

U.D. 3 Estructuras

Nombre del alumno: _____

Fecha de examen: _____

1 ¿Qué es una estructura?

Si miras a tu alrededor, podrás comprobar inmediatamente que los objetos y las construcciones están diseñados para mantener la estabilidad y el equilibrio frente a las acciones externas, así como para soportar su propio peso y el de los elementos que contienen.

La mayoría de ellos dispone de una *estructura* resistente.

Una **estructura** es un conjunto de elementos dispuestos de una manera ordenada cuya finalidad es resistir pesos y fuerzas externas, a la vez que da la forma o protege al objeto, máquina o construcción al que pertenece.

La mayoría de los productos se ven sometidos a diferentes tipos de **fuerzas**, llamadas habitualmente **cargas**. Algunos ejemplos de cargas son la fuerza del viento, el empuje del agua, el peso de la nieve, el peso de las piezas o elementos que se encuentran en el interior.

Las estructuras tienen la misión principal de **soportar las cargas** que reciben, pero pueden cumplir otras funciones, como por ejemplo:

- ✓ **Soportar pesos.** Las estructuras deben aguantar el peso de todo lo que se apoya sobre ellas, como hacen los pilares y vigas que sostienen los suelos, techos, paredes y el contenido de un edificio.
- ✓ **Resistir fuerzas externas.** La vibración del viento, el impacto de las olas o las vibraciones del tráfico también actúan sobre algunas estructuras, como en el caso del muro de presa que debe retener el agua embalsada.
- ✓ **Proporcionar forma.** El tamaño y la forma de la mayoría de los objetos, máquinas y construcciones se consiguen básicamente con su estructura. Por ejemplo, al montar las barras de una tienda de campaña.
- ✓ **Servir de protección.** Algunas estructuras envuelven los objetos protegiendo su interior, como la carcasa de los electrodomésticos o los aparatos electrónicos que sujetan y mantienen aislados las diferentes piezas y circuitos.

Actividades

1. Lee de nuevo el texto del apartado 1 y subraya lo más importante
2. ¿Qué es una estructura?

3. ¿Cómo se llaman las fuerzas que actúan sobre una estructura?

4. Pon algún ejemplo de cargas.

5. ¿Cuál es la misión de las estructuras?

6. ¿Qué significa que una estructura proporciona forma?

7. Haz un esquema sencilla de este apartado.

2 Tipos de estructuras resistentes

Llamamos estructuras artificiales a las creadas por los seres humanos, y estructuras naturales, a las creadas por la naturaleza y por los demás seres vivos.

Hay muchos tipos de estructuras artificiales y distintos criterios para clasificarlas. Por ejemplo, podemos agruparlas por su forma, por la función que desempeñan, por los elementos que se emplean para construirlas, etc.

Según su forma, pueden distinguirse los siguientes tipos de estructuras:

- ✓ **Masivas.** Son estructuras pesadas y macizas. Se construyen acumulando o apilando materiales. Por ejemplo, los edificios de piedra del románico, los muros gruesos, las pirámides, los embalses de gravedad, etc.
- ✓ **Abovedadas.** Emplean el arco y la bóveda, lo que permite cubrir espacios mayores y aumentar los huecos en la estructura, con la correspondiente reducción del peso.
- ✓ **Laminadas.** Formadas por láminas o paneles delgados y resistentes que forman una especie de caja o carcasa que protege y mantiene en su posición al resto de las piezas. Por ejemplo, el chasis y la carrocería de un coche, el fuselaje de los aviones, la caja de un ordenador, la mayoría de los envases, etc.
- ✓ **De armazón.** Formadas por piezas alargadas, como tubos, vigas, travesaños, barras, cables, etc., que se unen entre sí para formar un esqueleto o armazón.

Estructuras de armazón

Las estructuras de armazón, según cómo estén colocados sus elementos pueden ser:

- ✓ **Entramadas.** Sus elementos forman una malla de piezas verticales y horizontales. Por ejemplo, la estructura de una silla o los pilares y vigas de un edificio.
- ✓ **Trianguladas.** Construidas con barras que forman triángulos. Por ejemplo, las torres de la red eléctrica, las grúas, algunos puentes de acero, etc.
- ✓ **Colgadas.** Soportan parte del peso de la construcción mediante cables, que se fijan a muros o torres muy resistentes. Pueden verse en los puentes colgantes y en la cubierta de algunos edificios, como los estadios deportivos.

