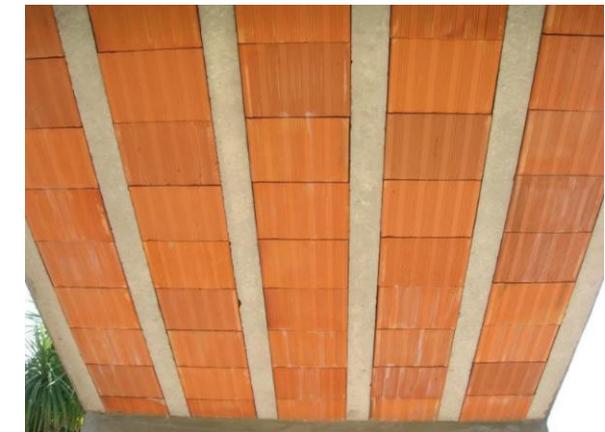
Materiales cerámicos

Bovedillas cerámicas

- Son piezas cerámicas huecas que se utilizan en la construcción de forjados de viguetas unidireccionales.
- Su función es aligerar el peso de la losa de forjado.
- Sus dimensiones dependen del canto de forjado y de la distancia entre viguetas.
- Constituyen, junto con las suelas de las viguetas, la cara inferior del forjado.
- La cara inferior suele tener acanaladuras para mejorar la adherencia del revestimiento.



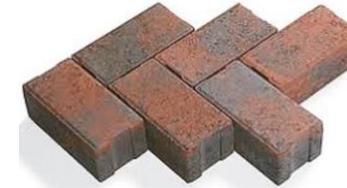
| A= Ancho (cm) P= Peso (kg/ud) L= longitud (cm) H= altura (cm) | | | |
|--|-------|-------|----------|
| Bovedilla ceramica | | | |
| A | L(cm) | H(cm) | P(kg/ud) |
| 60 | 25 | 13 | 7,4 |
| 60 | 25 | 16 | 8,5 |
| 60 | 25 | 17 | 8,8 |
| 60 | 25 | 18 | 9,1 |
| 60 | 25 | 20 | 9,6 |
| 60 | 25 | 22 | 10,2 |
| 60 | 25 | 25 | 11,6 |
| 60 | 25 | 30 | 14,0 |
| 70 | 25 | 14 | 8,6 |
| 70 | 25 | 16 | 10,4 |
| 70 | 25 | 17 | 10,7 |
| 70 | 25 | 18 | 10,9 |
| 70 | 25 | 20 | 11,4 |
| 70 | 25 | 22 | 11,9 |
| 70 | 25 | 25 | 12,5 |
| 70 | 25 | 30 | 15,0 |



Materiales cerámicos

Productos cerámicos para pavimentos

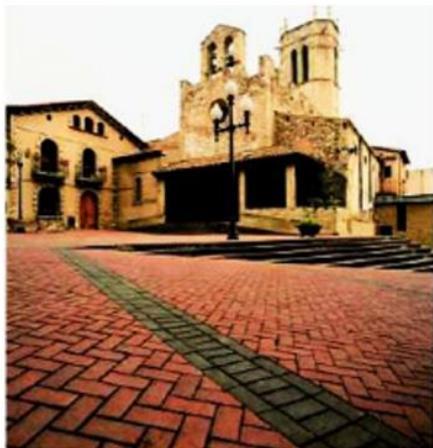
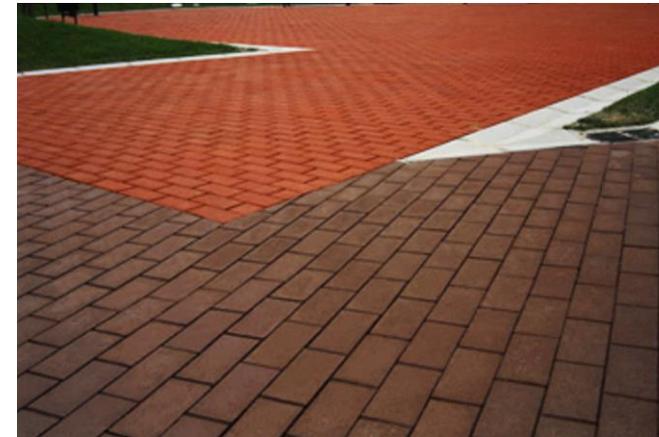
- Piezas cerámicas no esmaltadas utilizadas en pavimentos de exterior.
- Suelen conformarse en forma de adoquines.
- Requieren unas características físicas y mecánicas elevadas:
 - Resistencia a los agentes ambientales (calor y humedad)
 - Resistencia a compresión, flexión y abrasión.
- Pueden estar coloreados en masa (pigmentos).



aceras



paseos



Para uso en forjados, los adoquines cerámicos se colocarán bien sobre una capa de arena de 3 a 5 cm de espesor o sobre una capa adhesiva (cemento cola).

Materiales cerámicos

Productos cerámicos para revestimientos

- Son piezas delgadas de diferentes tipos de cerámica (loza, semigrés, gres o porcelánico).
- Se aplican en suelos y paredes mediante materiales de agarre (pastas, morteros y adhesivos).
- El conformado se realiza por prensado (vía seca).



- Procedimientos de cocción:

monococción: Se denomina monococción a la cocción del proceso cerámico, desde un estado totalmente crudo hasta una completa vitrificación de la misma; La pieza se esmalta en crudo y se somete a una sola cocción, esto es un ahorro de tiempo y de energías.

bicocción: Fabricación de cerámicas que incluye una primera cocción del soporte o bizcocho y una segunda cocción para el esmalte o esmaltes y decoraciones.

- Las lozas van esmaltadas en la cara vista para reducir su permeabilidad y modificar su aspecto (azulejos y baldosas). Las baldosas deben ser antideslizantes.
- Calidades: especial, primera y de saldo.
- Características:
 - Forma
 - Absorción
 - Reflexión (Rotura ala flexión)
 - Desgaste



Materiales cerámicos

Tejas cerámicas

- Son productos cerámicos que se utilizan como material de cubrición de cubiertas inclinadas.

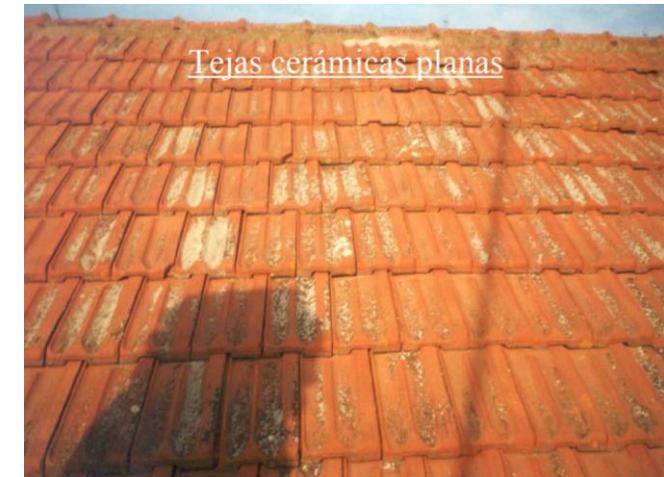
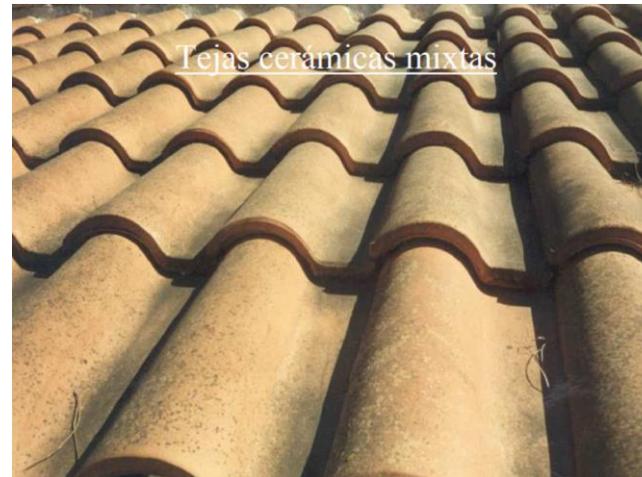
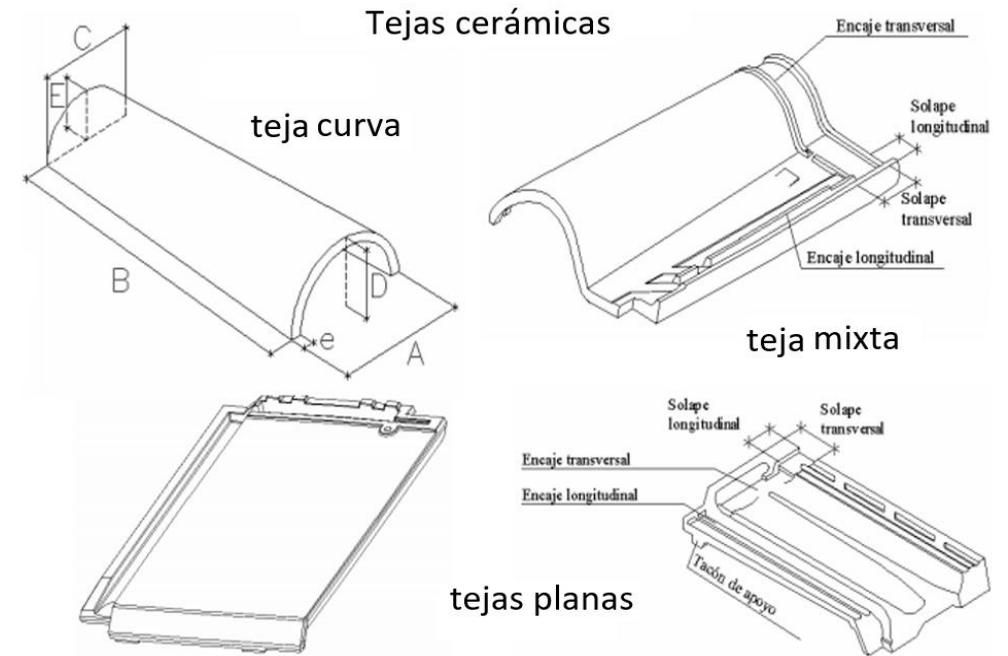
Tipos:

Curva o árabe: se combinan hileras con la curva hacia arriba (canal) y, encima, con la curva abajo (cobija).

Mixta: Combina canal y cobija en una pieza (solape).

Plana: piezas de desarrollo plano. Se colocan por solape.

- Características requeridas: impermeabilidad al agua, resistencia a flexión y ausencia de defectos.



Materiales cerámicos

Otros productos cerámicos

- **Loza sanitaria esmaltada.**

Arcilla cocida blanca rica en alúmina.

Se fabrica por moldeo, inyección de aire para obtener una estructura porosa y posterior esmaltado.

Se utiliza en la fabricación de aparatos sanitarios.



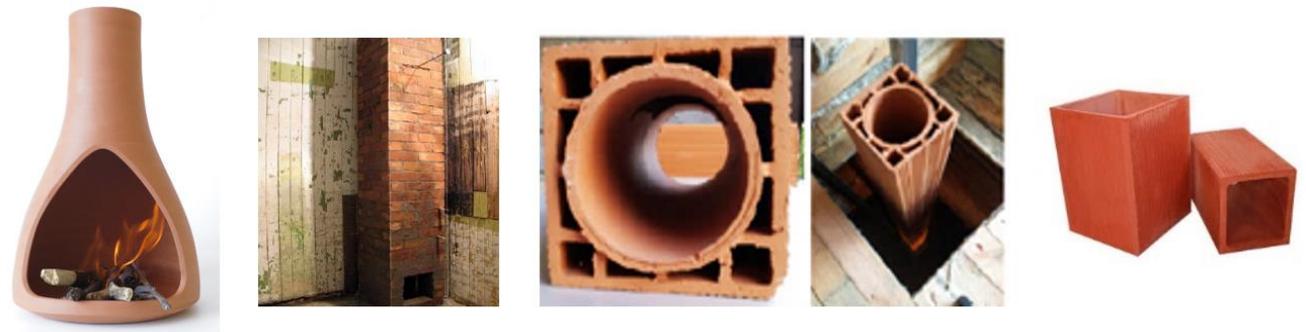
- **Conducciones cerámicas (tubos y accesorios):**

Requieren una alta resistencia e impermeabilidad.

Suelen ser de gres (moldeo o centrifugación).



- **Chimeneas cerámicas (ventilación y salida de humos).**



- **Paneles de gres para fachadas transventiladas.**



Materiales cerámicos

Normativa de productos cerámicos

• Algunos productos cerámicos requieren de marcado CE para su comercialización en la UE.

• Productos que requieren conformidad a EN:

Tejas cerámicas (UNE-EN 1304)



Baldosas cerámicas (UNE-EN 14411)



Adoquines cerámicos (UNE-EN 1344)



Chimeneas cerámicas (UNE-EN 1457)



• Otros distintivos de calidad de productos cerámicos:
Sello INCE y Marca AENOR.



Ejemplo de marcado CE del adoquín cerámico para pavimentación exterior

| | | |
|---|----------------------------------|--|
| <p>(Deben conservarse las proporciones, siendo la dimensión vertical mínima de 5 mm)</p> | | <p>■ Símbolo CE</p> |
| Cerámica XXX | | ■ Nombre o marca distintiva del fabricante. |
| Domicilio XXX Ciudad XX, CP XXXX | | ■ Dirección del fabricante. |
| 04 | | ■ Los dos últimos dígitos del año en que se estampó el marcado. |
| EN 1344 | | ■ Norma del producto. |
| Adoquín de arcilla cocida para uso exterior peatonal o de vehículos, de colocación flexible y/o rígida. | | ■ Descripción del producto en función de las especificaciones técnicas indicadas en la norma armonizada, según tipo de pieza y uso previsto. |
| Carga de rotura transversal | Clase T0, T1, T2, T3 ó T4 (N/mm) | ■ Información sobre las características esenciales recogidas en la tabla ZA.1 de la norma EN 1344 en función del uso previsto. |
| Resistencia a flexión | (N/mm ²) | |
| Resistencia al deslizamiento/derrape | Clase U0, U1, U2 ó U3 | |
| Durabilidad Resistencia al hielo/deshielo) | FP100 | |



Tema 6. **Materiales cerámicos y vidrios**

Parte I: Materiales cerámicos

Webgrafía

[https://portal.uah.es/portal/page/portal/GP_EPD/PG-MA-ASIG/PG-ASIG-32912/TAB42351/Tema%207%20\(Ceramica\)%20Materiales%20ETSA%20\(I\).pdf](https://portal.uah.es/portal/page/portal/GP_EPD/PG-MA-ASIG/PG-ASIG-32912/TAB42351/Tema%207%20(Ceramica)%20Materiales%20ETSA%20(I).pdf)

<https://docplayer.es/56254885-Tema-11-ceramica-y-productos-ceramicos-para-albanileria.html>

[https://portal.uah.es/portal/page/portal/GP_EPD/PG-MA-ASIG/PG-ASIG-32912/TAB42351/Tema%207%20\(Ceramica\)%20Materiales%20ETSA%20\(I\).pdf](https://portal.uah.es/portal/page/portal/GP_EPD/PG-MA-ASIG/PG-ASIG-32912/TAB42351/Tema%207%20(Ceramica)%20Materiales%20ETSA%20(I).pdf)

<https://www.uv.es/uimcv/Castellano/ModuloMatCeramicos/Unidad%201.pdf>

http://www.ehowenespanol.com/usos-silicatos-sobre_385218/

<https://es.wikipedia.org/wiki/Esmalte>

<https://www.google.com.do/search?q=estructura+microcristalina&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKEwjhnvqWk9zWAhVKMyYKHRpZC6MQsAQILQ&biw=1680&bih=944#imgdii=NeKmPXNmL6rOEM:&imgrc=xq2qbpHnGJXksM:>

<http://www.arqhys.com/construccion/ceramica-tipos.html>

<https://es.slideshare.net/adrianagalbani/ladrillos-cemento-fierro>

http://www.ipc.org.es/guia_colocacion/info_tec_colocacion/sopor_sup_colocacion/superficie_colocacion/absorcion.html

<https://www.slideshare.net/roiseraltamiranosegu/diapositivas-de-ladrillo-roiser>

<https://es.slideshare.net/majito93/ladrillo-a-la-vista>

<http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Tema4.MaterialesCONSTRUCCION.PetrosArtificiales.TipologiaPIEZAS.Ensayos.2009.2010.pdf>

<https://docplayer.es/56254885-Tema-11-ceramica-y-productos-ceramicos-para-albanileria.html>

Imágenes

<https://www.google.com>

https://www.google.com/search?q=materiales+ceramicos&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi_0-vMkZ7hAhVsnuAKHV sXD4YQ_AUIDigB&biw=1680&bih=907

PROHIBIDA LA VENTA
DONADO PARA FINES EDUCACIONALES

TEMA 6. **Materiales cerámicos y vidrios**

Parte II: Estructura y propiedades del vidrio. Fabricación. Productos de vidrio, designación y sus aplicaciones en construcción.

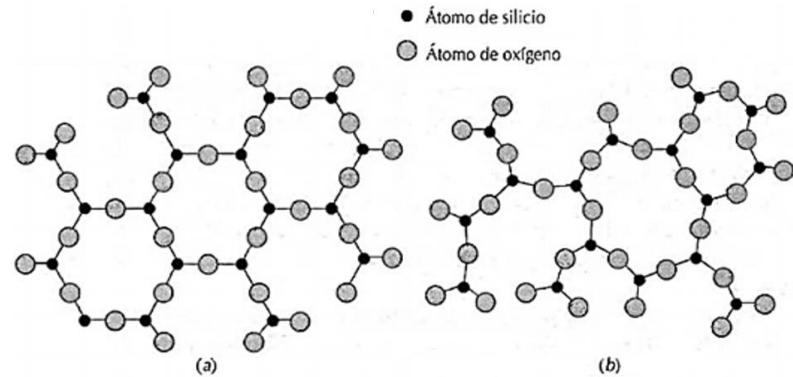
Objetivos Discentes del Tema 6 **Parte II:**

- Conocer la estructura y propiedades del vidrio, los productos de construcción, designación y aplicaciones.

Vidrios

El Vidrio

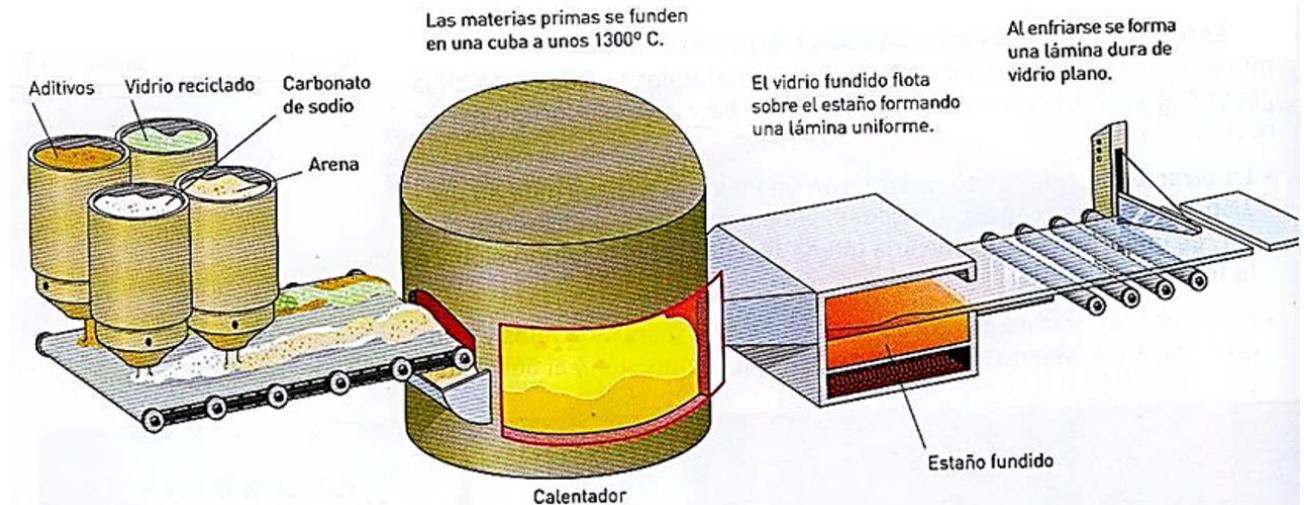
Material cerámico no cristalino, procedente de la fusión de materiales inorgánicos y enfriamiento rápido pasando a una condición rígida (con estructura amorfa e isótropa).



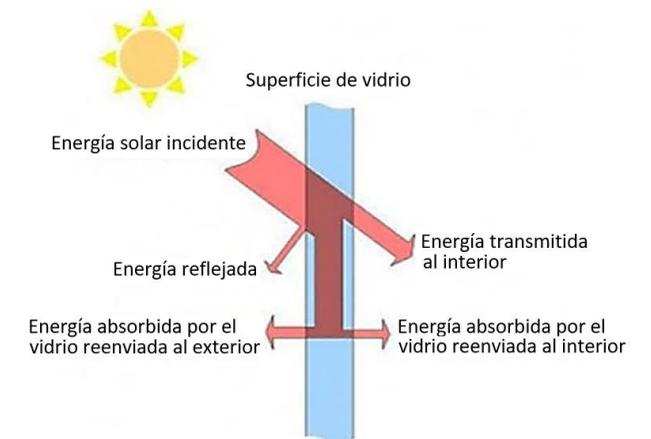
A) ESTRUCTURA CRISTALINA B) ESTRUCTURA AMORFA VITREA (ISÓTROPA)

El vidrio es un sólido amorfo (sus moléculas están dispuestas de forma irregular) y no un sólido cristalino.

- El vidrio se obtiene a unos 1500 °C a partir de arena de **sílice** (SiO_2), carbonato de sodio (Na_2CO_3) y caliza (CaCO_3).
- Una vez fundido, el vidrio se conforma fácilmente en caliente, pudiendo obtenerse diferentes productos, a los cuales pueden darse distintas coloraciones mediante la adición de óxidos metálicos; Se emplea para fabricar recipientes, materiales de construcción, lentes ópticas, etc.



- Los vidrios permiten el paso de la radiación solar hasta un 90 %, por lo que son transparentes a la luz visible y a las radiaciones infrarrojas de onda corta.



Vidrios

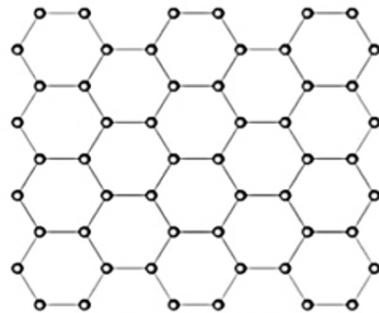
Materias primas

• **Óxidos formadores :**

El óxido de **silíceo o sílice** (SiO_2) es el principal componente de los vidrios.

El óxido de silicio (IV) o dióxido de silicio (SiO_2) es un compuesto de silicio y oxígeno, llamado comúnmente sílice.

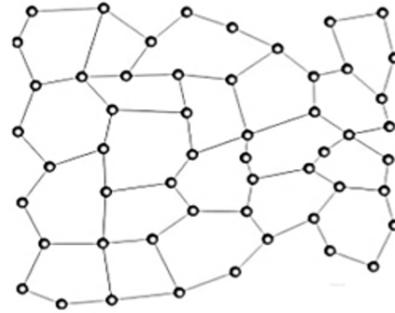
En la naturaleza se encuentra en forma cristalina (tetraedros unidos por vértice).



Modelo de disposición de los átomos en un material ordenado (cristal)

La naturaleza del vidrio Modelo de disposición de los átomos en un material ordenado (cristal)
La estructura cristalina de la materia se caracteriza por la agrupación de átomos o moléculas según un modelo de repetición periódica.

LA NATURALEZA DEL VIDRIO



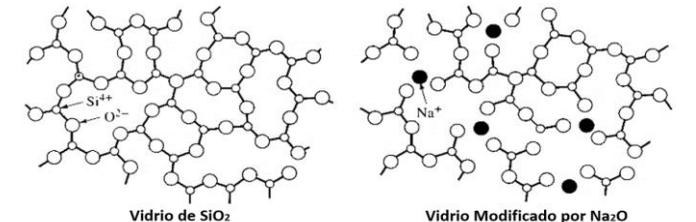
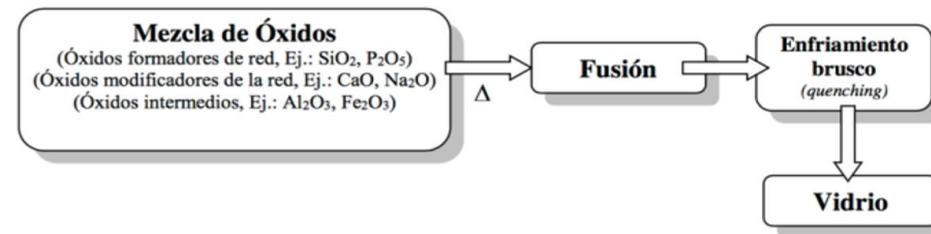
Modelo de disposición de los átomos de un vidrio

El desorden estructural de la materia vítrea la asemeja más a los líquidos.
Así pues, podríamos definir al vidrio como un producto inorgánico fundido que se ha enfriado hasta un estado rígido sin experimentar cristalización.



Dunas de arena, compuestas principalmente por granos de cuarzo (dióxido de silicio).

• **Óxidos modificadores:** La adición de óxidos alcalinos como óxido de sodio (Na_2O), óxido de potasio (K_2O), alcalino térreos como Óxido de calcio (CaO) y óxido de magnesio (MgO) rompen la estructura reticular del vidrio; Estos óxidos reducen su viscosidad y se consigue así trabajar y modelar más fácilmente el vidrio, por ello se les conoce con el nombre de **modificadores de red**.



Vidrio de SiO_2

Vidrio Modificado por Na_2O

El efecto M Na_2O sobre la red Vítrea del Sílice
La sosa es un modificador que interrumpe la red vítrea, reduciendo la capacidad de formar vidrio

• **Óxidos intermediarios:**

Algunos óxidos no pueden formar vidrios por sí mismos, pero pueden incorporarse a una red existente. Estos óxidos son conocidos como **óxidos intermediarios**.

Los **óxidos intermediarios** son adicionados al vidrio de sílice para modificar sus características y obtener propiedades especiales.

Por ejemplo los vidrios de:

aluminio silicato pueden resistir mayores temperaturas que el vidrio común. Tiene buena resistencia mecánica.

Se usa en trabajos de laboratorios, en piezas de vidrio que son frecuentemente utilizadas.

óxido de plomo, es otro óxido intermediario que se incorpora a algunos vidrios de sílice.

Posee excelentes propiedades aislantes, que se aprovechan cuando se emplea en la construcción de los radares y en el radio.

Absorbe considerablemente los rayos ultravioletas y los rayos X, y por eso se utiliza en forma de láminas para ventanas o escudos protectores.



Vidrios

Por su composición, **existen cuatro tipos de vidrio:**

Tipos de Vidrio

| Componentes (%) | Sódico-cálcico | Plomo | Borosilicato | Sílice |
|-----------------|----------------|-------|--------------|--------|
| Sílice | 70-75 | 53-68 | 73-82 | 96 |
| Sodio | 12-18 | 5-10 | 3-10 | |
| Potasio | 0-1 | 1-10 | 0,4-1 | |
| Calcio | 5-14 | 0-6 | 0-1 | |
| Plomo | | 15-40 | 0-10 | |
| Boro | | | 5-20 | 3-4 |
| Aluminio | 0,5-3 | 0-2 | 2-3 | |
| Magnesio | 0-4 | | | |



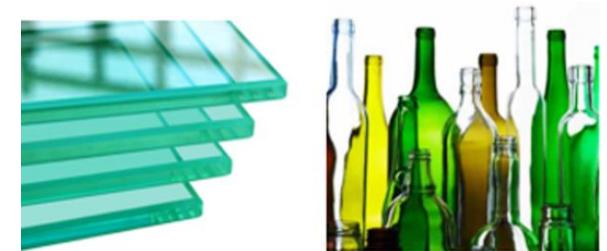
Vidrio Sódico-Cálcico



Vidrio de Plomo o Cristal



Vidrio de Borosilicato



Sílice

Componentes del vidrio

Sílice Es el componente básico del vidrio (en forma de óxido de sílice o SiO_2), entre un 60 y un 80% de su peso. Al fundirse adquiere la forma de un líquido espeso, viscoso, que al enfriarse adquiere la forma final del vidrio.

Fundentes, Estos elementos facilitan la fusión rebajando la temperatura necesaria para fundir el sílice. Para ello se utiliza el óxido de sodio o el óxido de potasio.

Estabilizantes Son necesarios para otorgarle dureza a la materia vítrea y resistencia química, se usan para ello elementos de carácter cálcico (calcio). Sin éstos el vidrio sería soluble hasta en el agua.

Vidrio sódico-cálcico Este es el más común de todos los vidrios, y se obtiene mezclando óxido de sílice (vitrificante), carbonato de sodio (fundente) y carbonato de calcio (estabilizante). Este vidrio se funde con facilidad y es el más barato. Con esta composición se realizan la mayor parte de vidrios incoloros y transparentes que encontramos en el mercado y es usado para fabricar placas y hojas, incluyendo ventanas, recipientes y bombillas. Elementos de composición de vidrio sódico-cálcico: Porcentaje Oxido de sílice (SiO_2) 70%, Óxido de Sodio (Na_2O) o carbonato de sodio (Na_2CO_3) 15%, Óxido de calcio (CaO) o carbonato de calcio (CaCO_3) 10%.

Vidrio de plomo o cristal Este vidrio se realiza mediante la mezcla y fusión de óxido de sílice y oxido de plomo como fundente y estabilizante, que da lugar al cristal, un vidrio con un alto índice de refracción, susceptible de ser tallado y que produce un sonido vibrante cuando se golpea. Es un vidrio más denso y, por tanto con mayor índice de refacción de la luz. Los objetos de vidrio tallado se realizan con cristal, pues al ser más blando, mantiene cierta plasticidad que le permite ser grabado y tallado. Elementos de composición en el vidrio de plomo Porcentaje Oxido de sílice (SiO_2) 30 al 70% Oxido de sodio (Na_2O) y/o Oxido de Potasio (K_2O) 5 al 20% Oxido de plomo (PbO) 18 al 65%.

Vidrio de borosilicato Este tipo de vidrios se caracteriza por tener una resistencia química excelente y una dilatación térmica mínima, lo que se traduce en una elevada resistencia a los cambios bruscos de temperatura. Debido a sus características tiene un amplio uso en laboratorios y aplicaciones domésticas. Elementos de composición en el vidrio de borosilicato Porcentaje Oxido de sílice (SiO_2) 60 al 80% Oxido de boro (B_2O_3) 10 al 25% Oxido de aluminio (Al_2O_3) 1 al 4%.

Vidrios

Vidrio para construcción

- Los productos de vidrio para construcción están hechos con **vidrios sódico-cálcicos**.
- La **silice** constituye la estructura básica, **el sodio** facilita la fusión y **el calcio** provee de estabilidad química.



Silice



Sodio



Calcio

- El **Vidrio sódico-cálcico**, tiene el punto de fusión más bajo (es el más barato).
- Fácilmente moldeable.
- Transmite la radiación solar: dejan pasar la luz pero producen efecto invernadero.

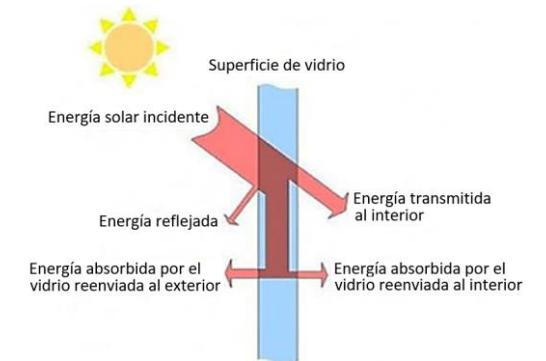
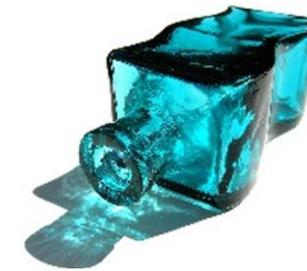
- Se puede colorear añadiendo óxidos metálicos.
- Aplicación constructiva: **cerramientos acristalados**.

Adición de óxidos durante el moldeo

Fe: verde

Se: bronce

Co, Ni: Gris



Propiedades del vidrio

- Dependen de la temperatura (viscosidad).
Viscosidad, consistencia espesa y pegajosa de una cosa.

• Propiedades físicas:

Alta densidad (2-4 g/cm³), impermeables.

Trasparentes (factor solar variable).

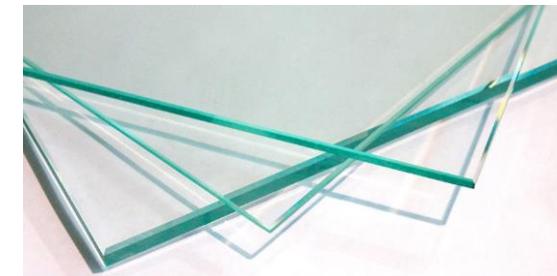
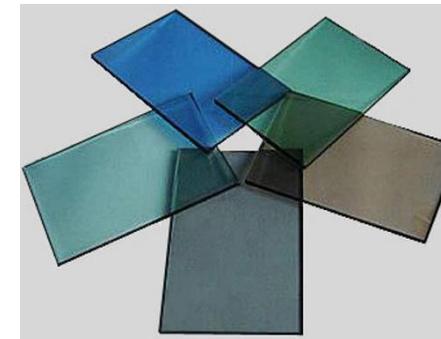
Baja reacción al fuego y resistencia a choque térmico.

- **Propiedades químicas:** Estables e inertes (salvo frente a ácidos fuertes y álcalis).

• Propiedades mecánicas:

Duro, Resistente a compresión y a la abrasión.

Fractura frágil por propagación de defectos (quebradizo).



Vidrios

Fabricación de productos de vidrio

• Consta de varias fases:

Fusión de las materias primas (hornos continuos).

Conformación en caliente: Estirado y laminado (láminas, barras, fibras)
 Moldeado (colado, soplado o prensado).

Tratamiento superficial: flotado (reducción de defectos)
 impresiones y decoraciones.

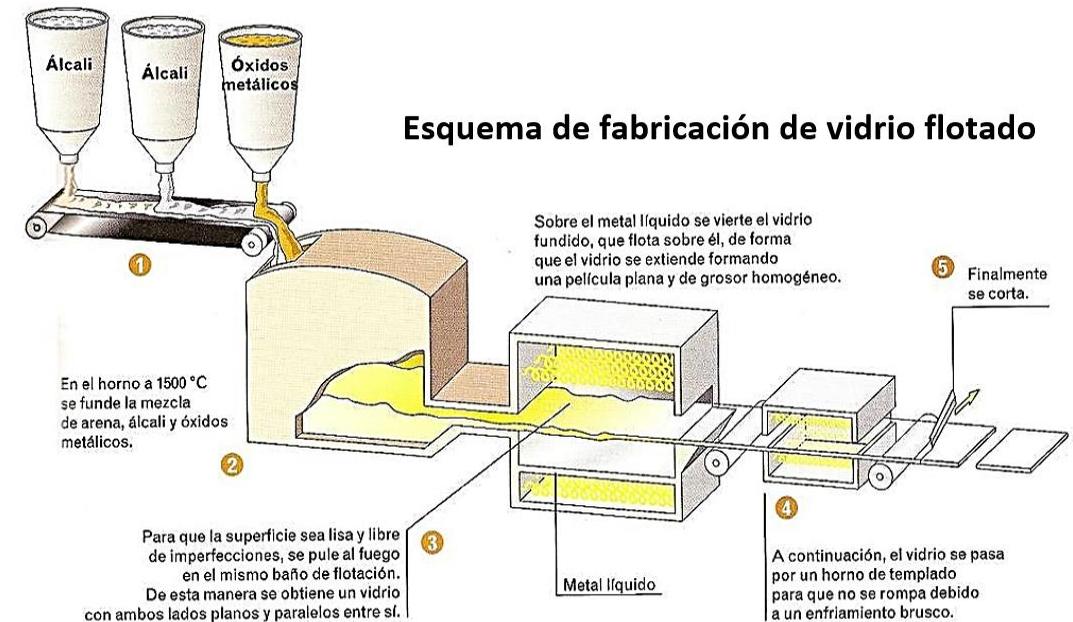
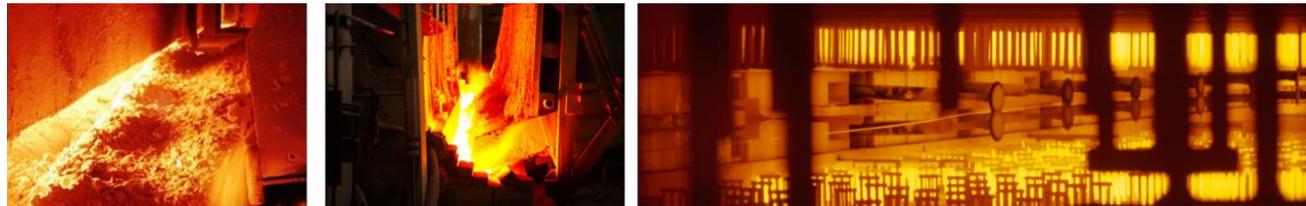
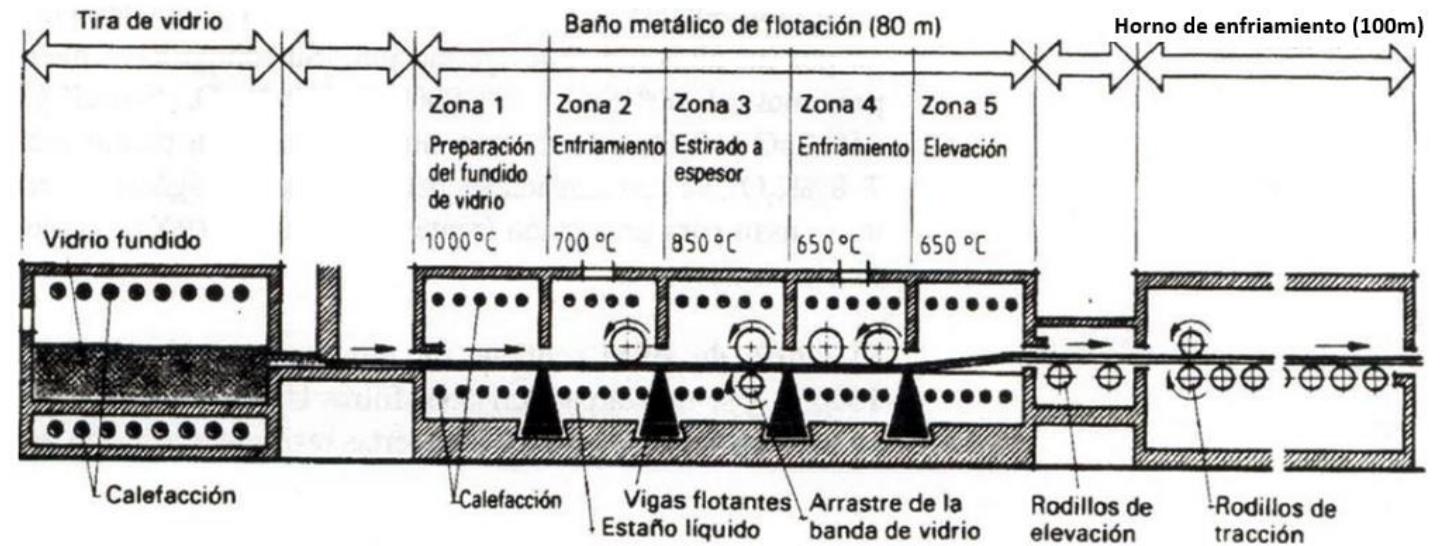
Recocido: recalentamiento (alivia las tensiones).

Templado (opcional): aumenta las tensiones superficiales.

Enfriamiento controlado: evita la aparición de tensiones.

Vidrio "Float" (Pilkington, 1952)

Obtención del vidrio flotado



Vidrios

Tipos de vidrio para Construcción

- **Plano:** obtenido por laminado o flotado.

El **vidrio flotado** consiste en una plancha de vidrio fabricada haciendo flotar el vidrio fundido sobre una capa de estaño fundido.

Este método proporciona al vidrio un grosor uniforme y una superficie muy plana, por lo que es el vidrio más utilizado en la construcción.

Se le denomina también *vidrio plano*.



- **Templado:** Tratado térmicamente.

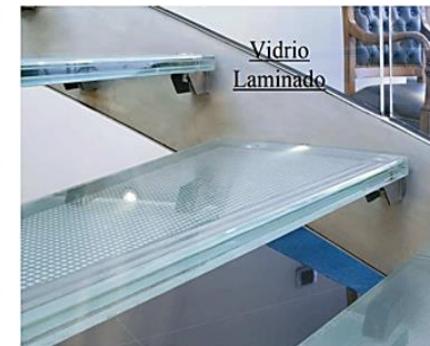
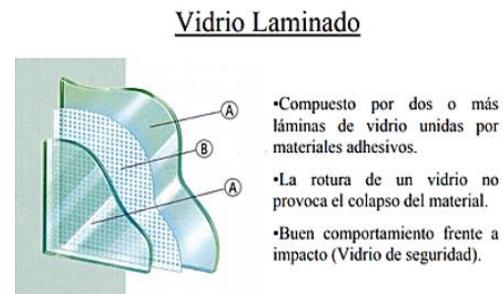
El **vidrio templado** es un tipo de vidrio de seguridad procesado por tratamientos térmicos o químicos para aumentar su resistencia.

- Calentamiento a 600°C y enfriamiento rápido
- Incremento de resistencia a flexión (Templado 200MPa)
- Rotura en trozos pequeños poco cortantes
- Imposibilidad de manipulación posterior



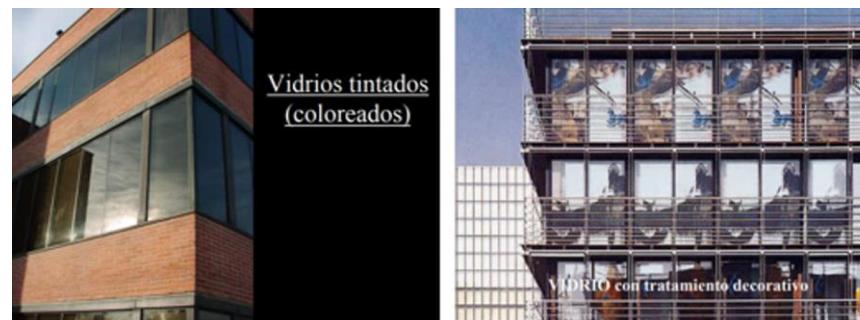
- **Laminado:** Compuesto de láminas de vidrio y adhesivo.

El **vidrio laminado** es un acristalamiento de seguridad compuesto por dos o más vidrios unidos por medio de una o varias láminas de butiral de polivinilo (PVB), material plástico de muy buenas cualidades de elasticidad, transparencia y resistencia.



- **Tintado:** Coloreado en masa (óxidos metálicos).

El **Vidrio Tintado** es un vidrio coloreado para reducir los efectos de la radiación solar (infrarroja y ultravioleta). El tintado aporta una disminución del calor transferido hacia el interior y asimismo mantiene un elevado nivel de transmisión luminosa. El **Vidrio Tintado** se obtiene mediante la incorporación de agentes colorantes (óxidos metálicos, hierro, cobalto, selenio) a la mezcla fundida.



Vidrios

Tipos de vidrio para Construcción

- **Impreso y Decorado:** tratado superficialmente

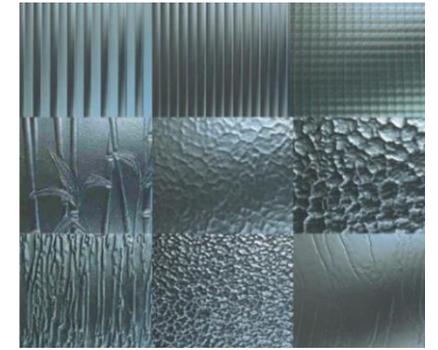
El **vidrio impreso**, es un vidrio plano de decoración, incoloro o traslúcido, que se obtiene a través de un grabado impreso sobre la superficie de una de las caras del vidrio.

- **Termocrómico y electroóptico:** dopados con componentes termosensibles o piezoelectrónicos.

El **vidrio electrocrómico** forma parte del grupo de los llamados “vidrios inteligentes”, entre los que están el vidrio fotocromático, que pierde transparencia al incidir sobre él luz intensa;

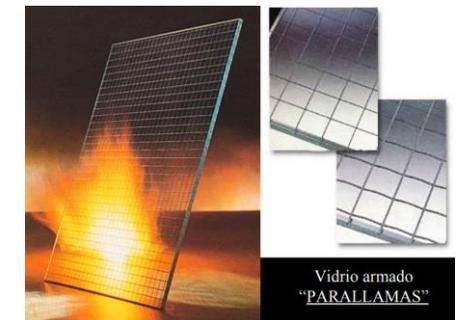
El **termocrómico**, que hace lo propio con aumentos y disminuciones de la temperatura, el de partículas suspendidas (SPD) y el de cristal líquido.

Se ha demostrado que el uso de ventanas electrocrómicas en casas y edificios comerciales puede reducir los gastos en energía eléctrica hasta en un 40% ya que tienen la capacidad de regular la cantidad de luz y calor que llega al interior.



- **Parallamas:** armado con malla metálica.

Vidrio traslúcido impreso que en la masa lleva incorporada una malla metálica, que impide que se desprendan trozos de vidrio cuando este se rompe de forma fortuita, en espesor de 5/6 mm. Es un vidrio en desuso, por la utilización de vidrios laminados.



- **Moldeado:** fabricado por moldeo.

Se denomina **Vidrio Moldeado** a las piezas de **vidrio** traslúcido, macizas o huecas, que se obtienen por el prensado de una masa fundida de **vidrio** en moldes de los que toman su forma.



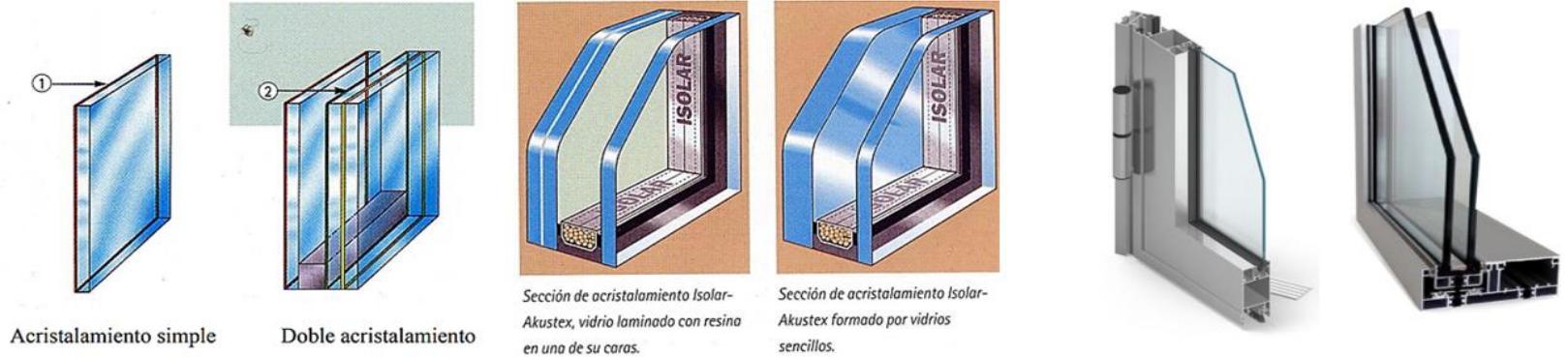
Vidrios

Productos de vidrio para Construcción

En función de su aplicación, se pueden clasificar en:

Cerramientos

Ventanas y Huecos Acristalados (simple y doble).



Acristalamiento simple

Doble acristalamiento

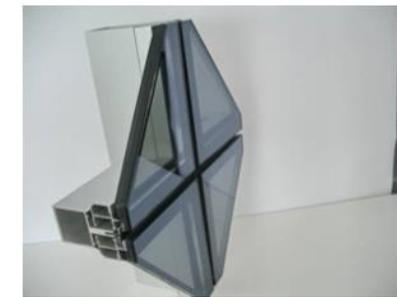
Sección de acristalamiento Isolar-Akustex, vidrio laminado con resina en una de sus caras.

Sección de acristalamiento Isolar-Akustex formado por vidrios sencillos.

Fábricas de Bloque de Ladrillo.



Muros Cortina (carpintería vista u oculta).



Vidrio "Estructural".



Vidrios

Productos de vidrio para Construcción

En función de su aplicación, se pueden clasificar en:

- **Paramentos pisables:** Suelos de vidrio.



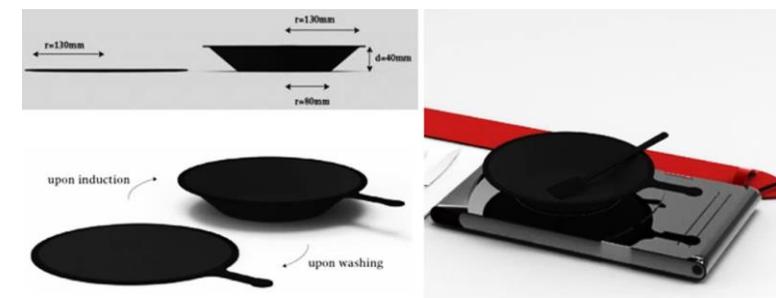
- **Vidrio celular:** Vidrio muy poroso, con baja absorción y conductividad térmica (Alta RF). Se usa como aislante térmico de vidrio celular para azotea, para fachada.



- **Fibra de vidrio:** Mantas para aislamiento térmico. Refuerzo de plásticos y conglomerados.



- **Fibra óptica:** conducción de luz (hormigón translúcido) y sensores de deformación (materiales “inteligentes”).



"aleación de memoria ferromagnética de 2 vías" que puedes guardar cuando está fría, pero que toma la forma de una sartén cuando la pones en la estufa de inducción portátil

Vidrios

Marcado CE de Productos de vidrio

• Productos de vidrio con Marcado CE (2006-2007):

Productos básicos de vidrio sódico-cálcico, borosilicato y vitrocerámicas: flotado, armado, impreso (UNE-EN 572-9)

<http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0036448#.Wg7UwlWWa70>

Vidrio templado y de seguridad (UNE-EN 1863-2)

http://www.glasscor.com/calidad/normativa_UNE.html

Productos de vidrio recubierto y espejos (UNE-EN 1096-4)

<http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0034502#.Wg7W6VWWa70>

Vidrio laminado (PNE-EN 14449)

<http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0036520#.Wg7XlIWWa70>

Vidrio aislante (UNE-EN 1279-5)

<http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0046402#.Wg7Xz1WWa70>

Bloques y paveses (UNE-EN 1051-1)

<http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0029737#.Wg7YEVWWa70>

U- Glass (UNE-EN 572-1)

<http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0050006#.Wg7YQFWa70>

Vidrio celular (UNE-EN 13167)

<http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0055793#.Wg7Yd1WWa70>



| | |
|---|-------------|
|  01234 | |
| AnyCo Ltd. PO Box 21, B-1050 | |
| 99 | |
| 01234-CPD-00234 | |
| EN 12150-2 | |
| Vidrio de silicato sodocálcico de seguridad templado térmicamente para ser utilizado en edificios y obras de construcción | |
| Características: | |
| Resistencia al fuego | PND |
| Reacción al fuego | AI* |
| Prestación al fuego exterior | PND |
| Resistencia a la bala | PND |
| Resistencia a la explosión | PND |
| Resistencia a la efracción | PND |
| Resistencia al impacto de cuerpo pendular | I(C)2 |
| Resistencia contra cambios repentinos de temperatura y diferenciales de temperatura | 200 K |
| Resistencia al viento, nieve, carga permanente e impuesta | 6 mm |
| Aislamiento acústico al ruido aéreo directo | 31 -2 -3 dB |
| Propiedades térmicas | 5,6 W/(m²K) |
| Propiedades de radiación: | |
| - transmitancia y reflexión luminosa | 0,70/0,13 |
| - características de energía solar | 0,55/0,11 |

| |
|--|
| Simbolo del marcado CE, de acuerdo con la Directiva 93/68 CEE |
| Número de identificación del organismo de certificación (si es relevante) [16] |
| Nombre y dirección registrada del fabricante |
| Dos últimos dígitos del año de impresión del marcado |
| Número del certificado (si es relevante) [17] |
| Número de la norma europea |
| Descripción del producto |
| c |
| Información sobre las características esenciales |



Bibliografía de consulta recomendada.**Tema 6. Materiales cerámicos y vidrios.**

Eduardo, Mari.; **Los Materiales Cerámicos**, Editorial Alsina. 1998.

- www.hyspalit.es (Productos y Mercado CE)
- CTE-DB-SE-F
- Porcar Ramos José Luis, Manual-guía técnica de los revestimientos y pavimentos cerámicos, Inst. de Tec. Cerámica-A. Inv. de las Ind. Cerámicas, Castellón, 1987.

KALTENBACH, FRANK. MATERIALES TRASLÚCIDOS: VIDRIO, PLASTICO, METAL. Editorial: GUSTAVO GIL. 2008

- Smith, W.; Fundamentos de ciencia e ingeniería de los materiales, Ed. McGraw-Hill, 1998.
- CITAV; Manual del vidrio, CITAV, 2001.
- Vasquez, C; El vidrio: Arquitectura y Técnica, Ed. ARQ, Chile, 2006.
- www.saint-gobain-glass.com/es/ (antigua Cristalería Española)

Tema 6. **Materiales cerámicos y vidrios**

Parte II: Vidrios

Webgrafía

[https://portal.uah.es/portal/page/portal/GP_EPD/PG-MA-ASIG/PG-ASIG-32912/TAB42351/Tema%207%20\(Vidrio\)%20Materiales%20ETSA%20\(II\).pdf](https://portal.uah.es/portal/page/portal/GP_EPD/PG-MA-ASIG/PG-ASIG-32912/TAB42351/Tema%207%20(Vidrio)%20Materiales%20ETSA%20(II).pdf)

[https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%93xido_de_silicio_\(IV\)](https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%93xido_de_silicio_(IV))

https://www.upv.es/materiales/Fcm/Fcm14/pfcm14_3_2.html

http://html.rincondelvago.com/vidrios_1.html

<http://descom.jmc.ut fsm.cl/proi/materiales/CERAMICOS/CERAMICOS.htm>

<https://es.slideshare.net/sandrlealdi/composicin-delvidrio>

http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/137/html/sec_5.html

http://www.ehu.eus/sem/seminario_pdf/SEMINARIO_SEM_2_049.pdf

Imágenes

<https://www.google.com>

https://www.google.com/search?biw=1680&bih=907&tbm=isch&sa=1&ei=HDuZXOH4B7Cd5wLj-bf4Dg&q=+vidrios&oq=+vidrios&gs_l=img.12..0i67l2j0l8.65021.66657..69395...0.0..0.122.1012.6j4.....1....1..gws-wiz-img.....0i7i30j0i7i5i30j0i8i7i30.1rNNd9vnRnk

PROHIBIDA LA VENTA
DONADO PARA FINES EDUCACIONALES

CONGLOMERANTES Y CONGLOMERADOS
TEMA 7

TEMA 7. **Conglomerantes y Conglomerados**

Conglomerantes y conglomerados. El proceso conglomerante: fraguado y endurecimiento. Hidraulicidad. Yeso y escayola.

Cal aérea e hidráulica. Cementos naturales y artificiales. Aditivos y adiciones. Derivados y materiales compuestos. Morteros. Normativa, designación y aplicaciones.

TEMA 7. **Conglomerantes y Conglomerados**

Objetivos Discentes del Tema 7:

- Conocer las propiedades de los materiales conglomerantes, tipos, procesos de fabricación y aplicaciones, designación y normativa.
- Conocer los tipos de cementos, morteros y productos conglomerados, designación, normativa y aplicaciones.

Aglomerantes y Conglomerantes

El proceso conglomerante

- **Aglomerantes:** Son materiales capaces de unir fragmentos de otras sustancias y dar cohesión al conjunto por mecanismos físicos.

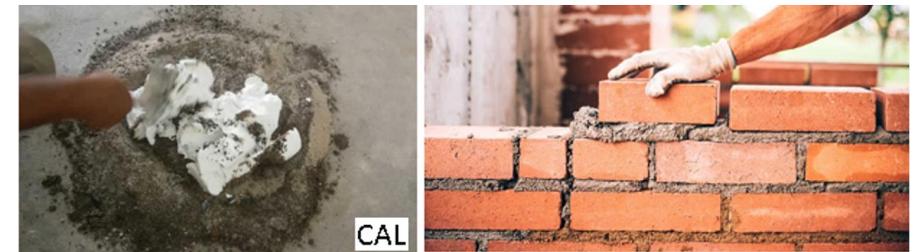
Ejemplos: arcillas y betunes.



- **Conglomerantes:** Son materiales capaces de unir fragmentos de otras sustancias y dar cohesión al conjunto por transformaciones químicas en su masa (fraguado) produciendo nuevos compuestos.

Se obtienen a partir de materiales naturales tratados térmicamente (cocción en horno o caldera).

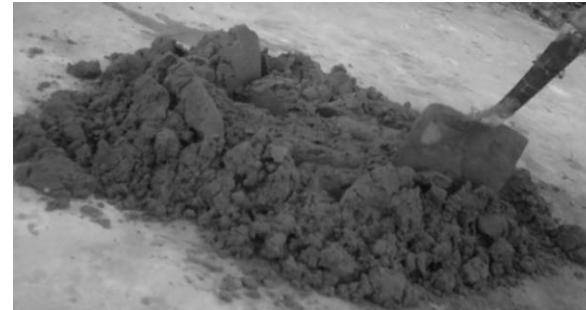
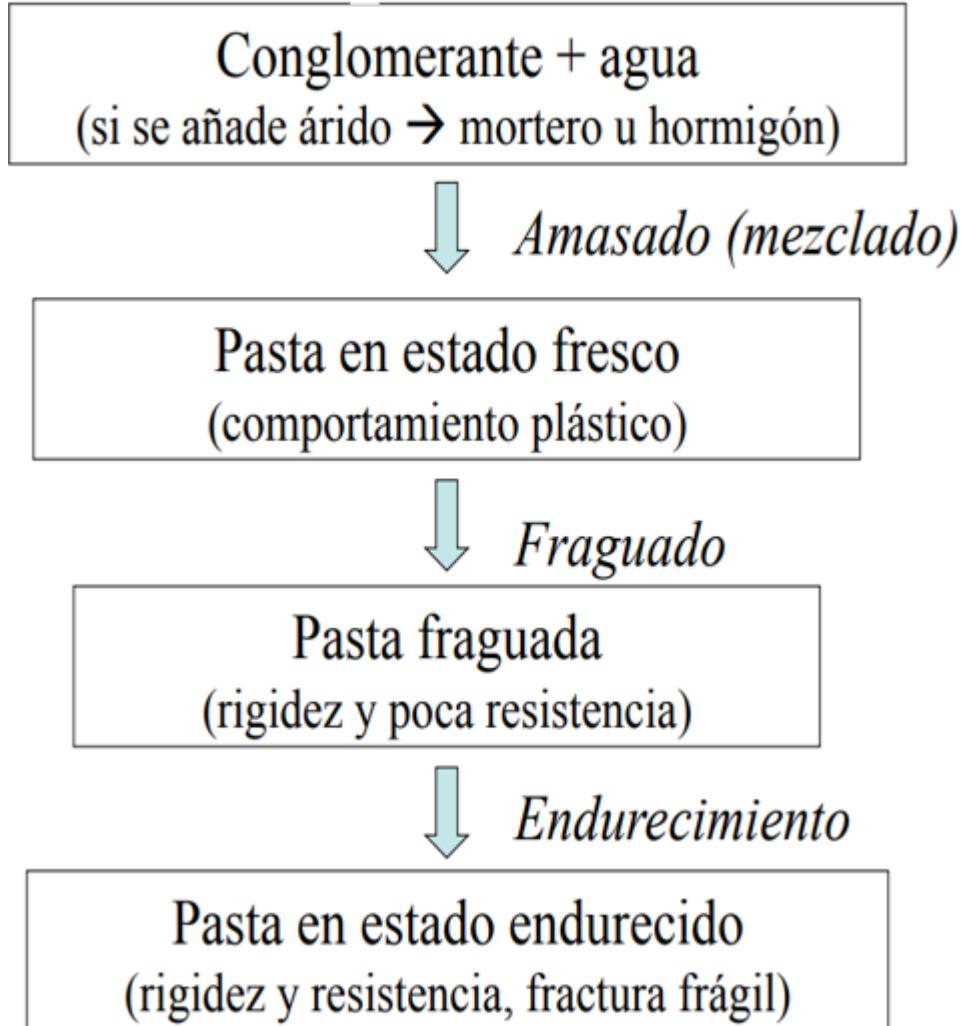
Ejemplos: yesos y escayolas, cales y cementos.



