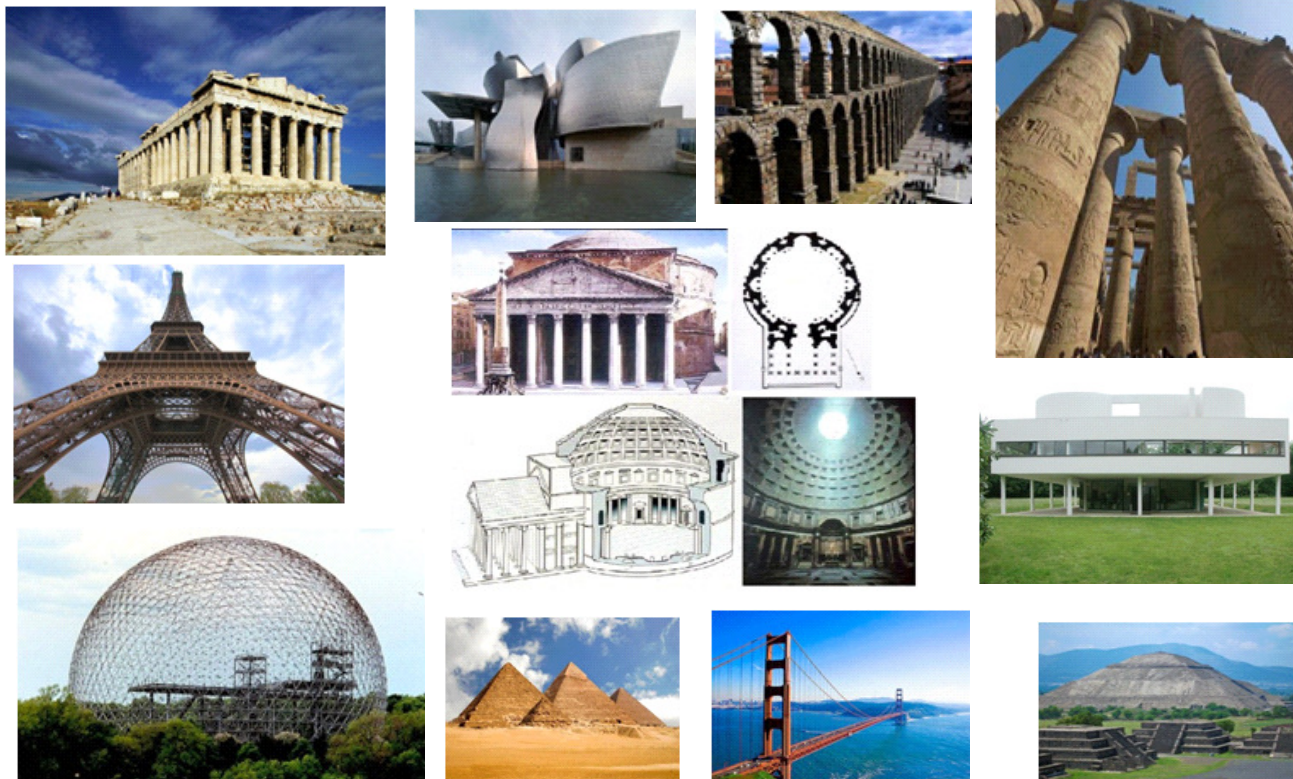


ESTRUCTURAS



Índice

- | | |
|--|------------------------------|
| 1 Definición | 4.2 Arcos, Bóvedas y Cúpulas |
| 2 Nuestro principal rival: Las fuerzas | 4.3 Entramadas |
| 3 Luchando por resistir: Las estructuras | 4.4 Trianguladas |
| 3.1 Estabilidad | 4.5 Puentes |
| 3.2 Resistencia | 5 Cimentación. |
| 3.3 Rigidez | 6 Forma y función. |
| 4 Tipos de estructuras | 7 Actividades |
| 4.1 Masivas | 8 Proyecto de estructuras |

ESCUELA PÚBLICA:
DE TOD@S
PARA TOD@S

1 Definición

Si nos fijamos en la etimología (estudio del origen de las palabras) de Estructura:

Estructura (del latín *structūra*) es la disposición y orden de las partes dentro de un todo.

