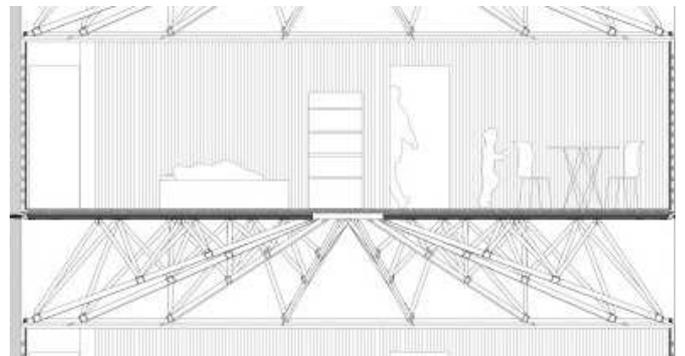
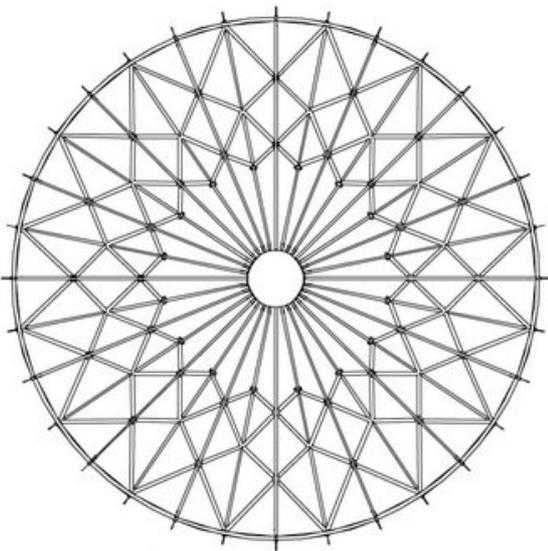
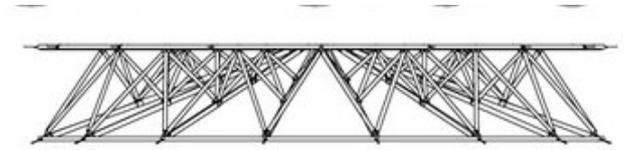
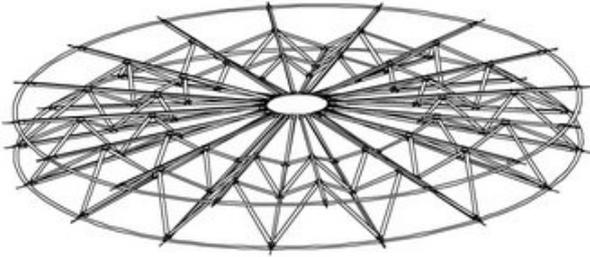


## UNIDAD 6 – ESTRUCTURAS



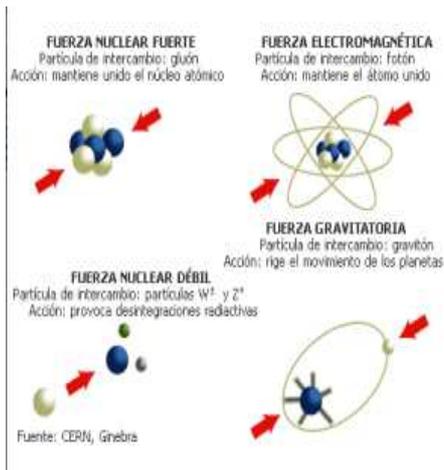
INTRODUCCIÓN  
CARGAS Y ESFUERZOS  
PESO  
CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTRUCTURAS  
TIPOS DE ESTRUCTURAS  
ELEMENTOS ESTRUCTURALES

## INTRODUCCIÓN

### FUERZAS Y ESTRUCTURAS. ESTRUCTURAS NATURALES Y ARTIFICIALES

Desde un apretón de manos hasta la gravedad, pasando por ejemplos comunes como lanzar un balón o coger algo del suelo y otros menos evidentes como la fuerza electrostática o incluso las fuerzas nucleares fuertes o débiles, todo son fuerzas.

**Cualquier causa que provoque que un cuerpo se deforme o bien modifique su estado de movimiento o reposo recibe el nombre de fuerzas.**



Las fuerzas que ejercemos nosotros o las máquinas parecen evidentes y fáciles de entender, ya que vemos y conocemos el agente que ejerce esa fuerza (nuestros músculos o bien los motores y partes móviles de las máquinas) y además hay un contacto directo entre el agente que ejerce la fuerza y el cuerpo al que se aplica.

Otras fuerzas, no menos sino más importantes, son la razón de que el universo sea tal como lo conocemos y se conocen como las fuerzas fundamentales de la naturaleza. De entre estas estudiaremos en este curso y los siguientes la fuerza de la gravedad y la fuerza electrostática.

## ESTRUCTURAS

Cualquier objeto o se vivo necesita soportar todo tipo de fuerzas: choques, empujones, la acción del viento o de una fuerte lluvia... y sobre todo la fuerza de la gravedad, es decir el peso.

La forma en que se soportan estas fuerzas es a través de estructuras.

**Una estructura no es más que un conjunto de elementos destinado a soportar los efectos de las cargas que actúan sobre él.**

Existen dos tipos fundamentales de estructuras: naturales y artificiales

*Actividad 1: Escribe cinco ejemplos de estructuras artificiales y otros cinco de estructuras naturales.*

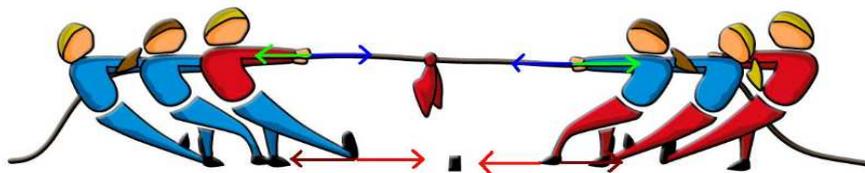
Aunque de forma genérica las estructuras sirven para resistir cargas, podemos especificar un poco más y describir las siguientes funciones de una estructura:

1. Soportar peso
2. Resistir fuerzas externas (diferentes al peso)
- 3.
- 4.
- 5.

## CARGAS Y ESFUERZOS

Las estructuras tienen que soportar las fuerzas que actúan sobre ellas. Las fuerzas que actúan sobre las estructuras reciben el nombre de cargas. Pueden ser estáticas (si no varían) o dinámicas.

*Actividad 2: Escribe ejemplos de cargas dinámicas y estáticas*



Ahora bien, ¿cómo pueden soportar las estructuras estas cargas?

Solo existe una forma de resistir una fuerza que actúa sobre nosotros: ejercer otra fuerza. De la misma forma que en el juego del pañuelo un equipo tiene que ejercer fuerza para no ser arrastrado por el otro, las estructuras desarrollan fuerzas que se oponen a las cargas. Estas fuerzas se llaman esfuerzos.

Los esfuerzos son tensiones internas que experimentan los cuerpos sometidos a la acción de fuerzas y que se oponen a estas fuerzas.

Recuerda que las fuerzas que actúan sobre las estructuras se llaman cargas, luego los esfuerzos se oponen a las cargas para que las estructuras las soporten.