Materiales Conglomerantes

- Se presentan en forma de polvo muy fino y muestran un comportamiento plástico al mezclarse con agua (pasta), que permite su moldeo.
- En estado fresco (pasta) pueden adherirse a otros materiales (áridos) constituyendo materiales compuestos conglomerados (mortero, hormigón).
- Una vez fraguados se endurecen (adquieren resistencia y rigidez) y el proceso es irreversible.
- Forman estructuras cristalinas y presentan fractura frágil.

El proceso conglomerante



Aglomerantes y Conglomerantes

Tipos de Conglomerantes

- Según su capacidad de fraguar en distintos ambientes:

Aéreos: los que endurecen en contacto con el aire. (yesos, cales aéreas).

Hidráulicos: los que pueden endurecer en contacto con el agua y sumergidos en agua. (cales hidráulicas y cementos).

Hidrocarbonatados: los que se endurecen por el cambio de viscosidad con la temperatura, como los betunes y los alquitranes.

- Según su naturaleza:

Yesos y escayolas: es un mineral compuesto de sulfato de calcio hidratado.

Sulfato de calcio es un químico común industrial y de laboratorio.

En estado natural, sulfato de calcio es translucido, roca blanca cristalina.

El yeso es un producto preparado básicamente a partir de una piedra natural denominada aljez, mediante deshidratación, al que puede añadirse en fábrica determinadas adiciones para modificar sus características de fraguado,

La escayola es un producto industrial que se obtiene del aljez, o yeso natural.

Es un yeso de alta calidad y grano muy fino, con pureza mayor del 90% en mineral aljez.

Contiene muy pocas impurezas, menos que el yeso blanco.



Sulfato de calcio hemihidratado



Cales: Obtenidas por descarbonatación de calizas.

Descarbonatación: calcinación de los carbonatos en el horno.

Consiste en la aplicación de calor para la descomposición de la caliza.

En este proceso se pierde cerca de la mitad de peso, por la descarbonatación.

La piedra caliza se convierte en cal viva

Carbonato: Compuesto químico que contiene los elementos carbono (C) y oxígeno (O) en forma del grupo CO_3 , conteniendo un átomo de carbono y tres átomos de oxígeno; por ejemplo el **carbonato de calcio** CaCO_3 .



Cementos: Constituidos por silicatos y aluminatos cálcicos deshidratados.

El **cemento de aluminato de calcio "CAC"**, conocido popularmente como cemento aluminoso, es un conglomerante hidráulico que resulta de la molienda, después de la cocción hasta la fusión, de una mezcla compuesta principalmente de **alúmina, de cal, de óxidos de hierro y de sílice** en unas proporciones tales que el cemento obtenido contenga, al menos, un 30% de su masa de alúmina.

La **alúmina** es el óxido de aluminio (Al_2O_3).

Los **silicatos** son el grupo de minerales de mayor abundancia, pues constituyen el 92 % de la corteza terrestre, además del grupo de más importancia geológica por ser petrogénicos, es decir, los minerales que forman las rocas.

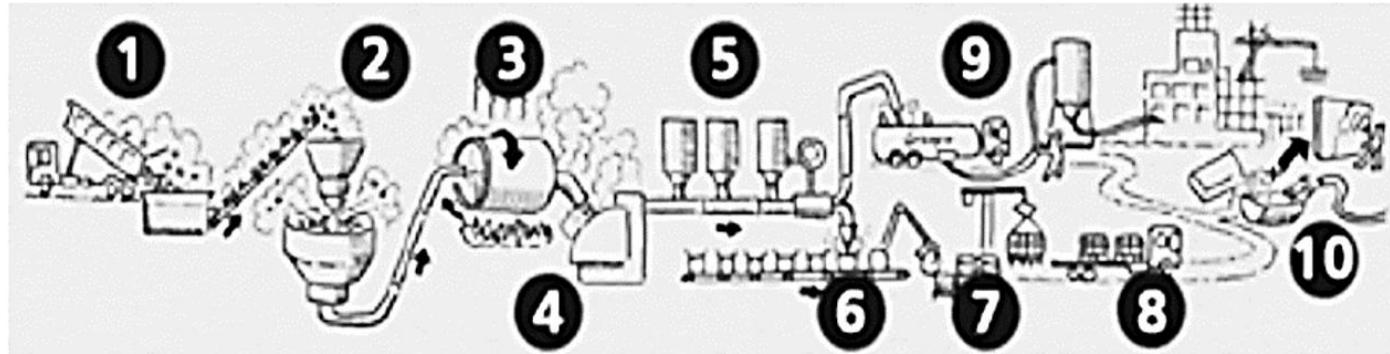
Todos los silicatos están compuestos por **silicio** y **oxígeno**.



Aglomerantes y Conglomerantes

Yeso y escayola

- Son materiales procedentes de la deshidratación de la piedra de yeso o aljez (sulfato cálcico dihidrato).
- Se obtienen por cocción del aljez y posterior molienda.



1. Extracción de la piedra. Carga y transporte. 2. Trituración. Cribado. Selección. Almacenamiento. 3. Calcinación o cocción. Deshidratación. 4. Molienda. 5. Mezclado. Control de calidad. 6. Ensacado. 7. Palatizado. 8. Transporte. 9. Carga directa en camiones. Almacenaje en silos. 10. Llegada y utilización en la obra.

LA CLASIFICACIÓN SEGÚN LAS CONDICIONES DE COCCIÓN.

Conforme va subiendo la Tª de calcinación,

la piedra de yeso se van obteniendo diferentes productos: -De **120 a 170°C**.

Se obtienen dos tipos de sulfato cálcico semihidrato llamadas **yeso alfa** y **yeso beta**.

- **Fraguan muy rápido** (en minutos).

Semihidrato alfa (cristales grandes)

El **yeso alfa** puede obtenerse en autoclave, pues para su formación es indispensable que se produzca una atmósfera saturada de vapor de agua o próxima a la saturación.

El **Semihidrato alfa** es más compacto, tiene rasgos cristalinos. El **Semihidrato alfa** presenta una gran resistencia a la tracción y compresión comparado con el **Semihidrato beta**. De 170 a 250°C, que presenta una gran avidez por el agua, por lo que es muy inestable, pasando rápidamente al hemihidrato al absorber la humedad atmosférica.

(Una **autoclave** es un recipiente de presión metálico de paredes gruesas con un cierre hermético que permite trabajar a alta presión para realizar una reacción industrial, una cocción o una esterilización con vapor de agua)



Semihidrato beta (cristales pequeños)

Cuando se fabrica yeso beta, ordinario, en calderas, siempre se produce yeso alfa en mayor o menor medida, puesto que en la caldera siempre hay presente vapor de agua.

El **Semihidrato beta**, es esponjoso, no cristalino, tiene aspecto terroso. El **Semihidrato beta** es el más importante componente del yeso comercial.

| | |
|----------------------|---|
| Temperatura ambiente | Piedra de yeso, o sulfato de calcio bihidrato ($\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$) |
| 107 °C | Formación de sulfato de calcio hemihidrato ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$) |
| 107 - 200 °C | Desecación del hemihidrato, con fraguado más rápido que el anterior (yeso comercial para estuco) |
| 200 - 300 °C | Yeso con ligero residuo de agua, de fraguado muy lento y de gran resistencia |
| 300 - 400 °C | Yeso de fraguado aparentemente rápido, pero de muy baja resistencia |
| 500 - 700 °C | Yeso Anhidro o extra cocido, de fraguado muy lento o nulo (yeso muerto) |
| 750 - 800 °C | Empieza a formarse el yeso hidráulico |
| 800 - 1000 °C | Yeso hidráulico normal, o de pavimento |
| 1000 - 1400 °C | Yeso hidráulico con mayor proporción de cal libre y fraguado más rápido |
| 1450 °C | Temperatura de fusión del yeso |

Clasificación de yesos

YESO BETA: Es el yeso blanco o mejor conocido como "blanca-nieves" es el menos costoso pero es el de más escasa resistencia, se usa para enfrascados, montados y base de modelos.

YESO ALFA 1: También llamado yeso piedra, posee una mayor dureza y más exactitud dimensional, esto lo hace más deseable para la confección de ciertas restauraciones. Se utiliza para correr modelos de trabajo, modelos de estudio y de diagnóstico.

YESO ALFA 2: También llamado VELMIX o DENCITA, se utiliza para trabajos que exijan una máxima precisión y resistencia. El VELMIX se utiliza para los modelos de trabajo para prótesis y la DENCITA para modelos para tratamiento de ortodoncia.

Aglomerantes y Conglomerantes

Tipos de Yesos y Escayolas

- Se clasifican de acuerdo con su proceso de fabricación:
- **Yesos tradicionales** (hornos artesanales): Blanco (fino) y Negro (grueso) .

El **yeso blanco** es el nombre tradicional de un producto artesanal, o industrial, que se obtiene del aljez, o yeso natural. Es un material muy utilizado en construcción, contiene pocas impurezas, menos que el yeso negro, es de color blanco, y con él se da la última capa de enlucido, o capa de "acabado", en las paredes de las edificaciones.

El **yeso negro** es el nombre tradicional de un producto artesanal, o industrial, contiene más impurezas que el yeso blanco. Es de color grisáceo. Con él se da una primera capa de enlucido en las paredes interiores de las edificaciones.

Escayola es un producto que proviene aljez (piedra de yeso). Se trata de un producto industrial que es considerado como un yeso de alta calidad. Su grano es mucho más fino, lo que le otorga un superior grado de pureza que el yeso. La **escayola** tiene mayor rapidez de secado, por lo que siempre se aconseja que en la mezcla no se utilice mucha agua, para no generar demasiado material y se pueda trabajar de forma tranquila y pausada antes de que se seque. Debido a su nivel de pureza, la escayola es mucho más **moldeable** que el yeso. Esta propiedad ofrece infinidad de posibilidades en la decoración de los hogares.

- **Yesos industriales** (fraguado controlado): **Grueso** (YG) y **fino** (YF) y **escayola** (E) (monofase).
- El **Yeso Controlado** es un yeso de construcción de fraguado lento, de aplicación manual, que se utiliza para el revestimiento de techos y paredes interiores.

- **Yesos de 3ª generación** (aditivados):

Yesos de fraguado controlado (YG-L y YF-L).

Yesos para prefabricación (YP).

Escayola (E-30) y **escayola especial** (E-35).

Proyectables (YPM) y **aligerados** (YA).

| Denominación de los yesos | |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| NORMAS UNE 102-010 y 102-011 (RY-85) | NORMA UNE EN 13279 |
| YG, YG/L; YPM | B1 YESO DE CONSTRUCCION |
| YF, YF/L | C6 YESO APLICACIÓN EN CAPA FINA |
| YP | A CONGLOMERANTES A BASE DE YESO |
| E 30, E 30/L, E-35, E 35/L | A CONGLOMERANTES A BASE DE YESO |
| YA, YPM/A | B4 YESO CONSTRUCCION ALIGERADO |
| YD, YPM/D | B7 YESO CONSTRUCCION ALTA DUREZA |
| YE/T | C6 YESO APLICACIÓN EN CAPA FINA |



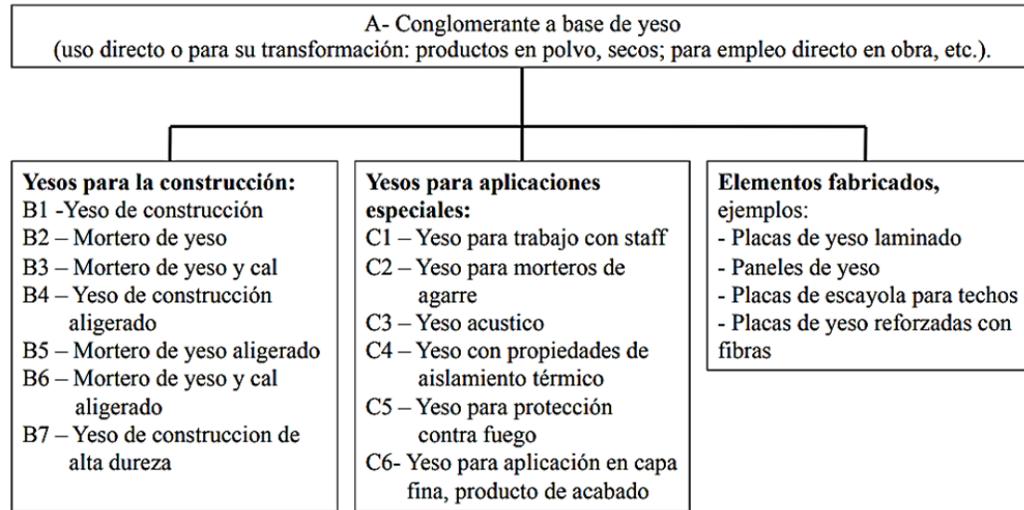
Yesos de tercera generación: los anteriores, aditivados (se distinguen por su granulometría y por sus aditivos o agregados, afectan a su fraguado, su aligeramiento, dureza y su modo de empleo: manual o mecánico).

- Yeso controlado de construcción
 - Grueso
 - Fino
- Yesos finos especiales
- Yeso controlado aligerado
- Yeso de alta dureza superficial
- Yeso de proyección mecánica
- Yeso aligerado de proyección mecánica
- Yesos –cola y adhesivos, a base de yeso o escayola.

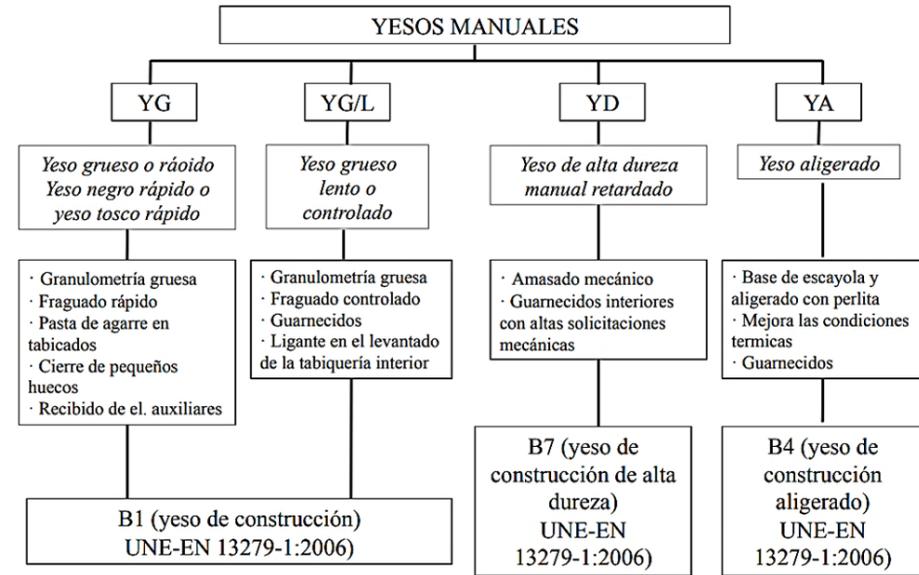
Tipos de yesos en construcción

| Yesos artesanales, tradicionales o multi-fases | Yesos industriales o de horno mecánico | Yesos con aditivos |
|---|--|---|
| Yeso negro <ul style="list-style-type: none"> ▪ muchas impurezas ▪ grano grueso ▪ utilizado en primera capa de enlucido | Yeso de construcción (bifase) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Grueso ▪ Fino Escayola | Yeso controlado de construcción <ul style="list-style-type: none"> ▪ Grueso ▪ Fino Yesos finos especiales |
| Yeso blanco <ul style="list-style-type: none"> ▪ pocas impurezas ▪ grano fino ▪ uso más externo, acabados. | | Yeso controlado aligerado |
| Yeso rojo <ul style="list-style-type: none"> ▪ color rojo debido a impurezas de otros minerales ▪ utilizado en restauración. | | Yeso de alta dureza superficial |
| | | Yeso de proyección mecánica |
| | | Yeso aligerado de proyección mecánica |
| | | Yesos-cola y adhesivo |

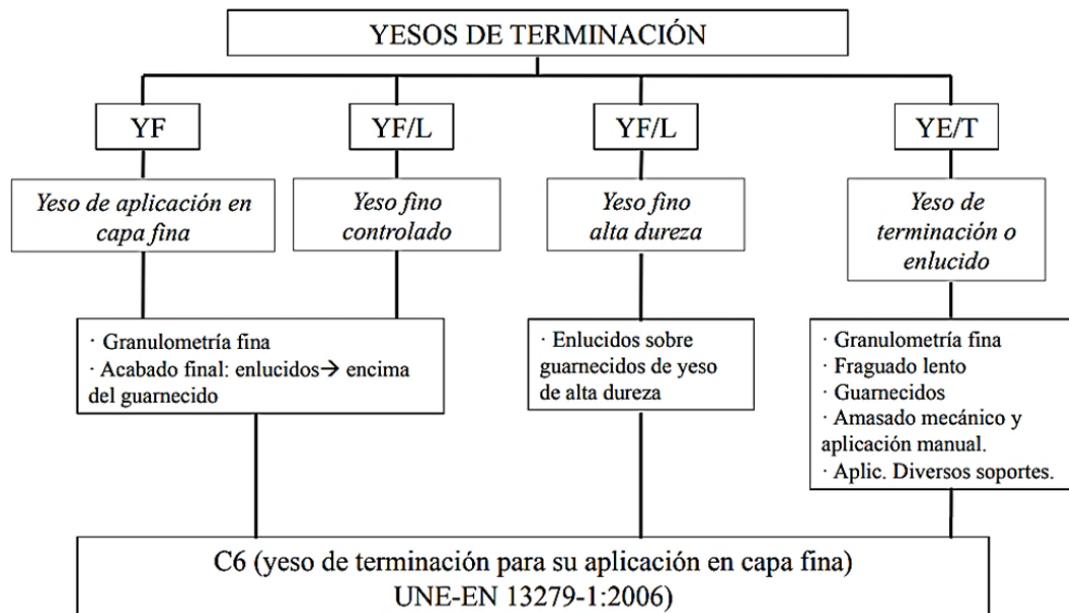
Tipos de yesos comerciales
(UNE-EN 13279-1)



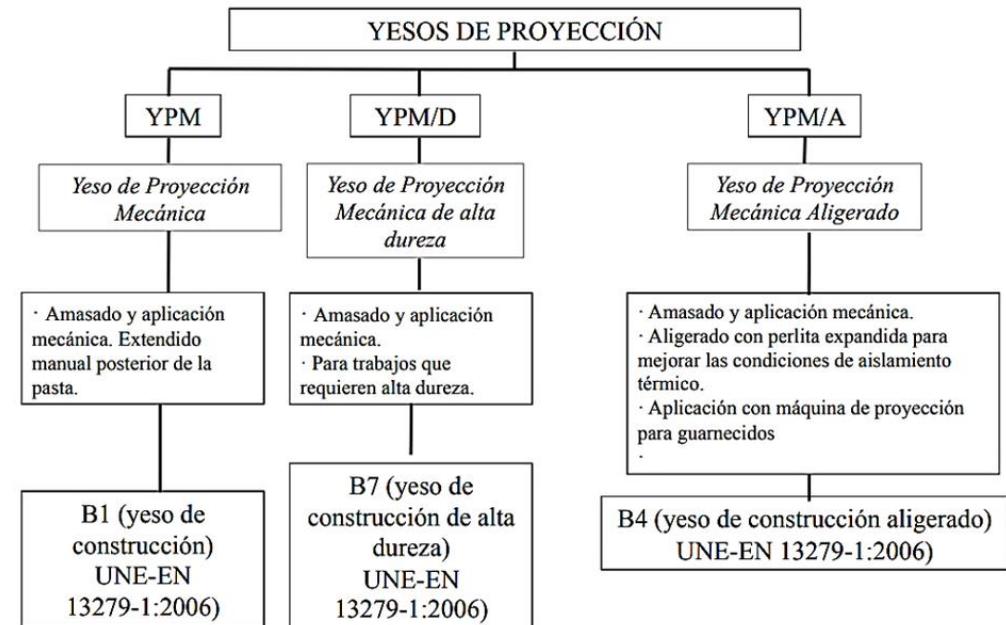
Tipos de yesos



Tipos de yesos



Tipos de yesos



Aglomerantes y Conglomerantes

La escayola es el yeso blanco de mayor calidad. Desde el punto de vista tradicional la diferencia entre yeso y escayola es su pureza en aljez y diferente granulometría (la escayola es más fina, de 0-0,2 mm). Mientras que el yeso tiene pureza mayor del 70%, la escayola ha de tener pureza mayor del 90%.

Se caracteriza por la dureza (dureza Shore C) y perfección de su acabado. Se contrae muy poco durante el fraguado, con lo cual sus dimensiones disminuyen poco. Se emplea principalmente en vaciados, molduras y decoración. Por lo general la duración del estado plástico suele ser de unos 10 minutos para un fraguado normal (para prefabricados) y de unos 30 minutos para un fraguado lento (para usar en pasta).

En el **RY-85** (pliego general de condiciones para la recepción de yesos y escayolas en las obras de construcción), se definen los siguientes tipos de escayolas y sus aplicaciones más frecuentes: Se designa **E-30** la escayola que está constituida fundamentalmente por sulfato cálcico hemihidrato con la posible incorporación de aditivos reguladores del fraguado y con una resistencia mínima a flexotracción de 3 MPa. Se garantiza una pureza $\geq 90\%$. Para el amasado de utiliza una relación agua/escayola de entre 0,8 y 1,0 según los productos y aplicaciones. La escayola designada como **E-35** posee una mayor pureza que la E-30 ($\geq 92\%$) y una resistencia mínima a flexotracción de 3,5 MPa. Para el amasado de utiliza una relación agua/escayola de entre 0,8 y 1,2 según los productos y aplicaciones.

En la siguiente tabla se muestra una comparación de propiedades de distintos tipos de yeso con la escayola:

- **Yesos industriales** (fraguado controlado):

Grueso (YG) y **fino** (YF) y **escayola** (E) (monofase).

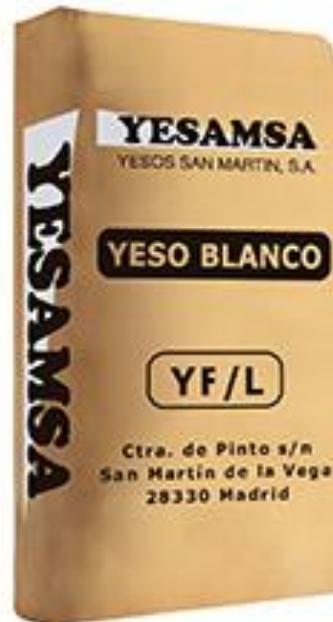
- **Yesos de 3ª generación** (aditivados):

Yesos de fraguado controlado (YG-L y YF-L).

Yesos para prefabricación (YP).

Escayola (E-30) y **escayola especial** (E-35).

Proyectables (YPM) y **aligerados** (YA).



Características de los yesos (RY-85)

| CARÁCTERÍSTICAS | TIPOS Y CLASES | | | | | | | | | |
|--|----------------|------|---------|------|----------|------|----------|------|----------|----|
| | YG | YG/L | YF | YF/L | YP | E-30 | E-30/L | E-35 | E-35/L | |
| QUÍMICAS | | | | | | | | | | |
| Agua combinada, % máximo | 8 | | 5 | | 6 | | 7 | | 7 | |
| Índice de pureza (contenido teórico total en sulfato de calcio y agua) % mínimo | 75 | | 80 | | 85 | | 90 | | 92 | |
| Sulfato de Calcio Semihidrato (SO ₄ Ca, 1/2H ₂ O) % mínimo | - | | - | | - | | 85 | | 87 | |
| PH mínimo | 6 | | 6 | | 6 | | 6 | | 6 | |
| FINURA DE MOLIDO | | | | | | | | | | |
| Retención en el tamiz 0,8 UNE 7.050 en tanto por ciento, máximo | — | | — | | — | | 0(*) | | 0 | |
| Retención en el tamiz 0,2 UNE 7.050 en tanto por ciento, máximo | 50 | | 15 | | 30 | | 5(*) | | 1 | |
| R. MECÁNICA A FLEXOTRACCIÓN | | | | | | | | | | |
| mínima en kp/cm ² . (MPa) (**) | 20 (2,0) | | 25(2,5) | | 30 (3,0) | | 30 (3,0) | | 35 (3,5) | |
| TRABAJABILIDAD | | | | | | | | | | |
| Tiempo en pasar del estado líquido al plástico, máximo en minutos | 8 | 20 | 8 | 20 | 8 | | 8 | 20 | 8 | 20 |
| Duración del estado plástico, mínima en minutos | 10 | 30 | 10 | 30 | 10 | | 10 | 30 | 10 | 30 |

Productos y aplicaciones de los yesos

- A
P
L
I
C
I
O
N
E
S
- Pastas
 - Tendidos o guarnecidos de yeso
 - Enlucidos de yeso
 - Otras
 - Prefabricados
 - Placas y paneles de escayola para tabiques
 - Paneles de yeso - carton para tabiques
 - Placas de escayola para techos
 - Otros prefabricados
 - Otros
 - Estucos
 - Morteros de yeso



Aglomerantes y Conglomerantes

Revestimientos continuos

- Son aplicaciones superficiales de pastas (o morteros) sobre soportes continuos o discontinuos.
- Se utilizan para obtener una superficie plana, homogénea y continua.
- Pueden constituir el acabado de la superficie o servir como soporte de otros materiales de acabado.
- La compatibilidad con el soporte es fundamental.
- El espesor de aplicación depende de la regularidad del soporte (superficie y de materiales).

Tipos de revestimientos de yeso

- Se diferencian por sus propiedades, ejecución y situación (interior o exterior):

Guarnecido (interior, primera capa)

Enlucido (interior, segunda capa)

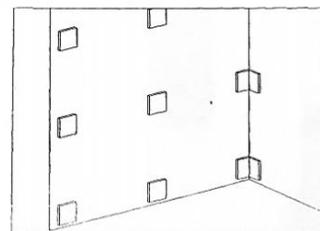
Revoco (exterior, acabado áspero)

Estuco (interior, liso y brillante)

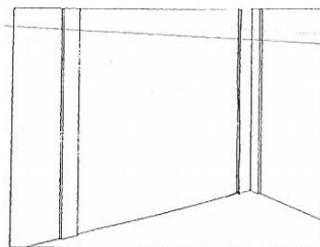
- Cada tipo de aplicación requiere de un tipo de yeso diferente (grueso o fino).
- La puesta en obra depende del grado de industrialización del producto (tradicional, industrial o de 3ª generación).



Revestimientos continuos interiores de yeso



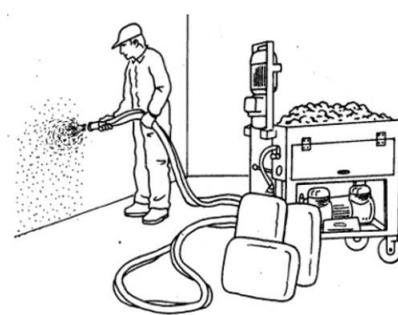
Tientos



Maestras



Revestimientos continuos de yeso proyectado



1. Proyección mecánica



2. Alisado con regla



3. Regularización

Aglomerantes y Conglomerantes

Placas para techos (cielorraso y falso techo).

- Piezas prefabricadas de escayola.
- Se sitúan suspendidas del forjado a una cierta distancia (fijaciones metálicas, o de caña y estopa).
- El espacio comprendido es continuo (plenium) y sirve:

Paso de instalaciones.

Mejorar el comportamiento térmico y acústico.

Incorporar puntos de las instalaciones (iluminación, climatización, control, ...).

- Tipos:

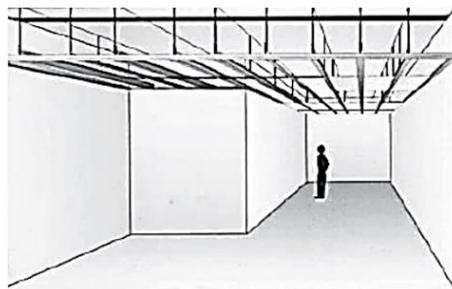
Para techos continuos

Para techos desmontables



Placas de Escayola

Placas de escayola (E-35) para falsos techos registrables



Tamaños usuales 600x600 mm, y 1200 x 600 mm
Montadas sobre perfilera (24 o 15 mm).

Tipo de borde:



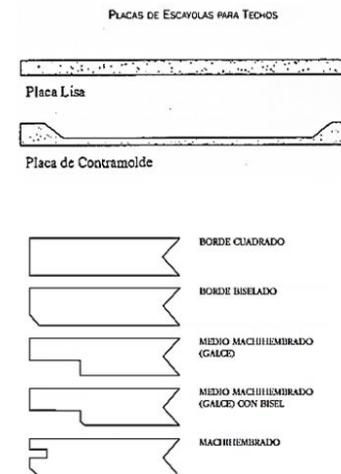
Acabados → Propiedades acústicas:

- Perforaciones ciegas.
- Perforaciones traspasan la placa (potenciación de las propiedades acústica → aisl. acústicos en la cara oculta).

Otros acabados: vinílico cara vista y en la cara oculta aluminio (→ barrera de vapor).

Placas de Escayola

Placas de escayola (E-35) para falsos techos lisos



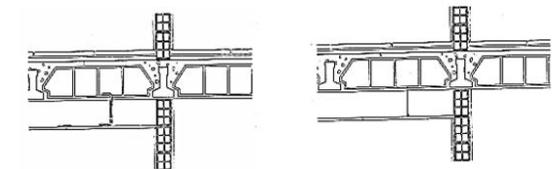
Constituidas por escayola y fibra de vidrio → permite al conjunto elasticidad.

Aspecto:

- una cara vista exenta de defectos y
- una cara oculta rugosa y con nervios en alto relieve perpendiculares entre si.

Tamaños comunes: 100x60 cm; 120x60 cm; 120x80 cm; 125x80 cm. Espesor \geq 12 mm

Tipos:



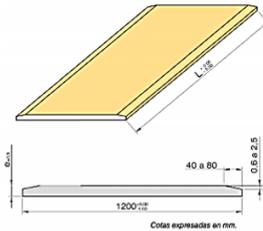
Estopa colgante

Fijaciones metálicas

Aglomerantes y Conglomerantes

Placa de yeso laminado (PYL)

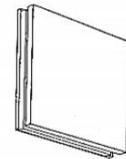
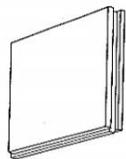
Cartón a doble cara y alma de yeso de origen natural, fabricada mediante proceso de laminación en continuo.
El yeso se aditiva para conferir a la placa propiedades.
A la placa se le puede adherir un aislamiento o barrera de vapor (soluciones compuestas).



Espesores (e) (mm): 6 – 9,5 – 12,5 – 15 – 18
Longitudes (L) (mm) = 2000 – 2500 – 2600 – 2800 – 3000
Anchura: 1.200 mm
Peso aprox. (Kg/m²): 6,0 – 15,0

CAMPOS DE APLICACIÓN:
Construcción de sistemas de obra seca en interiores:
- **Tabiquería/particiones.**
- **Trasdosados** autoportantes / directos.
- **Techos** continuos.
- Elementos decorativos.

Tabiquerías de paneles de yeso o escayola



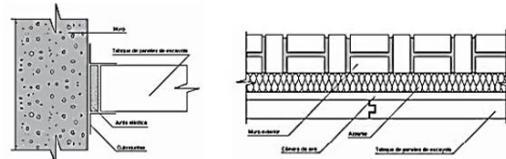
Placas machihembradas

Elementos prefabricados de paredes lisas, de espesor ≥ 5 cm.
Forma paralelepípeda, machihembrados (dos caras al menos).

Macizos o perforados.

CAMPOS DE APLICACIÓN:

Construcción de sistemas de obra seca en interiores:
- Tabiquería no portante.
- Trasdosados.



Espesores (e) (mm): 50 (min) – 150 (max)
Altura (h) (mm) \rightarrow función de la anchura: 500 mm, 666 mm
Anchura: 1000 (max)

Tabiquerías de placas de cartón-yeso



Tabique



Trasdosado

- Tabiquería desmontable, no móvil, autoportante.
- Formado por una estructura metálica sobre la cual se atornillan a ambos lados las placas de cartón-yeso.
- Entre las placas se puede colocar:
 - Material aislante térmico.
 - Intercalar canalizaciones de fontanería y electricidad.
- Además de tabiques, por este mismo sistema se pueden ejecutar trasdosados para el revestimiento de muros existentes.
- Falsos techos: placas atornilladas a una estructura metálica.



Techos

Designación de placas de yeso laminado

- Designación de placas de yeso laminado
PYL (a), (b), UNE EN 520,

donde:

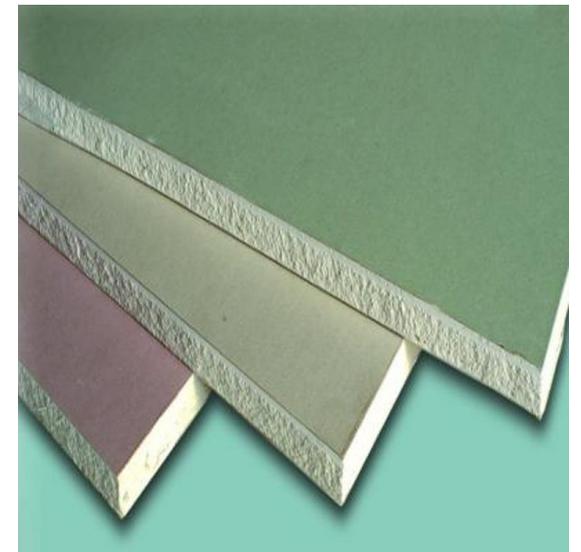
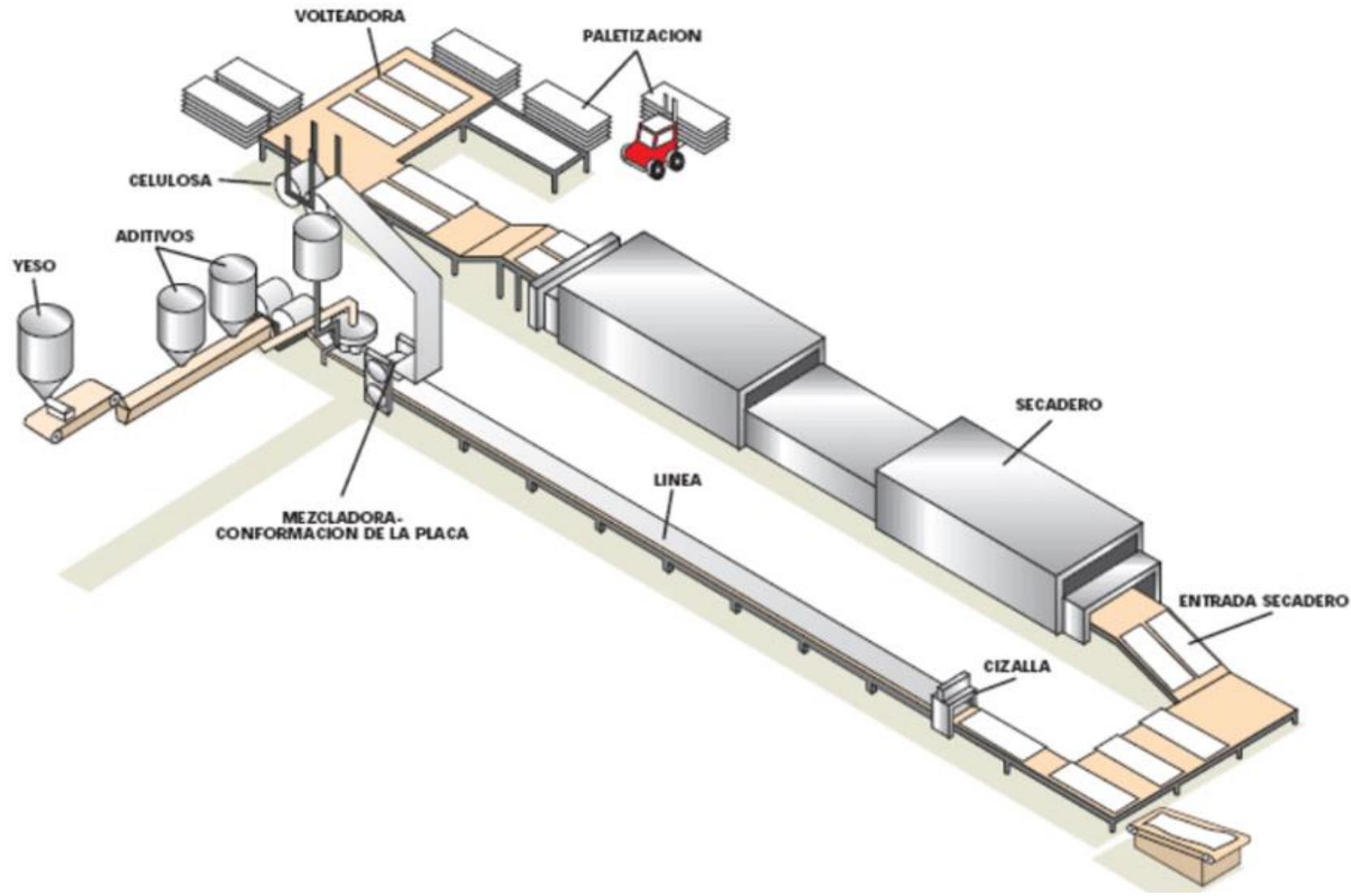
- Tipo: A: estándar,
H1 ó 2: impregnada,
DF: cortafuego,
DI: de alta dureza.
- Espesor nominal, en mm.



Designación de paneles de escayola

- Dimensiones nominales (longitud, altura, espesor), en mm.
- Tipo de panel: macizo, perforado.
- Clase de densidad:
 - densidad media ($800 \leq d < 1100$ kg/m³),
 - baja densidad ($600 \leq d < 800$ kg/m³),
 - alta densidad ($1100 \leq d < 1500$ kg/m³),
- Masa nominal, en kg/m².
- Designación "hidrofugado", cuando el panel lo sea.
- Categoría del pH: normal ($6,5 \leq \text{pH} < 10,5$),
bajo ($4,5 \leq \text{pH} < 6,5$).

Fabricación de placas de cartón-yeso



Aglomerantes y Conglomerantes

Marcado CE de yesos y productos

- Los paneles de yeso y los adhesivos a base de yeso requieren Marcado CE (Sistemas 3 o 4). (UNE EN 12859)
- Otros productos normalizados (CE en 2007):

Placas de yeso laminado (UNE EN 520)

Yeso y productos de yeso para construcción (UNE EN 13279-1)

Material de juntas para placas de yeso (UNE EN 13963)

Productos de placas de yeso laminado (UNE EN 14190)

Transformados de placa de yeso con aislamiento acústico (UNE EN 13950)



Marcado CE- Placa Pladur® TR Normal

Gama:

- Dimensiones 1195 x 595 x 9,5 mm
- 595 x 595 x 12,5 mm
- 1195 x 595 x 12,5 mm

Identificación del fabricante: Yesos Ibéricos, S.A.
C/ Mejía Lequerica, 10
28004 Madrid

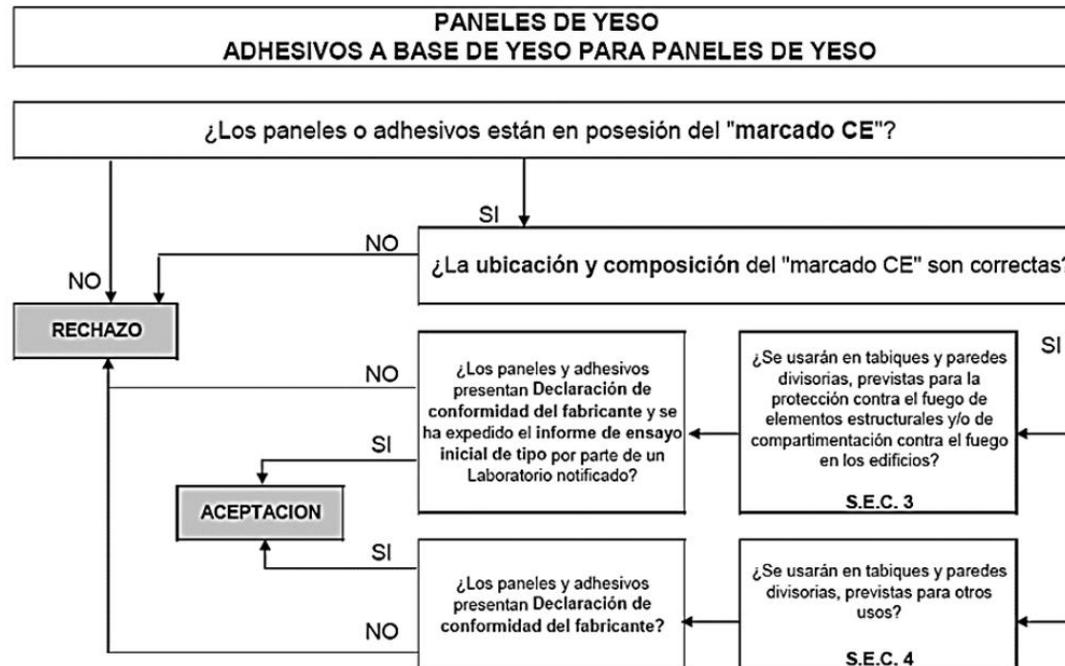
Año de Marcado : 2006

Estos productos son conformes con el anexo ZA de la Norma armonizada: UNE EN 14190

Requisitos esenciales según tabla ZA.1:

| | |
|---|---------------------------|
| Resistencia al esfuerzo cortante | PND |
| Reacción al fuego | A2 s1 d0 |
| Factor de resistencia al vapor de agua | 10 |
| Estabilidad de los elementos para techos. | PND |
| Resistencia a flexión longitudinal | |
| Espesor 9,5 mm. | 400 N |
| Espesor 12,5 mm. | 550 N |
| Resistencia a flexión transversal | |
| Espesor 9,5 mm. | 160 N |
| Espesor 12,5 mm. | 210 N |
| Resistencia Térmica | 0.25 W/(mK) |
| Resistencia al impacto | Ver documentación técnica |
| Aislamiento directo al ruido aéreo | Ver documentación técnica |
| Absorción acústica | Ver documentación técnica |

Recepción de productos de yeso



Reciclaje y cierre del ciclo de vida de las placas de yeso laminado

Quarries= cantera - gypsun= yeso - plasterboards= placas de yeso
- gypsun Factory = fábrica de yeso - recycling gypsun waste= reciclaje de residuos de yeso



Aglomerantes y Conglomerantes

Cales de construcción

• Hay dos tipos: **aérea e hidráulica**.

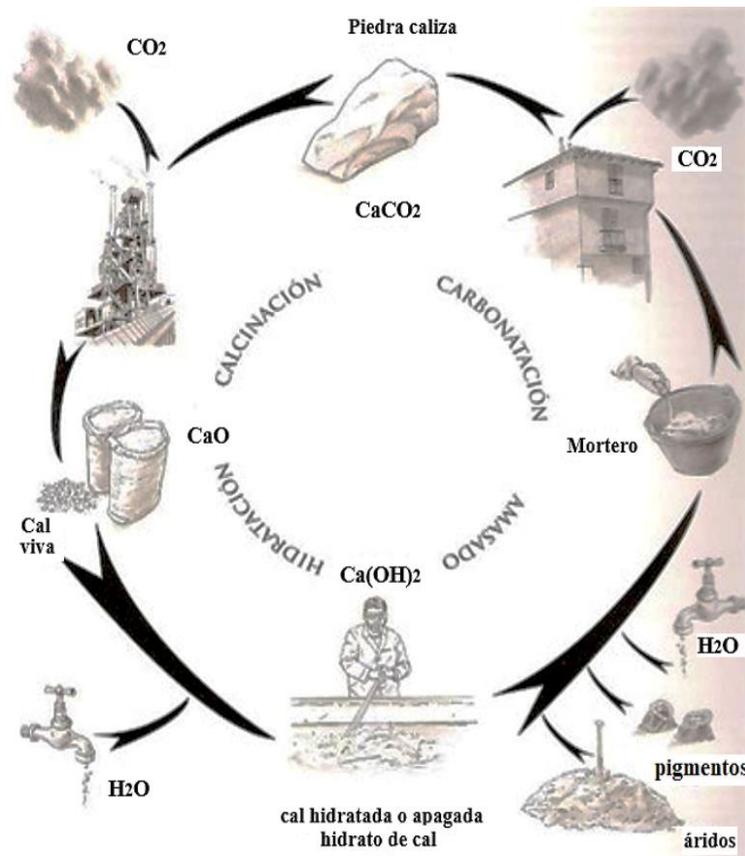
• **Cales aéreas:**

- Proviene de la calcinación de piedras calizas, produciendo la descarbonatación (cal viva, CaO).
- Posteriormente se hidrata (cal apagada, Ca(OH)₂).
- El apagado se realiza: al aire, por aspersion o por inmersión (se obtiene cal en pasta).
- La cal apagada se mezcla con agua y se utiliza en forma de pasta o mortero (añadiendo arena).
- El endurecimiento se produce por carbonatación (CO₂).

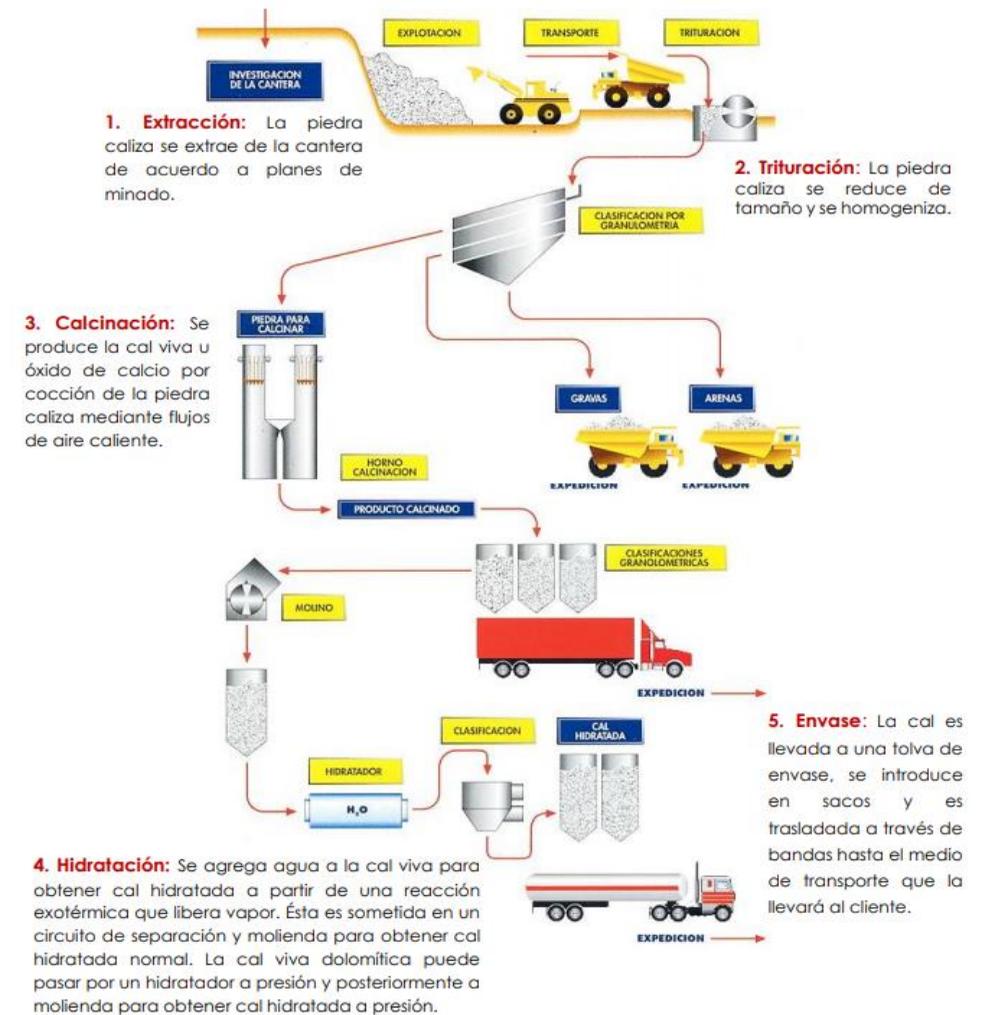
Carbonatación: (Química) Proceso de alteración por el que el dióxido de carbono reacciona con el agua para dar ácido carbónico.

Descarbonatación: Quitar el ácido carbónico a una sustancia.

Cal viva: óxido de calcio (CaO) producido por la descarbonatación de piedra caliza (CaCO₃).



Producción de cal (esquema simplificado)



Aglomerantes y Conglomerantes

Cales hidráulicas

- Proviene de la calcinación de margas o calizas margosas (entre 10 y 25 % de arcillas).
- Aparecen compuestos hidráulicos, que fraguan bajo el agua (silicatos y aluminatos cálcicos).
- El índice hidráulico determina la relación entre arcillas y caliza (parte que fragua bajo el agua):
 índice hidráulico de un aglomerante es la relación en peso entre la sílice, más la alúmina, más el hierro a la cal, más la magnesia:
 anhídrido silícico SiO₂, alúmina Al₂O₃, Fe₂O₃ óxido ferroso
 Cal (CaO), óxido de magnesio (MgO)



$$I = \frac{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3}{\text{CaO} + \text{MgO}}$$

Índice de hidraulicidad= (SiO₂ + Al₂O₃ + Fe₂O₃ [arcilla] / CaO + MgO [caliza]).
 (tantos por ciento, peso, de los distintos componentes, antes de la cocción).

De menor a mayor índice de hidraulicidad:

- Cal aérea
- Cal débilmente hidráulica
- Cal medianamente hidráulica
- Cal hidráulica normal
- Cal eminentemente hidráulica

Cal aérea < 0,1

La caliza primitiva contiene hasta un 5% de arcilla

Cal hidráulica 0,15-0,50

Proceden de la calcinación de calizas que contienen más del 5% de arcilla

Cemento > 0,5

Arcilla y piedra caliza en proporción 1 a 4 aproximadamente

Composición de las Cales

Valores expresados en % en masa

| Tipos de cal | CaO+MgO | MgO | CO ₂ | SO ₃ | Cal útil |
|-----------------|---------|--------------------|-----------------|------------------|------------|
| CL 90 | ≥ 90 | ≤ 5 ^{1,3} | ≤ 4 | ≤ 2 | - |
| CL 80 | ≥ 80 | ≤ 5 ¹ | ≤ 7 | ≤ 2 | - |
| CL 70 | ≥ 70 | ≤ 5 | ≤ 12 | ≤ 2 | - |
| DL 85 | ≥ 85 | ≥ 30 | ≤ 7 | ≤ 2 | - |
| DL 80 | ≥ 80 | ≥ 5 ¹ | ≤ 7 | ≤ 2 | - |
| HL 2 / NHL2 | - | - | - | ≤ 3 ² | ≥ 8 / ≥ 15 |
| HL 3,5 / NHL3,5 | - | - | - | ≤ 3 ² | ≥ 6 / ≥ 9 |
| HL 5 / NHL 5 | - | - | - | ≤ 3 ² | ≥ 3 |

1) Para estabilización de suelos ≤ 10%

2) Son admisibles contenidos de SO₃ superiores al 3% e inferiores al 7% si se demuestra estabilidad de volumen a los 28 días de curado en agua

3) Un contenido de MgO superior al 7% es admisible si la estabilidad de volumen determinado por el método dado en la parte 2 es "pasa"

Tipos de Cales de construcción

| TIPO DE CAL | DENOMINACIÓN |
|---|------------------|
| Cal cálcica 90 | CL 90 |
| Cal cálcica 80 | CL 80 |
| Cal cálcica 70 | CL 70 |
| Cal dolomítica 85 | DL 85 |
| Cal dolomítica 80 | DL 80 |
| Cal hidráulica 2 / Cal hidráulica natural 2 | HL 2 / NHL2 |
| Cal hidráulica 3,5 / Cal hidráulica natural 3,5 | HL 3,5 / NHL 3,5 |
| Cal hidráulica 5 / Cal hidráulica natural 5 | HL 5 / NHL 5 |

Clasificación de los productos hidráulicos teniendo en cuenta dichos índices, el tiempo de fraguado y medio de conservación:

| Naturaleza de los productos | Índice hidráulico | % de arcilla en la caliza primitiva | Tiempo de fraguado en agua | Observaciones |
|-----------------------------|-------------------|-------------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Cal grasa y magra | 0.0 - 0.10 | 0.0 - 5.3 | >> | Fraguan solo en el aire |
| Cal poco hidratada | 0.10 - 0.16 | 5.3 - 8.2 | 16 - 30 | Días |
| Cal medianamente hidratada | 0.16 - 0.31 | 8.2 - 14.8 | 10 - 15 | Días |
| Cal propiamente hidratada | 0.31 - 0.42 | 14.8 - 19.1 | 5 - 9 | Días |
| Cal eminentemente hidratada | 0.42 - 0.50 | 19.2 - 21.8 | 2 - 4 | Días |
| Cal límite o cemento lento | 0.50 - 0.65 | 21.8 - 26.7 | 1 - 12 | Horas |
| Cemento rápido | 0.65 - 1.20 | 26.7 - 40.0 | 5 - 15 | Minutos |

Aplicaciones de las Cales

- A
P
L
I
C
I
O
N
E
S
- Estabilizacion de suelos
 - Lechadas / jalbegas
 - Morteros
 - Morteros de cal
 - Estucos
 - Morteros bastardos de cal y cemento
(la cal aumenta la plasticidad del mortero)



Aglomerantes y Conglomerantes

Marcado CE de Cal para Construcción

- El Mercado CE es obligatorio para la Cal para Construcción (2003).
- Las especificaciones de producto se establecen en la norma UNE-EN 459-1.
<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0056852>

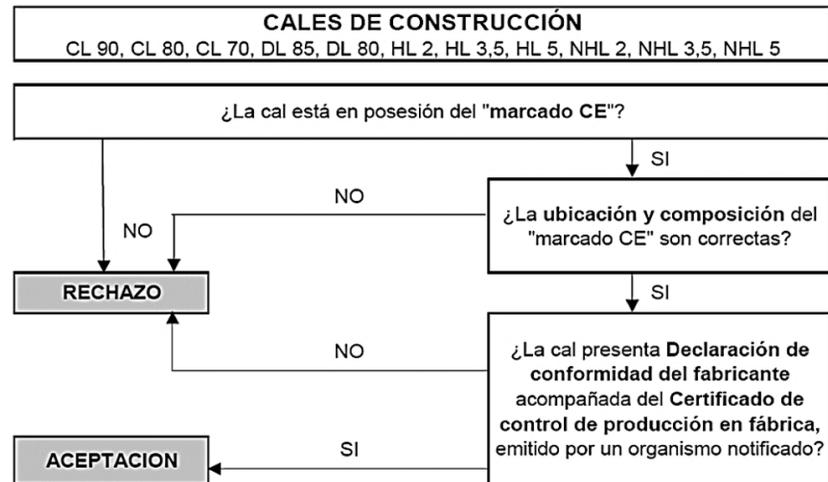
- Se aplica el Sistema 2 de evaluación de la conformidad:

Marcado

Declaración del fabricante

Certificado de control de producción en fábrica

Recepción de Cales de construcción



| | |
|--|--|
| Norma | UNE-EN 459-1:2016 |
| Título español | Cales para la construcción. Parte 1: Definiciones, especificaciones y criterios de conformidad. |
| Título inglés | Building lime - Part 1: Definitions, specifications and conformity criteria |
| Título francés | Chaux de construction - Partie 1 : Définitions, spécifications et critères de conformité |
| Fecha Edición | 2016-07-20 |
| Ver parte del contenido de la norma | |
| ICS | 01.040.91 / Edificación y materiales de construcción (Vocabularios) 91.100.10 / Cemento. Yeso. Cal. Mortero 91.100.10-40 / Cal |
| Comité | CTN 80 - CEMENTOS Y CALES |
| Equivalencias Internacionales | EN 459-1:2015 - Idéntico |
| Anulaciones | Anula a: UNE-EN 459-1:2011 |



D. JULIO PELAEZ GONZALEZ, con domicilio, a efectos de notificaciones, en la Calle Argüelles nº 25 y con D.N.I. nº 9.375.465-K, actuando en nombre y representación de la entidad mercantil "CEMENTOS TUDELA VEGUÍN, S.A.", domiciliada en Oviedo, Calle Argüelles nº 25 y con C.I.F. A-74314980, en su condición de Director General, **DECLARA**:

Que las cales de construcción CL 90-Q y CL 90-S (polvo seco) producidas en la fábrica de la que su representada es titular en Tudela Veguín (Oviedo), y cuyos usos previstos son la preparación de conglomerante para morteros de albañilería, revoco y enlucido, la fabricación de otros productos de construcción y para aplicaciones en ingeniería civil (tratamiento de suelos, mezclas asfálticas, etc.), se han sometido a los ensayos iniciales tipo, y son conformes a lo establecido en el anexo ZA de la norma europea 459-1:

| Propiedad (UNE-EN 459-2) | Límites (UNE-EN 459-1) | |
|--------------------------|--|---|
| | EN 459-1 Cal cálcica CL 90-Q (R5, Psv *) | EN 459-1 Cal hidratada CL 90-S (polvo seco) |
| CO ₂ | ≤ 4 % | ≤ 4 % ⁽¹⁾ |
| CaO + MgO | ≥ 90 % | ≥ 90 % ⁽¹⁾ |
| MgO | ≤ 5 % | ≤ 5 % ⁽¹⁾ |
| SO ₃ | ≤ 2,0 % | ≤ 2 % ⁽¹⁾ |
| Cal útil | ≥ 80 % | ≥ 80 % ⁽¹⁾ |
| Reactividad Ite | < 10 min | - |
| * Psv: > 5 mm | 0,0 | - |
| * Psv: > 2 mm | ≤ 5,0 % | - |
| Estabilidad de volumen | Cumple | ≤ 2 mm ⁽²⁾ |
| Agua libre | - | ≤ 2 % |
| Penetración | - | > 10 y < 50 mm |
| Finura | > 0,09 mm | ≤ 7% |
| | > 0,2 mm | ≤ 2% |

⁽¹⁾ Sobre muestra eventa de agua libre y combinada

⁽²⁾ Método de referencia

así como se ha implantado un control de producción en fábrica y que el organismo notificado, AENOR, ha llevado a cabo la inspección inicial de la fábrica y del sistema de control de producción y le ha concedido el certificado de control de producción en fábrica número 0099/CPD/A46/0003, por lo que se han aplicado todas las disposiciones relativas a la evaluación de conformidad descritas en el Anexo ZA de la norma UNE-EN 459-1, de acuerdo a lo establecido en la norma UNE-EN 459-3.

Y para que conste a los efectos oportunos, firmo la presente en Oviedo, a 25 de Junio de 2012

Fdo. Julio Peláez González
Director General

CERTIFICADO CE DE CONTROL DE PRODUCCIÓN EN FABRICA CE CERTIFICATE OF FACTORY PRODUCTION CONTROL

0099/CPD/A46/0003

2012-05-30
Pg. 1/2

En cumplimiento con la Directiva 89/106/CEE del Consejo de las Comunidades Europeas, de 21 de diciembre de 1988, relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados Miembros de la Directiva de Productos de Construcción (CPD), modificada por la Directiva 93/68/CEE del Consejo de las Comunidades Europeas, de 22 de Julio de 1993, se ha verificado que el

In compliance with the Directive 89/106/EEC of the Council of European Communities of 21 December 1988 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the Member States relating to the Construction Products Directive - (CPD), amended by the Directive 93/68/EEC of the Council of European Communities of 22 July 1993, it has been stated that:

Producto: CALES PARA LA CONSTRUCCIÓN
Product: BUILDING LIMES

Referencias: ver anexo
References: see annex

Norma: UNE-EN 459-1:2011 (EN 459-1:2010)
Standard:

Suministrado por: CEMENTOS TUDELA VEGUÍN, S.A.
Supplied by: CL ARGÜELLES, 25
33003 OVIEDO (Asturias - España)

Fabricado en: CL TINO CASAL, S/N
Manufactured at: 33910 TUDELA-VEGUÍN (Asturias - España)

se somete por el fabricante al ensayo inicial de tipo del producto, a un control de producción en fábrica y al ensayo adicional de las muestras tomadas en la fábrica de acuerdo con un plan de ensayo previo y que el organismo de certificación notificado nº 0099 - AENOR ha llevado a cabo la inspección inicial de la fábrica y del control de producción en fábrica y que realiza el seguimiento continuo, la evaluación y la aprobación del control de producción en fábrica. Este certificado indica que se han aplicado todas las disposiciones relativas a la evaluación de la conformidad y todas las actuaciones descritas en el Anexo ZA de la norma mencionada arriba. Este certificado es válido salvo anulación o retirada por AENOR.

is submitted by the manufacturer to the initial type-testing of the product, a factory production control and to the further testing of samples taken at the factory in accordance with a prescribed testing plan and that the notified certification body no.0099 - AENOR has carried out the initial inspection of the factory and of the factory production and performs the continuous surveillance, assessment and approval of the factory production control. This certificate attests that all provisions concerning the attestation of conformity and the performances described in Annex ZA of the above standard. This certificate remains valid unless cancelled or withdrawn by AENOR.

