

# LAS ESTRUCTURAS: EL ESQUELETO DE LOS OBJETOS.

## 1. INTRODUCCIÓN.

Las estructuras están presentes en todo lo que nos rodea aunque no nos demos cuenta. Las encontramos tanto en los seres vivos como en los objetos (caparazón de un caracol, tronco de un árbol, máquinas, muebles, edificios, etc.).

Pero... ¿Qué es una estructura?

→ De forma sencilla, se puede entender la estructura de un objeto como el “esqueleto” o “armazón” que soporta el propio peso del objeto, lo protege frente a otras fuerzas externas, y además mantienen unidos entre sí todos sus elementos.



El edificio de L'Hemisfèric en la Ciudad de las Artes y las Ciencias (Valencia) presenta una vanguardista estructura.

Video: [http://www.profes.net/variados/videos\\_interactivos/estructuras/index.html](http://www.profes.net/variados/videos_interactivos/estructuras/index.html) (inicio).

**Cuestiones 'Introducción':**

- 1) Define con tus propias palabras qué entiendes por estructura.
- 2) ¿Conoces otros objetos o construcciones que necesiten de una estructura que los soporte?
- 3) ¿Con qué materiales están hechas las estructuras?
- 4) ¿Qué ocurre cuando una estructura falla?

## 2. LAS ESTRUCTURAS QUE NOS RODEAN.

### 2.1 DEFINICIÓN Y FUNCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS.

La mayoría de objetos a nuestro alrededor disponen de estructura: edificios, puentes, sillas, estanterías, automóviles, pupitres, etc.

La ESTRUCTURA de un objeto se define como el conjunto de elementos unidos entre sí que le permiten mantener su forma y tamaño sin deformarse, cuando sobre el objeto actúan una serie de fuerzas externas.

Video: [http://www.profes.net/variados/videos\\_interactivos/estructuras/index.html](http://www.profes.net/variados/videos_interactivos/estructuras/index.html) (objetos con/sin estructura)

Por tanto, ¿Cuál es la función de las estructuras?

- Soportar pesos (el peso de los elementos sobre la estructura, y el peso mismo del objeto y de la propia estructura).
- Resistir fuerzas externas (la pared de una presa soporta la fuerza del agua contenida en el embalse, así como el tejado soporta el peso de la nieve caída).
- Mantener la forma: las estructuras deben de ser capaces de soportar pesos y resistir fuerzas sin llegar a deformarse.
- Servir de protección (la carcasa de un monitor o de un ordenador protege los elementos que encontramos dentro, así como el chasis del automóvil protege a los pasajeros)



## **2.2.- TIPOS DE ESTRUCTURAS.**

Según los elementos con los que están construidas, las estructuras se pueden clasificar 3 grandes grupos:

1. Estructuras masivas.
2. Estructuras laminares (de carcasa).
3. Estructuras de armazón

### 1) Estructuras masivas.

Son estructuras muy pesadas y macizas, construidas con elementos muy gruesos, anchos y resistentes.

Ejemplos: grandes presas, antiguas iglesias o puentes de piedra y grandes pilares o arcos, pirámides, acueductos, etc.



### 2) Estructuras laminares o de carcasa.

Están constituidas por láminas o paneles resistentes y delgados formando carcasas, que envuelven y protegen las piezas internas del objeto. La resistencia de estas carcasas se consigue dándoles a las láminas una determinada forma.

Ejemplos: chasis del coche, carcasa del ordenador, etc.



### 3) Estructuras de armazón.

Están formadas por piezas como barras, tubos, pilares, vigas, o cables unidos entre sí para formar una especie de esqueleto o armazón. Según la disposición de sus elementos pueden ser:

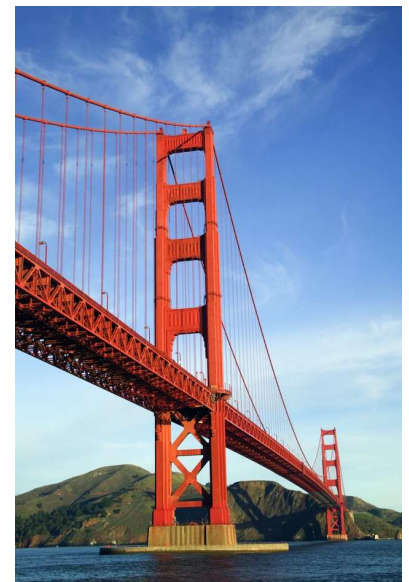
- **Trianguladas:** Se construyen mediante unión de barras que van formando triángulos. Ejemplos: torres del tendido eléctrico, grúas, soportes de antenas, puentes de hierro, etc.
- **Entramadas:** Tienen elementos verticales y horizontales que se unen entre sí, formando una especie de malla. Los elementos horizontales se apoyan en los verticales. Ejemplos: estructura de un edificio, vallas de jardín, travesaños de una silla, marcos de ventanas, andamios, etc.
- **Colgadas:** El peso es soportado por cables que están unidos a otros elementos más robustos como muros o torres resistentes. Ejemplos: puentes colgantes.



Torre alta tensión.



Andamio de construcción.



Puente "Golden Gate".

### Cuestiones 'Las estructuras que nos rodean':

5) Indica si son correctas las siguientes afirmaciones y explica tu respuesta.

- Las estructuras sólo sirven para soportar pesos.
- Sólo los edificios y los puentes tienen estructura resistente debido a su tamaño.
- Las carcasas de los electrodomésticos sirven para ocultar sus piezas internas.



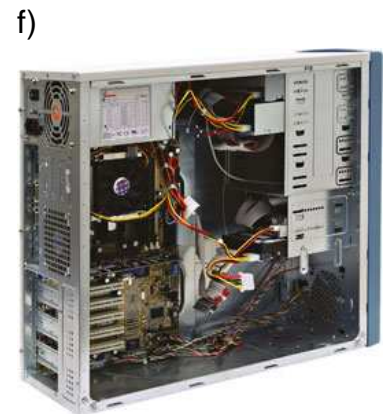
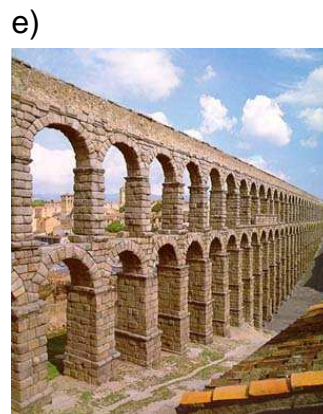
6) Relaciona cada elemento con el tipo de estructura empleado:

Frigorífico	De carcasa
Muralla	Masiva
Antena colectiva	De armazón
Edificio	
Carpa de un circo	

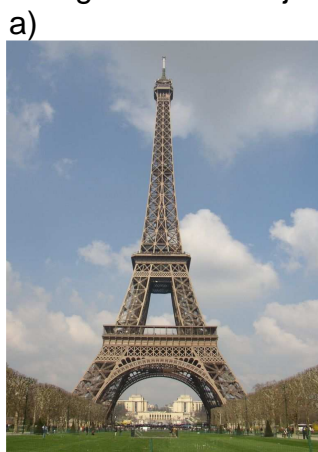
7) Para cada objeto, indica el tipo de estructura que lo conforma y su función en el objeto.

a) La carrocería de un coche	b) Templo griego
c) Soporte de antena	d) Puente romano
e) Puente colgante	f) Rascacielos
g) Presa	h) Acueducto romano
i) Cubierta de la tele	j) Silla.

8) Indica si las siguientes estructuras son: masivas, de carcasa, trianguladas, entramadas o colgantes:



9) En las imágenes tienes ejemplos de estructuras famosas. Averigua su nombre e indica su tipo:



d)



e)



10) Busca al menos 5 ejemplos de estructuras sencillas en tu localidad, tu barrio, tu casa, etc. Nómbralas e indica el tipo al que pertenecen.