*Actividad 3. Completa la tabla señalando con una cruz la celda correspondiente.*

TIPO/CARACTERÍSTICA	CARGA	ESFUERZO
EXTERNA		
INTERNA		
ACTÚA SOBRE LAS ESTRUCTURAS		
SE DESARROLLA EN LAS ESTRUCTURAS		
EL PESO ES UN EJEMPLO		
TRACCIÓN ES UN EJEMPLO		

## EL PESO

El nombre que damos a la fuerza que la gravedad ejerce sobre los cuerpos que hay en la tierra se llama **peso**.

Ya sabemos lo que son las fuerzas, pero hay un aspecto importante de las fuerzas que tenemos que estudiar y es el siguiente:

Cuando describimos una fuerza no sólo nos interesa saber cuál es su valor, sino que necesitamos saber en qué dirección (pej vertical u horizontal) y sentido (hacia la derecha, hacia abajo...) actúa.

Las fuerzas se miden en el Sistema Internacional de unidades en Newton. Su dirección y sentido se indica representándolas con flechas que llamamos vectores. Por eso podemos decir que las fuerzas son magnitudes vectoriales.

Las fuerzas son un tipo de magnitud que se llama vectoriales. Esto quiere decir que es importante no sólo cuanto valen, sino la dirección y el sentido en que se aplican. Si queremos mover un cuerpo en una dirección aplicamos una fuerza en esa dirección (pej empujar) mientras que si queremos moverlo en la contraria (tirar) la fuerza tendrá otro sentido diferente.

Para indicar la dirección y sentido de las fuerzas se dibujan flechas que se llaman vectores.

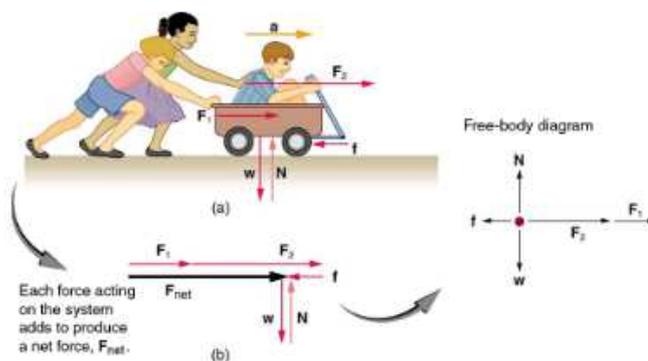
### Actividad 4

En la ilustración aparecen representadas todas las fuerzas que actúan en cada caso.

También se muestra la aceleración ( $a$ )

Completa en la siguiente tabla a qué fuerzas corresponden las siglas.

Una de ellas corresponde a un esfuerzo.



Denominación	Fuerza correspondiente
F1	
F2	
W	
N	
f	

En el ejemplo anterior, W corresponde al peso (Weight en inglés)  
Por eso está dirigida hacia abajo.  
N es la fuerza que el suelo ejerce para resistir al peso, es decir el esfuerzo.

### ¿Cómo calculamos el peso de un cuerpo?

Podemos calcular el peso de cualquier cuerpo de una forma muy sencilla. Simplemente tenemos que multiplicar la masa del cuerpo (expresada en kg) por el valor de la aceleración de la gravedad en la tierra,  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ .  
Recuerda que el resultado se expresa en unidades de fuerza, es decir Newtons.

*Actividad 5: Calcula el peso de los siguientes cuerpos:*

- a. Una mesa de 10 kg.*
- b. Un saco de 15 kg.*
- c. Una persona de 70 kg.*

*Actividad 6: Copia y completa las frases en tu cuaderno:*

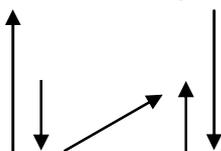
*La carga más importante que las estructuras tienen que resistir es la fuerza de la gravedad en la tierra, que se llama.....*

*Al ser una fuerza, se mide en ..... y es una magnitud .....ya que se representa dibujando flechas llamadas vectores con una dirección, sentido y longitud indicativos del valor de la fuerza.*

*El peso no debe confundirse con la masa de un cuerpo. La ..... de un cuerpo es la cantidad de materia que este tiene, mientras que el peso es la fuerza de la gravedad con la que es atraído.*

*Actividad 7: A continuación tienes dibujados varios vectores dibujados a la misma escala. Indica a qué fuerzas de las indicadas corresponden:*

- a. Fuerza ejercida para levantar en vertical un cuerpo de 10 kg de masa.*
- b. Peso de un cuerpo de 10 kg de masa*
- c. Fuerza ejercida para elevar un cuerpo de 10 kg de masa por un plano inclinado de  $30^\circ$*
- d. Fuerza ejercida para levantar en vertical un cuerpo de 30 kg de masa.*
- e. Peso de un cuerpo de 20 kg.*

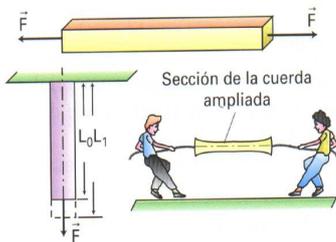


## TIPOS DE ESFUERZOS

Ya conocemos los esfuerzos, los estudiamos en el segundo tema al explicar las propiedades de los materiales para describir la resistencia mecánica, que como vimos dependía del tipo de fuerza aplicada.

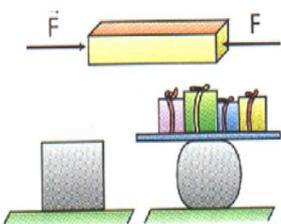
Si un material con una forma y dimensiones dadas tiene una resistencia a tracción determinada, quiere decir que desarrolla esfuerzos de tracción que pueden oponerse hasta ese valor de carga.

P.ej. si un determinado tipo de acero tiene una resistencia a tracción de  $750 \text{ N/mm}^2$ , una barra de esa sección desarrolla esfuerzos de tracción que impiden que se rompa si la fuerza es menor de  $750 \text{ N}$  (aunque mucho antes de este valor comenzaría a deformarse plásticamente y no sería útil)



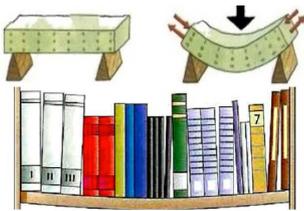
### TRACCIÓN

Las fuerzas tienen la misma dirección y sentidos opuestos hacia el exterior. Tiende a alargar la pieza y a disminuir su sección (estirar). Los cables tensores y tirantes están sometidos a tracción.



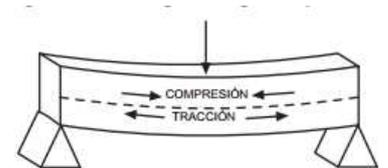
### COMPRESIÓN

Las fuerzas tienen la misma dirección, sentidos opuestos y en este caso van hacia el elemento o pieza. Tiende a disminuir la longitud de la pieza y a aumentar su sección (comprimir o aplastar). Los pilares y los cimientos en una estructura están sometidos a compresión.

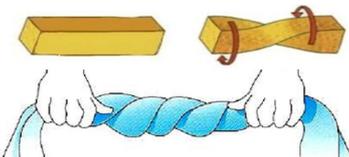


### FLEXIÓN

Aparece cuando se somete a una pieza con apoyos en los extremos a una fuerza vertical en el punto medio. La pieza tiende a doblarse, comprimiéndose en la parte superior y con tracción en la inferior. Las vigas y viguetas están sometidas a



flexión.

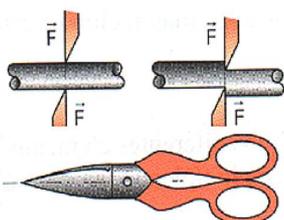


### TORSIÓN

Este esfuerzo tiende a retorcer la pieza. Una llave de tubo o un destornillador están sometidos



a torsión.



