



Fundamentos de Construcción

Licenciatura en Arquitectura

Segundo Cuatrimestre

Enero – Abril

Símuta Vázquez Gonzalo

Marco Estratégico de Referencia

Antecedentes históricos

Nuestra Universidad tiene sus antecedentes de formación en el año de 1978 con el inicio de actividades de la normal de educadoras “Edgar Robledo Santiago”, que en su momento marcó un nuevo rumbo para la educación de Comitán y del estado de Chiapas. Nuestra escuela fue fundada por el Profesor Manuel Albores Salazar con la idea de traer educación a Comitán, ya que esto representaba una forma de apoyar a muchas familias de la región para que siguieran estudiando.

En el año 1984 inicia actividades el CBTiS Moctezuma Ilhuicamina, que fue el primer bachillerato tecnológico particular del estado de Chiapas, manteniendo con esto la visión en grande de traer educación a nuestro municipio, esta institución fue creada para que la gente que trabajaba por la mañana tuviera la opción de estudiar por las tardes.

La Maestra Martha Ruth Alcázar Mellanes es la madre de los tres integrantes de la familia Albores Alcázar que se fueron integrando poco a poco a la escuela formada por su padre, el Profesor Manuel Albores Salazar; Víctor Manuel Albores Alcázar en julio de 1996 como chofer de transporte escolar, Karla Fabiola Albores Alcázar se integró en la docencia en 1998, Martha Patricia Albores Alcázar en el departamento de cobranza en 1999.

En el año 2002, Víctor Manuel Albores Alcázar formó el Grupo Educativo Albores Alcázar S.C. para darle un nuevo rumbo y sentido empresarial al negocio familiar y en el año 2004 funda la Universidad Del Sureste.

La formación de nuestra Universidad se da principalmente porque en Comitán y en toda la región no existía una verdadera oferta educativa, por lo que se veía urgente la creación de una institución de educación superior, pero que estuviera a la altura de las exigencias de los

jóvenes que tenían intención de seguir estudiando o de los profesionistas para seguir preparándose a través de estudios de posgrado.

Nuestra universidad inició sus actividades el 19 de agosto del 2004 en las instalaciones de la 4ª avenida oriente sur no. 24, con la licenciatura en puericultura, contando con dos grupos de cuarenta alumnos cada uno. En el año 2005 nos trasladamos a las instalaciones de carretera Comitán – Tzimol km. 57 donde actualmente se encuentra el campus Comitán y el corporativo UDS, este último, es el encargado de estandarizar y controlar todos los procesos operativos y educativos de los diferentes campus, así como de crear los diferentes planes estratégicos de expansión de la marca.

Misión

Satisfacer la necesidad de educación que promueva el espíritu emprendedor, basados en Altos Estándares de calidad Académica, que propicie el desarrollo de estudiantes, profesores, colaboradores y la sociedad.

Visión

Ser la mejor Universidad en cada región de influencia, generando crecimiento sostenible y ofertas académicas innovadoras con pertinencia para la sociedad.

Valores

- Disciplina
- Honestidad
- Equidad
- Libertad

Escudo



El escudo del Grupo Educativo Albores Alcázar S.C. está constituido por tres líneas curvas que nacen de izquierda a derecha formando los escalones al éxito. En la parte superior está situado un cuadro motivo de la abstracción de la forma de un libro abierto.

Eslogan

“Pasión por Educar”

Balam



Es nuestra mascota, su nombre proviene de la lengua maya cuyo significado es jaguar. Su piel es negra y se distingue por ser líder, trabaja en equipo y obtiene lo que desea. El ímpetu, extremo valor y fortaleza son los rasgos que distinguen a los integrantes de la comunidad UDS.

Fundamentos de Construcción

Objetivo de la materia:

Proporcionar una formación adecuada en las bases teóricas y las tecnologías propias de esta titulación. Para ello se empieza con una primera parte de fundamentos teóricos sobre la constitución de la materia y análisis de propiedades, para en la segunda parte centrarse en los materiales utilizados específicamente para construcción.

Unidad I

Introducción al estudio de materiales y ensayos

- I.1. Concepto de materia, material y material de construcción.
- I.2. Clasificación de los materiales.
- I.3. Factores que influyen en la elección de un material.
- I.4. Caracteres y propiedades de los materiales de construcción.

Unidad 2

Propiedades químicas y biológicas de los materiales

- 2.1 Conceptos preliminares.
- 2.2 Estructura y estado de la materia.
- 2.3 Enlace químico.
- 2.4 Reacciones químicas.
- 2.5 Durabilidad de los materiales.
- 2.6 Propiedades biológicas.

Unidad 3

Propiedades organolépticas y físicas de los materiales

- 3.1 Propiedades organolépticas.
- 3.2 Propiedades físicas.
- 3.3 Comportamiento térmico y reacción al fuego.
- 3.4 Propiedades acústicas.
- 3.5 Propiedades ópticas.
- 3.6 Propiedades eléctricas.
- 3.7 Propiedades mecánicas de los materiales.
 - 3.7.1 Propiedades o caracteres mecánicos
 - 3.7.2 Solicitudes mecánicas

Unidad 4

Normativa aplicable a los materiales de construcción

- 4.1 Normalización y normas. Certificación y certificados.
- 4.2 Características geológicas de los materiales.
- 4.3 Impacto ambiental, gestión y reciclado de residuos.

UNIDAD I

INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DE MATERIALES Y ENSAYOS

INTRODUCCIÓN

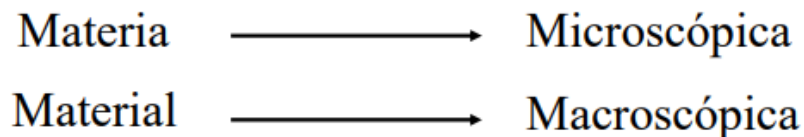
En la siguiente unidad se estudiarán los diferentes materiales para la construcción. En estos se mencionarán los conceptos, la clasificación, empleo y características generales de cada uno de estos de manera general, tratando de enfatizar los rasgos más importantes de cada uno. Esto con la finalidad de facilitar al estudiante su entendimiento y razonamiento por igual.

1.1 Concepto de materia, material y material de construcción

El concepto de materia no ha sido estable al correr de los tiempos y ha experimentado múltiples transformaciones paralelamente a los avances científicos y tecnológicos.

Actualmente, se entiende por materia, la expresión intuitiva de un ente extenso, pesado y energético capaz de producir un impacto real en nuestros sentidos corporales. Por su parte el material, como parte finita de la materia, goza de las cuatro propiedades esenciales que tiene esta: la extensión, la inercia, la divisibilidad, la masa y la forma.

En otras palabras, la diferencia entre materia y material radica en el nivel de observación al que es sometido:



En el caso de los materiales de construcción definimos ambos conceptos por separado. Material como “la sustancia de la que cualquier cosa esta hecha o compuesta” y construcción como “el proceso de materialización de una idea o proyecto”. En conjunto componen a los materiales utilizados como prima constructiva de los productos de construcción. Por ejemplo, la piedra, el hormigón, la madera, el acero, etc.

1.2 Clasificación de los materiales

La clasificación de los materiales es extensa, debido a los diferentes componentes de los mismos, su procedencia, su uso, aplicación, etc. Sin embargo, retomaremos las clasificaciones de manera general y procederemos a explicar a detalle los más importantes referentes al campo que nos corresponde.

Según su composición química y según su aplicación, pueden incluirse estos materiales en uno de los tres grupos siguientes: piedras o sus derivados, maderas y metales.

Por su parte las rocas se dividen en dos grandes grupos:

1.- Las rocas areniscas, los cuarzos, las rocas estratificadas o en bancos, los granitos pórfidos y basaltos (rocas ígneas). Estos materiales resisten a un fuego violento.

2.- Las rocas calcáreas o calizas (rocas sedimentarias), que, por el contrario, hacen efervescencia con los ácidos; tratándolas con calor se las reduce a cal.

Se dividirán las piedras en 3 grupos diferentes: **Magmáticas o ígneas, sedimentarias y metamórficas**. En la siguiente imagen se presentan los diferentes materiales según su grupo.

Minerales (Info)			CLASIFICACIÓN DE ROCAS				Ciclo de las rocas (Info)	
Sedimentarias			Ígneas o Magmáticas				Metamórficas	
Clásticas	Químicas	Orgánicas	Plutónicas	Filonianas	Volcánicas		Regional	
Arcosa	Yeso	Turba	Granito	Aplita	Riolita	Obsidiana	Cuarcita	Pizarra
Arenisca	Fosforita	Lignito	Granodiorita	Pegmatita	Dacita	Pumita	Gneis	Anfibolita
Grauvaca	Dolomía	Hulla	Sienita	Pórfido	Traquita	Lava	Mármol	Filita
Pudinga	Caliza	Antracita	Diorita	Lamprófidio	Andesita	Diabasa	Esquisto	Térmico Corneana
Brecha	Sal Gema	Asfalto	Gabro	Dunita	Basalto	Migmatita	Micacita	Dinámico Eclogita

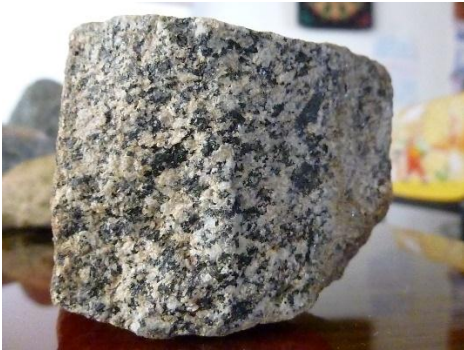
Rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas.

Las rocas ígneas son las más antiguas y se han formado por el enfriamiento y consolidación de magmas fundidos, y según qué se haya producido en el interior de la corteza terrestre o sobre ella, se llaman intrusivas o plutónicas (mucho profundidad), filoneanas (poca profundidad) o extrusivas o volcánicas (superficiales).

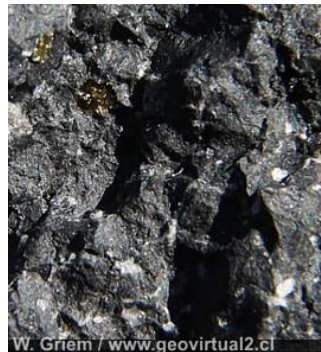
Debido a la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas se recomienda clasificar las rocas en función de su composición y del tamaño del grano de los minerales que la forman. Entre ellas se deben destacar los granitos y basaltos cuya utilización en la construcción en España es muy grande.

Entre las principales **rocas ígneas** se encuentran:

- **Granito.** Roca plutónica muy abundante, constituida fundamentalmente por cuarzo, feldespato, ortosa y mica. De coloración variable, se altera fácilmente con la humedad, es una roca de gran duración y muy resistente, cuyas buenas cualidades pueden mejorarse mediante el pulido, que realza el colorido e impide su descomposición.



- **Sienita.** Muy parecida al granito, pero con muy poca cantidad de cuarzo.



- **Diorita y gabro.** De colores variados, sobre todo blancos, grises y verdes.

NO CONFUNDIR



Diorita: mitad blanca y mitad negra, por su contenido de anfíbolos brilla.

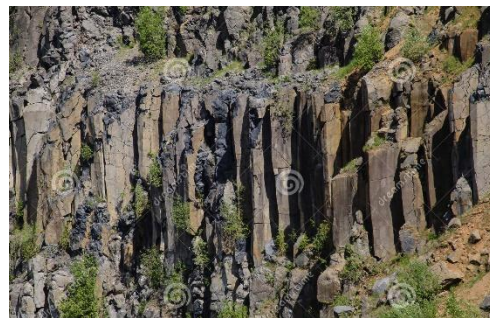


Gabro: es más oscuro, posee olivino (color verde) y no brilla porque solo contiene cristales cortos de piroxeno.

- **Pórfidos.** Roca parecida al granito.



- **Basalto.** Roca volcánica. De color oscuro, compacto, denso, duro, muy resistente.



Las **rocas sedimentarias** se han formado debido al transporte, acarreo, depósito y acumulación de materiales, principalmente proveniente de rocas ígneas y metamórficas. Estas rocas se pueden dividir de acuerdo a su procedencia en detríticas, intermedias y no detríticas (tabla I).

Dentro del grupo de las detríticas están incluidas todas aquellas rocas formadas por productos de alteración de otras, que han sido transportadas y depositadas pudiendo no estar todavía consolidados (rocas sueltas) o haber sufrido procesos de consolidación (rocas compactas).

Las rocas no detríticas se encuentran aquellas formadas fundamentalmente por precipitación de sustancias que se encontraban en disolución en las cuencas de sedimentación, y que luego han sufrido procesos de consolidación. En ocasiones se incluyen rocas formadas por conchas y caparazones de organismos vivos.

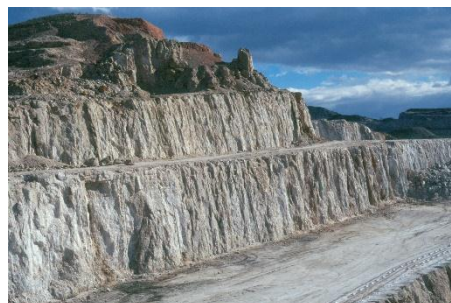
Por último, existe un tercer grupo de rocas que están formadas por materiales con los dos orígenes y se denomina rocas intermedias.

Detríticas	Sueltas	Compactas
	Gravas Arenas Limos Arcillas	Conglomerados Areniscas Limonitas Arcillitas
Intermedias		Margas
No detríticas	Carbonatadas	Calizas Dolomias
	Evaporitas	Yesos Cloruros
		Otras

Tabla 1 Clasificación de las rocas sedimentarias.

Entre las principales **rocas sedimentarias** se encuentran:

- **Yeso o aljez.** Roca sedimentaria de origen químico, muy abundante en la naturaleza. Es blando y algo soluble en agua.



- **Calizas.** Su coloración es variada, son atacados por los ácidos y se descomponen por la acción de la humedad. Es la roca, junto al granito, que mayor utilización tiene, tanto en obras públicas como en edificación.



- **Margas.** Como son rocas arcillosas con carbonatos, de ellas se obtiene la materia prima para fabricar el cemento, que es su principal aplicación.



Las rocas sedimentarias también pueden encontrarse bajo la siguiente división y de la siguiente manera:

- **Clásticas:** compuestas de partículas, fruto de la erosión por otras rocas.
- **Orgánicas:** formadas por la acumulación de material orgánico vegetal o animal.
- **Químicas:** formadas a partir de procesos o reacciones químicas naturales, tales como evaporación, precipitación o reemplazamiento.

Las rocas sedimentarias constituyen el 75% de las rocas de la superficie; de ellas el 46% son lutitas, 32% arenisca y el 22% calizas.

Las rocas clásticas son las más comunes y se clasifican de acuerdo al tamaño de las partículas que las conforman. La siguiente tabla muestra la clasificación de las rocas clásticas según su forma y tamaño de grano.

ROCA	GRANO	FORMA DE GRANO MAS GENERAL	TAMAÑO DEL GRANO en mm
Conglomerado	Cantos y gravas	Redondeado	256 - 64
Brecha	Fragmentos Liticos	Angulares	64 - 5
Arenisca	Arena	Redondeado o Angular	5 - 0.074
Limolita	Limo	Redondeado	0.074 - 0.002
Arcillolita	Arcilla	Laminar	< 0.002

Tabla II Clasificación de las rocas clásticas



Para que las rocas sedimentarias sean utilizadas como material de construcción hay que tener en cuenta:

- Se debe determinar el tipo de cementante y la proporción de fragmentos, porque ello determina la calidad y la rentabilidad.
- La mayor uniformidad en el tamaño de las partículas disminuye su resistencia.
- Al aumentar el redondeamiento de las partículas disminuye la resistencia de la roca.

Las **rocas metamórficas** se originan por metamorfismo fundamentalmente de las rocas sedimentarias. Se les da el nombre por las modificaciones en su composición mineralógica y de la estructura de una roca a consecuencia principalmente del incremento de la presión y temperatura que esta experimenta a niveles profundos de la corteza terrestre.

Las rocas metamórficas se pueden clasificar en tres grupos, en función de la composición de las rocas sedimentarias de que proceden:

- * Derivadas de rocas arcillosas: Micacitas
Gneis
Migmatitas
Pizarras
Esquistos
- * Derivadas de rocas cuarcíferas: Cuarzitas
- * Derivadas de rocas carbonatadas: Mármoles

Entre las principales **rocas metamórficas** se encuentran:

- **Pizarras.** Son arcillas metamórficas con coloración variable y oscura y no se alteran por la acción de la intemperie. Son refractarias, homogéneas, compactas, impermeables y untuosas al tacto. Además, se pueden cortar y taladrar.



- **Mármoles.** Son calizas metamórficas, con numerosos minerales accesorios que determinan su coloración y veteados característicos. Los mármoles se clasifican por su coloración en blancos y de color; estos últimos monocolors y policromos. Debido a su enorme variedad es imposible obtener una clasificación.



Al emplear las rocas metamórficas como material de construcción hay que tener en cuenta que:

- La porosidad es mínima en estas rocas.
- La resistencia será mayor a mayor grado de metamorfismo, pero es menor su durabilidad o resistencia a los factores climáticos.

Clasificación según su resistencia

Según la resistencia de compresión se muestra la siguiente tabla:

Clase A: resistencia muy alta: mayor de 2.250 kg/cm².

Clase B: resistencia alta: de 1125 a 2.250 kg/cm².

Clase C: resistencia media: de 560 a 1125 kg/cm².

Clase D: resistencia baja: de 280 a 560 kg/cm².

Clase E: resistencia muy baja: de 70 a 280 kg/cm².

Agregados

En primer lugar, son los agregados los que, según su procedencia, se dividen en dos grupos: naturales y artificiales. Recordar que el agregado es parte de la mezcla del concreto y ocupan un 75% del volumen cubico del mismo.

Los agregados Naturales, provienen de la explotación de canteras o son producto del arrastre de los ríos.

Según la forma de obtenerse los podemos clasificar como Material de cantera y Material de río. Conviene hacer la distinción porque el material de río al sufrir los efectos de arrastre, adquiere una textura lisa y una forma redondeada que lo diferencian del material de cantera que por el proceso de explotación tiene superficie rugosa y forma angulosa.

El material que se obtiene como producto de la trituración de los sobre tamaños del material de río, adquiere las características físicas del material de cantera por el proceso de trituración, pero conserva las cualidades mecánicas, propias como resistencia al desgaste y al intemperismo, que tenía el material de río que le dio origen.

Los agregados artificiales se obtienen a partir de productos y procesos industriales, tales como arcillas expandidas, escorias de altos hornos, limaduras de hierro, etc. En algunos casos para ciertos tipos de concreto de baja resistencia, se suelen utilizar algunos residuos orgánicos como cascarilla de arroz, de palma, café, etc., mezclados con los agregados naturales para abaratar los costos del concreto y del mortero.

Otras clasificaciones

La gama tan amplia de materiales de construcción permite una clasificación extensa, en grupos y subgrupos que derivan a formatos diferentes, pero con los mismos resultados. Los siguientes grupos también forman parte de la división y agrupación de los materiales utilizados en la construcción.