Vemos que en una estructura van a ser tan importantes los elementos que la componen como su disposición (ubicación, colocación) y el orden en el que se encuentran.

Podemos hablar de la Estructura de casi todas las cosas.

Por ejemplo, *La estructura de una clase* serían los alumnos/as, el profesor/a, las sillas, las mesas, la pizarra y también, y muy importante, la forma en que están colocadas.

Seguro que recuerdas que cuando tenías 4 o 5 años las sillas y las mesas de las clases no estaban colocadas como suelen estarlo en un instituto. La forma de colocar las sillas y las mesas en un aula está muy relacionada con cómo se trabaja en ese aula. De la misma manera como coloquemos los elementos (la disposición) y el orden en el que los coloquemos va a influir en la forma de trabajar de cualquier otra Estructura.



En este tema vamos a centrarnos en las estructuras que tienen como principal objetivo resistir las **fuerzas físicas** a las que van a estar sometidas.

Como nuestro rival en esta “lucha” son las fuerzas físicas, lo primero que tenemos que hacer es conocerlas bien para saber cómo podremos conseguir que nuestras estructuras sean capaces de resistirlas.

2 Nuestro principal rival: Las fuerzas

Todos los objetos del Universo están sometidos a la acción de fuerzas.

Definimos **fuerza** como toda causa capaz de modificar el estado de reposo o movimiento de un cuerpo o de deformarlo.

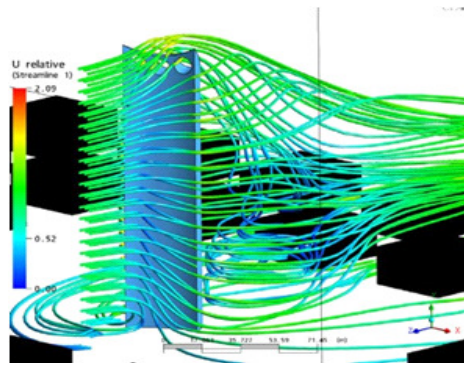
Estas **fuerzas** o cargas se clasifican según su duración en:

- Fijas o permanentes. siempre están presentes y la estructura tendrá que soportarlas en todo momento.

Por ejemplo: el peso de un edificio, del cuerpo o de un tronco.

- Variables o intermitentes. pueden aparecer o desaparecer en función de las condiciones externas a la estructura.

Por ejemplo: la acción del viento, nieve.



Otra clasificación muy importante de las fuerzas es la que las diferencia en función de cómo actúan:

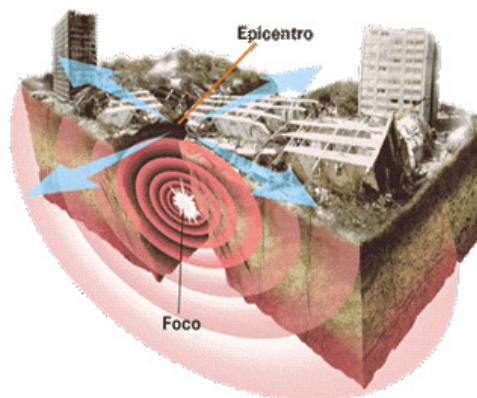
- Fuerzas estáticas. La variación de la intensidad, lugar o dirección en la que actúa la fuerza no cambia o cambia muy poco en periodos cortos de tiempo.

Por ejemplo: el peso de un edificio, nieve.

- Fuerzas dinámicas. Las fuerzas que actúan sobre la estructura cambian bruscamente de valor, de lugar de aplicación o de dirección.

Por ejemplo: terremotos, impactos bruscos...