### CORTANTE

Se desarrolla cuando las fuerzas son paralelas y de sentidos opuestos, por lo que tienden a cortar la pieza o elemento resistente.

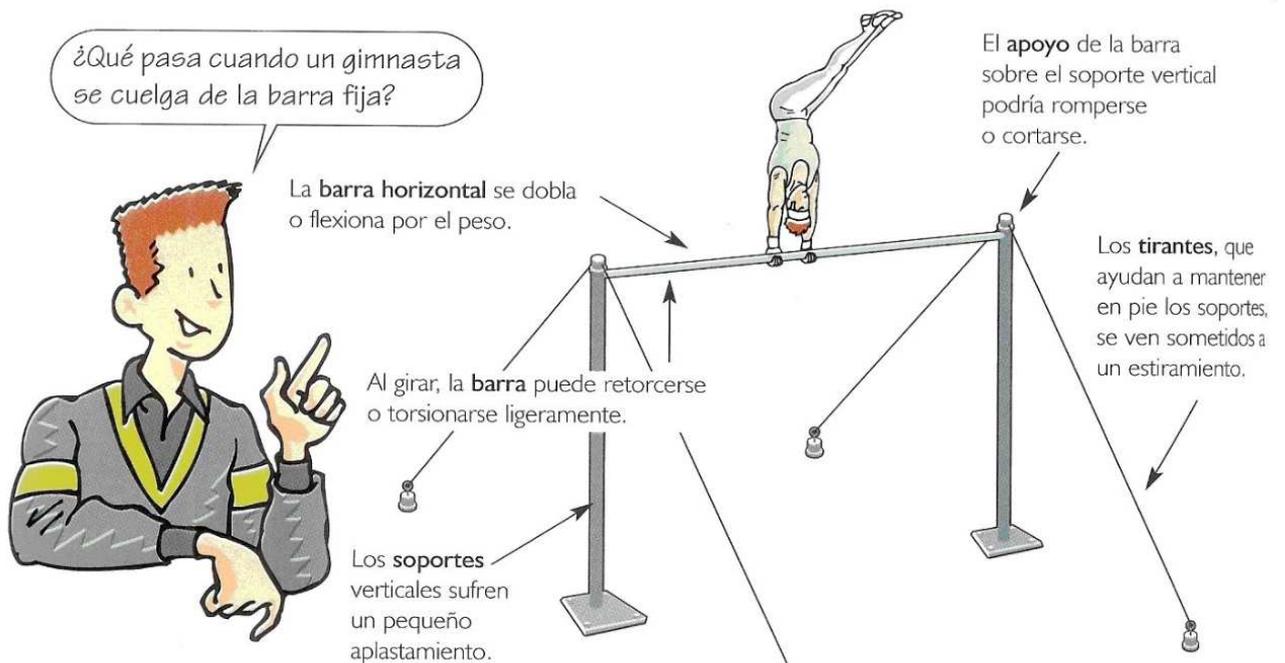
Tijeras o tenazas son ejemplos obvios. Pero las vigas biapoyadas también están sometidas a cortante.

*Actividad 4: Copia y completa en tu cuaderno las frases:*

Las \_\_\_\_\_ son un conjunto de elementos destinados a soportar la acción de fuerzas externas.

Las fuerzas externas que una estructura tiene que soportar se llaman \_\_\_\_\_ y pueden ser \_\_\_\_\_ o dinámicas.

Las estructuras soportan estas cargas desarrollando fuerzas o tensiones internas que se llaman \_\_\_\_\_ y pueden ser de tracción, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_.



## CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTRUCTURAS

Para que una estructura cumpla con su función adecuadamente tiene que ser resistente, estable y rígida.

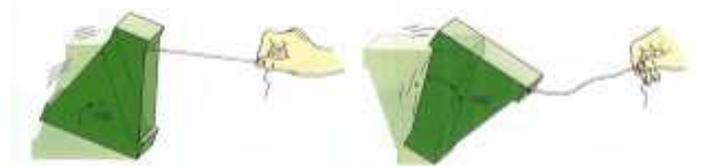
- Resistente a las cargas que se aplicarán sobre ella para no romperse. La resistencia está determinada por el material y la forma.
- Estable frente a las cargas para no moverse. La posición del centro de gravedad es el principal factor que determina la estabilidad
- Rígida para no alterar su forma. La rigidez viene determinada por la disposición de los elementos estructurales: triangulación, arcos...)

Ya hemos estudiado los esfuerzos y la resistencia de materiales. Ahora veremos brevemente la estabilidad y la rigidez.

## ESTABILIDAD Y CENTRO DE GRAVEDAD

El centro de gravedad de un cuerpo es el punto imaginario en el que se considera que se aplica la fuerza de gravedad (peso).

Si el centro de gravedad está alineado con la base un cuerpo o estructura es estable.



Existen diversas formas de aumentar la estabilidad. En la ilustración aparecen varias de ellas. Señálalas.

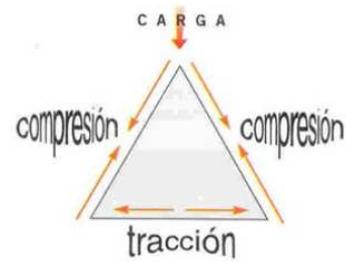
Indica a cual corresponde cada una:

1. Aumentar el tamaño de la base
2. Aumentar la separación entre soportes
3. Bajar el centro de gravedad
4. Utilizar escuadras para estabilizar la base
5. Utilizando tirantes



## RIGIDEZ Y TRIANGULACIÓN

El triángulo es la única forma geométrica que resiste fuerzas sin deformarse. Por eso se utiliza en las estructuras trianguladas.



## TIPOS DE ESTRUCTURAS

### 1. ESTRUCTURAS MASIVAS



Son estructuras muy pesadas y macizas, construidas con elementos muy gruesos, anchos y resistentes. Las primeras construcciones realizadas por el hombre se obtuvieron excavando en la roca o materiales sin dejar apenas huecos.

Ejemplos claros son las pirámides o los zigurats.