### 3. CARGAS Y ESFUERZOS EN LAS ESTRUCTURAS.

#### 3.1.- CARGAS.

Como hemos comentado anteriormente, las estructuras se ven sometidas a **fuerzas externas**, tales como pesos de objetos sobre ellas, el propio peso de la estructura, la fuerza del agua o del viento, etc.

Por ejemplo, la estructura de un edificio soporta el peso de los muebles, el peso de vigas y ladrillos, el peso de las personas que viven en el edificio, la fuerza del viento, el peso de la nieve, etc.

→ A estas fuerzas externas aplicadas sobre las estructuras se les denominan **CARGAS**.



El peso de la calzada, la fuerza del viento, y el peso de los coches actúan como cargas para la estructura del puente.



La presión del agua embalsada supone una importante carga sobre la estructura de la presa.

#### 3.2.- ESFUERZOS.

Las cargas que soportan las estructuras generan **fuerzas internas** en la propia estructura (tensiones), que tienden a deformarlas y/o romperlas.

→ A estas fuerzas deformantes producidas por las cargas se las llaman **ESFUERZOS**.

Por ejemplo, imagínate que tu compañero te estira de un dedo de la mano. Tu mano sería la estructura, mientras que la fuerza externa que hace tu compañero para estirar de ti sería la carga. El esfuerzo sería la tensión que notas en el dedo que te causa cierta molestia. Si tu compañero hiciese mucha fuerza, el esfuerzo que sufrirías podría llegar a doblarte o romperte el dedo.



### 3.3.- TIPOS DE ESFUERZOS.

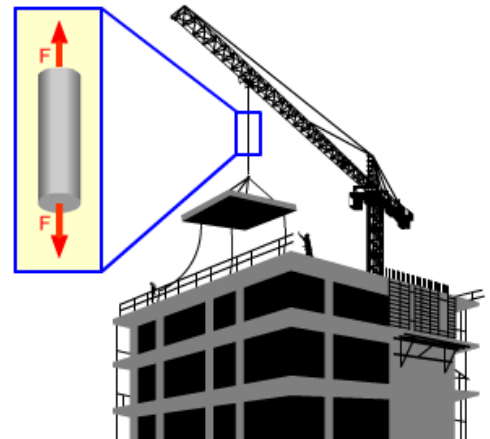
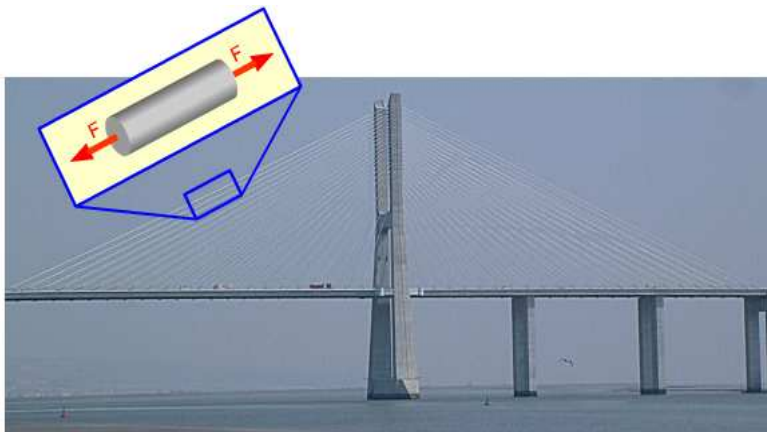
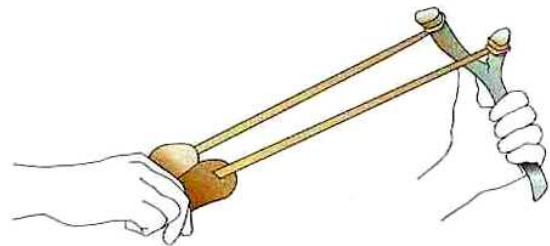
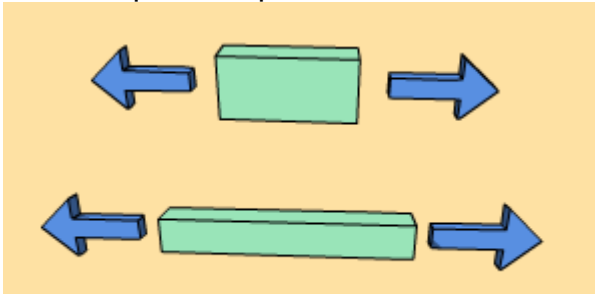
Dependiendo de la carga aplicada a la estructura, ésta puede sufrir 5 tipos de esfuerzos distintos:

- 1) Esfuerzo de tracción.
- 2) Esfuerzo de compresión.
- 3) Esfuerzo de flexión.
- 4) Esfuerzo de torsión.
- 5) Esfuerzo de corte o cizalladura.

Video: [http://www.profes.net/variados/videos\\_interactivos/estructuras/index.html](http://www.profes.net/variados/videos_interactivos/estructuras/index.html) (tracción, compresión y tracción).

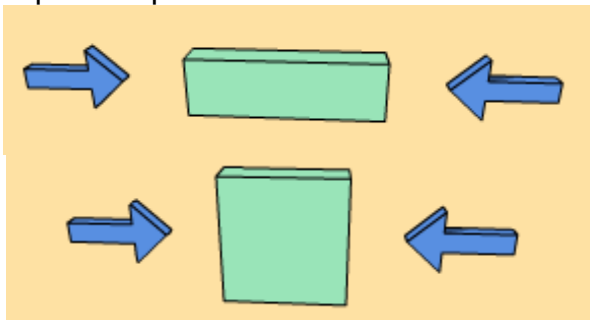
#### 1) Tracción.

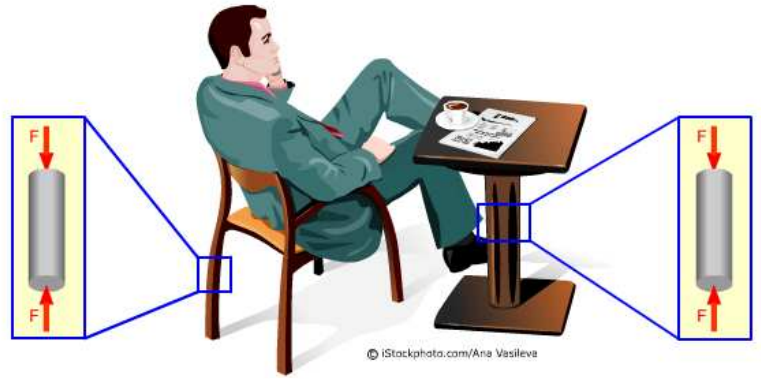
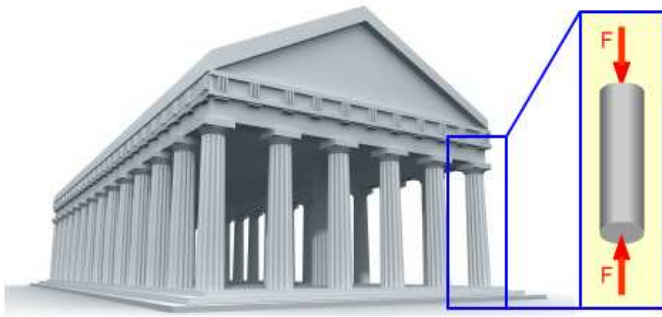
Una estructura está sometida a un esfuerzo de tracción cuando se aplican dos fuerzas o cargas de sentido opuesto, que tienden a deformar la estructura por **alargamiento**.



#### 2) Compresión.

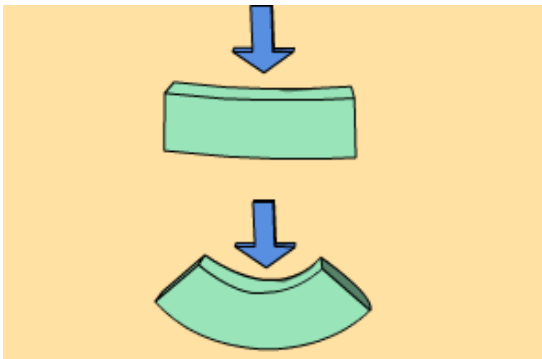
Una estructura está sometida a un esfuerzo de compresión cuando sufre dos fuerzas o cargas de sentido opuesto que tienden a deformar la estructura por **aplastamiento**.