Las fuerzas dinámicas son muy peligrosas para las estructuras. En las zonas del planeta donde hay riesgos de que se produzcan terremotos, es muy importante tenerlos en cuenta a la hora de calcular la resistencia de las estructuras.



De nuestro rival, las fuerzas, será muy importante conocer dos cosas:

- El valor de la fuerza (si es muy grande o muy pequeña)
- El lugar donde esa fuerza se está ejerciendo.

Esto segundo, el lugar de aplicación de la fuerza, por extraño que parezca, en ocasiones es incluso más importante que el tamaño de la fuerza. Para comprobarlo podemos hacer el siguiente experimento:

Se trata de intentar sujetar, con un solo brazo, durante el mayor tiempo posible una silla de la clase. Primero con el brazo totalmente extendido y después con el brazo pegado al cuerpo.

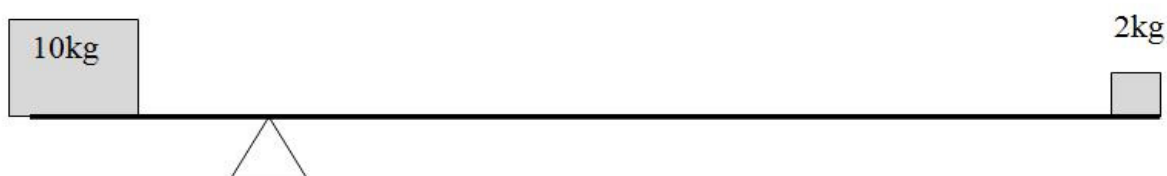
El peso de la silla y por tanto la fuerza (permanente) de la silla (debida a la gravedad de la tierra que la atrae hacia su centro) es la misma en los dos casos. Pero su efecto sobre la estructura, que en este caso es nuestro cuerpo, es muy diferente.

Lo que acabas de experimentar se denomina en cálculo de estructuras: **momento** de una fuerza, y es la magnitud física que se utiliza para calcular el efecto de una fuerza teniendo en cuenta el lugar donde se está aplicando.



Tal vez estás preguntándote porque ocurre esto. La respuesta no es sencilla. Simplemente podríamos decir que así es el planeta y, por lo que sabemos, también el universo en el que vivimos. Pero no hay que pensar en el momento de una fuerza como un obstáculo, como si fuese un problema. Todo lo contrario, podemos aprovechar el **momento de las fuerzas** a nuestro favor para levantar grandísimos pesos con menos esfuerzo. Hasta el punto de que se cuenta que hace ya más de 2000 años el científico Arquímedes, dijo que sería capaz de mover el mundo entero si le daban un punto de apoyo.

La forma más sencilla de aplicar a nuestro favor la característica del momento de las fuerzas es mediante una palanca. En el ejemplo puedes ver como una masa de 2kg puede estar en equilibrio con otra de 10kg simplemente porque la de 2kg está alejada 5 metros ($2\text{kg} \times 5\text{m} = 10\text{kg m}$) y la de 10kg está alejada del punto de apoyo solo 1 metro ($10\text{kg} \times 1\text{m} = 10\text{kg m}$). Las dos fuerzas producen un momento de 10kg m.



3 Luchando por resistir: Las estructuras

Podemos hacer una clasificación de las **estructuras** en:

- Naturales: Han sido “fabricadas” por la naturaleza a lo largo de miles de años de evolución.

Por ejemplo: esqueleto, caparazón de un crustáceo, tronco y ramas de un árbol.

- Artificiales: son creadas por el ser humano.

Por ejemplo: las vigas de un edificio, patas de una mesa, puente, grúa.