### 2. ESTRUCTURAS ABOVEDADAS

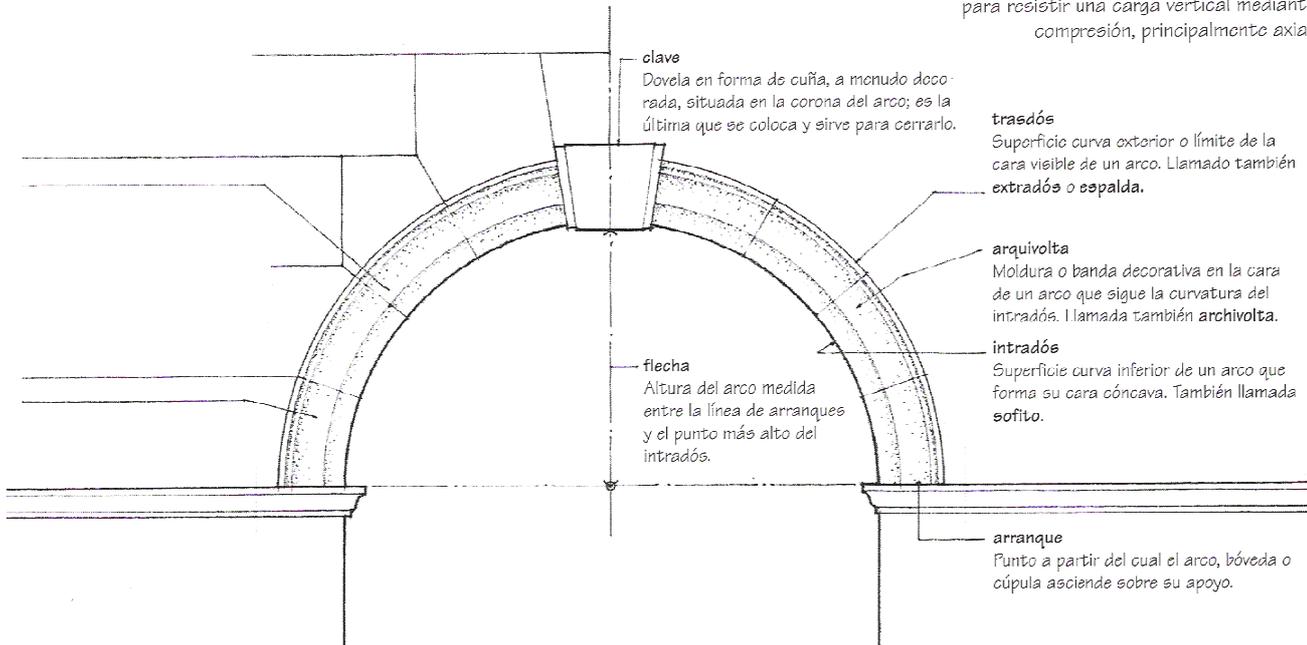
Los arcos funcionan como un conjunto de elementos que transmiten las cargas, ya sean propias o provenientes de otros elementos, hasta los muros o pilares que lo soportan.

La bóveda es un elemento arquitectónico que tiene como función cubrir el espacio comprendido entre dos muros o varios pilares. Se puede considerar como una sucesión de arcos.

Las cúpulas se utilizan para cubrir espacios utilizando arcos generando un hueco estructural semiesférico

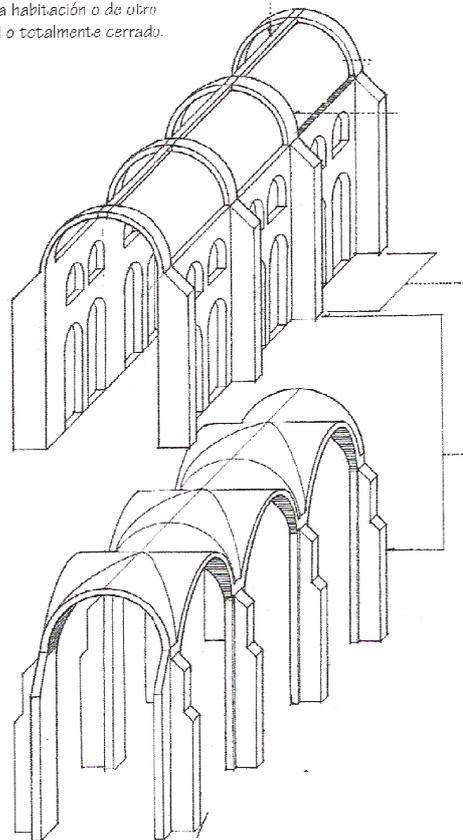
## ARCO

Estructura curva aplicada para salvar huecos o tramos de obra, y proyectada para resistir una carga vertical mediante compresión, principalmente axial.



## BÓVEDA

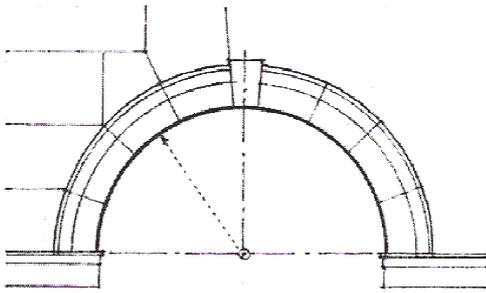
Estructura arqueada de piedra, ladrillo u hormigón armado que forma el techo o la cubierta de una habitación o de otro espacio parcial o totalmente cerrado.



Dado que la bóveda trabaja igual que si fuera un arco en tres dimensiones, las paredes longitudinales de sostenimiento deben ser reforzadas con contrafuertes, para equilibrar los empujes debidos al efecto de arco.

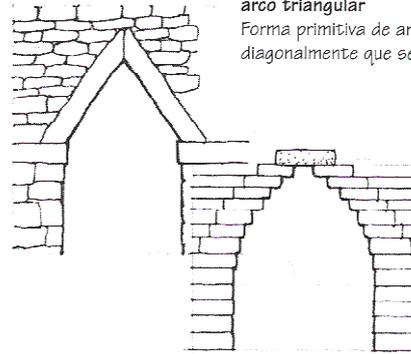
**contrafuerte**: Estructura mural adosada al exterior de un edificio con el fin de reforzarlo en los puntos en que éste soporta mayores empujes. También: **machón**, **estribo**.

## TIPOS DE ARCOS



### arco de medio punto

Arco de directriz semicircular. También llamado **arco romano**.

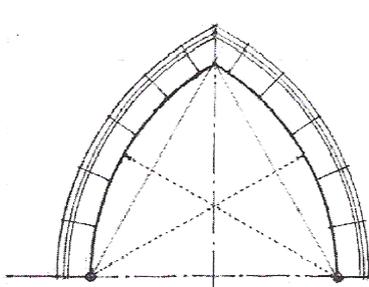


### arco triangular

Forma primitiva de arco; consiste en dos piedras colocadas diagonalmente que se apoyan una a otra sobre una abertura.

### arco acartelado

El construido colocando desde ambos lados de un hueco sucesivos bloques de piedra, cada uno de ellos en voladizo con respecto al anterior, hasta que se encuentran en un punto medio, en el que se coloca una albardilla de coronamiento para completar la obra. Por muy suave que pueda ser el escalonamiento, el sistema no trabaja como arco. También llamado **arco falso** o **arco maya**.

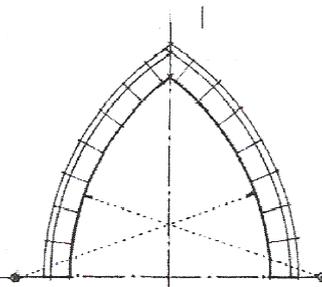


### arco apuntado equilátero

Arco apuntado de dos centros y radios iguales a la luz. También, **arco apuntado cumplido**.

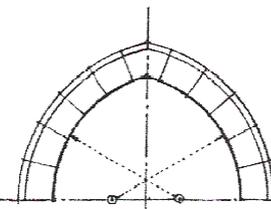
### arco gótico

Arco apuntado, especialmente el de dos centros y radios iguales.



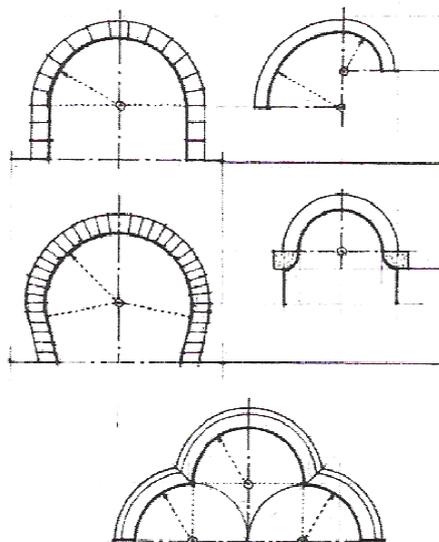
### arco apuntado de lanceta

Arco apuntado de dos centros, con radios mayores que la luz. También llamado **arco apuntado peraltado** o **realzado**.