Materiales pétreos Aglomerados y Conglomerados

Son aquellos materiales que se obtienen mezclando un material aglomerante o conglomerante, agua, otro elemento que puede ser un material pétreo, orgánico, etc., y aditivos y/o adiciones cuando sea necesario. Necesitan de un fraguado y un endurecimiento. Se les llama pétreos porque después del fraguado se quedan en estado petrificado, es decir, el producto final forma un todo uno.

Los conglomerantes y aglomerantes que se usan son las arcillas, cementos, cales y yesos.

- **Material aglomerante o conglomerante:** material que se presenta en polvo o semilíquido, en un saco o un envase, que se mezcla con otros.
- **Material pétreo aglomerado o conglomerante:** mezcla de todos los productos que una vez mezclados adquieren un estado líquido y petrificado.
-

Estos materiales se clasifican de la siguiente manera:

- Pétreos aglomerados de arcilla.
 - o **Adobes.** Son prismas o ladrillos de tierra arcillosa, cal y paja cortada, ligeramente comprimidos y secados al aire. Se fabrican rústicamente con cualquier tierra arcillosa, excepto la muy arenosa.
 - o **Tapiales.** Son muros hechos con barro, en capas apisonadas y moldeadas directamente en el sitio de emplazamiento, entre unos tableros de madera. El barro no es preciso que sea tan graso como el de los adobes, y basta un 15 a 20% de arcilla, a la que se le suele añadir paja, arena, etc.
- Pétreos conglomerados de yeso.

- **Cartón-yeso o yeso laminado.** Núcleo de yeso entre dos cartones multihoja de celulosa a ambos lados. Las placas pueden tener los bordes rectos, redondeados o achaflanados.
 - **Tableros de yeso armado.** Es una plancha de yeso con una malla metálica fina de acero en su interior. Se usa cuando los falsos techos tienen que soportar algún peso.
 - **Mármol artificial.** Para imitar el mármol se le añade al yeso alúmbrico laminillas de mica, mármol pulverizado y alabastro, obteniéndose un producto de similar apariencia que la piedra de mármol natural.
- Pétreos conglomerados de cemento.
- **Bloques de cemento u hormigón.** Los de cemento están formados por un mortero que forma un bloque prefabricado.
 - **Baldosas hidráulicas.** Son placas obtenidas comprimiendo varias capas de mortero de diferentes dosificaciones en moldes metálicos.
 - **Baldosas hidráulicas de terrazo.** Son baldosas de mortero de cemento, pero en este caso la capa exterior tiene áridos de colores que son de mármol de buena calidad. Pueden tener acabados lisos o en relieve.
 - **Adoquines de mortero de cemento u hormigón.** De fabricación análoga a las baldosas, con la capa de rodadura de mortero rico, y más pobre la capa de relleno.
 - **Bordillos de hormigón en masa.** Pueden tener una o dos capas. En el primero caso fabricados con un hormigón convencional, pero con mayor cantidad de arenas. Los segundos con mayor calidad al tener una capa de acabado.
 - **Celosías de cemento u hormigón.** Al igual que las cerámicas, son piezas decorativas huecas con formas y figuras diversas.
 - **Tejas de cemento u hormigón.** Son elementos de cobertura con diferentes perfiles cuyo diseño puede permitir ensambles y solapes.
 - **Bovedillas.** Realizadas con diferentes tipos de morteros y hormigones, y de mayor peso y resistencia que las cerámicas.

- **Fibro cemento.** Es un material formado por un mortero de cemento, el cual tiene, agua, cemento, fibras, minerales y aditivos, para la fabricación de placas ligeras y rígidas, ampliamente utilizadas en construcción.

Materiales cerámicos

La cerámica y los vidrios, son los obtenidos a partir de la cocción del barro, como **las tejas y los ladrillos;** o de la fundición de minerales como el vidrio.

Estos materiales tienen diferentes clasificaciones:

- **Por textura:**

- Productos porosos como el ladrillo, la teja y la bovedilla. Tienen pequeños poros superficiales que dejan entrar el agua.
- Semicompactos como impermeables, por ejemplo, el gres.
- Productos compactos. Como la loza sanitaria y la porcelana con compacidad casi completa.
- Productos vitrificados. Con una capa exterior brillante, esmaltada, brillante y vítrea.

Por su parte el ladrillo cuenta con su propia clasificación:

- Según la norma UNE-EN 771_1:2003
- Ladrillos para fabricas resistentes.

Y la norma UNE-EN 771_1:2003 se clasifica de la siguiente manera:

- Piezas LD (de baja densidad). Piezas con una densidad aparente menor o igual que 1.000 kg/m³, para usos en fábricas revestidas.
- Piezas HD (piezas de alta densidad) que comprenden:
 - Todas las piezas empleadas en fábricas sin revestir.
 - Piezas con una densidad aparente mayor de 1.000 kg/m³, para uso en fábricas revestidas.

La teja presenta la siguiente clasificación:

- **Teja curva o teja árabe**
- **Teja plana sin encajes.**
- **Teja plana con encajes.**
- **Teja plana mono canal con encajes.**
- **Teja plana “marsellesa”.**
- **Teja mixta.**
- **Doble teja.**

Dentro de la gama de materiales cerámicos encontramos también el baldosín, las baldosas cerámicas, celosías cerámicas, bovedillas, el gres, azulejos, materiales refractarios, loza sanitaria, porcelana, ladrillo de termoarcilla, etc.

Materiales aglomerantes y conglomerantes

Tanto aglomerantes como conglomerantes son materiales que tienen la propiedad de adherirse, pegarse y unirse a otros, empleándose para unir materiales generalmente pétreos, como son las gravas, las arenas, unir materiales cerámicos, etc., para formar y construir diferentes elementos como pueden ser obras de fábrica, recubrir éstas con revestimientos, formar mezclas plásticas (pastas, morteros y hormigones), que después de endurecer adquieren un estado sólido.

En general, se presentan en estado sólido y a veces semilíquido, pero sobre todo en polvo.

La clasificación general de este tipo de material es el siguiente:

- **Conglomerantes aéreos**
 - Fragan y endurecen solamente en aire, dando mezclas no resistentes al agua, sin adquirir cohesión y dureza en medio húmedo. Se distinguen el yeso, la cal y el magnesio.
- **Conglomerantes hidráulicos**
 - Fragan y endurecen en el aire y también en ambiente húmedo o con agua y también bajo el agua. Dentro de estos se tienen la cal hidráulica y el cemento.

- **Conglomerantes hidrocarbonados**

- Los hidrocarburos suelen estar en estado líquido o semilíquido (siempre tienen cierta viscosidad). Fragan y endurecen por enfriamiento o evaporación y solo precisan ser calentados a cierta temperatura para su fácil extensión. Se tienen el alquitrán y el betún.

El yeso cuenta con su propia clasificación. Entre estos encontramos el yeso negro o gris o yeso grueso, yeso de proyección mecánica, yeso blanco o yeso fino, yeso de terminación, yeso de prefabricados, escayola, escayola especial, yeso aligerado, yeso de proyección mecánica aligerado, yeso de alta dureza, yeso de proyección mecánica de alta dureza.

Por su parte dentro de la clasificación de la cal encontramos: cal grasa o cal aérea, cal arida o magra y la cal hidráulica.

Los cementos tienen una extensa clasificación. Encontramos los cementos comunes, cementos de escorias de horno alto de baja resistencia inicial, cementos especiales de muy bajo calor de hidratación, cemento de aluminato de calcio, cemento de albañilería, cementos resistentes a los sulfatos, cementos resistentes al agua de mar, cementos blancos, cementos para usos especiales

Morteros y hormigones

El mortero es una mezcla compuesta por un material conglomerante o aglomerante (no tiene por qué ser cemento).

Se clasifican según la naturaleza del conglomerante o aglomerante. Pueden ser simples, cuando llevan solo un aglomerante o conglomerante, o mixtos, cuando llevan dos o más:

- Mortero de cemento simple: arena, agua, cemento y aditivos.
- Mortero de cal simple: igual, pero en vez de cemento, cal.
- Mortero de yeso (no se usa, se emplea la pasta de yeso).

- Cemento y cal hidráulica (mixtos): arena, agua, aditivos y dos conglomerantes que son cemento y cal.
- Yeso y cal hidráulica (mixtos). Igual, pero con yeso y cal.
- Yeso y cal grasa (mixtos).
- Morteros-cola. Tipos:
 - Morteros cola a base de cemento: cemento, árido fino, aditivos orgánicos (caucho, resinas), agua y otros aditivos.
 - Morteros-cola de base orgánicas (pegamento-cola) (no se consideran morteros en sí): base adhesiva (gomas naturales o sintéticas, resinas), líquidos orgánicos y aditivos variados.

El hormigón es una mezcla de un material conglomerante, que siempre es el cemento, árido grueso (grava y gravilla), árido fino (arena), algo de finos, agua y aditivos según sea el caso.

Este material se clasifica de la siguiente manera:

- Hormigón en masa: el que tiene áridos, agua, cemento, aditivos.
- Hormigón armado: hormigón en masa que en su interior lleva unas barras de acero.
- Hormigón pretensado o postensado: hormigón armado con las armaduras sometidas a tensión o estiramiento.
- Hormigón ciclópeo: hormigón en masa o armado, con áridos gruesos >25 cm.
- Hormigón centrifugado: hormigón en masa o armado, fabricado por un proceso de certificación.
- Hormigón continuo o discontinuo: hormigón con áridos de granulometría continua o discontinua.
- Hormigones especiales. Existen en cantidad y algunos de ellos son:
 - Hormigones ligeros.
 - Hormigones de alta resistencia.
 - Hormigones refractarios para altas temperaturas.
 - Hormigones pesados, usados normalmente para protección de radiaciones nucleares.
 - Hormigones reforzados.

- Hormigones impregnados con polímeros.
- Hormigón proyectado: en masa que se coloca mediante proyección de máquina.
- Otros hormigones.

Materiales metálicos

Los materiales metálicos se pueden clasificar en dos grupos principales:

- **Materiales férricos.** Son aquellos que contienen hierro mayoritariamente en su composición y otra serie de componentes en proporciones reducidas.
- **Materiales no férricos.** Son todos aquellos que no contienen hierro como, por ejemplo, el cobre, el plomo, el cinc y el aluminio.

Los aceros por su parte, se pueden clasificar según tres criterios:

- Según su composición.
- Según su utilización.
- Según el grado de transformación.

Los tipos de acero según su utilización se clasifican de la siguiente forma:

1. Aceros para estructuras.
 - a. Aceros de uso general, para la edificación, naves industriales, puentes, obra civil, etc.
 - b. Aceros para calderas y recipientes.
 - c. Aceros para cascos de buques.
 - d. Aceros para tuberías y conducciones.
 - e. Aceros para las armaduras del hormigón.
 - f. Aceros para carriles y material de vías férreas.
2. Aceros para maquinaria y elementos mecánicos.
3. Aceros para útiles y herramientas.
4. Aceros con propiedades y aplicaciones específicas.

Materiales orgánicos

Son aquellos materiales que en su composición tienen principalmente carbono, junto con otros elementos en menor proporción.

Dentro de este tipo de materiales encontramos:

- **Madera.** Formada por el conjunto de tejidos que forman la masa del tronco de los árboles sin corteza. Es un material ligero, resistente y de fácil manejo. Esta se puede dividir en dos grupos:
 - **Maderas macizas.** La que se obtiene del árbol y únicamente se elimina parte de la humedad hasta que sea la adecuada para el fin perseguido y se le da la forma requerida.
 - **Maderas industriales.** Son aquellas que se obtienen sometiendo a la madera a una serie de tratamientos especiales de corte, triturado, etc. Obteniendo virutas, serrines, celulosa y otros elementos que se mezclan entre sí con otros materiales como resinas, fibras vegetales o sintéticas o incluso metales.
- **Corcho.** Es un material que se obtiene de la corteza del alcornoque. El corcho se clasifica de la siguiente manera:
 - **Corcho natural.** Formado por láminas simples de corcho.
 - **Corcho aglomerado.** Formado por varias láminas simples de corcho natural unidas por yeso, cemento, resinas, etc.
 - **Corcho aglomerado compuesto.** Formado por varias láminas de corcho simple natural unidas por yeso, cemento, resinas, etc. Y combinadas con otras capas de otros materiales, por ejemplo, maderas, fibra de vidrio, yeso laminado, etc.
- **Productos bituminosos.** Son un conjunto de hidrocarburos que provienen del petróleo o del carbón. Se clasifican de la siguiente manera:
 - **Asfaltos.**
 - **Alquitranes.**
 - **Breas.**

- **Emulsiones.**
- **Lechadas bituminosas.**
- **Mezclas bituminosas.**
- **Plásticos.** Son cuerpos orgánicos macromoleculares. Generalmente están en estado sólido. Estos se dividen según su temperatura de fusión y su comportamiento a la intemperie y establece tres tipos de plástico:
 - **Termoplásticos.** Fluyen al ser calentados por encima de cierta temperatura. Ésteres de celulosa, plimetacrilato de metilo, poliacrilonitrilo (fibras de carbono), poliáamida (nylon), poliestireno, vinilo, polietileno, policarnomato, poliaramida, geotextiles.
 - **Termoestables.** Permanecen insolubles y sin fluir hasta su temperatura en descomposición. Resinas de silicona, resinas de poliéster, resinas de poliuretano, resinas epoxi, resinas melamínicas, resinas fenólicas.
 - **Elastómeros.** Permanecen insolubles y sin fluir hasta su temperatura en descomposición. Caucho, látex, neopreno.
- **Fibras naturales de origen vegetal.** Son productos con los que se pueden obtener hilados, cuerdas, mallas y otras manufacturas que proceden de los tallos vegetales de determinadas plantas tales como el lino, el yute, el cáñamo y el esparto.
- **Cuerdas.** Son ligamentos de fibras naturales, a base de torsión o trenzado de hilos formados de las fibras de lanas, lino, yute, esparto, cáñamo, etc.

1.3 Factores que influyen en la elección de un material

Los avances tecnológicos en la rama constructiva han apoyado sus bases en el descubrimiento y desarrollo de nuevos materiales para la construcción. He ahí la importancia en la selección de estos, para garantizar el uso correcto de los mismos.

Existen un sinnúmero de factores que determinan la elección de un material de construcción, sin embargo, es importante mencionar, que en la elección del material existen diversos puntos que cubrir.

Elección de material.

Al elegir un material para una determinada aplicación, habrá que tener en cuenta los siguientes factores:

- **Sus propiedades:** dureza, flexibilidad, resistencia al calor, etc.
- **Las posibilidades de fabricación:** las máquinas y herramientas a disposición, la facilidad con que se trabajan, etc.
- **Su disponibilidad:** la abundancia del material, la cercanía del lugar donde se necesita, etc.
- **Su impacto ambiental**
- **Su precio**

Elección de materiales de construcción.

Para elegir los materiales de construcción adecuados para cada tipo de proyecto, es necesario un estudio de los mismos y análisis minucioso antes de tomar la mejor decisión. Existen diferentes factores que influyen al elegir el material correcto.

La **calidad del material** influye cuando se trata de acabados y detalles que queremos hacer resaltar en la obra. Esto va a depender directamente del presupuesto para la construcción y las necesidades de cada persona.

El **mantenimiento del material** sin duda es una característica a analizar. En muchas ocasiones el impulso de las personas por comprar el material de su gusto influye directamente en toda la construcción, generando problemas difíciles y costosos de solucionar. Es recomendable dar el tiempo necesario en seleccionar materiales de mantenimiento accesible y, sobre todo, que este pueda integrarse a la obra (diseño, estética, costos, etc.).

La **eficiencia del material** es otro factor importante. Aunque existen materiales como la madera que pueden colocarse en lugares como pisos de baño donde la humedad abunda o en fachadas en donde existe el mismo problema, es importante utilizar materiales que se adecuen a la función para la que fueron diseñados.

El **aprovisionamiento** del material influye directamente en los materiales de construcción. La disponibilidad en el mercado local, o bien, si se consiguen materiales en lugares lejanos, el transporte es un tema a discutir; aunado a esto, retomamos el mantenimiento del material, ya que, de ser necesario, el reemplazo de alguna pieza, las distancias y el tiempo juegan un papel importante.

Por último, y sin restarle importancia, **el impacto ambiental**. Es un tema de interés global y realmente extenso, sin embargo, es de los factores más importantes a considerar en una construcción. Este criterio tiene mucho que ver con **la facilidad de reusar y reciclar el material y la cantidad de residuos que genere**. Esto no afecta directamente a la calidad del proyecto final, pero hará de este una construcción más ecológica, que a la larga beneficiará a la construcción misma y su entorno.

I.4 Caracteres o propiedades de los materiales de construcción

Así como cada material cuenta con su propia clasificación, es importante mencionar que cada uno tiene propiedades propias que los caracterizan y que identifican la singularidad de cada uno.

Propiedades de los materiales cerámicos

Los ladrillos cuentan con diferentes propiedades. A continuación, se presentan los más importantes:

- **Densidad.** En general la densidad aparente oscila entre 0,5 – 2 g/cm³. Algunos ejemplos de densidades son:

Ladrillos macizos	$\rho_{AP} = 1,75 - 2,05 \text{ g/cm}^3$
Ladrillos perforados	$\rho_{AP} = 1,40 - 1,75 \text{ g/cm}^3$
Ladrillos huecos	$\rho_{AP} = 1,05 - 1,40 \text{ g/cm}^3$

- **Resistencia a compresión.** Estará garantizada por el fabricante identificando a la pieza como categoría I o de categoría II. En general para los ladrillos más comunes tenemos:
 - o Ladrillos macizos y perforados > 100 kg/cm².

- Ladrillos huecos 50 – 100 kg/cm².
- **No heladizos.** Los ladrillos deben Clasificarse como no heladizos sea cual sea la zona o el lugar de colocación, para evitar el peligro de desmoronamiento y desintegración.
- **Succión.** Es la capacidad de inhibición de agua por capilaridad mediante inmersión parcial del ladrillo en un periodo corto de tiempo.
- **Conductividad térmica.** El coeficiente de conductividad termina determina la cantidad de calor en Kcal que atraviesa una superficie de 1m², de un espesor de 1cm, durante una hora, cuando la diferencia de $\lambda = \frac{\text{kcal} \cdot \text{m}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{h}}$ temperaturas entre las caras de la superficie es de 1°C:

Para los ladrillos el valor de λ vale, aproximadamente:

Ladrillos macizos	$\lambda = 0,70 \frac{\text{kcal} \cdot \text{m}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{h}}$
Ladrillos perforados	$\lambda = 0,50 \frac{\text{kcal} \cdot \text{m}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{h}}$
Ladrillos huecos	$\lambda = 0,30 \frac{\text{kcal} \cdot \text{m}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{h}}$

- **Exentos.** De sales solubles o nódulos de cal y carecerán de eflorescencias y de manchas.
- **No tendrán desconchados ni deformaciones.**

Las tejas cuentan con propiedades similares al de los ladrillos.