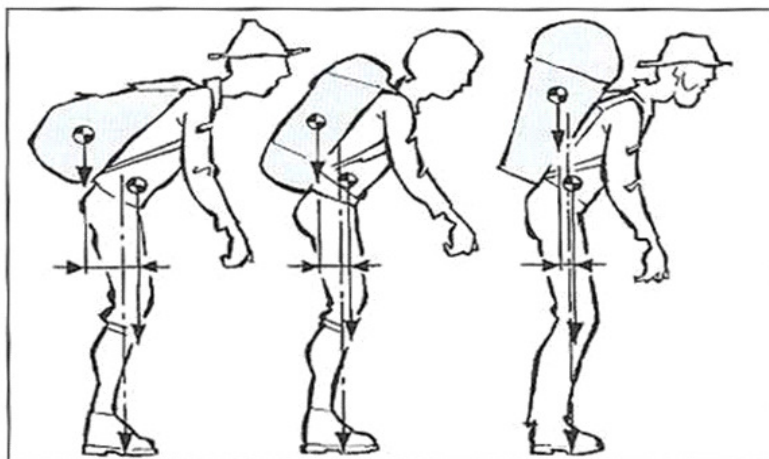
Las condiciones que debe cumplir una estructura son:

- A. Estabilidad (que no vuelque)
- B. Resistencia (que no se rompa)
- C. Rigidez (que no se deforme)

3.1 **Estabilidad**

Un objeto es tanto más estable cuanto más cerca se encuentra su centro de gravedad del suelo y cuanto mayor es su base.

El centro de gravedad está muy relacionado con lo que hemos llamado **momento** de las fuerzas. Cuanto menor es la distancia del centro de gravedad al centro de la estructura mucho más fácil será resistir la fuerza. Algo que puedes aplicar incluso en tu vida diaria:



Cuanto más cerca del centro de gravedad corporal se encuentre la carga, más fácil será llevar la mochila.

En las estructuras para conseguir estabilidad buscamos centrar las masas y acercarlas al suelo, algunas soluciones para dar estabilidad a una estructura:



3.2 Resistencia

Una estructura es resistente cuando es capaz de aguantar, de soportar, los **esfuerzos** a los que se ve sometida.

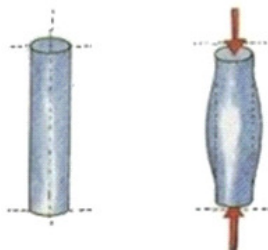
Lógicamente las responsables de esos esfuerzos son las fuerzas y los momentos de esas fuerzas. Cuando las fuerzas actúan sobre las estructuras pueden hacerlo de diferentes maneras producción esfuerzos de: tracción, compresión, flexión, torsión, cizalla y pandeo. Vamos a estudiar un poco más en detalle cada una de estas formas que tienen de actuar las fuerzas sobre las estructuras.

Tipos de esfuerzos:

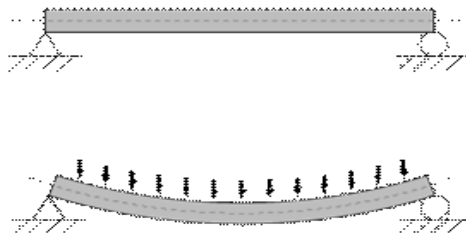
Tracción: Consiste en dos fuerzas en la misma dirección y de sentidos contrarios que tienden a estirar el objeto. Ej Cuerpo colgado de un cable, cuerda tirada por dos extremos



Compresión: Como la anterior, consiste en dos fuerzas en la misma dirección y distinto sentido pero que tienden a reducir la longitud del objeto. Ej. Pilar o columna, pata de una silla, apretar un balón.



Flexión: Esfuerzo resultante de fuerzas que se aplican perpendicularmente al eje principal del objeto. La flexión produce compresión en la parte cóncava del elemento y tracción en la opuesta, la convexa. Ej. estantería, puente, viga