### arco apuntado rebajado

Variación de arco apuntado caracterizada por tener dos centros y radios menores que la luz.



### arco rampante

Arco cuyos arranques están situados a distinta altura. También, **arco por tranquil**.

### arco peraltado

El de altura mayor que la mitad de su luz; sus arranques están por encima de la línea de impostas y en su vertical. También, **arco realzado**.

### arco campaniforme

Arco de medio punto que descansa sobre dos cartelas curvas.

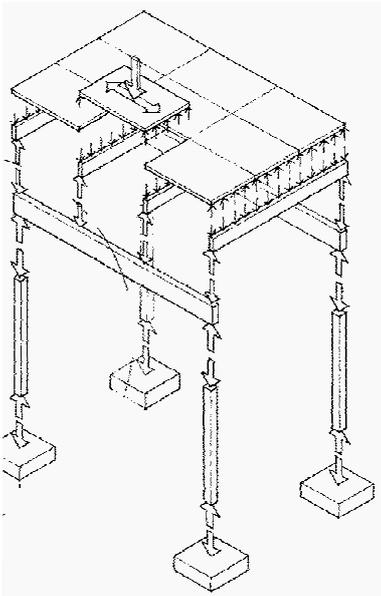
### arco de herradura

Aquél cuyo intradós se amplía por encima de la línea de arranques, se estrecha más arriba y termina en un vértice redondeado. Tipos: **arco de herradura visigótico**, **arco de herradura árabe** de arcos lobulados y de arcos enlazados, y **arco de herradura apuntado** o **arco de herradura túmido**.

### arco trifoliado

Arco formado por tres lóbulos redondos o apuntados. También: **arco trilobulado**.

### 3. ESTRUCTURAS ENTRAMADAS



Las cargas que una estructura entramada tiene que soportar se transmiten al elemento que tienen por debajo hasta llegar a los cimientos.

El **forjado** es el elemento que separa una planta de otra. Está formado por **viguetas** entre las que se disponen piezas cerámicas que se llaman bovedillas.

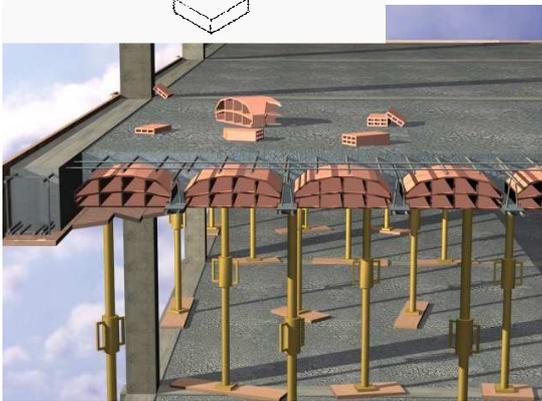
Las viguetas se apoyan sobre **vigas**, a las que transmiten la carga. Las vigas son soportes estructurales rígidos, generalmente horizontales, que soportan y transmiten las cargas transversales hacia los elementos de apoyo como los pilares.

Las vigas y viguetas están sometidas a esfuerzos de flexión.

Las vigas se apoyan sobre los **pilares** (soportes verticales) que están sometidos a esfuerzos de compresión.

Los pilares van sobre los cimientos, que transmiten la carga al terreno.

Los **cimientos** son la parte más baja de un edificio, y están parcial o totalmente enterrados bajo la superficie del terreno. Están diseñados para sostener y anclar la estructura, y transmitir sus cargas directamente al terreno.



### 4. ESTRUCTURAS TRIANGULADAS

#### CERCHA

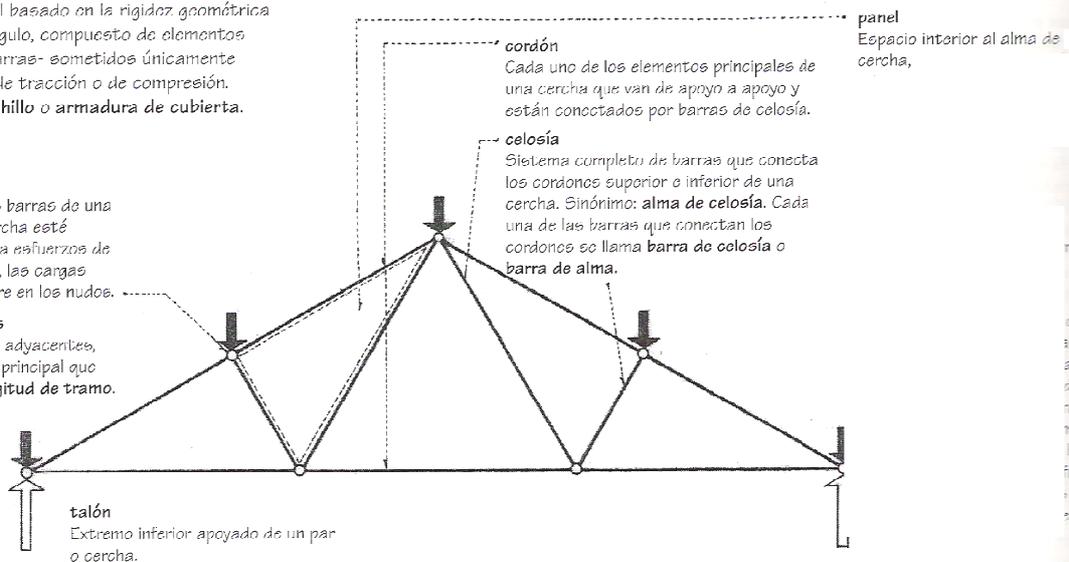
Armazón estructural basado en la rigidez geométrica de la figura del triángulo, compuesto de elementos lineales -llamados barras- sometidos únicamente a esfuerzos axiales de tracción o de compresión. También llamada **cuchillo** o **armadura de cubierta**.

#### nudo

Unión entre dos o más barras de una cercha. Para que la cercha esté sometida únicamente a esfuerzos de tracción o compresión, las cargas deben aplicarse siempre en los nudos.

#### distancia entre nudos

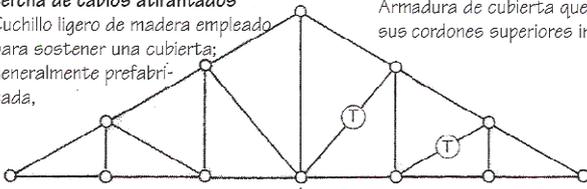
Distancia entre nudos adyacentes, medida sobre la barra principal que los une. Sinónimo: **longitud de tramo**.



# TIPOS DE CERCHAS

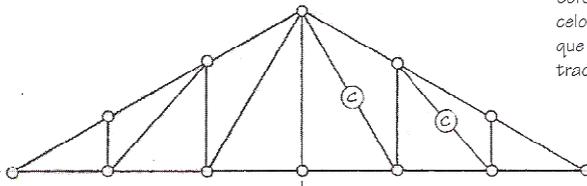
## cercha de cabios atirantados

Cuchillo ligero de madera empleado para sostener una cubierta; generalmente prefabricada,



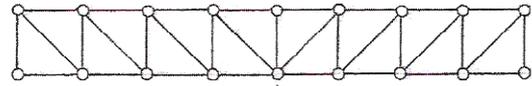
## cercha a dos aguas

Armadura de cubierta que tiene sus cordones superiores inclinados.



## cercha plana

Cercha que tiene sus cordones paralelos.