Fecha de concesión: 2012-05-30
Granting date:

AENOR
Avelino BRITO MARQUINA
Director General/Chief Executive Officer

No está autorizada la reproducción parcial de este documento.

It is not allowed the partial reproduction of this document.

AENOR - Cehaya, 6 - 28004 MADRID - Teléfono: 914 32 60 00 - Telefax: 913 10 46 83

Aglomerantes y Conglomerantes

Cementos naturales y artificiales

- Son materiales conglomerantes obtenidos por calentamiento hasta la clinkerización (sinterización) de carbonato cálcico, sílice y alúmina. **Sinterización** es el tratamiento térmico de un polvo o compactado metálico o cerámico a una temperatura inferior a la de fusión de la mezcla, para aumentar la resistencia mecánica de la pieza, ya que se ha aumentado el tamaño de grano.
- Los productos obtenidos son **hidráulicos** (silicatos y aluminatos cálcicos que fraguan bajo el agua).
- Se muelen hasta obtener materiales en forma de polvo muy fino.
- Aunque se trata de materiales artificiales, se distinguen:

Naturales: se usan calizas margosas (arcillosas).

MARGAS son rocas sedimentarias comprendidas entre las arcillas y la caliza (mezclas de arcillas y carbonato cálcico). Se pueden clasificar en arcilla margosa, marga arcillosa y marga.; Su consistencia es rígida y su color gris o amarillento: Se utilizan en la fabricación del cemento y no son aptas como piedras de construcción.

Artificiales: se mezclan calizas y arcillas en proporción tal que toda la cal reaccione con los silicatos.

Tipos de Cementos Entre los cementos artificiales, se distinguen:

- **Portland:** resultante de calcinar hasta un principio de fusión mezclas rigurosamente homogéneas de **caliza y arcilla**, obteniéndose clínker, constituido por silicatos y aluminatos anhidros, al que se añade yeso (regulador del fraguado).
- **Aluminato Cálcico:** Se fabrican con caliza y bauxita (alúmina), obteniéndose aluminatos cálcicos (R inicial).
- **Siderúrgico:** Mezcla de clínker de Portland, yeso y escoria de alto horno.
- **Puzolánico:** Mezcla de clínker de Portland, yeso y puzolana (material silíceo que mezclado con cal y agua produce compuestos hidráulicos).



Proceso de fabricación de cemento



Aglomerantes y Conglomerantes

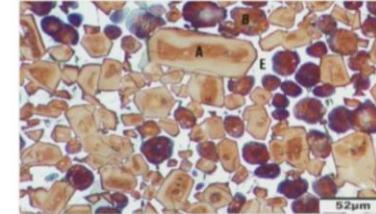
Componentes del Cemento Portland

- Son compuestos de óxidos de silicio, aluminio y calcio.
- **Silicato tricálcico (SC3)**: Aporta resistencia inicial, endurecimiento rápido
Se caracteriza por una elevada velocidad de hidratación (fraguado).
- **Silicato bicálcico (SC2)**: Aporta resistencia a largo plazo, endurecimiento a largo plazo.
Se caracteriza por una velocidad de hidratación (fraguado) más lenta a comparación con el silicato tricálcico.
- **Aluminato tricálcico (AIC3)**: Poca resistencia, se altera fácilmente en presencia de sulfuros.
Es un compuesto químico existente en el clinker de los cementos Portland.
El rápido hidratado hace que en los primeros minutos de la fragua del cemento vayan creciendo los cristales de aluminato, contribuyendo ligeramente a la resistencia temprana del cemento en el hormigón.
Aporta resistencias iniciales.
Acelera la velocidad de fraguado (el yeso controla su proceso de hidratación).
- **Ferroaluminato tetracálcico (FAIC4)**: Se caracteriza por aportar escasa o nula propiedad física de resistencia al hormigón al ser hidratado en la fragua del cemento.
Acelera el fraguado.
Los óxidos de hierro actúan como fundentes.
Dan el color gris al cemento (no se incluyen en los cementos blancos).

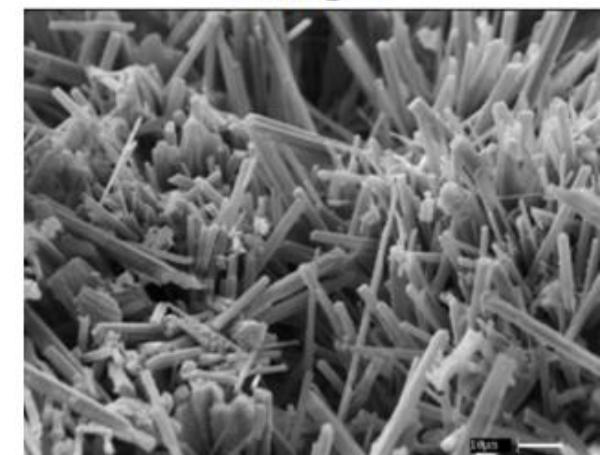
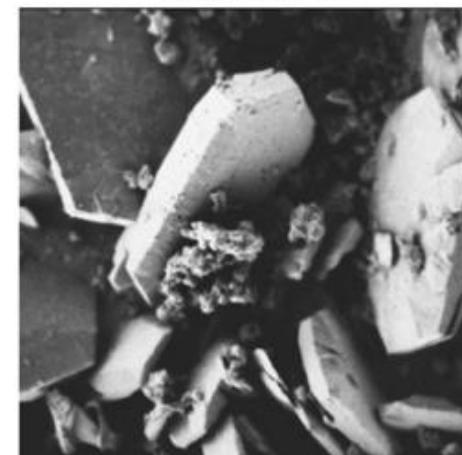
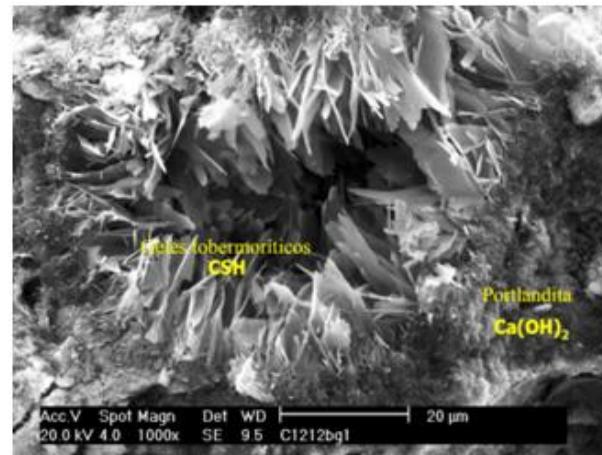
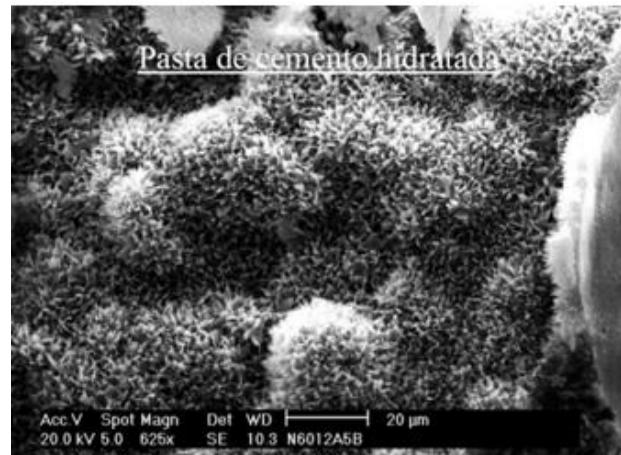
Productos de hidratación del Cemento Portland

- **Al entrar en contacto con agua, los componentes del cemento reaccionan** (se hidratan), **formando productos**:
- **Portlandita**: Cristales de hidróxido cálcico (cal libre). La **portlandita** proviene en parte de la hidratación del óxido de calcio presente en el cemento Portland ...
- **Geles tobermoríticos**: Estructuras laminares formadas por silicatos y aluminatos cálcicos hidratados (CSH). Entre las láminas se sitúan moléculas de agua que se polarizan.
- **Ettringita**: Cristales de sulfo-aluminato cálcico en forma de agujas (muy expansiva).

Componentes



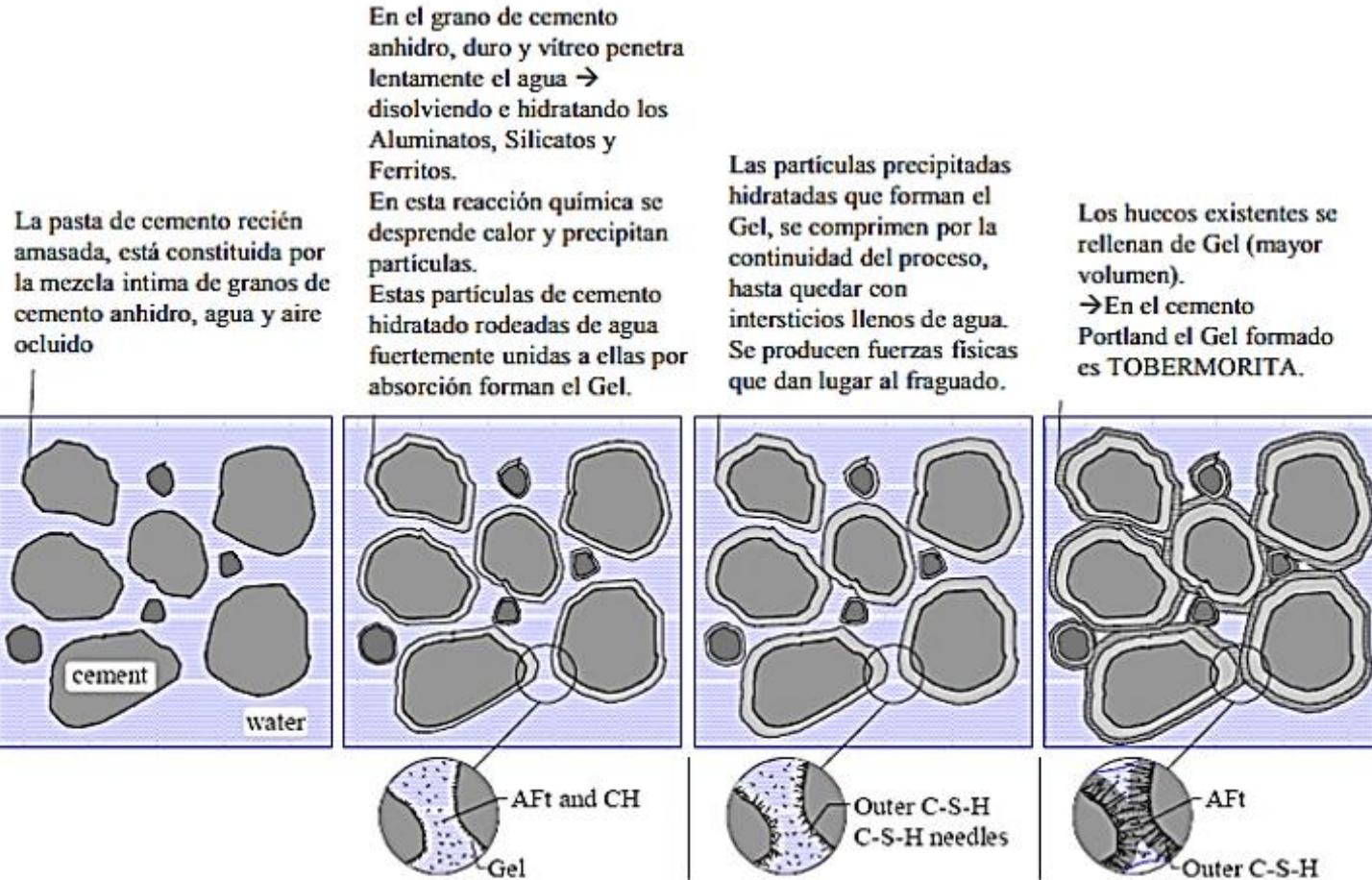
- Alita ou Silicato Tricálcico): $C_3S \rightarrow 3CaO.SiO_2$
- Belita ou Silicato Dicálcico): $C_2S \rightarrow 2CaO.SiO_2$
- Fase Intersticial:
 - Aluminato Tricálcico $\rightarrow 3CaO.Al_2O_3$
 - Ferroaluminato Tetracálcico $\rightarrow 4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$



Aglomerantes y Conglomerantes

Proceso de hidratación del cemento

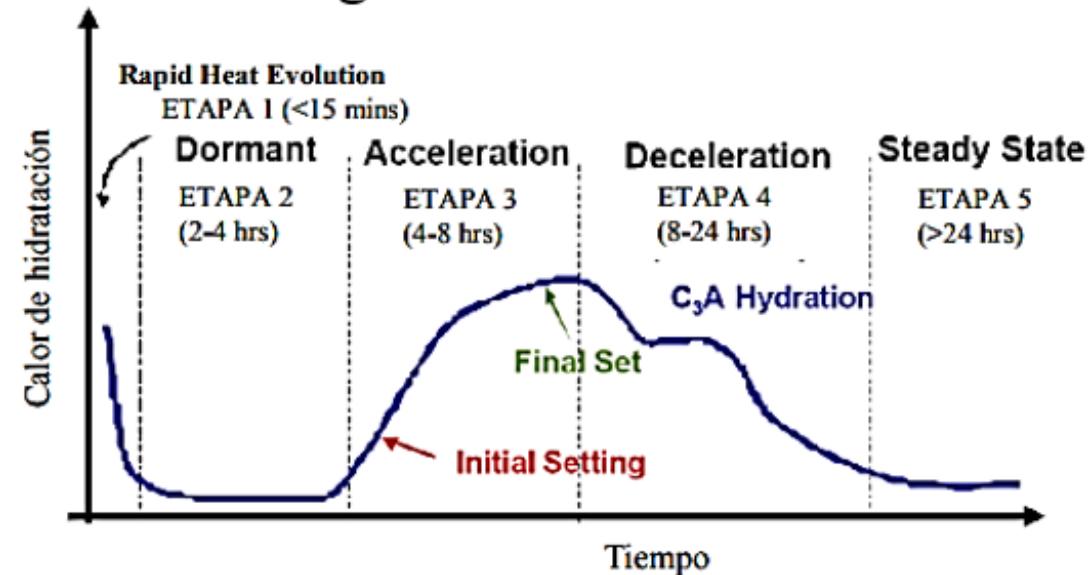
Proceso de hidratación del cemento



Un gel es:
 un sistema disperso
 coherente, de naturaleza
 coloidal, con
 características mecánicas
 propias de los estados
 sólidos.

Fases en el fraguado y endurecimiento del cemento Pórtland

Fraguado e hidratación



Evolución del aporte calorífico del proceso de hidratación de una pasta de cemento (Mindess y Young, 1981 en Weiss, 2002)

- I ETAPA: PERIODO INICIAL O DE PREINDUCCIÓN: cuando se mezcla el silicato tricálcico (C₃S) con agua → rápida evolución de calor que cesa en unos 15 min. C₃S se disuelve superficialmente suministrando → C-S-H-
- II ETAPA: PERIODO DURMIENTE → reducción velocidad. Consumo de agua y cantidad de hidratos formados son muy pequeños (→ cemento Portland queda manejable y trabajable (estado plástico)).
- III ETAPA: Inicio de fraguado. Continuación de la hidratación del C₃S y C₃A → desprendimiento de calor. Fin del fraguado y comienzo del endurecimiento inicial.
- IV ETAPA: PERÍODO DE DECELERACIÓN. Crecimiento de CSH. Disminución del calor de hidratación y de la velocidad de reacción. El pico: ettringita → monosulfato
- V ETAPA: PERIODO DE DIFUSIÓN ESTACIONARIO. Crecimiento de la capa de CSH hasta que no haya C₃S que hidratar.

La hidratación de C₂S es similar a la de C₃S.

Aglomerantes y Conglomerantes

Características de los Cementos Portland

- **Finura de molido:** a mayor finura más rapidez de hidratación del cemento.

Los granos de cemento se hidratan desde la superficie hacia el interior.

- **granos muy gruesos** > núcleo inerte > endurecen lentamente, rendimiento pequeño.
 - **granos finos** > endurece a mayor velocidad, más resistentes.
 - **granos excesivamente finos** > retracción y calor de fraguado muy altos > disminución de la resistencia, rápido envejecimiento.
- **Tiempo de fraguado:** Tiempo que tarda la pasta de cemento en adquirir rigidez (principio y fin de fraguado).
 - **PH:** muy alcalino (por la presencia de portlandita). El **pH** es una unidad de medida que sirve para establecer el nivel de acidez o alcalinidad de una sustancia.
 - **Retracción:** debida al agua de amasado no combinada.
 - **Calor de hidratación:** Depende de la velocidad del fraguado (componentes del cemento).
 - **Rigidez y Resistencia mecánica :** La pasta al fraguar adquiere rigidez y, con el tiempo, resistencia (endurece).



Clasificación y designación de Cementos

- El PGCR de cementos (RC-03) define los diferentes tipos de cementos que se pueden utilizar en construcción.
- **Tipos de cemento:** Dependen de la composición
 - CEM I: Más de 95 % de clinker.
 - CEM II: Entre 65 y 94 % de clinker (resto adiciones)
 - CEM III: 20-64 % de clinker y 36-80 % escorias horno.
 - CEM IV: 45-89 % de clinker y 11-55 % puzolanas.
 - CEM V: Compuesto de clinker, escoria y puzolana.

RESISTENCIAS DE LOS CEMENTOS TIPO I, II, III, IV Y V

| Tipos de cemento Portland | Resistencia a la compresión [%] | | | |
|-------------------------------|---------------------------------|--------|---------|---------|
| | 3 días | 7 días | 28 días | 3 meses |
| I. Usos generales | 100 | 100 | 100 | 100 |
| II. Modificado | 85 | 89 | 96 | 100 |
| III. Alta resistencia inicial | 195 | 120 | 110 | 100 |
| IV. Bajo calor | - | 36 | 62 | 100 |
| V. Resistente al sulfato | 67 | 79 | 85 | 100 |

CARACTERÍSTICAS DE LOS CEMENTOS PÓRTLAND

| Tipo* | Descripción | Características Opcionales |
|---|--|----------------------------|
| I | Uso General | 1, 5 |
| II | Uso general; calor de hidratación moderado y resistencia moderada a los sulfatos | 1, 4, 5 |
| III | Alta resistencia inicial | 1, 2, 3, 5 |
| IV | Bajo calor de hidratación | 5 |
| V | Alta resistencia a los sulfatos | 5, 6 |
| Características Opcionales | | |
| 1. Aire incluido, IA, IIA, IIIA. | | |
| 2. Resistencia moderada a los sulfatos: C ₃ A máximo, 8%. | | |
| 3. Alta resistencia a los sulfatos: C ₃ A máximo, 5%. | | |
| 4. Calor de hidratación moderado: calor máximo de 290 kJ/kg (70cal/g) a los 7 días, o la suma de C ₃ S y C ₃ A, máximo 58%. | | |
| 5. Alcali bajo: máximo de 0.60%, expresado como Na ₂ O equivalente. | | |
| 6. El límite de resistencia Alternativa de sulfatos esta basado en el ensayo de expansión de barras de mortero. | | |

(* Para cementos especificados en la ASTM.C.150.

Aglomerantes y Conglomerantes

Adiciones: Compuestos orgánicos (resinas) o inorgánicos que modifican las propiedades de los materiales conglomerados en estado endurecido.

- Las adiciones pueden ser:
 - Activas**, reaccionan con los productos de hidratación del Clínker variando la resistencia o
 - Inactivas**, no aportan resistencia.
- Si tienen una elevada finura, mejoran la homogeneidad.
- Pueden reducir la durabilidad del material (pérdida del pH alcalino que inhibe la corrosión).

Adiciones de los Cementos Portland

- Los cementos actuales no son clínker puro.
- Todos llevan adiciones minerales (componentes que reaccionan con los productos de hidratación).
- Las más habituales son:

Filler calizo (L, LL) : molida finamente actúa como filler (material de relleno).

Material inorgánico constituido principalmente por carbonato de calcio (CaCO_3). Es más que un filler, interacciona con los constituyentes del clínker: **- Acelera la hidratación del C3S y C3A y forma carboaluminatos de calcio, con efectos benéficos sobre la resistencia mecánica y química.**- Ejerce un efecto microfiller: Dispersa los granos de clínker lo cual acelera la hidratación del cemento y llena los vacíos intergranulares.

Cenizas volantes (V, W)

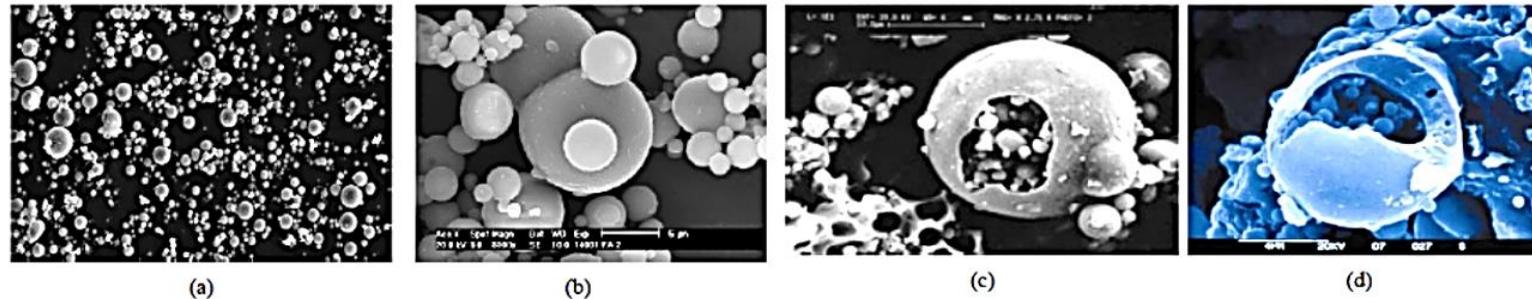
Se obtienen por precipitación de cenizas de hornos alimentados con carbón pulverizado.

Se distinguen dos tipos:

Cenizas volantes silíceas (V): Es una puzolana industrial en forma de polvo fino de partículas esféricas. Constituido de sílice reactivo y alúmina. Se utiliza en la fabricación de cementos resistentes a los sulfatos (SR) y cementos resistentes al agua de mar (MR).

Cenizas volantes calcáreas (W): Es un polvo fino que tiene propiedades hidráulicas y/o puzolánicas. Consta esencialmente de óxido de calcio reactivo, sílice reactivo y alúmina.

Cenizas volantes (v, w)



a) Partículas esféricas que componen las cenizas volantes b) Detalle de partícula esférica tipo "cenoesfera" c) y d). Detalles de partícula esférica del tipo "pleroesferas".

Escorias granulada de horno alto (S)

Es un material con propiedades hidráulicas cuando se activa o reacciona de forma adecuada. Se obtiene por enfriamiento rápido en estado de fusión del mineral de hierro en un horno alto.

Puzolanas (P, Q)

Finamente molidas, reaccionan con la portlandita y forman compuestos de silicato de calcio y aluminato de calcio, capaces de desarrollar resistencia.

Puzolana natural (P): materiales de origen volcánico o rocas sedimentarias.

Puzolana natural calcinada (Q): materiales de origen volcánico, arcillas, pizarras o rocas sedimentarias activadas por tratamiento térmico.

Humo de sílice o Microsílice (D)

Es un subproducto que se origina en la reducción de cuarzo, de elevada pureza, con carbón en hornos eléctricos para la producción de silicio y ferrosilicio. Se utiliza como adiciones para hormigón de alta resistencia.

Esquisto calcinado (T): contiene fases del clínker, principalmente silicato bicálcico y aluminato monocálcico (hidráulico y puzolánico).

Aglomerantes y Conglomerantes

Clasificación y designación de Cementos (RC-16)

- La Instrucción de cementos (RC-16) define dos grupos de cementos que se pueden utilizar en construcción:
- Cementos sujetos al **Marcado CE**:
 - Cementos comunes** (UNE-EN 197-1). Cementos comunes resistentes a sulfatos.
 - Cementos de bajo calor de hidratación.**
 - Cementos especiales de muy bajo calor de hidratación** (UNE-EN 14216).
 - Cementos de aluminato cálcico** (UNE-EN 14647).
 - Cementos de albañilería** (UNE-EN 413-1).
- Cementos sujetos al **Real Decreto 1313/1988**:
 - Cementos resistentes a sulfatos.**
 - Cementos comunes resistentes al agua de mar.**
 - Cementos blancos. Cementos para usos especiales.**

Cementos Comunes. Clasificación y designación

- La Instrucción de cementos (RC-16) define los tipos de cementos comunes que se pueden utilizar en construcción.

• Tipos de cemento: Dependen de la composición

CEM I (Cemento Portland): Más de 95 % de clinker.

CEM II: Entre 65 y 94 % de clinker, el resto adiciones.

CEM III (Cemento de horno alto): 20-64 % de clinker y 36-80 % escoria.

CEM IV (Cemento puzolánico): 45-89 % de clinker y 11-55 % humo de sílice o puzolana natural o cenizas volantes silíceas o combinación de ellas.

CEM V (Cemento compuesto): 20-64% de clinker, 18-50% escoria de horno alto, y el resto de puzolana natural o cenizas volantes o una combinación de estas.

Principales tipos de cementos elaborados por PCR

| Cementos para Uso General según IRAM 50.000 | | |
|---|--------------|--|
| Tipo de Cemento | Sigla | Usos Recomendados |
| Cemento Portland Compuesto CP40 | CPC40 | Cemento portland de uso general. Particularmente recomendado para obras hidráulicas, hormigones en masa, fundaciones y estructuras. Apto para tratamiento de bases para pavimentos, hormigón compactado a rodillo y pavimentos de hormigón |
| Cemento Portland Puzolánico CP40 | CPP40 | Cemento portland de uso general. Está especialmente recomendado para obras hidráulicas, hormigones en masa, fundaciones y estructuras en medios agresivos. |
| Cemento Portland Normal CP40 | CPN40 | Cemento portland de uso general. Se utiliza en todo tipo de estructuras de hormigón armado y pretensado, pavimentos y premoldeados |
| Cementos para Uso Petrolero | | |
| Cemento Portland Especial | 10 A Clase G | Se utiliza para cementación de pozos petroleros on-shore y off-shore. Es elaborado de acuerdo a la norma API Q1 Spec. 10 A-HSR (cemento altamente resistente a los sulfatos). |
| Cemento Portland Especial | 10 A Clase H | Cemento diseñado para lograr los requisitos del Cemento Portland Clase "G", cuando las condiciones de temperatura y presión son más exigentes. Es también un cemento altamente resistente a los sulfatos (Grado HSR) |

Cementos comunes

| Tipo de Cemento | Denominación | Designación | Composición (Proporción en masa) | | | | | | | | |
|-----------------|-------------------------------------|-------------|----------------------------------|-----------------------|----------------|---------------------|---------------------------|--------|-------|-------|--------------------------|
| | | | Componentes Principales | | | | | | | | Componentes Minoritarios |
| | | | Clinker | Escoria de Alto Horno | Humo de Sílice | Puzolanas Naturales | Cenizas Volantes Silíceas | Caliza | | | |
| (K) | (S) | (D) | (P) | (V) | (L) | (LL) | | | | | |
| CEM I | Cemento Portland | CEM I | 95-100 | - | - | - | - | - | - | - | 0-5 |
| CEM II | Cemento Portland con Escoria | CEM II/A-S | 80-94 | 6-20 | - | - | - | - | - | - | 0-5 |
| | | CEM II/B-S | 65-79 | 21-35 | - | - | - | - | - | - | 0-5 |
| | Cemento Portland con humo de sílice | CEM II/A-D | 90-94 | - | 6-10 | - | - | - | - | - | 0-5 |
| | Cemento Portland con Puzolana | CEM II/A-P | 80-94 | - | - | 6-20 | - | - | - | - | 0-5 |
| | | CEM II/B-P | 65-79 | - | - | 21-35 | - | - | - | - | 0-5 |
| | Cemento Portland con ceniza volante | CEM II/A-V | 80-94 | - | - | - | 6-20 | - | - | - | 0-5 |
| | | CEM II/B-V | 65-79 | - | - | - | 21-35 | - | - | - | 0-5 |
| | | CEM II/A-L | 80-94 | - | - | - | - | 6-20 | - | - | 0-5 |
| | Cemento Portland con Caliza | CEM II/B-L | 65-79 | - | - | - | - | - | 21-35 | - | 0-5 |
| | | CEM II/A-LL | 80-94 | - | - | - | - | - | - | 6-20 | 0-5 |
| | | CEM II/B-LL | 65-79 | - | - | - | - | - | - | 21-35 | 0-5 |
| | Cemento Portland Compuesto | CEM II/A-M | 80-94 | 6-20 | | | | | | | 0-5 |
| CEM II/B-M | | 65-79 | 21-35 | | | | | | | 0-5 | |
| CEM III | Cemento con escorias de alto horno | CEM III/A | 35-64 | 36-64 | - | - | - | - | - | 0-5 | |
| | | CEM III/B | 20-34 | 66-80 | - | - | - | - | - | 0-5 | |
| CEM IV | Cemento puzolánico | CEM IV/A | 65-89 | - | 11-35 | | | - | - | 0-5 | |
| | | CEM IV/B | 45-64 | - | 36-55 | | | - | - | 0-5 | |
| CEM V | Cemento compuesto | CEM V/A | 40-64 | 18-30 | - | 18-30 | | - | - | 0-5 | |
| | | CEM V/B | 20-38 | 31-50 | - | 31-50 | | - | - | 0-5 | |

- 1) Los valores de la tabla se refieren a la suma de los componentes principales y minoritarios (núcleo de cemento).
- 2) El porcentaje de humo de sílice está limitado a 10 %
- 3) En cementos portland compuestos CEM IIA-M y IIB-M, en cementos puzolánico CEM IV/A y CEM IV-B y en cementos compuestos CEM V/A y CEM V/B los componentes principales además del clinker deben ser declarados en la designación del cemento.

Aglomerantes y Conglomerantes

Productos y aplicaciones de los Cementos

- **Pastas:** Mezclas de cemento y agua con otros componentes minoritarios. (pastas de agarre, revestimientos, capas niveladoras, lechadas).
- **Morteros:** Cemento, agua, arena y otros componentes minoritarios. (Revestimientos, albañilería, pavimentos ...).
- **Hormigones:** Cemento, agua, arena, grava y otros componentes minoritarios. (Aplicaciones estructurales).
- **Prefabricados:** Productos hechos en fábrica. (baldosas, placas, elementos estructurales, GRC ...).



Morteros de Construcción

- Sus características dependen de su composición, proceso de fabricación, amasado, curado y ambiente.
- La dosificación (proporción de los componentes) se elige de acuerdo con la aplicación constructiva.
- La mezcla se realiza por medios manuales o mecánicos, de manera que se obtenga una masa homogénea.
- Durante el fraguado y principio del endurecimiento hay que garantizar una hidratación adecuada (curado).
- El tipo de ambiente influye en el comportamiento a largo plazo del mortero (durabilidad).



Componentes: Las arenas

- Son materiales sólidos minerales granulares con un tamaño máximo limitado (inferior a 4 mm).
- Componente mayoritario de los morteros (40-80 %).
- El tamaño de partícula (granulometría) condiciona el volumen de huecos y la cantidad de pasta requerida.
- Constituyen el esqueleto del mortero y son inertes (no deben reaccionar químicamente).
- Controlan la retracción del material y le dan resistencia mecánica.
- Pueden ser de naturaleza caliza o silíceo y rodados o de machaqueo (mayor irregularidad).



Componentes: El agua

- Produce el fraguado del conglomerante (hidratación).
- Confiere plasticidad a la mezcla.
- La cantidad de agua depende de la temperatura, el tipo de conglomerante y arena y la consistencia.
- Pequeñas variaciones producen cambios importantes en estado fresco (límites plástico y líquido).
- En general, cuanto menor es, mayor es la resistencia y menor es la retracción y la porosidad.
- En general, el agua potable es válida para morteros.



Aglomerantes y Conglomerantes

Otros Componentes de los morteros

- Los morteros actuales incorporan componentes que modifican sus características.

Aditivos: Compuestos orgánicos que modifican las propiedades del mortero en estado fresco.

Adiciones: Compuestos orgánicos o inorgánicos que modifican las propiedades en estado endurecido.

Cargas: Materiales que no reaccionan con el conglomerante, pero modifican las propiedades en estado endurecido.

Pigmentos: Modifican el color del mortero.

Fibras: Cargas de forma alargada y sección reducida

Características en estado fresco

- **Consistencia:**

Depende de la viscosidad.

- **Tiempo de fraguado:**

Depende del tipo de conglomerante.

Comienza con la formación de productos de hidratación (principio) y termina cuando adquiere rigidez (fin).

- **Retracción:**

Depende de la cantidad de agua de amasado, el tamaño de los productos y las condiciones de curado.

En general, cuanto menor es la cantidad de pasta y de agua, menor es la retracción.

Características en estado endurecido

- **Porosidad:** El agua no combinada se evapora y deja poros en el mortero.

Condiciona la densidad, absorción, permeabilidad y resistencia del mortero.

- **Rigidez y Resistencia mecánica:** dependen del tipo de conglomerante, árido y porosidad.

- **Adherencia:** La unión del mortero al soporte depende del tipo de conglomerante y soporte (absorción).

- **Permeabilidad:** Cuanto menos poroso más impermeable al agua (en general, bastante impermeables al vapor).

- **Durabilidad:** Depende del tipo de ambiente (ataques de cloruros y sulfatos y carbonatación de la cal libre).

| Relación agua / huecos | Consistencia |
|------------------------|-------------------|
| Agua = huecos | Normal (Plástica) |
| Agua < huecos | Seca |
| Agua > huecos | Fluida (Lechada) |



Aglomerantes y Conglomerantes

Tipos de Morteros de Construcción

- Los morteros se dosifican de acuerdo con su aplicación constructiva (requisitos en estado fresco y endurecido).

Se pueden clasificar según con su composición.

Tipos de Morteros

A) Por el tipo de Conglomerante.

- ┌ Cementos (Portland y Aluminoso)
- ├ Cales (Aéreas e hidráulicas)
- └ Mixtos de cal y cemento (Bastardos)

B) Otros Morteros (aplicaciones especiales).

- ┌ - Modificados - Monocapa
- ├ - Morteros cola - Ligeros
- └ - Ignífugos - Sin finos (porosos)

Aplicaciones de los morteros

- **Morteros de albañilería:** obras de fábrica. Suelen ser de cemento portland o bastardos (cemento y cal).
- **Revestimientos continuos:** Enfoscados y monocapas.
- **Pavimentos continuos:** Morteros modificados y porosos.
- **Pastas niveladoras:** capas de nivelación para colocación de solados y paso de instalaciones.
- **Material de agarre:** revestimientos discontinuos.
- **Protección pasiva:** morteros ignífugos.
- **Productos prefabricados:** baldosas hidráulicas, “piedras artificiales”, adoquines, bloques para fábricas, etc.

Morteros cola para la colocación de azulejos y gres de porosidad media/alta en pavimentos y en revestimiento interiores

Revoco o revoque al revestimiento exterior de mortero de cal o cemento o de cal y cemento, que se aplica, como acabado, a un paramento enfoscado previamente.

Enfoscar, recubrir de cemento un muro.

Solado, revestimiento de un suelo con asfalto, adoquines, madera u otro material similar.

Morteros según su aplicación

| Tipo | Aplicaciones |
|---------------------------------------|--|
| Morteros de uso corriente (GP) | Son morteros para revoco/enlucido sin características especiales. |
| Morteros ligeros (LW) | Son morteros diseñados para revoco/enlucido, cuya densidad, en estado endurecido y seco, es igual o menor a la especificada en cada caso por la Norma UNE-EN 998-1:2003. |
| Morteros coloreados (CR) | Son morteros para revoco/enlucido diseñado especialmente coloreado. |
| Morteros monocapa (OC) | Son morteros para revoco/enlucido diseñado. Se aplica en una capa que cumple con las mismas funciones que un sistema multicapa utilizado en exteriores y que usualmente es especialmente coloreado. Los morteros para revoco monocapa pueden fabricarse con áridos normales y/o ligeros. |
| Morteros para renovación (R) | Son morteros para revoco/enlucido diseñados que se utilizan en muros de fábrica húmedos que contienen sales solubles en agua. Poseen una alta permeabilidad al vapor de agua y una reducida absorción de agua por capilaridad. |
| Morteros para aislamiento térmico (T) | Son morteros diseñados con propiedades específicas de aislamiento térmico. |

Morteros según el concepto

| Tipo | Características |
|---------------------------------|---|
| Morteros diseñados | Su composición y sistema de fabricación se han elegido por el fabricante para obtener las propiedades especificadas (concepto de prestación). Se someten a los correspondientes ensayos por parte del fabricante. |
| Morteros de receta o prescritos | Se fabrican en unas proporciones predeterminadas, cuyas propiedades dependen de las proporciones declaradas de los componentes (concepto de receta). En su fabricación se utilizarán adiciones y aditivos si forman parte de una receta que figure en el correspondiente Pliego de condiciones de la obra. |



Aglomerantes y Conglomerantes

Designación y normativa de morteros

- Los morteros de albañilería se designan por su resistencia característica a compresión en MPa (UNE-EN 998-2):

Morteros diseñados se clasifican conforme a su resistencia a compresión, designada con la letra “M” seguida de la clase de resistencia a compresión en N/mm².

M-1 M-2,5 M-5 M-7,5 M-10 M-15 M-20 Md (> 25 N/mm²)
 $1 \text{ N/mm}^2 = 101\,971.621\,297\,79 \text{ [kgf/m}^2\text{]}$

N/mm² Es una unidad de presión. Son Newtons (N) sobre milímetros cuadrados (mm²).
El Newton es una unidad de fuerza. Así $N = [\text{kg}][\text{m}]/[\text{s}^2]$ es decir, el Newton es igual a kilogramo por metro sobre segundo al cuadrado.

- Desde 2005, los morteros requieren de **Marcado CE** para:
Revestimientos (revocos y enlucidos)
Morteros de albañilería
Adoquines y baldosas hidráulicas

| |
|---|
|  |
| XXXX (nombre y dirección del fabricante) |
| XXXX (año en el cual de ha estampado el marcado) |
| EN 998-1 (referencia a la norma europea) |
| Mortero industrial para revoco monocapa (OC) para el revestimiento de fachadas (descripción del producto) |
| (Informaciones sobre las características esenciales reglamentadas.) |
| Reacción al fuego: Euroclase XX (a declarar sólo en morteros que vayan a ser utilizados en paramentos que deban cumplir requisitos contra el fuego) |
| Absorción de agua: W X |
| Coefficiente de difusión del vapor de agua: É XX |
| Conductividad térmica: $\lambda_{10, \text{grada}} = X,XX \text{ W/mK}$ (valor tabulado) |
| Durabilidad (ciclos hielo-deshielo): |
| • Permeabilidad al agua después de ciclos climáticos de acondicionamiento: X,X ml/cm ₂ |
| • Adhesión después de ciclos climáticos de acondicionamiento: X,X N/mm ² – FP: X |

M-X Resistencia a compresión (N/MM2) Según Norma UNE-EN 998-2:2004.

- Para evitar roturas frágiles de los muros, la resistencia a compresión del mortero no debe ser superior al 0,75 de la resistencia normalizada de las piezas.
- Coefficiente de absorción de agua por capilaridad según Norma UNE-EN 998-1:2003: $c \text{ (K/m}^2 \text{ – min0,5)}$.
- Designación de Juntas según CTE DB HS-a Fachadas.
- Las baldosas cerámicas se recibirán conforme a los materiales indicados en la Norma UNE-EN 12004:2001.
- En caso de morteros retardados, el tiempo máximo de retraso será de 8 h.
- La adherencia se confía a una interfase producida por la aplicación sobre el mortero fresco de un espolvoreado de cemento en polvo o lechada de cemento.

Morteros de Albañilería

| FÁBRICAS | | |
|---|--|--|
| TIPOS DE APLICACIÓN | TIPOS DE OBRA | MORTERO ⁽¹⁾ |
| TABICUERÍA, PARTICIONES | <ul style="list-style-type: none"> LHS LHD | M-5 |
| FÁBRICA NO RESISTENTE REVESTIDA. CERRAMIENTOS | <ul style="list-style-type: none"> Bloque cerámico Bloque cerámico de arcilla aligerada Ladrillo perforado o macizo Bloque de hormigón Piedra | M-5 M-7,5 |
| FÁBRICA VISTA. CERRAMIENTOS | <ul style="list-style-type: none"> Ladrillos cara vista Bloques cara vista Piedra | M-5 M-7,5 absorción ⁽²⁾ $c \leq 0,4$ para juntas tipo J1 ⁽³⁾ $c \leq 0,2$ para juntas tipo J2 ⁽³⁾ |
| FÁBRICA RESISTENTE NO ARMADA | <ul style="list-style-type: none"> Bloque cerámico Bloque cerámico de arcilla aligerada Ladrillo perforado o macizo Bloque de hormigón Piedra | M-7,5 |
| FÁBRICA ARMADA | <ul style="list-style-type: none"> Bloque cerámico Bloque cerámico de arcilla aligerada Ladrillo perforado o macizo Bloque de hormigón | M-7,5 Iones cloruro < 0,1 % |
| FÁBRICA DE ALTA RESISTENCIA | <ul style="list-style-type: none"> Bloque de hormigón Bloque cerámico Ladrillo perforado o macizo | M-10 ó superior |
| SOLADOS ⁽³⁾ ⁽⁴⁾ | | |
| TIPOS DE APLICACIÓN | TIPOS DE OBRA | MORTERO |
| PIEZA A PIEZA | <ul style="list-style-type: none"> Piezas de terrazo Baldosas de cemento | M-7,5 M-10 |
| EXTENSIÓN SIMPLE | Solados de baja intensidad de tráfico con: <ul style="list-style-type: none"> Piezas de terrazo Baldosas de cemento Materiales pétreos absorbentes | M-2,5 |
| EXTENSIÓN SIMPLE ⁽⁵⁾ | Solados de media y alta intensidad de tráfico con: <ul style="list-style-type: none"> Piezas de terrazo Baldosas de cemento Materiales pétreos absorbentes | M-5 |
| EXTENSIÓN CON ADHESIVOS CEMENTOSOS | <ul style="list-style-type: none"> Piezas cerámicas Materiales pétreos poco absorbentes | M-7,5 |
| EXTENSIÓN CON ADHESIVOS NO CEMENTOSOS | <ul style="list-style-type: none"> Parquet pegado Linóleo PVC Moquetas Goma | M-7,5 M-10 |

Bibliografía de consulta recomendada

Tema 7. **Aglomerantes y Conglomerantes**

Rivera López, Gerardo Antonio.; **CONCRETO SIMPLE**, Universidad del Cauca.
<https://issuu.com/exonsalazarvalderrama5/docs/tecnologia-concreto-y-mortero-river>

- Alejandro Sánchez, F. J.; Historia, caracterización y restauración de morteros, IUCC, Universidad de Sevilla, 2002.
- Instrucción para la Recepción de Cementos, RC-03.
- PGCR de Yesos y Escayolas en las obras de Construcción, RY-85.
- PGCR de Cales en obras de estabilización de suelos, RCA-92.

Instrucción para la recepción de cementos RC-16. Otra:

- www.aenor.es (Asociación Española de Normalización y Certificación)
- www.ieca.es (Instituto Español de cemento y sus aplicaciones)
- www.aec.es (Asociación Española para la Calidad)
- www.cemex.es (Cementos mexicanos)

Tema 7. Aglomerantes y Conglomerantes

webgrafía

[https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_profesores/prof142013/docencia/Tema%207%20Materiales%20GARQ%20\(2018-19\).pdf](https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_profesores/prof142013/docencia/Tema%207%20Materiales%20GARQ%20(2018-19).pdf)
[https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_profesores/prof121896/docencia/Tema%202%20Materiales%20I%20GCTE%20\(2014-15\).pdf](https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_profesores/prof121896/docencia/Tema%202%20Materiales%20I%20GCTE%20(2014-15).pdf)
<https://es.slideshare.net/rodrigodiegocondoricanqui/eis-tecno>
<http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Tema6.YESOS.pdf>
<https://www.slideshare.net/JaimeArpasi/yesoexposicion>
https://es.wikiversity.org/wiki/Aplicaciones_de_las_cer%C3%A1micas_en_la_construcci%C3%B3n#Tipos_de_yesos_en_construcci.C3.B3n
<http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Tema6.Yesos.Escayolas.pdf>
<https://es.wikipedia.org/wiki/Carbonataci%C3%B3n>
[file:///C:/Users/Marino%20S%C3%A1nchez/Downloads/presentacionmorteroscal_aidico%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Marino%20S%C3%A1nchez/Downloads/presentacionmorteroscal_aidico%20(1).pdf)
<http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Tema7.CEMENTOS.R.pdf>
<http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Tema1.Cementos.Datos.Definicion.Composicion.Tipos.Usos.pdf>
https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_profesores/prof121896/docencia/3.pdf
<https://pt.slideshare.net/PriscilaHonorio/cimento-50439262>
https://es.wikipedia.org/wiki/Cenizas_volantes
http://www.elorrio.eus/es-ES/Ayuntamiento/Perfil-Contratante/2014%20Proyecto%20de%20urbanizacion%20del%20vial%20y%20puente6/P1201_PPTP_202_V03.pdf
<http://slideplayer.es/slide/3914408/>
[https://es.wikipedia.org/wiki/Escoria_\(metalurgia\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Escoria_(metalurgia))
<http://ces.iisc.ernet.in/energy/HC270799/HDL/spanish/sk01ms/sk01ms09.htm>
https://es.wikipedia.org/wiki/Humo_de_s%C3%ADlice
file:///C:/Users/Marino%20S%C3%A1nchez/Downloads/designaciones_090706.pdf
<http://www.anfapa.com/es/divulgacion/330/morteros-monocapa-revestimiento-de-fachadas>

Imágenes

<https://www.google.com>
https://www.google.com/search?q=Aglomerantes+y+Conglomerantes&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiz0PSI9p_hAhWPNd8KHd-yCR4Q_AUIDigB&biw=1680&bih=907

PROHIBIDA LA VENTA
DONADO PARA FINES EDUCACIONALES

Tema 8. **Hormigones**

Hormigones. Componentes del hormigón. Proceso de elaboración del hormigón. Propiedades del hormigón en estado fresco y endurecido. Granulometría de los áridos. Dosificación de hormigones. Fabricación, puesta en obra y curado del hormigón. Hormigón en masa, armado y pretensado. Hormigones especiales: ligeros y de altas prestaciones. Normativa, designación y aplicaciones.

Tema 8. **Hormigones**

Objetivos Discentes del Tema 8:

- Conocer los componentes, características de elaboración y curado, propiedades, dosificación, normativa y designación de hormigones.
- Clasificar hormigones de acuerdo con las especificaciones de proyecto y la normativa vigente.
- Conocer las características, componentes, tipos y aplicaciones constructivas de los hormigones convencionales y para aplicaciones especiales.

El hormigón

El hormigón

- Material conglomerado compuesto por cemento, agua, áridos, aditivos y adiciones.
- La dosificación condiciona las características en estado fresco y endurecido.
- En estado fresco se puede conformar por medios mecánicos (consistencia y docilidad).
- En estado endurecido es rígido, presenta alta resistencia a compresión y fractura, frágil.
- El curado facilita la hidratación del cemento y produce resistencia mecánica.
- Se utiliza principalmente en elementos estructurales (hormigón armado).

El **curado** del hormigón es dar una temperatura y humedad adecuada, de forma que mantenga la humedad en la mezcla y el hormigón desarrolle su resistencia.

Componentes: **Cemento** (EHE, Art. 26)

https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Trans_const/EHE08_Materiales.pdf
<http://www.carreteros.org/normativa/ehe/apartados/26.htm>

- Es el componente activo (reacciona con el agua y los productos de hidratación unen los áridos).
- Los cementos actuales incorporan adiciones.
- Cuando se mezcla con el agua forma la pasta que rellena los huecos de los áridos.
- La hidratación es una reacción exotérmica (desprende calor) requiere de agua suficiente (curado).
- El tipo y clase de cemento condiciona las propiedades en estado endurecido (resistencia y durabilidad).
- La EHE fija la cantidad mínima y máxima de cemento. (EHE, Instrucción de hormigón estructural)
- Un exceso de cemento produce problemas (Fisuración).

Prescripciones de los Cementos (EHE Art. 26)

https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Trans_const/EHE08_Materiales.pdf
<http://www.carreteros.org/normativa/ehe/apartados/26.htm>

- Podrán utilizarse aquellos cementos que cumplan las siguientes condiciones:
 - ser conformes con la reglamentación específica vigente,
 - pertenezcan a la clase resistente 32,5 o superior.
 - cumplan las limitaciones de uso (Tabla 26)

A los efectos de la Instrucción, se consideran cementos de endurecimiento lento los de clase resistente 32,5N, de endurecimiento normal los de clases 32,5R y 42,5N y de endurecimiento rápido los de clases 42,5R, 52,5N y 52,5R.

(Componentes del Hormigón, Capítulo VI de la EHE)

[https://books.google.com.do/books?id=Y0cpsolSVBoC&pg=PA9&lpg=PA9&dq=Componentes:+Cemento+\(EHE,+Art.+26\)&source=bl&ots=aKAnAbmf_S&sig=ACfU3U2u2WJkZrliLU4EZrbUnqPLrpqhA&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiXk_77xlPoAhVHT6wKHYANBDQQ6AEwAnoECAsQAQ#v=onepage&q=Componentes%3A%20Cemento%20\(EHE%2C%20Art.%2026\)&f=false](https://books.google.com.do/books?id=Y0cpsolSVBoC&pg=PA9&lpg=PA9&dq=Componentes:+Cemento+(EHE,+Art.+26)&source=bl&ots=aKAnAbmf_S&sig=ACfU3U2u2WJkZrliLU4EZrbUnqPLrpqhA&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiXk_77xlPoAhVHT6wKHYANBDQQ6AEwAnoECAsQAQ#v=onepage&q=Componentes%3A%20Cemento%20(EHE%2C%20Art.%2026)&f=false)

| | % en Volumen |
|----------------------|--------------|
| Cemento | 10-15% |
| Agua | 15-20% |
| Áridos | 40-80% |
| Aditivos y adiciones | % variable |
| Aire ocluido | 1-2% |



CARACTERÍSTICAS DE LOS CEMENTOS PÓRTLAND*

| Tipo* | Descripción | Características Opcionales |
|-------|--|----------------------------|
| I | Uso General | 1, 5 |
| II | Uso general; calor de hidratación moderado y resistencia moderada a los sulfatos | 1, 4, 5 |
| III | Alta resistencia inicial | 1, 2, 3, 5 |
| IV | Bajo calor de hidratación | 5 |
| V | Alta resistencia a los sulfatos | 5, 6 |

Características Opcionales

1. Aire incluido, IA, IIA, IIIA.
2. Resistencia moderada a los sulfatos: C₃A máximo, 8%.
3. Alta resistencia a los sulfatos: C₃A máximo, 5%.
4. Calor de hidratación moderado: calor máximo de 290 kJ/kg (70cal/g) a los 7 días, o la suma de C₃S y C₃A, máximo 58%.
5. Alcalí bajo: máximo de 0,60%, expresado como Na₂O equivalente.
6. El límite de resistencia Alternativa de sulfatos esta basado en el ensayo de expansión de barras de mortero.

(*) Para cementos especificados en la ASTM.C 150.

Tabla 26 Tipos de cemento utilizables

| Tipo de hormigón | Tipo de cemento |
|---------------------|---|
| Hormigón en masa | Cementos comunes excepto los tipos CEM III/A-Q, CEM III/B-Q, CEM III/A-W, CEM III/B-W, CEM III/A-T, CEM III/B-T y CEM III/C Cementos para usos especiales ESP VI-1 |
| Hormigón armado | Cementos comunes excepto los tipos CEM III/A-Q, CEM III/B-Q, CEM III/A-W, CEM III/B-W, CEM III/A-T, CEM III/B-T, CEM III/C y CEM V/B |
| Hormigón pretensado | Cementos comunes de los tipos CEM I y CEM III/A-D, CEM III/A-V, CEM III/A-P y CEM III/A-M(V,P) |

| Tipo de cemento | Denominación | Designación |
|-----------------|-------------------------------------|----------------------------|
| CEM I | Cemento portland | CEM I |
| CEM II | Cemento portland con escoria | CEM III/A-S CEM III/B-S |
| CEM II | Cemento portland con humo de sílice | CEM III/A-D |
| CEM II | Cemento portland con puzolana | CEM III/A-P CEM III/B-P |
| CEM II | Cemento portland con ceniza volante | CEM III/A-V CEM III/B-V |
| CEM II | Cemento portland con caliza | CEM III/A-L |
| CEM II | Cemento portland mixto | CEM III/A-M CEM III/B-M |
| CEM III | Cemento de horno alto | CEM III/A CEM III/B |
| CEM IV | Cemento puzolánico | CEM IV/A CEM IV/B |
| CEM V | Cemento compuesto | CEM V/A |

El hormigón

Los **áridos** empleados en la preparación del hormigón se obtienen, normalmente, mezclando arenas y gravas en proporciones adecuadas, o mejor aún, tres o más grupos de distintos tamaños.

- **Materiales sólidos minerales granulares y componente mayoritario, constituyen aprox. el (40-80 %).**
- **El tamaño de partícula (granulometría) condiciona el volumen de huecos y la cantidad de pasta requerida.**
- **Es difícil encontrar un árido natural con la granulometría adecuada, por lo que se mezclan (gravas y arenas).**
- **Los parámetros que determinan las características granulométricas de un árido son :**

Tamaño máximo, Tamaño mínimo, Módulo Granulométrico (MG) y Coeficiente de forma.

Módulo granulométrico es la suma de los porcentajes retenidos acumulados en los tamices hasta el de abertura máxima dividida por 100.

Da una idea del grosor o finura del agregado. Sirve para comparar diferentes tipos de áridos. • El árido más grueso será el que tenga el **MG** mayor. El **coeficiente de forma** tiene gran influencia en las propiedades del hormigón fresco y endurecido, particularmente en lo que hace a la docilidad y resistencias mecánicas respectivamente.

- **Controlan la retracción del material y le dan resistencia.**
- **Deben ser resistentes y poco porosos.**
- **Pueden ser rodados o de machaqueo (formas irregulares).**

Componentes: **Agua** (EHE, Art. 27)

https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Trans_const/EHE08_Materiales.pdf

- **Cumple con varias funciones:**
 - Confiere plasticidad a la mezcla (estado fresco).**
 - Produce el fraguado del cemento (hidratación).**
 - Deja espacio para la formación de los productos de hidratación.**
- **La cantidad de agua necesaria depende de la temperatura, el tipo de cemento, el tipo de árido y la consistencia (aditivos).**
- **Se dosifica en función del cemento (la EHE Art. 37.3.2 fija la relación a/c máxima en función del ambiente).**
- **En general, cuanto menor es, mayor es la resistencia y menor es la retracción y la porosidad (permeabilidad).**

Otros Componentes: **Aditivos** (EHE, Art. 29)

https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Trans_const/EHE08_Materiales.pdf

- **Aditivos:** **Compuestos orgánicos que modifican las propiedades del hormigón en estado fresco.**
- **Actúan sobre las partículas de cemento o sobre la pasta.**
- **Los más importantes son los fluidificantes porque reducen la cantidad de agua necesaria (a/c).**
- **La utilización de aditivos en el hormigón, requiere de la autorización de la Dirección Facultativa.**



Tipos de aditivos

| TPO DE ADITIVO | FUNCIÓN PRINCIPAL |
|--|--|
| Reductores de agua / Plastificantes | Disminuir el contenido de agua de un hormigón para una misma trabajabilidad o aumentar la trabajabilidad sin modificar el contenido de agua. |
| Reductores de agua de alta actividad / Superplastificantes | Disminuir significativamente el contenido de agua de un hormigón sin modificar la trabajabilidad o aumentar significativamente la trabajabilidad sin modificar el contenido de agua. |
| Modificadores de fraguado / Aceleradores, retardadores | Modificar el tiempo de fraguado de un hormigón. |
| Incluidores de aire | Producir en el hormigón un volumen controlado de finas burbujas de aire, uniformemente repartidas, para mejorar su comportamiento frente a las heladas. |
| Multifuncionales | Modificar más de una de las funciones principales definidas con anterioridad. |

El hormigón

Otros Componentes: Adiciones (EHE, Art. 30) https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Trans_const/EHE08_Materiales.pdf

Las adiciones, a diferencia de lo que ocurre con los aditivos, se agregan al hormigón en cantidades importantes, por lo que es necesario tenerlas en cuenta al determinar la composición volumétrica del hormigón.

Podrán utilizarse adiciones, para modificar favorablemente alguna de las propiedades del hormigón o conseguir ciertas características especiales tales como aislamiento térmico o acústico, determinada coloración, etc.

Tienen el carácter de adiciones, las escorias, cenizas volantes, ciertos polvos minerales, materiales inertes, como los colorantes, materiales no minerales, de naturaleza orgánica, tales como ciertas resinas sintéticas. etc.

Diferencia Adiciones y aditivos

Adiciones: sustancias contenidas en el cemento o que se incorporan al mismo en su fabricación.

Aditivos: sustancias incorporadas al hormigón antes o después del amasado, máximo 5% en peso del cemento. (mejoran la trabajabilidad de hormigones secos).

- **Adiciones:** Compuestos orgánicos (resinas) o inorgánicos que modifican las propiedades en estado endurecido.
- Suelen estar incorporadas al cemento (inorgánicas).
- Reaccionan con los productos de hidratación (cal libre).
- Pueden reducir la durabilidad del hormigón (pérdida de pH alcalino y despasivación de armaduras).

Despasivación: Aumento de la velocidad de corrosión de un metal pasivo por hecho de una eliminación total o parcial de su capa de pasivación.

Pasivación: es la formación de una película relativamente inerte sobre la superficie de un material (frecuentemente un metal), que lo enmascara en contra de la acción de agentes externos.



- Ceniza volante (Clase C)
- Metacaolinita (arcilla calcinada)
- Humo de sílice
- Ceniza volante (Clase F)
- Escoria
- Esquisto calcinado

Dosificación de hormigones

- Se determina la cantidad de cada componente para actuar sobre las propiedades del hormigón:

Consistencia y docilidad en estado fresco

Resistencia y rigidez en estado endurecido (porosidad).

Durabilidad (resistencia a acciones físico-químicas).

- La relación agua/cemento (a/c) es un factor determinante:

Cuanto más agua, mayor fluidez (docilidad)

El agua que no se combina con el cemento ocupa espacio y cuando se evapora deja huecos (porosidad).

A mayor porosidad, menor densidad y resistencia y mayor permeabilidad.

Propiedades del hormigón

- Son diferentes en estado fresco (plástico) y en estado endurecido (rígido).
- En estado fresco, debe ser fácil de colocar en molde, limitando la energía de compactación (trabajabilidad).
- Endurecido, debe alcanzar resistencia mecánica frente a acciones exteriores (durabilidad).
- La correcta hidratación del cemento condiciona las propiedades en estado endurecido (técnicas de curado).
- Dependen de la dosificación y componentes, amasado, compactación, curado, ambiente y edad del hormigón.

Dosificación de concreto de diferentes resistencias

| Resistencia | Cemento Gris | Arena | Grava Combinada | Agua | Relacion Agua/Cemento |
|-------------|--------------|-------|-----------------|-------|-----------------------|
| Kg/cm2 | Fda | M3 | M3 | Gal | N/A |
| 150 | 7.84 | 0.518 | 0.724 | 55.44 | 7.07 |
| 160 | 8 | 0.516 | 0.719 | 54.65 | 6.83 |
| 180 | 8.31 | 0.512 | 0.712 | 53.06 | 6.39 |
| 200 | 8.61 | 0.501 | 0.702 | 51.48 | 5.98 |
| 210 | 8.94 | 0.505 | 0.699 | 51.22 | 5.73 |
| 240 | 9.93 | 0.499 | 0.693 | 50.42 | 5.08 |
| 250 | 10.26 | 0.497 | 0.691 | 50.1 | 4.88 |



El hormigón

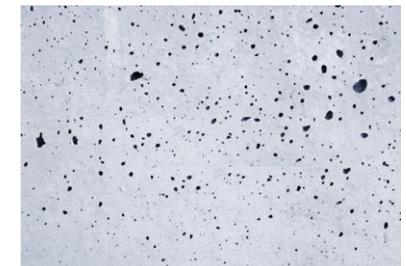
Propiedades del hormigón en estado fresco

- **Tiempo de amasado:** para obtener una masa homogénea se requiere energía mecánica (amasadora).
- **Trabajabilidad:** facilidad para conformar el material (consistencia y docilidad).
Determina el tipo y tiempo de compactación.
- **Segregación:** Separación de los componentes por una incorrecta dosificación o excesiva compactación.
- **Retracción:** El fraguado y la evaporación de agua no combinada modifica el volumen del hormigón.
Pueden aparecer tensiones que, si superan la resistencia a tracción, pueden romper el hormigón (fisuración).