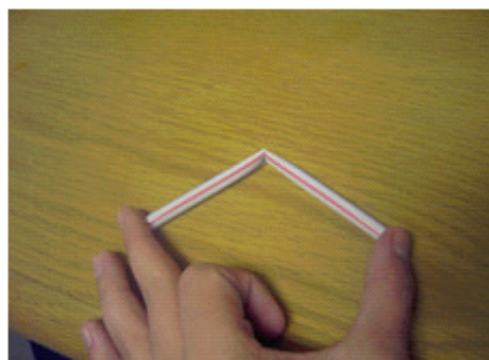
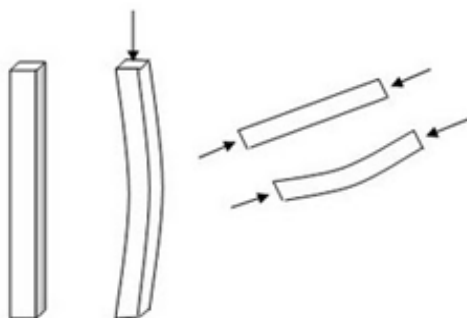
Torsión: Fuerzas que tienden a retorcer el objeto. Ej. escurrir un trapo



Cizalla: Dos fuerzas aplicadas en sentidos contrarios casi en la misma vertical que tienden a cortar el objeto. Ej. tijeras



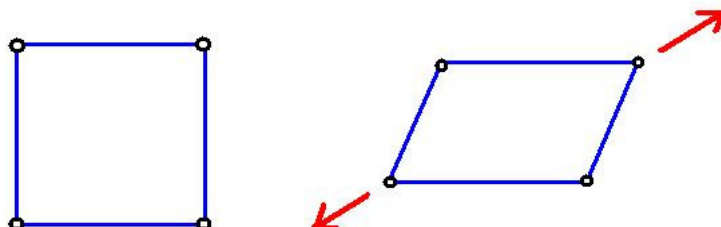
Pandeo: Es un tipo especial de compresión en el que la estructura es muy larga en relación a su anchura. Al deformarse la estructura su centro de gravedad se aleja del eje central, aumentando el momento de la fuerza y disminuyendo su resistencia. Ej. Cuando doblamos una pajita comprimiéndola por sus extremos.



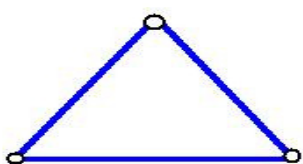
3.3 Rigidez

Para conseguir la rigidez de una estructura (que no se deforme), los perfiles deben disponerse formando celdillas triangulares. Para ello se pueden emplear cables, tensores y escuadras.

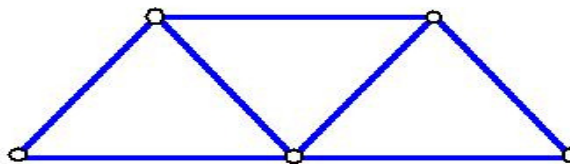
Una estructura, como la de la figura, compuesta por 4 barras es una estructura fácilmente deformable.



Sin embargo una estructura compuesta por 3 barras no puede deformarse y es por eso que la mayoría de las estructuras metálicas están compuestas por estructuras trianguladas.

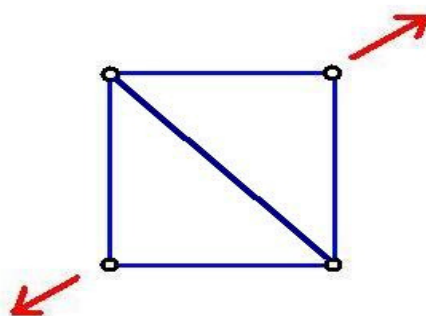


No se deforma



Triangulación: da rigidez, no se deforma

Como puedes ver en la siguiente imagen la triangulación impide que la estructura pueda deformarse. La barra central impide que la estructura se deforme.



(Punto del tema en el que podrían realizarse las partes 1 y 2 del Proyecto de Estructuras asociado a la Unidad de Estructuras).

4 Tipos de estructuras

Al describir los diferentes tipos de estructuras aprovecharemos para conocer algunas **Estructuras Imprescindibles**. No están en esta breve lista todas las que son imprescindibles, pero si son imprescindibles todas las que están. Con imprescindibles no se pretende decir que sean necesarias para respirar, se puede vivir sin conocerlas, pero seguro que conocerlas y si es posible visitarlas/vivirlas en ocasiones suponen un impacto tan grande para quien las admira que puede significar un antes y un después en la vida de una persona.