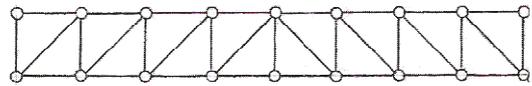


## armadura Pratt

Cercha plana o a dos aguas cuyas barras de celosía verticales trabajan a compresión mientras que las barras de celosía diagonales trabajan a tracción.

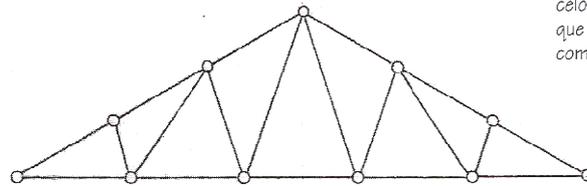
## viga de celosía

Cercha plana ligera



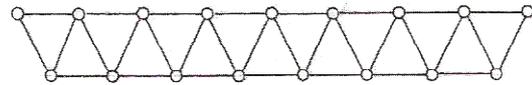
## armadura Howe

Cercha plana o a dos aguas cuyas barras de celosía verticales trabajan a tracción mientras que las barras de celosía diagonales trabajan a compresión.



## armadura belga

Cercha a dos aguas en la que todas las barras de celosía son inclinadas.



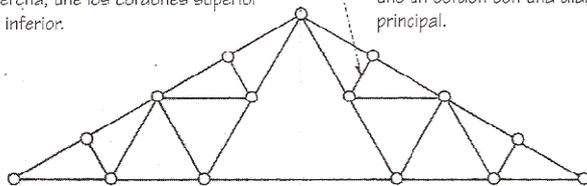
## armadura Warren

## barra diagonal

Barra de celosía inclinada que, en una cercha, une los cordones superior e inferior.

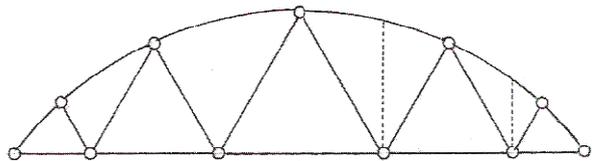
## barra subdiagonal

Barra de celosía que, en una cercha, une un cordón con una diagonal principal.



## armadura Fink

Cercha belga que tiene barras de celosía subdiagonales para reducir la longitud de las barras de celosía a compresión.

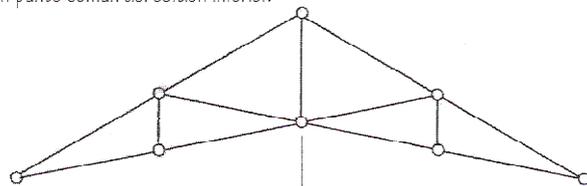


## armadura arqueada

Cercha de cordón superior curvo

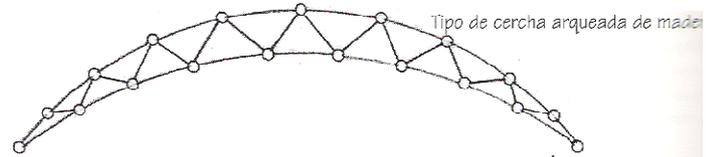
## cercha en abanico

Armadura de cubierta que tiene más de dos barras de celosía que irradian de un punto común del cordón inferior.



## armadura de tijera

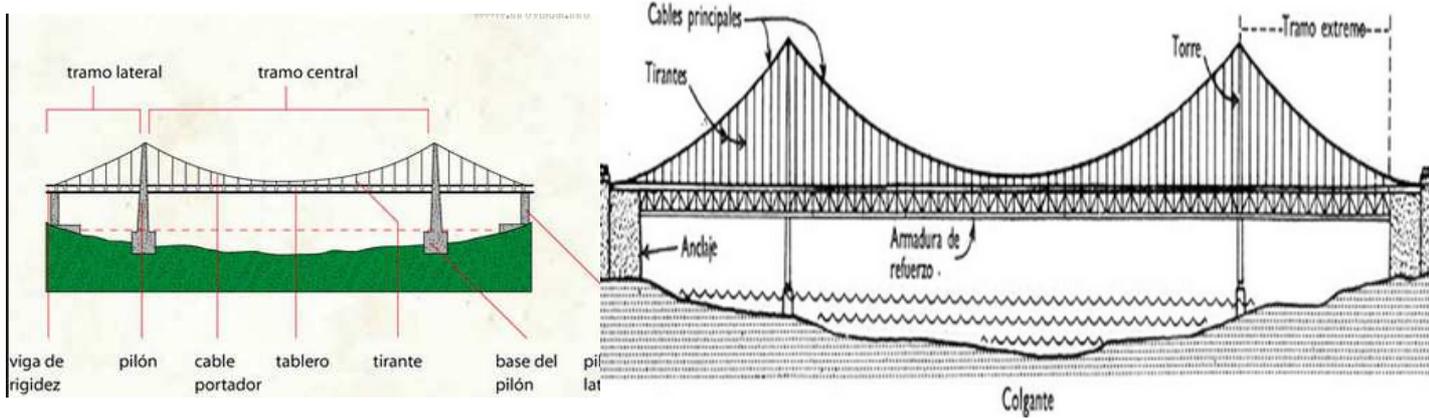
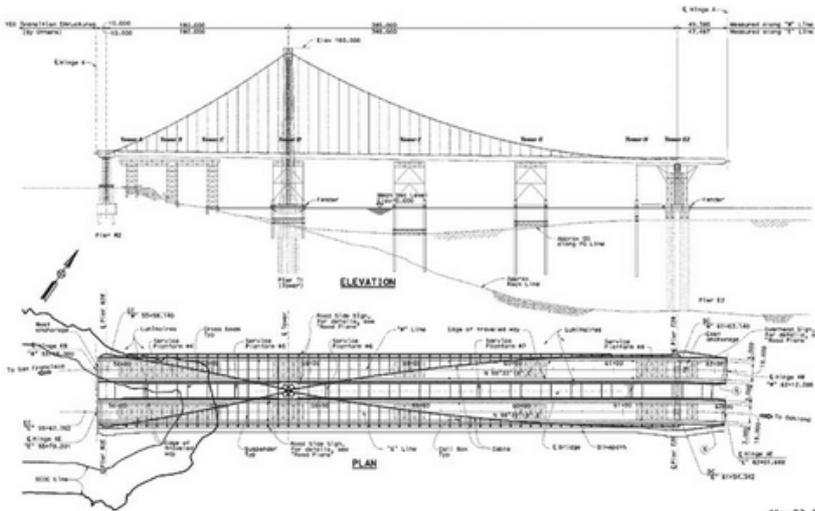
Cercha a dos aguas que tiene barras a tracción que van desde la base de cada cordón superior hasta un punto intermedio del otro cordón superior.