- **Densidad.** La densidad de las tejas debe ser muy parecida a la de los ladrillos, aproximadamente.
- **Resistencia a la flexión.** Debe ser mayor que 120 kg/cm².
- **Impermeabilidad.** La impermeabilidad al agua debe ser la propiedad más importante.
- **No heladizas.** Deben cumplir con esta propiedad al igual que los ladrillos.
- **Resistente al impacto.** Deben soportar los efectos de golpes producidos sobre todo por granizo, pedrusco, lluvia y nieve, sin que se produzcan grietas, roturas y desconchados.

- **Exentas.** De sales solubles o nódulos de cal y carecerán de eflorescencias y de manchas.
- **No tendrán desconchados ni deformaciones.**

Las propiedades de las bovedillas son las siguientes.

- **Resistencia a flexión,** mayor de 150 kg/cm².
- **Resistencia a compresión.** Mayor de 200 kg/cm² si son elementos de relleno y, al menos, la misma resistencia a compresión que la del hormigón vertido en obra.
- **Carencia a fisuras y desconchados** mayores a 15mm.
- **Expansión por humedad** 0,55 mm/m.

Los azulejos y gres cuentan con las siguientes propiedades.

- **Densidad aparente** mayor de 2,3 g/cm³.
- **Buena adherencia** por la cara de fijación al soporte, con marcas y rugosidades y sin esmaltado en la cara posterior ni en los cantos.
- **Caras perfectamente planas y aristas vivas.**
- **Deben permitir su fractura.**
- **Resistencia a flexión,** debe ser mayor de 150 kg/cm² para los azulejos y mayor de 250 kg/cm² para el gres.
- **Absorción de agua,** en el gres debe ser muy escasa, inferior al 3%, mientras que los azulejos tienen mayor absorción.
- **Buena resistencia a la abrasión** y al desgaste y elevada dureza superficial al rayado.
- **Buena resistencia a los agentes químicos.**

Propiedades de los materiales aglomerantes y conglomerantes

Los materiales aglomerantes y conglomerantes cuentan con diversas propiedades que los caracterizan.

El yeso cuenta con las siguientes propiedades:

- Tiene fraguado y endurecimiento muy rápidos, retrasándose con retardadores.
- Poca adherencia con piedra y madera.
- Oxida al hierro y al acero, sobre todo con humedad.
- Buen aislante del sonido y del fuego.
- Admite coloración.
- Solo debe emplearse en interiores o locales con humedad relativa <70% debido a que se disgrega al absorber agua (es muy higroscópico), aunque puede aparecer mezclado con otros productos.
- No tiene capacidad resistente.
- Al principio sufre una ligera contracción, luego una expansión, y finalmente se estabiliza con la contracción o retracción.

La cal, por su parte, tiene las propiedades siguientes:

- Tiene fraguado y un endurecimiento muy lento.
- La cal aérea es un material que absorbe mucha humedad y se deteriora, mientras que la cal hidráulica no, por lo que la cal aérea debe emplearse en interiores o locales sin mucha humedad, mientras que la cal hidráulica se puede emplear en cualquier ambiente.
- Admite coloración.
- Tiene poca capacidad resistente.
- La cal suele expandirse al hidratarse y después se produce una contracción lenta durante su fraguado.

El cemento cuenta con las siguientes propiedades:

- Tiene un fraguado rápido y endurecimiento más lento.
- Buena adherencia con otros materiales como piedra, acero y cerámica.
- Resiste bien la humedad, puede emplearse en interiores y exteriores.
- Es muy resistente.
- Tiene una expansión al mezclarse con agua y posterior retracción.
- Es deformable a los ciclos humedad-sequedad.

Propiedades de los materiales pétreos aglomerados y conglomerados

El cartón-yeso. Tiene sus principales aplicaciones en la fabricación de planchas para la formación y construcción de particiones prefabricadas empleadas en separación de locales interiores.

Tableros de yeso armado. Se emplean en elementos que tiene que resistir cierta flexión, sobre todo en techos continuos.

Mármol artificial. Tiene aplicaciones de tipo decorativo, empleándose en decoración de multitud de elementos. Sin embargo, hay que indicar que el mármol artificial tiene menos resistencia que el material pétreo natural.

Bloques de cemento u hormigón. Sus principales aplicaciones son en muros y en cerramientos, predominando los bloques huecos, perforados o aligerados, para contribuir a un mayor aislamiento.

Baldosas hidráulicas. Estas tienen multitud de aplicaciones. Con frecuencia se suelen ver en la mayor parte de las aceras de la vía pública, y también en zonas peatonales.

Baldosas hidráulicas de terrazo y pavimentos terrazo. Sus aplicaciones suelen ser muy parecidas a las baldosas hidráulicas corrientes. Sin embargo, son recomendables en pavimentos que estén sometidos a mucho desgaste o erosión por rozamiento.

Adoquines de mortero de cemento u hormigón. Los adoquines se colocan en zonas urbanas, en calzadas, zonas de aparcamiento, zonas peatonales y aceras.

Bordillos. Los bordillos de hormigón tienen las mismas aplicaciones que los bordillos de materiales pétreo. Sus aplicaciones fundamentalmente son las de separación de calzadas con aparcamientos, separación de calzadas con aceras, separación de aceras con aparcamientos, delimitación de aceras y zonas verdes o terrazas.

Celosías de mortero de cemento u hormigón. Estos elementos se suelen emplear en cerramientos para separación y protección del sol y de las vistas. También para delimitar zonas de tendederos en cocinas y zonas de patios interiores y exteriores.

Tejas de cemento u hormigón. Estas tejas se utilizan para formación de tejados en lugares que se encuentran expuestos a condiciones meteorológicas adversas con vientos fuertes, lluvias intensas, nieve, etc.

Bovedilla. Se usan para forjados unidireccionales. Tienen mayor resistencia que las de cerámica y, además de su función principal que es la de relleno del forjado, también pueden colaborar en parte en la función portante.

Propiedades de los morteros y hormigones

En estado fresco cuentan con las siguientes propiedades.

Docilidad. Facultad de ser manejado, transportado y colocado fácilmente sin que pierda homogeneidad.

Consistencia. Facilidad para deformarse, plasticidad.

Homogeneidad. Es la cualidad por lo que los diferentes componentes del hormigón o del mortero aparecen regularmente distribuidos por toda su masa.

Peso específico. Es el cociente entre el peso y el volumen que ocupa el mortero fresco o el hormigón cuando se introduce y compacta en un recipiente de una capacidad dada.

Trabazón y compactibilidad. Resistencia que pone un hormigón fresco o mortero a disgregarse por la acción de vibraciones o golpes recibidos durante su transporte y vertido en obra.

Comportamiento frente a temperaturas extremas. En tiempo de heladas no fragua debido a que el agua se congela, y en tiempo muy caluroso el agua se evapora muy rápido y se pierde resistencia, se producen fisuras y aumento de retracción.

Contenido de aire. Es la cantidad de aire contenida en un volumen determinado, expresada en %.

En su estado endurecido presenta diferentes propiedades. Entre estas se encuentran:

Durabilidad. Es el tiempo durante el cual el mortero u hormigón cumple con la función para la que fue colocado, en definitiva, es su vida útil.

Compacidad. El nivel de unión o apretamiento de los componentes con la menor cantidad de poros.

Peso específico. En los morteros varía entre 1,75-2,25 t/m³, mientras que en el hormigón en masa tiene un valor de 2,2 t/m³, y en los hormigones armados y pretensados unas 2,5 t/m³.

Permeabilidad al agua y absorción de agua. La permeabilidad es la propiedad que permite la entrada dentro del material de agua o líquidos. El mortero u hormigón es permeable cuando se producen microporos en su masa, debido a una pérdida de agua de forma indebida durante el amasado, o cuando no tiene la compactación adecuada y se producen canales de comunicación al exterior.

Deformabilidad. Modificación de las medidas o dimensiones en el material, por medio de giros y/o desplazamientos.

Resistentes a la abrasión. Indica la dureza superficial y por tanto la resistencia al desgaste.

Conductividad térmica. Indica la cantidad de calor que pasa a través del material en un periodo de tiempo.

Propiedades de los materiales metálicos

Las propiedades de los generales metálicos se pueden encontrar divididos de la siguiente manera:

- Propiedades mecánicas.

- Resistencia a tracción. En general se caracterizan por tener una excelente resistencia a tracción, muy superior, a la que ofrecen los materiales pétreos.
- Resistencia a compresión. En general alcanza también valores elevados. Los metales, salvo excepciones, son isorresistentes, es decir, que sus resistencias a la tracción y a la compresión tienen valores similares.
- Resistencia al corte o esfuerzo cortante. Suele ser bastante elevada en torno al orden del 60% de la resistencia de tracción o compresión.

- Fatiga. Es la propiedad de resistir un número limitado de ciclos alternativos de carga y descarga de forma periódica hasta que el material se rompe.
 - Dureza. Expresa la capacidad de un metal a ser deformado superficialmente, o también la resistencia a la penetración, al rozamiento o frote.
 - Deformabilidad. Es la capacidad de un material para sufrir deformaciones antes de su rotura.
 - Tenacidad. Propiedad de los metales de resistir grandes deformaciones en estado plástico, es decir, soportar deformaciones elevadas antes de producirse la rotura. Lo contrario a la fragilidad.
 - Soldabilidad. Es la propiedad de algunos metales en donde dos piezas de los mismos pueden unirse formando un conjunto rígido.
- **Propiedades térmicas.**
 - La conductividad térmica. Expresa la facilidad que presenta un material para el paso de calor.
 - El coeficiente de dilatación lineal. Mide la variación de la unidad de longitud de un cuerpo cuando su temperatura aumenta un grado centígrado.
 - **Propiedades eléctricas.**
 - Es la libertad con la que se mueven los electrones dentro de la masa de los metales. Los mejores conductores de electricidad son la plata, el cobre y el aluminio.
 - **Propiedades químicas.**
 - Oxidación. Es la combinación de un metal con el oxígeno en estado seco, es decir, sin presencia de catalizadores ni reacciones intermedias.
 - Corrosión. Cuando un material metálico oxidado entra en contacto con algún agente catalizador, generalmente el agua o la humedad, se produce una oxidación que progresa hacia el interior de la masa del metal produciendo descomposición.

UNIDAD II

PROPIEDADES QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DE LOS MATERIALES

INTRODUCCIÓN

En la siguiente unidad se estudiarán y analizarán las diferentes propiedades químicas y biológicas de los materiales mencionados con anterioridad.

Si bien se mencionaron las propiedades generales de los materiales de construcción de forma superficial, en este apartado tocaremos más a fondo las propiedades específicas de los materiales más importantes.

2.1 Conceptos preliminares

Vale la pena recordar ciertos conceptos para entender a fondo el tema en cuestión.

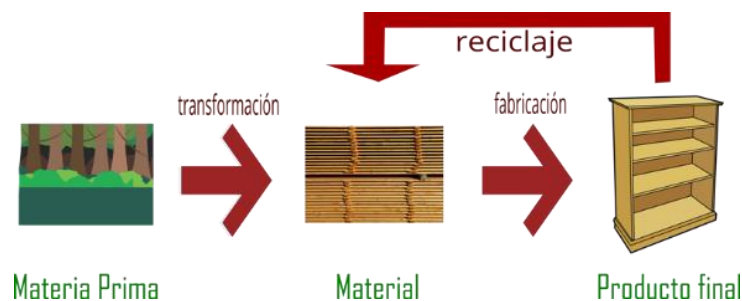
Materias primas: son los recursos naturales a partir de los que obtenemos los materiales que empleamos en la actividad técnica.

Dentro de este apartado encontramos una clasificación general:

- Materias primas animales: lana, seda, pieles.
- Materias primas vegetales: madera, corcho, algodón, lino.
- Materias primas minerales: arcilla, arena, mármol, minerales de hierro.

Materiales: Son los productos útiles para la actividad tecnológica que se obtienen de la transformación de las materias primas.

Es importante conocer la relación entre la materia prima y los materiales ya que esta última depende necesariamente de la primera para existir.



Entre los materiales más utilizados para la elaboración de productos destacan:

- La madera
- El plástico
- Los metales
- Los pétreos
- Los cerámicos
- Los textiles

Estos materiales se definen como materiales tecnológicos, debido a que son utilizados para generar objetos que satisfacen las necesidades de los individuos: muebles, ropa, etc.

La madera se obtiene de la parte leñosa de los árboles. Es utilizada como combustible, para la industria papelera, para la fabricación de muebles, elementos de construcción (vigas, escaleras, etc.) y elementos decorativos.

Los plásticos se obtienen artificialmente a partir del petróleo. Los plásticos se utilizan para fabricar tuberías, embalajes, juguetes, recipientes, revestimientos de cables, etc.

Los metales se extraen de los minerales que forman parte de las rocas. Son utilizados para estructuras y piezas de máquinas, herramientas, elementos de unión, componentes electrónicos, marcos de ventanas, muebles, etc.

Los pétreos se extraen de las rocas. Son materiales pétreos el mármol, la pizarra, el vidrio, el yeso, el cemento y el hormigón. Normalmente estos son utilizados como materiales de construcción.

Los cerámicos se obtienen moldeando arcillas y someténdola después a un proceso de cocción a altas temperaturas en un horno. Un ladrillo, una teja, un botijo son productos fabricados con materiales cerámicos.

Los textiles son utilizados en forma de hilos para elaborar tejidos. Pueden ser naturales o sintéticos. Son materiales textiles la lana, el algodón, el lino, la seda, el nylon y la lycra.

Cada material tiene sus propias características que las diferencian de los demás y determinan lo que puede, o no, hacerse con él. Estas propiedades se pueden clasificar en:

- Propiedades físicas
- Propiedades químicas
- Propiedades mecánicas
- Propiedades ecológicas

La clasificación puede variar dependiendo del contexto en el que sea utilizado o de las necesidades de cada individuo.

Las **propiedades físicas** son las que manifiesta cualquier material en función de la naturaleza de su composición o ante el calor, la luz, la electricidad, el magnetismo o el sonido.

Las propiedades físicas más comunes son:

- Volumen: Se define como el espacio ocupado por un cuerpo.
- Masa: se define como la cantidad de materia de un cuerpo.
- Densidad: Es la relación matemática que define la cantidad de masa contenida en un determinado volumen.
- Propiedades térmicas: son aquellas que se manifiestan ante la presencia del calor.
- Propiedades eléctricas: son aquellas que se manifiestan cuando actúa una corriente eléctrica.
- Propiedades ópticas: se manifiestan cuando incide la luz sobre un material o cuerpo.
- Propiedades magnéticas: se hacen presentes cuando hay magnetismo cercano.
- Propiedades acústicas: se hacen presentes ante la presencia del sonido.

Las **Propiedades químicas** son aquellas que se manifiestan cuando un material sufre una transformación de su composición debido a la interacción con otras sustancias.

- La **Oxidación**. Es la reacción química que se produce cuando el material entra en contacto con el oxígeno y se combina con él dando como resultado otro tipo de

sustancia, que puede ser o no similar al material. Los metales son los que son más sensibles a la oxidación.

- **Ataque químico.** Es la reacción química que se produce cuando el material entra en contacto con sustancias como los ácidos y se combinan con ellos, dando como resultado otro tipo de sustancia distinta al material. Todos los materiales pueden ser sensibles a uno o varios tipos de ácidos y por tanto a su ataque.

Las **propiedades mecánicas** son las que describen el comportamiento de los materiales cuando son sometidos a la acción de fuerzas exteriores. Estas propiedades son:

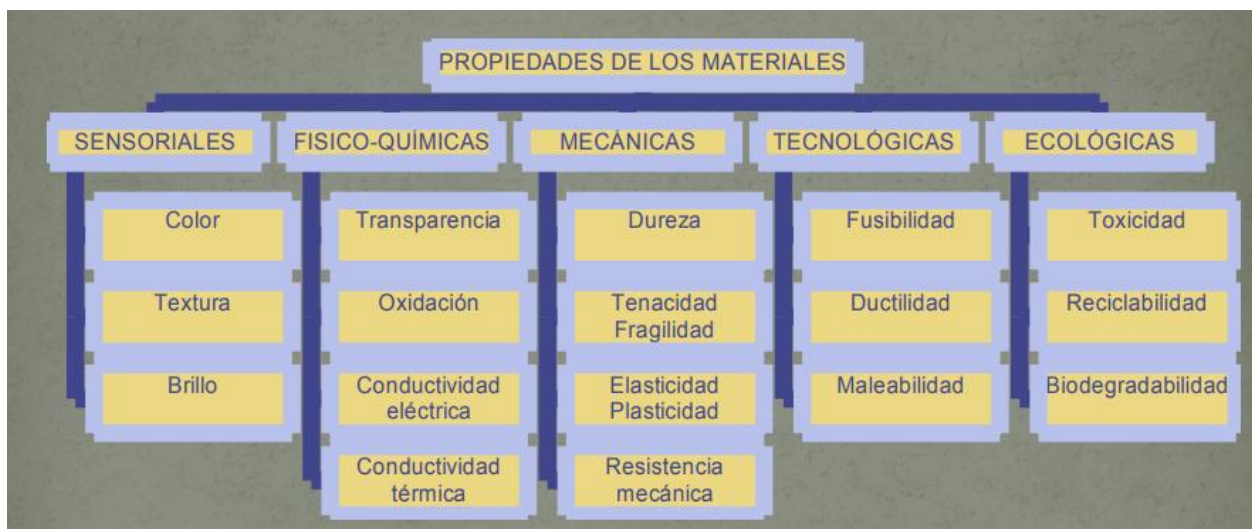
- **Elasticidad:** Consiste en la capacidad de algunos materiales para recobrar su forma y sus dimensiones primitivas cuando cesa el esfuerzo o la fuerza que había determinado su deformación.
- **Plasticidad:** Aptitud de algunos materiales sólidos de adquirir deformaciones permanentes, bajo la acción de una presión o fuerza exterior, sin que se produzca una rotura.
- **Tenacidad:** Es la capacidad que tienen ciertos materiales de soportar, sin deformarse ni romperse, los esfuerzos bruscos que se le apliquen.
- **Fragilidad:** Un material es frágil cuando se rompe fácilmente por la acción de un choque o esfuerzo brusco aplicado súbitamente.
- **Dureza:** Es la resistencia que un material opone a la penetración o a ser rayado.
- **Maleabilidad:** otra variante de la plasticidad, consiste en la posibilidad de transformar o conseguir que algunos metales estén en forma de laminas delgadas.
- **Ductibilidad:** es la posibilidad de que algunos metales se puedan presentar en hilos muy delgados.

Las **propiedades ecológicas** son aquellas que se manifiestan en función a como interaccionan con el medio ambiente. Ya sea en la producción de estos, en la vida útil del objeto creado o cuando el objeto ha sido desechado por falta de utilidad, deterioro o vejez.