Propiedades del hormigón endurecido I

- **Porosidad:** Depende de la granulometría de los áridos y de la cantidad de pasta y de agua (relación a/c).
Condiciona la densidad, resistencia, permeabilidad, comportamiento higró-térmico y la durabilidad.
- **Rigidez y Resistencia:** El hormigón es un material rígido ($E \cong 20-30$ GPa) con alta resistencia a compresión (MPa):



| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| H 20 | H 25 | H 30 | H 35 | H 40 | H 50 |
|------|------|------|------|------|------|

Tiene una baja resistencia a flexión y tracción ($R_c/10$).

La rigidez y resistencia del hormigón aumentan con el tiempo (aunque se ralentizan con el tiempo).

Se toman como referencia los valores a 28 días.

| GRADOS | RESISTENCIA Mpa |
|--------|----------------------------------|
| H 5 | 5 Mpa (50 kg/cm ²) |
| H 10 | 10 Mpa (100 kg/cm ²) |
| H 15 | 15 Mpa (150 Kg/cm ²) |
| H 20 | 20 Mpa (200 Kg/cm ²) |
| H 25 | 25 Mpa (250 Kg/cm ²) |
| H 30 | 30 Mpa (300 Kg/cm ²) |
| H 35 | 35 Mpa (350 Kg/cm ²) |
| H 40 | 40 Mpa (400 Kg/cm ²) |
| H 45 | 45 Mpa (450 Kg/cm ²) |
| H 50 | 50 Mpa (500 Kg/cm ²) |

Evolución de la resistencia a compresión

Resistencia a compresión sobre probetas del mismo tipo

| | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|
| Edad del hormigón, en días | 3 | 7 | 28 | 90 | 360 |
| Hormigones de endurecimiento normal (1) | 0,40 | 0,65 | 1,00 | 1,20 | 1,35 |
| Hormigones de endurecimiento rápido (1) | 0,55 | 0,75 | 1,00 | 1,15 | 1,20 |

(1) Véase la definición de hormigón de endurecimiento rápido, o de endurecimiento normal, en 30.3.

Resistencia a tracción sobre probetas del mismo tipo

| | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|
| Edad del hormigón, en días | 3 | 7 | 28 | 90 | 360 |
| Hormigones de endurecimiento normal (1) | 0,40 | 0,70 | 1,00 | 1,05 | 1,10 |

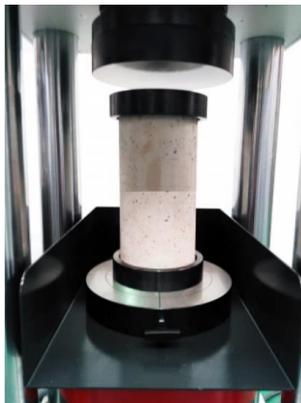
(1) Véase la definición de hormigón de endurecimiento rápido, o de endurecimiento normal, en 30.3.

Hormigones de endurecimiento rápido:

- con cemento de clase 42,5R, 52,5 ó 52,5R y a/c ≤ 0,60,
- con cemento de clase 32,5R ó 42,5 y a/c ≤ 0,50 o que se utilice acelerante de fraguado.

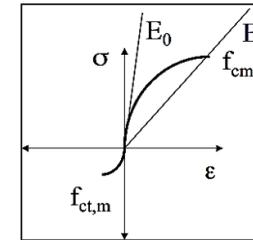
El resto de los casos se consideran de endurecimiento normal.

| Clase de cemento | Relación (Agua/Cemento) (A/C) | | |
|---------------------|-------------------------------|-------------------|-------------|
| | (A/C) < 0.5 | 0.5 ≤ (A/C) ≤ 0.6 | (A/C) > 0.6 |
| 52.5R, 52.5 y 42.5R | Muy rápida | Rápida | Lenta |
| 42.5 y 32.5R | Rápida | Media | Lenta |
| 32.5 | Media | Lenta | Lenta |
| 22.5 | Lenta | Lenta | Lenta |



Rigidez y resistencia del hormigón (EHE)

- **Valor medio (m):** media de los valores individuales.
- **Valor característico (k):** el 95 % de los valores es mayor.



Resistencia media a compresión (real) a 28 días

$$f_{cm} \text{ (MPa)} = f_{ci} \text{ (MPa)} / n$$

Resistencia media

$$f_{cm} \text{ (MPa)} = f_{ck} + 8$$

Resistencia media a tracción a los 28 días

$$f_{ct,m} \text{ (MPa)} = 0.3 \cdot \sqrt[3]{f_{ck}^2}$$

Módulo de deformación longitudinal inicial → corresponde a la pendiente de la tangente en el origen a la curva tensión – deformación real

$$E_0 \text{ (MPa)} = 10000 \cdot \sqrt[3]{f_{cm}}$$

Módulo de deformación longitudinal secante

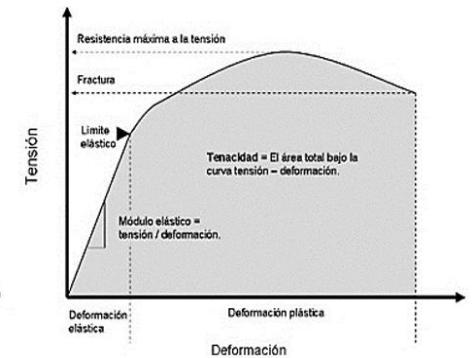
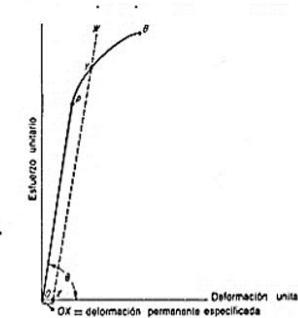
$$E \text{ (MPa)} = 8500 \cdot \sqrt[3]{f_{cm}}$$

Módulo de Young, es la relación entre el esfuerzo y la deformación unitaria, hasta el límite de proporcionalidad.

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \text{ (Pa, psi)}$$

Ley de Hooke

Es una medida de la rigidez de un material.

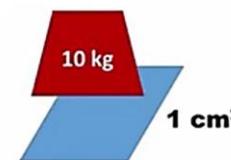


El pascal (símbolo Pa) es la unidad de presión del Sistema Internacional de Unidades. Se define como la presión que ejerce una fuerza de 1 newton sobre una superficie de 1 metro cuadrado normal a la misma.

UNIDADES



9,81 N



10⁶ Pa MPa megapascal

1 Mpa = 1000000 N/m²

$$1 \text{ Pa} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2}$$

El hormigón

Propiedades del hormigón endurecido II

- **Fractura:** Tiene una fractura frágil (muy poca ductilidad)
- **Fluencia:** Bajo carga, aumenta su deformación con el tiempo (se reduce $E =$ módulo de Young), pudiendo fracturarse por fluencia.
- **Durabilidad:** Es susceptible de perder sus propiedades por acción de agentes ambientales:



Ataques químicos :

Cloruros (corroen las armaduras)

Sulfatos (forman ettringita)
ácido sulfúrico

CO₂ (carbonata la cal libre)
dióxido de carbono



Ataques físicos :

Erosión (descohesión de los áridos)

Higrotérmicos (fisuración)

Fuego (Pérdida de resistencia)



El hormigón

Tipos de hormigones

- De acuerdo con su aplicación constructiva, se pueden dosificar o combinar con otros materiales:

Hormigón en masa:

Utilizado como único componente.

Hormigón armado:

Combinado con barras o elementos de acero que mejoran la resistencia a flexión (armaduras pasivas).

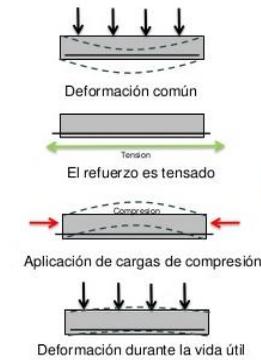
Hormigón pretensado:

Tipo de armado en el que los elementos de acero están tensados y comprimen el hormigón (armaduras activas).

Hormigones avanzados: Incorporan otros componentes para mejorar sus prestaciones (resistencia, fluidez, ...).

HORMIGONES AVANZADOS

- Hormigón reforzado con fibras
- Hormigón de alta densidad
- Hormigón ligero
- Hormigón puesto bajo agua
- Hormigón autocompactante (coloreado)



Los elementos de concreto pretensado son sometidos intencionalmente a esfuerzos de tensión compresión previos a su puesta en servicio con el objetivo de aumentar su resistencia.

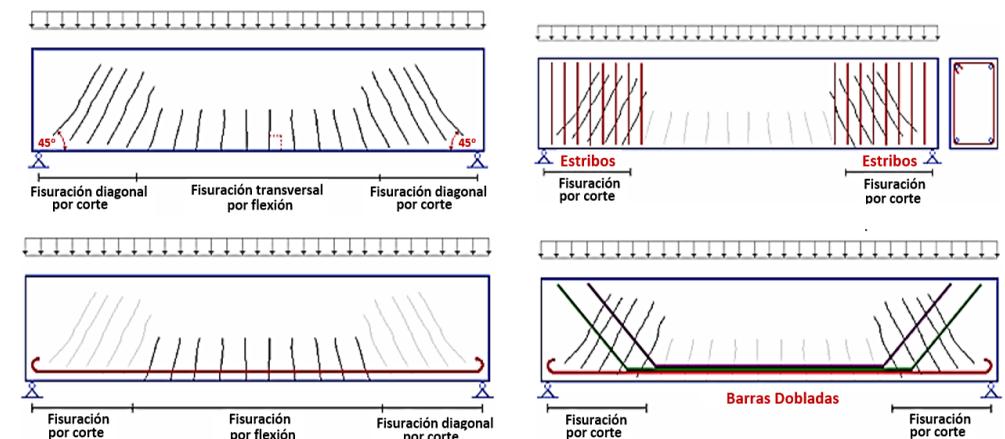
El hormigón armado

- El comportamiento mecánico de acero y hormigón es muy distinto ($E_{\text{hormigón}} \cong E_{\text{acero}}/10$).
- Para que el acero trabaje a tracción, es necesario que el hormigón se fisure (en las zonas traccionadas).
- La compatibilidad radica en la adherencia del cemento (anclaje de las armaduras).
- El acero cumple con dos funciones:

Aumenta la resistencia a flexión de la sección.
Aumenta la ductilidad (la fractura no es tan frágil)

- El medio alcalino del cemento hidratado pasiva las armaduras (inhibe la corrosión-oxidación).

Pasivación: es la formación de una película relativamente inerte sobre la superficie de un material (frecuentemente un metal), que lo enmascara en contra de la acción de agentes externos.



El hormigón

Fabricación y puesta en obra del hormigón

- El hormigón se puede fabricar en obra o en central.
- El hormigón se coloca en obra de manera discontinua (vertido) o continua (bombeo).
- Dependiendo de la trabajabilidad, será necesario utilizar procedimientos de compactación:

Puesta en obra por vertido



Fabricación y puesta en obra



Precauciones de puesta en obra

1. **Altura de vertido. Efecto cascada. Presiones sobre los encofrados.**
2. **Velocidad de colocación limitada** (compactación).
3. **Colocación en Tongadas (30 a 60 cm) sucesivas compactadas.**

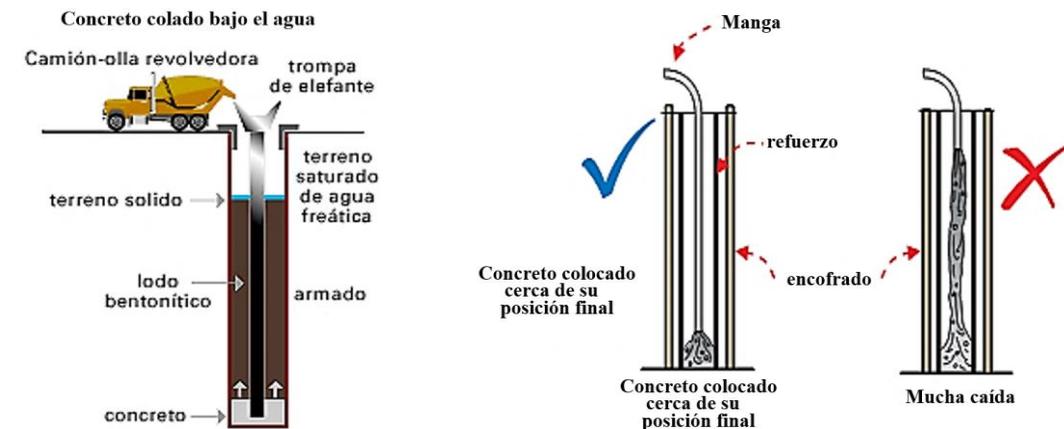
Tongada: Cada una de las capas de hormigón que se extienden sobre una superficie horizontal hasta alcanzar el espesor deseado.

4. **Prever juntas de hormigonado** (zonas poco solicitadas).

Las juntas permiten los movimientos independientes verticales y horizontales entre las partes adjuntas de la estructura y ayudan a minimizar las grietas cuando estos movimientos son restringidos.

5. **Sobre tierra o roca: evitar succión del agua.**

6. **Hormigonado bajo el agua: Evitar deslavado.** (corrimiento de tierra, **deslave** o derrumbe).



El hormigón

Compactación por vibrado

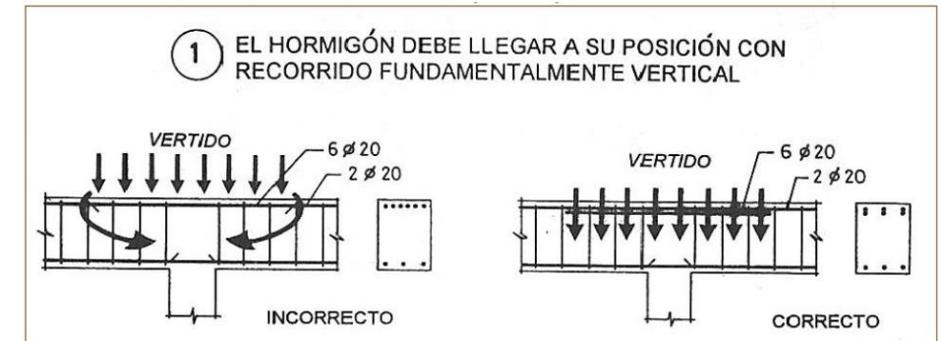
- Tiene por objeto reducir el volumen de aire ocluido.
- Se transmite energía a las partículas para facilitar su colocación, reduciendo los huecos.
- No debe utilizarse en hormigones con consistencia fluida (produce segregación).
- Tipos de vibradores: de superficie, internos y externos.
- Las frecuencias de vibración bajas movilizan las partículas gruesas (grava) y las altas el mortero.
- El límite de vibración lo determina la aparición de agua en superficie.
- El exceso de vibrado produce la segregación de los componentes de la mezcla fresca.
- Es preferible vibrar poco en muchos puntos.



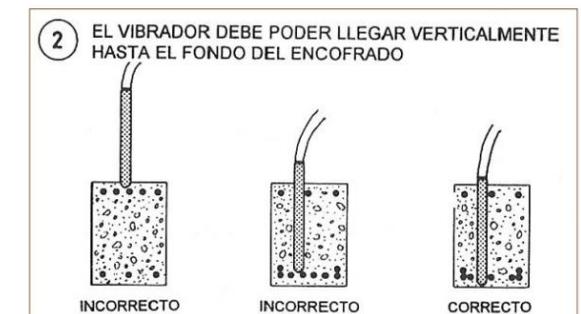
Vibrado defectuoso



Las dos reglas de oro de Calavera para la puesta en obra del hormigón



Puesta en obra del hormigón



El hormigón

Curado y protección del hormigón

- En edades tempranas (primeras 24 horas) el hormigón es muy sensible a las condiciones higr-térmicas.
- La falta de agua para la hidratación del cemento impide la formación del material, reduciendo sus prestaciones.
- El curado (técnicas que evitan la falta de agua para la hidratación del cemento) puede realizarse por:
 - Aporte de agua (regado o difusión de agua)
 - Limitación de la evaporación (por calor o viento)
- También hay que tomar medidas cuando se hormigona en tiempo frío (congelación) o caluroso.
- En prefabricación se aplican curados acelerados (vapor)



Normativa y designación de hormigones

http://www.construmatica.com/construpedia/Gu%C3%ADa_EHE_-_El_Hormig%C3%B3n#Designaci.C3.B3n_completa_del_hormig.C3.B3n

- Los hormigones para aplicaciones estructurales están regulados por la Instrucción EHE-08.
- Designación normalizada:

Tipo de hormigón (HM, HA, HP)

- HM** Para el hormigón en masa.
- HA** Para el hormigón armado.
- HP** Para el hormigón pretensado.

| Uso estructural | Resistencia característica a compresión a 28 días. En N/mm² | | | | | | |
|-----------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 |
| HM | HM-20 | HM-25 | HM-30 | HM-35 | HM-40 | HM-45 | HM-50 |
| HA | No admitido | HA-25 | HA-30 | HA-35 | HA-40 | HA-45 | HA-50 |
| HP | No admitido | HP-25 | HP-30 | HP-35 | HP-40 | HP-45 | HP-50 |

| GRADOS | RESISTENCIA Mpa |
|--------|---------------------|
| H 20 | 20 Mpa (200 Kg/cm2) |
| H 25 | 25 Mpa (250 Kg/cm2) |
| H 30 | 30 Mpa (300 Kg/cm2) |
| H 35 | 35 Mpa (350 Kg/cm2) |
| H 40 | 40 Mpa (400 Kg/cm2) |
| H 45 | 45 Mpa (450 Kg/cm2) |
| H 50 | 50 Mpa (500 Kg/cm2) |

| Consistencia | Asiento (cm) | Compactación |
|--------------|--------------|------------------|
| Seca | 0-2 | Vibrado enérgico |
| Plástica | 3-5 | Vibrado normal |
| Blanda | 6-9 | Apisonado |
| Fluida | 10-15 | Picado con barra |

- Resistencia característica a compresión (MPa).
- Consistencia (S, P, B, F) o asiento (en cm).
- Tamaño máximo del árido (en mm).
- Clase de exposición (agresividad del ambiente).

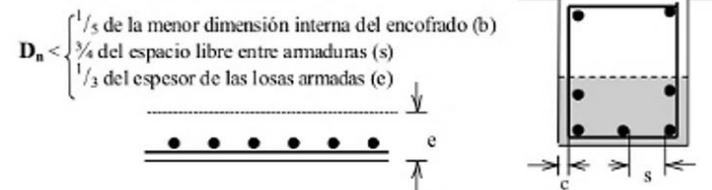
Ejemplo:

HA - 30/P/20/IIa (Clase Normal, humedad alta)

Tamaño máximo recomendado (mm.) en función de la dimensión mínima de la sección (ACI)

| Dimensión Mínima de la Sección (cm) | Tamaño Máximo Recomendado en [mm.] | | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------|-------------------|---|
| | Muros armados, vigas y pilares | Muros sin armadura | Losas muy armadas | Losas débilmente armada o sin armadura. |
| 6 - 12 | 12,5 - 20 | 20 | 20 - 25 | 20 - 40 |
| 14 - 28 | 20 - 40 | 40 | - 40 | 40 - 75 |
| 30 - 74 | 40 - 75 | 75 | 40 - 75 | - 75 |
| ≥ 76 | 40 - 75 | 150 | 40 - 75 | 75 - 150 |

Según la norma ACI 211.1-81



NOTAS: Usar el mayor tamaño máximo económicamente disponible y consistente con las dimensiones de la estructura. Cuando se desea hormigón de alta resistencia se pueden obtener mejores resultados con el uso de áridos de menor tamaño máximo nominal ya que estos producen mayores resistencias para una razón W/C dada.

De la EHE Instrucción de Hormigón Estructural

| CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN | | | | DESCRIPCIÓN | EJEMPLOS |
|---|-------------------|-------------|---|---|---|
| Clase | Subclase | Designación | Tipo de proceso | | |
| no agresiva | | I | ringuno | -interiores de edificios, no sometidos a condensaciones -elementos de hormigón en masa | -interiores de edificios, protegidos de la intemperie |
| normal | humedad alta | Ila | corrosión de origen diferente de los cloruros | -interiores sometidos a humedades relativas medias altas (>65%) o a condensaciones -exteriores en ausencia de cloruros, y expuestos a lluvia en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm -elementos enterrados o sumergidos. | -sótanos no ventilados -cimentaciones -tableros y pilas de puentes en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm |
| | humedad media | Ilb | corrosión de origen diferente de los cloruros | -exteriores en ausencia de cloruros, sometidos a la acción del agua de lluvia, en zonas con precipitación media anual inferior a 600 mm | -construcciones exteriores protegidas de la lluvia -tableros y pilas de puentes, en zonas de precipitación media anual inferior a 600 mm |
| marina | aérea | IIa | corrosión por cloruros | -elementos de estructuras marinas, por encima del nivel de pleamar -elemento exteriores de estructuras situadas en las proximidades de la línea costera (a menos de 5 km) | -edificaciones en las proximidades de la costa -puentes en las proximidades de la costa -zonas aéreas de diques, pantalanés y otras obras de defensa litoral -instalaciones portuarias |
| | sumergida | IIb | corrosión por cloruros | -elementos de estructuras marinas sumergidas permanentemente, por debajo del nivel mínimo de bajamar | -zonas sumergidas de diques, pantalanés y otras obras de defensa litoral -cimentaciones y zonas sumergidas de pilas de puentes en el mar |
| | en zona de mareas | IIc | corrosión por cloruros | -elementos de estructuras marinas situadas en la zona de carrera de mareas | -zonas situadas en el recorrido de marea de diques, pantalanés y otras obras de defensa litoral -zonas de pilas de puentes sobre el mar, situadas en el recorrido de marea |
| Con cloruros de origen diferente del medio marino | | IV | corrosión por cloruros | -instalaciones no impermeabilizadas en contacto con agua que presente un contenido elevado de cloruros, no relacionados con el ambiente marino -superficies expuestas a sales de deshielo no impermeabilizadas | -piscinas -pilas de pasos superiores o pasarelas en zonas de nieve -estaciones de tratamiento de agua |

- T --- Tipo de hormigón
- R --- Resistencia a compresion
- C --- Consistencia de la mezcla
- TM -- Tamaño de los aridos
- A --- Tipo de ambiente (exposición)

El hormigón

Calidad y ensayos de hormigones

- La variabilidad de las propiedades del hormigón requiere de una cuidadosa ejecución y control.

Las características del hormigón se controlan realizando ensayos:

- **Estado fresco:**

Consistencia: Asiento del cono de Abrams.

Tiempo del Consistómetro Vebe (seca).

Consistómetro Vebe:

Método de prueba utilizado para determinar la consistencia y la densidad de mezclas extremadamente secas.

De uso común en concreto compactado con rodillo.

Formado por una mesa vibrante, en cuya parte inferior hay fijado un vibrador, un recipiente, un cono, un embudo, un disco de plástico transparente y un pisón de acero con el extremo redondeado.

- **Estado endurecido**

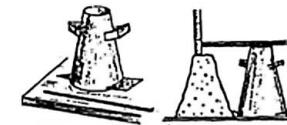
Resistencias características : Compresión

Flexión

Tracción (Ensayo brasileño).

Ensayo brasileño. Consiste en aplicar una **carga externa de compresión en una de las caras** de la muestra cilíndrica o cúbica, mientras que el extremo opuesto a la carga permanece apoyado. De esta forma aparecen dos fuerzas diametralmente opuestas que producen una distribución uniforme de tracciones transversales a lo largo del eje de carga, causando la rotura a tracción de la muestra.

Ensayos de hormigones en estado fresco



Asiento del cono de Abrams



Consistómetro Vebe



Medida de la consistencia Cono Abrams



Toma de muestras → directamente de la canaleta de la hormigonera en el momento de la descarga.

1.- Colocar el Cono metálico, sobre una chapa de metal, plana, firme, no absorbente.

Llenar el Cono en tres capas de 1/3 de su volumen cada una.

Compactar el hormigón con una barra de acero, D=16 mm y 25 golpes de la varilla.

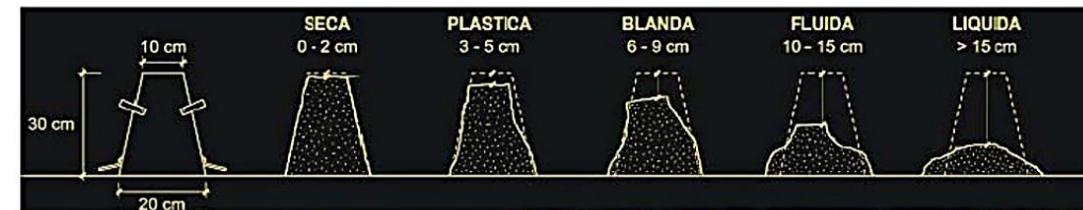
2.-Retirar el exceso del hormigón con llana metálica.

3.- Sacar el molde con cuidado verticalmente.

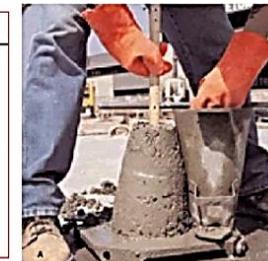
4.- Colocarle al lado de la muestra de hormigón.

Medir la diferencia entre la altura de la pieza y el punto más alto del hormigón.

Medida de la consistencia Cono Abrams



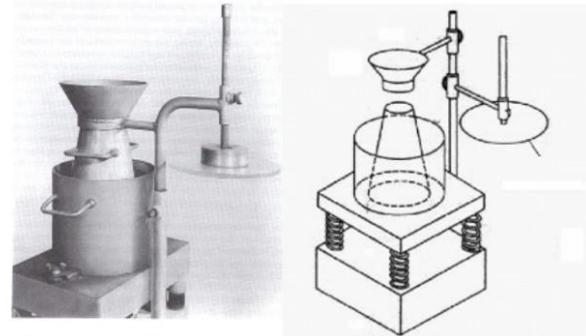
| Tipo de consistencia | Asentamiento en cm |
|----------------------|--------------------|
| Seca (S) | 0-2 |
| Plástica (P) | 3-5 |
| Blanda (B) | 6-9 |
| Fluida (F) | 10-15 |
| Líquida (L) | 16-20 |



El hormigón

Ensayos de hormigones

Consistencia de mezclas secas Consistómetro Vebe



Para hormigones que darían asientos nulos: muy secos y reforzados con fibras

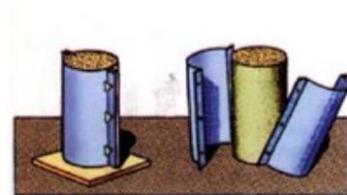
En el interior de un recipiente cilíndrico situado sobre una mesa vibrante, se coloca un tronco de cono de hormigón (moldeado con el cono de Abrams). Se mide el tiempo transcurrido desde que se inicia la vibración hasta que el hormigón coge la forma del recipiente, dando una superficie horizontal.

Consistencia de mezclas secas Consistómetro Vebe



| Tiempo Vebe (s) | Consistencia |
|-----------------|---------------------|
| 30 a 18 | Extremadamente seca |
| 18 a 10 | Muy seca |
| 10 a 5 | Seca |

Ensayos de hormigones endurecidos

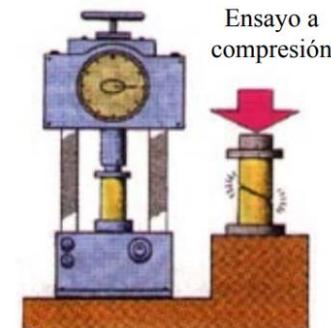


Fabricación de probetas

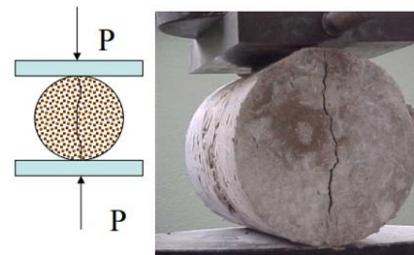


Refrentado de probeta cilíndrica

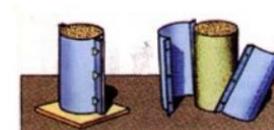
Ensayo de tracción indirecta (método brasileño)



Ensayo a compresión



Toma de muestras y fabricación de probetas



- Utilización de moldes normalizados
- Cubrir con desencofrante la parte interior del molde.
- Compactación por capas:
 - mínimo dos capas,
 - espesor superior a 100 mm
 - compactación manual con varilla normalizada (compactación por aguja vibrante)
 - (compactación por mesa vibrante)
- Nivelación de la superficie
- Marcación de las probetas
- Curado de probetas
 - Tiempo mantención molde:
 - 16 horas-3 días
 - Temperatura 20°C (±5°C)
 - Evitar pérdida humedad, movimientos
 - Después de retirado el molde:
 - 20°C y 95% de humedad

Ensayos de hormigones

Ensayo resistencia a compresión



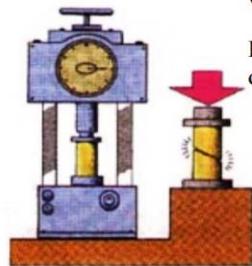
Objeto ensayo: rotura de probetas cilíndricas de hormigón a sollicitación de compresión.

Utilización de probetas normalizadas y refrentadas → conseguir una distribución uniforme de la carga.

Colocación de la probeta en el plato inferior, alineada con el eje de carga. Aproximación del plato superior a la cara de la probeta. Aplicación de la carga de forma continuada y sin choques bruscos, hasta que la probeta rompa.

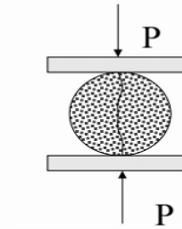
Ver patrón de rotura.

Resultado → carga de ruptura [N] entre la superficie de la base de la probeta [mm²].



Refrentado de probeta cilíndrica

Ensayo de tracción indirecta (brasileño)



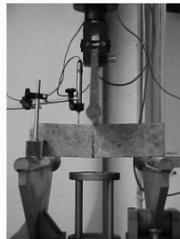
Utilización de probetas normalizadas.
Disposición centrado en los platos de prensa.
Aproximación de los platos sin carga.
Presión constante hasta rotura.

$$f_{cti} = \frac{2P}{\pi DL}$$

SIENDO,

f_{cti} , la resistencia a tracción indirecta, en N/mm²
P, la carga de compresión sobre la probeta, en N
D, el diámetro de la probeta, en mm
L, la longitud de la probeta, en mm

Ensayo a flexión (flexotracción)



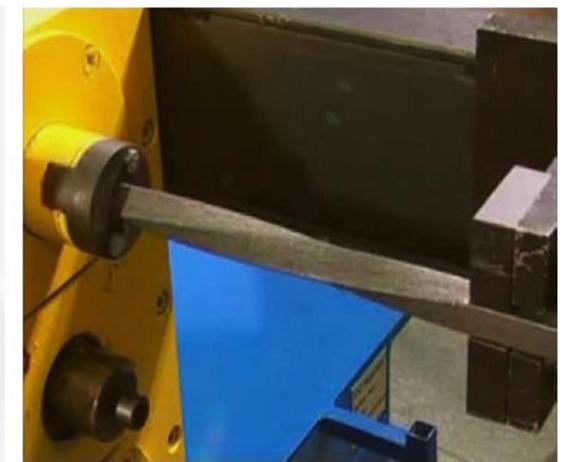
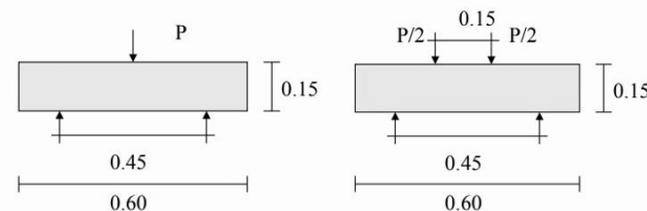
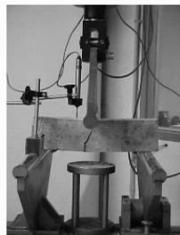
Objeto ensayo: determinar la resistencia a flexión del hormigón endurecido.

Dimensiones de las probetas: 10 x 10 x 40 cm ó 15 x 15 x 60 cm.

Aplicación de la carga → aparato que tiene dos rodillos inferiores que sirven de apoyo y dos superiores → repartir la carga de forma simétrica.

Procedimientos:

- a tres puntos, carga centrada
- a cuatro puntos, carga en dos puntos (flexión pura)



MÁQUINA DE PRUEBA DE TORSIÓN Y FLEXIÓN MT 3005

Se utiliza pruebas de torsión para determinar y comparar el módulo de rigidez de diferentes materiales y demostrar la fórmula de la deformación

El hormigón

Aplicaciones constructivas de hormigones

- Por su lugar de ejecución se distinguen:

Aplicaciones in-situ: El material se conforma en obra. Se deben controlar sus propiedades en fresco y endurecido.

Productos prefabricados: El material llega conformado a obra y con sus características finales (endurecido).

- Por su función constructiva pueden ser:

Estructurales: Cimentaciones, pilares, vigas, forjados ...

No estructurales: Bloques para particiones , pavimentos continuos, conducciones y registros.



Los hormigones

- Están dosificados con componentes diferentes a los convencionales para modificar sus propiedades.
- Tienen características “especiales” en estado fresco y/o endurecido que permiten aplicaciones distintas.

Algunos son (Recogidos en la **EHE-08**):

https://es.wikipedia.org/wiki/Instrucci%C3%B3n_Espa%C3%B1ola_del_Hormig%C3%B3n_Estructural

Hormigones ligeros (o aligerados) (**Anexo 16**)

Hormigones de elevadas prestaciones (HEP):

Hormigones de alta resistencia (HAR) (< 100 MPa)

Hormigones autocompactantes (HAC) (Anexo 17)

Hormigones con fibras (Anexo 14)

Hormigones reciclados (Anexo 15)

Hormigones ligeros

- Su característica principal es su baja densidad.
- Se obtiene aireando la matriz de cemento (celular) o sustituyendo árido por materiales ligeros :

Arcilla expandida (arлита)

Pizarra expandida (vermiculita)

Polímeros espumados (EPS)

Caucho, corcho, fibras, ...

Hormigón ligero estructural (HLE) aquel hormigón de estructura cerrada, con densidad aparente, en seco, $\leq 2000 \text{ kg/m}^3$ y $\geq 1200 \text{ kg/m}^3$ y que contiene una cierta proporción de árido ligero, tanto natural como artificial. (EHE-08- Anejo 16).

Hormigones de altas prestaciones

- Se definen como aquellos que tienen una alta durabilidad debido a su baja relación agua / cemento.
- Incorporan un aditivo reductor de agua que proporciona una alta fluidez para relaciones a/c muy bajas ($\cong 0,3$).
- Son materiales con muy baja porosidad (permeabilidad)
- Tipos más usuales:

Hormigones de alta resistencia: Incorporan adiciones muy reactivas (humo de sílice o cenizas volantes).

Hormigones autocompactantes: incorporan gran cantidad de finos ($< 500\mu$). (EHE-08- Anejo 17) (No requieren compactación para llenar moldes)



El hormigón

Hormigones de alta resistencia

- Se considera hormigón de alta resistencia el que tiene una Resist. compresion $> 50 \text{ Mpa} = (500 \text{ Kg/cm}^2)$
- Para conseguirlo se necesitan materiales con elevadas propiedades mecánicas (áridos y cemento) con una granulometría que incremente la compacidad.
- Por encima de 70 MPa se debe incorporar adiciones de alta eficacia (humo de sílice o cenizas volantes).
- Además, la relación a/c debe ser baja ($\approx 0,3$), por lo que hay que usar **superfluidificantes**.
- Son muy compactos, poco porosos y tienen baja permeabilidad (presentan problemas a fuego).
- Son más rígidos que los convencionales y presentan **fractura explosiva**.

Hormigón Autocompactante (HAC ó SCC)

Un hormigón que, en estado fresco, puede fluir por su propio peso y llenar completamente un encofrado, incluso en presencia de un armado denso, sin necesidad de ninguna vibración ni procedimiento de compactación, al tiempo que mantiene su homogeneidad en estado fresco.

(ENFARC; Especificaciones y directrices para el Hormigón autocompactable - HAC, ENFARC, 2002. www.enfarc.org)

Ventajas del Hormigón Autocompactante

Aumento de la velocidad de construcción.

Reducción de mano de obra.

Mejores acabados superficiales. Mayor facilidad de puesta en obra.

Aumento de la durabilidad del material.

Aumento de las posibilidades de diseño.

Ausencia de ruido en la ejecución.

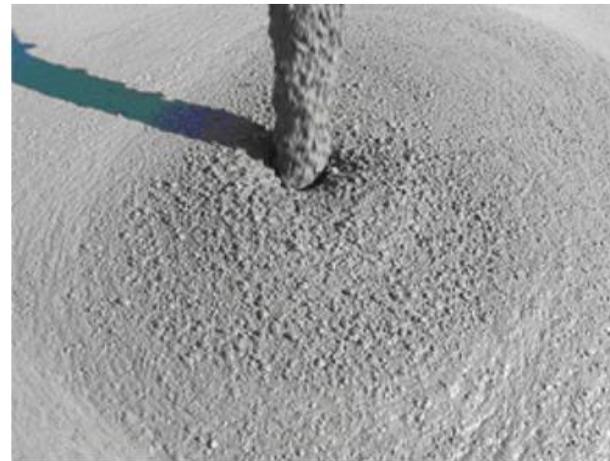
Aumento de la seguridad en el trabajo. (Zhu, 2001)



Ejecución de cerramientos y particiones con HAC



Puesta en obra de un HAC



El hormigón

Hormigones con fibras

- Incorporan fibras cortas ($\cong 40$ mm) de diámetro reducido como material de refuerzo a tracción (aumenta la ductilidad).
- La distribución aleatoria de las fibras produce un comportamiento mecánico isótropo (macroscópico).
- Existen diferentes tipos de fibras (Acero, vidrio, PP).
- La aplicación más extendida es el **GRC**:
GFRC, *glass-fiber reinforced concrete*) u hormigón reforzado con vidrio.

Se trata de una matriz de mortero reforzada con fibra de vidrio Álcali-resistente (AR).

Su reducida sección no requiere recubrimientos importantes, consiguiéndose elementos muy delgados.



Hormigones con Fibras (G.M 2006)



Imagen de la fisura una vez finalizado el ensayo de carga estática de flexión a 3 puntos de una probeta prismática de 40 x 10 x 10 cm de FRC 0,8% PP. 40 mm

Las fibras sintéticas que son específicamente diseñadas para el hormigón se fabrican a partir de materiales sintéticos que pueden resistir el medio alcalino del concreto a largo plazo. Su utilización proporciona una serie de ventajas, vinculadas al refuerzo estructural del hormigón.

La mayor tenacidad es una de ellas; la tenacidad es la medida de la capacidad de absorción de energía de un material y es utilizada para caracterizar la aptitud para resistir fracturas cuando es sometido a esfuerzos estáticos, dinámicos o impacto de pesos. El beneficio resultante es otorgar al hormigón una considerable ductilidad pos-agrietamiento, incrementando las capacidades para resistir cargas de impacto. Se incorporan entonces millones de fibrillas bien ancladas en las tres direcciones de coordenadas, para absorber las sollicitaciones sin fisuras ni grietas.



El hormigón

Hormigones con componentes reciclados

- Incorporan desechos para reducir el consumo de materias primas y valorizar residuos (Anejo 15)
- Los residuos pueden ser inertes (áridos o filler) o reactivos (hidráulicos o puzolánicos).
Los residuos deben cumplir las siguientes condiciones:

**Ser de bajo coste, estar disponibles y el reciclaje debe suponer un valor añadido.
Ni los productos ni los procesos pueden ser tóxicos o peligrosos.**

- Ejemplos:
adiciones industriales (cenizas),



La aplicación de las **Cenizas** tanto en Hormigones como en la fabricación de Ladrillos es adecuado ya que se consigue abaratar el material de la construcción (una cantidad de cemento se sustituye por cenizas), sin perder la calidad del producto, produciendo un material sostenible desde el punto vista medioambiental.

restos de cantería



residuos de demolición/construcción (áridos reciclados, pesados y ligeros),

Concreto con áridos reciclados de concreto

caucho de neumáticos.



Bibliografía de consulta recomendada

Tema 8. **Hormigones**

Peck, Martin.; **Hormigón**. Diseño, construcción, ejemplos. Editorial Gustavo Gili, 1ª ed., 1ª imp.(09/2007).

Rivera López, Gerardo Antonio.; **CONCRETO SIMPLE**, Universidad del Cauca.
<https://issuu.com/exonsalazarvalderrama5/docs/tecnologia-concreto-y-mortero-river>

- Fernández Canovas, M; Hormigón : adaptado a la Instrucción de Recepción de Cementos y a la Instrucción de Hormigón Estructural EHE, 8ª Ed., COICCP, 2007.
- Mehta, P. K. y Monteiro, P.; Concrete: structure, properties and materials, Prentice-Hall, 3ª Ed, 2006.
- EHE-08 Instrucción de Hormigón Estructural (2008)

webgrafía

[https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_profesores/prof142013/docencia/Tema%208%20Materiales%20GARQ%20\(2018-19\).pdf](https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_profesores/prof142013/docencia/Tema%208%20Materiales%20GARQ%20(2018-19).pdf)
https://portal.uah.es/portal/page/portal/GP_EPD/PG-MA-ASIG/PG-ASIG-32912/TAB42351/Tema%209%20Materiales%20ETSA.pdf
https://previa.uclm.es/area/ing_rural/trans_const/ehe08_materiales.pdf
<http://notasdehormigonarmado.blogspot.com/2011/04/granulometria-de-los-aridos.html>
https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_profesores/prof121896/docencia/Tema%206%20Materiales%20I%20GCTE.pdf
<http://www.ingenierocivilinfo.com/2010/07/adiciones-para-el-hormigon.html>
<http://slideplayer.es/slide/10783716/>
<http://ingeteca.info/dosificacion-del-concreto/>
<http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Temas3y4.CementoHormigon.ProblemasHormigon.Enunciados.pdf>
<http://e-struc.com/2017/05/09/patologias-asociadas-la-prescripcion-del-hormigon/>
<https://es.slideshare.net/ShuberRivera/colocacin-y-acabado-del-concreto>
http://www.construmatica.com/construpedia/Gu%C3%ADa_EHE_El_Hormig%C3%B3n#Designaci.C3.B3n_completa_del_hormig.C3.B3n
<file:///C:/Users/Marino%20S%C3%A1nchez/Downloads/pfc2278.pdf>
<http://www.nth.com.ar/es/blog/usos-de-las-fibras-sinteticas-para-hormigon--n22>

Imágenes

<https://www.google.com>

https://www.google.com/search?q=hormigones&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiFxeCj_Z_hAhWRUt8KHR2MCL4Q_AUIDigB&biw=1680&bih=858

PROHIBIDA LA VENTA
DONADO PARA FINES EDUCACIONALES

MATERIALES METÁLICOS
TEMA 9

Tema 9. **Materiales metálicos**

Materiales metálicos. Estructura y propiedades de los materiales metálicos. Tipos de materiales metálicos. Aleaciones. Aceros y fundiciones: el sistema hierro-carbono. Metales no férricos y sus aleaciones. Procesos de fabricación y conformación. Uniones de metales: la soldadura. Durabilidad y protección de metales. Normativa, designación y aplicaciones.

Tema 9. **Materiales metálicos**

Objetivos Discentes del Tema 9

- Conocer los materiales metálicos utilizados en construcción, sus tipos y propiedades, procesos de fabricación.
- Conocer los procedimientos de unión, normativa, designación y aplicaciones de los materiales metálicos en construcción.

Materiales metálicos

Materiales metálicos

Los Materiales Metálicos son metales transformados mediante procesos físicos y/o químicos, que son utilizados para fabricar productos.

La gran mayoría de los metales los podemos encontrar en la naturaleza mezclados con otros elementos, es por eso que necesitamos someterlos algún proceso de limpieza antes de su utilización. Algunos de los procedimientos de trabajo más habituales sobre los materiales metálicos son: **Fundición y Moldeo, Deformación, Corte y Mecanizado.**

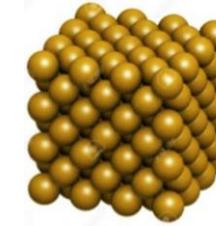
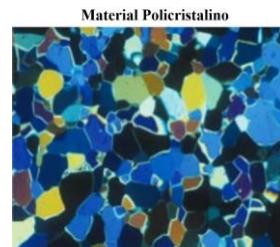
Podemos encontrar como materiales metálicos los metales y sus aleaciones, como también sustancias inorgánicas que están constituidas por uno o más elementos metálicos; por ejemplo: **Hierro, cobre, Aluminio, Níquel**



- Son materiales sólidos policristalinos (cristales metálicos)

Material policristalino: Es un agregado de pequeños cristales de cualquier sustancia, a los cuales por su forma irregular a menudo se les denomina cristalitas o granos cristalinos.

Cristales metálicos: Se trata de un enlace entre átomos no direccional; Las estructuras a las que dará lugar se pueden imaginar como un empaquetado de esferas, de manera que se minimice el espacio entre ellas (estructuras lo más compactas posibles).



- El enlace metálico condiciona sus propiedades.

La fuerza que mantiene unidos a los átomos de un metal, formando una red cristalina, se denomina enlace metálico. Los átomos se colocan formando una estructura regular Hexagonal, compacta, cúbica.

- Son densos, isótropos, impermeables y susceptibles de corroerse y oxidarse. Conducen el calor y la electricidad.

- Son dúctiles, tenaces y maleables.

- Presentan defectos cristalinos (impurezas y dislocaciones) y tienen un comportamiento mecánico elasto-plástico.

Defectos • Los Cristales Reales no son perfectos, tienen Defectos. • Los Defectos Cristalinos son distanciamientos respecto del Cristal Ideal.

- Los Defectos Cristalinos no son necesariamente dañinos • Muchas de las propiedades de los materiales se deben a las imperfecciones. Ej. $\text{Fe} + \text{C} \rightarrow \text{ACERO}$

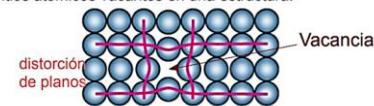


Tipos de imperfecciones

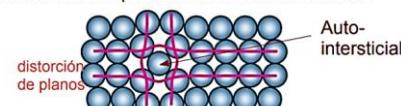
- | | |
|--------------------------|----------------------|
| • Vacancia de átomos | } Defectos puntuales |
| • Átomos intersticiales | |
| • Átomos sustitucionales | |
| • Dislocaciones | Defectos de línea |
| • Fronteras de grano | Defectos de área |

Defectos puntuales

Vacancias:
-Sitios atómicos vacantes en una estructura.



Autointersticiales:
-átomos "extra" se posicionan entre los sitios atómicos.



- Se obtienen por procesamiento de minerales que contienen compuestos metálicos (óxidos, carbonatos, sulfuros, ...).

- La Metalurgia trata las operaciones necesarias para separar los metales (mena) de las impurezas (ganga).

Una **mena** de un elemento químico, generalmente un metal, es un mineral del que se puede extraer aquel elemento porque lo contiene en cantidad suficiente para poderlo aprovechar. Así, se dice que un mineral es mena de un elemento químico, o más concretamente de un metal, cuando mediante un proceso de minería se puede extraer ese mineral de un yacimiento y luego, mediante metalurgia, obtener el metal.

Ganga: Se llama así al conjunto de todos los minerales sobrantes que se encuentran asociados a la mena en la roca extraída en un yacimiento.

La ganga hace que la ley del metal disminuya, por lo que es necesario separarla de la mena.



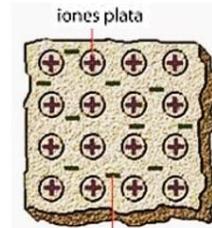
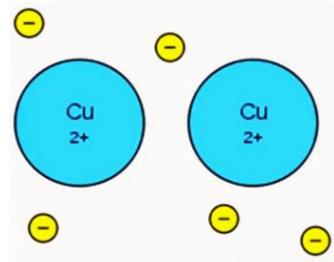
Materiales metálicos

Estructura de los metales (Ver Tema 1) Escala atómica:

- Están compuestos por átomos metálicos, que ceden fácilmente electrones y forman enlaces metálicos.

Escala microestructural:

Un **enlace metálico** es un enlace químico que mantiene unidos los átomos.
 Estos átomos se agrupan de forma muy cercana unos a otros, lo que produce estructuras muy compactas.

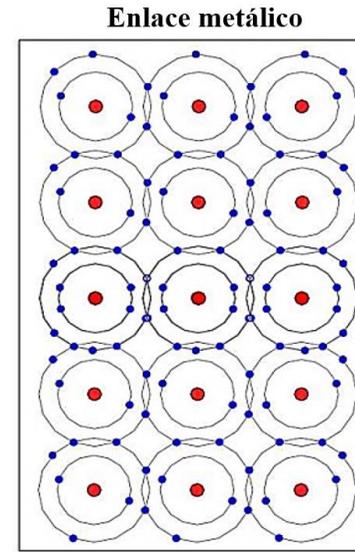


Los electrones de valencia se mueven a través del metal; forman enlaces deslocalizados con los iones positivos.

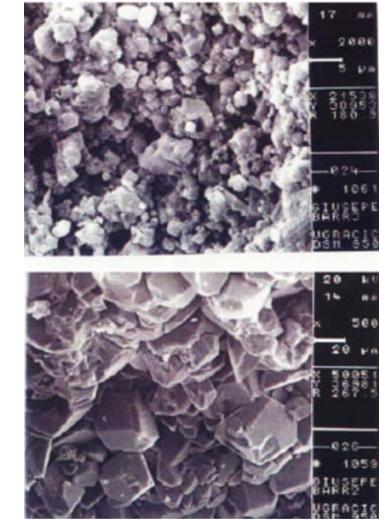


La fuerza aplicada desplaza las capas del cristal

No cambia la atracción entre las placas. El metal cambia de forma sin romperse



Estructura metálica



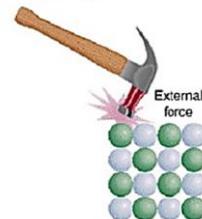
¿Por qué queremos entender cómo se enlazan las partículas materiales unas con otras?

Si comprendemos el mecanismo del enlace químico, este conocimiento puede llevarnos a controlar la formación o ruptura de estos enlaces, por consiguiente, la formación o deformación de sustancias, dependiendo siempre de lo que estemos necesitando. Imagina que acabas de descubrir la forma de evitar que se enlacen el oxígeno y el hierro, que juntos formaban el indeseable óxido de hierro, causante de la perjudicial corrosión.

- Los cristales metálicos perfectos son frágiles.

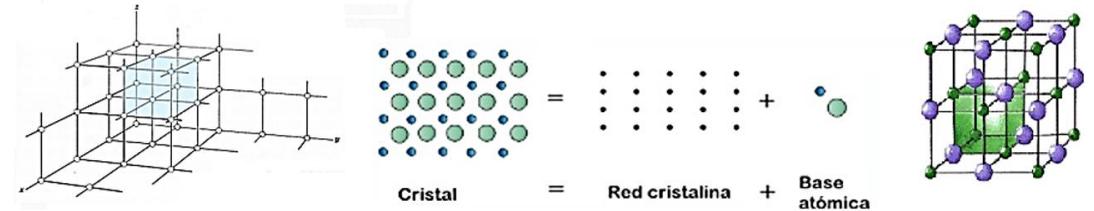
Un sólido cristalino puede representarse mediante una matriz tridimensional que se denomina red cristalina.

Son duros pero a la vez muy frágiles

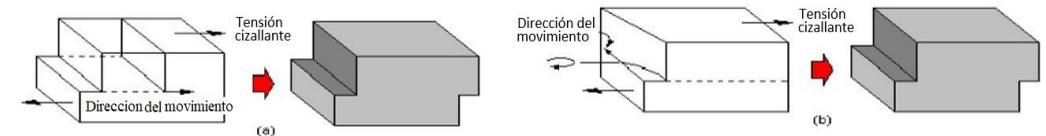


Red Cristalina

Ordenamiento espacial de átomos y moléculas que se repite sistemáticamente hasta formar un Cristal



Las dislocaciones son defectos de línea que se mueven al aplicar una fuerza al material haciendo que se deforme. La existencia de dislocaciones en los **materiales metálicos** justifica la **plasticidad y fluencia** que los caracterizan y diferencian frente a los cerámicos. Estos aún teniendo también estructura cristalina no permiten los procesos de plastificación

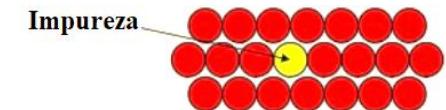


- La existencia y cantidad de defectos modifican su comportamiento:

Las dislocaciones (defectos lineales) aumentan la plasticidad y reducen la resistencia.

Las impurezas y el menor tamaño de grano aumentan la resistencia y la fragilidad.

Llamamos **impureza**: Cuando un átomo de distinta especie ocupa una posición atómica que no le correspondería si la estructura fuera perfecta.



Materiales metálicos

Propiedades de los materiales metálicos:

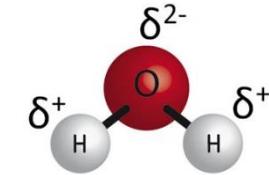
- **Son consecuencia de la estructura cristalina metálica.**

ESTRUCTURA CRISTALINA.

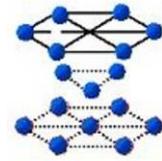
La mayoría de los elementos metálicos cristaliza siguiendo únicamente tres tipos de estructuras:

La fuerza que mantiene unidos a los átomos de un metal, formando una red cristalina, se denomina **enlace metálico**.

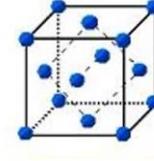
Los átomos se colocan formando una estructura regular **Hexagonal compacta**, **Cúbica compacta** o **Cúbica centrada en el cuerpo**.



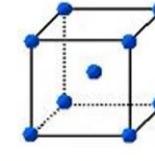
Pirita de hierro



Hexagonal compacta



Cúbica compacta



Cúbica centrada en el cuerpo

ATENCIÓN: el enlace metálico solo se puede producir entre átomos de un mismo elemento químico

UNA ALEACIÓN: es un mezcla de metales, se funden, se mezclan y luego se enfría. Se pueden volver a separar, no es un enlace.

- **Son Isótropos** (propiedades iguales en todas direcciones)

- **Son Densos, oxidables y corrosibles.**

- **Son Insolubles en disolventes polares** (agua).

El **agua** es el *disolvente universal* por la gran cantidad de sustancias sobre las que puede actuar como disolvente.

Un **disolvente** o solvente, es cualquier sustancia que tiene la capacidad de disolver a otra sustancia, llamada **soluto**.

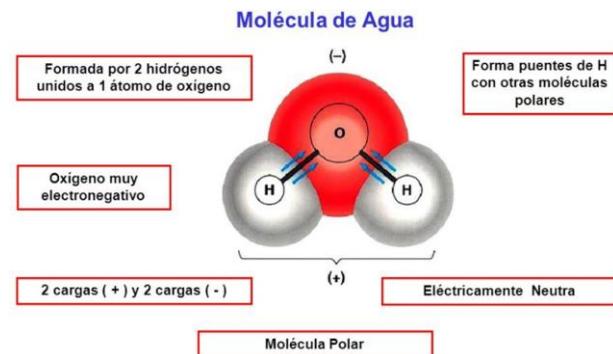
ISOTROPÍA
Se dicen isótropos a los cuerpos que presentan igual comportamiento para cualquier dirección considerada.
Por ejemplo, metal fundido.



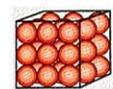
El agua Solvente universal

Puede disolver todas aquellas moléculas que son **HIDROFILICAS**, es decir, aquellas que presentan carga eléctrica o son **POLARES**. Las moléculas que no tienen carga o son **APOLARES**, como las grasas y los aceites, no se disuelven en agua, y en consecuencia se denominan como **HIDROFÓBICAS**.

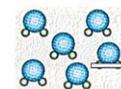
el agua es considerada como "el solvente universal" porque es una molécula polar



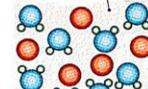
Cuando un sólido se disuelve en un líquido las partículas que lo forman quedan libres y se reparten entre las moléculas del líquido que se sitúan a su alrededor.



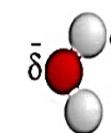
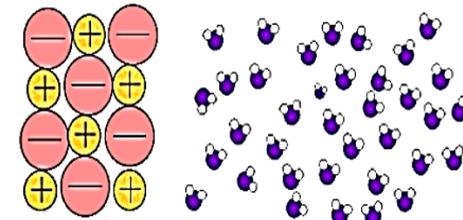
Sólido (NaCl)



Líquido (H₂O)



Disolución



Debido a que el oxígeno es más electronegativo que el hidrógeno, los electrones de los hidrógenos son atraídos hacia el oxígeno con más fuerza.

De esta manera los electrones se comparten en forma desigual entre el oxígeno y el hidrógeno pasando éstos más tiempo en los orbitales del oxígeno.

Por lo tanto la molécula del agua es polar, con carga parcialmente negativa (δ^-) en el polo del oxígeno y carga parcialmente positiva (δ^+) en el polo de los hidrógenos.

Propiedades Físicas:

Conductores eléctricos - Conductores térmicos - Incombustibles - Alto coeficiente de dilatación

Propiedades Mecánicas:

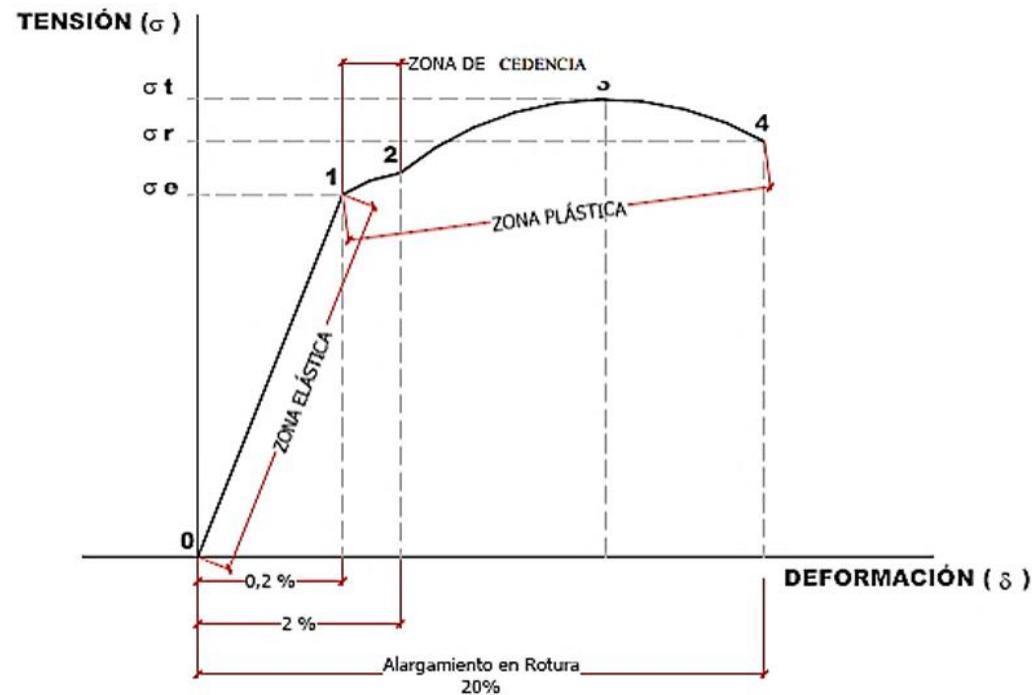
Dúctiles y maleables - Comportamiento elásto-plástico - Alta resistencia a compresión y tracción





Ensayo de tracción. Probeta antes y después de la rotura

Comportamiento mecánico metales

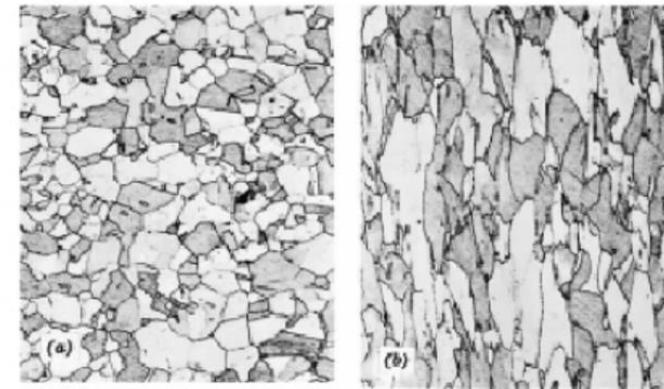


la **cedencia o fluencia**.

Este fenómeno tiene lugar en la zona de transición entre las deformaciones elásticas y plásticas y se caracteriza por un rápido incremento de la deformación sin aumento apreciable de la carga aplicada.

Comportamiento plástico (metales)

Orientación de los granos de un metal por tensiones de tracción



Descargado

Cargado

Los granos se orientan en la dirección de la tensión, deformándose. Para que uno se deforme, los adyacentes deben deformarse también.