Actividades

1. Lee de nuevo el texto del apartado 2 y subraya lo más importante
2. ¿Cuáles son las estructuras naturales?, pon algún ejemplo.
3. Según su forma, ¿Cuáles son los tipos de estructuras?
4. Explica las estructuras abovedadas.
5. Explica las estructuras laminadas.
6. Las estructuras de armazón pueden ser de tres tipos, nómbralos y pon un ejemplo de cada una.

3 Fuerzas. Estabilidad y centro de gravedad

Llamamos fuerza a aquello que deforma o presiona los cuerpos o que puede cambiar su movimiento; por ejemplo, aumentando su velocidad, frenándolo o haciendo que cambie de dirección.

Las fuerzas que soporta una estructura se denominan **cargas**. Estas cargas pueden ser fijas o variables.

- ✓ **Las cargas fijas** no varían con el paso del tiempo y siempre afectan a la estructura de la misma manera. Por ejemplo, el peso de la propia estructura.
- ✓ **Las cargas variables** cambian con el tiempo, unas veces actúan y otras no, y no siempre tienen la misma magnitud. Por ejemplo, el peso de los vehículos que cruzan un puente, el empuje del agua almacenada en un embalse, el empuje del viento, las fuerzas de inercia que aparecen cuando frena o acelera, etc.

Una estructura es **estable** cuando no se vuelca al someterle a la acción de las cargas para las que ha sido diseñada. La estabilidad de una estructura depende de la **forma de su base** y de la situación de su **centro de gravedad**. Cuanto más bajo se halle este último o cuanto más ancha sea dicha base, más estable será la estructura y, por tanto, más difícil que se vuelque.

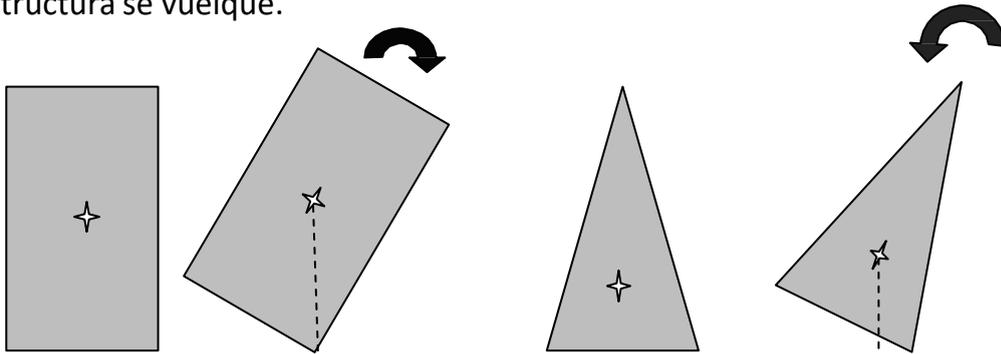
Si intentas mantener en equilibrio una regla en tu dedo, la regla se tambalea y se cae. Esto sucede porque la atracción de la gravedad no es la misma en un lado que en otro. La atracción de la gravedad es lo que denominamos peso. Si vamos variando la posición de nuestro dedo hasta que la regla se mantiene en equilibrio significa que tenemos el mismo peso a un lado que al otro y la regla está apoyada sobre su **centro de gravedad**.

El centro de gravedad de un cuerpo simétrico se encuentra sobre su eje de simetría.

Cuando una estructura **estable** se inclina, su centro de gravedad sube. Esto es importante porque cuando se elimina la fuerza basculante, la gravedad echa la estructura para atrás a su posición original.

Sin embargo, cuando una estructura **inestable** se inclina, su centro de gravedad se mueve hacia abajo.

Si el centro de gravedad se sale de la zona de la base, la gravedad hará que la estructura se vuelque.



Dos cuerpos con la misma base, es más estable es que tiene el centro de gravedad más bajo.

Actividades

1. Lee de nuevo el texto del apartado 3 y subraya lo más importante
2. ¿Qué es una fuerza?
3. ¿Cómo se clasifican las fuerzas que actúan sobre una estructura?
4. ¿Qué significa que una estructura es estable?
5. ¿De qué dos factores depende la estabilidad de una estructura?
6. ¿Qué pasa cuando el centro de gravedad sale de la base de la estructura?