En función a estas propiedades los materiales pueden ser:

- Reciclables: son los materiales que se pueden reutilizar, como el vidrio, el papel y los plásticos. El reciclaje contribuye a conservar los recursos naturales y evita la acumulación de grandes cantidades de residuos.
- Tóxicos: Estos materiales son nocivos para el medio ambiente, ya que pueden resultar venenosos para los seres vivos y contaminan el suelo, el agua y la atmosfera.
- Biodegradables: son aquellos materiales que se descomponen de forma natural en sustancias más simples. Los materiales de origen orgánico son los que menos tardan en descomponerse.

Las propiedades de los materiales, independientes de las ya mencionadas, tienen diferentes clasificaciones e, incluso, interpretaciones. Se muestra en el siguiente mapa otro ejemplo de dicha división:



2.2 Estructura y estado de la materia

Como en todos los temas, es importante comenzar con los conceptos importantes, esto con la finalidad de no entorpecer el recorrido del estudiante a través de la información y los datos que los apoyaran en sus estudios.

El principio de conservación de la masa, enunciado en 1774 por Antoine L. de Lavoisier, da comienzo al conocimiento de la estructura atómica de la materia, además confirma en sus experimentos la existencia de cuerpos simples o elementos que por medios químicos no pueden descomponerse en elementos más simples.

El estudio de las combinaciones entre los elementos, demuestra que no puede variar de forma continua, la proporción entre la masa de los elementos que se combinan. Basado en investigaciones anteriores y las propias, John Dalton, fue capaz de formular su hipótesis atómica:

“Cada elemento está constituido por partículas idénticas, químicamente indivisibles, que se llaman átomos”.

Existen tantos átomos como elementos diferentes.

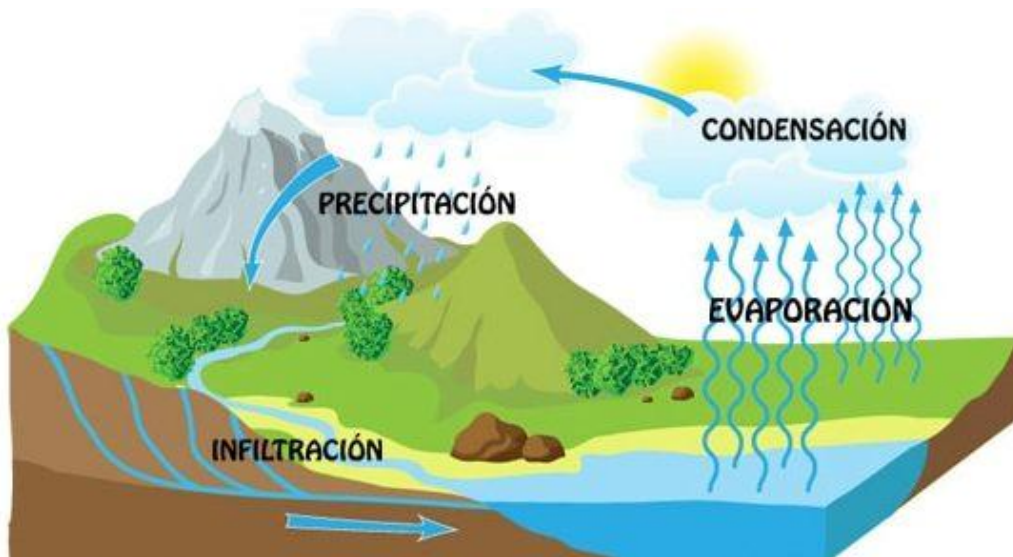
Los átomos se unen entre sí para formar un conjunto llamado molécula. Si los átomos que se ligan son idénticos se obtiene la molécula del elemento correspondiente elemento, por ejemplo, dos átomos de cloro forman la molécula de cloro (Cl_2). Las menores partículas de un cuerpo, iguales entre sí y que conservan las propiedades inherentes al mismo, son las moléculas.

Los átomos y moléculas se unen entre sí gracias a las fuerzas de enlace. Esto se debe a la acción de la fuerza electromagnética.

El resultado de estas uniones son las estructuras macroscópicas que forman todo lo que existe.

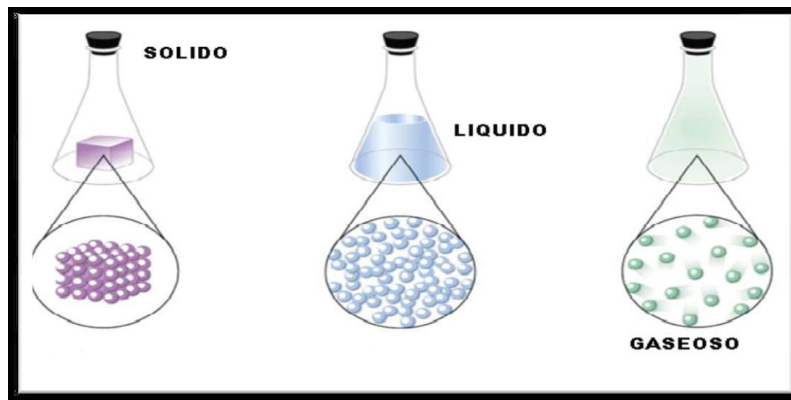
La materia en su forma macroscópica y para todas las sustancias se encuentra normalmente en nuestro planeta en tres estados de agregación fundamentales: **sólido, líquido y gaseoso**; existen, al menos, otros dos estados extraterrestres que presentan características muy diferentes llamados plasma y nucleónico, que cada día van alcanzando más importancia en la

física de vanguardia. El agua se encuentra en la naturaleza en los tres estados de agregación como se muestra en la siguiente imagen.



El famoso ciclo del agua. Se encuentra tanto en estado sólido (hielo) y este al derretirse se convierte a líquido y al evaporarse (gaseoso) se condensa y obtenemos el agua de lluvia.

El comportamiento mecánico de los sólidos, líquidos y gases puede explicarse de forma aproximada en función de la libertad de movimiento que poseen sus partículas. A continuación, se mencionan las características fundamentales de cada estado de la materia.



Estado sólido

En un sólido las distancias existentes entre las partículas (átomos o moléculas consideradas como un todo) que lo estructuran, son comparables a las dimensiones de éstas, por lo que las fuerzas que forman sus enlaces son muy intensas, y, en consecuencia, resisten a la acción

de las fuerzas exteriores normales a su superficie (compresión) reaccionando con las fuerzas interatómicas e intermoleculares de repulsión, y a las tangenciales (tracción) que equilibran las de cohesión.

Dentro de un cierto límite, en el cual el sólido no sufre ruptura, si las fuerzas externas provocan alguna deformación y el sólido recupera su forma inicial al cesar éstas, decimos que se comporta como un medio elástico. En todos los casos, un sólido tiene en su estado natural un volumen y una forma definida y ofrece una resistencia a cualquier modificación de ellos. Los cuerpos sólidos pueden ser cristalinos o amorfos.

En el mundo de los cristalinos se pueden hallar en:

- La naturaleza
- En los minerales o rocas, donde algunos cristales particularmente grandes, como las rocas preciosas.
- Se encuentran, también, en objetos como acero y el aluminio

En un **sólido cristalino** los átomos, iones o moléculas están bien definidas. Estos sólidos suelen tener superficies planas o caras que forman ángulos definidos entre sí.

Algunos ejemplos de sólidos cristalinos son:

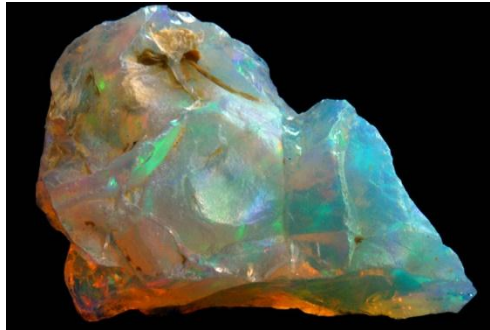
- La piritita
- La fluorita
- Amatista



Es un **sólido amorfo** cuando sus partículas no tienen una estructura ordenada. Estos sólidos carecen de formas y caras bien definidas.

Uno de los sólidos amorfos más comunes es:

- El ópalo



Estado líquido

El estado líquido es un estado intermedio entre el sólido y el gaseoso teniendo propiedades semejantes a ambos. Una primera semejanza al estado sólido es la resistencia que oponen a la compresión, sin embargo, no resisten las fuerzas de tracción al igual que los gases. La incompresibilidad de los líquidos está estrechamente relacionada con el conocido Teorema de Pascal, característico de los líquidos, según el cual, si se comprime un líquido en equilibrio con un émbolo, por ejemplo, la presión ejercida se transmite íntegramente a todos sus puntos y aumentará en el mismo valor en todas las paredes del recipiente que lo contiene. Esta propiedad tiene muchas aplicaciones en la hidráulica que permite transmitir la fuerza aplicada desde un punto a otro.

Es posible mediante la transmisión de energía calorífica lograr que un cuerpo en estado sólido alcance el punto de fusión y pase al estado líquido. De la misma manera, ese líquido al aumentar su temperatura alcanza la ebullición pasando al estado gaseoso.

Estado gaseoso

En un gas, el número de partículas que lo componen por unidad de volumen es, en general, mucho menor que en los líquidos, la distancia media entre sus partículas es lo suficientemente grande como para que las fuerzas de enlace entre ellas sean prácticamente despreciables, y en consecuencia se desplazan libremente.

En un gas, sus moléculas poseen un movimiento continuo y desordenado (caótico) cambiando su dirección y velocidad cuando se produce un choque entre ellas o con las paredes del recipiente que las contiene, teniendo un movimiento libre (rectilíneo y uniforme) entre choque y choque.

Por efecto de los choques, que alejan las partículas entre sí, los gases tienden siempre a ocupar el máximo volumen.

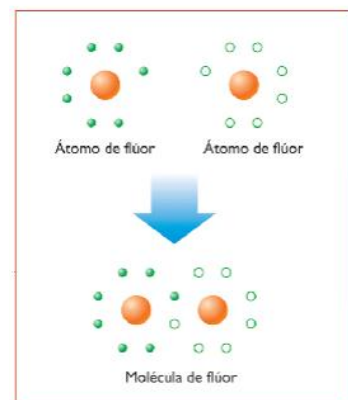
2.3 Enlace químico

Sabemos que la manera en que los átomos se enlazan ejercen un efecto profundo sobre las propiedades físicas y químicas de las sustancias. ¿Qué es un enlace químico? Aunque esta pregunta se puede responder de diversas formas, el enlace se define como la fuerza que mantiene juntos a grupos de dos o más átomos y hace que funcionen como unidad. Por ejemplo, en el agua la unidad fundamental es la molécula H-O-H cuyos átomos se mantienen juntos por dos enlaces O-H. Se obtiene información acerca de la fuerza del enlace midiendo la energía necesaria para romperlo, o sea la energía de enlace. Veremos cómo los átomos interaccionan entre sí de diversas formas para formar agregados y se considerarán ejemplos específicos para ilustrar los diversos tipos de enlace. Existen tres tipos importantes de enlaces que se forman entre los átomos de un compuesto: iónico (o electrovalente), covalente (polar, no polar y el coordinado) y el enlace metálico.

Enlace iónico

El enlace iónico se forma cuando un átomo que pierde electrones relativamente fáciles (metal) reacciona con otro que tiene una gran tendencia a ganar electrones (no metal).

Enlace covalente



El modelo de enlace entre iones no se puede utilizar para explicar la unión entre cualquier pareja de átomos. Si dos átomos son iguales, no existe ninguna razón que justifique que uno de estos átomos se transforme en ión. Para justificar estas situaciones se utiliza otro modelo de enlace. Cuando los átomos que forman un enlace comparten sus electrones con la finalidad de cumplir con la regla de los ocho, se forma un enlace. El tipo de enlace que se observa en la molécula de hidrógeno y en otras moléculas en que los electrones son compartidos por los dos núcleos se llama enlace covalente. Hasta el momento se han considerado dos tipos de enlace extremos. En el enlace iónico, los átomos que participan son tan distintos que ganan o pierden uno o más electrones para formar iones con carga opuesta. El enlace se debe a las atracciones entre los iones. En el enlace covalente dos átomos idénticos comparten electrones de manera igual. La formación del enlace se debe a la atracción mutua de los dos núcleos hacia los electrones compartidos. Entre estos extremos se encuentran casos intermedios en los cuales los átomos no son tan distintos que ganen o pierdan electrones en su totalidad, pero son bastante distintos para que haya un compartimento desigual de electrones y se forme lo que se conoce como enlace covalente polar. Cuando el par de electrones compartidos pertenece solo a uno de los átomos se presenta un enlace covalente coordinado o dativo. El átomo que aporta el par de electrones se llama donador y el que los recibe receptor o aceptor.

Enlace metálico

Por último, estudiaremos el enlace metálico, su importancia la podemos ver en el hecho de que las 3/4 partes de elementos del sistema periódico son metales. El papel que estas sustancias han tenido en el desarrollo de la humanidad es tan importante que incluso se distingue entre la edad de piedra, la edad del bronce y la del hierro. De los 90 elementos que se presentan en la naturaleza algunos metales como el sodio y el magnesio, pueden extraerse de los océanos donde se encuentran disueltos. Los demás metales se suelen obtener a partir de depósitos minerales que se hallan encima o debajo de la superficie terrestre. Algunos metales son tan poco reactivos que es posible encontrarlos directamente en forma elemental, este es el caso del oro, la plata y el platino. Otros se encuentran formando parte de distintos compuestos químicos. En general presentan propiedades muy peculiares que los han diferenciado desde hace siglos de las restantes sustancias, tales como: ser excelentes

conductores del calor y la electricidad en estado sólido, ser fácilmente deformables (lo que permite trabajarlos y fabricar con ellos objetos de distintas formas).

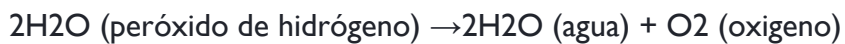
Ahora, en los materiales de construcción se presentan los diferentes enlaces químicos, entre ellos tenemos:

- **En los agregados**
- **En el concreto**
- **En el acero**

2.4 Reacciones químicas

Las **reacciones químicas** suceden cuando se rompen o se forman enlaces químicos entre los átomos. Las sustancias que participan en una reacción química se conocen como los **reactivos**, y las sustancias que se producen al final de la reacción se conocen como los **productos**. Se dibuja una flecha entre los reactivos y los productos para indicar la dirección de la reacción química, aunque una reacción química no siempre es una "vía de un solo sentido".

Por ejemplo, la reacción de descomposición del peróxido de hidrógeno en agua y oxígeno se puede escribir de la siguiente manera:



En este ejemplo, el peróxido de hidrógeno es nuestro reactivo, y se descompone en agua y oxígeno, nuestros productos. Los átomos que comenzaron en las moléculas de peróxido de hidrógeno se reacomodaron para formar moléculas de agua (H₂O) y oxígeno (O₂).

Tal vez hayas notado los números adicionales en la reacción química anterior: el 2 en frente del peróxido de hidrógeno y el agua. Estos números se llaman **coeficientes** y nos dicen cuánto de cada molécula participa en la reacción. Se deben incluir con el fin de que nuestra

ecuación esté **balanceada**, es decir que el número de átomos de cada elemento sea igual en los dos lados de la ecuación.

Las ecuaciones deben estar balanceadas para reflejar la **ley de la conservación de la materia**, que dice que no se crean ni se destruyen átomos durante el curso de una reacción química normal.

Reacciones químicas en la construcción

- **Reacción ácido-base:** ácidos y bases, dos tipos de compuestos químicos que presentan características opuestas. Los ácidos tienen un sabor agrio, colorean de rojo el tornasol y reaccionan con ciertos metales. Las bases tienen sabor amargo, colorean el tornasol de azul y tienen tacto jabonoso. Cuando se combina una disolución acuosa de un ácido con otra de una base, tiene lugar una reacción de neutralización. Esta reacción en la que, generalmente, se forman agua y sal, es muy rápida.
- **Reacción álcali-silice:** Es la reacción que más atención ha recibido y la primera en ser reconocida. Está asociada con el cemento y ciertos componentes silíceos que pueden estar presentes en los agregados. Esta reacción forma deterioros en hormigones preparados para ciertos agregados de arena-grava en los estados de Kansas, Nebraska y el este de Wyoming. Existen casos confirmados por esta reacción en daño a una estructura: la presa Matilija del U.S. Bureau y la presa Jersey New. Además, las pilas de los puentes Oddeesund y Vilsund, en Jutlandia Dinamarca, con reparación completa.
- **Carbonatación:** en la hidratación del cemento se forman, entre otros, cantidades importantes de portlandita. Con el tiempo el CO_2 de la atmósfera pasa a través de los poros del hormigón, se combina con los compuestos químicos de este y llega a formar carbonatos cálcicos, siguiendo la conocida reacción de adormecimiento de cal aérea.



- **Piritas:** La utilización de áridos contaminados con piritas para la confección de hormigones, provoca una patología en los elementos de hormigón realizados in situ, consistente en la total desintegración de los elementos que se encuentran en contacto con el exterior.
- **Eflorescencia:** se denominan Eflorescencias a los cristales de sales, generalmente de color blanco, que se depositan en la superficie de ladrillos, tejas y pisos cerámicos o de hormigón.
 - o **Primaria.** Se forma debido a la humedad de la obra recién terminada. Comúnmente este tipo es inevitable, pero desaparece en pocos meses.
 - o **Secundaria.** Aparecen en obras de más de un año de antigüedad debido a condiciones desfavorables propias de la estructura o el medio. Son evitables.



- **Corrosión.** Esta supone una pérdida de material metálico a partir de una pila electroquímica que se forma entre dicho elemento y otro material próximo; suele aparecer como consecuencia de un proceso de oxidación-reducción y afecta a todos los metales, especialmente al acero por su contenido de hierro.
 - o **Oxidación previa:** se da especialmente en elementos estructurales, de cerrajería o auxiliares de los cerramientos que carecen de protección y ventilación suficiente.
 - o **Aireación diferencial:** aparecen en zonas de humedad continua, adyacentes a otras de secado más fácil; las húmedas se corroen.
 - o **Inmersión:** aparición de hidróxido que se disuelve en función del Ph del agua, perdiéndose material.
 - o **Par Galvánico:** se da en elementos de cerrajería y carpintería, cuando están en contacto con otros metales, con corrosión puntual.
- **Aluminosis.** Se trata de la transformación de determinados aluminatos cálcicos hidratados, cristalizados de goma hexagonal y de estructura metaestable, en otros aluminatos cálcicos hidratados cristalizados en forma cubica. Este fenómeno comporta una pérdida de la resistencia del hormigón y un aumento de la porosidad.

2.5 Durabilidad de los materiales

La durabilidad es la capacidad de materiales y componentes de conservar las características y funcionalidad para la que fue seleccionado durante su vida útil prevista.

La durabilidad está estrechamente relacionada con otros conceptos y hechos fundamentales en la construcción arquitectónica, como son los de calidad y su control, uso y mantenimiento, así como con el envejecimiento.