Materiales metálicos

Aleaciones metálicas

Una **aleación** es una mezcla sólida homogénea de dos o más metales, o de uno o más metales con algunos elementos no metálicos.

Las aleaciones están constituidas por elementos metálicos: Fe (hierro), Al (aluminio), Cu (cobre), Pb (plomo).

Pueden tener algunos elementos no metálicos, como: Fósforo (**P**), **Carbono(C)**, Silicio(**Si**), Azufre (**S**), Arsénico (**As**).

Para su fabricación se mezclan llevándolos a temperaturas tales que sus componentes se fundan.



- **Son mezclas de metales** (o en las que predominan los metales) **que forman sistemas** (materiales polifásicos). **Materiales polifásicos**, como las aleaciones metálicas, en las que mediante un tratamiento térmico se cambia la composición de las fases presentes.

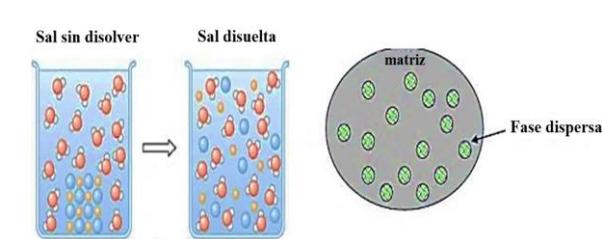
- **En algunos casos, las aleaciones son soluciones líquidas** (temperatura de fusión) **que se transforman en dispersiones al enfriarse**.

Dispersiones: En una mezcla homogénea por lo general existe una sustancia que se presenta en mayor cantidad y otra en menor proporción que se encuentra dispersa en la primera, así hablamos de una fase dispersora y una fase dispersa. La principal diferencia entre las diversas dispersiones es el tamaño de las partículas de la fase dispersa.

- **La presencia de diferentes fases modifica las propiedades del material.**

(**Fase:** son las partes de una aleación con la misma composición e iguales propiedades físicas y químicas.

Porcentaje de cada uno de los componentes tenemos a una determinada temperatura).



| | Fase dispersa | Fase dispersa | Fase dispersa |
|--------------------------|---|--|--|
| Medio dispersante | Gas | Líquido | Sólido |
| Gas | No es posible todos los gases son solubles entre sí | Aerosol líquido: <u>neblina, bruma, nebulas</u> . | Aerosol sólido: <u>Humo</u> , polvo en suspensión |
| Líquido | <u>Espuma</u> : espuma de jabón, crema batida. | <u>Emulsión</u> : <u>Leche, mayonesa, cremas, sangre</u> | <u>Sol</u> : Pinturas, tinta china. |
| Sólido | <u>Espuma Sólida</u> : piedra pómez, Aerogeles, <u>caucho</u> | <u>Gel</u> : Gelatina, mantequilla, queso | <u>Sol sólido</u> : algunas aleaciones, Cristal de <u>Rubí</u> |

- **Aleaciones utilizadas en construcción:**

Aleaciones ferrosas:

Son aquellos metales que contienen hierro como componente principal.

El hierro puro

El acero

La fundición

Aleaciones no ferrosas:

Son aquellos metales que no contienen hierro o contienen muy poca cantidad de hierro.

Bronce (cobre y estaño)

Latón (cobre y cinc)

Hay un tipo de metales no ferrosos que destacan por su valor económico, llamados metales nobles, los cuales son: **oro, plata y platino**.

METALES FERROSOS

| METAL | PROPIEDADES | APLICACIONES |
|------------------|--|--|
| HIERRO | Buenas propiedades magnéticas Es frágil y difícil de mecanizar | Máquinas eléctricas y transformadores. Componentes electrónicos |
| FUNDICIÓN | Color negro, muy frágil y dura. Resistente a las vibraciones | Elementos con formas complicadas: radiadores antiguos, farolas, bolardo, tornillos de banco... Bancadas de máquinas y motores. |
| ACERO | Es el más utilizado de los metales Buenas propiedades mecánicas Es tenaz, maleable y dúctil. Aleado con Cr y Ni conseguimos aceros inoxidables. Acero con Zn en su superficie Acero galvanizado | Perfiles de todo tipo: vigas, redondos, cuadrados, escuadras,... Herramientas, patas de mesas y sillas del aula. Vallas de protección de las carreteras. Esteranterías. |

METALES NO FERROSOS

| METAL | PROPIEDADES | APLICACIONES |
|---------------------------|---|--|
| COBRE Cuprita | Blando, color rojizo y brillo intenso Alta conductividad térmica y eléctrica Maleable y dúctil Resistente a la corrosión | - Cables eléctricos e hilos de telefonía - Tuberías y calderas - Decoración (arquitectura y bisutería) |
| LATÓN (Cu+Zn) | Color amarillento Alta resistencia a la corrosión | - Tuberías, conexiones eléctricas y llaves |
| BRONCE (Cu+ Sn) | Buena resistencia al desgaste y a la corrosión | - Campanas, estatuas y piezas de barcos |
| PLOMO Galena | Muy blando y pesado, de color gris plateado Buen conductor del calor y la electricidad Tiene plasticidad y es maleable | - Baterías y pilas - Protector contra radiaciones - Vidrio (aditivo para dar dureza) |
| ESTAÑO | Muy blando, de color blanco brillante Muy maleable y dúctil No se oxida a temperatura ambiente | - La hojalata (chapa de acero recubierta de estaño) - Soldadura blanda (aleado con plomo) |
| CINC | Color gris azulado y brillante Frágil en frío y de baja dureza | - Cubiertas de edificios y cañerías - Protege el acero contra la corrosión mediante el galvanizado |
| CROMO | Color blanco brillante Duro pero muy frágil Resiste a la oxidación | - Aceros inoxidables (con níquel) - Aceros para herramientas - Objetos decorativos (cromado) |
| NIQUEL | Color blanco brillante Dúctil y maleable Resiste a la oxidación | - Aceros inoxidables (con cromo) - Recubrimiento de otros metales (niquelado) |

Materiales metálicos

El sistema hierro-carbono

- La Siderurgia es la rama de la metalurgia que trata el procesado de los compuestos de hierro (alotrópico).

El término **alotrópico**, significa que un mismo elemento químico presenta estructuras moleculares diferentes en el mismo estado físico.

Ejemplo: el carbono en estado sólido se presenta con estructura molecular diferente de grafito, diamante o fullereno.

- La obtención del hierro se realiza por reducción del óxido de hierro con carbón en un alto horno (**arrabio**).

Arrabio: Producto obtenido de la primera fusión del hierro en los altos hornos que contiene más carbono que el acero o que el hierro forjado y se rompe con mayor facilidad.

- El **arrabio** se oxida para disminuir el contenido de carbono (refinado) y otras impurezas (azufre y fósforo).

- Una parte del carbono restante se combina con el hierro (cementita) y otra se disuelve (ferrita y austenita).

CEMENTITA: Es carburo de hierro, de fórmula Fe_3C . Contiene 6.67% de carbono y 93.33 de hierro. Es el constituyente más duro y frágil de los aceros.

FERRITA: Se considera la ferrita como hierro puro. Es el más blando y dúctil constituyente de los aceros.

Tiene una dureza de 90 Brinell y una resistencia a la rotura de 28Kg/mm^2 , llegando hasta un alargamiento del 35 al 40%. Es magnética.

AUSTENITA: Es el constituyente más denso de los aceros. Está formado por un porcentaje máximo de C del 2%.

Tiene una dureza de 300 HB, una resistencia de unos 100Kg/mm^2 , y un alargamiento de un 30%. Es dúctil, blanda y tenaz.

(Dureza Brinell (**HB**) para ciertos materiales).

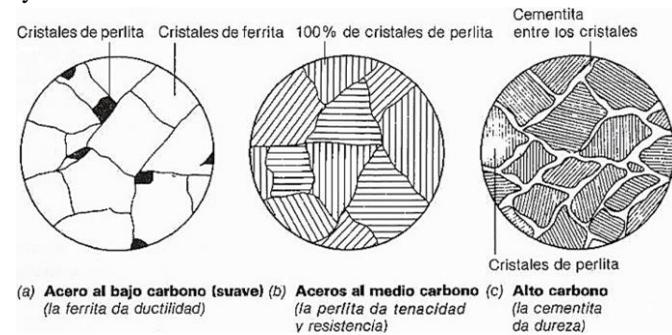
- El contenido de cada fase depende de la composición y velocidad de enfriamiento del material.

Diagramas de fases: Son representaciones gráficas de las fases que están presente en un sistema de materiales a varias temperaturas, presiones y composiciones. De los diagramas de fases se puede obtener la siguiente información:

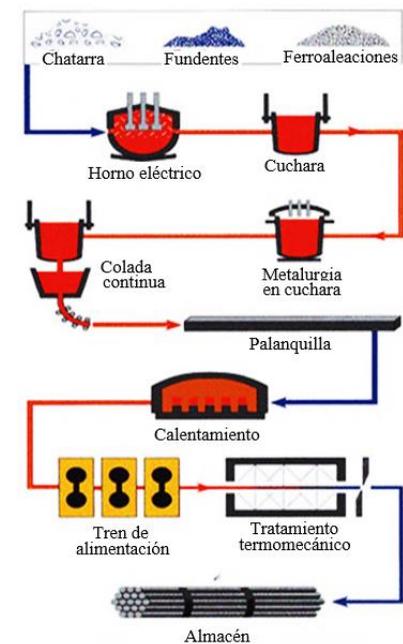
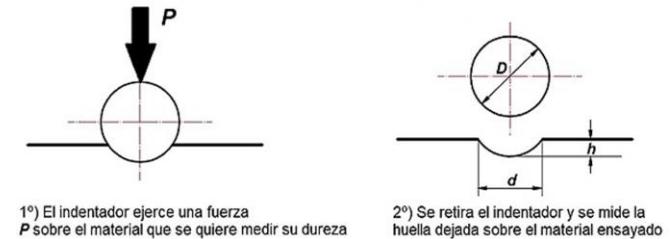
Mostrar qué fases están presentes a diferentes composiciones y temperaturas. Determinar la temperatura a la cual una aleación enfriada bajo condiciones de equilibrio comienza a solidificarse y el rango de temperatura en el que se presenta la solidificación.

Conocer la temperatura a la cual fases diferentes comienzan a fundir.

- Se representa mediante un Diagrama de fases (Tema 1, parte II).



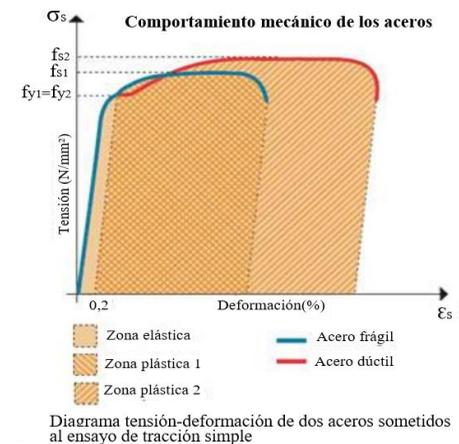
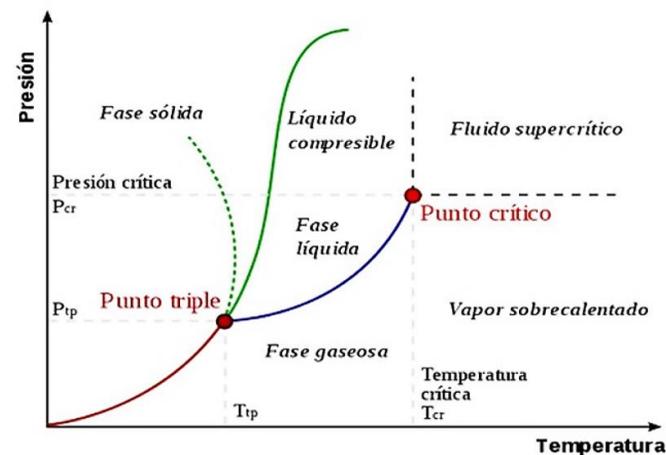
Se denomina **Dureza Brinell** a una escala de medición de la dureza de un material mediante el método de indentación, midiendo la penetración de un objeto en el material a estudiar.



Fabricación del acero



En ciencia de materiales se denomina diagrama de fase a la representación gráfica de las fronteras entre diferentes estados de la materia de un sistema,



Materiales metálicos

Aceros y fundiciones

- Son aleaciones siderúrgicas de hierro y carbono.
- Se diferencian en el contenido de carbono:
 - Fundiciones: contenido de carbono $> 2\%$.
 - Aceros: contenido de carbono $< 2\%$.
- Las fundiciones son fácilmente moldeables en caliente, duras, resistentes y frágiles (Pueden fracturarse).
 - Aplicaciones en construcción: tuberías de presión para conducción de agua, radiadores, mobiliario exterior...
- Los aceros son forjables y conformables, tienen alta resistencia, ductilidad y tenacidad.
 - Tienen que protegerse de la corrosión y el fuego.



Tipos de aceros en construcción

Los más importantes son:

- **Aceros al carbono:** Son la mayor parte de los **aceros de construcción**. Son soldables.
- **Aceros aleados:** Tienen otros metales aleados que modifican sus propiedades (físicas y mecánicas).
Aceros Estructurales, Aceros para herramientas, Aceros especiales.

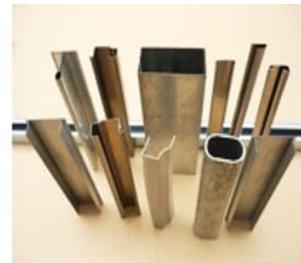


Aceros inoxidables: Contienen **Cr** (cromo), **Ni** (níquel) u otros elementos en aleación que aumentan la resistencia a la oxidación.

Aceros Patinables (tipo Cortén): producen una **Pátina oxidada** de acero aleado

(herrumbre adherente y muy poco porosa) que **protege de los procesos de corrosión-oxidación**

- **Acero galvanizado:** Acero recubierto por una **capa cristalizada de cinc**, que lo protege de la oxidación.



Materiales metálicos

Tratamientos térmicos de los aceros

- Variando el calentamiento/enfriamiento se pueden modificar las propiedades de los aceros al carbono.

Tipos de tratamientos:

Recocido: Recalentamiento del acero para reducir las tensiones producidas por el trabajo en frío.

Es un proceso de tratamiento térmico utilizado para reducir la dureza, aumentar la ductilidad y ayudar a eliminar las tensiones internas.

El recocido consiste básicamente en un calentamiento de hasta temperatura de **austenización** (800°C – 925°C) seguido de un enfriamiento lento.

El proceso consiste en calentar al acero por arriba de su temperatura crítica y dejarlo enfriar con lentitud en el horno cerrado o envuelto en ceniza, cal, asbesto, etc.

Austenización : La formación de austenita por calentamiento de una aleación de hierro por encima de su temperatura crítica superior.

Normalizado: Calentamiento y enfriamiento al aire para refinar la estructura e incrementar la resistencia.

Tiene por objetivo dejar un material en estado normal, es decir, ausencia de tensiones internas y con una distribución uniforme del carbono.

Se suele emplear como tratamiento previo al temple y al revenido.

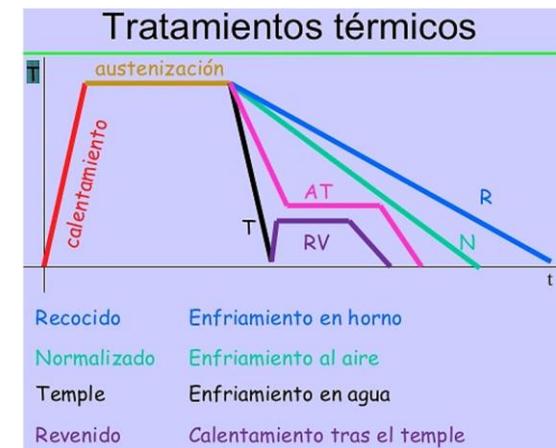
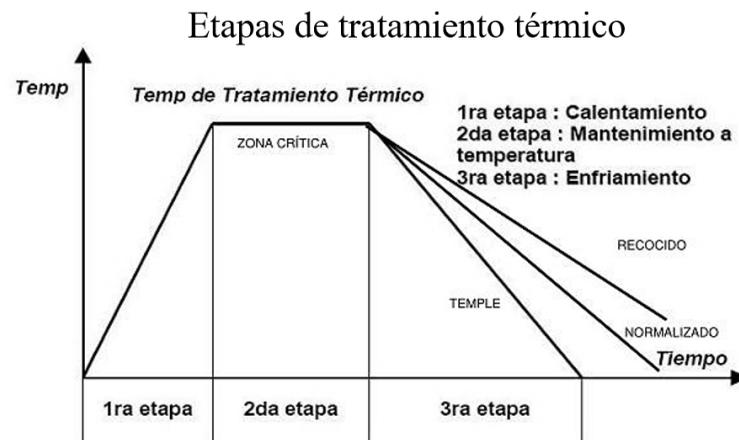
Templado: enfriamiento rápido (en agua) del acero en forma **austenítica**. Produce martensita que es muy dura.

Su finalidad es aumentar la dureza y la resistencia del acero. Para ello, se calienta el acero a una temperatura ligeramente más elevada que la crítica superior A_c (entre 900-950 °C) y se enfría luego más o menos rápidamente (según características de la pieza) en un medio como agua, aceite, etcétera.

Revenido: Calentamiento de un acero templado a bajas temperaturas para hacerlo más blando y dúctil.

Sólo se aplica a aceros previamente templados, para disminuir ligeramente los efectos del temple, conservando parte de la dureza y aumentar la tenacidad.

El revenido consigue disminuir la dureza y resistencia de los aceros templados, se eliminan las tensiones creadas en el temple y se mejora la tenacidad, dejando al acero con la dureza o resistencia deseada. Se distingue básicamente del temple en cuanto a temperatura máxima y velocidad de enfriamiento.

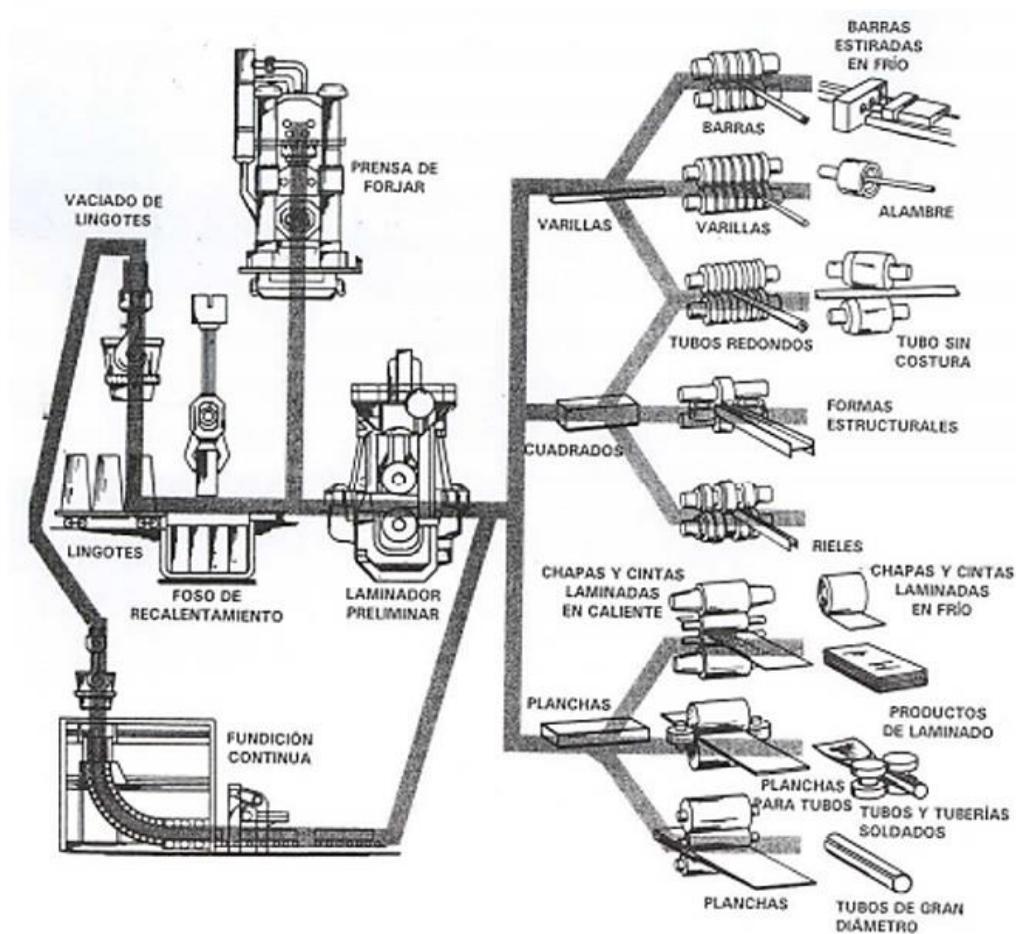


Materiales metálicos

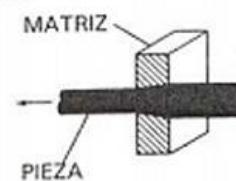
Conformación de productos de acero

- Son las técnicas para obtener productos de acero.
- **Trabajo en frío:** deformación a baja temperatura.
Produce un aumento de las dislocaciones y la resistencia (endurecimiento).
Técnicas: **laminado, extrusión, trefilado, plegado, ...**
- **Trabajo en caliente:** Deformación a temperatura superior a la de recristalización del acero.
Se puede deformar a tensión constante (plastificación).
- **Moldeado:** se vierte el acero en estado líquido en un molde y se deja enfriar.

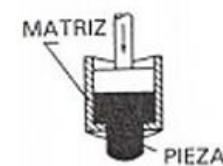
Procesos de conformación



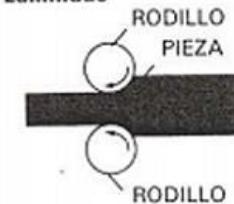
Estirado



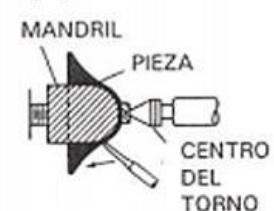
Extrusión



Laminado



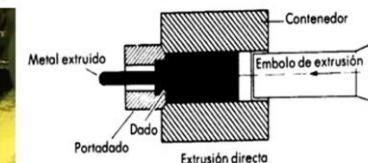
Repujado



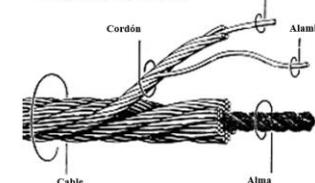
Laminación en frío



Extrusión de acero caliente



Trefilado de acero



Plegado de acero



TRABAJO EN CALIENTE

Se define como la deformación plástica del material metálico a una temperatura mayor que la de recristalización. La ventaja principal del trabajo en caliente consiste en la obtención de una deformación plástica casi ilimitada, que además es adecuada para moldear partes grandes porque el metal tiene una baja resistencia de cedencia y una alta ductilidad.



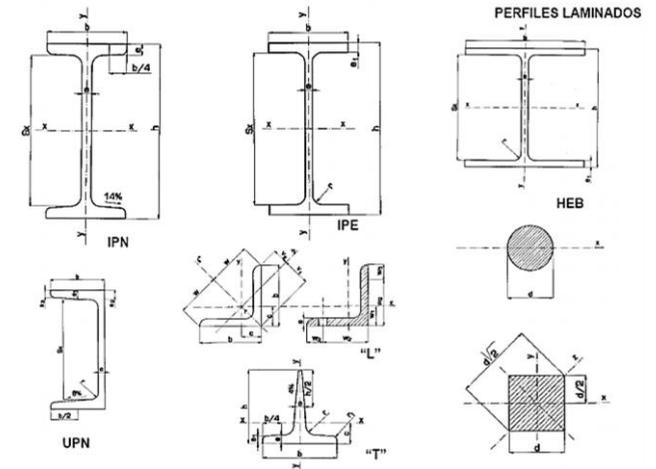
Moldeo de acero



Materiales metálicos

Productos de acero para estructuras

- **Perfiles laminados estructurales:** Piezas de desarrollo lineal para estructuras de acero (DB-SE-EA)
Se designan por la forma de la sección (I, H, U, T, L) y su altura (canto) en mm (IPE 200, HEB 300, UPN 150)
Pueden ser laminados, acabados en caliente o conformados.
- **Cables y cordones:** Para acciones de tracción.
- **Acero de armar:** Elementos de acero para estructuras de hormigón armado y pretensado (EHE-08).
Armaduras pasivas: Barras corrugadas, mallas electrosoldadas, celosías de alambre electrosoldadas.
Armaduras activas: Alambres, barras y cordones. (Sellos de Calidad CIETSID y Marca AENOR)



Producción del Hierro y el Acero

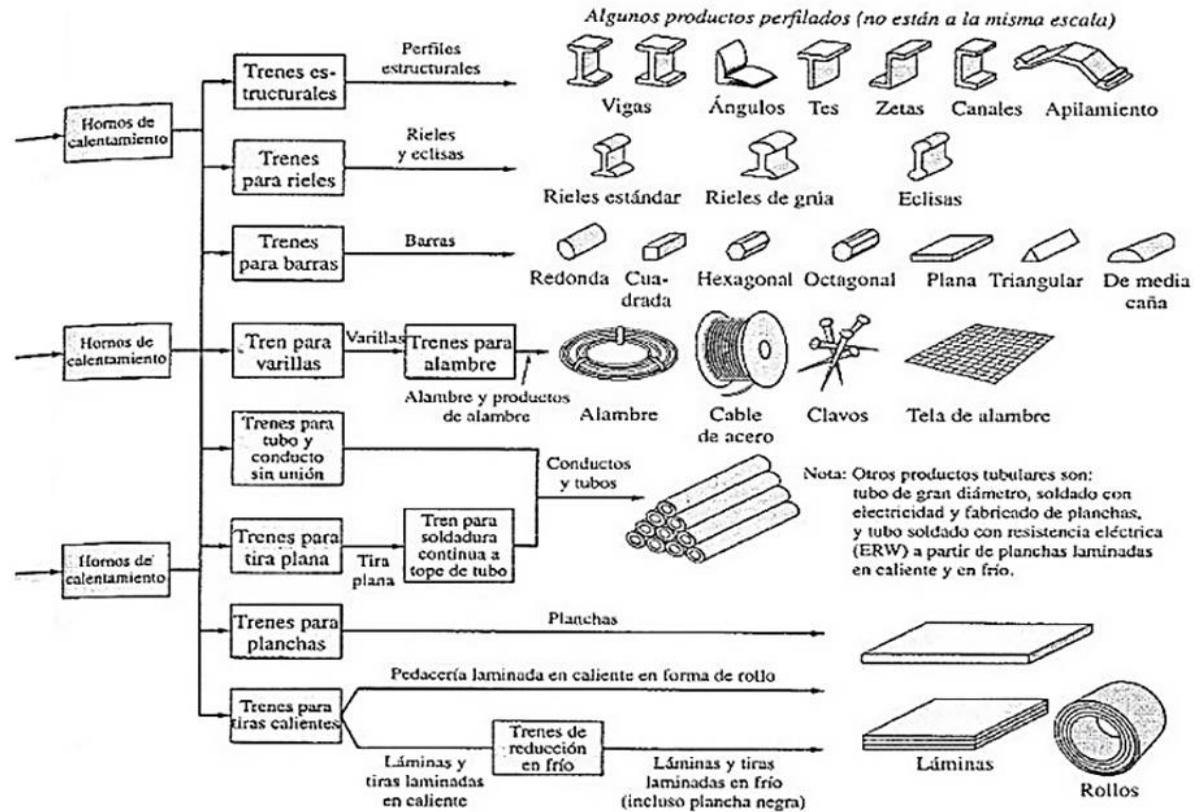


Diagrama de flujo que muestra los principales pasos del proceso necesario para convertir materias primas en las principales formas del producto.

Materiales metálicos

Documento Básico SE-A Estr. de Acero

http://www.afme.es/phocadownload/Codigo_Tecnico_de_la_Edificacion/CTE-DB_SE-A.pdf

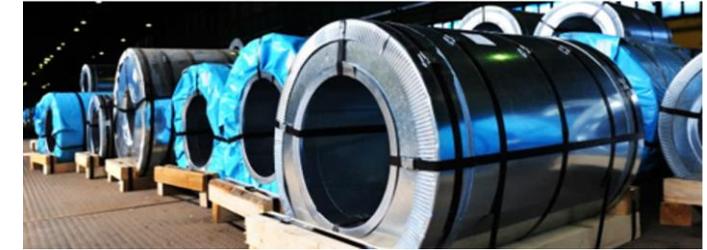
- Los aceros considerados son los especificados en la **Norma UNE EN 10025** en cada una de las partes que la componen.
- Todos los aceros relacionados en el Documento Básico (**DB**) son soldables.
- Aceros de calidades normalizadas (Norma UNE EN 10025 Parte 2):
“Productos laminados en caliente, de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general”.
- Igualmente:
 1. UNE EN10210-1 “Perfiles huecos para construcción, acabados en caliente, de acero no aleado de grano fino”.
 2. UNE EN10219-1 “Perfiles huecos de acero estructural conformados en frío”.

Características del Acero

Aunque las **propiedades físicas y mecánicas** del acero varían según su composición y tratamiento térmico, químico o mecánico, con los que pueden conseguirse acero para infinidad de aplicaciones, este material tiene algunas propiedades genéricas:

- Densidad media: 7850 kg/m³.
- Se puede contraer, dilatar o fundir, según la temperatura.
- Su punto de fusión depende de la aleación y los porcentajes de elementos aleantes. Frecuentemente, de alrededor de 1.375 °C.
- Punto de ebullición: alrededor de 3.000 °C.
- Es un material muy tenaz, especialmente en aleaciones usadas para herramientas.
- Es relativamente dúctil; sirve para hacer alambres.
- Es maleable; se puede transformar en láminas tan delgadas como la hojalata, de entre 0,5 y 0,12 mm de espesor.
- Permite una buena mecanización en máquinas herramientas antes de recibir un tratamiento térmico.
- Algunas composiciones mantienen mayor memoria, y se deforman al sobrepasar su límite elástico.
- La dureza de los aceros varía entre la del hierro y la que se puede lograr mediante su aleación u otros procedimientos térmicos o químicos entre los cuales quizá el más conocido sea el templado del acero, aplicable a aceros con alto contenido en carbono, que permite, cuando es superficial, conservar un núcleo tenaz en la pieza que evite fracturas frágiles.
- Se puede soldar con facilidad.
- Históricamente, la corrosión fue su desventaja, ya que el hierro se oxida. Pero los aceros se han venido protegiendo mediante tratamientos superficiales diversos. También existen aleaciones con resistencia a la corrosión como los aceros «corten» aptos para intemperie o los aceros inoxidable.
- Posee una alta conductividad eléctrica. En las líneas aéreas de alta tensión se utilizan con frecuencia conductores de aluminio con alma de acero.
- Se utiliza para la fabricación de imanes permanentes artificiales, ya que una pieza de acero imantada no pierde su imantación si no se la calienta hasta cierta temperatura.
- El acero se dilata y se contrae según un coeficiente de dilatación similar al coeficiente de dilatación del hormigón, por lo que resulta muy útil su uso simultáneo en la construcción, formando un material compuesto que se denomina hormigón armado.
- El acero puede ser reciclado. Al final de su vida útil, todos los elementos construidos en acero como máquinas, estructuras, barcos, automóviles, trenes, etc., se pueden desguazar, separando los diferentes materiales componentes y originando unos desechos seleccionados llamados comúnmente chatarra.

Marcado CE acero laminado. EN 10025



Materiales metálicos

Características del Acero

Características comunes a los aceros

- Físicas:
 - Coefficiente de dilatación térmica: $1,2 \cdot 10^{-5}$ ($^{\circ}C$)
 - Densidad: 7850 kg/m^3
- Mecánicas:
 - Módulo de Elasticidad: 210000 N/mm^2
 - Módulo de Rigidez (G): 81000 N/mm^2
 - Coefficiente de Poisson: 0,3

El **coeficiente de Poisson** (ν) es un parámetro característico de cada material **que indica** la relación entre las deformaciones longitudinales que sufre el material en sentido perpendicular a la fuerza aplicada y las deformaciones longitudinales en dirección de la fuerza aplicada sobre el mismo

Características mecánicas de los aceros (UNE EN 10025)

| DESIGNACIÓN | Espesor nominal t (mm) | | | | Temperatura del Ensayo Charpy |
|-------------|------------------------|------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|
| | $t \leq 16$ | $16 < t \leq 40$ | $40 < t \leq 63$ | $3 \leq t \leq 100$ | |
| S235JR | 235 | 225 | 215 | 360 | 20 |
| S235J0 | 235 | 225 | 215 | 360 | 0 |
| S235J2 | 235 | 225 | 215 | 360 | -20 |
| S275JR | 275 | 265 | 255 | 410 | 20 |
| S275J0 | 275 | 265 | 255 | 410 | 0 |
| S275J2 | 275 | 265 | 255 | 410 | -20 |
| S355JR | 355 | 345 | 335 | 470 | 20 |
| S355J0 | 355 | 345 | 335 | 470 | 0 |
| S355J2 | 355 | 345 | 335 | 470 | -20 |
| S355K2 | 355 | 345 | 335 | 470 | -20 ⁽¹⁾ |
| S450J0 | 450 | 430 | 410 | 550 | 0 |

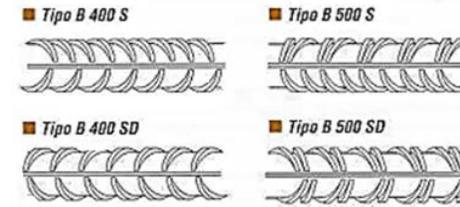
⁽¹⁾ Se le exige una energía mínima de 40J, siendo f_y tensión de límite elástico del material; f_u tensión de rotura.

S 355 **JX** (o **NL**) **H**
 Perfil hueco

J0 Características de energía de rotura (27 julios mínimo a 0 $^{\circ}C$; -20 $^{\circ}C$ - **J2**; temp.ambiente- **JR**).
N acero normalizado de grano fino
L energía de rotura a -50 $^{\circ}C$ (27 jul min)
M en estado laminado termomecánico

valor mínimo garantizado del límite elástico aparente en MPa para espesores no superiores a 16 mm el símbolo S, del acero (steel) de construcción

Acero para armar



| Características | Barras corrugadas | | | |
|---|-------------------|-----------|----------------------------|----------------------------|
| Tipo de acero | B 400 S | B 500 S | B 400 SD | B 500 SD |
| Norma de producto | UNE 36068 | UNE 36068 | UNE 36065 | UNE 36065 |
| Límite elástico R_e (MPa) | 400 | 500 | 400 | 500 |
| Carga unitaria de rotura R_m (MPa) | 440 | 550 | 480 | 575 |
| Relación R_m/R_e | 1,05 | 1,05 | $\geq 1,20$ $\leq 1,35$ | $\geq 1,15$ $\leq 1,35$ |
| Relación R_e real/ R_e nominal | - | - | $\leq 1,20$ | $\leq 1,25$ |
| Alargamiento de rotura A_5 (%) | 14 | 12 | 20 | 16 |
| Alargamiento total bajo carga máxima A_{gt} (%) | - | - | 9 | 8 |

Tipos:
S: soldable
SD: soldable de alta ductilidad

Diámetros nominales barras (mm)
 6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 25, 32, 40



Julio o joule: se define como la cantidad de trabajo realizado por una fuerza constante de un newton durante un metro de longitud en la misma dirección de la fuerza

Materiales metálicos

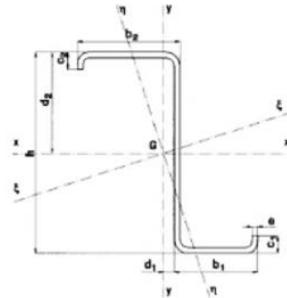
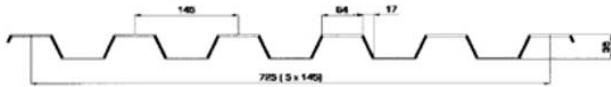
Otros productos de acero para construcción

- **Cerrajería:** Carpinterías, puertas, barandillas, ...
- **Tuberías de presión:** para transporte de agua. Pueden ser de acero negro (soldable) o galvanizado.
- **Chapa de acero:** Por conformado en frío se pueden obtener gran cantidad de productos
- **Paneles sandwich:** Incorporan una capa de material aislante térmico entre dos hojas de chapa. Se utilizan para cerramientos y cubiertas ligeros.
- **Herrajes:** Elementos para cerramientos móviles (puertas, ventanas, ...)
- **Tornillería, anclajes, ...**



Productos de acero conformados en frío

PERFILES Y PLACAS CONFORMADAS EN FRÍO



Otros productos de acero para la construcción



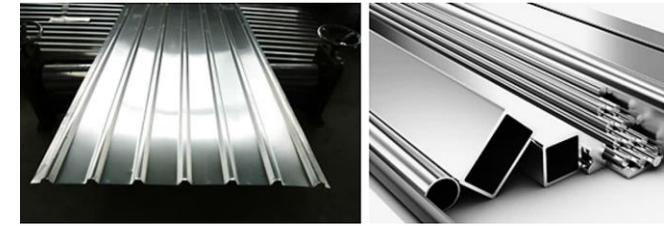
Materiales metálicos

Materiales metálicos no férricos

- En general, se obtienen de minerales por reducción, tostación o electrólisis.

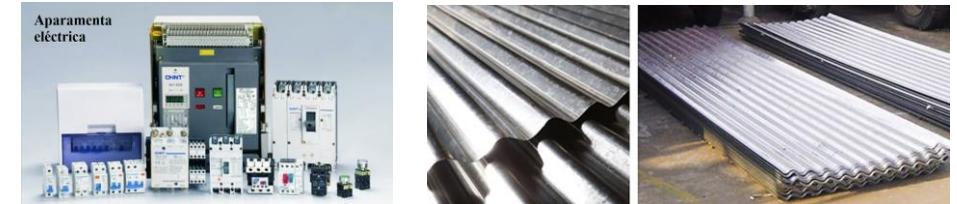
Los más utilizados en construcción son:

- **Aluminio:** Es el más abundante de la corteza terrestre. Es ligero, resistente y conformable por extrusión.
- **Cobre:** Es dúctil y resistente. Tiene un alto coeficiente de dilatación. Es soldable.
- **Cinc:** Es muy deformable y resistente a la intemperie.
- **Aleaciones no férricas:** Las más importantes son el bronce (cobre-estaño) y el latón (cobre-cinc).

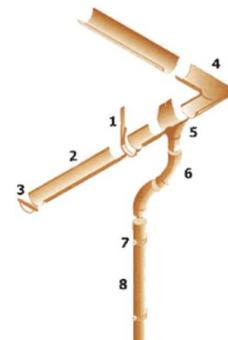


Productos metálicos no férricos

- **Aluminio:** Perfiles para carpintería, chapas y paneles sandwich. Hilos y aparata eléctrica.
- **Cobre:** Chapas para cerramiento y cubierta, tuberías y canalones para recogida de agua, tubería de presión, ... Hilos y aparata eléctrica. (**aparata:** es todo el conjunto de aparatos de maniobra, protección, regulación y control, de medidas).
- **Cinc:** Chapas para cubierta, tuberías y canalones, ...
- **Bronce:** Herrajes, accesorios y elementos decorativos.
- **Latón:** Soldadura, accesorios y elementos decorativos.



Productos metálicos no férricos



Uniones de productos metálicos

- Existen tres procedimientos de unión: mecánica, soldadura y adhesiva.



Elementos unión mecánica:
Remaches, tornillos, roblones.

Soldadura

Materiales metálicos

La soldadura

- **Procedimiento de unión de dos piezas de metal mediante la aplicación de calor y/o presión.**

Se distinguen dos tipos:

soldadura ordinaria (se aporta un material de unión).

Método utilizado para unir metales con aleaciones metálicas que se funden a temperaturas relativamente bajas.

soldadura autógena (sin aportación de material).

Es un tipo de **soldadura** por fusión conocida también como soldadura oxi-combustible u oxiacetilénica.

En este tipo de **soldadura**, la combustión se realiza por la mezcla de acetileno y oxígeno que arden a la salida de una boquilla (soplete).

- **La soldadura ordinaria puede ser blanda o dura** (> 450 °C).

Soldaduras blandas (soldering): son aleaciones de plomo y estaño (fusión del material a < 450 °C)

Soldaduras duras (brazing): se emplean aleaciones de plata, cobre y cinc (soldadura de plata) o de cobre y cinc (latón 60/40). Tiene su punto de fusión superior a los 450 °C y menor que la temperatura de fusión del metal base

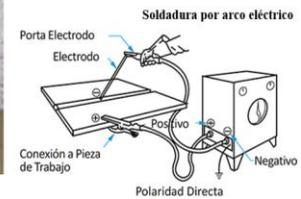
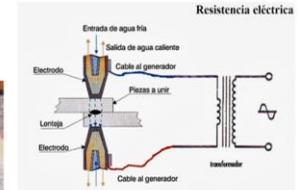
- **Las soldaduras por fusión** (muy altas temperaturas) **producen uniones muy rígidas.**

Soldadura en los que tiene lugar una fusión entre los metales a unir, con o sin la aportación de otro metal, por lo general sin aplicar presión y a temperaturas superiores a las que se trabaja en las soldaduras ordinarias

Hay varias técnicas: **Por arco** (al aire o con gas), **aluminotérmica**, **por resistencia** o **electrosoldadura**.

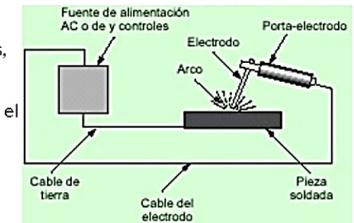


Procedimientos de Soldadura



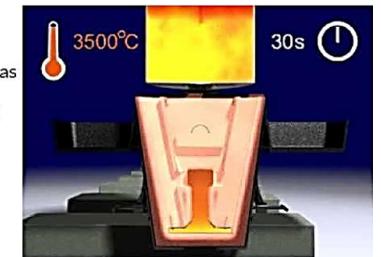
Soldadura por arco

Los procedimientos de soldadura por arco son los más utilizados, sobre todo para soldar acero, y requieren el uso de corriente eléctrica. Esta corriente se utiliza para crear un arco eléctrico entre uno o varios electrodos aplicados a la pieza, lo que genera el calor suficiente para fundir el metal y crear la unión.



Soldadura aluminotermia

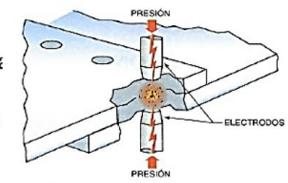
El calor necesario para este tipo de soldadura se obtiene de la reacción química de una mezcla de óxido de hierro con partículas de aluminio muy finas. El metal líquido resultante constituye el metal de aportación. Se emplea para soldar roturas y cortes en piezas pesadas de hierro y acero, y es el método utilizado para soldar los raíles o rieles de los trenes.



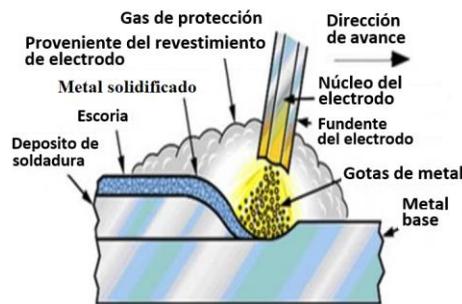
Soldadura por resistencia

El calor necesario se genera por la resistencia que presentan las piezas al paso de una corriente eléctrica de elevada intensidad.

Además del calor, para unir los metales, es necesario aplicar presión durante y después del paso de la corriente.



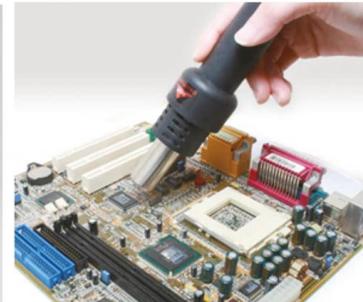
Soldadura con gas



Soldadura al aire

Los soldadores con aire caliente permiten unir telas y láminas termoplásticas industriales gracias a unos parámetros exactos de calor, de velocidad y de presión.

El calor se suministra por soplado con aire comprimido a través de elementos de calor, y se inyecta en el punto de soldadura. La temperatura es muy controlada y puede alcanzar entre 400°C y 750°C.



Materiales metálicos

Inconvenientes de la soldadura

- La mayoría de las operaciones de soldadura se hacen manualmente, lo que implica mucha mano de obra. Hay soldaduras especiales y la realizan personal muy cualificado.
- La soldadura implica riesgos de seguridad (lesiones e incendios).
- Es una unión permanente, no permite el desensamble. Cuando es necesario el mantenimiento de un producto no debe utilizarse la soldadura.
- La unión soldada puede tener defectos de calidad que son difíciles de detectar.

Precauciones en uniones por soldadura

- La posición de la soldadura debe evitar que la unión trabaje a tracción directa.
- La posición de soldadura debe permitir el acceso y la accesibilidad completa a la unión.
- Los procesos de calentamiento/enfriamiento de la unión pueden producir problemas como:
 - Concentraciones de tensiones por enfriamiento diferencial.
 - Variaciones de composición; pueden producir fragilidad de la unión, incremento de la rigidez, facilidad de oxidación/corrosión, etc.
 - Plastificación por dilatación/contracción de las piezas.
 - Pérdida de sección eficaz por acumulación de escoria en la garganta de soldadura.

Durabilidad de materiales metálicos

- Los metales pueden sufrir degradación por diferentes fenómenos:

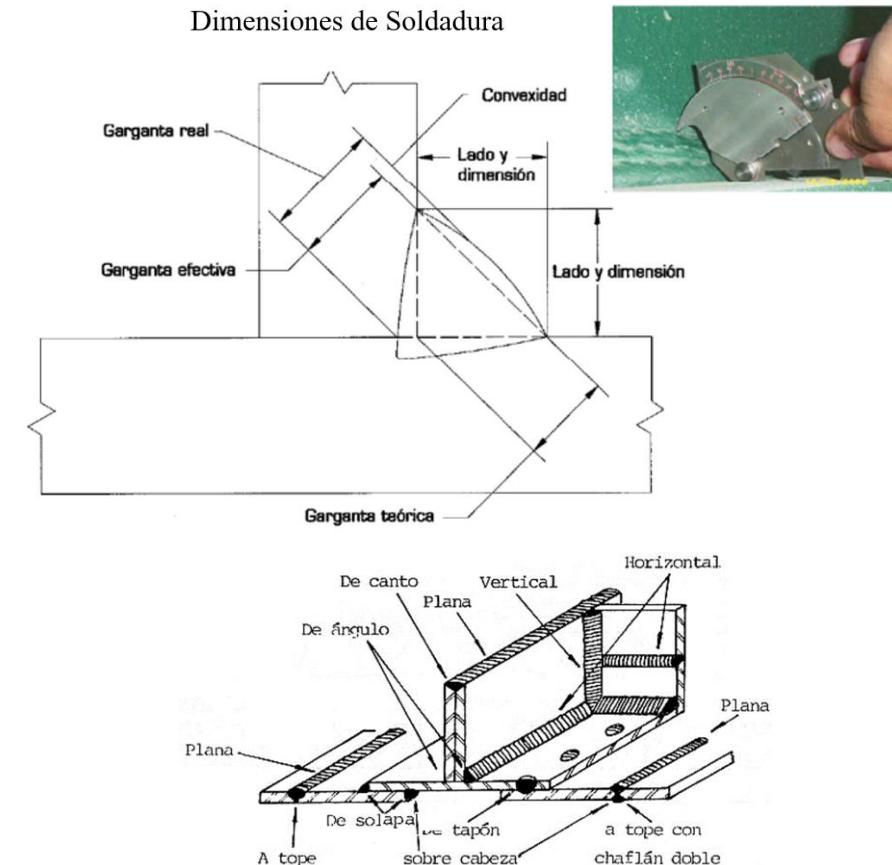
Oxidación: por combinación con oxígeno.

Se forman costras de óxido metálico que pueden ser impermeables y proteger al metal (cobre) o permeables (herrumbre u orín en el hierro).

Corrosión: Debida a la exposición de los metales a los agentes ambientales (humedad, CO₂ o sales) o a la presencia de otros metales con diferente electronegatividad (pares galvánicos).



Dimensiones de Soldadura



Protección de materiales metálicos

• Existen diferentes maneras de proteger los metales frente a la degradación (oxidación + corrosión):

Evitando el contacto entre metales diferentes.

Interposición de láminas poliméricas entre metales con diferente electronegatividad.

Interponiendo materiales con menor electronegatividad (manguitos de sacrificio en conducciones de agua).

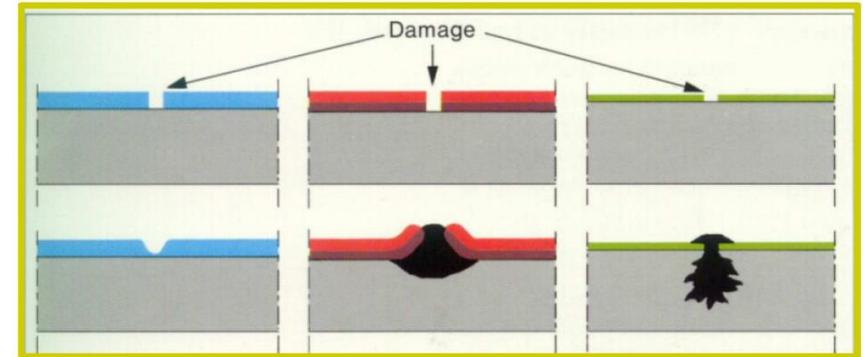
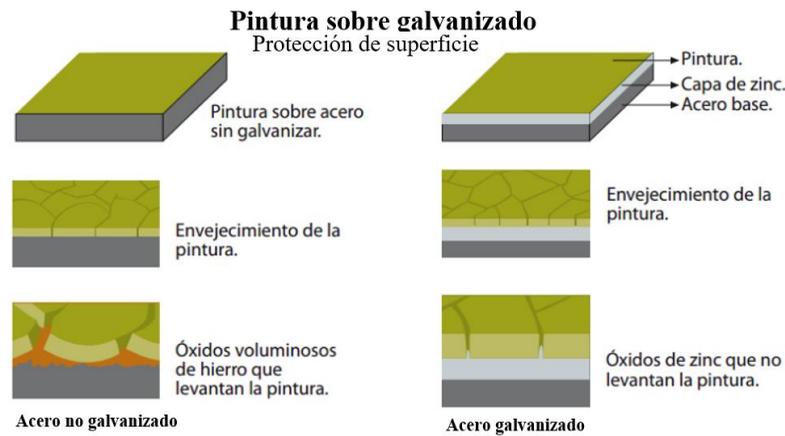
Modificando su Composición (Acero inoxidable.)

Mediante Tratamientos superficiales:

Recubrimientos electrolíticos (galvanizado)

Pinturas y lechadas (reposición periódica)

Pátinas oxidadas (Acero Cortén)



Recubrimiento de zinc:

se produce una pila hierro-zinc en presencia de humedad. Los productos de corrosión del zinc protegen la superficie del acero desnuda y no se produce corrosión del acero.

Recubrimiento de pintura:

el acero se oxida en la zona de discontinuidad de la pintura. La oxidación se propaga bajo la película de pintura y va levantando ésta. Si no se repara este daño, la corrosión del acero continúa.

Recubrimiento de un metal más noble (por ejemplo níquel, estaño o cobre):

en el punto de discontinuidad se produce una corrosión del acero más rápida que si éste no estuviera recubierto. La corrosión toma a menudo forma de corrosión por picadura.

Proceso de galvanizado

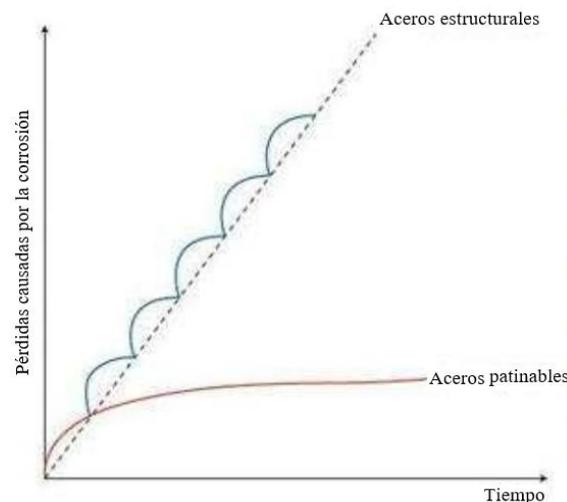
Es la inmersión de los materiales en un crisol de zinc fundido a 450 grados centígrados.

Durante este baño se produce una reacción química entre los metales originando un recubrimiento unido metalúrgicamente al acero mediante diferentes capas de aleaciones.

El galvanizado más común consiste en depositar una capa de zinc sobre hierro; ya que, al ser el zinc más oxidable, menos noble, generará un óxido estable que protege al hierro de la oxidación al exponerse al oxígeno del aire.



Protección de materiales metálicos (patinas)



Pérdida de masa causada por la corrosión en aceros estructurales y patinables no pintables.



Acero Corten



Bibliografía de consulta recomendada

Tema 9. **Materiales metálicos**

ZEUMER, MARTIN; DREXLER, HANS; **Materiales**, Ed. Gustavo Gili

- Smith, W.; Fundamentos de ciencia e ingeniería de los materiales, Ed. McGraw-Hill, 2014.
- Alamán, A; Materiales metálicos de construcción, Ed. COICCP, 2000
- Araujo, R. y Seco, E.; Construir arquitectura en España con acero, ENSIDESA, 1994.
- Araujo, R. Construir con acero. Arquitectura en España 1993-2007, APTA, 2009.
- www.constructalia.es
- Código Técnico de la Edificación. DB-SE-A • EHE-08, Aceros para armar.

webgrafía

[https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_profesores/prof142013/docencia/Tema%209%20Materiales%20GARQ%20\(2018-19\).pdf](https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_profesores/prof142013/docencia/Tema%209%20Materiales%20GARQ%20(2018-19).pdf)
<http://www.arqhys.com/construccion/metalicos-materiales.html>
<http://www.sabelotodo.org/metalurgia/cristalmetal.html>
[https://es.wikipedia.org/wiki/Mena_\(miner%C3%ADa\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Mena_(miner%C3%ADa))
<https://es.slideshare.net/fredy7408gmailcom/4-defectos-cristalinos>
https://es.wikipedia.org/wiki/Enlace_met%C3%A1lico
<https://es.slideshare.net/tango67/tema-6-enlace-quimico>
<https://es.slideshare.net/alonsobabo1/10defectos-enlace-1>
<http://slideplayer.com/slide/10685012/>
<https://es.slideshare.net/92551023/aleaciones-metalicas1>
https://es.slideshare.net/publicadorsupremo/dispersiones-quimicas-definiciones-y-ejemplificaciones?next_slideshow=1
<http://infoytecno7.blogspot.com/p/periodo-2.html>
<https://es.slideshare.net/tango67/interpretacin-de-diagramas-de-fases>
<https://es.slideshare.net/rc8/clase-9-tratamiento-trmico-del-acero>
https://es.wikipedia.org/wiki/Tratamiento_t%C3%A9rmico
<https://www.alacero.org/es/page/el-acero/caracteristicas-del-acero>
<https://es.slideshare.net/jairotcorazon/la-soldadura-35812339>
<https://www.taringa.net/posts/info/19296518/Los-tipos-de-soldaduras-mas-empleadas-y-definicion.html>
<https://www.weldmaster.com/es/tecnologia/soldadura-con-aire-caliente/>
<http://slideplayer.es/slide/21187/>

Imágenes

<https://www.google.com>
https://www.google.com/search?q=materiales+metalicos&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwibhuOihKDhAhVSPN8KHZ_1CG8Q_AUIDigB&biw=1680&bih=858

PROHIBIDA LA VENTA
DONADO PARA FINES EDUCACIONALES

MADERAS Y MATERIALES VEGETALES
TEMA 10

Tema 10. **Maderas y materiales vegetales**

Maderas y materiales de origen vegetal. Microestructura y propiedades de las maderas. Principales especies.

Procesos de corta y conversión. Tratamiento y protección de las maderas naturales. Productos y derivados de la madera. Otros productos de origen vegetal.

Normativa, designación y aplicaciones.

Tema 10. **Maderas y materiales vegetales**

Objetivos Discentes del Tema 10

- Conocer la estructura y propiedades de la madera, procesos de obtención y conversión, normativa, designación y aplicaciones como material de construcción.
- Conocer los productos y derivados de las maderas y otros productos de origen vegetal que se utilizan como materiales de construcción.

Maderas y materiales vegetales

La madera

- Es el conjunto de tejidos que forman el tronco, las raíces y las ramas de los árboles, excluida la corteza.
- Es un material no homogéneo y con comportamiento anisótropo, compuesto por fibras vegetales (celulosa).
Algo anisótropo podrá presentar diferentes características según la dirección.
- Tiene baja densidad y conductividad térmica, buen comportamiento acústico y mecánico.
- Es fácil de trabajar y conformar por corte y labra.
- Por otra parte, es combustible, de volumen inestable y atacable por insectos y ataques orgánicos (putrefacción).
- Hay muchas aplicaciones en construcción, en secciones macizas y como derivados (materiales compuestos).



Fibra de corteza de árbol

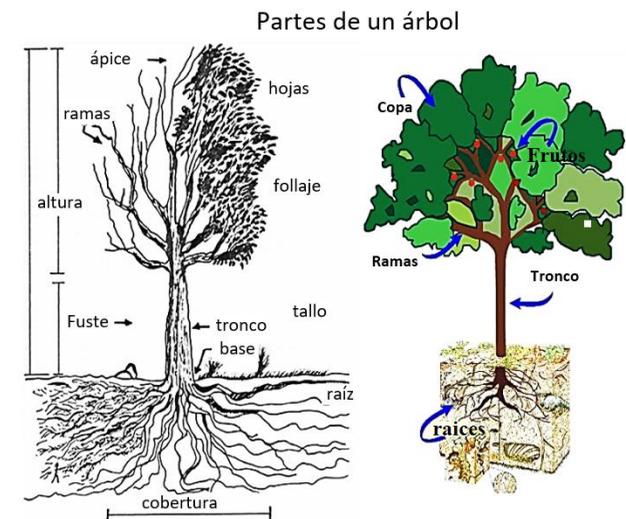
Composición y Microestructura de la madera

- La madera está compuesta principalmente por carbono (50%), oxígeno (40 %) e hidrógeno (5 %).
- Estos elementos forman compuestos químicos: Celulosa, lignina, resina grasa, cera, ...
- Como ser vivo, tiene células con funciones específicas:

Células vasculares: forman vasos paralelos al tronco que transportan la savia.

Células de sostén: son pequeñas y alargadas. Forman las fibras que proporcionan resistencia.

Células de nutrición: almacenan los nutrientes. Forman radios medulares (perpendiculares al tronco).



Partes de un árbol

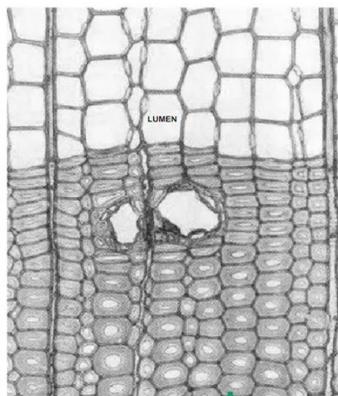
Composición de la madera

Los componentes principales de la madera son:

- La celulosa, un polisacárido que constituye alrededor de la mitad del material total.
- La lignina (aproximadamente un 25%), que es un polímero resultante de la unión de varios ácidos y alcoholes fenilpropílicos y que proporciona dureza y protección.
- La hemicelulosa (alrededor de un 25%) cuya función es actuar como unión de las fibras.
- Existen otros componentes minoritarios como resinas, ceras, grasas y otras sustancias.

- 50% carbono.
- 42% oxígeno.
- 6% hidrógeno
- 2% restante de nitrógeno y otros elementos.

LA PARED CELULAR



Pared Celular

COMPONENTES QUIMICOS DE LA PARED CELULAR

•La madera es un biopolímero tridimensional, compuesto básicamente de **celulosa, hemicelulosa y lignina** llamados **compuestos primarios**. Estos polímeros forman el cuerpo de la pared celular de las células y son responsables de la mayoría de sus propiedades físicas, mecánicas y químicas.

•Acompañan a los compuestos primarios, **componentes orgánicos e inorgánicos** llamados **compuestos secundarios**, los cuales se encuentran mezclados con los polímeros primarios en la pared celular o en el lumen, dichos componentes secundarios llamados **extractivos**, que imparten propiedades especiales a muchas maderas.