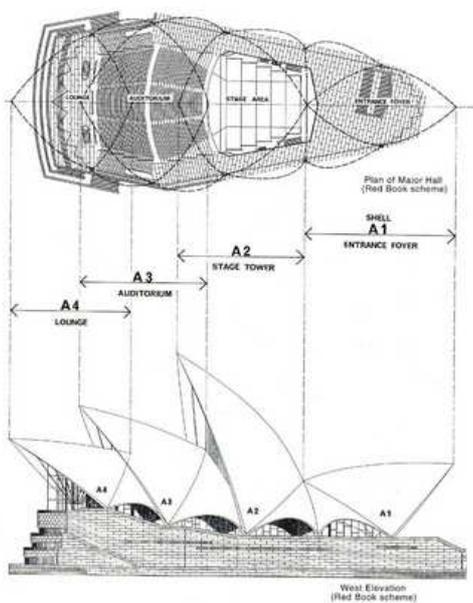
## armadura de lúnula

Cercha cuyos cordones son curvos

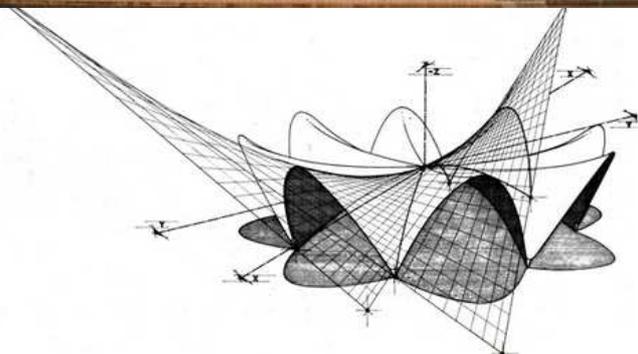
## 5. ESTRUCTURAS COLGANTES



## 6. ESTRUCTURAS LAMINARES



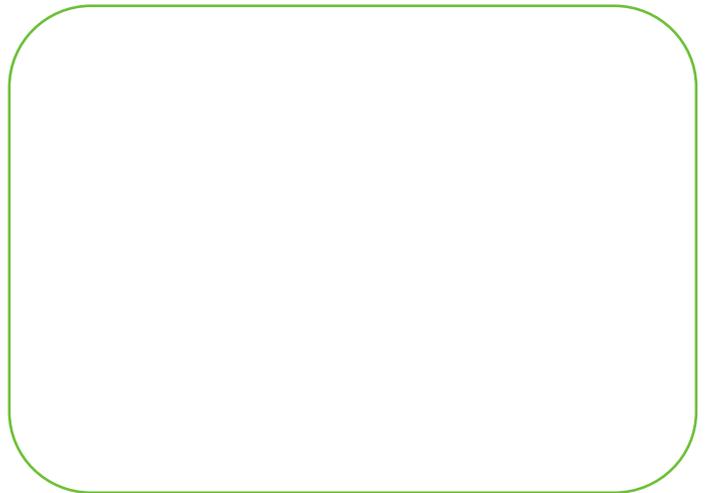
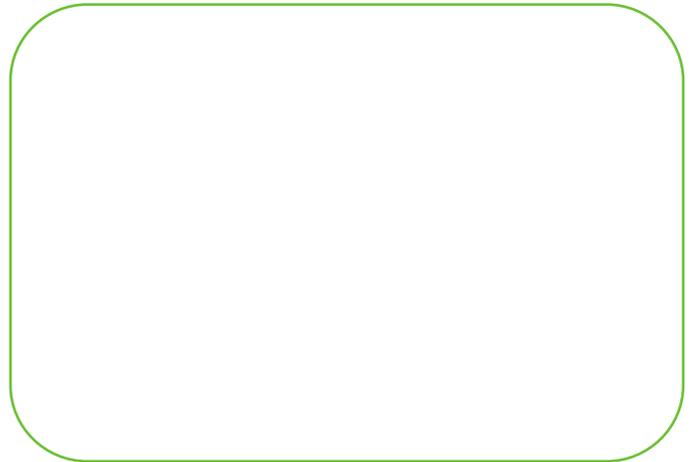
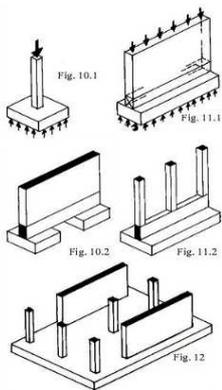
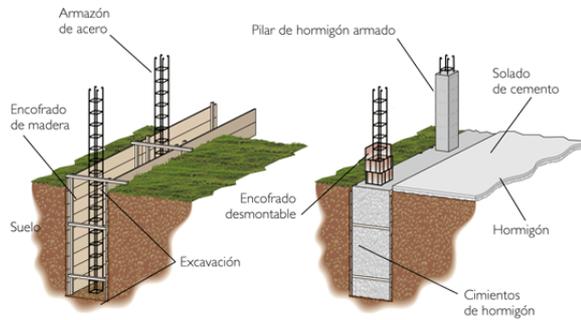
DE LOS TOR



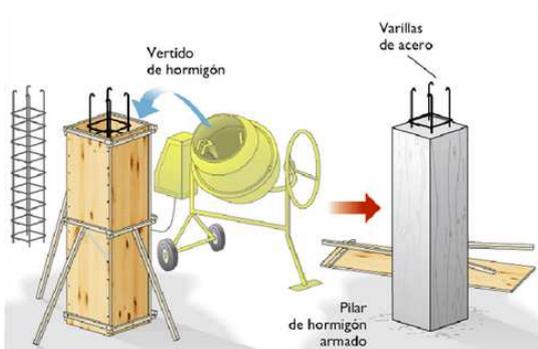
# ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Para todos ellos solo se incluyen ilustraciones. Completa cada apartado en las clases.

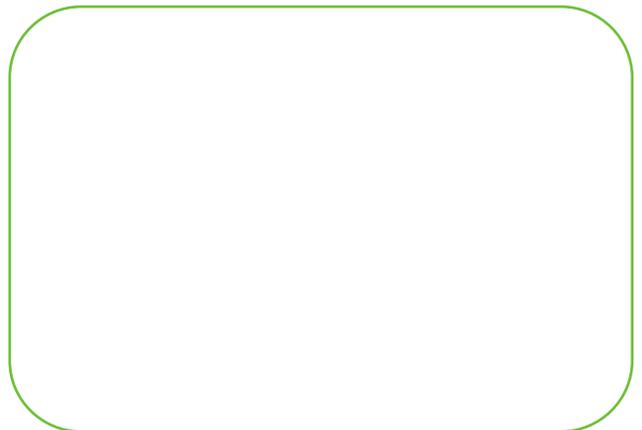
## CIMENTOS



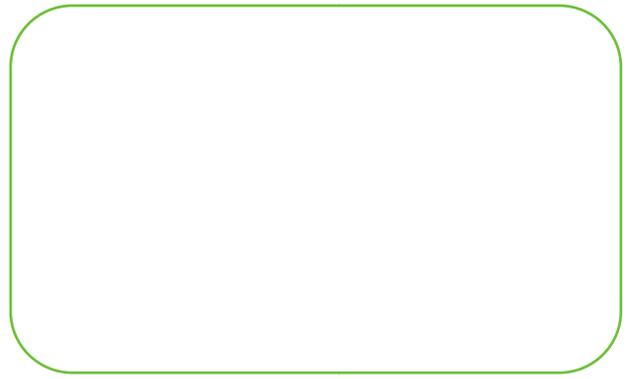
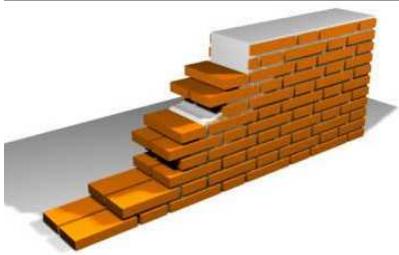
## PILARES