4 Esfuerzos

La acción de las fuerzas sobre los cuerpos y su estructura provoca efectos internos en ellos.

Los seres vivos sentimos este efecto, que puede ir de lo apenas perceptible a lo doloroso. Los objetos no sienten, pero las fuerzas provocan en ellos un efecto similar que les produce deformaciones. En ambos casos, esta tensión interna se denomina *esfuerzo*.

Se llama **esfuerzo** a la **tensión interna** que experimentan todos los cuerpos sometidos a la acción de una o varias fuerzas.

Esta tensión varía con las características de las cargas (intensidad, dirección, sentido y punto de aplicación) y con la forma del objeto que la soporta. Si el material o la forma de la estructura no son adecuados, los esfuerzos pueden llegar a provocar su rotura, sin embargo, cuando una estructura es resistente, soporta sin romperse los esfuerzos a los que está sometida.

Todos los esfuerzos provocan ligeras deformaciones en los cuerpos, aunque muchas veces son imperceptibles.

Las tensiones internas o esfuerzos tienen distinta naturaleza, dependiendo de las fuerzas que actúen sobre el cuerpo y de la forma que tenga este. Cada uno de ellos provoca un tipo de deformación distinta.

La manera más sencilla de identificar los esfuerzos que las cargas provocan en un cuerpo es imaginar cómo se deformaría el cuerpo bajo la acción de esas fuerzas si fuese elástico.

Tracción

Se produce cuando las fuerzas tratan de estirar el cuerpo sobre el que actúan. Estas fuerzas son opuestas y actúan hacia el exterior del cuerpo en la misma dirección y sentido contrario. El cuerpo tiende a alargarse.

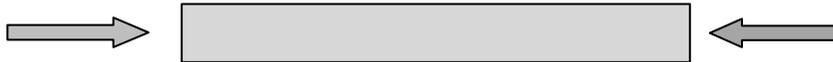
Ejemplos: la cadena de un colgante, los tirantes de un vestido, la cinta de una persiana, la goma de un tirachinas...



Compresión

Este tipo de esfuerzo aparece cuando las fuerzas tratan de aplastar o comprimir un cuerpo. Estas fuerzas son opuestas y actúan hacia el interior del cuerpo en la misma dirección y sentido contrario. El cuerpo tiende a deformarse comprimiéndose.

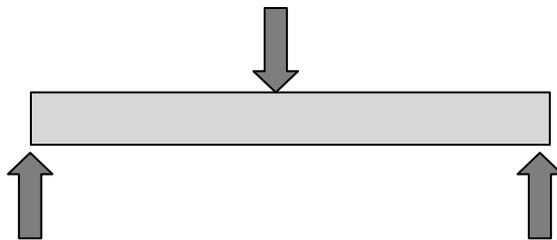
Ejemplos: las patas de una silla, el tronco de un árbol, las piernas de una persona, aplastar un balón con las manos...



Flexión

Las fuerzas tratan de doblar el elemento sobre el que están aplicadas. Es un esfuerzo típico de elementos que se apoyan en sus extremos y que tienen peso encima. Normalmente hay dos fuerzas separadas una de la otra cierta distancia y una tercera fuerza entre ellas de sentido contrario.

Ejemplos: las baldas de una estantería, las tablas de un somier, la barra de un armario ropero, las vigas...



Torsión

Las fuerzas tratan de retorcer el elemento sobre el que actúan. Son fuerzas que, por lo general, intentan hacer girar al cuerpo en sentidos opuestos.

Ejemplos: una llave en el acto de abrir la cerradura, el lápiz al sacarle punta o el eje del destornillador al apretar un tornillo. En estos tres casos la torsión se debe a la fuerza que ejercemos y a la resistencia que se opone.

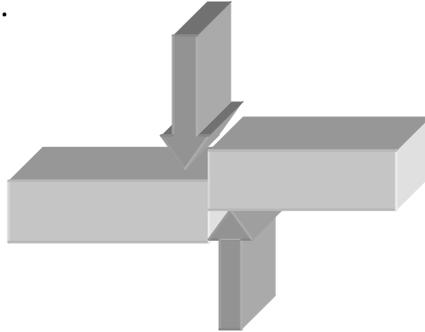


Cizalladura o cortante

Las fuerzas actúan como los dos filos de una tijera: muy próximas, una hacia arriba y otra hacia abajo, intentando cortar el objeto.