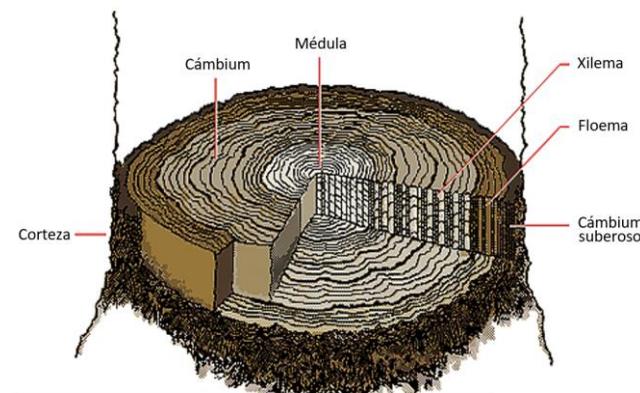
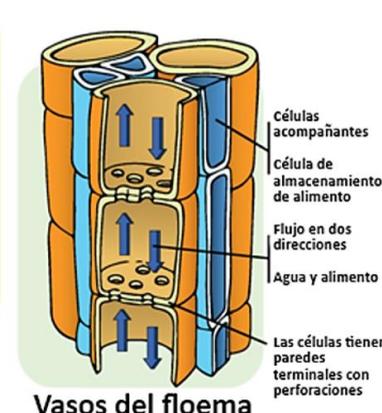
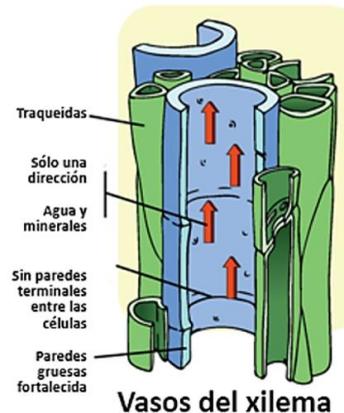
PORCENTAJES PROMEDIOS DE LOS COMPONENTES QUIMICOS EN LA PARED CELULAR

| | |
|--------------|----------|
| Celulosa | 40 – 50% |
| Hemicelulosa | 20 – 25% |
| Lignina | 25 – 30% |
| Extractivos | 0 – 10% |

CELULOSA

Es el componente más importante de la pared celular de toda la célula leñosa, en lo que respecta a su volumen y el efecto que tiene sobre las propiedades de la madera

El **xilema** es un tejido vascular que transporta agua y minerales disueltos desde las raíces hacia los tallos y las hojas. Este tipo de tejido está compuesto de células muertas que carecen de paredes terminales entre las células adyacentes. Las paredes laterales son gruesas y reforzadas con lignina, la que las hace rígidas y a prueba de agua.
El **floema** es un tejido vascular que transporta alimento (azúcar disuelta en agua) desde las células fotosintéticas hacia otras partes de la planta para el crecimiento o el almacenamiento. Este tipo de tejido está constituido por células vivas separadas por paredes terminales con pequeñas perforaciones u hoyos.



Maderas y materiales vegetales

Macroestructura de la madera

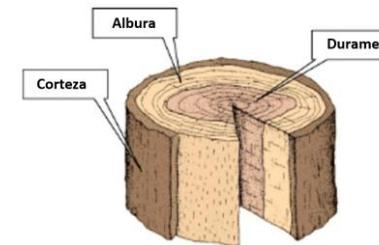
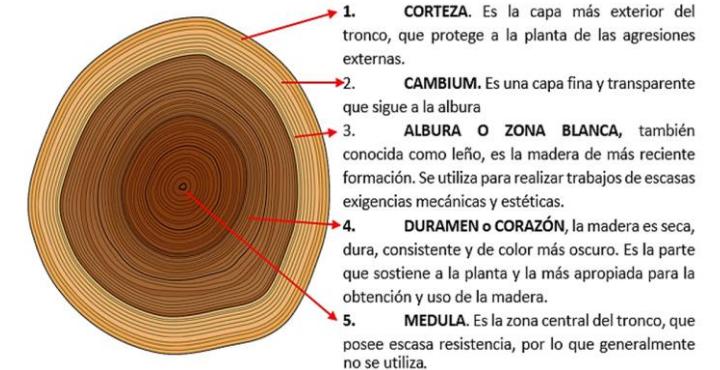
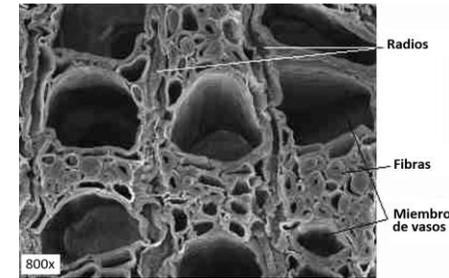
- El crecimiento de la madera se produce de dentro a afuera (el exterior es más joven que el núcleo).
- La parte exterior se denomina **albura** (más blanda) y la interior **duramen** (madera madura).

Se distinguen tres estructuras diferenciadas:

Fibras: conjunto de células de sostén orientadas en la dirección del eje.

Radios: Conjuntos de células de nutrición, orientadas perpendiculares al eje.

Anillos de crecimiento: estructuras anulares respecto al eje, debidas al crecimiento del árbol.



Anisotropía de la madera

Es la propiedad general de la materia según la cual cualidades como: elasticidad, temperatura, conductividad, velocidad de propagación de la luz, etc. varían según la dirección en que son examinadas. Algo **anisótropo** podrá presentar diferentes características según la dirección.

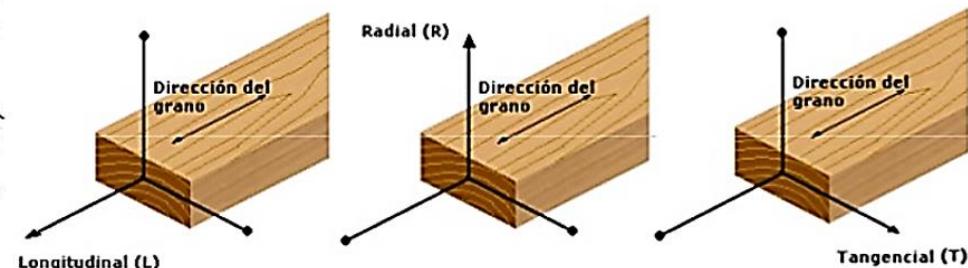
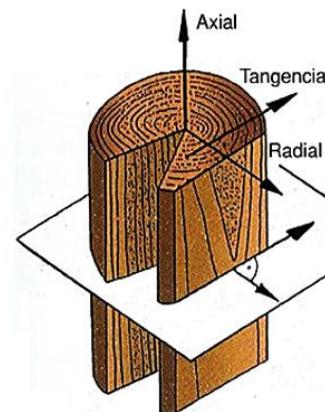
- Debido a su estructura fibrosa, las propiedades físicas y mecánicas de la madera **no** son isótropas.
- La dirección considerada condiciona las características y el comportamiento de la madera.

Se diferencian tres direcciones:

Axial: en la dirección de las fibras.

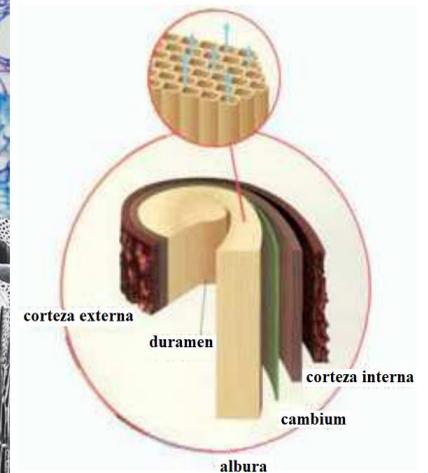
Radial: perpendicular a las fibras.

Tangencial: tangente a los anillos.



Principales direcciones de la madera

Estructura de la madera



Maderas y materiales vegetales

Humedad de la madera

- El contenido de humedad de la madera en estado natural es alto (50-300 %, dependiendo de la especie).

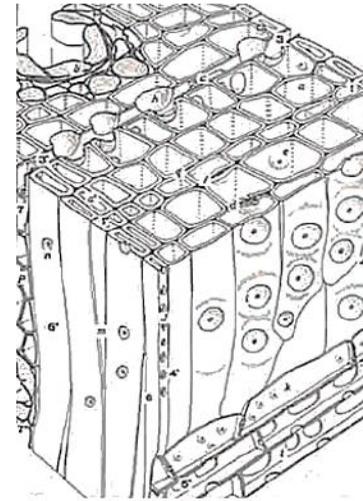
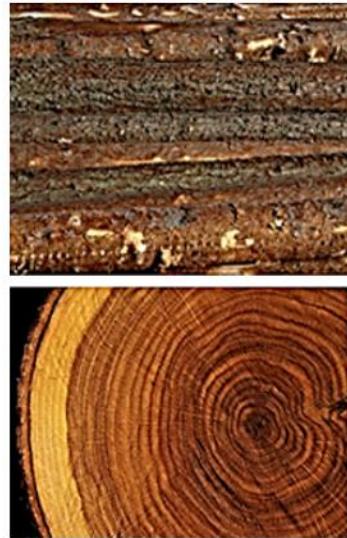
Se presenta en tres formas diferentes :

De constitución: forma parte de la madera.

De impregnación: adherida a las paredes de las fibras. Su eliminación produce variaciones de las propiedades.

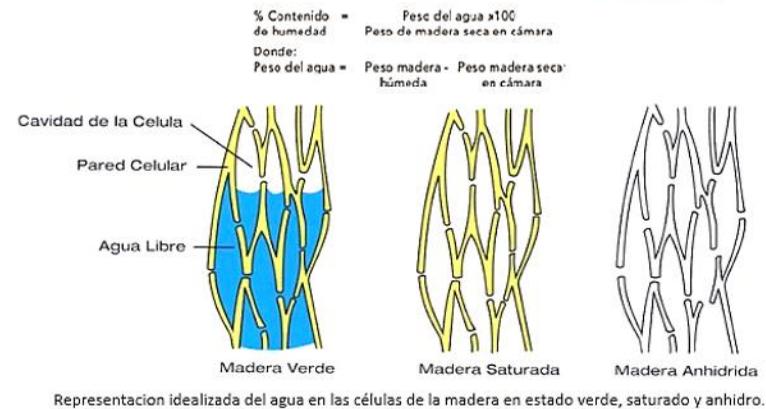
Libre: situada en las cavidades de la madera. Su eliminación no produce variaciones de las propiedades.

- En el procesado de la madera se elimina una gran parte del agua, alcanzándose las características definitivas. (**anhidro, anhidra:** Que no contiene agua)



La estructura de la madera puede almacenar una gran cantidad de agua. Esta se encuentra como agua ligada, (savia embebida), en las paredes celulares, y como agua libre, en el interior de las cavidades celulares.

Para determinar la humedad en la madera, se establece una relación entre masa de agua contenida en una pieza, y masa de la pieza anhidra, expresada en porcentaje. A esto se le conoce como **Contenido de Humedad**



Parámetros hídricos de la madera

- La madera tiende a equilibrar su humedad con la del ambiente.
- En este proceso, se producen cambios en las dimensiones del material (higroscopicidad).

Se distinguen tres:

Contenido de humedad de la madera (CH): relación peso de agua/ peso de la madera (%).

Punto de saturación de las fibras (PSF): Contenido de humedad del agua de impregnación ($\cong 30\%$).

Contenido de Humedad de equilibrio con el ambiente (CHE).

Se denomina **Humedad de Equilibrio**, al porcentaje de agua que alcanza una madera sometida durante un lapso determinado de tiempo, a condiciones de temperatura y humedad, con su medio ambiente.

Cuando la madera es sometida a un ambiente saturado de humedad, (100% de humedad relativa del aire), la Humedad de Equilibrio es casi constante para todas las maderas, alcanzando un valor máximo de 30%.

A este punto de humedad se le denomina **punto de saturación de la fibra (PSF)**

Qué es un **material higroscópico**? Son higroscópicos todos los compuestos que atraen agua en forma de vapor o de líquido de su ambiente, por eso a menudo son utilizados como desecantes.

- Las características físicas y mecánicas varían con el contenido de humedad de la madera (CH).



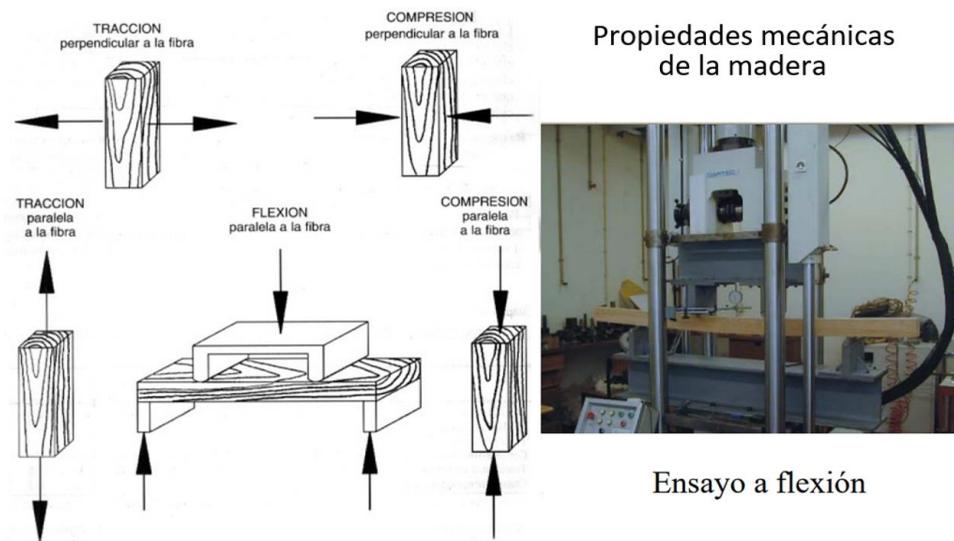
Maderas y materiales vegetales

Propiedades físicas de la madera

- **Densidad:** La estructura fibrosa confiere una alta porosidad y baja densidad ($< 1 \text{ g/cm}^3$, flotabilidad).
(cantidad de masa en un determinado volumen de una sustancia. $>$ La masa y el volumen de la **madera** están muy relacionadas con el contenido de agua).
- **Higroscopicidad:** Desde seca hasta **PSF** aumenta de volumen (dirección radial y tangencial $\cong 5-10 \%$).
(Propiedad de ceder o ganar humedad en intercambio con la humedad existente en el medio ambiente que la rodea, hasta alcanzarse un estado de equilibrio entre el valor de la humedad relativa del aire y el contenido de humedad de la madera).
- **Punto de saturación de las fibras (PSF)**
- **Conductividad térmica y eléctrica:** Secas, tienen un bajo coeficiente de conductividad
(**Dieléctricas:** material con una baja conductividad eléctrica; es decir, un aislante).
- **Dilatación térmica:** Es muy baja.
(aumento de longitud, volumen o alguna otra dimensión métrica que sufre un cuerpo físico debido al aumento de temperatura que se provoca en él por cualquier medio).
- **Reacción al fuego:** Es un material combustible.
- **Aislamiento acústico:** En secciones macizas, aíslan el ruido por reflexión (absorción acústica $\cong 10 \%$).
(Los compuestos de fibras absorben hasta el 90 %.)

Propiedades mecánicas de la madera

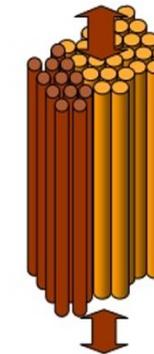
- **Rigidez:** Tiene bajo módulo de elasticidad (dirección de la fibra $\cong 10 \text{ GPa}$, dirección perpendicular $\cong 5 \text{ GPa}$).
(resistencia de un cuerpo a doblarse o torcerse por la acción de fuerzas exteriores)
- **Resistencia:** Alta a compresión y flexión en el eje de la fibra y baja en la dirección perpendicular y a cortante.
- **Fluencia:** La madera bajo carga aumenta su deformación con el tiempo (tensiones $> 40 \%$ de Rest.).
(comportamiento de la madera, cuando experimenta alargamientos crecientes en función del tiempo, aún para cargas aplicadas constante).
- **Dureza y hendibilidad:** Resistencia a la penetración y talla. Se clasifican en blandas, semiduras y duras.
- **Fatiga:** Sufre fractura a fatiga frente a acciones o cargas cíclicas por encima del 50-75 % de la Resistencia.



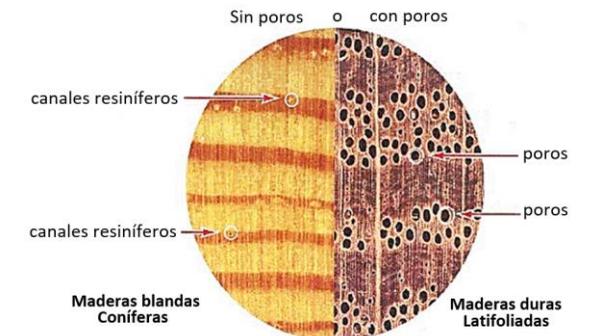
Propiedades mecánicas de la madera

- Para comprender el comportamiento mecánico de la madera es preciso conocer su constitución anatómica

Material anisotrópico formado por un haz de tubos huecos con una estructura diseñada para resistir tensiones paralela a las fibras



- El árbol produce esta estructura tubular ya que es tremendamente eficaz para resistir los esfuerzos a que va a estar sometido
(Flexión \rightarrow viento, Compresión \rightarrow peso propio)
- Debido a **la ortotropía de su estructura, en la que se diferencian tres direcciones principales L, R, T** es que sus propiedades mecánicas son distintas en c/u de ellas. ESTO LO DIFERENCIA CON RESPECTO A LOS OTROS MATERIALES.
- Los Módulos de elasticidad y resistencias son muy distintos en la dirección longitudinal que en la transversal
- La variabilidad no se da solo en las distintas direcciones sino también dentro de las distintas especies y dentro del mismo individuo.



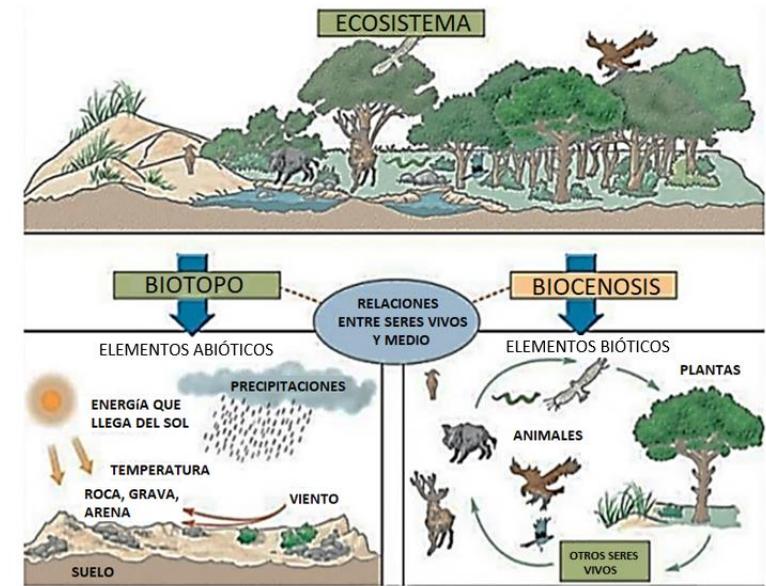
Maderas y materiales vegetales

Durabilidad y protección de la madera

- Como material orgánico puede deteriorarse por ataque de diferentes agentes:
- **Abióticos:** Son agentes ambientales (no son seres vivos) **abiótico**, designa a aquello que no es biótico, es decir, que no forma parte o no es producto de los seres vivos, como los factores inertes: climático, geológico o geográfico, presentes en el medio ambiente y que afectan a los ecosistemas. ... Clima. Relieve. Luz.

Fuego
 Humedad
 Radiación solar y humedad (meteorización)

Se llama **meteorización** a la descomposición de minerales y rocas que ocurre sobre o cerca de la superficie terrestre cuando estos materiales entran en contacto con la atmósfera, hidrosfera y la biosfera.



Un ecosistema abarca la biocenosis, es decir el conjunto de organismos vivos o elementos bióticos de un área determinada (Plantas, animales, hongos, bacterias, insectos, etc.) que interactúan entre sí mediante procesos como la depredación, el parasitismo, la competencia y la simbiosis; al mismo tiempo, se encuentran estrechamente enlazados con el biotopo, es decir el medio ambiente físico o elemento abiótico (las rocas, la tierra, los ríos, el clima)



- **Bióticos:** Son seres vivos que se alimentan de madera. Los **factores bióticos** son todos los organismos que tienen vida. Pueden referirse a la flora y la fauna de un lugar y sus interacciones.

Hongos
 Insectos xilófagos (carcoma, termitas)

- Su efecto depende del contenido de humedad (**CH**) y debe controlarse.



- **Código Técnico de la Edificación (CTE, Madrid, Ver protección de la madera)** recoge 4 niveles de riesgo y tres métodos de impregnación: superficial, medio y profundo).

<http://www.madrid.org/cs/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1310559772619&ssbinary=true>

Maderas y materiales vegetales

Trabajo de la madera (Procesos de corta y conversión).

- Se distinguen varias fases:

Corta: Talado del árbol.

Transporte y almacenamiento

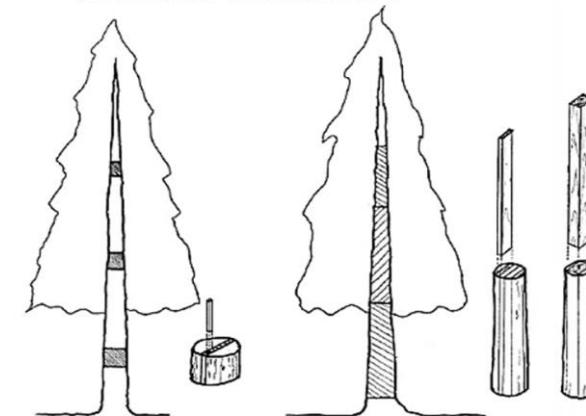
Procesado: Despiece y transformación del material (conversión).

Tratamiento superficial y de acabado: productos para aplicaciones vistas (teñido, barnizado, encerado).

Mecanizado de Uniones: para algunas aplicaciones se requieren soluciones de unión de las diferentes piezas. (ensambles, empalmes, acoplamientos, pletinas, adhesivos ...).



Obtención de la madera



Extracción de probetas de ensayo: pequeñas y libres de defectos (izquierda), madera aserrada estructural y madera entera (derecha).

Procesado de la madera maciza

- Consta de varias etapas:

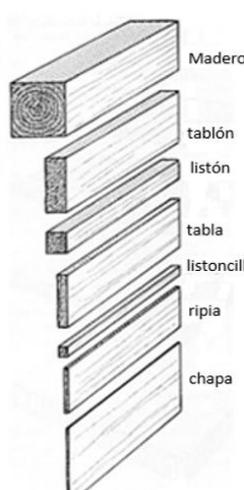
• **Serrado:** Se realiza en instalaciones industriales (aserraderos) que pueden ser fijas o móviles. Se obtienen piezas macizas por corte (escuadradas).

• **Tratamiento:** Se aplican productos protectores para evitar daños por agentes externos y mejorar su acabado.

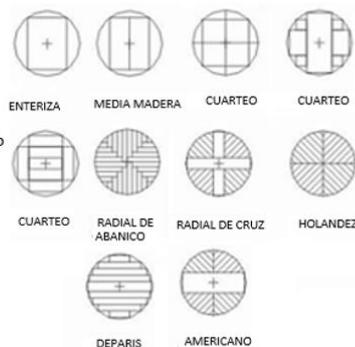
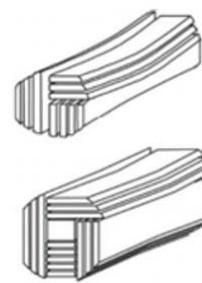
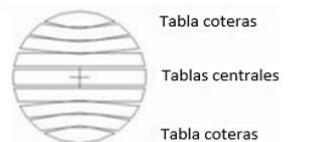
• **Secado:** Modificación de la humedad del material hasta que alcance el equilibrio con el ambiente (**CHE**). **Humedad de equilibrio con el ambiente (CHE).**

Se puede realizar de manera natural (al aire) o acelerado (en hornos, según cédulas de secado).

• **Mecanizado:** conformación de productos.



INFLUENCIA DEL DESPIECE EN LAS DEFORMACIONES ATEJADO POR DESPIECE RADIAL

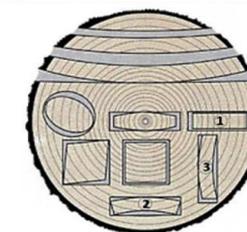


Es posible evitar el desarrollo de fendas realizando un primer corte por el centro de la troza, para cortar posteriormente "al hilo" cada una de las semitrozaz

SECADO DE LA MADERA



Horno de secado



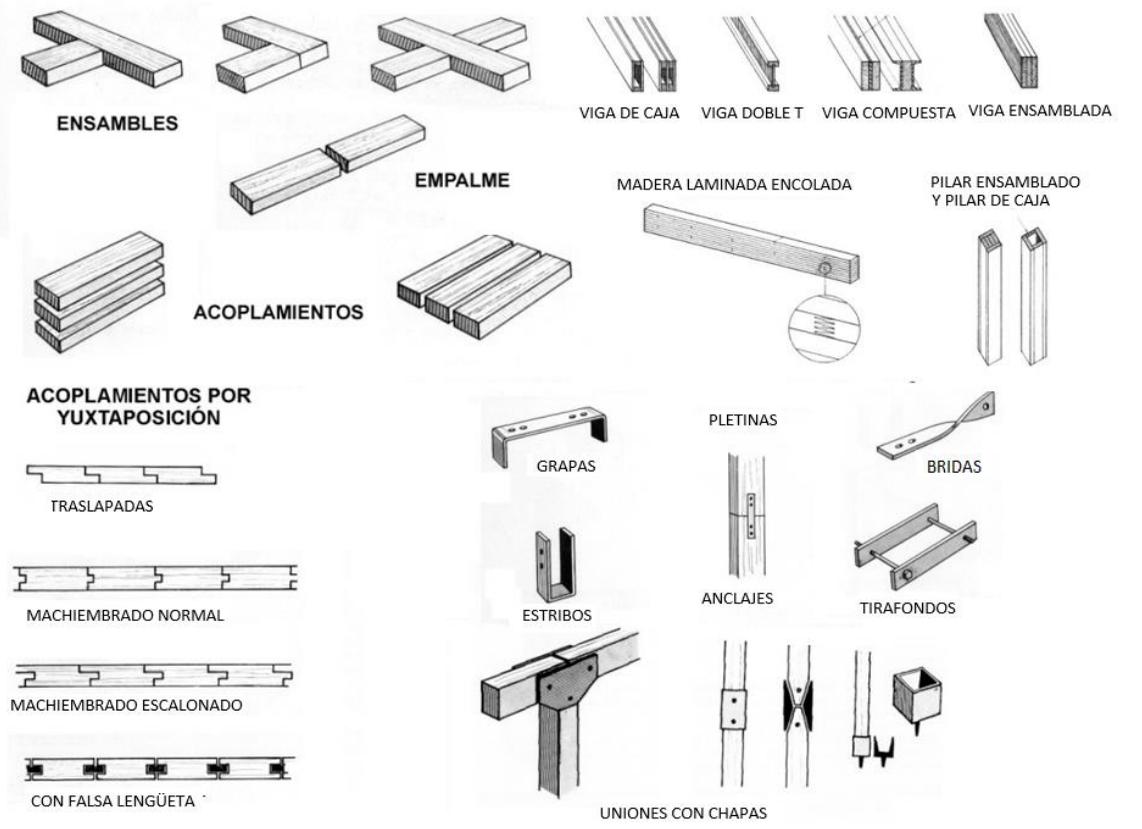
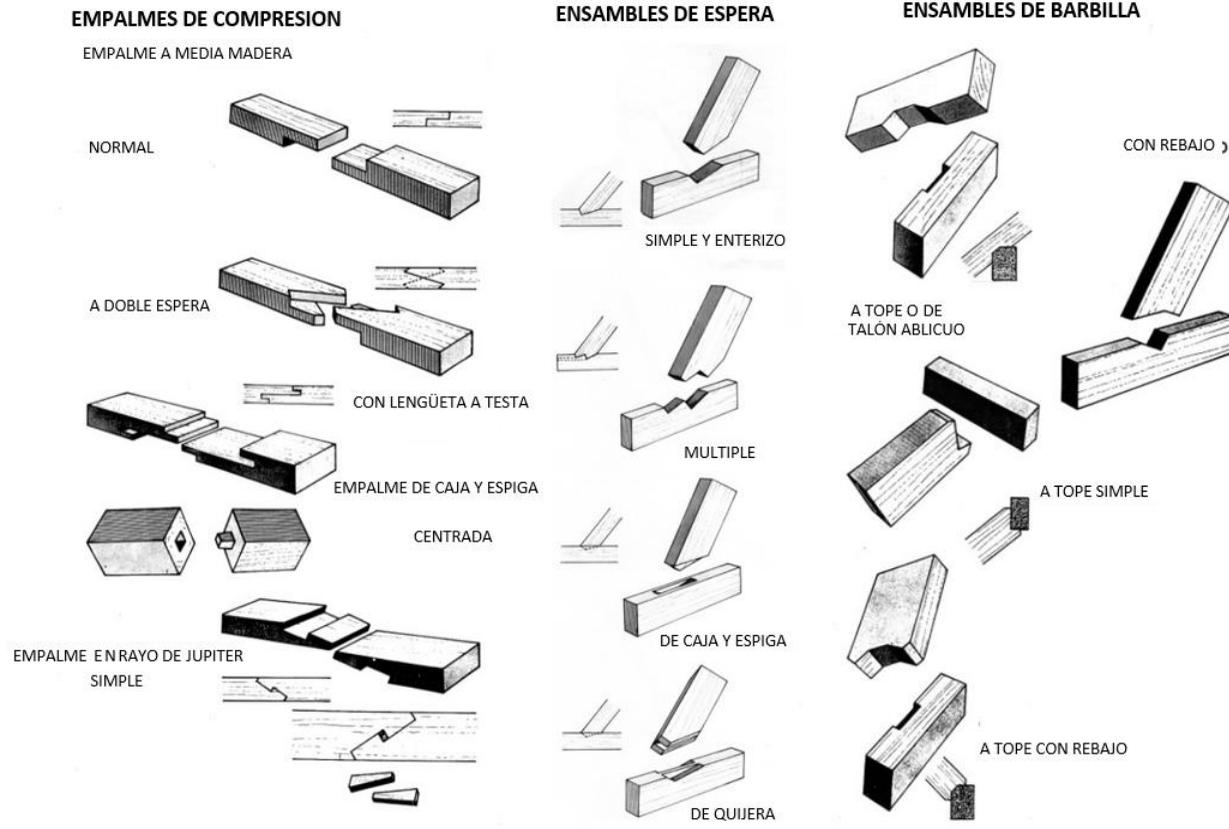
Contracciones habituales en las distintas zonas de un tronco. Tabla de orientación radial (1), tangencial (2), y mixta (3).

TRATAMIENTO DE LA MADERA



UNIONES DE MADERA EN CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL

UNIONES ACTUALES DE LA MADERA

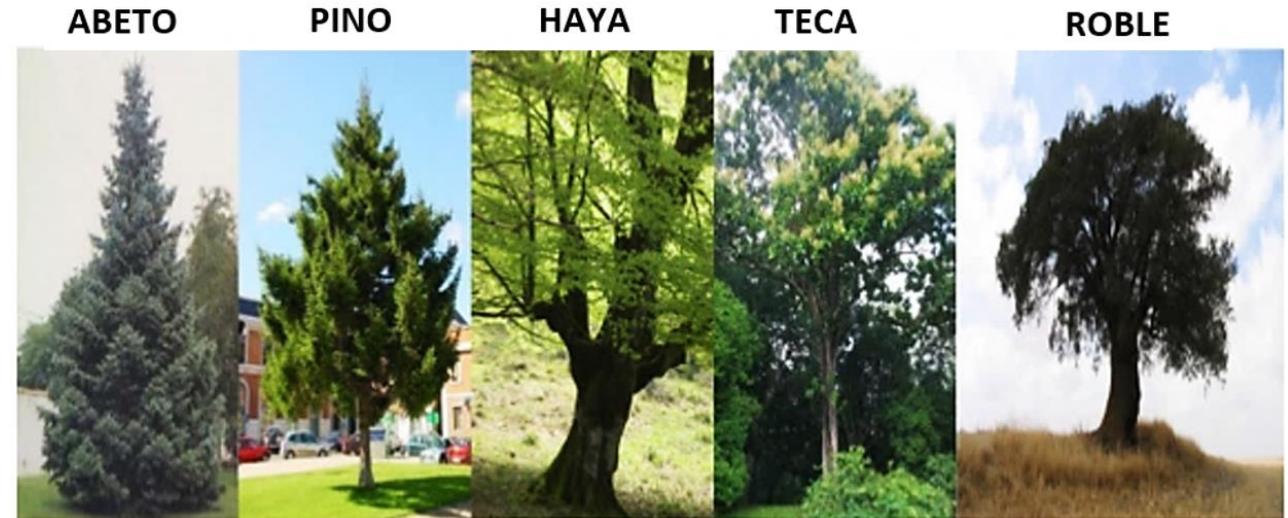


Maderas y materiales vegetales

Especies de madera usadas en construcción

- Por su orden botánico se dividen en dos grupos:
 - Coníferas (abetos, pinos, cedros,...).
 - Fronchosas: boreales, australes y tropicales. (roble, haya, olmo, encina, olivo, ...).
- Por su velocidad de crecimiento, se distinguen:
 - Crecimiento rápido (blandas).
 - Crecimiento lento (semiduras y duras).
- Su aplicación en construcción depende de:
 - Las secciones que se pueden extraer.
 - Sus propiedades mecánicas (dureza, resistencia, ...).

LAS MADERAS QUE MÁS SE USAN



CLASES DE MADERAS

EL MATERIAL: las maderas pueden ser **duras** o **blandas** según el árbol del que se obtienen.

Las **maderas duras** son las que se obtienen de los árboles de **hoja caduca** (caducifolias). **Latifoliadas**

- Crecen en las regiones templadas de la tierra.
- Les cuesta madurar.
- Existe gran variedad de especies.
- Es más pesada. Difícil de trabajar.
- Es de gran duración.
- Tonos atractivos y bella textura.



CLASES DE MADERAS

EL MATERIAL: las maderas pueden ser **duras** o **blandas** según el árbol del que se obtienen.

Las **maderas blandas** son las que se obtienen de los árboles coníferos.

- Hojas en forma de agujas. Árboles de crecimiento rápido.
- Crecen en bosques superpoblados de árboles muy altos. generalmente de la misma especie.
- Son mas ligeras y fáciles de trabajar, con herramientas de corte simple
- Tonos mas claros. Amarillos
- Económicas



Maderas y materiales vegetales

Especies de madera usadas en construcción

Maderas Blandas:

Los árboles de crecimiento rápido, perennes y coníferas suelen ocupar el mayor porcentaje entre el tipo de maderas blandas.

Algunas de las más utilizadas son: pino, álamo, olmo, ciprés, abeto, cedro, etc.

El termino blanda no equivale siempre a madera menos resistente; algunas pueden serlo y otras no tanto. En realidad, se refiere a que son mas fáciles de trabajar y mucho más dúctiles.

Estos tipos de maderas son las más ligeras, baratas y las más habituales en la mayoría de muebles y estructuras. Tienen una durabilidad mucho menor que las duras y al ser tratadas producen muchas más astillas.

EL atractivo estético de las maderas blandas es mucho menor que el de las maderas duras, y por ello se suelen emplearse menos en la elaboración de muebles y artesanía y casi siempre son tratadas con pintura, barniz o tintes. Son por lo general muy abundantes y tienen un coste bastante asequible económicamente.

Pino



El pino es considerado una **madera blanda** y posee una textura uniforme, es menos costoso que las maderas duras y es fácil de trabajar. Es una de las maderas más utilizadas por los profesionales y aconsejable en cuanto a calidad precio se refiere. El pino es ampliamente utilizado en la carpintería, paneles, muebles y molduras.

Cedro



El cedro es una **madera blanda** de color rojizo, muy conocida por su olor dulce. El cedro es ampliamente utilizado en cajoneras, cubiertas y tejas. Se usa mucho en la construcción, para forrar muebles, etc.

Abeto



Madera ligera y blanda, comparable con el pino. Peso relativamente bajo con buena resistencia y elasticidad. Fácil de trabajar en todos los aspectos. Relativamente a los químicos es mucho más resistente de que la mayoría de las maderas. Libre de resinas. Se utiliza mucho en la construcción de revestimientos de pared y techo para el interior.

Maderas Duras:

Son más caras y normalmente más resistentes. Trabajar con este tipo de madera es más complicado porque son menos lisas y tienen más irregularidades, sin embargo, darles forma con máquina suele ser más sencillo.

Son las utilizadas para la construcción y la ebanistería, produciendo como resultado muebles de gran calidad y de excelentes acabados. Tienen un tratamiento más complicado, pero un mejor poder visual, dureza y resistencia al paso del tiempo.

Estos factores hacen que el precio de las maderas duras sea mayor respecto a las blandas. Las maderas duras provienen de árboles de crecimiento prolongado. Esto hace que para alcanzar el punto necesario para ser talados haya que esperar más tiempo, traduciéndose esto en un encarecimiento considerable.

Caoba



Esta madera de grano fino muy resistente tiene un hermoso color marrón rojizo. Es una de las preferidas en ebanistería ya que en gran parte se emplean para muebles de calidad, como armarios, revestimientos de madera y chapas. Debido a su propiedad de alta densidad y durabilidad es muy empleado en zonas tropicales que tienen alta humedad.

Roble



El Roble esta dentro de las maderas duras, pero no posee grano fino como la caoba o cerezo. Posee excelentes cualidades de flexión, por lo que es popular para parquet, pisos de madera, junto con algunos muebles y gabinetes.

Nogal



El nogal es una de las maderas mas duras que existen. Ofrecen un hermoso color marrón chocolate con un grano precioso y tiene manchas que van muy bien. El nogal no es tan denso como la cereza o caoba, pero sigue siendo muy buscada para panelados de lujo, muebles, gabinetes, puertas, adornos y elementos torneados.

OLIVO



Las vetas de la madera de este árbol son muy atractivas y decorativas, sobre todo las cercanas a la raíz. Se emplea mucho para trabajos artísticos y decorativos entre otros muchos. Su madera suele ser gruesa y resistente, de tonos amarillos, claros u rojizos dependiendo de su origen.

Cerezo



En su origen es de color marrón rosado, aunque se va oscureciendo con el tiempo, tomando un color rojo caoba. Es una madera delicada que debe ser bien secada ya que tiende a torcerse. Se utiliza mucho en la fabricación de muebles, sillas, revestimientos, dado su gran aporte decorativo.

Olmo



Es de color marrón claro, algunas veces con un tinte rojizo o, como en el olmo montano, con un matiz grisáceo. Resistente a la putrefacción, la madera del Olmo es muy apreciada en trabajos de marquetería y ebanistería, así como en la fabricación de barcos, grabados y esculturas.

Fresno



Se emplea en ebanistería y carpintería: con frecuencia en la fabricación de esquís, muebles y artículos curvos, ya que se trata de una madera muy elástica y nerviosa. Es de color blanco cremado ligeramente rosado o agrisado.

Maderas y materiales vegetales

Clasificación de la madera

Para ser usada con fines estructurales en arquitectura e ingeniería civil, la madera debe ser previamente clasificada a partir de valores de resistencia, rigidez y densidad. La clasificación permite controlar la presencia, el tamaño, la ubicación y la frecuencia de distintas singularidades de la madera, y también los defectos generados por procesos de manufactura de una pieza de madera, que inducen una disminución de sus propiedades mecánicas y elásticas.

- La calidad de la madera maciza se evalúa en función de los defectos que tiene.
- Las maderas se clasifican de acuerdo con su resistencia real. (resistencia teórica reducida por los defectos).
- Para aplicaciones estructurales se distinguen 4 clases resistentes (UNE-EN 338).

REGLAMENTO PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN MADERA ESTRUCTURAL ,MOPC de la República Dominicana - <http://www.mopc.gob.do/media/1971/r-029.pdf>

Clase resistente para madera estructural. A la hora de realizar los cálculos de una estructura de madera es necesario conocer qué madera estructural hay disponible y qué clases resistentes disponen los almacenes o aserraderos. Cada clase resistente va asociada a unos valores característicos de resistencia, módulo de elasticidad y densidad. En el Documento Básico Seguridad Estructural de Madera (DB.SE-M) se define los valores para cada clase resistente de madera aserrada, madera laminada encolada y tablero para uso estructural.

Respecto a la madera aserrada se distingue entre madera de frondosa y conífera. Cada clase resistente se designa por una letra y dos dígitos. La letra puede ser **C** o **D**, conífera (coniferous) o frondosa (deciduous) y los dígitos marcan la resistencia característica a flexión. Una C24 es una madera de conífera con una resistencia característica a flexión de 24 N/mm².

- 1) Existen un total de 12 clases resistente para madera aserrada de conífera; C14, C16, C18, C20, C22, C24, C27, C30, C35, C40, C45 y C50. Las clases resistentes que vamos a encontrar disponibles para la estructura en el mercado son las C16, C18, C24 y C30.
- 2) Para frondosas se distinguen un total de 14 clases resistentes; D18, D24, D27, D30, D35, D40, D45, D50, D55, D60, D65, D70, D75 y D80. Las más habituales y que estarán disponibles para ser suministradas en obra son la D24, D30, D40, D50, D60 y D70.

- Para cada combinación de especie y calidad existe una clasificación resistente.
- La clasificación puede ser visual (defectos) o mediante ensayos normalizados de caracterización.

Defectos de la madera

- Reducen las prestaciones mecánicas del material.

Pueden tener diferentes orígenes:

- **Naturales:** debidas al crecimiento del árbol.

Nudos

Agrietamiento y Rajaduras (fendas).

De forma (corazón excéntrico, oquedades).

De estructura (fibras onduladas, reviradas, entrelazadas).

- **De secado:** Debidas al procesado de la madera.

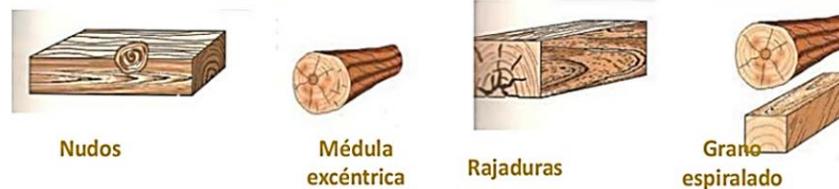
Agrietamiento y Rajaduras (fendas).

Deformación por tensiones (curvatura y alabeo).

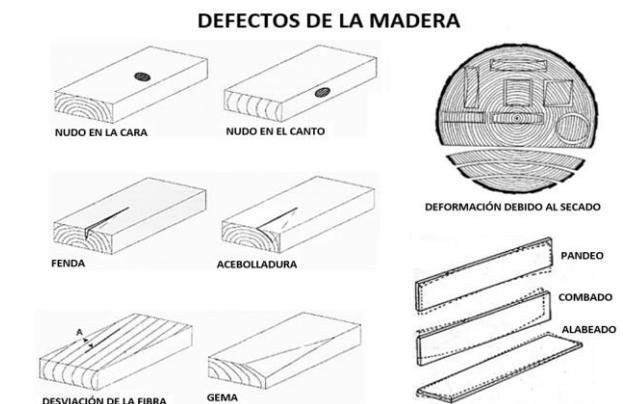
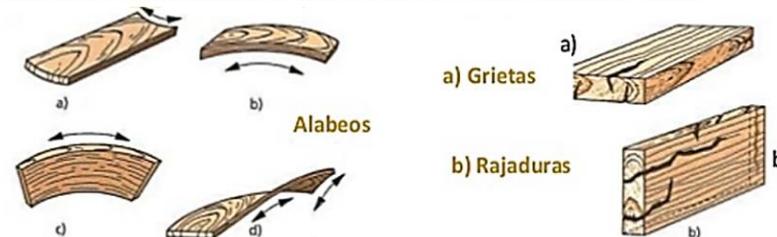
Ataques de hongos e insectos.

DEFECTOS DE LAS MADERAS

Defectos de estructura: se producen durante el crecimiento del árbol



Defectos de manipulación: surgen una vez que la madera ha sido cortada



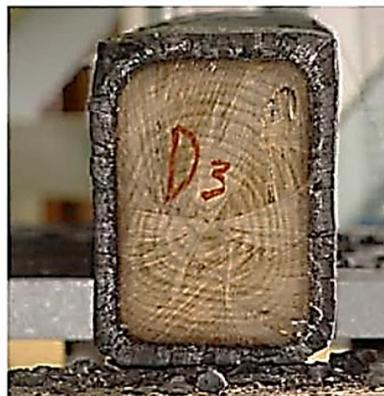
Maderas y materiales vegetales

Productos y derivados de la madera

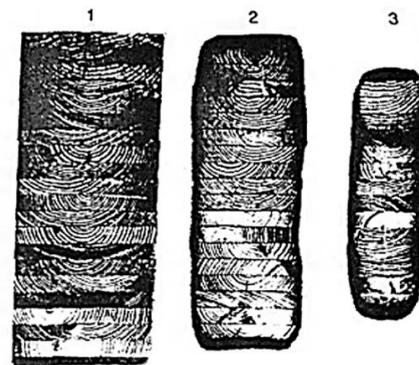
- **Productos estructurales:** Secciones escuadradas macizas o de madera laminada.
- **Productos de carpintería:** puertas, ventanas, cercos, ...
- **Tableros:** Macizos y derivados (de partículas, de virutas, de fibras, contrachapados, fenólicos, ...).
- **Paneles laminados:** Constituidos por láminas de madera y de otros materiales (sándwich), para cerramientos y particiones.
- **Productos para revestimiento:** Para interior y exterior.
- **Productos para pavimentos:** Parquet, tarima sobre rastreles y flotante, ...



MADERA LAMINADA
(Efecto del fuego)



Carbonización de madera
(V. P. Silva 2006)



Viga laminada encolada de 16cm de ancho
y 40 cm. de largo

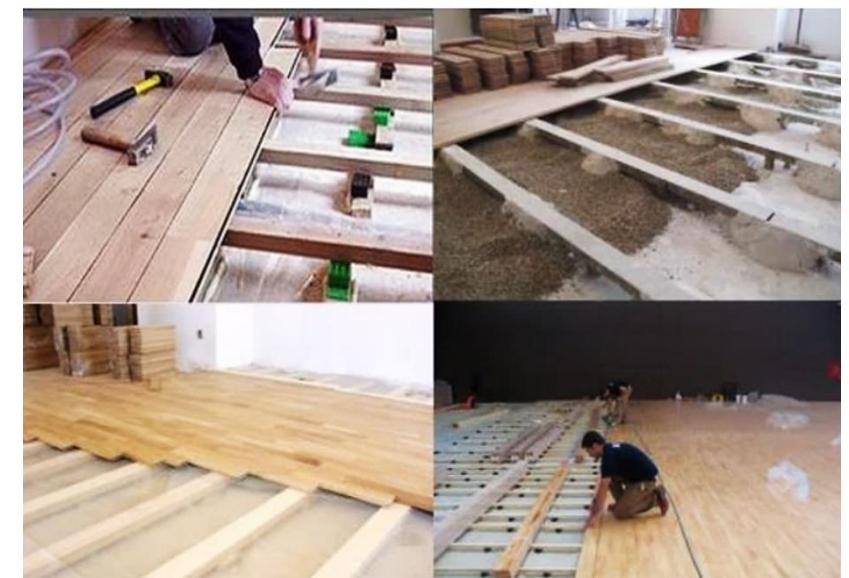
Estado de la sección transversal:
1 antes de empezar la prueba,
2 después de 30 mn. de exposición al fuego,
3 después de 60 mn. de exposición al fuego.

Prueba realizada según DIN 4102: temperatura
ambiental de incendio después de 30 mn.:
880 grados centígrados y después de 60 mn.:
1000 grados centígrados.

REVESTIMIENTO DE MADERA



TARIMA SOBRE RASTRELES Y FLOTANTE



Maderas y materiales vegetales

REGLAMENTO PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN MADERA ESTRUCTURAL , MOPC de la República Dominicana.

<http://www.mopc.gob.do/media/1971/r-029.pdf>

Normativa de la madera

- La madera estructural está regulada en el CTE DB-SE-M (Eurocódigo 5: Estructuras de madera)
- Algunos productos de madera requieren Marcado CE: Tableros derivados de madera UNE-EN 13986 (S1/2+/3/4) Productos aislantes derivados de madera: Lana de madera (WW) UNE EN 13168 y fibra de madera UNE EN 13171 (WF) Madera laminada encolada UNE-EN 14080 (S1) Madera estructural con sección rectangular UNE-EN 14081 (S2+) Elementos estructurales (Conectores para elementos de madera) Suelos de madera (Parquet y tarima) UNE EN 14342 (S 3/4)
- Distintivos de calidad: Sellos AITIM.

Aplicaciones de la madera en construcción



Maderas y materiales vegetales

Otros productos de origen vegetal

- **Corcho:** Se obtiene del alcornoque. Tiene muy baja densidad y conductividad térmica.



- **Caucho:** Se obtiene por coagulación de resinas de algunos árboles tropicales. Tiene un comportamiento elastomérico. (Actualmente se utilizan cauchos sintéticos).



- **Fibras vegetales:** Utilizadas como refuerzo de materiales compuestos o para tejer (telas).

Las **fibras** de origen **vegetal** están las que se extraen de la velloidad de algunas semillas, como el algodón; de los tallos (o líber), como el lino y el cáñamo; fibras de follajes, como el sisal; y **fibras** de cáscaras, como las de coco.



- **Linóleo:** Tela fuerte e impermeable compuesta por un tejido impregnado con aceite de linaza y corcho prensado.



Bibliografía de consulta recomendada

TEMA 10. **Maderas y materiales vegetales**

COMAS BAULENAS, PEDRO.; **PRONTUARIO DE LA MADERA** /Ed. GUSTAVO GILI

ZEUMER, MARTIN; DREXLER, HANS; **Materiales**, Ed. Gustavo Gili

- Doran, D. K.; Construction materials reference book, Ed. Butterworth, 1992.
- Guindeo, A. y otros; Especies de madera para carpintería, construcción y mobiliario, AITIM, 1997.
- Hornbostel, C.; Materiales para construcción. Tipos, usos y aplicaciones, Ed. Limusa Wiley, 2002.
- <http://infomadera.net/home/index.php> (AITIM)

Tema 10. **Maderas y materiales vegetales**

webgrafía

[https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_profesores/prof142013/docencia/Tema%2010%20Materiales%20GARQ%20\(2018-19\).pdf](https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_profesores/prof142013/docencia/Tema%2010%20Materiales%20GARQ%20(2018-19).pdf)
<https://es.slideshare.net/cienciaactivazorelle/la-madera-42191499>
<https://es.scribd.com/presentation/329720402/La-Pared-Celular>
<https://www.ck12.org/book/CK-12-Conceptos-Biolog%C3%ADa/section/9.8/>
<https://es.wikipedia.org/wiki/Anisotrop%C3%ADa>
<https://es.slideshare.net/Nonnal/construccion-en-madera-clase-n03>
<https://es.slideshare.net/jacksblacks/tam1201-clase-n-07madera>
<https://es.slideshare.net/cjvial/diseo-madera>
https://issuu.com/profesionalsanitario/docs/manual_de_construccion_en_madera/17
<https://es.scribd.com/doc/53395334/Mecanica-de-la-Madera>
<https://es.slideshare.net/jorgearizpe/factores-bioticos-y-abioticos-em17>
<https://arquigrafico.com/tipos-de-maderas-para-la-construccion-y-ebanistera/>
<https://es.slideshare.net/archieg/material-madera>
<https://www.maderea.es/madera-estructural-y-clases-resistentes/>
<http://www.mopc.gob.do/media/1971/r-029.pdf>
<https://es.slideshare.net/catedradiez/unidad-1-madera1>

Imágenes

<https://www.google.com>
https://www.google.com/search?q=Maderas+y+materiales+vegetales&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjkhIfQjKDhAhWRUt8KHR2MCL4Q_AUIDigB&biw=1680&bih=858

PROHIBIDA LA VENTA
DONADO PARA FINES EDUCACIONALES

MATERIALES POLIMÉRICOS
TEMA 11

TEMA 11. **Materiales poliméricos**

Materiales poliméricos: plásticos. Microestructura y propiedades de los materiales poliméricos. Tipos de plásticos.

Procesos de fabricación y conformación. Productos y compuestos de matriz polimérica. Normativa, designación y aplicaciones.

Tema 11. **Materiales poliméricos**

Objetivos Discentes del Tema 11

- Conocer la estructura y propiedades tecnológicas de los materiales poliméricos artificiales.
- Conocer los plásticos utilizados en construcción, sus tipos, procesos de fabricación, productos y compuestos, normativa, designación y aplicaciones.

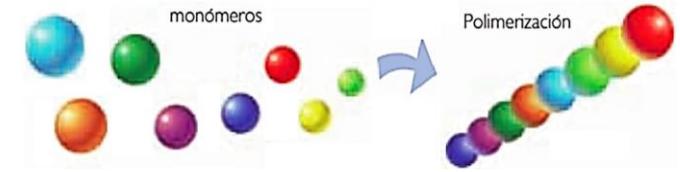
Materiales poliméricos: Plásticos.

Materiales Poliméricos

- Constituidos por polímeros (estructura polimérica).

Los **polímeros** se definen como **macromoléculas compuestas por una o varias unidades químicas (monómeros)** que se repiten a lo largo de toda una cadena. (Un **monómero**: es una molécula de pequeña masa molecular que está unida a otros **monómeros**, por medio de enlaces químicos, generalmente covalentes, formando macromoléculas llamadas **polímeros**).

- Un **polímero** es como si uniésemos con un hilo muchas monedas perforadas por el centro, al final obtenemos una cadena de monedas, en donde las monedas serían los monómeros y la cadena con las monedas sería el polímero.

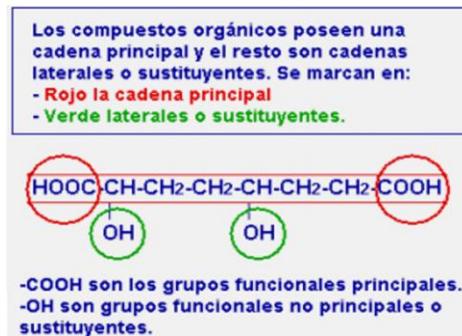


La morfología de los polímeros se refiere a la forma molecular en estado sólido de las cadenas poliméricas y a su comportamiento en estados de agregación molecular.

EL estudio hace referencia a la **estructura química** y **estructura física**. (La materia se presenta en tres estados o formas de agregación: sólido, líquido y gaseoso).

La estructura química: hace referencia a la construcción de la molécula original, en el cual se estudia el efecto de la naturaleza de los átomos que forman la cadena principal y los sustituyentes de la misma, las uniones entre los monómeros, el peso molecular y su distribución, así como el efecto de las ramificaciones o entrecruzamientos en la cadena principal. De igual manera, las diferentes configuraciones que pueden adoptar los sustituyentes de la cadena principal condicionan las propiedades de los polímeros y son parte de su estructura química.

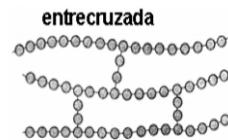
Sustituyente. es un átomo o grupo de átomos distintos de hidrogeno y se encuentra unido al carbono de la cadena mas larga.



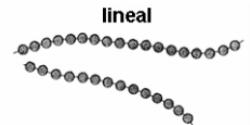
Polímeros ramificados: se sintetizan polímeros cuya cadena principal está conectada lateralmente con otras cadenas secundarias. La eficacia del empaquetamiento de la cadena se reduce y por lo tanto disminuye la densidad del polímero.



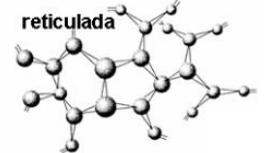
Polímeros entrecruzados: cadenas lineales adyacentes se unen transversalmente en varias posiciones mediante enlaces covalentes, así como se incorporan átomos o moléculas a la cadena. Muchos de los materiales elastómeros de caucho están entrecruzados.



Polímeros lineales: Las unidades monoméricas se unen en unas a otras formando cadenas sencillas, con flexibilidad que pueden unirse entre sí por fuerzas de van der Waals.



Polímeros reticulados: las unidades monoméricas trifuncionales que tienen tres enlaces covalentes activos implica la formación de una red tridimensional formada por la unión de las diferentes cadenas poliméricas. Un polímero entrecruzado, se puede clasificar como polímero reticulado. Entre los polímeros de este tipo se destacan los epoxi y fenol-formaldehído pertenecen a este grupo.



Las **fuerzas de Van der Waals** son fuerzas de estabilización molecular; forman un enlace químico no covalente en el que participan dos tipos de **fuerzas** o interacciones, las **fuerzas** de dispersión (que son **fuerzas** de atracción) y las **fuerzas** de repulsión entre las capas electrónicas de 2 átomos contiguos.

La estructura física: ordenamiento de unas moléculas respecto a otras.

Hace referencia a la orientación y cristalinidad, que dependen en gran medida de la estructura química.

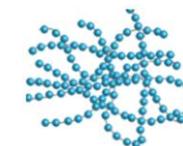
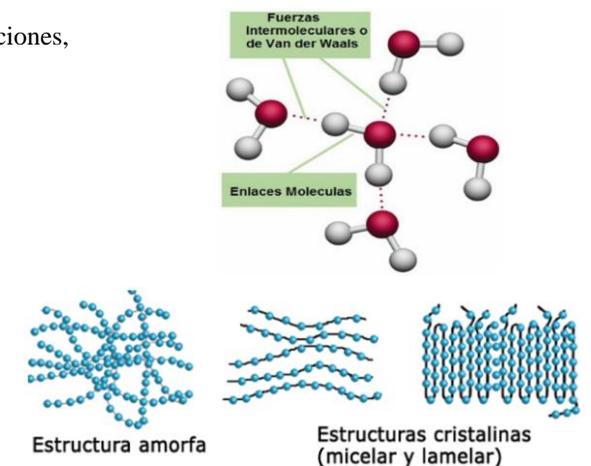
Estructura amorfa

Las cadenas poliméricas adquieren una estructura liada, semejante a de la un ovillo de hilos desordenados, dicha estructura amorfa es la responsable directa de las propiedades elásticas de los materiales termoplásticos.

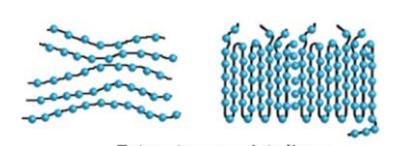
Estructura cristalina

Las cadenas poliméricas adquieren una estructura ordenada y compacta; se pueden distinguir principalmente estructuras con forma lamelar y con forma micelar.

La estructura cristalina es la responsable directa de las propiedades mecánicas de resistencia frente a esfuerzos o cargas así como la resistencia a las temperaturas de los materiales termoplásticos



Estructura amorfa



Estructuras cristalinas (micelar y lamelar)

Materiales poliméricos: Plásticos.

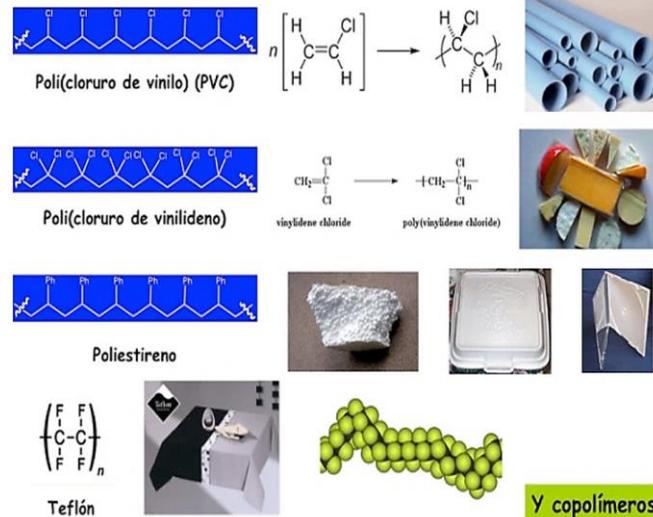
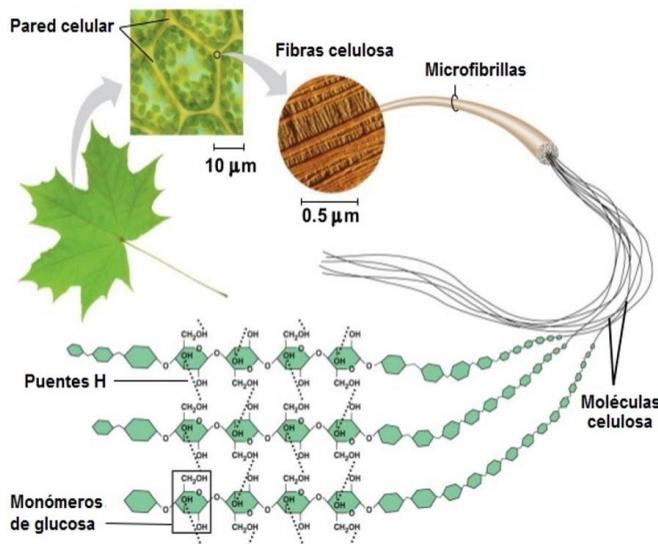
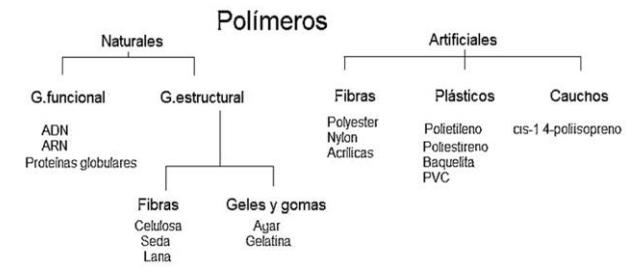
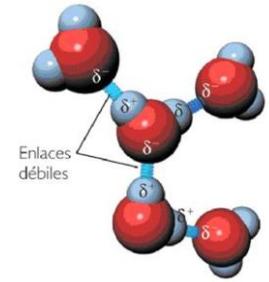
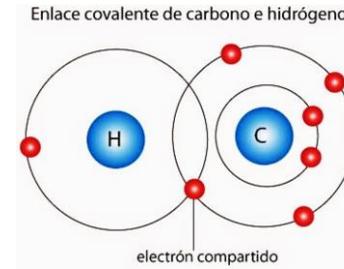
Materiales poliméricos

- Formados por enlaces covalentes y enlaces secundarios.