4.1 Masivas

Emplean elementos muy pesados: piedras, arcillas, maderas, y apenas tienen huecos. Los elementos que las componen trabajan a compresión.

Algunos ejemplos:



Pirámides de Egipto



Pirámide Teotihuacán, Méjico

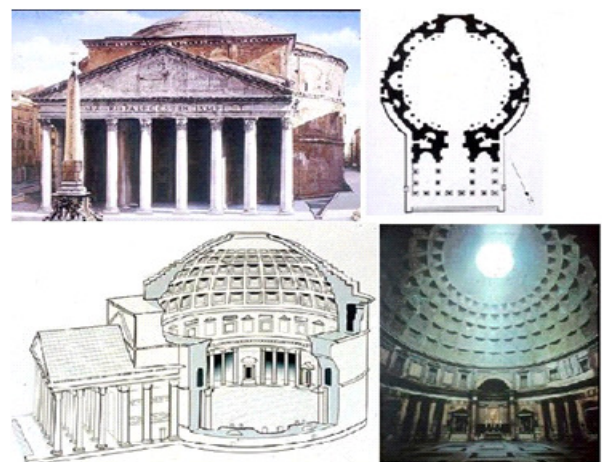
4.2 Arcos, Bóvedas y Cúpulas

Sus elementos trabajan a compresión. Su principal finalidad es la de cubrir un espacio, entre dos muros en el caso de las bóvedas o entre 4 o más en el de las cúpulas.

Algunos ejemplos:

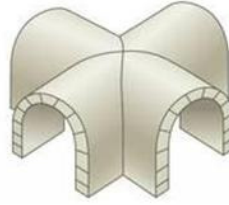
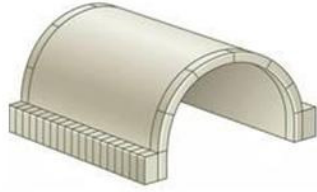


(Arcos) Acueducto de Segovia, España



(Cúpula) Panteón, Roma, Italia

Bóveda de
cañón.
(Románico)



Bóveda de
arista.
(Románico)

Bóveda de
crujería.
(Principio del
Gótico)



Bóveda
estrellada.
(Gótico)

4.3 *Entramadas*

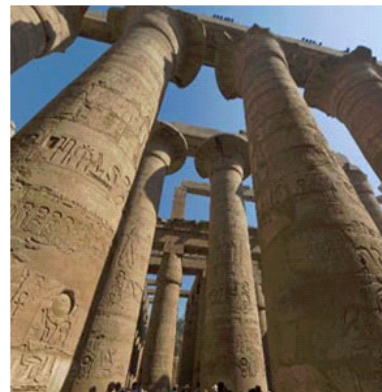
Combinan elementos como las vigas, pilares y columnas. De madera, acero, hormigón.

Pilares: Elementos resistentes dispuestos en posición vertical, que soportan el peso de los elementos que se apoyan sobre ellos. Cuando presentan forma cilíndrica se les denomina columnas.

Vigas: Elementos colocados normalmente en posición horizontal que soportan la carga de la estructura y la transmiten hacia los pilares.



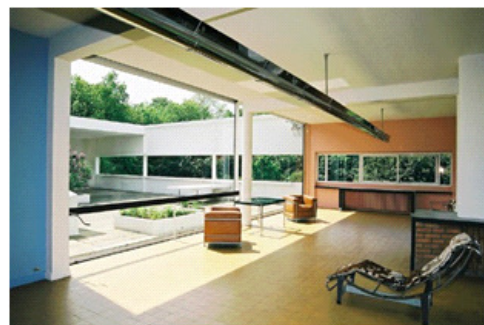
Partenón, Atenas, Grecia



Templo de Karnak, Egipto



Villa Savoye,
París, Francia



4.4 Trianguladas

A menudo nos encontramos estructuras que se hayan formadas por un conjunto de perfiles agrupados geoméricamente formando una red de triángulos, son las denominadas cerchas. Las vemos en construcciones industriales, grúas, gradas metálicas, postes eléctricos, etc.