Es el esfuerzo que se produce al apoyar un objeto en el canto de una mesa y golpearlo cerca del mismo. También se utiliza la expresión a cuchillo para referirse a este tipo de esfuerzo.

Ejemplos: las alcayatas de las que cuelga un cuadro, en el papel que es cortado con una guillotina...



Actividades

1. Lee de nuevo el texto del apartado 4 y subraya lo más importante
2. ¿Qué es la tensión interna?

3. Nombra los tipos de esfuerzos.

4. Explica el esfuerzo de tracción. Pon ejemplos.

5. Explica el esfuerzo de compresión. Pon ejemplos.

6. Explica el esfuerzo de flexión. Pon ejemplos.

7. Explica el esfuerzo de cizalladura. Pon ejemplos.

8. Explica el esfuerzo de torsión. Pon ejemplos.

5 Estructuras entramadas

Son las utilizadas en los edificios actuales. Como materiales intervienen el hormigón armado, el acero (en forma de perfiles normalizados) y, en ocasiones, la madera. Estas estructuras están integradas por elementos de cimentación (zapatas, losas o pilotes), elementos verticales (pilares y columnas) y elementos horizontales (vigas, viguetas y forjados). En estas estructuras, al menos algunos de sus elementos se hallan sometidos a más de dos fuerzas.

Los elementos de este tipo de estructuras se pueden clasificar en tres categorías: Cimentación, soporte vertical y soporte horizontal.

Cimentación

- **Zapatas.** Se trata de una excavación practicada en el terreno, rellena de hormigón con armadura metálica, donde se asientan los pilares.
- **Losas.** Es una solera de hormigón con mallazo de acero, sobre la que se asienta la estructura del edificio cuando este se halla emplazado sobre un terreno blando o poco estable.
- **Pilotes.** Son perforaciones practicadas en el terreno, que se rellenan posteriormente con hormigón y armadura metálica. Son cimentaciones profundas para llegar al firme o capa que resiste el peso del edificio.

Soporte vertical

- **Pilares.** Transmiten el peso de la estructura y la carga del edificio hasta la cimentación. Su sección puede ser cuadrada o rectangular en estructuras de hormigón o madera y con forma de “L”, doble “T”, “U” y doble “U” para perfiles de acero.
- **Columnas.** Son pilares de sección circular.

Soporte horizontal

- **Vigas.** Son elementos horizontales de madera, acero y hormigón armado, destinados a soportar la carga del edificio, y cuya sección está especialmente diseñada para ofrecer una buena resistencia a la flexión.
- **Viguetas.** Son vigas pequeñas. Se trata de elementos de soporte horizontal embebidos en el forjado, entre los que se sitúan las bovedillas. (piezas con forma de bóveda pequeña)
- **Forjado.** Es el suelo en los edificios entramados. Es un elemento de separación horizontal que transmite su peso y el de la carga soportada hasta las vigas. Está formado por viguetas, bovedillas, relleno, mallazos de acero y soleras de hormigón en masa.

Actividades

1. Lee de nuevo el texto del apartado 5 y subraya lo más importante
2. ¿Dónde se utilizan actualmente las estructuras entramadas?
3. ¿Con qué materiales se suelen construir?
4. ¿Cuáles son los elementos de estas estructuras?
5. ¿Qué son las zapatas?
6. ¿Qué son las losas de cimentación?, ¿por qué se usan?
7. ¿Qué son los pilotes de cimentación?
8. ¿Qué son los pilares?
9. ¿Qué son las columnas?

10. ¿Qué son las vigas?

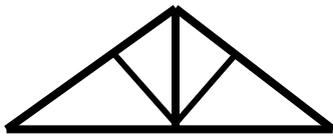
11. ¿Qué son las viguetas?

12. ¿Qué es un forjado?

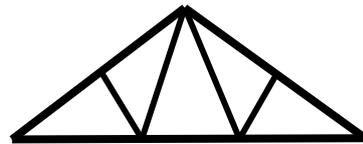
13. Realiza un esquema sencillo de este apartado.