El **enlace covalente** explica cómo se unen los átomos para formar las moléculas de los materiales poliméricos. Este tipo de enlace es la unión de dos átomos que comparten uno o más pares de electrones. Los enlaces covalentes se forman al unirse los elementos no metálicos entre sí. Los **enlaces secundarios** tan solo reflejan las fuerzas de atracción existentes entre moléculas. No hay transferencia de electrones, son mucho más débiles que los enlaces primarios. Los enlaces secundarios son los que actúan como «eslabones débiles», y son la causa de las bajas resistencias y las bajas temperaturas de fusión de los polímeros.

- Pueden ser **naturales** (celulosas) o **artificiales** (sintéticos).

Los **Polímeros** se definen como macromoléculas compuestas por una o varias unidades químicas (**monómeros**)
Naturales : provenientes directamente del reino vegetal o animal.
 Por ejemplo: celulosa, almidón, proteínas, caucho natural, ácidos nucleicos, etc.
Artificiales : Son el resultado de modificaciones en laboratorio mediante procesos químicos de ciertos polímeros naturales.
 Algunos ejemplos de polímeros sintéticos son el nylon, el poliestireno, el policloruro de vinilo (PVC), el polietileno, etc.



- Los plásticos son materiales poliméricos artificiales que pueden ser conformados por presión o temperatura.

Propiedades de los plásticos:

Baja densidad y resistencia

Son combustibles

Se degradan por acción del sol y los agentes atmosféricos

- Sus propiedades se pueden modificar añadiendo al polímero otras sustancias (**aditivos** y **adiciones**).

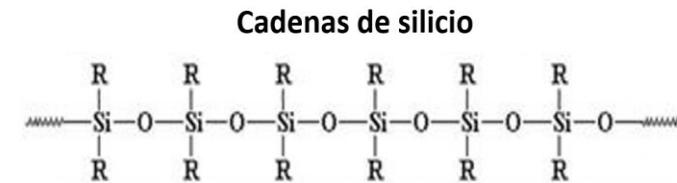
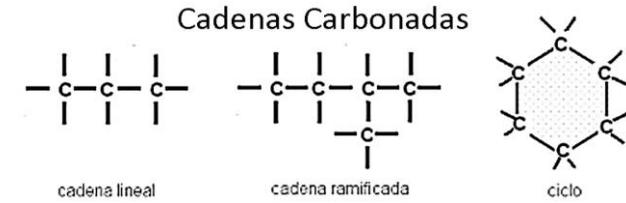
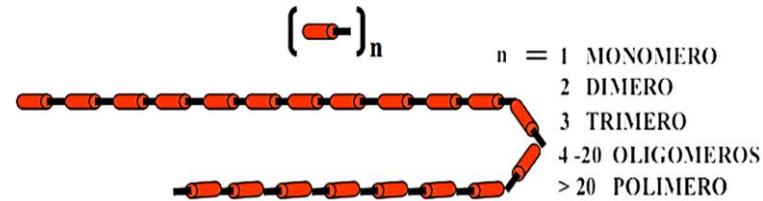
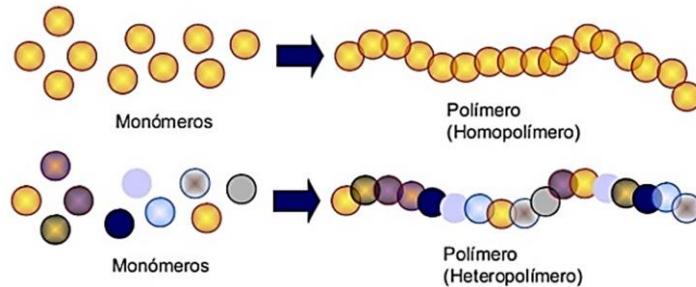
| Rellenos o refuerzos comunes y sus usos | |
|---|--|
| Relleno/refuerzo | Usos |
| Alúmina trihidratada | Dilatador; retardante de flama; supresor de humo |
| Sulfato de bario | Se emplea como relleno y como pigmento blanco; aumenta la densidad relativa, la resistencia a la fricción y la resistencia química |
| Fibras de boro | Gran resistencia a la tensión y capacidad para soportar cargas de compresión; costosas |
| Carbonato de calcio | El dilatador/pigmento o relleno de uso más extendido para plásticos |
| Sulfato de calcio | Dilatador; también mejora las propiedades físicas; aumenta la resistencia al impacto, a la tensión y a la compresión |
| Negro de humo | Relleno; se usa como pigmento, agente antiestático o auxiliar para formar enlaces transversales |
| Fibras de carbono/grafito | Refuerzo; módulo grande y gran resistencia mecánica; baja densidad; coeficiente de expansión pequeño; coeficiente de fricción pequeño, conductoras |
| Fibras cerámicas | Refuerzo; resistencia a temperaturas muy altas; costosas |
| Feldespato y sienita nefelina | Relleno de especialidad, fácil de mojar y dispersar; permite tener transparencia y translucidez; resistencia química y a la intemperie |
| Refuerzo de vidrio (fibra, tela, etc.) | Refuerzo de mayor volumen; gran resistencia mecánica, estabilidad dimensional, resistencia al calor, resistencia química |
| Caolín | Dilatador/pigmento segundo en cuanto a volumen; se usa principalmente en alambres y cables, SMC y BMC, pisos de vinilo |
| Rellenos metálicos, filamentos | Se usan para impartir conductividad (térmica y eléctrica) o propiedades magnéticas, o para reducir la fricción; costosas |
| Mica | Refuerzo en hojuelas; mejora las propiedades dieléctricas, térmicas y mecánicas; económica |
| Microesferas, huecas | Reduce el peso de los sistemas de plástico; mejora la rigidez y la resistencia al impacto |
| Microesferas, sólidas | Mejora las propiedades de flujo y la distribución de esfuerzos |
| Rellenos orgánicos | Dilatadores/rellenos; por ejemplo: harina de madera, cáscara de nuez, corazón de mazorca de maíz, arroz, cáscara de cacahuete |
| Fibras poliméricas | Refuerzo; ligero |
| Silíce | Rellenos/dilatadores/referzos; espesa los sistemas líquidos y los torna tixotrópicos; ayuda a evitar el deslaminado con PVC, pues actúa como agente aplanador |
| Talco | Dilatadores/referzos/rellenos; mayor rigidez, resistencia a la tensión y resistencia a la termofluencia |
| Wollastonita | Se puede agregar en gran proporción; mejora la resistencia mecánica, reduce la absorción de humedad, aumenta la estabilidad térmica y dimensional, mejora las propiedades eléctricas |

Materiales poliméricos: Plásticos.

Los polímeros

- Son macromoléculas (cadenas poliméricas) formadas por la unión de moléculas de menor tamaño que se conocen como **monómeros**.
- El proceso de unión se llama **Polimerización**.
- Las cadenas pueden ser de **Carbono** (orgánicas) o de **Silicio** (inorgánicas, como la silicona).

Los polímeros se producen por la unión de cientos de miles de moléculas pequeñas denominadas **monómeros** que forman enormes cadenas de las formas más diversas.



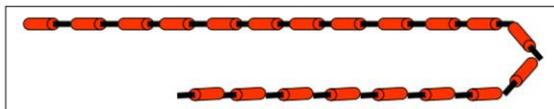
Las Siliconas son polímeros inorgánicos, es decir, no contienen átomos de carbono en su cadena principal. Esta es una cadena alternada de átomos de Silicio y de Oxígeno

Reacciones de polimerización

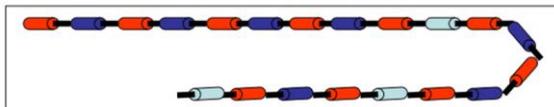
- Para que un monómero polimerice, es necesario que disponga de (al menos) dos enlaces activos.
 - Enlace activo:** Permite que los átomos se agrupen en moléculas. Igualmente que las moléculas se agrupen entre sí, lo que da lugar a que se formen sustancias puras y compuestas.
- Así, puede reaccionar con otros dos monómeros y constituir una cadena.
- La activación del enlace se produce por la presencia de un activador o de un catalizador.
 - Catalizador:** sustancia que se puede añadir a una reacción para aumentar la velocidad de reacción sin ser consumida en el proceso. Los metales y los óxidos de metales (níquel, platino, hierro) son los más comunes.
- Hay dos formas principales de polimerización:
 - Por adición:** reacción en cadena de monómeros (el polímero resultante es la suma de los monómeros).
 - Por condensación:** reacción por etapas en la que se combinan dos monómeros desprendiendo otra sustancia.

Tipos de polímeros

Homopolímeros: Todos los monómeros que los constituyen son iguales.



Copolímeros: Están formados por 2 o más monómeros diferentes.



Copolímeros: Tipos

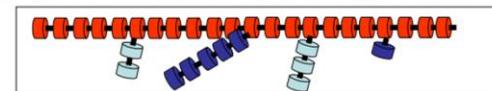
Copolímero aleatorio: Está formado por una disposición aleatoria de dos ó más monómeros.



Copolímero en bloques: Tiene bloques de monómeros del mismo tipo.



Copolímero de injerto: Poseen una cadena principal de un solo tipo de monómero con ramas de otros monómeros.

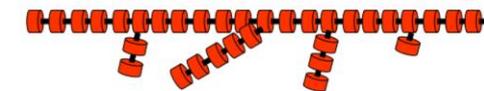


Estructura de la cadena: Tipos

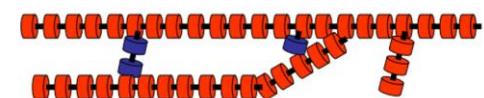
Lineal: Se repite siempre el mismo tipo de unión.



Ramificado: Con cadenas laterales unidas a la principal.



Reticulado: Se forman enlaces entre cadenas vecinas.



Materiales poliméricos: Plásticos.

Tipos de Materiales poliméricos

- Por su composición pueden ser **Orgánicos** (-C-C-C-) o **Inorgánicos** (-Si-Si-Si-, siliconas).

Por su estructura y propiedades, se distinguen:

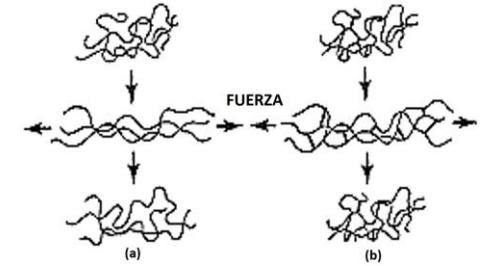
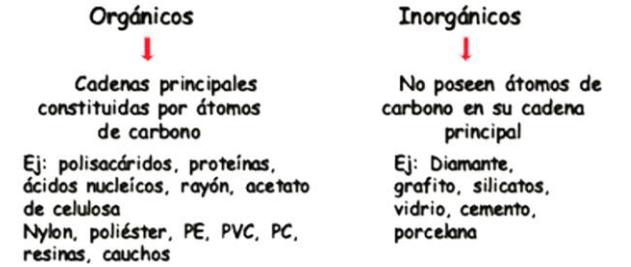
Elastómeros: Ante una deformación, vuelven a la forma original cuando cesa la fuerza que la provoca.

- (a) Cuando un elastómero no contiene enlaces cruzados, la aplicación de una fuerza causa a la vez deformación elástica y plástica; una vez removida la carga, el elastómero queda permanentemente deformado.
- (b) Cuando existen enlaces cruzados, el elastómero quizá puede sufrir una deformación elástica grande; Sin embargo, al eliminar la carga, el elastómero vuelve a su forma original.

Plásticos: polímeros que bajo condiciones apropiadas de presión y temperatura pueden ser modelados. Tienen mayor rigidez que los elastómeros.

Actualmente, contienen aditivos y adiciones que modifican sus propiedades (físicas y mecánicas).

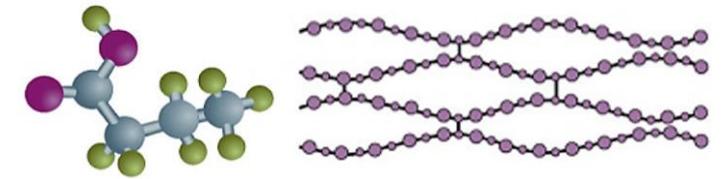
(Con un polímero pueden hacerse plásticos diferentes)



Materiales poliméricos elastómeros

Son materiales macromoleculares, que en un amplio margen de temperaturas, pueden sufrir, sin rotura, deformaciones considerables bajo la acción de fuerzas relativamente pequeñas y recuperar posteriormente su longitud primitiva. Sus macromoléculas, tridimensionalmente reticuladas (entrelazadas), no pueden volver a ser moldeadas. Forman una red de malla abierta y los plásticos que se obtienen son elásticos como la goma.

- Tienen una estructura reticulada débil.
- Este tipo de estructura es la causa de la memoria de forma de los elastómeros (comportamiento elástico):
- Las cadenas pueden separarse aplicando una fuerza.
- Una vez que la fuerza cesa, las cadenas vuelven a su posición original y el material recupera su forma.



| TERMOPLÁSTICOS | TERMOESTABLES | ELASTÓMEROS |
|---|--|---|
| Los plásticos más utilizados pertenecen a este grupo. Sus macromoléculas están dispuestas libremente sin entrelazarse. | Sus macromoléculas se entrecruzan formando una red de malla cerrada. | Sus macromoléculas se ordenan en forma de red de malla con pocos enlaces. |
| | | |
| Gracias a esta disposición, se reblandecen con el calor adquiriendo la forma deseada, la cual se conserva al enfriarse. | Esta disposición no permite nuevos cambios de forma mediante calor o presión: solo se pueden deformar una vez. | Esta disposición permite obtener plásticos de gran elasticidad que recuperan su forma y dimensiones cuando deja de actuar sobre ellos una fuerza. |



Ejemplos y aplicaciones de materiales elastómeros

- Goma natural
- Poliuretanos
- Polibutadieno
- Neopreno
- Silicona



- **Elastómeros termoestables** : son aquellos elastómeros que al calentarlos no se funden o se deforman.
- **Elastómeros termoplásticos** : son aquellos elastómeros que al calentarlos se funden y se deforman.

Materiales poliméricos: Plásticos.

Tipos de plásticos

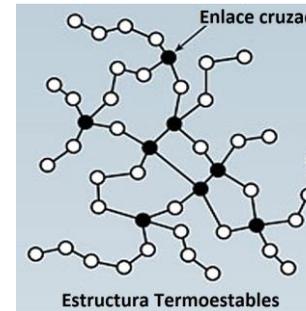
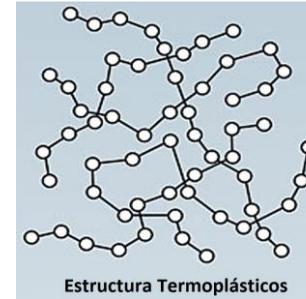
Por su sensibilidad a la temperatura, se distinguen:

Termoplásticos:

Están formados por cadenas lineales unidas por enlaces débiles (estructura amorfa o semi cristalina).

Se funden con el calor (rotura de enlaces secundarios).

Algunos se pueden reticular parcialmente (rigidización).



Termoestables: Formados por cadenas unidas por enlaces covalentes (estructura reticulada).

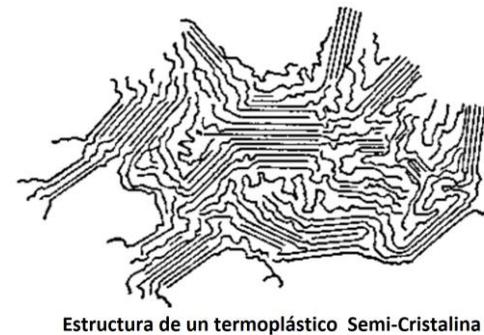
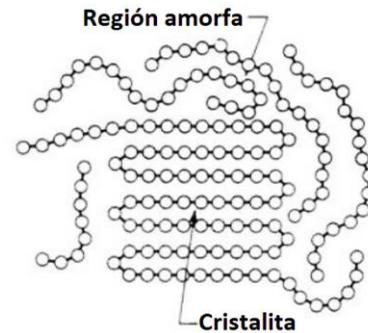
No se ablandan con el calor (arden).

Son rígidos y no se pueden soldar.

Estructura de los polímeros termoplásticos

- Es principalmente amorfa (vítreo), aunque en algunas zonas se pueden formar estructuras cristalinas.
- Esta estructura se denomina semi-cristalina:

Los polímeros generalmente poseen estructura amorfa (desordenada), sin embargo, bien por la composición química del monómero o por el procedimiento seguido en la polimerización el estado cristalino también puede existir en los polímeros.

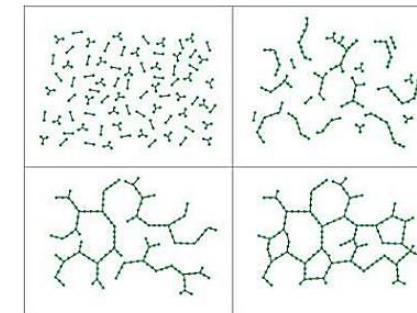
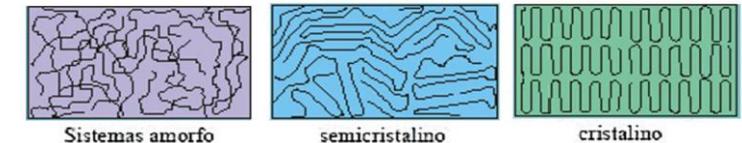


Estructura de los polímeros termoestables

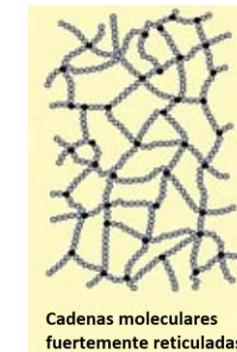
- Se forman cadenas que se enlazan entre sí, mediante enlaces primarios de tipo covalente.
- Forman estructuras poliméricas reticuladas:

Estructuras cristalinas. Se produce cuando las cadenas lineales adquieren un ordenamiento.

La estructura cristalina es importante porque los polímeros lineales se vuelven más firmes y fuertes. Los polímeros cristalinos tienen mayores densidades y mejores propiedades mecánicas que los polímeros amorfos (cadenas en desorden).



Polimerización de un epóxido (termoestable)



Materiales poliméricos: Plásticos.

Comportamiento térmico de los polímeros

- Las propiedades de los polímeros dependen de la temperatura.
- Al aumentar la temperatura se descomponen los enlaces secundarios (débiles) que unen las cadenas.

Los **enlaces secundarios** tan solo reflejan las fuerzas de atracción existentes entre moléculas.

No hay transferencia de electrones, son mucho más débiles que los enlaces primarios.

Los enlaces secundarios son los que actúan como «eslabones débiles» y son la causa de la bajas resistencia y la baja temperatura de fusión de los polímeros.

- A una cierta temperatura, dejan de comportarse como sólidos elásticos y se comportan como una goma (**TTV** > Temperatura de Transición Vítrea).

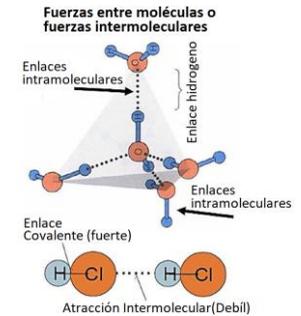
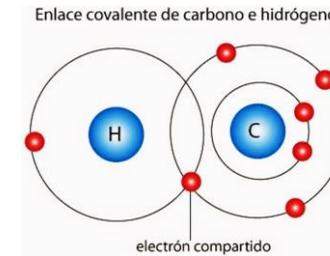
Temperatura de transición vítrea (TTV) es la temperatura a la que se da una pseudotransición termodinámica en materiales vítreos, por lo que se encuentra en vidrios, polímeros y otros materiales inorgánicos amorfos. Esto quiere decir que, termodinámicamente hablando, no es propiamente una transición. La **TTV** se puede entender de forma bastante simple cuando se entiende que en esa temperatura el polímero disminuye su densidad, dureza y rigidez, además su porcentaje de elongación disminuye de forma drástica.

- A una temperatura mayor, los termoplásticos se funden en forma de líquido (**TF** > Temperatura de Fusión).

La **Temperatura de fusión** es la temperatura a la cual la materia pasa de estado sólido a estado líquido, se funde.

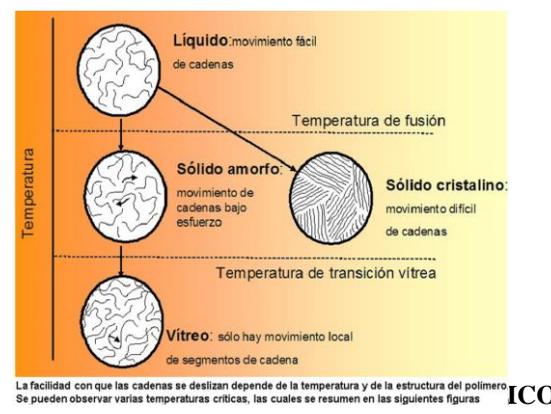
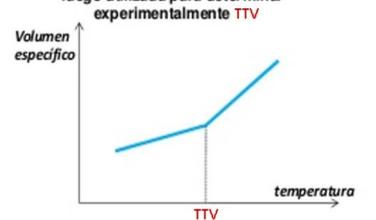
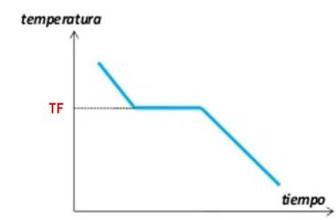
- Los termoestables no tienen **TF** > Temperatura de Fusión (se descomponen).
- Cuanto mayor es el grado de cristalización, la **TTV** y la **TF** están más cercanas.

La **cristalinidad polimérica** puede considerarse como el empaquetamiento de cadenas moleculares para producir una disposición atómica ordenada.

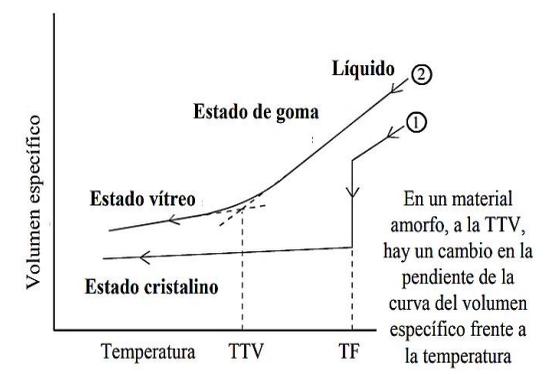


TEMPERATURA DE FUSIÓN
 Al igual que los metales y otros sólidos cristalinos, los **polímeros cristalinos** sufren un cambio de fase de sólido a líquido a una temperatura determinada. Dicha temperatura resulta característica del polímero (**TF**)
 A **TF** el sólido cristalino esta en equilibrio con el líquido amorfo.
 El proceso de fusión requiere un cierto tiempo para completarse por lo que este se lleva acabo en un intervalo.

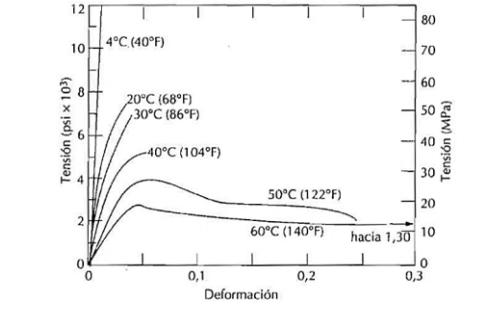
TEMPERATURA DE TRANSICIÓN VITREA
 Un polímero semicristalino posee **regiones amorfas** además de las cristalinas. Estas zonas presentan una transición llamada vítrea y la temperatura a la cual se produce se la denomina temperatura de transición vítrea (**TTV**).
TTV : "Temperatura por encima de la cual un material rígido y amorfo (tipo vidrio) se convierte en sólido flexible"
 Muchas características de éstos plásticos experimentan cambios abruptos a **TTV** por ejemplo: el módulo, la densidad y el calor específico. Estas características pueden ser luego utilizada para determinar experimentalmente **TTV**



Comportamiento térmico de los termoplásticos



Comportamiento térmico de los termoplásticos



| TERMOPLÁSTICOS | TERMOESTABLES |
|---|--|
| Sus macromoléculas están dispuestas libremente sin entrelazarse. | Sus macromoléculas se entrecruzan formando una red de malla cerrada. |
| | |
| Gracias a esta disposición, se reblandecen con el calor adquiriendo la forma deseada, la cual se conserva al enfriarse. | Esta disposición no permite nuevos cambios de forma mediante calor o presión; solo se pueden deformar una vez. |

Termoplásticos: Se caracterizan porque se ablandan con el calor y se pueden moldear para darle una gran variedad de formas, sabiendo que al enfriarse volverá a endurecerse manteniendo sus características iniciales. Su estructura molecular, prácticamente no presenta entrecruzamientos. Ejemplos: Polietileno (PE), Polipropileno (PP), PVC.

Termoestables: Al calentarlos por primera vez el polímero se ablanda y se le puede dar forma bajo presión. Debido al calor comienza una reacción química en la que las moléculas se enlazan permanentemente. Esto se conoce como degradación. Consecuencia: el polímero se hace rígido permanentemente y si se calienta no se ablandará si no que se romperá. Ej. PVC, la baquelita, el plexiglás y las resinas de melanina.

Materiales poliméricos: Plásticos.

Propiedades de los materiales poliméricos

- Dependen de su estructura y su **Temperatura de Transición Vítrea (TTV)** :

Alguna vez ha dejado un balde u otro objeto de plástico a la intemperie durante el invierno y notó que se quiebra o se rompe con mayor facilidad que durante el verano?

Lo que usted experimentó es el fenómeno conocido como la **Transición Vítrea (TTV)**.

Esta transición es algo que sólo le ocurre a los polímeros, lo cual es una de las cosas que los hace diferentes.

Hay una cierta temperatura (distinta para cada polímero) llamada temperatura de transición vítrea, o T_g .

Cuando el polímero es enfriado por debajo de esta temperatura, se vuelve rígido y quebradizo, igual que el vidrio.

Algunos polímeros son empleados a temperaturas por encima de sus temperaturas de transición vítrea y otros por debajo.

Los plásticos: se utilizan a una Temperatura menor que la **Temperatura de Transición Vítrea (TTV)**.

Los plásticos duros como el poliestireno y el polimetilmetacrilato, son usados por debajo de sus **temperaturas de transición vítrea**; es decir, en su *estado vítreo*.

Sus *temperatura de transición vítrea (T_g)* están muy por encima de la temperatura ambiente, ambos alrededor de los 100 °C (212°F).

Poliestireno: Resina sintética que se emplea principalmente en la fabricación de lentes plásticas y aislantes térmicos y eléctricos.

El **Polimetilmetacrilato**, también conocido por sus siglas **PMMA**.

El **ácido acrílico** es la base del Polimetilmetacrilato el cual da lugar al acrilato de metilo y al metacrilato de metilo

Químicamente, es el polímero sintético de metacrilato de metilo, el cual se obtiene mediante la polimerización del metacrilato de metilo y la presentación más frecuente que se encuentra en la industria del plástico es en gránulos o en láminas más conocido como Plexiglas.

Los elastómeros: se utilizan a Temperatura mayor que la **Temperatura de Transición Vítrea (TTV)**

Los cauchos elastómeros como el poliisopreno y el poliisobutileno, son usados por encima de sus (T_g), es decir, en su *estado caucho*, donde son blandos y flexibles.

Poliisopreno o caucho natural es un polímero que se extrae de la savia o látex de ciertos árboles tropicales nativos de Sudamérica.

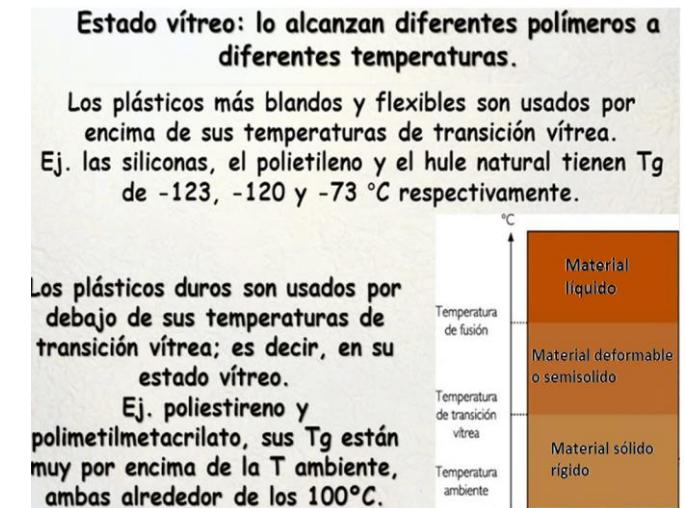
Es un material pegajoso y blando cuando se le aplica calor, mientras que frío es duro y fácil de quebrar.

El **poliisobutileno**, es un **caucho sintético**, o **elastómero** a veces llamado **caucho butilo**, y otras veces **PIB**.

Es especial porque es el único caucho impermeable a los gases, es decir, es el único caucho que puede mantener el aire por largos períodos.

Se utiliza para hacer cosas como cámaras para neumáticos y pelotas de básquet.

- Son aislantes térmicos y eléctricos.
- Tienen baja densidad, absorción y permeabilidad.
- Tienen baja resistencia mecánica.
- Se pueden colorear en masa (pigmentos).
- Son combustibles y desprenden gases tóxicos.
- Tienen una durabilidad limitada: sufren envejecimiento por acción de los rayos UVA y los agentes atmosféricos
- Son incompatibles con algunos materiales (pe. betunes)



Materiales poliméricos: Plásticos.

Fabricación de materiales plásticos

El proceso consta de cuatro etapas:

- 1. Materias primas:** se fabrican a partir de productos orgánicos naturales (petróleo, carbón algodón, ...).
- 2. Síntesis del polímero básico:** adición o condensación.
- 3. Inclusión de aditivos y adiciones.**
- 4. Conformación del producto:**

Las técnicas empleadas dependen del tipo de plástico:

Termoplásticos: se calientan y deforman por presión.

Termoestables: se conforman antes de que se produzca el entrecruzamiento de las cadenas.

Técnicas de conformación de plásticos

Se distinguen dos grupos principales:

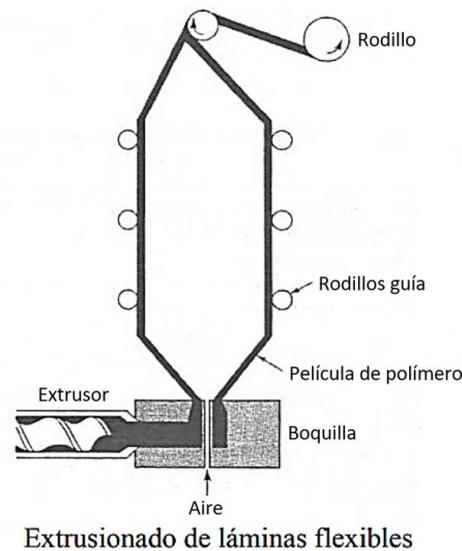
Conformación continua: se obtienen productos de sección constante que se cortan posteriormente.

Técnicas: **Extrusión e Hilado.**

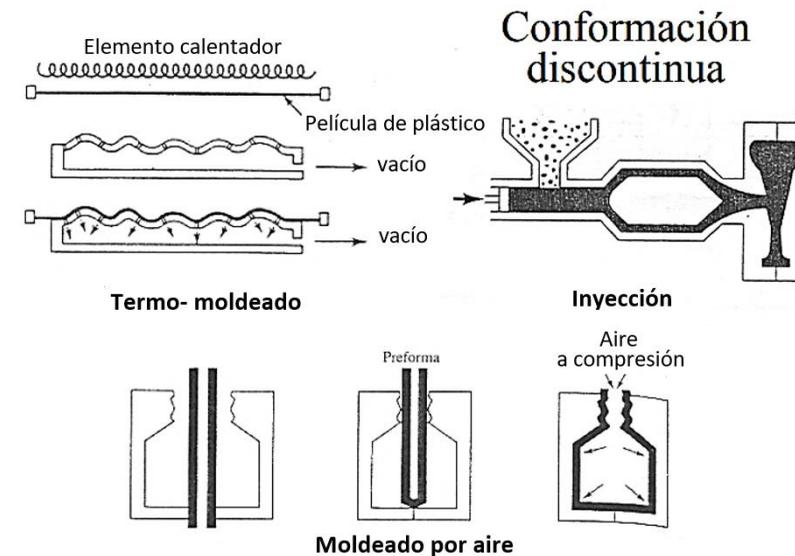
Conformación discontinua: se obtienen piezas de dimensiones fijas.

Técnicas: **Inyección y Moldeado.**

- **Espumado:** Se incorporan agentes aireantes en el proceso de fabricación que aligeran el producto. (Permite utilizar técnicas continuas y discontinuas).



Conformación continua



| Antiguas materias primas para la elaboración de plásticos | | | |
|---|--|-----------------------|--|
| Resina vegetal | | Derivados del carbón | |
| Celulosa de algodón | | Aceites de semillas | |
| Furfural (cascara de la avena) | | Derivados del almidón | |

Materiales poliméricos: Plásticos.

Productos plásticos para construcción

- **Plásticos rígidos:** presentan un comportamiento elástico (Tubos, perfiles, láminas y productos conformados).



- **Plásticos flexibles:** Incorporan aditivos plastificantes (Láminas y tubos).



- **Espumas:** Pueden ser conformados (placas o coquillas) o aplicarse en estado líquido (poliuretano y fenólicas).



- **Resinas:** se aplican en estado pastoso y se endurecen al aire (por acción de un activador o curado térmico).



- **Fibras:** para tejidos o refuerzo de matrices (composites)



Estructura, textura, el plástico, patrón, línea, verde, cortina, material, diseño de interiores, textil, fondo, compuesto, red, Fibras, ondulado, Fibra de vidrio, Fibras de vidrio, reforzado, Tratamiento de ventanas

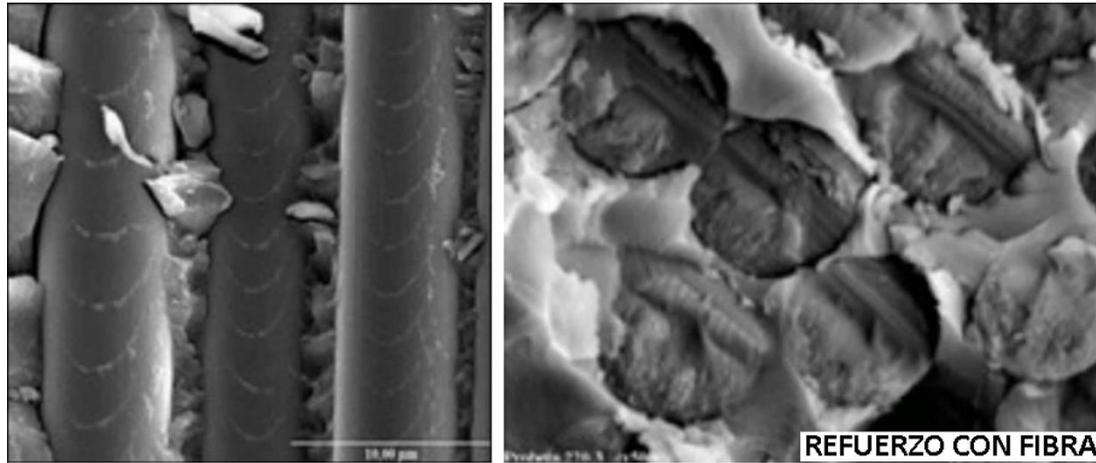
- **Materiales compuestos:** Plásticos reforzados, laminados y paneles sándwich.



Materiales poliméricos: Plásticos.

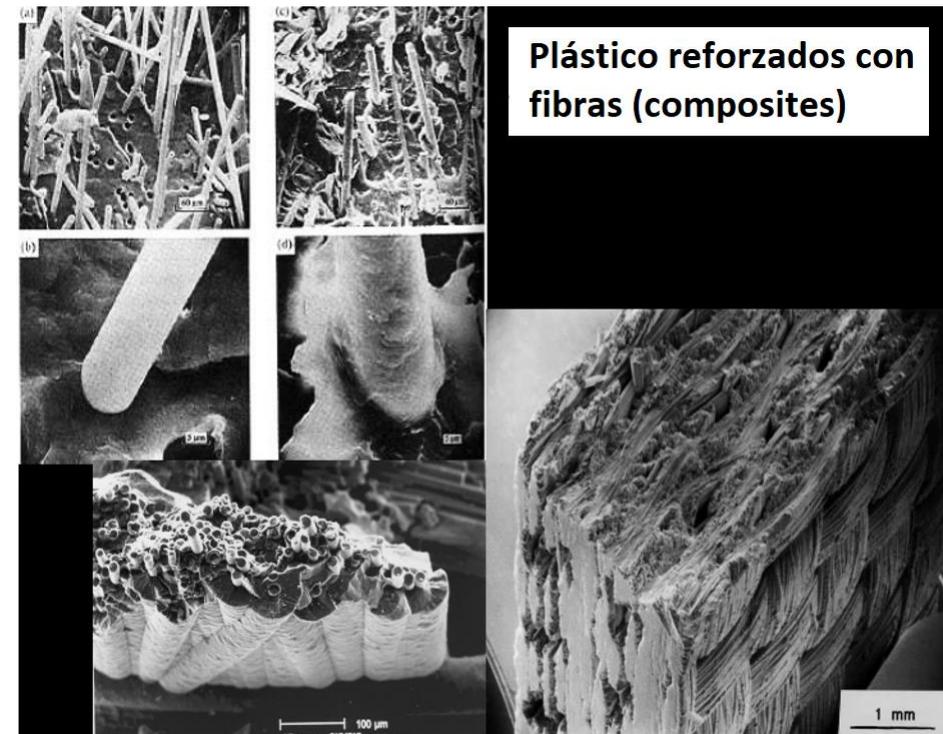
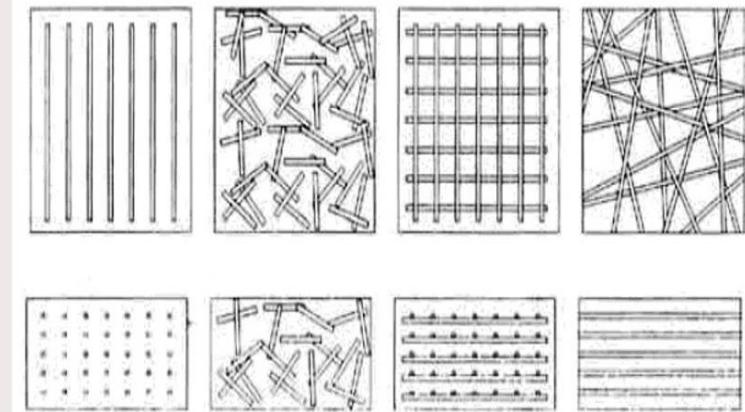
Plásticos reforzados con fibras (composites)

- Los composites son materiales compuestos reforzados.
Constan de una matriz y un refuerzo en forma de fibra.
Las matrices pueden ser poliméricas, metálicas o conglomeradas.
Las fibras pueden ser metálicas, de vidrio o poliméricas.
Pueden ser largas o cortas y su distribución en la matriz orientada o aleatoria.



- Los plásticos reforzados con fibras como el vidrio, carbono o Kevlar (FRP) mejoran sus propiedades mecánicas.
- Las fibras más habituales son de vidrio (GRP).
(GRP, plástico reforzado con vidrio o plástico reforzado con fibra de vidrio).

Refuerzos continuos Existen distintas clases de refuerzo de tipo continuo para los materiales compuestos. Así, se tienen materiales de refuerzo en forma de fibra continua o fibra larga cuando tienen una longitud mucho mayor que su sección transversal; refuerzos de tipo laminado cuando están formados por dos o más láminas que tienen dos de sus dimensiones mayores que la tercera; y refuerzos en forma de tejido, también llamados estructuras sandwich, cuando la matriz forma un esqueleto que es relleno de un segundo material

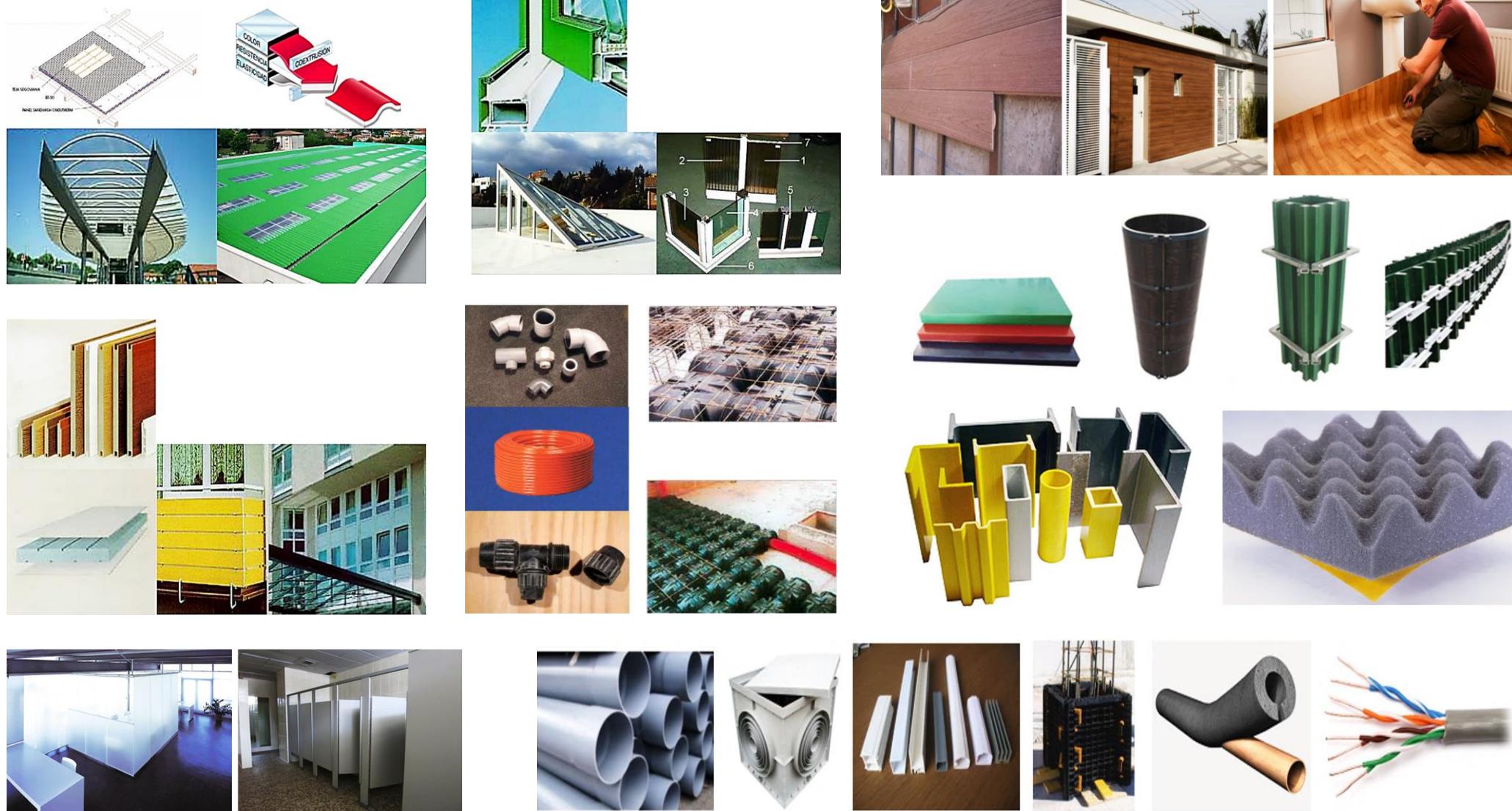


Materiales poliméricos: Plásticos.

Aplicaciones de plásticos en construcción

- **Cerramientos y Particiones** : Láminas de revestimiento, perfiles, carpinterías, acristalamientos y paneles.
- **Revestimientos y pavimentos**: Continuos o discontinuos.
- **Instalaciones**: Tubos, canalizaciones, arquetas y registros, canalizaciones, encofrados, coquillas de aislamiento y cubiertas de conductores.
- **Impermeabilización y barreras de vapor**: Láminas flexibles incluidas en sótanos, cerramientos y cubiertas.
- **Aislamiento térmico**: Polímeros espumados en forma de placas (poliestireno) o proyectados en forma líquida (poliuretano y espumas fenólicas).

Aplicaciones de plásticos en la construcción



Materiales poliméricos: Plásticos.

Normativa de productos plásticos

- En aplicaciones vistas, deben cumplir con la **normativa contra-incendios DB-SI**. Documentos Básicos - Seguridad en caso de Incendio(son combustibles).
- Los aislantes deben **cumplir las Condiciones térmicas (DB-HE > Documento Básico Ahorro de energía) > y acústicas (DB-R > Documento Básico Ruido)**
- Los productos para instalaciones deben cumplir los **Reglamentos de Instalaciones (REBT> Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión, RITE > Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios, ...)**.
- **Distintivos de calidad:** Sello INCE, Marca AENOR
- Algunos productos requieren de marcado CE para su comercialización en la UE:
Productos para **Aislamiento térmico** (EPS, PU, FF) **Productos para instalaciones hidráulicas y eléctricas.**

| | TIPOS MÁS COMUNES | USOS |
|---|-----------------------|--|
| TERMOPLÁSTICOS  | POLIETILENOS | Bolsas, recipientes, contenedores... |
| | POLIÉSTERES SATURADOS | Botellas para bebidas, envases alimenticios... |
| | POLIESTIRENOS | Protectores en embalajes, planchas aislantes... |
| | POLIVINILOS (PVC) | Tuberías de agua y gas, aislantes eléctricos, impermeables, antiguos discos de música... |
| | POLIPROPILENOS | Cajas, estuches con tapa abatible, jeringuillas... |
| TERMOESTABLES  | FENOLES | Aislantes eléctricos, interruptores, bases de enchufe... |
| | AMINAS | Clavijas, interruptores, recubrimientos de tableros... |
| | RESINAS DE POLIÉSTER | Embarcaciones, piscinas, fibras y tejidos... |
| | RESINAS EPOXI | Material deportivo, alas de aviones, adhesivos... |
| ELASTÓMEROS  | CAUCHOS | Neumáticos, mangueras, artículos de goma... |
| | NEOPRENOS | Trajes de submarinismo, rodilleras, correas... |
| | POLIURETANOS | Gomaespuma, piel artificial, guardabarros... |
| | SILICONAS | Prótesis, sondas y tubos de uso médico, cierres herméticos... |

Importancia comercial de los TP.

- **Artículos:** moldeados y extruidos, fibras, películas, hojas, material de empaque, pinturas y bñices
- **Forma comercial:** polvos o pelets en bolsas de 25 Kg
- **Acetales:** mucha rigidez, tenacidad y resistencia al desgaste.
- **Manijas de puertas, componentes de maquinas**
- **Acrílicos:** polimetilmetacrilato PMMA o plexiglas. Polímero amorfo lineal. Transparencia excelente. Ópticas, ventanas de aviones. Baja resistencia al rayado. Pinturas latex, fibras textiles.
- **ABS:** excelentes propiedades mecánicas.
- **Celulosas:** madera y fibras de algodón. Celofan en películas delgadas, fibra para telas
- **Fluoropolímeros:** Teflon. (PTFE) coeficiente de fricción muy bajo. Resistente al ataque químico y ambiental.
- **Poliamidas:** (PA) Nylon. Fuerte muy elástico, inflexible, absorbe agua (desventaja). Fibras textiles.
- **Poliamidas aromáticas:** Kevlar resistencia como el acero. 20 % menos de peso.
- **Polycarbonato (PC)**
- **PP**
- **Poliestireno**
- **PVC**

Bibliografía de consulta recomendada

Tema 11. **Materiales poliméricos**

Ramos M. A.; **Los Plásticos**, Ed. Gustavo Gili, Barcelona, 1978

<http://ocw.usal.es/eduCommons/enseanzas-tecnicas/materiales-ii/contenidos/PLASTICOS.pdf>

- Dietz, A. G. H.; Plásticos para arquitectos y constructores, Ed. Reverté, 2003
- Smith, W.; Fundamentos de ciencia e ingeniería de los materiales, Ed. McGraw-Hill, 1998

webgrafía

[https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_profesores/prof142013/docencia/Tema%2011%20Materiales%20GARQ%20\(2018-19\).pdf](https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_profesores/prof142013/docencia/Tema%2011%20Materiales%20GARQ%20(2018-19).pdf)
<https://inescatalina.wordpress.com/materiales-polimericos/>
<http://www.uclm.es/profesorado/maarranz/Documentos/alumnosmateriales0506/MATERIALES%20POLIM%C9RICOS.doc>
<https://es.slideshare.net/felix21029/estructura-morfologica-de-los-plimeros>
<https://es.scribd.com/document/334552920/Catalizadores-Para-Polimerizacion>
<https://www.slideshare.net/BryGan/clasificacin-de-materiales-polimricos>
<http://slideplayer.es/slide/11658495/> <http://descom.jmc.utfsm.cl/proi/materiales/PLASTICOS/PPLASTICOS.htm>
<http://descom.jmc.utfsm.cl/proi/materiales/PLASTICOS/PPLASTICOS.htm>
<http://iq.ua.es/TPO/Tema1.pdf>
<http://iq.ua.es/TPO/Tema1.pdf>
<http://pslc.ws/spanish/tg.htm>
<http://slideplayer.es/slide/2261754/>
<http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn114.html>
<http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/07/materiales-compuestos.html>
<http://slideplayer.es/slide/3786467/>

Imágenes

<https://www.google.com>
https://www.google.com/search?q=Materiales+polim%C3%A9ricos&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwipjML5jqHhAhXqdd8KHVaxB8AQ_AUIDigB&biw=1680&bih=907

PROHIBIDA LA VENTA
DONADO PARA FINES EDUCACIONALES

MATERIALES BITUMINOSOS, ADHESIVOS, AISLANTES Y PINTURAS
TEMA 12

TEMA 12. **Materiales bituminosos, adhesivos, aislantes y pinturas**

Materiales bituminosos, adhesivos, aislantes y pinturas. Propiedades de los materiales bituminosos. Mezclas bituminosas, normativa, designación y sus aplicaciones. Propiedades de los materiales adhesivos. Proceso de fabricación, productos, designación y aplicaciones. Materiales aislantes. Pinturas y barnices: componentes, tipos y aplicaciones.

Tema 12. **Materiales bituminosos, adhesivos, aislantes y pinturas**

Objetivos Discentes del Tema 12:

- Conocer los materiales y productos de construcción de origen bituminoso, adhesivos, aislantes y pinturas, sus propiedades, normativa, designación y aplicaciones.

Materiales bituminosos, adhesivos, aislantes y pinturas

Materiales bituminosos

• Son mezclas complejas de hidrocarburos pesados y otros componentes (áridos, disolventes, agua, gases,...).

Los hidrocarburos son compuestos orgánicos formados únicamente por átomos de carbono e hidrógeno.

Los hidrocarburos se extraen principalmente del **petróleo** y del **gas natural**.

Son los compuestos orgánicos más simples y pueden ser considerados como las sustancias principales de las que se derivan todos los demás compuestos orgánicos.

El **petróleo** es una mezcla de muchos hidrocarburos de altos y bajos pesos moleculares.

Peso molecular: Masa de una molécula de cualquier sustancia pura, cuyo valor es el de la suma de los átomos que la componen.

El **gas natural** es una mezcla de metano (en gran proporción), etano y propano (en menor proporción).

- Se obtiene del petróleo: **asfaltos, betunes, alquitranes o breas, carbón y materiales vegetales.**
- Tienen una **textura grasa y color oscuro** (negro, marrón).
- Presentan una **alta adhesividad en caliente, coeficiente de dilatación elevado y son impermeables.**
- **Aplicaciones:** adhesivos, impermeabilización y materiales compuestos aglomerados

Tipos de materiales bituminosos

• **Betunes:** Residuo sólido o viscoso de materiales fósiles. Materia prima de los productos bituminosos.

Tipos de betunes:

• **Asfáltico:**

de destilación (petróleo). Estos betunes, **preparados por destilación de hidrocarburos naturales** (petróleo) se presentan como sólidos o semisólidos a temperatura ambiente, por lo que para poder usarlos en obra es preciso calentarlos a fin de reducir su viscosidad.

Destilación es el proceso de separar las distintas sustancias que componen una mezcla líquida mediante vaporización y condensación selectivas.

de oxidación (oxiasfalto) es un asfalto oxidado obtenido a partir de crudo de petróleo refinado y posteriormente sometido a un proceso de oxidación con catalizador, mediante una corriente de aire caliente.

Oxidación del asfalto Es una reacción entre el **asfalto** y el oxígeno; Es una forma de polimerización (formación de moléculas más grandes que genera una estructura rígida) con el objetivo de mejorar sus características.

polimérico (modificado) Se definen como betunes asfálticos modificados con polímeros, los ligantes hidrocarbonados resultantes de la interacción física y/o química de polímeros con un betún asfáltico.



• **Alquitrán:** obtenido por destilación destructiva de carbones y otros materiales vegetales.

El residuo de su destilación se llama **Brea** (Pez).

Pirolisis es la descomposición química de materia orgánica y todo tipo de materiales, excepto metales y vidrios, causada por el calentamiento a altas temperaturas en ausencia de oxígeno.

• **Asfalto:** Mezcla natural o artificial de betunes y materiales inertes de pequeño tamaño.



El petróleo (del griego: «aceite de roca») Es una mezcla de compuestos orgánicos, Principalmente hidrocarburos insolubles en agua.



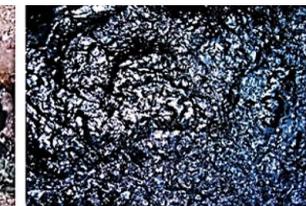
El gas natural es una mezcla de gases, principalmente metano, etano, propano y butano, que se formó en las profundidades de la tierra, hace millones de años.



El Betún es la mezcla de hidrocarburos naturales o de petróleo, sólidos, viscosos o líquidos, conteniendo una pequeña proporción de productos volátiles; tiene propiedades aglomerantes es completamente soluble en el sulfuro de carbono. Se caracteriza por tener muy buena penetración, elasticidad y flexibilidad.



El alquitrán es una sustancia líquida bituminosa, viscosa, oscura y de olor fuerte, que se obtiene de la destilación destructiva de ciertas materias, principalmente de la hulla, el petróleo, la turba, los huesos y de algunas maderas resinosas y otros materiales vegetales y minerales



La brea es un residuo de la pirolisis de un material orgánico o destilación de alquitranes



El asfalto, también denominado betún, es un material viscoso, pegajoso y de color plomo. Se utiliza mezclado con arena o gravilla para pavimentar caminos y como revestimiento impermeabilizante de muros y tejados.

Materiales bituminosos, adhesivos, aislantes y pinturas

Propiedades de los materiales bituminosos

- **Comportamiento térmico:** Presentan una **temperatura de reblandecimiento (PTT)** y de **fusión (TF)**.

Temperatura de reblandecimiento (PTT) : Temperatura a partir de la cual un material plástico pasa de un estado rígido a un estado gomoso y blando.

Temperatura de fusión (TF) : Es la temperatura a la cual la materia pasa de estado sólido a estado líquido, se funde.

(Todas sus propiedades dependen de la temperatura)

(Tienen un alto coeficiente de dilatación (protección))

Coeficiente de dilatación térmica: es el cociente que mide el cambio relativo de longitud o volumen que se produce cuando un cuerpo sólido o un fluido dentro de un recipiente cambia de temperatura provocando una dilatación térmica.

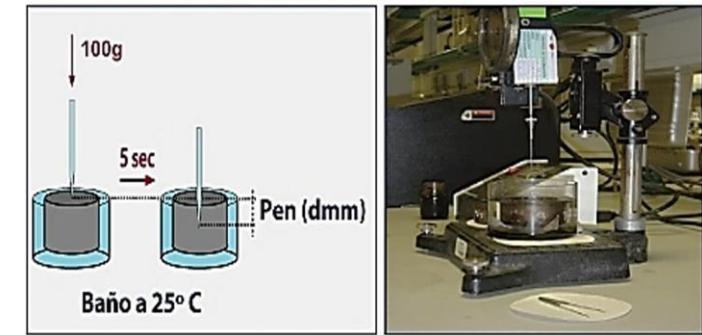
- **Penetración:** Baja resistencia al punzonamiento.

Es una medida de la consistencia del producto y se determina midiendo, en décimas de milímetro, la penetración de una aguja normalizada que entra en una muestra en unas condiciones específicas de tiempo, temperatura y carga.

- **Viscosidad:** Consistencia espesa y pegajosa de una cosa. Depende de **TTV**. Determina la temperatura a la que se puede conformar.

Temperatura de transición vítrea T_g o TTV es la temperatura de reblandecimiento de un material con calor.

Ensayo de penetración

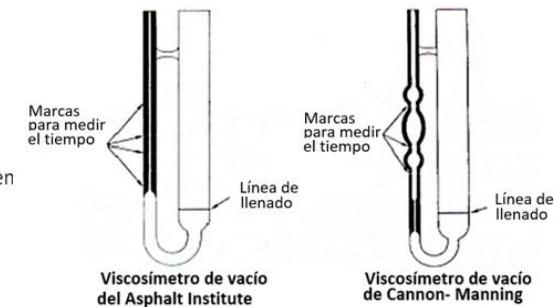


Penetrómetro: Mide la consistencia del asfalto a 25°C

Ensayo de viscosidad

Permite conocer los valores de resistencia del asfalto a fluir. Este ensayo se puede realizar a temperaturas de 60°C o de 135°C.

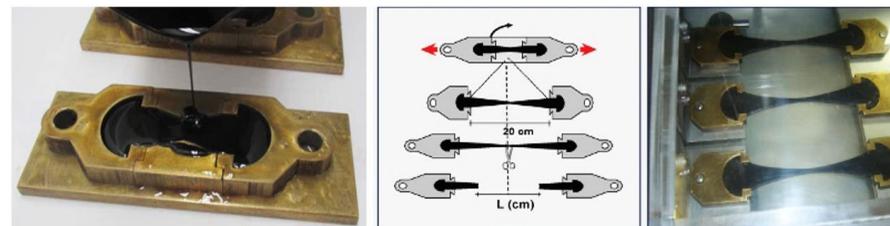
A 60°C se efectúa la viscosidad absoluta y se utiliza un viscosímetro capilar, el cual se coloca en un baño de aceite a temperatura constante. Se incorpora el asfalto precalentado hasta que llegue a la marca de llenado.



- **Ductilidad:** Los materiales bituminosos tienen alta ductilidad (pueden deformarse plásticamente, dependiendo de la T^a).

Se mide por el alargamiento, antes de producirse la rotura, de una probeta de material bituminoso estirada por sus extremos con una velocidad constante.

Recuperación Elástica (100%) = $100(L/20)$



- **Durabilidad:** Se descomponen con los rayos UVA y se rigidizan con el frío. Necesitan protección.

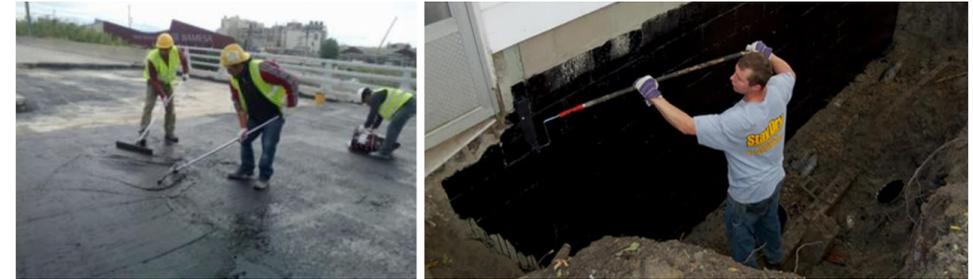
Materiales bituminosos, adhesivos, aislantes y pinturas

Productos bituminosos

- **Másticos:** Mezclas de betunes y cargas minerales conformables en caliente.
- **Láminas:** Productos conformados con másticos.
Pueden ser: Reforzadas con fibras (tejidos o fieltros).
o Láminas poliméricas; No protegidas o autoprotectidas.
- **Placas:** Losetas y pavimentos deportivos.
- **Imprimadores y pinturas:** para preparación o impermeabilización de soportes.