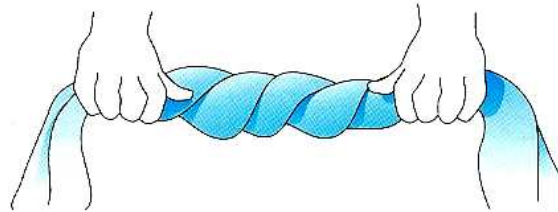
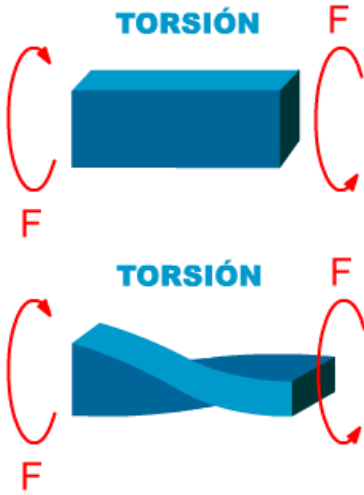
### 3) Flexión.

Una estructura está sometida a un esfuerzo de flexión cuando recibe fuerzas o cargas que tienden a **doblar** la estructura.



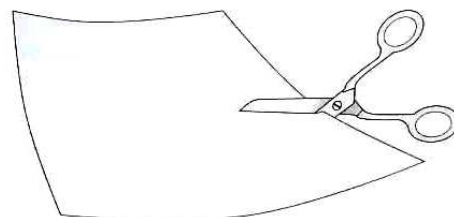
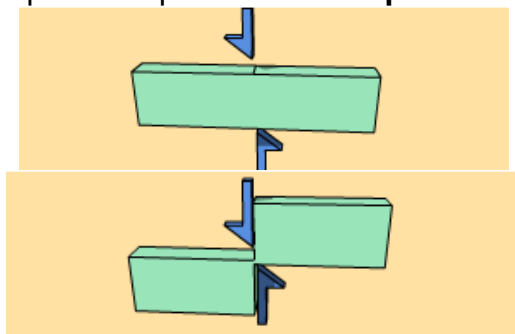
### 4) Torsión.

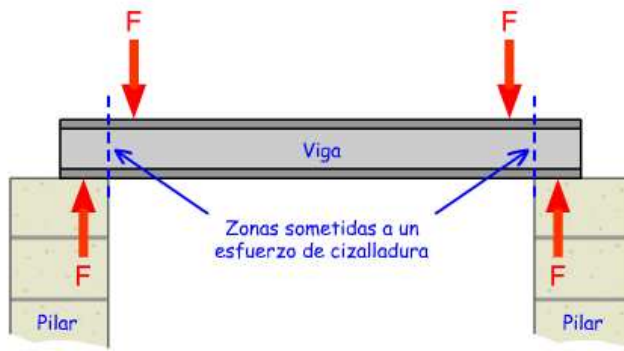
Una estructura está sometida a un esfuerzo de torsión cuando recibe dos fuerzas o cargas opuestas que tienden a **retorcer** la estructura.



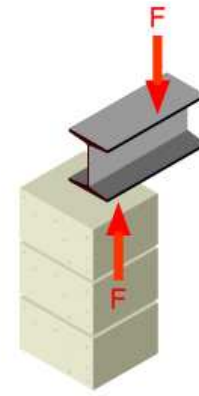
### 5) Corte o cizalladura.

Una estructura está sometida a un esfuerzo cortante o de cizalladura cuando recibe dos fuerzas o cargas opuestas que tienden **romper o cortar** la estructura.





Los extremos de las vigas están sometidos a cizalladura.



Vista en 3 dimensiones.

### Actividades 'cargas y esfuerzos':

11) Observa las siguientes fotografías e indica las cargas (fuerzas externas) que soportan cada una de las estructuras.



Recinto polideportivo, en cuyas gradas suele haber espectadores. Se sitúa en un lugar donde los inviernos suelen ser muy fríos.



Plano del piso amueblado de un edificio de 10 alturas.



Puente colgante con frecuente tráfico de automóviles, situado en una zona muy ventosa.



12) Relaciona los siguientes efectos con su respectivo esfuerzo:

Flexión  
Torsión  
Cizalladura  
Compresión  
Tracción

estiramiento  
aplastamiento  
doblado de la pieza  
retorcimiento  
corte

13) Relaciona mediante flechas cada uno de los objetos con el esfuerzo que soporta.

Tracción  
Compresión  
Flexión  
Torsión  
Corte o Cizalladura

Patas de la mesa.  
Tablero de la mesa.  
Cadena con colgante.  
Guillotina.  
Sacar punta al lápiz.

14) Observa los dibujos siguientes e identifica el tipo de esfuerzo que se está realizando:



15) Señala el tipo de esfuerzos se producen en cada uno de los objetos numerados de la siguiente figura:



1	2	3	4
5	6	7	

16) Completa la siguiente tabla:

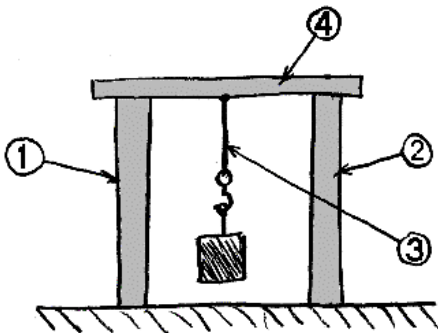
Acción	Elemento	Tipo de esfuerzo
Saltar sobre una cama elástica.	Superficie de la cama	
	Cuerdas de sujeción de la cama	
Sentarse en una silla	Asiento	
	Patas	
Girar llave en la cerradura	Llave	
Clavar un clavo en una tabla	Tabla	

17) **Cómo identificar los esfuerzos en una estructura.**

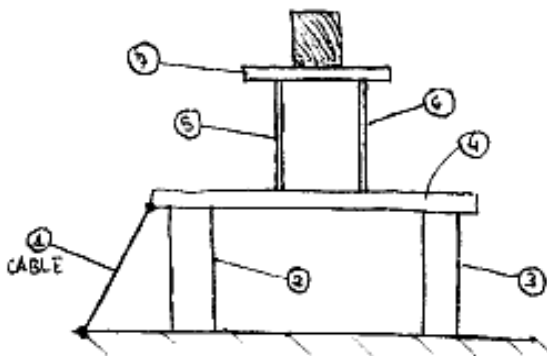
Para identificar los esfuerzos que hay en las distintas partes de una estructura primero tenemos que ver las cargas que hay aplicadas. Después observar el efecto que tienen esas cargas sobre cada una de las partes de la estructura.

Para conocer el efecto de las cargas sobre las partes de una estructura, puedes imaginar que, en vez de estar hechas de materiales resistentes, son de un material blando (plastilina, goma). Después piensa que pasaría con cada una (si se aplasta, se estira, se dobla se retuerce o se corta).