Así, la mayor durabilidad del edificio y sus componentes se relaciona con mayor calidad del proceso constructivo, con un correcto uso y una adecuada conservación. El envejecimiento, por el contrario, reduce paulatina pero naturalmente la vida útil prevista, en estrecha relación con las operaciones de conservación y renovación ordinarias y extraordinarias.

El fallo de durabilidad suele consistir en un proceso anormal que conduce desde unas causas últimas o factores que influyen sobre la durabilidad, hasta las consecuencias o efectos diferidos y acumulados de las lesiones, que pueden terminar en el colapso o la ruina del elemento en cuestión.

Deterioro de los materiales: patologías en la edificación

Los fallos o disminuciones de la durabilidad suelen ser consecuencia de los deterioros que, por causas naturales, como el envejecimiento, o anormales e imprevistas, ocurren en los componentes de la edificación.

El análisis de los procesos de deterioro que se producen en los edificios constituye un verdadero campo científico y técnico que sirve de apoyo a la actividad de conservación y restauración arquitectónicas, estrechamente ligada a la valoración del patrimonio construido.

Por asimilación a la ciencia médica, el estudio de los procesos de deterioro de materiales y edificios se conoce como patología de la edificación. Y analiza todas las fases de dichos procesos: las causas (etiología), los mecanismos (patología), y los síntomas o efectos (sintomatología).

El análisis a la inversa de esta secuencia para dictaminar las causas y poder tomar las medidas correctoras adecuadas se conoce como diagnóstico.

A) Causas indirectas de los deterioros

- a. El proyecto
- b. La fabricación de materiales
- c. La construcción del edificio
- d. El uso y el mantenimiento

B) Causas directas de fallos y lesiones

- a. Debido a la naturaleza del material
- b. Debidas al uso y envejecimiento
- c. Debidas a la influencia del entorno físico

C) Mecanismos de lesión. Son los distintos fenómenos que explican el fallo de durabilidad o proceso de deterioro de los materiales. Suelen ser complejos por la

intervención de diversas causas, reacción, transformaciones, movimientos, todo ello influido por las condiciones de uso, ambiente y de configuración de los propios componentes.

- a. Mecanismos de tipo físico-mecánico.
- b. Mecanismos de tipo químico y físico-químico
- c. Mecanismos de tipo bioquímico o biológico

D) Manifestaciones y efectos de fallos y lesiones. Los fenómenos que actúan en los procesos contra la integridad y funcionalidad de los materiales y componentes son reconocidos y evaluados a través de sus manifestaciones y efectos. En general, las lesiones suelen ser identificadas con sus manifestaciones o síntomas, si bien no siempre un fallo o lesión conlleva o presenta directamente los efectos nocivos del proceso.

- a. Síntomas de las lesiones:
 - i. Fracturas: grietas, fisuras, aplastamiento, desprendimiento, etc.
 - ii. Deformaciones: curvamiento, alabeo, abombamiento, embolsamiento, etc.
 - iii. Cambio de estructura: pérdida de material, desprendimiento, etc.
 - iv. Cambio de aspecto: manchas, costra de suciedad, decoloración, cambio de color, amarilleo, cuarteo.

Prevención de los deterioros

Constituye el conjunto de medidas y actuaciones encaminadas a evitar, contrarrestar o controlar los procesos que conducen a los fallos y deterioros culpables de la pérdida o acortamiento de la vida útil de materiales y componentes. Dichas medidas deben adoptarse en las tres fases decisivas del proceso constructivo: el Proyecto, la Producción (fabricación y construcción) y el mantenimiento.

- A) **Prevención a través del proyecto**
- B) **Prevención mediante control de calidad de construcción**
- C) **Prevención mediante mantenimiento**

Durabilidad de la piedra natural

La piedra tiene las siguientes formas de alteración:

- Ensuciamiento físico: pátina, depósito, costra
- Ensuciamiento biológico: bacterias, hongos, algas, líquenes, musco, plantas.
- Eflorescencias: superficiales, subeflorescencias, criptoflorescencias.
- Desprendimientos: costra, escamas, ampollas, placas, desconchaduras.
- Erosión: desagregación. Alveolización, acanaladuras, picaduras.
- Agrietamiento y fisuración.

Por su parte los agentes mecánicos de alteración son los siguientes:

- Agua natural
- Acción química:
 - Disolución: afecta a varios minerales
 - Carbonatación
 - Hidrólisis
 - Hidratación
 - Oxidación
- Acción física:
 - Ciclos de humedad
 - Ciclos de hielo
 - Agua más sales
 - Ciclos de cristalización de sales
 - Ciclos de hidratación de sales
- Contaminación atmosférica:
 - Actividad humana: Quema de combustibles
 - Actividad natural: emisión de volcanes, incendios forestales, descomposición de materia orgánica.

Durabilidad del hormigón y morteros

La durabilidad en el hormigón puede definirse como el conjunto de propiedades necesarias para conseguir que el material conserve, durante su vida de servicio prevista y hasta el final de la misma, un coeficiente de seguridad de valor aceptable.

- Agentes agresivos

- Acciones mecánicas (naturales o artificiales)
 - Cargas
 - Sobrecargas
 - Impactos
 - Vibraciones
 - Rozamientos
- Acciones físicas:
 - Variaciones de temperatura y humedad
 - Heladas
 - Temperaturas extremas
 - Fuego
 - Corriente eléctrica (corrosión de armadura)
 - Radiaciones
- Acciones químicas:
 - Aire y/o gases
 - Aguas agresivas (en movimiento)
- Daños causados por agentes externos**
 - Agentes físicos (agua, viento, temperaturas)
 - Sobre el hormigón fresco:
 - Lavado de finos, con menor recubrimiento
 - Congelación: impide hidratación
 - Desecación: hidratación incompleta; resistencia insuficiente; fisuras
 - Sobre el hormigón endurecido:
 - Bajas de temperatura: roturas por heladicidad
 - Abrasión: infrecuente, salvo usos específicos

Durabilidad de cerámica y el vidrio

- Patología de las fábricas de ladrillo

- Grietas y fisuras:
 - Por fallo local
 - Por aplastamiento del mortero o de los ladrillos
 - Por retracción del mortero
 - Por pandeo y flexión
 - Por alabeo, vuelco, punzonamiento
 - Por desgarramiento, tracción, cortante
- Erosión
 - En el mortero de las juntas
 - En antiguos morteros de cal no hidráulica: se meteorizan con rapidez
 - La acción de la helada aumenta la erosión y el agua penetra profundamente
 - La erosión de las piezas facilita la penetración del agua
 - La contaminación puede generar sulfatos que atacan morteros de cemento.
 - Morteros modernos y rejuntados se fisuran por retracción: fácil erosión
 - Acción del fuego, vibraciones, etc.
- Descamación
- Pulverización
- Fisuración y pérdida de masa en piezas
- Rejuntados malos degradan aristas erosionadas

- Durabilidad del vidrio

- El agua disuelve las bases del vidrio, lo que permite clasificarlo en cinco diferentes categorías, según la cantidad de Na_2O , en mg por gr de vidrio. También existen tres categorías de vidrio, en función de la pérdida de peso que experimenta al mantenerlo en una disolución ácida. Los compuestos

alcalinos y silicatos de areniscas procedentes de la meteorización de juntas de morteros y fábricas de piedra, pueden atacar los vidrios de acristalamiento adyacentes. En general, la durabilidad del vidrio aumenta con la proporción de sílice (arenas), y disminuye con la de álcalis (sales).

Durabilidad de los metales

Los metales son materiales que, por su constitución estructural son densos y compactos, careciendo de porosidad, defectos orogénicos, salvo eventuales impurezas, sopladuras y tensiones internas de conformación. Son más durables si están protegidos de sus dos principales mecanismos agresores: la corrosión y el fuego.

- **Oxidación:** Se produce por la combinación del metal con el oxígeno atmosférico, sin intermediación de catalizadores. Es el oxígeno atómico, que en pequeña proporción se encuentra en la atmósfera.
- **Corrosión metálica:** Tiene lugar por reacción del metal con el oxígeno atmosférico, si bien ya no es puramente química, sino activada por otros agentes catalizadores, normalmente agua que suele llevar en disolución iones metálicos, constituyendo un electrolito.

UNIDAD III

PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS Y FÍSICAS DE LOS MATERIALES

INTRODUCCIÓN

Para la siguiente unidad se continuará con el estudio de los materiales y los materiales de construcción. En este apartado se mencionarán, analizarán y estudiarán las propiedades organolépticas y físicas de los diversos materiales que existen, o en su caso, de los más importantes. La finalidad es dejar lo más claro posible la gama de propiedades que existen y su clasificación, para tener una noción general de cada una de estas.

3.1 Propiedades organolépticas

Las propiedades organolépticas son las que pueden ser captadas a través de nuestros sentidos. Así, el color, el sabor, el olor o la textura de una sustancia, alimento, material, aporta información relevante sobre sus características. Este tipo de propiedades se relacionan directamente con los alimentos, principalmente, debido a que es sencillo percibir con cada uno de nuestros sentidos las características que los definen, con excepción del oído.

El primer paso en el análisis de un material de construcción es también el de 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 coqueras, estudio de la fractura, morfología, etc.

Dentro de estas propiedades para los materiales de construcción encontramos los siguientes:

- **Propiedades sensoriales:** son aquellas propiedades que, con el color, el brillo o la textura, están relacionadas con la impresión que produce el material en nuestros sentidos.
- **Vision.**

- **Color:** Definición estética, en algunos materiales da pauta de otras propiedades (madera, suelos).
- **Reflexión y transmisión de luz:** fenómenos que interactúan en el uso y comportamiento del espacio.
- **Tacto.**
 - **Textura.** Define características superficiales. Incide en el aspecto estético y acústico.
 - **Conductividad:** parámetro sensible en aspectos térmicos y eléctricos.
- **Olfato**
 - Olores característicos especialmente en materiales orgánicos.
- **Oído.**
 - Respuesta sonora frente a impactos

Como es de esperarse, la clasificación de estas propiedades en los materiales es extensa y abarca diferentes puntos de vista. La siguiente clasificación son parte de las características organolépticas de los materiales:

- **Homogeneidad:** la materia homogénea es la que presenta una composición uniforme, en la cual no se pueden distinguir a simple vista sus componentes; muchos casos, no se distinguen ni con instrumentos como el microscopio, Por ejemplo: el agua, la sal, el aire, la leche, el azúcar y el plástico. La materia heterogénea es aquella cuyos componentes se distinguen unos de otros, tal es el caso de la madera, el mármol, una mezcla de agua y aceite, o bien de frutas, entre otros.
- **Fractura:** rotura totalmente desordenada, sin ninguna dirección preferente de los enlaces estructurales de un cristal como consecuencia de un golpe. Se definen 4 tipos: irregular, concoidea (curvas), astillosa (entrantes y salientes puntiagudos) y ganchosa (propia de los metales).
- **Aspecto.** Involucra la textura, el tamaño y la forma que según sus variaciones se determinan distintas características de los materiales, o las dimensiones necesarias según su futura utilidad.
- **Color.** El color de un material es una propiedad que, aunque muy aparente posee un potencial de diagnóstico limitado.

3.2 Propiedades físicas

Se refiere a las características de los materiales debido al ordenamiento atómico o molecular del mismo.

En la primera clasificación de las propiedades físicas de los materiales encontramos:

1. Densidad: Es la relación existente entre la masa de una determinada cantidad de material y el volumen que ocupa. Su unidad en el sistema internacional es el kg/m³.

2. Peso específico: Es la relación existente entre el peso de una determinada cantidad de material y el volumen que ocupa. Su unidad en el SI es el N/m³.

3. Resistencia eléctrica: Todas las sustancias ofrecen un mayor o menor grado de oposición al paso de la corriente eléctrica. Tal oposición es la resistencia eléctrica, que define si un material es un conductor, semiconductor o aislante eléctrico. La resistencia eléctrica se mide en ohmios (Ω). Una magnitud asociada a la resistencia eléctrica es la resistividad (ρ), que se define como la resistencia que ofrece al paso de la corriente un material de un metro de longitud y de un m² de sección. Se mide en $\Omega \cdot m$. La inversa de la resistividad es la conductividad (σ).

4. Propiedades ópticas: Se refiere al comportamiento de los cuerpos cuando la luz incide sobre ellos, así tenemos:

- Cuerpos opacos absorben o reflejan totalmente la luz, impidiendo que pase a su través.
- Cuerpos transparentes transmiten la luz, por lo que permiten ver a través de ellos.
- Cuerpos translúcidos dejan pasar la luz, pero impiden ver los objetos a su través.

En otra clasificación de materiales, pero esta vez de construcción, encontramos las siguientes propiedades físicas:

- **Forma y dimensión:** Medios para adicionar o separar partes sin modificar las propiedades originales (acoplamientos, cortes).
- **Peso específico:** El peso de la unidad de volumen de un material

$$\gamma = \frac{P \text{ (Kg)}}{\gamma_{\text{gamma}} V \text{ (m}^3\text{)}}$$

El volumen de un cuerpo está constituido por dos partes, materia concreta y espacios vacíos (EV).

Volumen Real: es el espacio ocupado por la materia sólida que contiene el cuerpo.

Si sumamos ambas partes tendremos:

$$V_r + E_v = V_a$$

Volumen Aparente: es el espacio que ocupa un cuerpo.

Al existir un volumen aparente (V_a), y otro volumen real (V_r), es lógico que existan dos pesos específicos, uno aparente y otro real por tanto se obtiene:

$$\gamma_a = \frac{P}{V_a}$$

$$\gamma_r = \frac{P}{V_r}$$

Siempre el peso específico real es mayor que el aparente, porque él V_a es mayor que el V_r , salvo que el cuerpo no tenga poros en cuyo caso serían iguales.

Peso específico de materiales usuales de construcción

	kg/m ³
Hormigones - Mampostería - Revoques	
1) Hormigón de agregados livianos	800
2) Hormigón de escoria	1000
3) Hormigón de arcilla expandida	1200
4) Hormigón de piedra	1800
	2000
	2200
5) Hormigón armado	2400
6) Hormigón de cascotes	1600
	1800
7) Hormigón unigranular de cto. rdo.	1500
	1700
8) Baldosas, tejas cerámicas	1600
9) Mampostería de ladrillos	1600
Ladrillos huecos cerámicos	1200
Ladrillos sílice-calcáreos	1900
Bloques de hormigón liviano	1000
De 2 y 3 huecos de diferente densidad	1200
	1400
	1600
10) Revoque a la cal	1800
	2000
11) Revoque de cemento	2100
12) Enduido de yeso	1000
13) Fibrocemento	1900
14) Asfalto	2100
15) Bitumen asfáltico	1050
	2000
Metales	
1) Aluminio	2700
2) Cobre	8900
3) Zinc	7100
4) Hierro	7200
5) Acero	7800
Vidrio	2700
Materiales aislantes	
1) Capa de aire	
2) Corcho expandido	120
3) Poliestireno expandido	14
	20
4) Espuma de poliuretano	35
5) Lana mineral	30
6) Fibras de vidrio	20
7) Cartón corrugado	
8) Perlita - Vermiculita	100
9) Madera aglomerada	260
10) Amianto	400
11) Arcilla expandida, a granel	500
12) Hormigón alveolar	500
13) Granulado volcánico, piedra pómez	700
14) Madera	700

- **Compacidad:** es la relación entre el volumen real y el volumen aparente.
- **Porosidad:** Es la relación entre el volumen de aire que contiene un cuerpo y su volumen aparente.
- **Higroscopicidad:** es la propiedad de algunos cuerpos de absorber agua y modificar su peso, lo que provoca un aumento de su peso específico, el aire contenido en sus poros será reemplazado por el elemento más pesado.
- **Grado de humedad:** es la relación entre el peso del agua que contiene y el peso del material seco.
- **Permeabilidad:** propiedad de algunos cuerpos de dejarse atravesar por un líquido; intervienen el espesor, la superficie, la temperatura, la presión y la naturaleza del material. Existen factores que afectan el grado de permeabilidad: porosidad, temperatura, naturaleza del fluido y la presión.
- **Absorción:** es la propiedad que tienen los materiales de atraer y retener entre sus moléculas, otras moléculas que pueden estar en estado gaseoso o líquido. La

capacidad de absorción se establece midiendo la cantidad de agua que retienen en sus poros en un tiempo determinado.

3.3 Comportamiento térmico y reacción al fuego

El comportamiento de los materiales es un elemento crítico para la evaluación de diferentes factores:

- La resistencia al fuego de una estructura
- El desarrollo de productos
- La investigación de un incendio

El comportamiento de los materiales es una función de la magnitud del flujo de calor total hacia la superficie y del tiempo de la exposición.

En la mayoría de los casos el comportamiento final es el resultado de una interacción compleja de muchas variables.

Los materiales con estas características tienen una organización bastante lógica:

- Resistencia al fuego – Materiales que no contribuyen al incendio
 - o Las propiedades cambian con el aumento de la temperatura
- Flamabilidad de materiales – Materiales que contribuyen al incendio
 - o Degradación y descomposición

La clasificación de los materiales resistentes al fuego y que no contribuyen al incendio son:

- Metales – Acero
- Concreto y Ladrillos
- Materiales aislantes
- Vidrio

El **acero** frente a temperaturas altas, cuenta con propiedades que cambian con el aumento de la misma. Su resistencia, elasticidad y densidad son propiedades que se ven alteradas por el calor.

Los elementos de acero sufren una expansión térmica, es decir, el volumen del material incrementa a medida que aumenta la temperatura. Este incremento se presenta en el cambio de longitud, altura o grosor. Si el elemento metálico cuenta con restricciones en los extremos, por mencionar una viga o columna, el aumento de la temperatura induce en el elemento el famoso “pandeo”. Lo mismo sucede con elementos estructurales delgados, como los tubos, la expansión es restringida.



Las consecuencias de altas temperaturas en los elementos de metal son:

- Temperatura de fundido
- Aleaciones
- Oxidación
- Corrosión
- Expansión, deformación y ruptura

Las **aleaciones**. Las temperaturas de fusión quedan modificados al contacto con otros metales:

- Aluminio o zinc son dos buenos ejemplos
- Aleaciones se dan solo a altas temperaturas y en incendios de larga duración
- Aleaciones se pueden identificar en forma visible y por lo general aparecen como huecos en el acero
- Un análisis metalúrgico debe confirmar una aleación
- Otros materiales como el cobre forman aleaciones más rápidamente, por ejemplo: aleaciones de aluminio-cobre o zinc-cobre ocurren a bajas temperaturas y corta duración.

La **oxidación y corrosión**. Un aumento de temperatura incrementa la tasa de oxidación del acero. La masa total de acero oxidado depende de la temperatura y la duración de la exposición. Los incendios con poca ventilación tienden a aumentar la corrosión.

La **expansión y deformación**. El acero se expande y dependiendo de las restricciones pueden llevar a diferentes formas de deformación. Las cargas naturales de la edificación también contribuyen a dicha deformación. Después del incendio las deformaciones no se revierten a su estado original. Las deformaciones estructurales son el resultado de una compleja interacción de cargas y expansión térmica.