Se aplican en caliente, en frío o en emulsión acuosa.

- **Adhesivos:** Para unión de láminas, placas, ...
- **Aglomerados asfálticos:** Pavimentos de rodadura.

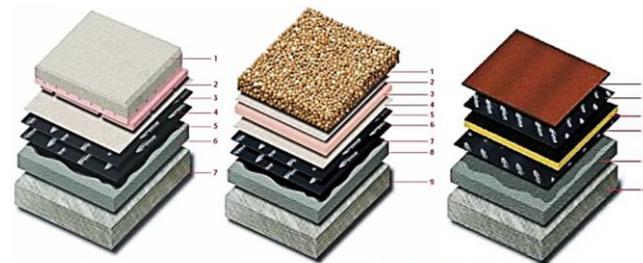


Aplicaciones de materiales bituminosos

- **Impermeabilizaciones:** Aplicación principal en edificación.
Las soluciones habituales combinan diferentes productos: Imprimaciones, láminas y adhesivos.
Se utiliza en cubiertas, cerramientos y sótanos. La continuidad es un requisito fundamental.
En aplicaciones al exterior es necesario proteger las láminas de los agentes ambientales.
- **Pavimentos asfálticos:** Placas y aglomerados asfálticos.
- **Protección de materiales metálicos:** Pinturas.



Aplicaciones materiales bituminosos



Soluciones de Impermeabilización de cubiertas con láminas bituminosas



Soluciones de Impermeabilización de elementos en contacto con el terreno con láminas bituminosas



Impermeabilización de muros



Pavimentos de rodadura

Materiales bituminosos, adhesivos, aislantes y pinturas

Materiales adhesivos

- Materiales poliméricos capaces de unir dos sustratos (**soporte** y **adherendo**) por superficies de contacto.

Se distingue entre materiales adhesivos y selladores:

Los selladores mantienen juntos los productos, garantizando la estanquidad de una unión (junta).

Los adhesivos tienen la capacidad de transferir tensiones del producto soportado al soporte.

- Se aplican en forma pastosa y endurecen con el tiempo.
- La rigidez del adhesivo debe ser menor que la del soporte (no deben transmitirse tensiones al adherendo).
- Deben ser deformables (desplazamientos relativos).

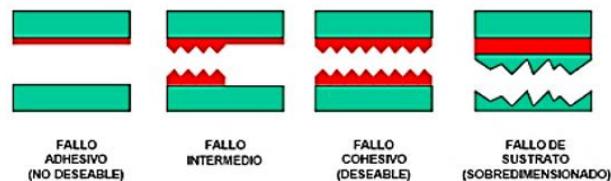
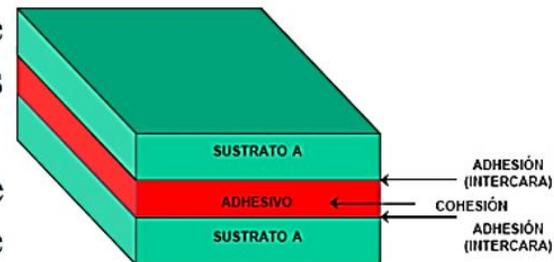


MECANISMOS DE UNIÓN

Mecánica: compresión

Cohesión: capacidad de unión entre las partículas de un material (fuerzas internas o de cohesión).

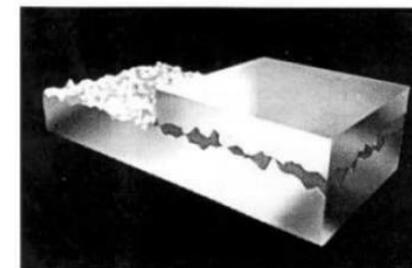
Adhesión: capacidad de unión de las partículas de dos materiales diferentes (fuerzas de adhesión).



Mecanismos de fallo de una unión

MECANISMOS DE ADHESIÓN

- Los mecanismos de adhesión pueden ser de dos tipos:
 - Mecánica: anclaje o penetración física del adhesivo en los huecos de un soporte rugoso.
 - Físico-química: Por mojado/adsorción (tensión superficial) y enlaces químicos (fuertes o débiles).



Adhesión mecánica



Adhesión físico-química

Materiales bituminosos, adhesivos, aislantes y pinturas

Propiedades de los materiales adhesivos

Relativas a su aplicación (estado pastoso):

Viscosidad: capacidad de conformación y mojado.

Tiempo de aplicación: hasta que se rigidizan.

Curado: proceso por el que el adhesivo adquiere sus propiedades finales (activadores y catalizadores).



Relativas a su comportamiento (endurecido):



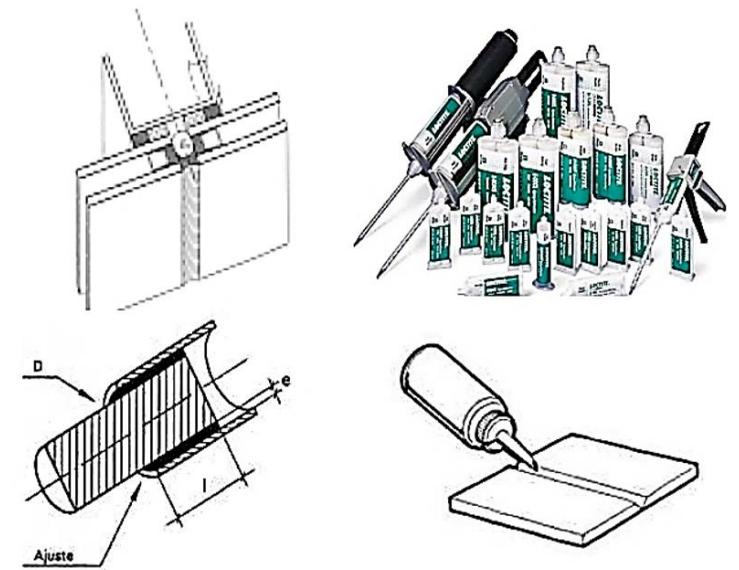
Rigidez y resistencia: Determinan la Deformabilidad, tenacidad y capacidad de transmitir las tensiones.

Adhesión: Adecuada para garantizar la continuidad.

Higro-térmicas: Dependencia de la temperatura (TTV).

Durabilidad: Sensibles a rayos UVA (envejecimiento).

Aplicaciones de materiales adhesivos



Aplicaciones de materiales adhesivos



Uniones adhesivas

Materiales bituminosos, adhesivos, aislantes y pinturas

Tipos de materiales adhesivos I

Una primera clasificación de los adhesivos es dividirlos en función de su origen o naturaleza, así pues, tenemos adhesivos de origen natural y adhesivos de origen sintético.

Los **adhesivos de origen natural** son aquellos que se producen o se extraen de los recursos naturales de nuestro planeta, recursos como los vegetales o animales, el almidón, las colas de caseína o el caucho natural son ejemplos de adhesivos naturales.

Los **adhesivos de origen sintético** son aquellos que no se encuentran en la naturaleza y son diseñados y fabricados por el hombre en laboratorio gracias a los avances científicos en el campo de la química. Los adhesivos de origen sintéticos están basados en polímeros, siendo los más usados debido a las altas propiedades mecánicas, físicas y químicas que poseen estos adhesivos frente a los adhesivos de origen natural.

• **Por su origen:** **Naturales:** Colas vegetales (aglutinantes) o **Animales.** **Sintéticos:** Polímeros sintéticos en forma pastosa.



Adhesivo vegetal de base acuosa, fabricado a partir de gama de dextrinas y almidones (nativos y modificados), tanto de maíz como de mandioca o trigo, por procesos simples. Son totalmente solubles. Excelente adhesión en papeles y cartones.



La **cola animal** es una sustancia adhesiva de naturaleza proteica que se obtiene por hidrólisis del colágeno presente en las pieles, los huesos, las pezuñas y los tejidos de los animales. Esta cola de origen orgánico se emplea casi en exclusiva en los trabajos de restauración, donde son muy apreciadas por su buena adherencia, elasticidad y reversibilidad. Este tipo de cola se comercializa en forma de polvo, bolitas o tabletas de color ámbar, que se deben fundir mezcladas con agua para su posterior uso.



Adhesivo sintético
Contiene un componente básico, que es un polímero o macromolécula de origen sintético, fabricado industrialmente

• **Por su naturaleza:** **Orgánicos** (elastomérico y plásticos) **Inorgánicos** (siliconas) **Mixtos** (cementos cola y yesos cola)

Orgánicos: Son materiales derivados de fuentes como plantas y animales, e incluyen las gomas, el almidón, la dextrina, el flúor de soya y el colágeno.

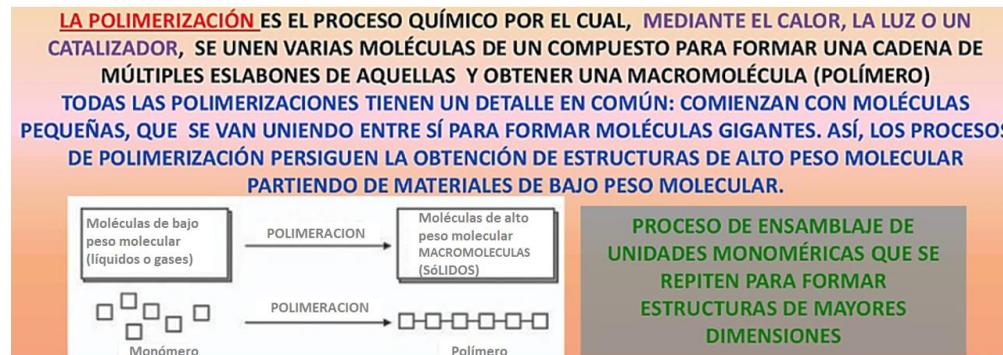
Este tipo de adhesivos se limita aplicaciones de baja tensión.

Inorgánicos: se basan principalmente en el silicio de sodio y el oxocloruro de magnesio, aunque el costo de estos es relativamente bajo, su resistencia es similar a los naturales.

Mixtos: Cuentan con monómeros y polímeros al mismo tiempo, creando adherencia química y mecánica. Los cementos cola son adhesivos mixtos. Adhesivos mixtos de epoxi y poliuretano.

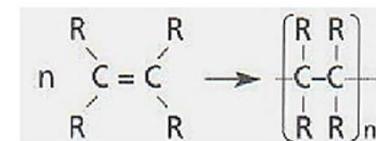
• **Por su mecanismo de formación:** **Prepolimerizados:** el polímero ya existe antes de la aplicación (termoplásticos).

Reactivos: se polimerizan una vez aplicado. (Polimerización por adición o condensación).



Polimerización por Adición

Se forman por la unión sucesiva de monómeros que tienen uno o más enlaces dobles y triples



Polimerización por Adición



POLIMERIZACION POR CONDENSACION

Se forman por reacción de dos grupos funcionales diferentes, para dar lugar a un nuevo tipo de función

Ej. Es la formación de un polímero llamado Polietilentereftalato (PET) reacciona con el ácido tereftálico con el etilenglicol (etanodiol)



Adhesivos Prepolimerizados: En este tipo, el polímero ya forma parte del adhesivo antes de su aplicación, por lo que no hay polimerización durante el fraguado del adhesivo.

En fase líquida) Soluciones acuosas como los cementos, las colas o el almidón.

Soluciones orgánicas como el caucho natural.

Emulsiones o líquidas como los adhesivos en base a PVC.

En fase sólida) Adhesivos piezosensibles como los adhesivos de contacto o las cintas adhesivas.

Adhesivos termofusibles (hot - melt) El término termofusible define su forma de aplicación.

Se suministran en forma de resina sólida, que se vuelven líquidas con la aplicación del calor y que se vuelven a endurecer cuando se enfrían.

Adhesivos Reactivos No contienen agua ni disolventes orgánicos. Polimerizan por reacciones químicas.

a) Que curan mediante **poliadición** como los cianoacrilatos, los anaeróbicos o los acrílicos.

b) Que curan mediante **policondensación** como los epoxis o las siliconas.



Materiales bituminosos, adhesivos, aislantes y pinturas

Tipos de materiales adhesivos II

Por su comportamiento endurecido:

- **Rígidos:** Estructura semicristalina y elásticos (TTV alta).
Tienen alta resistencia y baja deformabilidad.
(Epoxi, cianoacrilatos, anaeróbicos (para metales, ...)).
- **Elastoméricos (flexibles):** **Alta deformación elástica.**
Se utilizan principalmente como sellantes.
(Siliconas, poliuretanos, silanos modificados).
- **Tenaces:** Tienen fases semicristalinas y elastoméricas.
Mejor comportamiento dinámico (amortiguamiento).
(Acrílicos, epoxi tenaz, cianoacrilato tenaz).
- **Espumas:** Incorporan agentes aireantes (poliuretanos).



ADHESIVOS ESTRUCTURALES TENACES

- TIENEN RESISTENCIA MEDIA FRENTE A ESFUERZOS NORMALES, DE CORTADURA, DE PELADO, DESGARRO Y DINAMICOS DE IMPACTO
- GRAN CAPACIDAD DE RELLENO
- TIPOS:
 - RESINA DE POLIESTER INSATURADO UV
 - MASILLA DE POLIESTER CON ACTIVADOR
 - ADHESIVOS ACRILICOS UVY BICOMPONENTES
 - ADHESIVOS ANAEROBICOS UV Y ESTRUCTUR.
 - ADHESIVOS SILANOS MODIFICADOS

RESINA DE POLIESTER LIQUIDA SIN ACTIVAR

MASILLA DE POLIESTER CON FIBRA DE VIDRIO

ADHESIVO ACRILICO

ADHESIVO SILANO MODIFICADO

Materiales bituminosos, adhesivos, aislantes y pinturas

Materiales aislantes

- Tienen un comportamiento aislante frente a acciones térmicas y/o acústicas.
- Se utilizan para mejorar el comportamiento térmico y acústico de cerramiento, cubiertas, particiones, etc.
- Presentan una baja densidad, debida a su porosidad.
- No tienen buena resistencia mecánica, por lo que se suelen situar en cámara (protegido a ambos lados).
- Pueden ser productos conformados (placas o mantas) o conformarse in situ (morteros proyectados y espumas).
- Algunos se utilizan como protección frente a fuego (incombustibles e ignífugos).

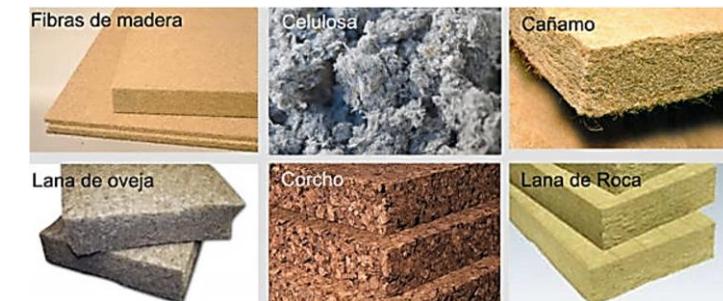
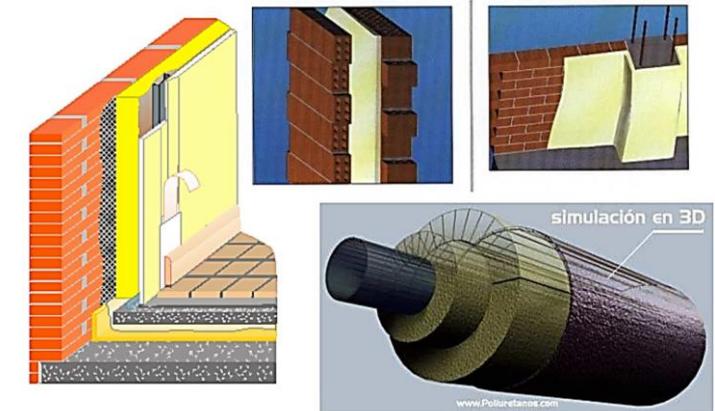
Tipos de aislantes térmicos

- **Minerales:** Constituidos por materiales inorgánicos aglomerados o conglomerados.
(Fibra de vidrio, lana de roca, vidrio celular, arcillas expandidas, morteros y hormigones aligerados).
- **Orgánicos:** Pueden ser de **origen natural** (corcho, madera) o **artificial** (polímeros espumados: EPS, PU).
Requieren protección (son combustibles).
- **Compuestos:** Laminados que incorporan materiales aislantes (sandwich y aglomerados derivados).
Normalmente incorporan el acabado del elemento constructivo.

Normativa sobre Materiales aislantes <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia-sobre-materiales-aislantes-y-eficiencia-energetica-fenercom-2012.pdf>

- Es de aplicación la propia de cada tipo de material.
- **Código Técnico de la Edificación:** Aislamiento térmico (DB-HE) Protección frente al ruido (DB-R) Protección contra-incendios (DB-SI).
- Los materiales aislantes requieren de Mercado CE. (Permiten cumplir el requisito esencial de aislamiento).
- **Distintivos de calidad:** Sellos INCE - Marca AENOR.

Aplicaciones de materiales aislantes



Materiales bituminosos, adhesivos, aislantes y pinturas

Pinturas y barnices



Se denomina **barniz** el producto constituido solamente por ligantes (resinas o aceites) y disolventes, mientras que la **pintura** consta de ligantes, pigmentos y disolventes.

- Son Materiales fluidos que se aplican sobre un soporte en capa fina.
- Al secar forman una película sólida adherida al soporte.
- Si la película es opaca se denomina pintura y si es traslúcida se denomina barniz (para maderas y metales).
- Protegen al soporte de los agentes ambientales y actúan como material de acabado.
- El procedimiento de aplicación condiciona el acabado.
- Están compuestos de fases líquidas (vehículos y aglutinantes) y sólidas (pigmentos, cargas y fibras).
- Debe ser compatible con el soporte.

Propiedades de las Pinturas

• En estado líquido:

Homogeneidad: color, aspecto y mezcla de fases.

Viscosidad: adherencia al soporte, extensibilidad y procedimiento de aplicación.

Tamaño de partícula: condiciona la aplicación.



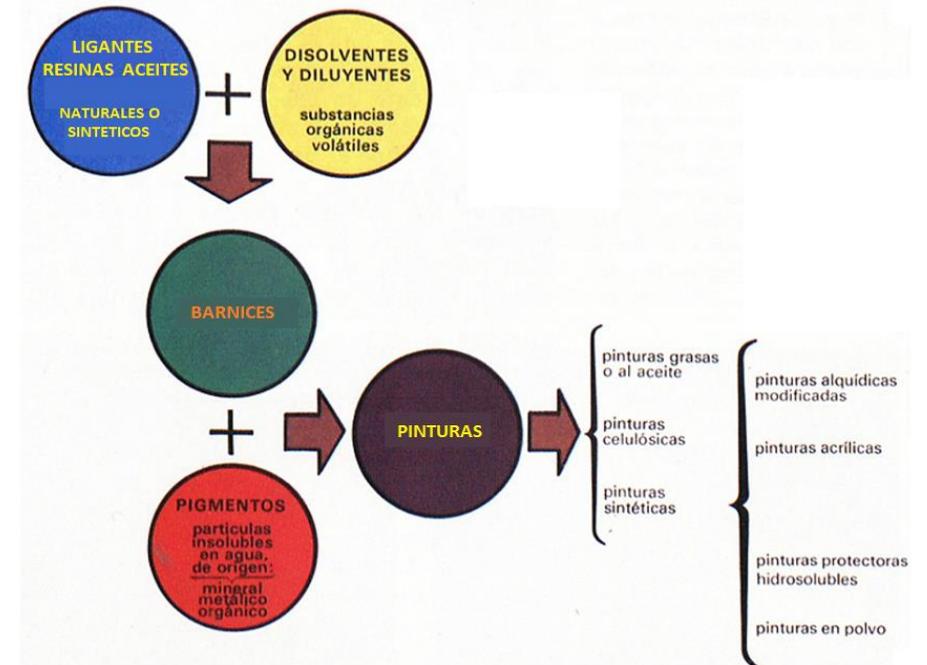
• En estado seco:

Físicas: Espesor de película, compatibilidad con el soporte, adherencia y comportamiento higo-térmico.

Químicas: Compatibilidad con el soporte y el ambiente.

Durabilidad: resistencia a la intemperie (exteriores), envejecimiento e inflamabilidad (orgánicas).

CLASIFICACIÓN Y COMPOSICIÓN FUNDAMENTAL DE PINTURAS Y BARNICES



Materiales bituminosos, adhesivos, aislantes y pinturas

Tipos de Pinturas

- Por su composición se distinguen:

Orgánicas naturales:

Las pinturas naturales para interiores no contienen disolventes orgánicos volátiles tóxicos y su composición es a base de aceites vegetales, sobre todo de lino, resinas naturales y caseína; O de derivados cítricos y silicatos cuando son para exteriores. Al óleo y temple o tempera (pintura de cola).

Orgánicas sintéticas:

Llamadas pinturas plásticas, el aglutinante es una resina polímera con vehículo de agua. Acrílica, nitrocelulósica, plástica, epoxi, cloro-caucho, poliuretano, vinílica, bituminosa.

Minerales:

Pinturas minerales describe las pinturas con ligantes minerales.

Existen ligantes minerales relevantes en el campo de las pinturas: la cal, el cemento y el silicato.

La **pintura silicato** es un revestimiento mineral, presenta buena permeabilidad y transpirabilidad, antiestática y no emite gases ni radiaciones nocivas tanto en el proceso de pintado como después de aplicada y seca la pintura.

- Por su aplicación, pueden ser:

Para exterior: Sintéticas y minerales.

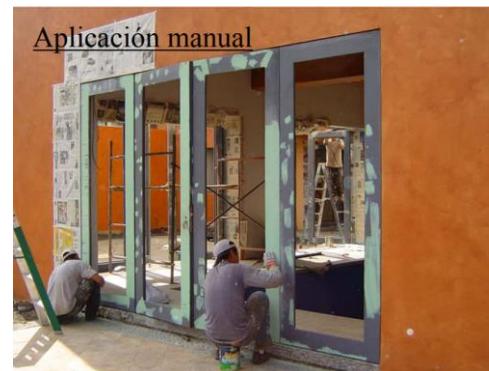
Para interior: Temple, plástica, acrílica, a la cal.

Procedimientos de aplicación de pinturas

- **Manual:** mediante brocha, espátula, esponja o rodillo.
Acabados: liso, picado, rallado, lavado.
- **Por proyección mecánica** (pistola):
Alto rendimiento. Acabados: liso y rugoso (gotelé).
Procedimientos:
Atomización por aire (convencional).
Sin aire (airless): permite mayores espesores.
Pistola electrostática: para formas complejas.

Control de calidad

- **En estado líquido**, se caracteriza:
Aspecto y estabilidad: color, homogeneidad – Viscosidad – Densidad – Temperatura de inflamación – Condiciones de aplicación.
- **En estado seco**, se ensaya:
Aspecto: brillo, color, espesor de película – **Adherencia** – Resistencia a la abrasión – **Durabilidad:** resistencia a mohos, amarilleo, intemperie.



Bibliografía de consulta recomendada

Tema 12. **Materiales bituminosos, adhesivos, aislantes y pinturas**

Hernández Rubio, Rosana.; INTRODUCCION MATERIALES DE CONSTRUCCION. UPSAM

- Doran, D. K.; Construction materials reference book, Ed. Butterworth, 1992.
- González Martín, J; La pintura en la construcción, Fundación Escuela de la Edificación, COAATM, 1997.
- Hornbostel, C.; Materiales para construcción. Tipos, usos y aplicaciones, Ed. Limusa Wiley, 2002

webgrafía

[https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_profesores/prof142013/docencia/Tema%2012%20Materiales%20GFAU%20\(2017-18\).pdf](https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_profesores/prof142013/docencia/Tema%2012%20Materiales%20GFAU%20(2017-18).pdf)

https://pt.slideshare.net/josuefr_28/diferencias-ylosusosdelalquitranybrea-55109540/2

<https://www.textoscientificos.com/quimica/hidrocarburos/propiedades-bituminosos>

<https://cintasadhesivas.wordpress.com/2009/11/>

<https://www.losadhesivos.com/clasificacion-de-los-adhesivos.html>

<https://www.slideshare.net/juancarlosrubio/ut-12-adhesivos-estructurales>

https://www2.ulpgc.es/hege/almacen/download/7071/7071377/curso_de_adhesivos.pdf

<https://diccionario.motorgiga.com/diccionario/pinturas-y-barnices-definicion-significado/gmx-niv15-con195142.htm>

Imágenes

<https://www.google.com>

https://www.google.com/search?q=Materiales+bituminosos,+adhesivos,+aislantes+y+pinturas&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj0lKnDmKHhAhXpYd8KHWapB4cQ_AUIDigB&biw=1680&bih=907

PROHIBIDA LA VENTA
DONADO PARA FINES EDUCACIONALES

SELECCIÓN DE MATERIALES E INNOVACIÓN
TEMA 13

TEMA 13. **Selección de materiales e innovación**

Selección de materiales e innovación. Incorporación de los materiales a la arquitectura. Criterios de selección de materiales de construcción. Adecuación, compatibilidad y durabilidad. Investigación, desarrollo e innovación en materiales y productos de construcción.

TEMA 13. **Selección de materiales e innovación**

Objetivos Discentes del Tema 13:

- Seleccionar, usando criterios objetivos, la aplicación en construcción arquitectónica de materiales a casos concretos, cumpliendo con sus requisitos formales, tecnológicos, normativos y de calidad.
- Conocer las tendencias actuales en la innovación en Materiales de construcción en Arquitectura.

Selección de materiales

Los materiales en la Arquitectura

El material es una condición de existencia para todas las artes plásticas, aun cuando es una condición necesaria, no es suficiente.

El material es considerado en función de su utilidad y esto deriva de las cualidades que aquél ofrece: **plasticidad** o propiedad de la materia que le permite adoptar una forma y conservarla, y **resistencia** u oposición activa del material a la acción del artista.

El material arquitectónico cumple dos funciones: **la constructiva y la ornamental**

- La incorporación de los materiales en una obra de Arquitectura requiere de una selección adecuada.
- Hay que tener en cuenta aspectos relacionados con el material y con su aplicación (adecuación y compatibilidad).
- La durabilidad dependerá de la naturaleza del material y del ambiente al que se exponga (agentes exteriores).
- De acuerdo con los requisitos a cumplir, se pueden definir criterios de selección:

De diseño
Tecnológicos
De fabricación y puesta en obra.

Adecuación, compatibilidad y durabilidad de Materiales

• Adecuación:

Trata todos los aspectos derivados de las funciones que cumplen los materiales en la Arquitectura (estéticas, constructivas y estructurales).

• Compatibilidad:

Los materiales forman parte de elementos constructivos dentro de un sistema. Sus propiedades deben ser compatibles con otros materiales del elemento constructivo.

• Durabilidad:

La vida útil de los materiales depende de los agentes que actúen sobre ellos. Viene determinado por el ambiente al que se expongan.



Selección de materiales

Criterios de selección de materiales

- A la hora de seleccionar materiales para su aplicación constructiva, hay que tener en cuenta distintos aspectos:

Diseño arquitectónico: expresividad de los materiales (propiedades organolépticas), modulación, composición y adecuación al entorno.

Propiedades tecnológicas: físicas, químicas y mecánicas.

Fabricación / puesta en obra: Viabilidad de la ejecución.

Económico: coste de material, mano de obra y equipos.

Medioambientales: Consumo de recursos.

- Es necesario obtener información sobre el material.

Criterios tecnológicos de selección

- **Propiedades mecánicas** (rigidez, resistencia, ductilidad).
- **Condiciones de habitabilidad** Térmicas, Hídricas, acústicas, ópticas, Seguridad de uso.
- **Compatibilidad:** física, química y mecánica.
- **Durabilidad**

Comportamiento frente al agua y los agentes atmosféricos.
Resistencia a ataques químicos y biológicos.
Mantenimiento de sus propiedades mecánicas.
Resistencia a las acciones de uso (desgaste).
Comportamiento frente al fuego.

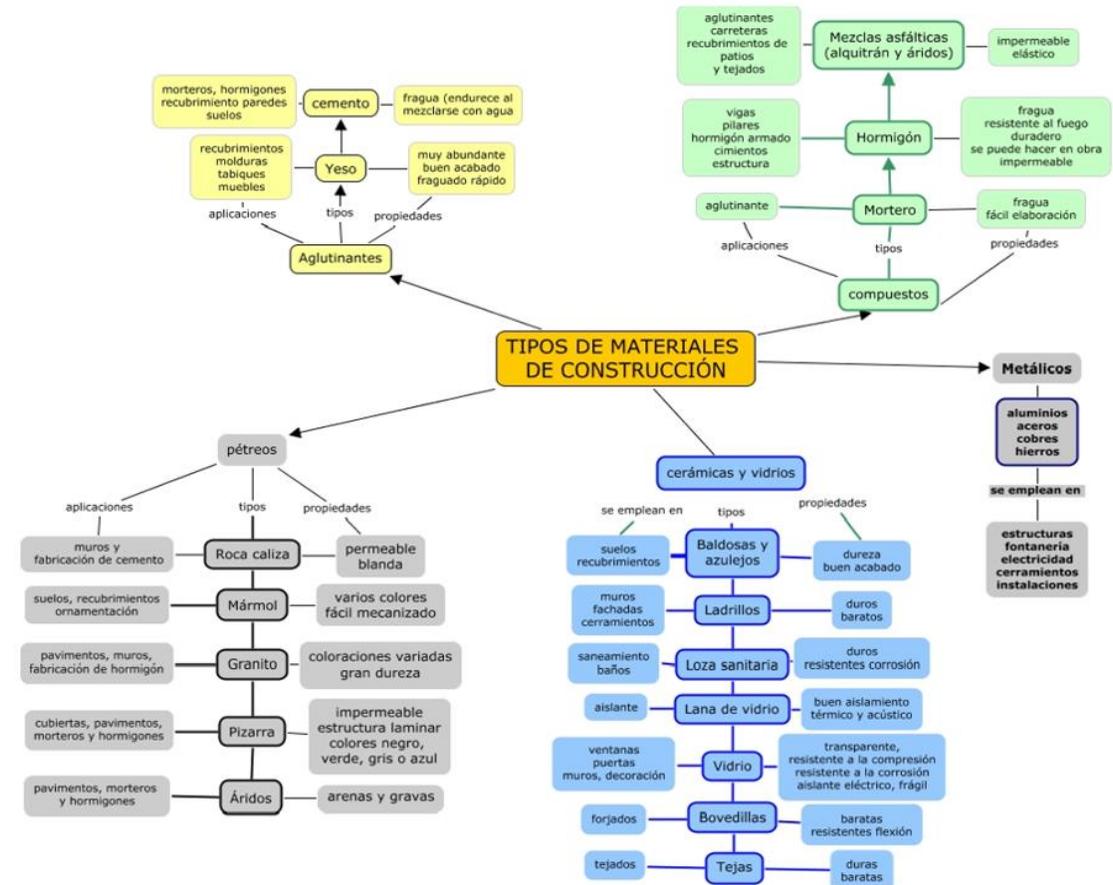
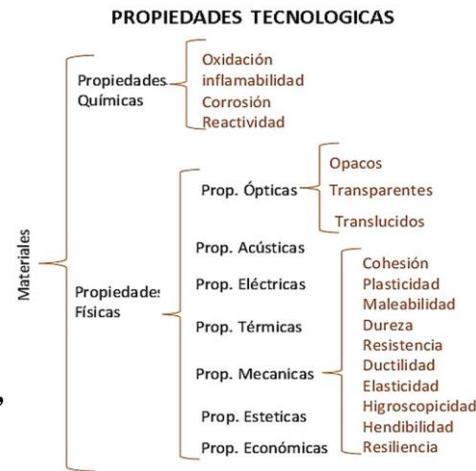
Criterios de fabricación y puesta en obra

- Incluyen todos los procesos, técnicas, sistemas y equipos necesarios para la fabricación, conformación, transporte, colocación y puesta en obra de materiales.

- Condicionan la viabilidad de la incorporación de los materiales y productos en una obra concreta.

- Hay que considerar aspectos como:

- Disponibilidad y precio
- Fiabilidad de la ejecución
- Especialización de los trabajadores y equipos necesarios.
- Seguridad
- Velocidad de ejecución
- Consumo de recursos (naturales, agua y energía).



Selección de materiales

Normativa y Calidad

- Los materiales y productos de construcción deben cumplir la normativa en función de su aplicación.
- Actualmente, la normativa define unas especificaciones de productos (requisitos) que debe cumplir.
- La nueva normativa define las prestaciones que debe proporcionar el material (Código Técnico).
- Las prestaciones se derivan de los requisitos esenciales (Marcado CE, obligatorio).
- Los distintivos de calidad certifican el cumplimiento de especificaciones de materiales para una aplicación.
- Facilitan la selección de materiales.

Investigación, Desarrollo e Innovación en Materiales (I+D+I)

- Existen diferentes líneas de investigación que buscan producir nuevas soluciones para la construcción:
Estudio de propiedades y comportamiento de materiales (Ciencia de Materiales).

Desarrollo de nuevos materiales (Ingeniería).

- Nuevos procesos de fabricación.
- Variaciones de composición, estructura y propiedades de los materiales (Nuevos Materiales).
- Desarrollo de productos y nuevas aplicaciones.

Desarrollo de nuevos sistemas constructivos (Tecnología de la Construcción).

Progreso en Materiales de Construcción

- Persigue mejorar y aumentar las prestaciones de los materiales y productos de construcción para aplicaciones concretas.
- Especialización de los productos de construcción condicionando su forma y colocación.
 Las formas son más complejas y se consiguen gracias al avance de las técnicas de fabricación.
- La industrialización de la fabricación permite garantizar las características (físicas y mecánicas), incrementando la fiabilidad.
- Líneas : materiales modificados y compuestos.



Espuma de Aluminio



Cemento con la capacidad de absorber e irradiar energía luminica



Vidrio Inteligente



Hormigón Translúcido



Refuerzo antisísmico



En Japón han fabricado una fibra de carbono termoplástica llamada CABKOMA Strand Rod, cual está cubierta con fibras sintéticas e inorgánicas, revestida con una resina termoplástica.

Selección de materiales

Nuevos Materiales de Construcción

El desarrollo de Nuevos Materiales para construcción se realiza actualmente en dos campos principales:

Materiales de altas prestaciones y Materiales sostenibles.

Materiales de altas prestaciones: provienen de la Ingeniería (Civil, Industrial, Aeroespacial).

Avances en HORMIGONES:

-AUTOCOMPACTANTE: es un tipo de hormigón que se caracteriza por la propiedad de fluir y rellenar cualquier parte del encofrado solamente por la acción de su propio peso, sin ser necesaria una compactación por medios mecánicos.

Las principales **propiedades del Hormigón Autocompactante** en su estado fresco son su **fluidez y resistencia a segregación**.

Las **diferencias esenciales y ventajas** de estos hormigones con respecto a los tradicionales radican en:

Gran fluidez debida al empleo de superplastificantes.

No necesitan de vibrado, **compactándose por la acción de su propio peso**.

Poca influencia que tiene la puesta en obra en su **calidad**.

Gran **facilidad de relleno de moldes** aunque sean estrechos y de formas complejas.

-ALTA RESISTENCIA: Son concretos de **resistencias superiores a 350 Kg/cm²** (5.000 PSI).

Se especifican con gravilla fina, común y medida; pueden ser bombeados.

Ventajas · Permite una mayor rotación de cimbrado y menos tiempo de uso.

· **Se pueden diseñar menos secciones estructurales**, con ahorro en áreas de construcción.

· Mayor rendimiento en ejecución de obras.

· **Permite disminuir cuantías de refuerzo** en los diseños. · Ideal para sistemas industrializados.

-ECC (compuestos cementantes de ingeniería): Se trata de un material de aspecto externo muy parecido al hormigón convencional,

aunque con 500 veces más resistencia a roturas por sobrecarga. Por otra parte, su peso es un 40% mas ligero.

Estas propiedades están conseguidas mediante la inclusión en la mezcla de un 2% de fibras especiales.

Para su elaboración se utilizan también los componentes habituales del hormigón, excepto áridos gruesos, tratados o producidos de forma sintética para contribuir a la flexibilidad del compuesto.

En condiciones normales el hormigón **ECC** se comporta como el hormigón convencional, pero cuando es sometido a grandes tensiones, la red de fibras integradas en el compuesto se estira y se desliza ligeramente con respecto al componente rígido, evitando así la fragilidad y rotura total del elemento.

-REFORZADOS CON FIBRAS CORTAS: Los hormigones reforzados con fibras son aquellos que, para mejorar alguna propiedad, incluyen en su composición fibras cortas, discretas y distribuidas aleatoriamente en la masa.

Las fibras pueden ser de acero, poliméricas o de vidrio.

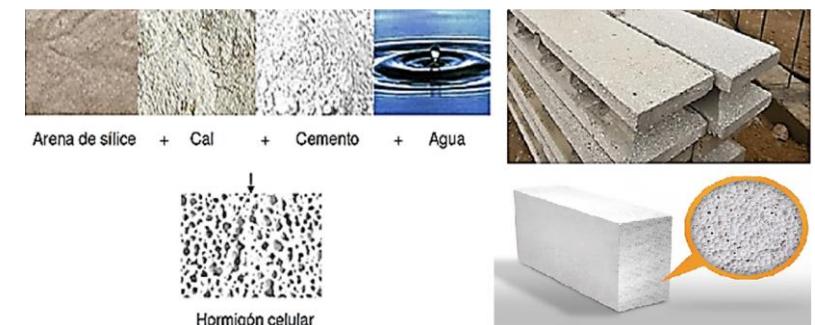
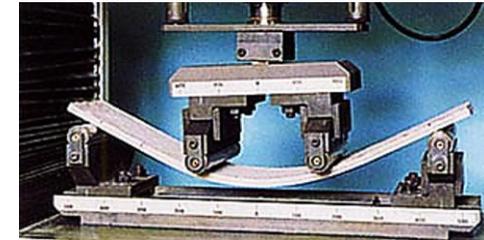
-CONTROL DE RETRACCIÓN: Permite la realización de pavimentos prácticamente sin juntas, para crear espacios diáfanos en centros comerciales, museos, industria alimentaria y otras instalaciones industriales.

Aplicaciones en obra civil como tableros puente.

Beneficios: Se reduce la retracción por secado, lo que permite mayores espacios entre juntas.

Reparación en toda aplicación que tenga un elevado riesgo de fisuración.

-AUTOCLAVE: El hormigón celular curado en autoclave (**HCCA**) es una mezcla de aglomerantes, áridos finamente molidos y agua, más el agregado de un agente expansor que genera por reacción química burbujas de aire, dosificados automáticamente en un proceso industrial y sometidos a un curado a alta presión en autoclaves de vapor de agua.



Selección de materiales

Nuevos Materiales de Construcción

El desarrollo de Nuevos Materiales para construcción se realiza actualmente en dos campos principales: **Materiales de altas prestaciones y Materiales sostenibles**

Materiales de altas prestaciones: provienen de la Ingeniería (Civil, Industrial, Aeroespacial).

Avances en MORTEROS :

-**LATEX:** Látex líquido ,formulado para uso en morteros de cemento a los cuales les proporciona mayor adherencia, flexibilidad y permite aplicaciones en capas de bajo espesor hasta 1 milímetro.



-**ESPECIALES: FUEGO:** Mortero de protección pasiva para la protección frente al fuego de estructuras metálicas, forjados mixtos de hormigón con chapa colaborante y franjas cortafuegos.



-**RPC (UHPC):** RPC es un compuesto cementoso de ultra alta resistencia y alta ductilidad con propiedades mecánicas y químicas avanzadas.

- **Propiedades:** – Resistencia elevada — 200 MPa (puede elevarse a 810 MPa) – Muy baja porosidad
- **Método:** – Máximo tamaño del árido $\leq 300 \mu\text{m}$ – Optimizar la compacidad de áridos – Bajo relación a/c
 - Fibras de acero – Curado con tratamiento térmico



μm =1 micrómetro, micrón:

es una unidad de longitud equivalente a una milésima parte de un milímetro. ($1 \mu\text{m} = 0,001 \text{ mm} = 1 \times 10^{-3} \text{ mm}$)

1 Mpa= 1 megapascal = 10^6 Pa= 1,000,000 Pa

El **pascal** (símbolo **Pa**) Se define como la **presión que ejerce una fuerza** de 1 newton **sobre una superficie de 1 metro cuadrado** normal a la misma.

Cuántos **newton** son un kilogramo? Se considera que un **1 kg** de fuerza es igual a 9.8 N.

$$1 \text{ Pa} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2}$$

-**LIGEROS:** es excelente para cualquier tipo de elemento y construcción en general en donde la mezcla de mortero no requiera alguna propiedad especial.



Selección de materiales

Nuevos Materiales de Construcción

El desarrollo de Nuevos Materiales para construcción se realiza actualmente en dos campos principales: **Materiales de altas prestaciones** y **Materiales sostenibles**.

Materiales de altas prestaciones: provienen de la Ingeniería (Civil, Industrial, Aeroespacial).

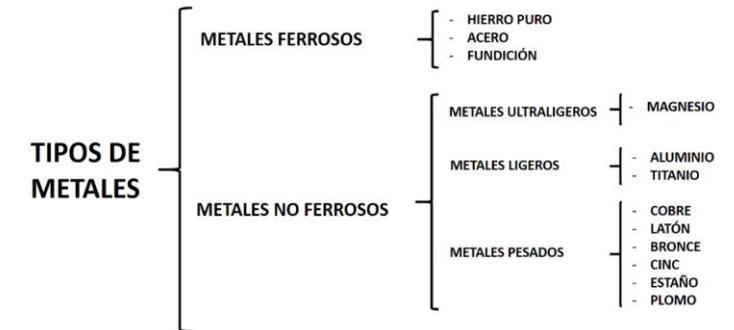
Metales y aleaciones avanzadas

Los metales y aleaciones no ferrosas cubren una amplia gama, desde los metales más comunes (como el aluminio, cobre y magnesio) hasta aleaciones de alta temperatura y alta resistencia (como el tungsteno, tantalio y molibdeno).

Aunque por lo general cuestan más que los metales ferrosos, los metales y aleaciones no ferrosas tienen aplicaciones importantes debido a propiedades como la resistencia a la corrosión, alta conductividad térmica y eléctrica, baja densidad y facilidad de fabricación.



CLASIFICACIÓN DE LOS METALES



Materiales compuestos poliméricos (Composites)

Los materiales compuestos se producen cuando dos materiales se unen para dar una **combinación de propiedades**.

Estos materiales se seleccionan para proporcionar combinaciones de propiedades poco usuales de rigidez, peso, resistencia, resistencia a corrosión, a altas temperaturas, dureza o conductividad.

Los materiales compuestos pueden ser de metal-metal, metal-cerámica, metal-polímero, cerámica-cerámica o polímero-polímero.

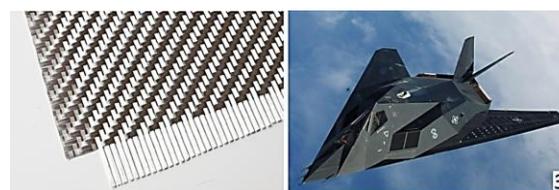
Uso de composites

Los composites permiten mejorar ciertas propiedades. Por ejemplo, un polímero se puede hacer más rígido que lo que ofrece sus enlaces moleculares, mezclándolo con un material más rígido a través de algún reticulado.

De este modo, se puede hacer materiales resistentes y a la vez poco densos

Algunos ejemplos:

- 1-GFRP:** Glass-fibre -reinforced polymer (polímero reforzado con fibra de vidrio).
- 2-CFRP:** Carbon- fibre -reinforced polymer (polímero reforzado con fibra de carbono- grafito).
- 3-BFRP:** Boron- fibre-reinforced polymer (polímero reforzado con fibra de boro).
- 4-Polímeros llenos:** polímeros mezclados con algún polvo para mejorar su resistencia.
- 5-Madera:** Polímero amorfo de lignina, reforzado con fibras de celulosa.



Los compuestos pueden ser:

- Metal-Metal.** Bimetales, Acero cromado y niquelado.
- Metal-cerámico.** Herramientas de corte de carburo cementado. Cermet (cerámica y metal). Plástico reforzado de fibra de carbono
- Metal-polímero.** Neumáticos (Alambre y caucho)
- Cerámico-polímero.** Un composite de fibra y carbono llamado Sílex (bicicletas)
- Cerámico-cerámico.** Hormigón (Cemento, arena y grava)
- Polímero-polímero.** Madera (fibras de celulosa en una matriz de lignina y hemicelulosa)

Selección de materiales

Nuevos Materiales de Construcción

El desarrollo de Nuevos Materiales para construcción se realiza actualmente en dos campos principales: **Materiales de altas prestaciones** y **Materiales sostenibles**.

Materiales sostenibles: buscan que proceda de la **naturaleza**, que sea **saludable** para las personas, que **dure** con el paso del tiempo que reduzcan el **consumo de recursos**, que reduzcan el **impacto ambiental**.

Uso de Materiales regionales.

Aumento de la vida útil de los materiales (durabilidad).

Uso de componentes renovables y reciclaje de residuos.



Materiales Compuestos

• Compuestos laminados:

Láminas de uno o varios materiales unidos superficialmente (material de unión).

Se busca adaptar el comportamiento de un material conocido a una aplicación concreta. Se diseñan “a la carta”.

• Compuestos reforzados:

Inclusión de un material de refuerzo en un medio continuo (matriz), mejorando el comportamiento de ambos (compatibilidad).

La inclusión del refuerzo mejora las propiedades mecánicas de la matriz.

La matriz protege al refuerzo del ambiente.

Composites reforzados con:

a) **Partículas:** - Grava/cemento (Hormigón) - Carburos/Metal (Cuchillas corte) - Polvo W/Ag (Contactos eléctricos).

b) **Fibras:** - Fibra vegetal/ Arcilla - Carbono, Boro, Vidrio/Resinas de poliéster, epoxi, etc..

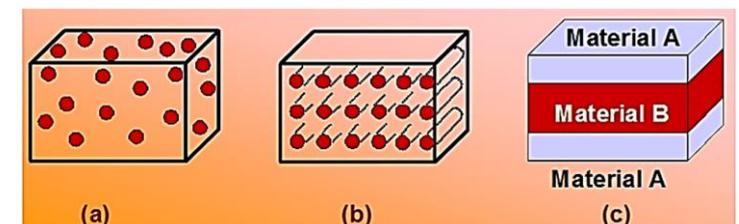
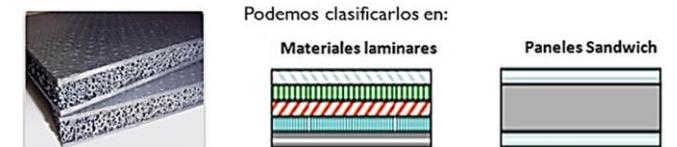
c) **Láminas:** - Chapados en industria de madera, construcción, etc..



Compuestos Laminares

- Combinación materiales compuestos-homogéneos.
- Incluyen:

| | |
|-------------------------|--------------------------|
| Recubrimientos delgados | Revestimientos metálicos |
| Bimetálicos | Superficies protectoras |
| Laminados | |
- La mayoría de compuestos laminares diseñados para mejorar la resistencia a la corrosión conservando un bajo costo, alta resistencia o bajo

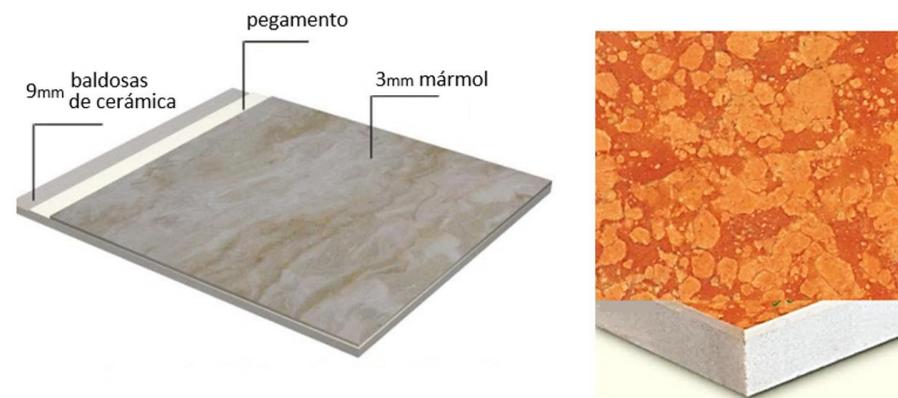
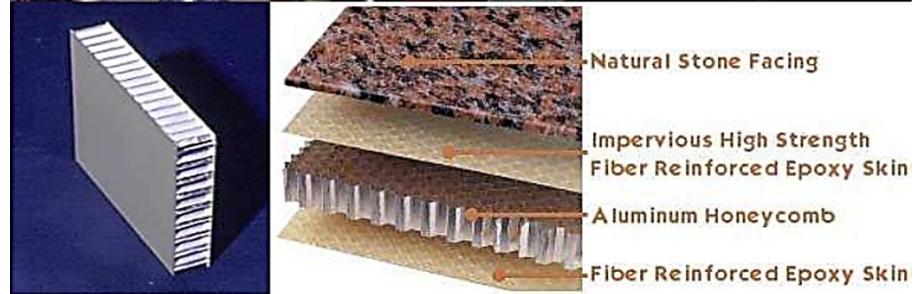
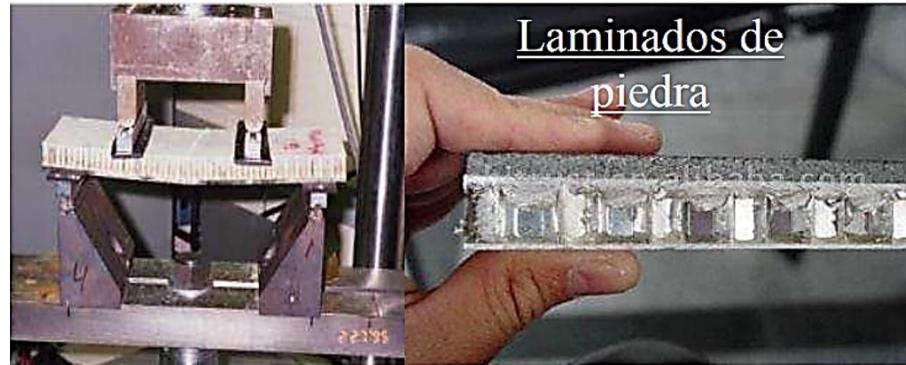


Tres tipos de materiales compuestos. a) Con partículas. b) Con fibras. c) Laminares.

Selección de materiales

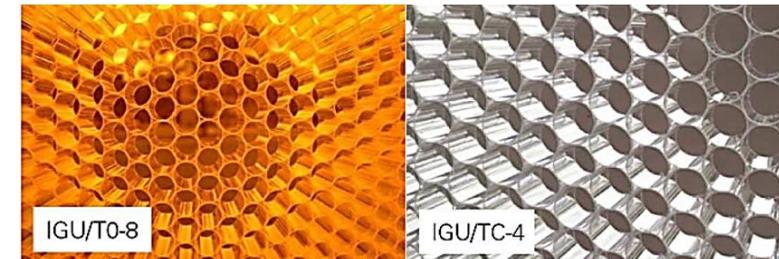
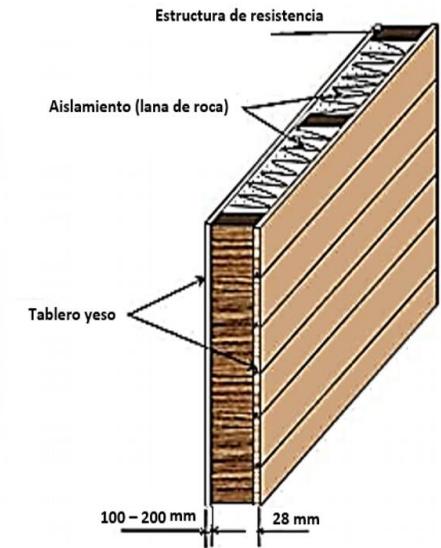
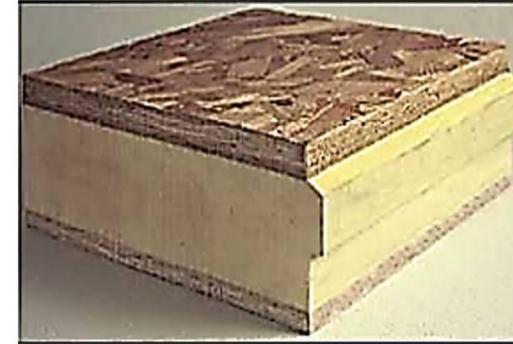
Nuevos Materiales Laminados

- Se combinan láminas de diferentes materiales, unidas con adhesivos.
 - Aluminio – Piedra – Plásticos – Cerámica – Compuestos de cemento – Madera.
- Buscan combinar las propiedades de los componentes, industrializar productos y reducir espesores.
- El elemento clave es el adhesivo (consigue la unión de materiales “a priori” incompatibles).



Laminado de marmol fino (piedra) y baldosa de cerámica

Laminados de madera



Nuevos Laminados de vidrio



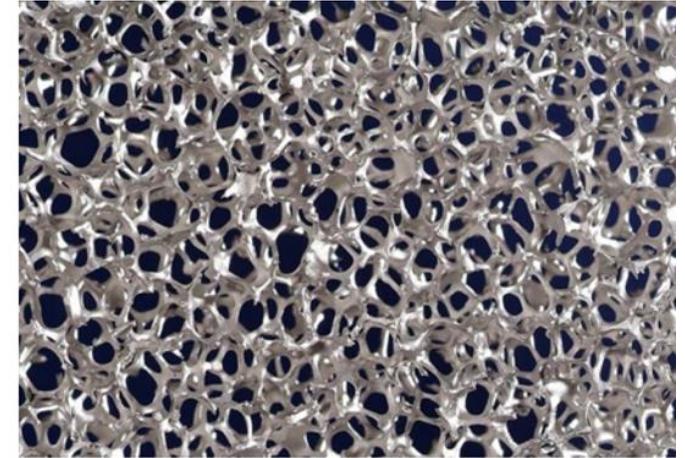
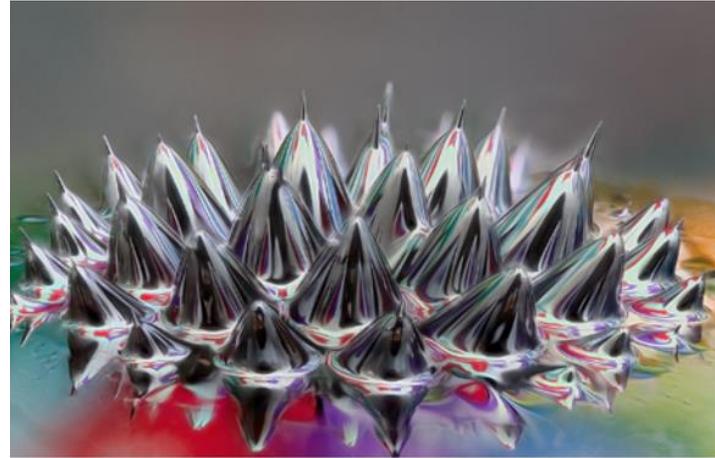
Progreso en Materiales de Construcción

Nuevos Materiales de Construcción

https://www.google.com/search?q=nuevos+materiales+de+construccion&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiZvdj9qKHhAhXCUt8KHcQPCv8Q_AUIDigB&biw=1680&bih=907#imgrc=zU70E5-etJ4TXM

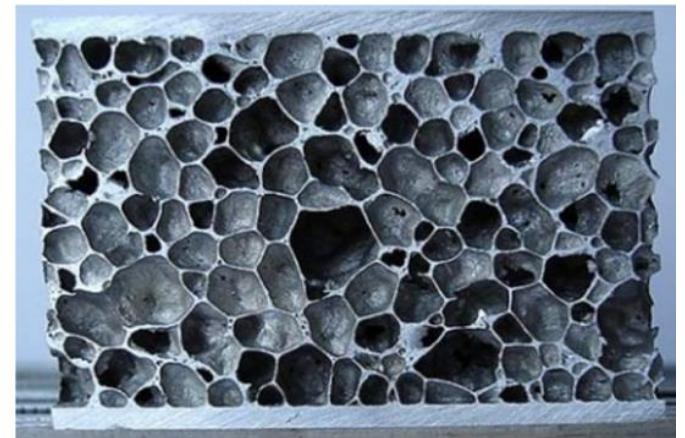
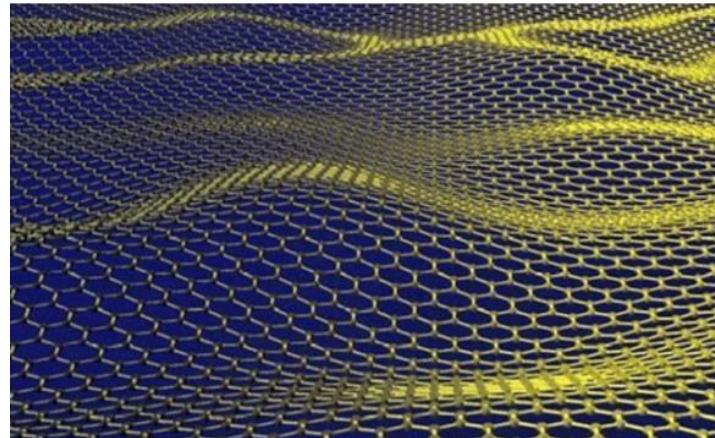
¿Qué pedimos a los nuevos materiales?

- Que mejoren/aumenten las propiedades de los materiales actuales.
 - Para nuevas aplicaciones de materiales convencionales.
 - Para nuevos materiales en las mismas aplicaciones.
- Que garanticen la seguridad de las personas.
- Que mantengan sus propiedades en el tiempo.
- Que reduzcan el impacto ambiental y el consumo de recursos.



¿Qué nos ofrecen los nuevos materiales?

- Nuevas formas, texturas, apariencia.
- Mayores prestaciones.
- Mayor seguridad:
 - Mejores características mecánicas
 - Mayor fiabilidad
 - Uso habitual
 - Situaciones de emergencia



- **Mejor comportamiento frente a agentes externos y a lo largo del tiempo (durabilidad).**

Bibliografía de consulta recomendada

Tema 13. **Selección de materiales e innovación**

Criterio de selección de los materiales

<https://es.slideshare.net/EnaUcles1/criterio-de-seleccion-de-los-materiales>

Valencia Escobar, Andrés Hernando. **Materiales y procesos de manufactura en innovación. Metodología para innovar desde nuevas perspectivas**

https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/vista/detalle_articulo.php?id_libro=13&id_articulo=5248

- Brookes, A. J. y Poole, D.; Innovation in Architecture, Spoon Press, 2003.
- Directiva 89/106/CEE sobre los productos de la construcción (R.D. 1630/1992) y desarrollo de Mercado CE de materiales y productos de la construcción.

webgrafía

[https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_profesores/prof142013/docencia/Tema%2013%20Materiales%20GARQ%20\(2018-19\).pdf](https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_profesores/prof142013/docencia/Tema%2013%20Materiales%20GARQ%20(2018-19).pdf)
<https://www.almendron.com/artehistoria/arte/arquitectura/las-claves-de-la-arquitectura/elementos-materiales-y-tecnicos/>
https://portal.uah.es/portal/page/portal/GP_EPD/PG-MA-ASIG/PG-ASIG-200637/TAB42351/SESSION%204%20Hormigones%20avanzados%200708.pdf
<https://es.slideshare.net/kriscorrean/cementos-y-concreto>
<https://masqueingenieria.com/blog/hormigones-especiales-hormigon-autocompactante/>
<http://www.hormigonespecial.com/secciones/hormigones-1/subsecciones/Con-Fibras-1.html>
<http://www.arqhys.com/contenidos/hormigon-celular-autoclave.html>
[https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_profesores/prof142013/docencia/SESSION%204%20Hormigones%20avanzados%20\(2017-18\).pdf](https://portal.uah.es/portal/page/portal/epd2_profesores/prof142013/docencia/SESSION%204%20Hormigones%20avanzados%20(2017-18).pdf)
<https://es.scribd.com/document/245685943/5T-metales-y-Aleaciones-No-Ferrosas-11713>
https://www.upv.es/materiales/Fcm/Fcm15/fcm15_9.html
https://es.slideshare.net/javergaraa/apmat-p2?next_slideshow=1
<https://es.slideshare.net/javergaraa/apmatp1>
<https://es.slideshare.net/ignacioroldannogueras/ciencia-materiales-tema-1-intro>

Imágenes

<https://www.google.com>
https://www.google.com/search?q=Selecci%C3%B3n+de+materiales+e+innovaci%C3%B3n&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiN0IznoaHhAhUqnOAKHb9QCkYQ_AUIDigB&biw=1680&bih=907

PROHIBIDA LA VENTA
DONADO PARA FINES EDUCACIONALES

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de este libro sólo puede ser realizada con la autorización de su titular.
Certificado de Registro, Oficina Nacional de Derecho de Autor (ONDA), Santo Domingo, R.D.