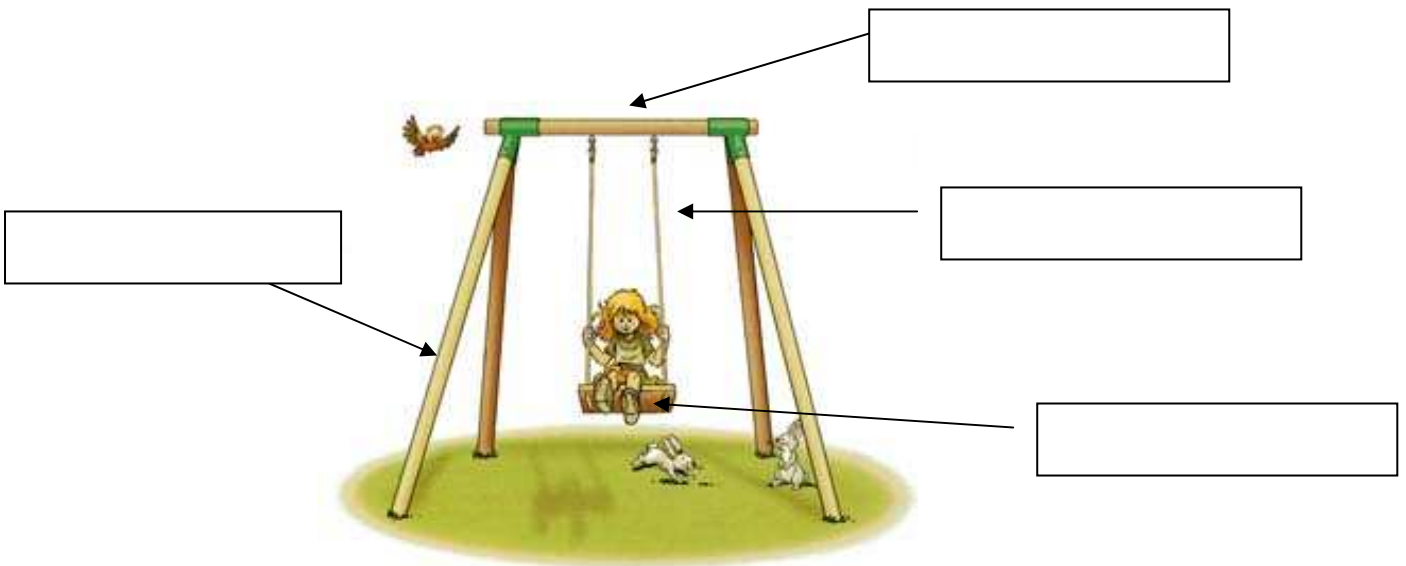
Practica lo explicado con las siguientes estructuras:



¿Qué le pasaría a la pieza si fuese blanda?	Esfuerzo al que está sometida la pieza
1 Se aplastaría	1 Compresión
2	2
3	3
4	4



18) En un columpio, identifica los esfuerzos a que están sometidos los elementos de su estructura.

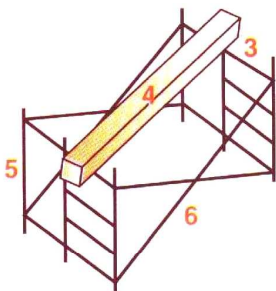
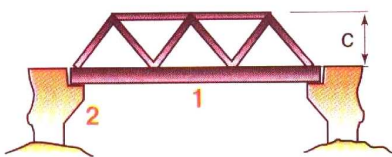


19) Decir que tipo de esfuerzo soporta (compresión, torsión, flexión, cortadura, tracción).

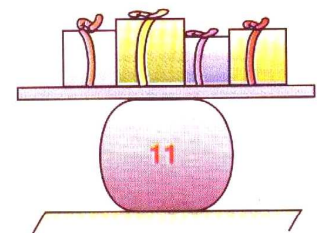
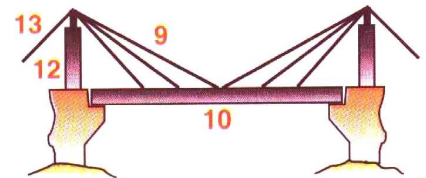
- El cable que soporta la lámpara de un techo \_\_\_\_\_
- La patas de un taburete \_\_\_\_\_
- Un tobogán \_\_\_\_\_
- Punta de un destornillador \_\_\_\_\_
- La tabla de una mesa \_\_\_\_\_
- Llave de una cerradura \_\_\_\_\_
- Un tornillo \_\_\_\_\_
- El asiento de una silla \_\_\_\_\_
- Tapón de rosca de un bolígrafo \_\_\_\_\_
- Soportes de la baca de un coche \_\_\_\_\_
- Unión que hay entre los postes y el larguero de una portería de fútbol \_\_\_\_\_
- Perchero colgado de una pared \_\_\_\_\_

- Una viga \_\_\_\_\_
- La cuerda que hay entre una lancha y un esquiador acuático \_\_\_\_\_
- El cuello de una botella con tapón de rosca \_\_\_\_\_
- La suela de un zapato \_\_\_\_\_
- Un pilar \_\_\_\_\_
- Un gancho colgado del techo \_\_\_\_\_
- El pomo de una puerta \_\_\_\_\_
- Los cables de un puente colgante \_\_\_\_\_
- Las barras paralelas de gimnasia \_\_\_\_\_
- La unión que existe entre una viga y un pilar \_\_\_\_\_

20) En cada uno de los elementos señalados, identifica el tipo de esfuerzo experimentado:



Perfil N.º	Esfuerzo
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	



21) Ficha identificación de esfuerzos:

El profesor repartirá una ficha para que realices en casa. Complétala y entrégala antes de la fecha límite indicada por el profesor. La nota de esta ficha contará para la calificación trimestral.



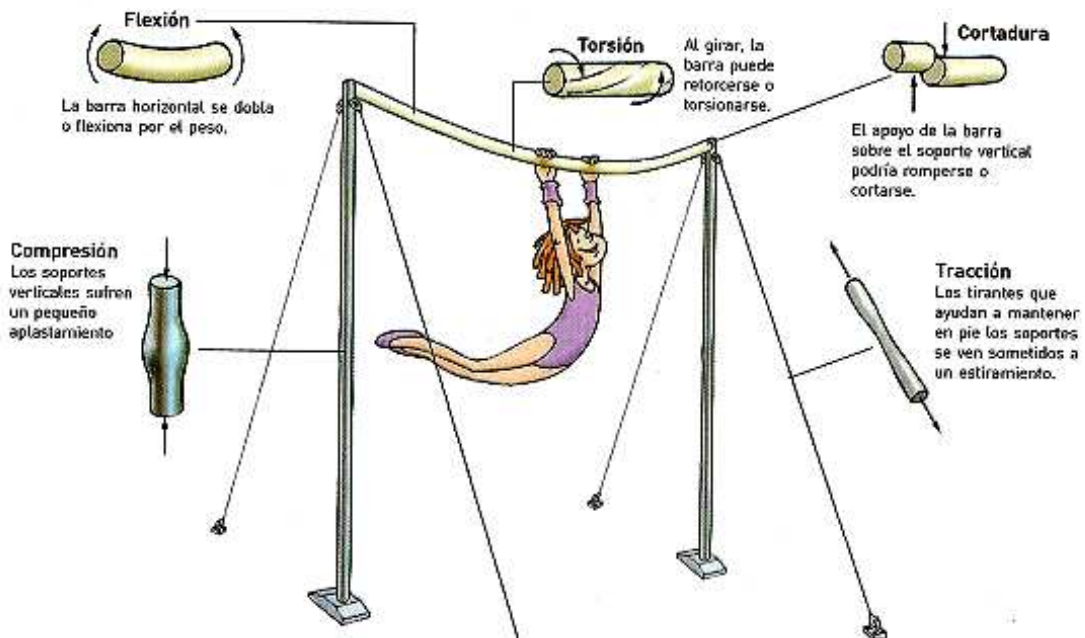
FICHA Identificación de esfuerzos.doc



## 4. ELEMENTOS RESISTENTES DE LAS ESTRUCTURAS.

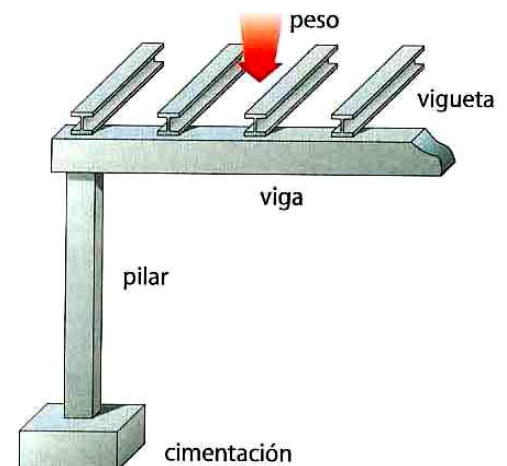
Como se vio en su definición, las estructuras están formadas por varias piezas o elementos. Todos los elementos resistentes ayudan y trabajan juntos soportando las cargas y esfuerzos asociados para que la estructura no se deforme, se rompa o caiga.