6 Estructuras trianguladas

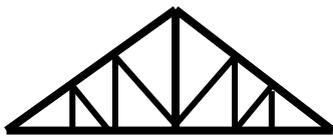
Son estructuras constituidas por módulos elementales de barras (perfiles normalizados de acero o tablones de madera) unidos entre sí mediante escuadras, cartelas, soldadura, roblonado, etc. formando triángulos. De esta forma se consigue una estructura más resistente que la que proporcionaría un único perfil de sección equivalente a la formada por las secciones de todos los perfiles que la integran. Cabe mencionar aquí las cerchas de las naves industriales, los puentes, las grúas, etc. En estas estructuras, cada barra o viga se halla sometida a dos fuerzas.



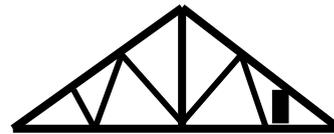
Armadura española



Armadura Polonceau



Armadura norteamericana



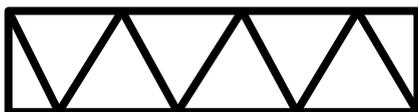
Armadura alemana



Viga tipo Pratt



Viga tipo Howe



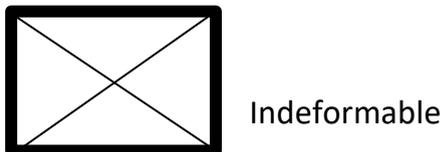
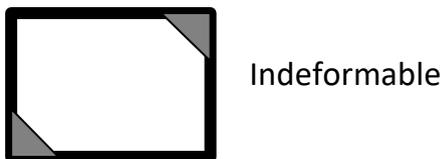
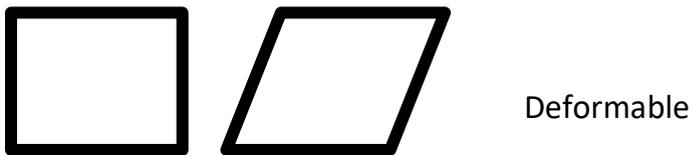
Viga tipo Warren



Viga tipo Warren compuesta o celosía

La rigidez se consigue soldando las uniones, dando a la estructura una forma apropiada y haciendo triangulaciones.

Un cuadrado es un polígono deformable si en las esquinas ponemos un solo tornillo. Necesitamos añadir refuerzos. Las estructuras trianguladas usan la figura del triángulo. Un triángulo en cuyos vértices tenga un solo tornillo no es deformable. En otras estructuras se usan escuadras, que son unas piezas con forma de triángulo que se sitúan en los vértices, para reforzar. En otras ocasiones se añaden dos tirantes (pueden ser de cable o de barras redondas macizas) en forma de cruz sobre un rectángulo, es lo que se llama cruz de San Andrés. Las cartelas son piezas de chapa a las que se sueldan varios perfiles metálicos y que procuran un refuerzo y una buena unión de las esquinas.



Actividades

1. Lee de nuevo el texto del apartado 6 y subraya lo más importante
2. ¿Cuáles son las estructuras trianguladas?

3. ¿Cuál es su ventaja?

4. Las cerchas son estructuras trianguladas que sirven de techo, dibuja las más sencillas y pon sus nombres.

5. Las vigas trianguladas son estructuras horizontales formadas por triángulos. Dibuja las más comunes y pon su nombre.

6. ¿Cuáles son las formas de conseguir que una estructura sea indeformable?

7. ¿Qué son las cartelas?

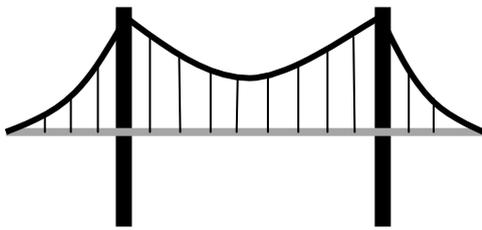
7 Estructuras colgantes y materiales

Estructuras colgantes

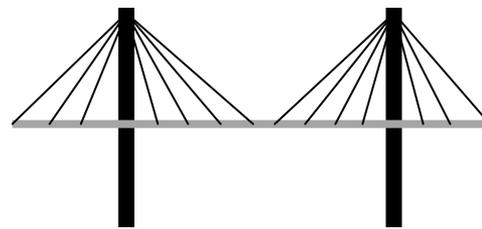
Utilizan cables tensores (tirantes) para sustentar el peso de la estructura y su carga. Son ejemplos de esta categoría los puentes colgantes de catenaria o atirantados.