Las temperaturas de fusión, es decir, la temperatura a la cual un sólido pasa a un líquido a la presión atmosférica, para los metales están bien establecidas, por lo tanto, pueden ser utilizadas para estimar temperaturas durante la evaluación o peritajes correspondientes.

- 1427°C Acero inoxidable
- 1516°C Acero al carbono
- 566-650 °C Aluminio
- 982°C Bronce
- 1082°C Cobre
- 5993-1427°C Vidrio
- 327°C Plomo
- 960°C Plata
- 135-177°C Soldaduras
- 232°C Estaño

El **concreto**. Es resistente a la compresión y permanece casi constante hasta llegar a la temperatura crítica. Una de las características del concreto es su baja conductividad térmica, la cual está directamente relacionada con el espesor del mismo.

Las consecuencias al exponer el concreto a muy altas temperaturas son:

- Spalling. La pérdida de tensión superficial del concreto como consecuencia de esfuerzos mecánicos inducidos por los gradientes de temperatura.
- Ocurre solo en presencia de fuertes gradientes de temperatura (durante calentamiento o enfriamiento).

El spalling, es el resultado de una gran cantidad de procesos simultáneos. NFPA 921 (Guía para la investigación de fuegos y explosiones) establece algunas causas probables:

- Humedad presente en concreto
- Expansión entre el concreto y los refuerzos de acero
- Expansión entre el concreto y diferentes agregados
- Expansión debida a los gradientes de temperatura

El **yeso**. Las paredes de yeso son uno de los materiales más utilizados en la construcción. Están compuestos por una base de sulfato de hidratado cubierta de ambos lados por papel. Debido a su composición, al estar expuesta a temperaturas altas, esta pierde sus propiedades mecánicas rápidamente.

El **vidrio**. Se presentan roturas del vidrio que están directamente asociadas a los gradientes de temperatura. Muchas variables afectan dicha rotura:

- Tipo de vidrio
- Espesor
- Taza de calentamiento
- Aislamiento y restricción mecánica del marco

La presión necesaria para romper un vidrio es del orden de 2 a 7 kPa mientras que las presiones durante incendios no exceden por lo general los 0.03 kPa.

Por los **materiales inflamables que contribuyen a los incendios** existen las siguientes características y conceptos:

Quemado. Degradación, descomposición y combustión del material.

Encendido. Ocurre cuando la superficie de un material combustible alcanza la temperatura de degradación.

Hasta la temperatura de encendido de un material se calienta como los materiales inertes descritos previamente.

Las propiedades térmicas y mecánicas evolucionan con la temperatura.

La evolución de la temperatura es difícil de describir puesto que un material sigue deformaciones químicas y morfológicas.

Los materiales inflamables cuentan con un par de características importantes:

- **La resistencia residual:** está en función del tiempo de exposición, tiempo del encendido y tiempo de quemado.
- **La contribución al incendio.**

Para materiales orgánicos como la madera, existen en general las siguientes reglas:

- Tiempo de exposición: 0.6 mm/min (pino) o 25 mm en 45 min.
- Grietas superficiales relacionadas a altas temperaturas.
- La tasa de carbonización depende de muchas variables:
 - Tipo de madera
 - Humedad
 - Presencia de químicos para retardar el incendio
 - Dirección del grano de la madera
 - Flujo de calor

3.4 Propiedades acústicas

Los arquitectos y los contratistas deben tener en cuenta las propiedades acústicas de sus materiales para crear un entorno sonoro deseado en el diseño de edificios, estructuras de contención de ruido, salas de espectáculos o estudios de grabación. Desde los arquitectos griegos antiguos hasta los ingenieros estructurales de hoy en día, la construcción de diseños incorpora cuatro propiedades acústicas principales de los materiales con que se construyen: difusión, absorción, reflexión y difracción.

Las propiedades acústicas estudian el comportamiento de los materiales ante el contacto con ondas sonoras.

REFLEXIÓN.

La reflexión se refiere a la capacidad del material para hacer rebotar una onda de sonido desde su superficie, causando un eco. Estas reflexiones pueden ser medidas por sus ángulos de incidencia y reflexión. Cada tipo de material de construcción presenta propiedades únicas de reflexión, que se pueden modelar y predecir a la hora de diseñar un espacio sonoro.

La reflexión de las ondas sonoras puede producir fenómenos como:

- **El eco:** es la repetición del sonido que se produce cuando las ondas sonoras se reflejan en un obstáculo situado al menos, a 17 m del foco emisor y tarda en regresar a su lugar de origen a no más de 0,1 s.
- **La reverberación:** es la prolongación del sonido que se produce por las sucesivas reflexiones de las ondas sonoras que llegan al oído con una diferencia de menos 0,1 s.
- **La resonancia.** Se produce cuando un cuerpo que está vibrando se pone en contacto con otro. El segundo cuerpo, al recibir las frecuencias del primero, se ve forzado a vibrar con la misma frecuencia. Esto origina que las frecuencias se refuercen y, en consecuencia, aumente la intensidad del sonido.

ABSORCIÓN

Cada material de construcción también exhibe propiedades de absorción o la capacidad para convertir las ondas de sonido en calor, cesando su viaje. La potencia de una onda de sonido se mide típicamente en niveles de presión del sonido llamados decibelios; cada material se califica por su capacidad para absorber los sonidos en una escala de decibelios.

Los materiales porosos son formados por fibras o por estructuras cavernosas que dejan entre si espacios que son alcanzados por las moléculas de aire.

Actúan por rozamiento de las moléculas de aire con las del material, produciendo disipación de la energía de las ondas sonoras que se trasforman en calor.

El máximo de eficacia ocurre a altas frecuencias donde las longitudes de onda coinciden con los espesores normales de los materiales utilizados. Los parámetros físicos que controlan el proceso de absorción son:

- Espesor de la capa material
- La frecuencia de sonido
- El método de montaje
- La resistencia al paso del flujo del aire
- La porosidad

DIFUSIÓN

La difusión se refiere a la capacidad del material de esparcir o redirigir las ondas de sonido en un espacio. Los espacios de presentación en general cuentan con paneles acústicos de difusión colgados encima de un escenario para ayudar a los sonidos emitidos durante una presentación a viajar limpiamente en toda la zona. Los materiales de construcción varían en su capacidad para difundir ciertos sonidos, esto se conoce como coeficiente de difusión.

SOMBREADO DE FRECUENCIA

Los materiales también muestran propiedades de sombreado de frecuencia o la capacidad del material de absorber y reflejar sonidos con frecuencias variables. Los sonidos son una suma compleja de diferentes ondas sinusoidales a frecuencias diferentes y la velocidad a la que los materiales pueden absorber o reflejar esas frecuencias definirá el sonido de un edificio o espacio. Estas frecuencias se miden en ciclos hertz; los decibelios de nivel de presión acústica de muchos materiales se clasifican en una variedad de hertz para modelar sus propiedades de sombreado de frecuencia.

ONDAS SONORAS

El sonido es un conjunto de variaciones de presión emitidas desde una fuente emisora, en forma de ondas, las cuales se pueden transportar a través de:

- Gases (el aire)
- Líquidos
- Sólidos
- Nuestro sentido del oído nos permite captar esas ondas y reconocerlas.
- Cuando un objeto golpea a otro, la onda se propaga a través de este último.
- Esas ondulaciones se propagan por la superficie del agua.
- Si son varios objetos que golpean la superficie se producen varias ondas entrecruzadas.
- 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.
- Cuando más denso es el medio de propagación del sonido, mejor será la transmisión de este.
- El sonido se propaga mejor en el agua que en el aire.

TRANSMITANCIA ACÚSTICA

Esta propiedad, que poseen muchos materiales utilizados en un entrepiso, es un problema a resolver, porque las pisadas de quien camina por la planta alta se escuchan muy fuerte en la planta baja.

Hay materiales blandos, como la goma, el poliuretano, o una alfombra, que amortiguan el golpe de un zapato al caminar haciendo que no se transmita el sonido hacia el piso de abajo.

Otro ejemplo son las cabinas de grabación de sonido, que deben estar totalmente aisladas de los ruidos exteriores.

REFLEXIÓN 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, dentro de una habitación puede ser molesto, y dificultar la comunicación entre las personas.

Ejemplo de 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.

3.5 Propiedades ópticas

Se dice, que un material es traslúcido cuando deja pasar la luz, pero de manera que las formas se hacen irreconocibles, y que es transparente cuando deja pasar fácilmente la luz.

Los materiales pueden ser:

- **Opacos:** no dejan pasar la luz.
- **Transparentes:** dejan pasar la luz
- **Traslucidos:** dejan pasar parte de la luz
- **Reflexión de la luz:** reflejar la luz que llega a ciertos materiales.

OPACIDAD

Un material presenta opacidad cuando no deja pasar luz en proporción apreciable. Es una propiedad óptica de la materia, que tiene diversos grados y propiedades.

Generalmente, se dice que un material es opaco cuando bloquea el paso de la luz visible. Para aplicaciones técnicas, se estudia la transparencia u opacidad a la radiación infrarroja, a la luz ultravioleta, a los rayos X, a los rayos gamma, y en cada una de ellas se caracteriza su función de opacidad.

No se puede ver de tras de un muro de ladrillos, ni de los techos de tejas, son materiales opacos.



La función de opacidad generalmente envuelve tanto la frecuencia de la luz que interacciona con el objeto, como la temperatura de dicho objeto. Es importante recalcar que existen diferentes funciones de opacidad para diferentes objetos y para diferentes condiciones físicas.

TRANSPARENTES

Un material presenta transparencia cuando deja pasar fácilmente la luz. La transparencia es una propiedad óptica de la materia, que tiene diversos grados y propiedades.

TRASLUCIDOS

Dejan pasar la luz, pero no la visión, en estos, se puede ver las siluetas que están al otro lado del material, pero no el detalle de las formas.

La superficie de estos materiales es lisa, por ejemplo, tenemos los vidrios esmerilados y algunos plásticos.



REFLEXIÓN DE LUZ

Es la propiedad de algunos materiales de reflejar la luz que llega a ellos, cuanto más lisa sea la superficie de un material, más va a reflejar luz y cuanto más clara sea la superficie de un material, más reflejara la luz.



3.6 Propiedades eléctricas

Comportamiento eléctrico y conductividad

Las propiedades eléctricas de un material describen su comportamiento eléctrico -que en muchas ocasiones es más crítico que su comportamiento mecánico- y describen también su comportamiento dieléctrico, que es propio de los materiales que impiden el flujo de corriente eléctrica y no solo aquellos que proporcionan aislamiento. Los electrones son aquellos que portan la carga eléctrica (por deficiencia o exceso de los mismos) e intervienen en todo tipo de material sea este conductor, semiconductor o aislante. En los compuestos iónicos, sin embargo, son los iones quienes transportan la mayor parte de la carga. Adicional a esto la facilidad de los portadores (electrones o iones) depende de los enlaces atómicos, las dislocaciones a nivel cristalino, es decir, de su micro-estructura, y de las velocidades de

difusión (compuestos iónicos). Para esto es necesario antes especificar que el comportamiento eléctrico de cualquier material, el cual se deriva a partir de propiedades como la conductividad eléctrica. Por eso la conductividad eléctrica abarca un gran rango dependiente del tipo de material. Los electrones son precisamente los portadores de la carga en los materiales conductores (como los metales), semiconductores y muchos aislantes, por ello al observar la tabla siguiente podemos observar que dependiendo de su tipo y estructura electrónica la conductividad es alta o baja.

Conductividad en los metales

Temperatura y estructura: parámetros que afectan la conductividad

Como se especificó anteriormente, la conductividad de un material se ve afectado por su estructura de bandas de energía a nivel atómico. Sin embargo, la conductividad es afectada también por el cambio de la energía cinética de los átomos o moléculas debido al amplio incremento o disminución de temperatura. De igual manera se afecta la conductividad por efecto del cambio o tipo de su estructura debido a las imperfecciones a nivel cristalino de la misma.

Efecto del procesamiento y del endurecimiento de un material metálico

Por lo general, un material metálico, es procesado o endurecido, antes de ser empleado o usado para alguna aplicación técnica. Estas prácticas afectan de maneras distintas a las propiedades **eléctricas** de un material. En el caso del endurecimiento por solución sólida al agregar tanto átomos sustitucionales como intersticiales se puede aumentar la resistencia mecánica. No así, al incrementar la cantidad de componente aleante en un material, la conductividad se ve disminuida.

Conducción en polímeros

Los polímeros tienen una estructura de banda con una gran brecha de energía, lo cual indica que su conductividad eléctrica es bastante baja. Esto se debe a que los electrones de valencia en estos tipos de materiales toman parte en enlaces covalentes. Los polímeros por ello se

utilizan en aplicaciones en los cuales se requieren aislamiento eléctrico para evitar cortocircuitos y descargas. Los polímeros en pocas palabras consisten en un buen material dieléctrico. No obstante, debido a la baja conductividad, en muchos casos suelen acumular electricidad estática y crean campos electrostáticos que producen daños a los materiales que aíslan debido a las pequeñas descargas contrarias que llegan a causar.

Algunos ejemplos de polímeros aislantes son: el pvc, el poliuretano, poliestireno (unicel), polietileno (recubrimiento de cables), polietileno de baja densidad (bolsas plásticas), polipropileno, policarbonato (paneles).

Conductividad en los cerámicos: propiedades dieléctricas

Antes de poder especificar la conductividad propia de los cerámicos es importante poder especificar la propiedad dieléctrica que tienen estos. La mayoría de los materiales cerámicos no son conductores de cargas móviles, por lo que no son conductores de electricidad. Cuando son combinados con fuerza, permite usarlos en la generación de energía y transmisión. Por ejemplo, las líneas de alta tensión son generalmente sostenidas por torres de transmisión que contienen discos de porcelana, los cuales son lo suficientemente aislante como para resistir rayos y tienen la resistencia mecánica apropiada como para sostener los cables.



Materiales metálicos superconductores

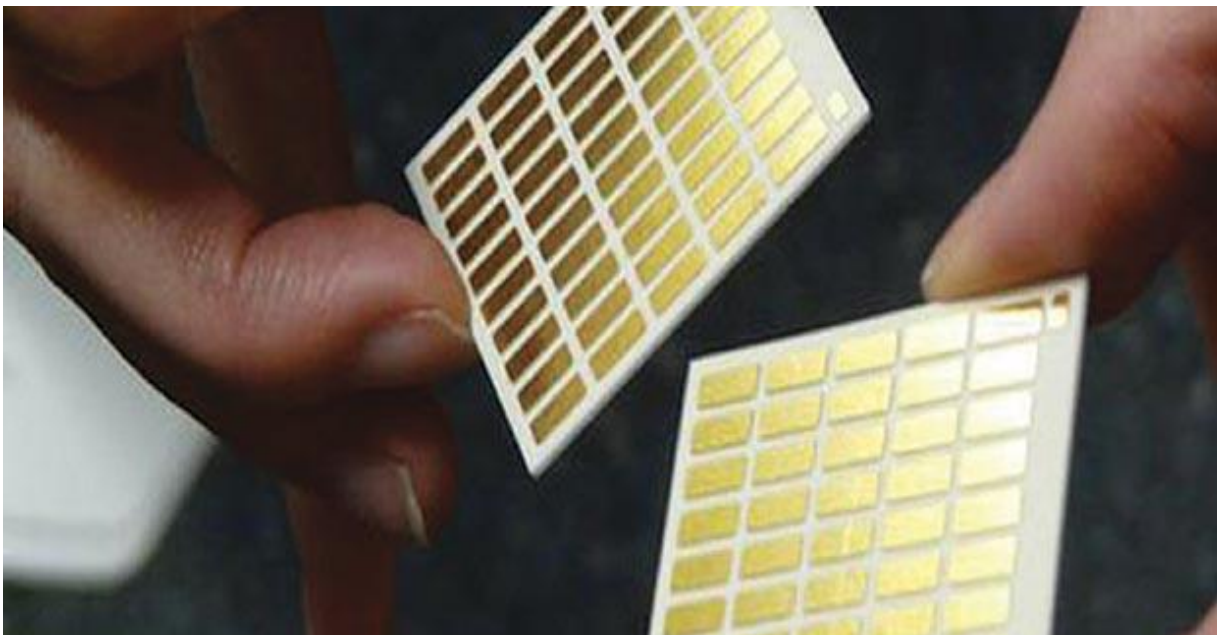
En algunos metales aparece un efecto de superconductividad cuando son enfriados a muy baja temperatura. Su resistencia desaparece por debajo de una temperatura crítica que es específica para cada material. Ciertos metales, especialmente aquellos que tienen bajas

temperaturas de fusión y son mecánicamente suaves y de fácil obtención en un alto grado de pureza y libres de esfuerzos mecánicos internos o residuales, y así exhiben semejanzas en su comportamiento en el estado superconductor. Estos materiales superconductores reciben el nombre de superconductores Tipo I. En cambio, el comportamiento de muchas aleaciones y de algunos de los metales impuros es complejo e individual, particularmente con respecto a la forma cómo resultan afectados en el estado superconductor en presencia de un campo eléctrico o magnético. Estos superconductores se denominan superconductores Tipo II.

Materiales cerámicos superconductores

Existen superconductores cerámicos los cuales son materiales comúnmente denominados como perovskitas. Las perovskitas son óxidos metálicos que exhiben una razón estequiométrica de 3 átomos de oxígeno por cada 2 átomos de metal; son también típicamente mezclas de muchos diferentes metales. Por ejemplo, un caso es el superconductor $YBa_2Cu_3O_7$, en el cual los metales presentes son el Itrio, Bario y Cobre. Las perovskitas como material cerámico, comparten muchas propiedades con otros cerámicos.

Las perovskitas pueden sintetizarse a bajas temperaturas, lo que augura un costo menor. Sus películas son flexibles y coloreadas, por lo que se prestan a un abanico más amplio de aplicaciones que las de silicio, que son rígidas y opacas. Estas, utilizadas en la generación de energía solar fotovoltaica.



Principales aplicaciones de los polímeros

- 1. Baterías.** Una de las aplicaciones más conocidas son las baterías recargables (de litio), estas son de menor peso que las convencionales que contenían plomo y ácido sulfúrico. La aplicación del polímero en estas es que se utiliza electrodos de plástico para así evitar el desgaste mecánico asociado a la disolución/deposición del electrodo que ocurre durante el proceso de carga y descarga de las baterías comunes. Adicional a esto, se haya la ventaja que los polímeros no contienen sustancias tóxicas ni contaminantes que puedan afectar al usuario.
- 2. Aplicaciones biomédicas.** El cuerpo humano es otro dispositivo en el que los polímeros conductores podría desempeñar un papel importante en el futuro debido a su alta estabilidad y a su carácter inerte se especula con la posibilidad de su utilización en prótesis neurológicas y musculares. Los ejemplos más claros de estas aplicaciones son en músculos y nervios artificiales.
- 3. Sensores.** Los biosensores de medición del amperaje constituyen un amplio campo de trabajo por su interés científico y sus múltiples aplicaciones biomédicas y analíticas. Las posibilidades de inmovilización de los reactivos biológicos (incluyendo enzimas, células, tejidos y anticuerpos) son muy diversas, lo que hace que existan un gran número de trabajos científicos que se publican en la actualidad sobre el tema.
- 4. Recubrimiento anticorrosión.** Debido a que durante el dopaje se puede decidir si una parte del polímero debe ser inerte activa eléctricamente se ha diseñado recubrimientos para evitar la corrosión en aceros y TiGr2. Aunque todavía no han sido desarrollados a la perfección son capaces de proteger al substrato tanto en aire, como en disoluciones de ácido sulfúrico.
- 5. Cables o encendido de autos.** Estos cables deben cumplir con los siguientes requisitos: altas propiedades de aislamiento, resistencia a las altas temperaturas (hasta 200°C), resistencia a las vibraciones y a las variaciones de la humedad. Estas características deben mantenerse de manera constante y fiable a largo plazo, incluso

en las condiciones más extremas. Es por esto que se utilizan polímeros (polietileno y polipropileno), ya que son más aptos para estas aplicaciones.