Por ejemplo, observa cómo trabajan los distintos elementos de la estructura de una barra fija cuando una gimnasta se balancea sobre ella:

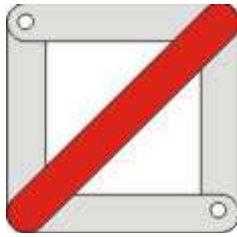


Veamos a continuación una lista de los elementos resistentes más habituales en estructuras:

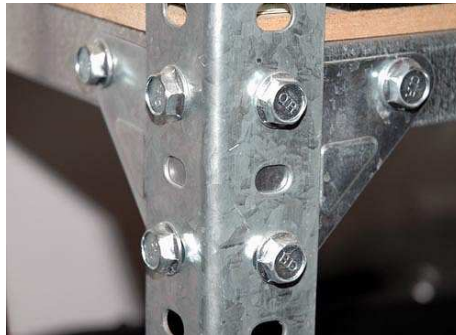
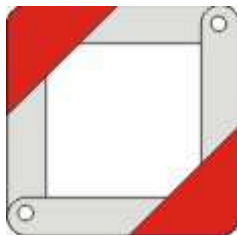
- **Vigas y viguetas:** Las vigas son elementos resistentes horizontales. Apoyan sus extremos directamente sobre los pilares para crear el suelo de la planta de un edificio, por lo que experimentarán esfuerzos de \_\_\_\_\_. Las cargas que soportan son los pesos de personas y muebles que habrá en el edificio, por lo que hay una tendencia a doblarse bajo dicho peso experimentando esfuerzos de \_\_\_\_\_.
- **Pilares y columnas:** Son elementos de soporte alargados y verticales. Soportan el peso de otras partes de la estructura que están por encima de ellos. Por lo tanto, los pilares y columnas están sometidos a esfuerzos de \_\_\_\_\_.
- **Cimentaciones y zapatas:** Son grandes bloques de hormigón enterrados bajo el suelo, y su misión es soportar todo el peso de la estructura que tienen encima. Están sometidas por tanto a un esfuerzo de \_\_\_\_\_.
- **Tirantes:** Son barras o cables de acero que sirven para reforzar, dar equilibrio a la estructura, o para sujetar dos partes de la estructura entre sí. (ver imagen de la antena). Están sometidos a esfuerzos de \_\_\_\_\_.



- **Riostras o cerchas:** Son barras de acero que refuerzan las estructuras mediante **triangulación** en la armadura de la estructura (Observar la imagen de la grúa). Pueden estar sometidas a esfuerzos de \_\_\_\_\_ o \_\_\_\_\_.

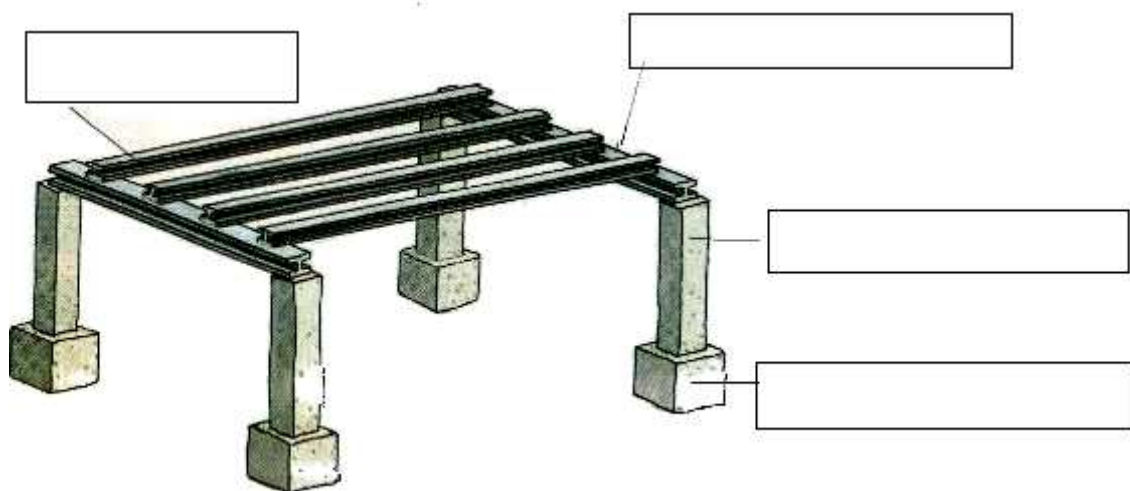


- **Escuadras:** Son elementos triangulares de refuerzo en los puntos de unión de las piezas de las estructuras. Están sometidas a esfuerzos de compresión.



**Cuestiones 'Elementos resistentes':**

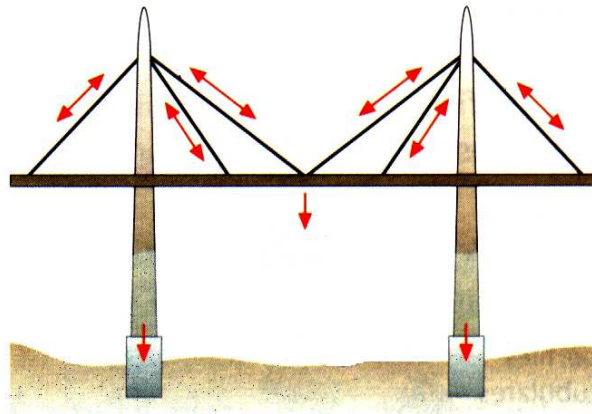
22) Nombra cada uno de los elementos de la estructura:



23) Indica a qué esfuerzos están sometidos los siguientes elementos resistentes:

- Las zapatas de un edificio:
- Las vigas de una estructura:
- Los cables que sujetan la antena de TV:
- Los pilares de un puente romano:

24) En el siguiente puente colgante, indica mediante flechas los diferentes elementos resistentes que forman su estructura, así como los esfuerzos que deberán de soportar cada uno de ellos:



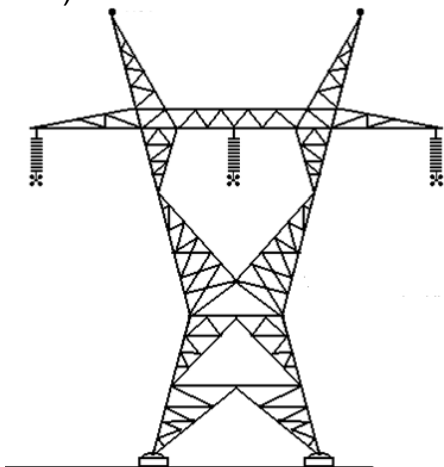
25) Verdadero o Falso. Si la frase es falsa, rescríbela de nuevo para conseguir que sea una afirmación verdadera:

- Las vigas se colocan verticalmente en una estructura, mientras que las columnas horizontalmente.
- Las vigas son cables que se utilizan para reforzar las estructuras.
- Las vigas se apoyan sobre los cimientos.
- Los pilares se sitúan sobre las vigas.
- El tablero de un puente colgante se sujeta mediante a la estructura mediante escuadras.
- Los pilares ejercen esfuerzos cortantes sobre las vigas.



26) En las siguientes estructuras, identifica todos los elementos resistentes que las forman:

a)



b)



c)



## 5. ESTRUCTURAS BIEN HECHAS: ESTRUCTURAS RÍGIDAS Y ESTABLES.

Video: [http://www.profes.net/varios/videos\\_interactivos/estructuras/index.html](http://www.profes.net/varios/videos_interactivos/estructuras/index.html) (resistencia y estabilidad).