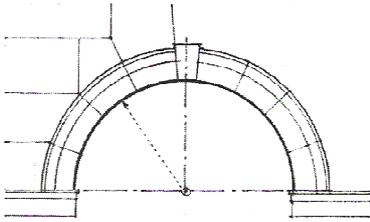
## VIGAS Y VIGUETAS



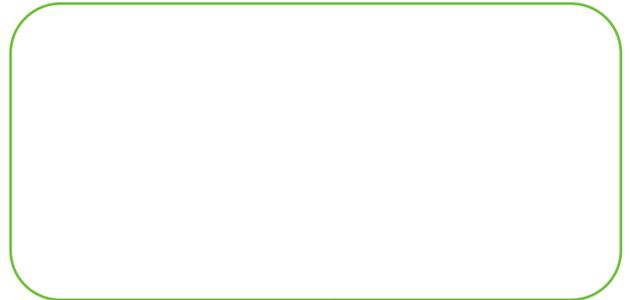
## MUROS



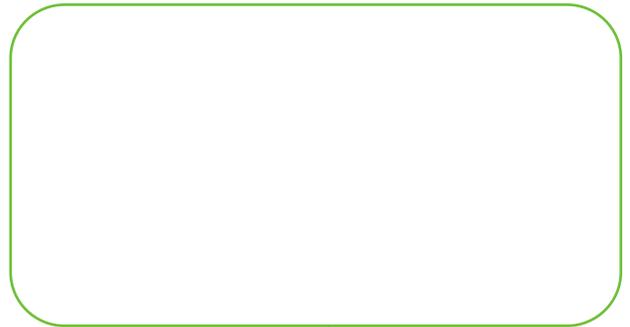
## ARCOS



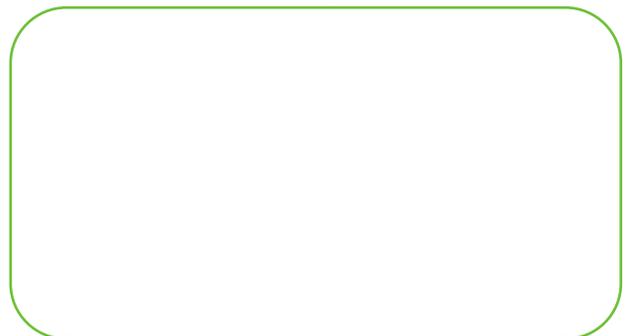
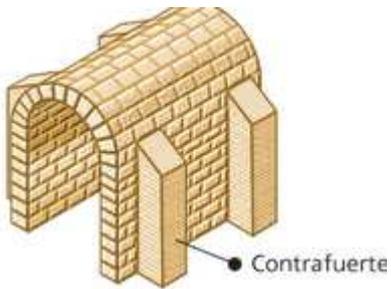
arco de medio punto  
Arco de directriz semicircular. También llamado arco romano.



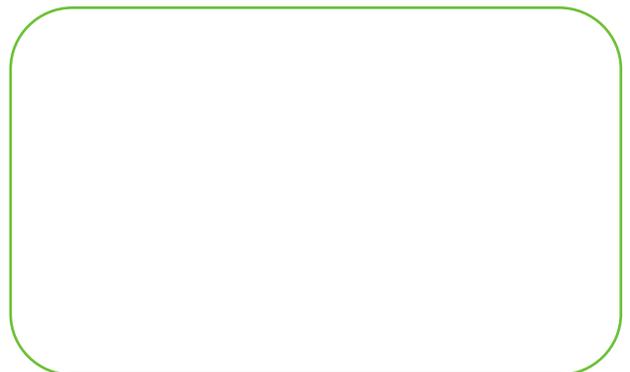
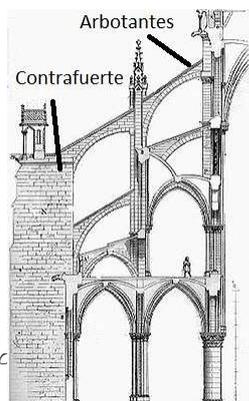
## TIRANTES



## CONTRAFUERTES



## ARBOTANTES



## ACTIVIDADES ESTRUCTURAS.

### 1. Completa las frases:

Una estructura es un conjunto de ..... destinado a ..... los efectos de las ..... que actúan sobre él.

Las fuerzas que actúan sobre una estructura se llaman de forma general .....

Estas pueden ser fijas o variables, pero la más común de ellas es la fuerza de la gravedad en la tierra, que se llama ..... y se calcula multiplicando la masa por el valor de la aceleración de la gravedad en la tierra.

Las estructuras soportan las cargas desarrollando tensiones internas, fuerzas, que llamamos .....

Existen varios tipos:

- Si las fuerzas son opuestas y actúan en la misma dirección y sentidos contrarios hacia el interior del cuerpo, hablamos de .....
- Si actúan en la misma dirección y sentidos contrarios pero hacia el exterior del cuerpo, se trata de un esfuerzo de .....
- Si las fuerzas doblan el elemento sobre el que actúan, se trata de .....
- Si las fuerzas retuercen el elemento estructural, sería un esfuerzo de .....
- Si las fuerzas actúan prácticamente en la misma dirección pero ligeramente separadas, de forma opuesta y hacia el interior del cuerpo, tendiendo a cortarlo, hablamos de .....

### 2. Relaciona y escribe una frase con cada pareja:

Viga

Pilar

Cimientos

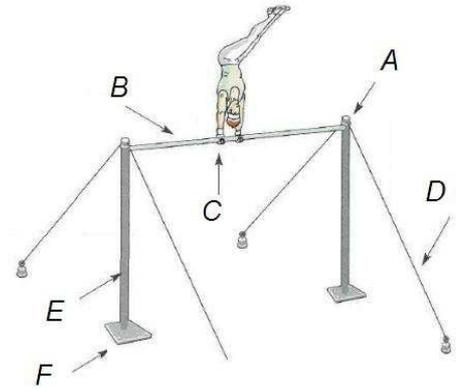
Vertical.

Flexión.

Compresión

3. Señala en el dibujo los esfuerzos a los que están sometidos los diferentes elementos:

A		D	
B		E	
C		F	



Resuelve el crucigrama sobre elementos de las estructuras:

**HORIZONTAL**

- 2) Elemento estructural curvo que permite abrir espacios o vanos en los muros o entre pilares.
- 6) Elemento horizontal que se apoya en las vigas y forma parte del forjado.
- 7) Elemento lineal de disposición vertical que está sometido principalmente a compresión y delimita espacios.

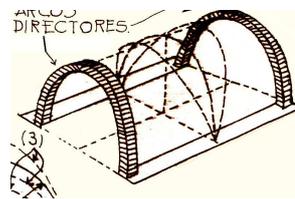
**VERTICAL**

- 1) Elemento vertical sometido a compresión que transmite las cargas hacia los cimientos.
- 3) Base resistente que soporta el peso de la estructura y transmite las cargas hacia el suelo
- 4) Sucesión de arcos lineal o entrecruzada que conforman un espacio cubierto.
- 5) Elemento horizontal sometido a flexión que transmite las cargas a los pilares.

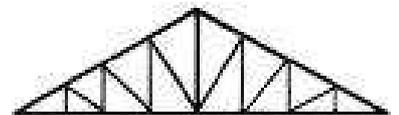
Resuelve el crucigrama con los tipos de estructuras que se muestran en las ilustraciones:

**HORIZONTAL**

4)

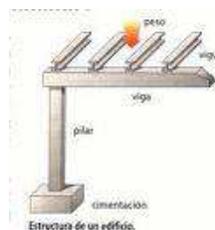


5)

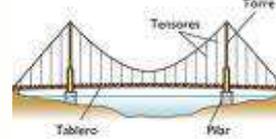


**VERTICAL**

1)



2)



3)