Principales aplicaciones de los cerámicos

Los cerámicos como materiales aislantes tienen múltiples aplicaciones. Poseen alta constante dieléctrica por lo que se usa para el almacenamiento de energía en condensadores, alta rigidez dieléctrica que permite la producción y transmisión de altas tensiones y un bajo factor de pérdidas por lo que se usa para algunos componentes electrónicos. En estos componentes eléctricos, aislar a los conductores, es necesario para transportar energía. Los cerámicos en condensadores acumulan y modulan la energía eléctrica. Para el caso de transductores los cerámicos sirven para detectar una diferencia de potencial producida por una distensión mecánica.

- **Materiales piezoeléctricos.** La piezoelectricidad como ya se definió es una propiedad inusual que presentan algunos materiales cerámicos (y pocos metales impuros). El que más se conoce es el cuarzo y los más eficaces son los titanatos (como el titanato de bario). En estos materiales se establece un campo eléctrico y se induce la polarización bajo la aplicación de una fuerza mecánica, o viceversa. Los materiales piezoeléctricos se usan en transductores, y en otras aplicaciones más familiares como cabezal de tocadiscos, micrófonos, detectores sonar, detectores ultrasónicos, entre otros.
- **En ultrasonidos y ecografía.** Los sonidos constituyen una forma de energía mecánica (una presión), que se propaga en un medio, gracias a la vibración ondulatoria de sus moléculas, por compresiones y dilataciones periódicas de las mismas y con una velocidad de propagación que depende de las características físicas del medio. La fuente para la producción de ultrasonidos se basa en la piezoelectricidad. Los cerámicos con propiedades piezoeléctricas más utilizados en los equipos actuales son el cristal de cuarzo, sulfato de litio y titanato de bario para la dilatación y contracción que origina vibraciones mecánicas, comportándose así el cristal como un emisor sonoro.

- **Fibras ópticas.** La fibra óptica en un cable hecho de un material tipo óptico-cerámico ligero, en cableado las fibras son mucho más finas que las metálicas o plásticas, de modo que pueden ir muchas más en el espacio donde antes solo una fibra de cable metálico o plástica. Específicamente las fibras ópticas son filamentos de vidrio de alta pureza extremadamente compactos teniendo un grosor por fibra es similar a la de un cabello humano.

3.7 Propiedades mecánicas de los materiales

En ingeniería, las propiedades mecánicas de los materiales son las características inherentes, que permiten diferenciar un material de otro. También hay que tener en cuenta el comportamiento que puede tener un material en los diferentes procesos de mecanización que pueda tener.

3.7.1 Propiedades o caracteres mecánicos

Elasticidad. El término elasticidad designa la propiedad mecánica de ciertos materiales de sufrir deformaciones reversibles cuando se encuentran sujetos a la acción de fuerzas exteriores y de recuperar la forma original si estas fuerzas exteriores se eliminan.

Plasticidad. La plasticidad es la propiedad mecánica que tiene un material para deformarse permanentemente e irreversiblemente cuando se encuentra sometido a tensiones por encima de su límite elástico.

Resistencia a la fluencia. Es la fuerza que se le aplique a un material para deformarlo sin que recupere su antigua forma al parar de ejercerla.

Resistencia a la tracción o resistencia última. Indica la fuerza de máxima que se le puede aplicar a un material antes de que se rompa.

Resistencia a la torsión. Fuerza torsora máxima que soporta un material antes de romperse.

Resistencia a la fatiga. Deformación de un material que puede llegar a la ruptura al aplicarle una determinada fuerza repetidas veces.

Aparte de estas propiedades tecnológicas cabe destacar, cuando se elige un material para un componente determinado, la densidad de ese material, el color, el punto de fusión la disponibilidad y el precio que tenga.

Debido a que cada material se comporta diferente, es necesario analizar su comportamiento mediante pruebas experimentales...

Entre las propiedades mecánicas más comunes que se mide en los materiales están la resistencia a tracción, a compresión, la deformación, el coeficiente de Poisson y el módulo de elasticidad o módulo de Young.

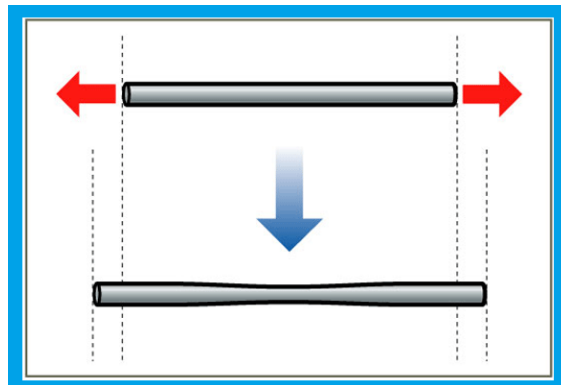
En ingeniería estructural, los esfuerzos internos son magnitudes físicas con unidades de fuerza sobre área utilizadas en el cálculo de piezas prismáticas como vigas o pilares y también en el cálculo de placas y láminas.

3.7.2 Solicitaciones mecánicas

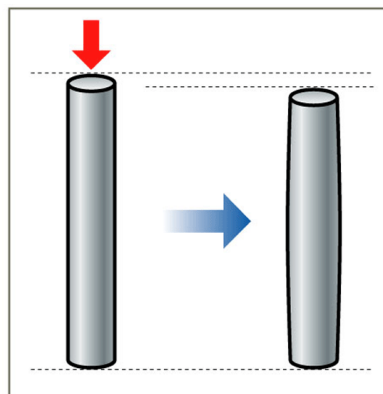
Al construir una estructura se necesita tanto un diseño adecuado como unos elementos que sean capaces de soportar las fuerzas, cargas y acciones a las que va a estar sometida. Los tipos de esfuerzos que deben soportar los diferentes elementos de las estructuras son:

- **Tracción.** Decimos que un elemento está sometido a un esfuerzo de tracción cuando sobre él actúan fuerzas que tienden a estirarlo.
 - o **Los tensores**, son elementos resistentes que aguantan muy bien este tipo de esfuerzos.
 - o Cada material posee cualidades propias que definen su comportamiento ante la tracción. Algunas de ellas son:
 - Elasticidad
 - Plasticidad

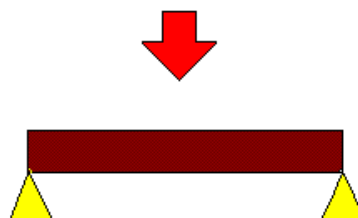
- Ductilidad
- Fragilidad



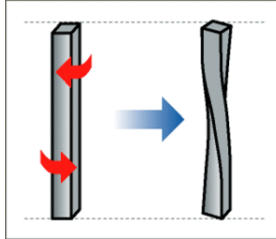
- **Compresión.** Un cuerpo está sometido a compresión si las fuerzas aplicadas tienden a aplastarlo o comprimirlo.
 - **Los pilares y columnas** son ejemplo de elementos diseñados para resistir esfuerzos de compresión.
 - Cuando se somete a compresión una pieza de gran longitud en relación a su sección, se arque recibiendo este fenómeno de nombre pandeo.



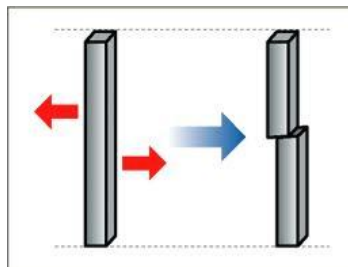
- **Flexión.** Las fuerzas que actúan sobre una barra y tienden a hacer que se combe, se denominan fuerzas de flexión. Es una combinación de compresión y tracción. Mientras que las fibras superiores de la pieza sometida a flexión se acortan, las inferiores se alargan.



- **Torsión.** Un cuerpo sufre esfuerzos de torsión cuando existen fuerzas que tienden a retorcerlo.
 - o Es el caso del esfuerzo que sufre una llave al girarla dentro de la cerradura.



- **Cortadura o cizalladura.** Las fuerzas de cizalla o cortadura actúan de forma que una parte de la estructura tiene a deslizarse sobre otra. Se produce cuando se aplican fuerzas perpendiculares a una pieza, haciendo que las partículas del material tiendan a resbalar o desplazarse las unas sobre otras.
 - o Al cortar con unas tijeras una lámina de cartón estamos provocando que unas partículas tiendan a deslizarse sobre otras.
 - o Los puntos sobre los que apoyan las vigas están sometidos a cizalladura.



UNIDAD IV

NORMATIVA APLICABLE A LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

En el siguiente apartado se mencionarán y estudiarán las diferentes normativas aplicables a los materiales de construcción. Es importante recordar que la elaboración de cada uno de estos debe seguir ciertas características y cumplir con ciertas propiedades para que puedan ser utilizados en las obras de construcción. Así mismo, analizaremos las propiedades geológicas de los materiales y el impacto ambiental que estos tienen.

4.1 Normalización y normas. Certificación y certificados

Las normas técnicas, en general, son documentos útiles para identificar, definir y comprobar las propiedades físicas, químicas y otras características de los materiales, y determinar las medidas de prevención y protección que deben prevalecer en los centros de trabajo; además, nos garantiza con sus controles de calidad que debe cumplir en la fabricación de cualquier producto manufacturado en la industria. Las normas complementarias brindan al arquitecto proyectista y constructor bases para el correcto uso y aplicación de los materiales a utilizarse en los procesos constructivos, de suerte que pueda ofrecer soluciones técnicamente basadas en el conocimiento científico de los mismos. Las normas de fabricación son el lenguaje del comercio y contienen la información que interesa al consumidor —proyectista, constructor, supervisor o DRO, etcétera. Adquieren una enorme importancia cuando se las emplea para verificar los insumos.

Por otra parte, los estándares de calidad permiten al profesional conocer las propiedades físicas y mecánicas de los materiales, las tolerancias en las dimensiones de los elementos estructurales y otros detalles importantes para la óptima ejecución de un trabajo de proyecto arquitectónico completo. A esto se debe que la certificación de calidad (como la emitida por la serie ISO 9000, la cual no sustituye a los requisitos técnicos de normas, antes bien, los complementa) se convierte en la forma más expedita, económica y confiable para demostrar la conformidad con ellas.

Una especificación es una instrucción escrita, una memoria descriptiva de orientación para el técnico durante la elaboración de una obra hecha a propósito de la calidad de los materiales y de la ejecución que se requieren para una construcción. Se trata de una descripción concisa y completa de las herramientas y los materiales que habrán de incorporarse en la construcción, reparación, intervención o alteración de un edificio, y que fundamenta y complementa los planos para edificación y determina los alcances del proceso constructivo de cada una de las partidas y/o conceptos de la obra, indicando la descripción del material, normas de calidad, pruebas y garantías en materiales y mano de obra e instrucciones para su mantenimiento y conservación.

La Normalización es el proceso de regular las actividades desempeñadas por los sectores privado y público en materia de salud, medio ambiente en general, seguridad al usuario, información comercial, prácticas de comercio, industrial y laboral a través del cual se establecen la terminología, la clasificación, las directrices, las especificaciones, los atributos, las características, los métodos de prueba o las prescripciones aplicables a un producto, proceso o servicio.

La Normatividad Mexicana es una serie de normas cuyo objetivo es asegurar valores, cantidades y características mínimas o máximas en el diseño, producción o servicio de los bienes de consumo entre personas morales y/o físicas, sobre todo los de uso extenso y fácil adquisición por el público en general, poniendo atención en especial en el público no especializado en la materia, de estas normas existen dos tipos básicos en la legislación mexicana, las Normas Oficiales Mexicanas llamadas Normas NOM y las Normas Mexicanas llamadas Normas NMX, de las cuales solo las NOM son de uso obligatorio en su alcance y las segundas solo expresan una recomendación de parámetros o procedimientos, aunque si son mencionadas como parte de una NOM como de uso obligatorio su observancia es a su vez obligatoria.

Las normas NOM

La finalidad de estas normas se indica en el artículo 40 de la Ley Federal de Metrología y Normalización, citaremos las cuatro primeras cosas que debe establecer:

- I. Las características y/o especificaciones que deban reunir los productos y procesos cuando éstos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana, animal, vegetal, el medio ambiente general y laboral, o para la preservación de recursos naturales;
- II. Las características y/o especificaciones de los productos utilizados como materias primas o partes o materiales para la fabricación o ensamble de productos finales sujetos al cumplimiento de normas oficiales mexicanas, siempre que para cumplir las especificaciones de éstos sean indispensables las de dichas materias primas, partes o materiales;
- III. Las características y/o especificaciones que deban reunir los servicios cuando éstos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana, animal, vegetal o el medio ambiente general y laboral o cuando se trate de la prestación de servicios de forma generalizada para el consumidor;
- IV. Las características y/o especificaciones relacionadas con los instrumentos para medir, los patrones de medida y sus métodos de medición, verificación, calibración y trazabilidad [...]

La NOM está definida en el artículo 3, fracción XI de la LFMN, así:

- Norma oficial mexicana: la regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las dependencias competentes, conforme a las finalidades establecidas en el artículo 40, que establece reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación;

Esto hace que estas normas sean de uso obligatorio para los proyectos que caen dentro del alcance de su aplicación, y cuando las actividades o productos se hagan durante la vigencia de la misma.

Las normas NMX

Estas normas también están definidas en el mismo lugar de la citada LFMN:

- Norma mexicana: la que elabore un organismo nacional de normalización, o la Secretaría, en los términos de esta Ley, que prevé para un uso común y repetido reglas, especificaciones, atributos, métodos de prueba, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado [...]

Ante todo, se debe indicar en que se ha convenido identificar a las normas de acuerdo con los siguientes criterios y números:

- Tres letras. El tipo específico de norma, NOM para las Normas Oficiales Mexicanas y NMX para las Normas Mexicanas. Cuando les antecede a estas letras una P (pe) o PROY el texto es sólo un proyecto de norma y como tal no se puede usar, ya que podría modificarse, en caso de haber observaciones que se reúnan en el comité técnico que la elabora. La sigla EM indica un estado de emergencia y previene sobre los objetos o situaciones.
- Tres dígitos. Es un código numérico específico de la norma, indicado por tres dígitos del 001 al 999, que es un número que siempre conserva la norma en sus diferentes versiones o refrendos. En ocasiones, una misma norma se emite en varias, ya que resulta más fácil actualizarla y revisarla; por lo que para indicarlo se pone una diagonal y un par de dígitos entre 01 y 99.
- Tres o Cuatro letras. Siglas de la secretaría de estado o dependencia que estuvo involucrado en el estudio, emisión y encargo de los procedimientos de verificación, el cual se compone por tres o cuatro letras, dependiendo de la secretaría en cuestión. Estas pueden variar entre revisiones, ya que la secretaría de estado o dependencia puede crearse, modificar nombre u objetivos o desaparecer.

- Cuatro dígitos, que indican el año que se publicó en el Diario Oficial de la Federación (esto se confunde normalmente con la entrada en vigor, pero por el tiempo de transición la entrada en vigor puede ser hasta el año siguiente de su publicación).
- Organización. En las normas NMX, es usual colocar las siglas del organismo privado responsable de la norma, como puede ser la ANCE. O entre el identificar de tipo NMX y el número de la norma se coloca una letra que indica el área técnica que realizó la norma.

Control de calidad

El RCDF da una gran relevancia a las normas de los materiales de construcción cuando solicita que el Director Responsable de Obra (DRO) se asegure de que —la resistencia, calidad y características de los materiales empleados en la construcción serán las que se señalen en las especificaciones de diseño y los planos constructivos registrados, y deberán satisfacer las Normas Técnicas Complementarias y las normas de calidad establecidas por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (Secofi)”.

Por otra parte, el mismo reglamento establece que — “cuando se proyecte utilizar en una construcción algún material nuevo del cual no existan Normas Técnicas Complementarias o Normas de Calidad de la Secofi, el DRO deberá solicitar la aprobación previa del Departamento para lo cual presentará los resultados de las pruebas de verificación de calidad de dicho material”.

Ahora, es necesario decir que estas disposiciones, a pesar de que han estado vigentes en el RCDF desde 1993 —sufriendo algunas modificaciones en 1994 y 1997—, no están actualizadas por lo que se refiere a considerar las normas de calidad como las establecidas por la Secofi; hoy sabemos que aquéllas son las Normas Mexicanas (NMX) que emiten los organismos nacionales de normalización bajo la vigilancia de la Secretaría de Economía en el marco de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y de los tratados comerciales que México ha suscrito con otros países. Es de notar que, por estas obligaciones hacia el DRO, la autoridad local suele convertirlo en el controlador de la calidad de los materiales de

construcción. Sin embargo, los profesionales que realizan el proyecto ejecutivo, así como la propia autoridad, suelen restar importancia a este hecho en detrimento de la obra misma, lo que deriva probablemente del desconocimiento de los estándares y de su utilidad como instrumentos para exigir calidad a los proveedores. Lo anterior se confirma cuando se analizan las indicaciones del RCDF en el sentido de que — “cuando se proyecte utilizar en una construcción algún material nuevo del cual no existan Normas Técnicas Complementarias o Normas de Calidad de la Secofi, el DRO deberá solicitar la aprobación previa del Departamento para lo cual presentará los resultados de las pruebas de verificación de calidad de dicha materia”, lo que, por cierto, tampoco sucede, y ello porque, de ordinario, se ignora cuáles productos tienen norma y cuáles no.

Las normas son el lenguaje del comercio, en ellas se encuentra la información que interesa al consumidor —proyectista, constructor, desarrollador, supervisor o DRO, etcétera— ; al hacer referencia a ellas, se delega — “el control de la calidad de los materiales” a los proveedores. También son de suma importancia cuando se las emplea para verificar a los insumos (concretos, cementantes, bloques, aceros, viguetas, impermeabilizantes, paneles, pinturas, losetas, inodoros, etcétera). Los estándares de calidad permiten al profesional conocer las propiedades físicas y mecánicas de los materiales, las tolerancias en las dimensiones de los elementos estructurales, así como los requisitos de fijación o izaje, entre otros; para el proveedor, en cambio, demostrar su cumplimiento disminuye la responsabilidad que los reglamentos de construcción le asignan al DRO y amplía su perspectiva de venta.