Para que una estructura cumpla de forma adecuada su función debe cumplir dos características esenciales:

- Rigidez:** Una estructura es rígida cuando no se deforma a pesar de los esfuerzos a los que está sometida.
- Estabilidad:** Una estructura es estable cuando es capaz de mantenerse en pie, sin caerse ni desmoronarse debido a las cargas que actúan sobre ella.



## 5.1.- ESTRUCTURAS RÍGIDAS.

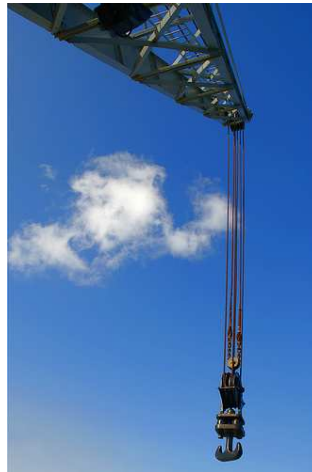
Una estructura podrá resistir los esfuerzos sin deformarse dependiendo del **material** seleccionado para su construcción, de la forma de las piezas (**perfiles**) y de la **forma** de la estructura.

### 1) Materiales.

Los materiales seleccionados deben ser suficientemente rígidos y resistentes, y se eligen unos u otros en función del esfuerzo a soportar.



Los mástiles de los veleros son de madera porque resiste bien la flexión.



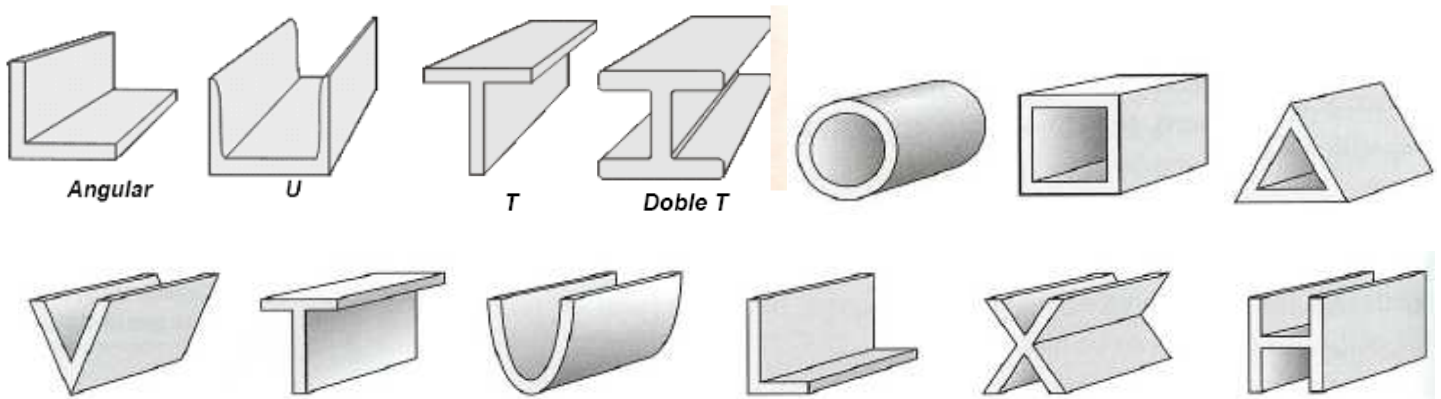
El cable de la grúa es de metal para resistir bien la tracción



Las columnas de piedra son muy resistentes a la compresión

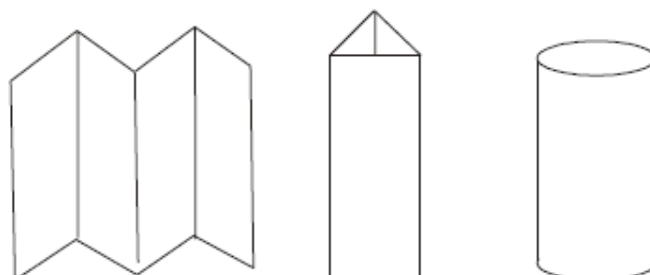
### 2) Forma de las piezas: perfiles.

Los perfiles son los distintos tipos de sección de las vigas, pilares, barras, etc. que podemos emplear al construir nuestra estructura. Con ellos se consigue mayor resistencia de la estructura y menor peso (ya que no son macizos).



### **Experiencia:**

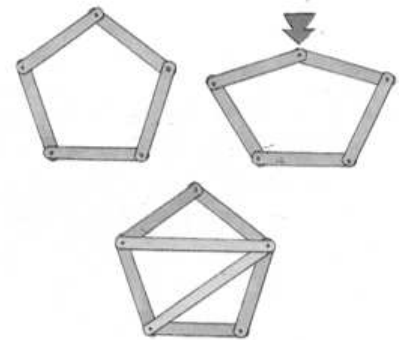
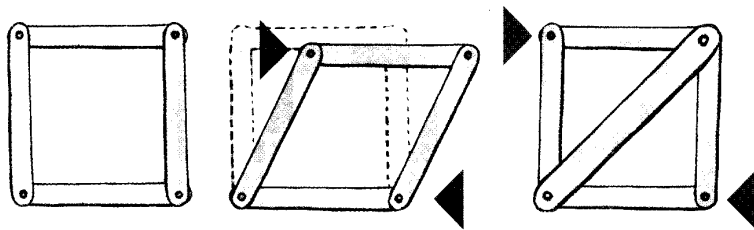
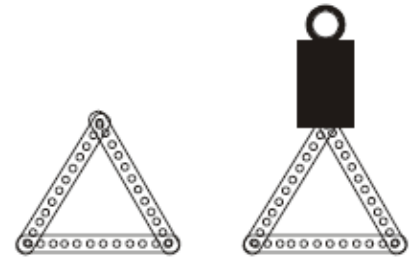
Coge tres folios y plégalos para conseguir figuras diferentes. Comprueba cuál de ellas soporta más peso.



### 3) Forma de la estructura.

Para aumentar la rigidez de la estructura se puede recurrir a una técnica denominada **triangulación**.

El triángulo es el único polígono que no se deforma cuando se le aplica una fuerza. Una estructura con forma de cualquier otra figura geométrica se deformará irremediabilmente. Por tanto una forma sencilla de hacer una estructura rígida es conseguir que los elementos estructurales formen triángulos indeformables → técnica de la triangulación.

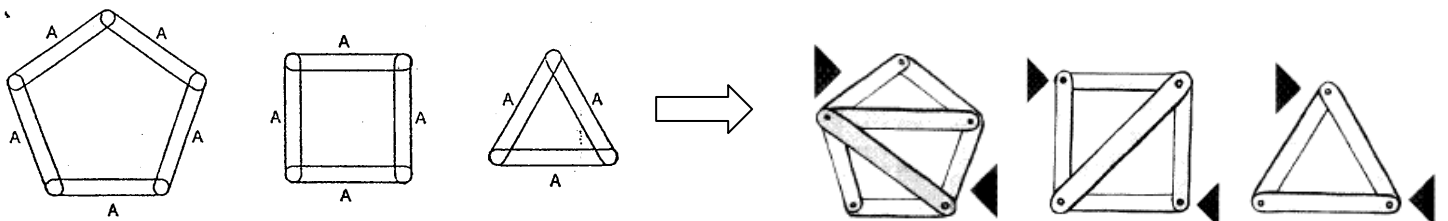


El cuadrado es una estructura deformable. Añadiendo una barra auxiliar de refuerzo se consigue una estructura triangulada indeformable.

El pentágono se puede reforzar por triangulación mediante barras auxiliares

#### Experiencia:

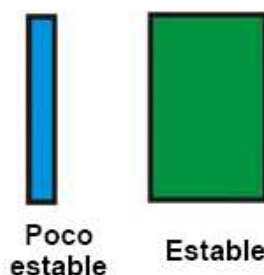
Construiremos distintos polígonos (utilizando palos de madera de helados, depresores médicos, etc.) que uniremos con encuadernadores o puntas que los atraviesen. Si empujamos dos vértices de un polígono no triangulado veremos que éste se deforma (a excepción del triángulo). Los polígonos pueden hacerse rígidos triangulándolos, es decir, colocando nuevas barras entre sus esquinas formando triángulos.