Los cables solo resisten esfuerzos de tracción, pero tienen la ventaja de poder adaptar su forma a las cargas que reciben en cada momento y cambiar su posición para conseguir la posición de equilibrio en que menos esfuerzos generen esas cargas.

Existen dos tipos fundamentales de puentes colgantes: Los de catenaria y los atirantados.



Puente de catenaria



Puente atirantado

El *tablero* en estos puentes es la superficie horizontal que es aprovechada para el paso de vehículos o personas.

Los *pilares* son las estructuras verticales que transmiten todos los esfuerzos al suelo.

La *catenaria* es un tirante muy reforzado, que adopta una forma curva cuyo nombre es catenaria, del que cuelgan tirantes verticales para la sujeción del tablero. La forma de catenaria es la que adopta cualquier cable que está suspendido entre dos puntos. Por ejemplo la cuerda de tender la ropa, el cable del tendido eléctrico, los cables de los tranvías,...

Los *tirantes* son cables o barras redondas que soportan esfuerzos de tracción. Tienen la ventaja de que son elásticos (como un muelle), y adaptan su forma según las exigencias de los esfuerzos. Esto tiene el inconveniente de que cuando cruzamos un puente colgante “notamos” que se mueve.

Materiales

Los materiales más utilizados en las estructuras son:

- **Madera.** Aunque en la actualidad se emplea menos en construcción, sigue utilizándose ampliamente con fines decorativos, sobre todo en vigas, y como elementos auxiliar para encofrados y entibados, así como para arriostramiento de techumbres.
- **Hormigón armado.** Se trata de una mezcla de cemento, agua, áridos y arena, que, al fraguar (evaporarse el agua), se convierte en un material muy duro y resistente, dotado internamente de una armadura metálica formada por varillas de acero de bajo contenido en carbono. Soporta bien los esfuerzos de flexión, por lo que es utilizado para la construcción de vigas y pilares.
- **Hormigón pretensado.** Es un tipo de hormigón armado cuya estructura metálica interna se tensa antes del fraguado o endurecimiento del hormigón. Esta operación mejora su resistencia a la flexión. Se utiliza fundamentalmente en la construcción de viguetas.
- **Acero.** Está presente en las varillas de las armaduras internas del hormigón armado (aumenta su resistencia a los esfuerzos de tracción), en los perfiles laminados en “L”, doble “T” y “U”, utilizados en pilares y vigas, y en las barras que forman parte de las cerchas o estructuras reticulares trianguladas o de armazón.

Las varillas internas del hormigón armado se llaman también corrugados, ya que estas varillas tienen una forma rugosa por su exterior para que se adhieran bien al hormigón.

El perfil o la sección es la forma que presenta una barra de acero cuando la cortamos.

Hay dos tipos de perfiles, los abiertos y los cerrados.

Los perfiles cerrados se usan en construcción ligera, en objetos como mesas o sillas y pueden ser de muchos tipos. Por ejemplo: perfil cuadrado, redondo, rectangular, especiales para marcos de puertas o ventanas.

Los perfiles abiertos son los más usados en estructuras, ya que permiten pintar toda su superficie exterior y comprobar su estado. Están normalizados, de forma que se fabrican solo en determinados tamaños y determinadas formas. En España usamos perfil normalizado en “L”, en “U”, en “I”, en doble “T” (es igual de alto que de ancho) y en “T”.

Actividades

1. Lee de nuevo el texto del apartado 7 y subraya lo más importante
2. ¿Qué elementos son los típicos de las estructuras colgantes?
3. ¿Cuáles son los tipos fundamentales de puentes colgantes?
4. Haz un dibujo de los dos tipos de puentes colgantes.
5. ¿Qué es la catenaria?
6. ¿Cuáles son los materiales más utilizados en las estructuras?
7. ¿Qué es el hormigón armado?
8. ¿Por qué las varillas que se usan en las armaduras internas del hormigón son rugosas?

9. ¿Qué es un perfil?

10. En estructuras, ¿qué perfiles se usan?