Por ello, la certificación se convierte en la forma más expedita, económica y confiable para demostrar la conformidad con las normas.

Certificación de los materiales

Una certificación es un proceso de validación que una entidad externa a una empresa realiza para aprobar o desaprobar, de acuerdo a determinada normativa, su sistema de gestión, que comprende la estructura de una organización e incluye sus procedimientos, procesos y recursos. Se analizarán las siguientes:

- **Gestión de calidad ISO 9001**
- **Gestión ambiental ISO 14001**

Las Normas ISO (Internacional Standard Organization) aparecen en el año 1987, así como el proceso de certificación basado en dichas normas. De esta forma, surge el tema del aseguramiento de la Calidad, basado principalmente en las Normas ISO 9000, que determina el “camino” a través de su *know how*, es decir, cómo lo hace y con un reconocimiento internacional.

Cuando la empresa se prepara, implementa y trabaja durante un tiempo bajo su Sistema de Gestión de la Calidad (SGC), un ente internacional le otorga el certificado ISO 9001:2000, que en pocas palabras garantiza que la empresa ofrece productos o servicios tomando en cuenta la orientación al cliente, la orientación a los procesos y la mejora continua.

ISO 9001

ISO 9001 es empleada en organizaciones pertenecientes al sector de la construcción para llegar a ser competitivas y aumentar su mercado mediante la implantación de dicha norma.

La idea de que la norma internacional **ISO9001** se puede implantar en el sector manufacturero, pero no se puede establecer asociación con el sector de la construcción es totalmente errónea, ya que la construcción es un sector en el que son muchas las organizaciones certificadas.

El estándar internacional **ISO-9001** es un instrumento que facilita la integración administrativa, humana y técnica vinculada con la construcción mediante el acogimiento de un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC).

Las organizaciones que componen el sector de la construcción realizan un sistema de gestión de la calidad que introduce ciertas directrices relacionadas con las operaciones que llevan a cabo.

El sistema de gestión de la calidad de un proyecto o una obra está incluido en documento de un Plan de Calidad.

La implantación de **ISO 9001** aporta los siguientes beneficios a las organizaciones:

- Reproducción de gastos operativos y administrativos.
- Mejora en la calidad del servicio.
- Incremento de la competitividad organizacional.
- Apertura hacia mercados internacionales.
- Alianzas estratégicas.
- Estructuras flexibles organizacionales.
- Aumento de la confianza de los clientes.
- Optimización de los recursos.

ISO 14001

La norma **ISO 14001** puede ser aplicada perfectamente en el sector de la construcción, porque en dicha actividad hay mucha relación con el medio ambiente.

La relación que existe puede ser tanto positiva como negativa, la parte positiva es la labor social y económica que realiza el sector de la construcción con las edificaciones que realiza, en su favor presenta herramientas con las que proteger el medio ambiente. La parte negativa se debe a que las empresas del sector de la construcción consumen muchos recursos naturales, genera residuos, normalmente peligrosos, que pueden generar contaminación en el aire, el agua y el suelo.

En el sector de la construcción se generan muchos impactos hacia el medio ambiente, dichos impactos pueden producir modificaciones en el medio, se consumen recursos naturales para obtener las materias primas, genera una alta cantidad de residuos, genera contaminación atmosférica por la emisión de partículas y gases, hay un elevado consumo de agua, etc.

Aplicar la norma **ISO 14001** al sector de la construcción disminuye los impactos antes nombrados. Se define una política ambiental por parte de la alta dirección de la organización, se fijan objetivos, se asignan responsabilidades, etc.

Implantar un Sistema de Gestión Ambiental basado en la norma **ISO-14001** generará los siguientes beneficios:

- Disminución de costes.
- Reducción del uso de materias primas (agua, energía, etc.)
- Minimización de la generación de emisiones y ruidos.
- Reducción del transporte, embalaje y almacenaje.

Además, la organización ve beneficiada su imagen con respecto a los clientes y a la competencia, mejora su relación con la Administración y crea conciencia a los empleados.

Las buenas practicas generan un valor añadidos al Sistema de Gestión Ambiental de la empresa, porque mejora mucho el rendimiento de esta sobresaliendo de las demás empresas del mismo sector.

4.2 Características geológicas de los materiales

La palabra “Geología” proviene de los vocablos griegos geo y logos, que significan “Tierra” y “estudio de”, respectivamente, así que la palabra significa “**Estudio de la Tierra**”. La Geología es una ciencia que estudia la composición física y la historia geológica del planeta; para eso se le puede dividir en Geología física y Geología histórica, en términos de su interior. ¿A qué se refiere esto?

La geología física estudia los materiales que componen la estructura terrestre, como las rocas y los minerales, así como los procesos relacionados con ellos. Por ejemplo, el vulcanismo, los terremotos, el movimiento de las placas tectónicas, etcétera. Gracias a la geología histórica se conoce parte del origen del planeta y cómo evolucionó todo lo que la compone y sustenta la vida: el suelo, los océanos, etcétera. Para eso, los geólogos se han encargado de dividir la

historia evolutiva terrestre en varios segmentos de tiempo llamados **eones, eras, períodos, épocas y edades.**

Por supuesto, los geólogos son los expertos que se encargan de la práctica de la Geología. Son científicos cultivados en la materia, pero pueden especializarse en cualquiera de las áreas: Geología Económica, Geología del Petróleo, Hidrogeología, entre otras. Es comprensible que los geólogos puedan pasar más tiempo fuera de un laboratorio que otro tipo de científicos, ya que su objeto de estudio se encuentra en el exterior.

Piedra natural

Cualquier material rocoso utilizable como elemento constructivo, tras ser extraído de la cantera, ser dimensionado de acuerdo a su disposición en obra y ser sometido a tratamientos superficiales sencillos (desbaste, pulido).

La utilización de la piedra sin ningún tipo de ornamentación se remonta al Paleolítico:

- Elemento básico en la arquitectura funeraria, religiosa y de defensa.

La técnica de la cantería se establece en 3.000 a.C. en Egipto con los primeros monumentos con piedra labrada.

Su declive se da a finales del siglo XIX con la aparición de nuevos materiales de construcción (Hormigón, mortero).

La piedra se utiliza estructuralmente y ornamentalmente. Esta última ha tomado valor debido a que el concreto lo sustituyo.

La piedra necesita de ciertos requerimientos para su utilización:

- Resistencia mecánica suficiente para su emplazamiento en obra.
- Alta durabilidad en el tiempo sin perder sus características iniciales.
- Coste aceptable de los procesos de extracción y dimensionamiento.
- Aspecto atractivo y estético.

- Trabaja muy bien a compresión, pero presenta menor resistencia a la flexión y tracción (arcos y bóvedas).



- Históricamente se utilizaron estructuras sobredimensionadas para asegurar los requerimientos de resistencia del material empleado.
- Históricamente la baja durabilidad del material se compensaba recubriendo la piedra con pátinas, jabelgas o enfoscados.

Existen diversos tipos de piedra natural:

Piedra de cantera.

Son rocas extraídas en cantera y de dimensionadas mediante corte. Adicionalmente son de tratamiento superficial rustico. Este tipo de rocas se emplean en construcción tradicional como:

- Elementos estructurales (muros, columnas, vigas, arcos de piedra, etc.)
- Escaleras, escalinatas.
- Elementos decorativos (Balaustradas, fuentes, esculturas, etc.)
- Recubrimientos (losas/losetas)





Son aptas cualquier tipo de roca (ígneas, metamórficas y sedimentarias). Las propiedades de estas rocas son las siguientes:

- **Las rocas ígneas y metamórficas:** peso específico medio elevado; alta durabilidad, alta resistencia al desgaste, baja resistencia a compresión. Trabajos de cantera complejos.
- **Las rocas sedimentarias:** peso específico medio, durabilidad media, resistencia al desgaste variable. Resistencia a la compresión media. Trabajos de cantera sencillos.

Rocas ornamentales

Son rocas extraídas en cantera, dimensionadas mediante corte (losa, loseta). Destacan por su comportamiento mecánico, durabilidad y calidad visual.

El tipo de acabado (pulido, abujardado, flameado, etc.) realza la calidad estética del material.

El sector de las rocas ornamentales fue favorecido por el desarrollo industrial desde la segunda mitad del siglo XIX.

España es considerada la potencia mundial en la explotación y comercialización de rocas ornamentales.



La extracción se hace en explotaciones a cielo abierto. Grandes bloques de roca no meteorizados, sin diaclasas ni fracturas.



Los bloques son aserrados en grandes telares de corte.



Los acabados de los tableros obtenidos de material son tratados y se obtienen los siguientes resultados:

- **Pulido:** Superficie plana, brillante y lisa mediante varias muelas abrasivas de grano progresivamente menor. Aumenta las cualidades estéticas del material, cierra la porosidad y aumenta la resistencia a la alterabilidad (durabilidad).



- **Abujardado:** Esculpido de la superficie del tablero mediante martillos neumáticos de múltiples dientes piramidales. Acabado rustico muy demandado en revestimientos exteriores.



- **Flameado:** tratamiento térmico de la superficie con mecheros de llama a 2800° C. Resulta un acabado rugoso con efectos cromáticos, con aspecto rustico y un aumento en la resistencia química.



- **Apiconado:** muescas o incisiones triangulares y alargadas, paralelas entre si en una dirección determinada. Cuenta con un aspecto muy rustico, jaspeado y algo tosco.



- **Apomazado:** tratamiento semejante al pulido, pero sin llegar a utilizar los abrasivos de grano más fino. Se aplica en rocas compactadas, duras y porosas que no admiten acabado pulido. Se obtienen con este acabado superficies planas, lisas y mates.



Se integran a estos acabados otros más como: el acabado cortado, lajado, partido, raspado y serrado.

Tradicionalmente, las rocas ornamentales se han dividido en tres grandes grupos:

- Granitos
- Mármoles
- Pizarras

En los últimos años se han añadido nuevos grupos que por su valor estético y uso están ganando una importante cota de mercado: las areniscas y cuarcitas.

4.3 Impacto ambiental, gestión y reciclado de residuos

El impacto ambiental producido por la industria de la construcción a la luz de la revolución industrial constituye la deuda aún pendiente que han de afrontar las sociedades industrializadas con vistas a este nuevo milenio; lo cierto es que la revolución industrial supone un gran cambio en las técnicas empleadas en la producción de los materiales de construcción, dado que hasta entonces, los materiales eran naturales, propios de la biosfera, procedentes del entorno inmediato, de fabricación simple y adaptados a las condiciones climáticas del territorio donde se llevaba a cabo la edificación.

Asimismo, la gran demanda de materiales de construcción a mediados del siglo XX comporta la necesidad de extraer y procesar gran cantidad de materias primas, elaborar nuevos

materiales y el tratamiento de una elevada cantidad de residuos de construcción y demolición, con el coste energético que ello representa.

No obstante, el reto a superar por la industria de la construcción, en cualquiera de sus tipologías, sigue siendo fundamentalmente el empleo de materiales de construcción de bajo impacto ambiental, dado que son estos lo que más repercuten sobre el medio natural, sin descartar otros impactos relacionados con el consumo de energía o los residuos.

Si bien es cierto que el procesado de materiales primas y la fabricación de los materiales generan un alto coste energético y medioambiental, no es menos cierto que la experiencia ha puesto de relieve que no resulta fácil cambiar el actual sistema de construcción y la utilización irracional de los recursos naturales, donde las prioridades de reciclaje, reutilización y recuperación de materiales, brillan por su ausencia frente a la tendencia tradicional de la extracción de materias naturales. Por ello, se hace necesario reconsiderar esta preocupante situación de crisis ambiental, buscando la utilización racional de materiales que cumplan sus funciones sin deteriora el medio ambiente.

Reciclaje de residuos en la construcción

Los escombros, como la energía, no se destruyen, se transforman. Hace unos años, los contenidos de los miles de contenedores sembrados por las calles iban derechos a una escombrera y allí, bajo una fina capa de vegetación, acababan sus días.



Todo esto cambio cuando los ladrillos y bloques de concreto regresaron a la obra en forma de material de relleno de viales, zanjas y calles, cubiertas, sótanos, cimientos para carreteras, etc. Entre los escombros que se juntan se encuentran una variedad de cerámicos, bloques de

concreto, maderas, chatarra y plásticos, en resumen, estos terminan su primer ciclo de vida útil para pasar por un proceso de trituración y terminan clasificados para una segunda vida.



Ambiental: Evitas la degradación de recursos naturales no renovables.

El consumo de recursos naturales

El consumo a gran escala de determinados materiales puede llevar a su agotamiento. Así, el empleo de materiales procedentes de recursos renovables y abundantes será una opción de interés.

El empleo de la madera puede ser un buen ejemplo de material renovable y abundante.

El consumo de energía

Si una importante fracción de la energía primaria se consume en el sector de la construcción y si su empleo ocasiona el tristemente famoso calentamiento global, a partir de las emisiones de CO₂, así como el riesgo de agotamiento de determinados recursos, emplear materiales de bajo consumo energético en todo su ciclo de vida será uno de los mejores indicadores de sostenibilidad. Si analizamos el consumo de energía para la fabricación de estos materiales, comprobaremos que los materiales pétreos (arena, grava, piedra, tierra) y la madera presentan el comportamiento energético más idóneo, mientras que los plásticos y los metales, en especial el aluminio, el más negativo.

Los metales y los plásticos consumen gran cantidad de energía en su proceso de fabricación, aunque los primeros presentan unas óptimas características resistentes y los segundos unas propiedades aislantes de interés.

Las emisiones que generan

Uno de los grandes problemas ambientales que supuso la explosión de la conciencia ecológica fue el adelgazamiento de la capa de ozono.

Los aislantes más empleados en construcción presentaban un agente espumante que le daba sus características como espuma o panel. Aunque hoy en día los espumantes no utilizan CFC, asistimos a la aparición de multitud de productos de aislamiento ecológicos que nos permiten descartar esas opciones.

El PVC, abanderados de la industria del cloro, y debido a sus contaminantes emisiones de dioxinas y furanos, son materiales que poco a poco van siendo prohibidos en cada vez más usos, por ejemplo, en el suministro de agua para el consumo humano.

Su comportamiento como residuo

Los materiales al finalizar su vida útil pueden ocasionar importantes problemas ambientales. Su destino, ya sea la reutilización directa, el reciclaje, la deposición en vertedero o la incineración, hará que su impacto sea mayor o menor.

Los materiales metálicos para chatarra, la teja cerámica vieja, las vigas de madera de determinada sección pueden ser pequeñas joyas en el derribo para un uso posterior.

Cuando analizamos el comportamiento de los materiales debemos tener en cuenta el ciclo de vida, las diferentes fases que lo configuran:

- En la fase de extracción de los materiales habrá que considerar la transformación del medio.
- En la fase de producción (plásticos y metales), las emisiones que se generan y el consumo de energía.
- En la fase de transporte, el consumo de energía que será más elevado si provienen de lugares más lejanos.

- En la puesta en obra, los riesgos sobre la salud humana y la generación de sobrantes.

Materiales de construcción sostenibles

El análisis de las variables anteriores en todo el ciclo de vida del material nos puede determinar una serie de pautas a seguir para seleccionar los materiales mas sostenibles. Son los materiales que:

- Procedan de fuentes renovables y abundantes
- No sean contaminantes
- Consumen poca energía en su ciclo de vida
- Sean duraderos
- Tengan valor cultural en su entorno
- Tengan bajo coste económico

En la siguiente tabla se muestra el impacto ambiental de los principales materiales de construcción:

Impacto ambiental de los principales materiales de construcción							
Material	Efecto invernadero	Acidificación	Contaminación atmosférica	Ozono	Metales pesados	Energía	Residuos sólidos
Cerámica	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+
Piedra	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+
Acero	++	++	+	+++	++	++	+++
Aluminio	+	+	++	+++	+	+	+++
PVC	++	++	+	+++	++	++	++
Poliestireno	++	+	+	++	+	+	++
Poliuretano	+	++	+	+	++	++	+++
Pino	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++

+++ impacto pequeño; ++ impacto medio; + impacto elevado.
Según el Programa Simapró de Análisis de Ciclo de Vida.

Reciclaje y reutilización de material

Existen diferentes maneras de reutilizar los materiales, en este caso, nos enfocaremos en las plantas de reciclaje.

Son aquellas instalaciones que disponen de maquinaria y equipos específicos de reciclaje y sistemas de control de la calidad de reciclados y optimizar el rendimiento de la producción. La fabricación de áridos reciclados ha de estar sujeta a las especificaciones técnicas y ensayos que prescriben las normativas vigentes.



Existen dos tipos de plantas de reciclado para los áridos:

- Plantas estacionarias: trituración primaria con separadores magnéticos para eliminar metales. Hay desde las simples que obtiene materiales de baja calidad hasta más complejas.
- Plantas móviles: Usadas en el reciclaje de pavimento, por manejo de grandes cantidades. Estas posibilitan llevar el sistema al lugar de la materia prima. Hay simplicidad en su instalación, funciona con motor diésel, trituradora, separador magnético.

Criterios de evaluación:

No	Concepto	Porcentaje
1	Trabajos Escritos	10%
2	Actividades web escolar	20%
3	Actividades Áulicas	20%
4	Examen	50%
Total de Criterios de evaluación		100%

Bibliografía básica y complementaria:

Alejandra, L. G. (2014). *Propiedades Físicas de los Materiales*.

Badiola, G. B. (2007). *Materiales de construcción*. Universidad de Alcalá.

Catherine, A. v. (s.f.). *Enlace Químico aplicado a la construcción*.

Díaz, R. E. (2010). *Facultad de arquitectura UDELAR*. Obtenido de Curso de acondicionamiento Acústico: <http://www.fadu.edu.uy/acondicionamiento-acustico/wp-content/blogs.dir/27/files/2012/02/05-REFLEXION-y-ABSORCION.pdf>

Escobar, S. C. (2009). *Materiales de construcción para edificación y obra civil*. Club Universitario.

López, L. G. (2003). *El concreto y otros materiales para la construcción*. Colombia: Universidad nacional de colombia sede manizales.

Madrazo, J. A. (s.f.). *Materiales de construccion*. Obtenido de Propiedades generales: <https://ocw.unican.es/pluginfile.php/280/course/section/205/Leccion1.pdf>

Moreno, L. M. (18 de Febrero de 2010). *Blogger*. Obtenido de Propiedades materiales de construcción: <http://propiedadesmaterialesdeconstruccion.blogspot.com/2010/02/propiedades-fisicas-y-quimicas-de-los.html>

SlideShare. (s.f.). Obtenido de Criterio de seleccion de materiales: <https://es.slideshare.net/EnaUcles1/criterio-de-seleccion-de-los-materiales>

Torero, J. L. (s.f.). *Comportamiento frente al fuego* . U.K.: Enlace Químico aplicado a la construcción.

Valdez, D. e. (s.f.). *Ánàlisis de los procesos y administración de los productos arquitectónicos*. Universidad Nacional Autónoma de México.