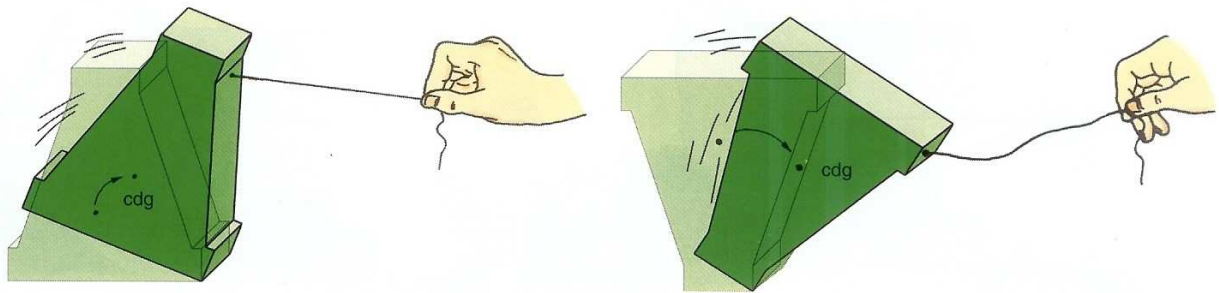
### 5.2.- ESTRUCTURAS ESTABLES.

Para que una estructura sea estable (se mantiene en pie sin caerse) debe cumplir con tres condiciones:

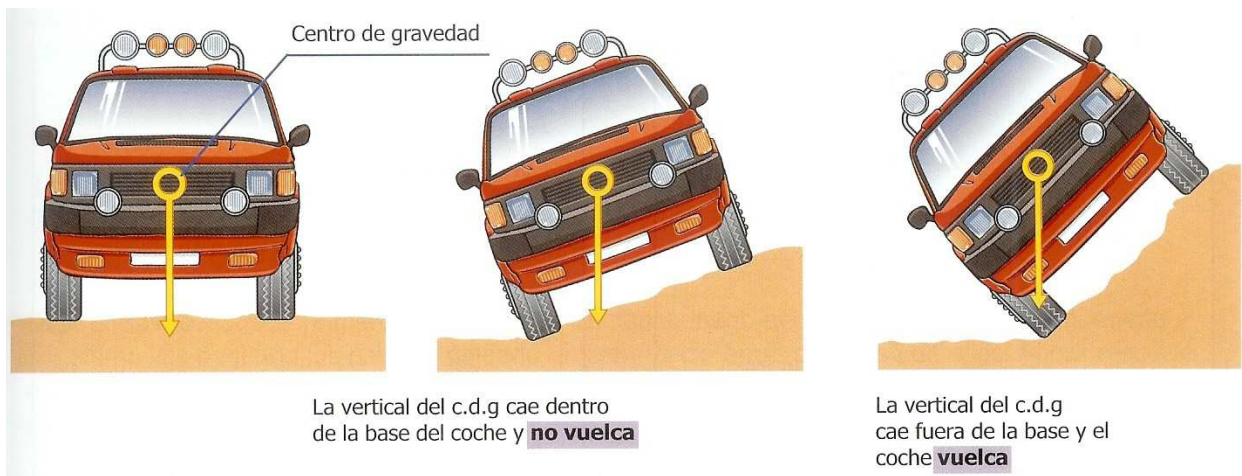
a) Si la base sobre la que se apoya la estructura es grande la estructura será estable.



b) Cuanto mas abajo se sitúe el centro de gravedad más estable será la estructura, para ello debe concentrar casi toda la masa de la estructura cerca de la base.



c) El centro de gravedad debe caer dentro de la base, sino es así la estructura será INESTABLE, y por lo tanto, automáticamente volcará.



**Pregunta:** ¿Sabes lo que es el centro de gravedad? Si no lo tienes claro, búscalo en el diccionario e Internet y explica el concepto aquí debajo

**Video:** ¿Qué ocurre cuando una estructura no se construye rígida ni estable?

Puente de Tacoma: <http://www.youtube.com/watch?v=j-zczJXSxw>

### Actividades 'Estructuras rígidas y estables'.

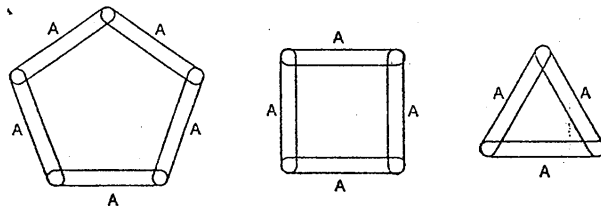
27) ¿Qué significa triangular una estructura?

28) Indicar si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas. Corrige las frases que sean falsas REESCRIBIENDOLAS COMPLETAMENTE PARA HACERLAS VERDADERAS.

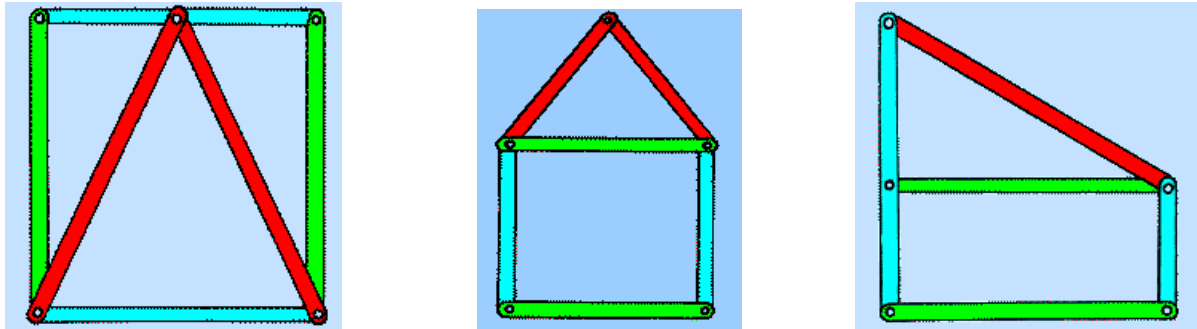
- Una estructura es rígida cuando al empujarla no vuelca.
- Una estructura es estable cuando al aplicar una fuerza no se deforma.
- Las torres de alta tensión son estructuras trianguladas
- Todos los perfiles tiene la misma resistencia.
- Una estructura cuadrangular es estable.
- Un polígono cerrado de tres lados constituye una estructura rígida.
- El nombre de los perfiles viene dado por la forma de su sección.
- Una estructura es rígida si es capaz de mantenerse en pie, sin volcarse ni caerse.



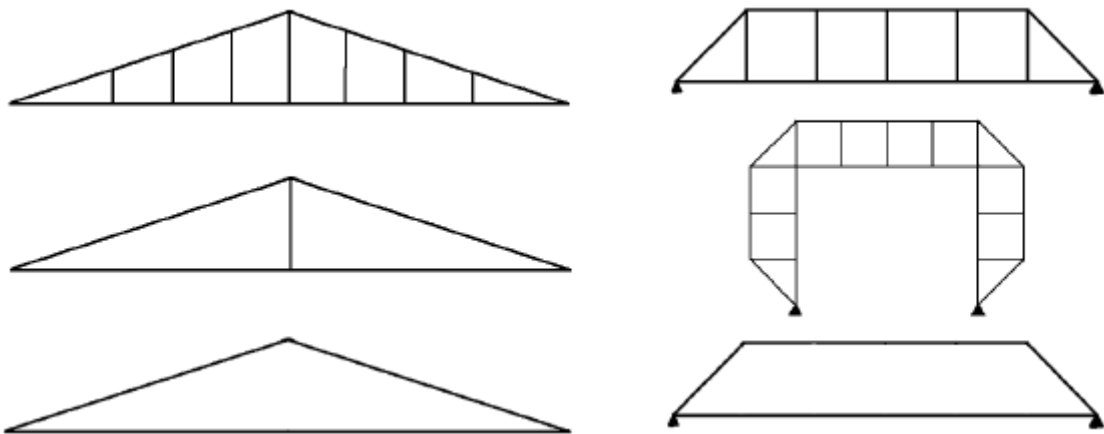
29) ¿Cuál de las siguientes estructuras es más resistente? ¿Por qué? Representálas deforma que sean más resistentes si se puede.



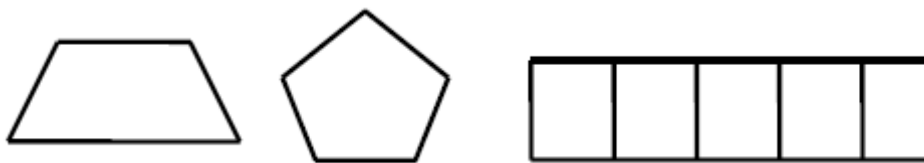
30) Indica cuáles de estas estructuras es rígida, y cuáles no. Razona el porqué.



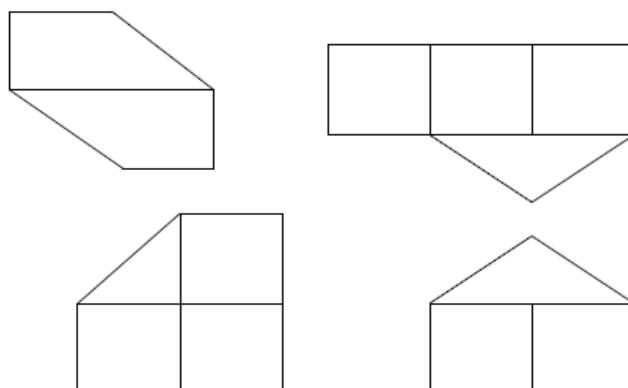
31) Refuerza las siguientes estructuras mediante triangulación. Procura que la estructura final sea simétrica.



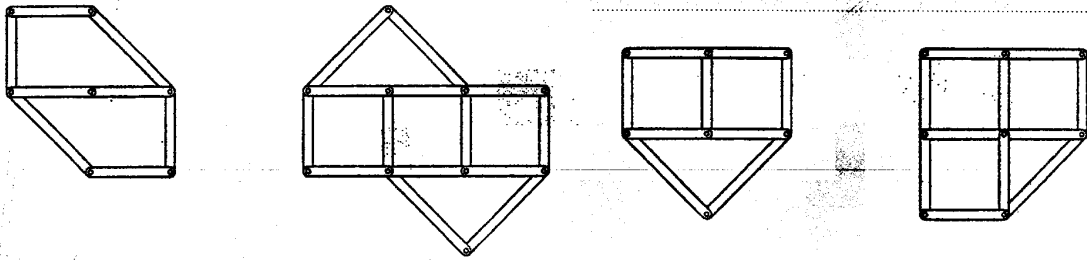
32) ¿Cómo conseguirías que las siguientes figuras no se deformaran?



33) Identifica las siguientes estructuras como rígidas o como no rígidas. Con un lápiz rojo o que destaque añade las barras necesarias a las que sean no rígidas para transformarlas en rígidas.

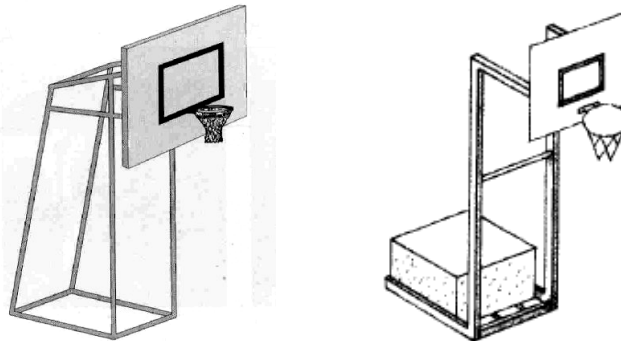


34) Las estructuras que aparecen en la imagen no son rígidas. Estudia detenidamente cada uno de los casos, y coloca el mínimo número de barras que hagan que las distintas estructuras pasen a ser rígidas.



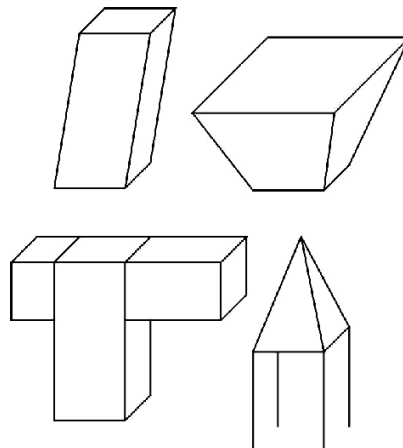
35) ¿Qué factores hacen que una estructura sea más estable?

36) ¿Cuál de las dos canastas es más estable? ¿Por qué?



37) Un coche turismo es más estable que un coche 4x4; ¿por qué? ¿Cómo será un autobús de dos pisos?

38) Indica qué figuras son estables y cuáles no. Razona tu respuesta.



39) Explica por qué una copa es menos estable que un vaso normal.

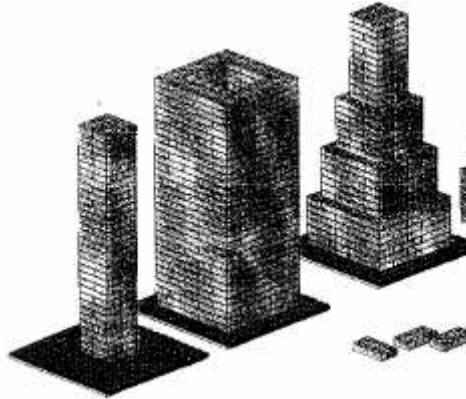


40) Las tres torres del dibujo tienen la misma altura, pero su forma es diferente. Contesta a las siguientes preguntas:

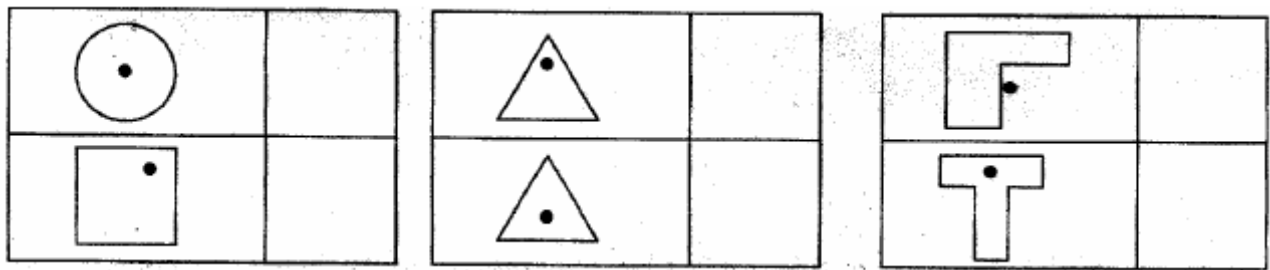
a) ¿Cuál es la más estable de todas?, ¿Cuál es la más inestable?

b) ¿Cuál es la más pesada?

c) Escoge una de ellas como la mejor solución técnica debido a su estabilidad, y razona la respuesta.



41) ¿Cuál de las siguientes figuras tiene situado correctamente el centro de gravedad?



42) Calcula donde se sitúa aproximadamente el centro de gravedad de estas estructuras. Explica cuál es más estable y por qué:



**Repaso estructuras:**

Unidad didáctica On-Line: <http://www.librosvivos.net/smtc/homeTC.asp?TemaClave=1038>

Videos on-line interactivos: [http://www.profes.net/varios/videos\\_interactivos/estructuras/index.html](http://www.profes.net/varios/videos_interactivos/estructuras/index.html)