Torre Eiffel, París, Francia



Pabellón Estados Unidos, Expo Montreal 1967

4.5 Puentes



Puente colgante, Golden Gate, San Francisco



Puente atirantado, El Alamillo, Sevilla.



Puente piedra, Puente Romano, Merida



Puente ménsula, Puente ferroviario, Forth.

5 Cimentación.

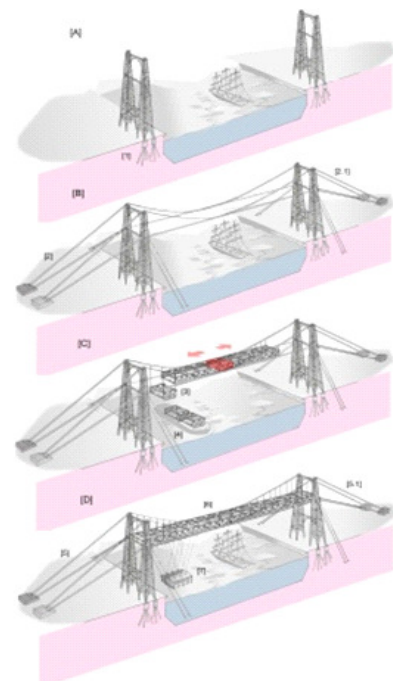
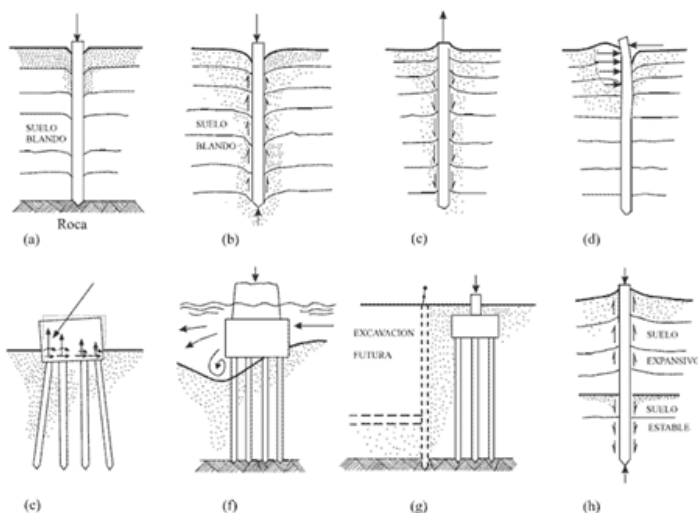
Hemos estudiado los diferentes tipos de fuerzas, los esfuerzos que estas fuerzas producen sobre las estructuras y la forma en que las estructuras trabajan para resistir. Pero, ¿Qué ocurre con los esfuerzos que sufren las estructuras? ¿Quién termina llevándose todos los esfuerzos que soportan las estructuras y por tanto resistiendo todas las fuerzas y los momentos de las mismas? La respuesta es: EL SUELO.

El suelo es nuestro sufrido aliado. Las estructuras son un mero transmisor de las fuerzas desde el lugar donde se originan hasta que llegan al suelo. Esto es casi siempre así, son muy pocos los casos en los que las estructuras no terminan descargando sus pesadas cargas en el sufrido suelo. Por ejemplo un caso en el que esto no ocurre son los aviones, pero salvo estas excepciones, será fundamental que la transmisión de los esfuerzos de la estructura al suelo se haga de la mejor manera posible. Para realizar esta función tan importante de las estructuras en la mayoría de los casos se usa las **Cimentaciones**, que serán la parte de la estructura encargada de transmitir las fuerzas al suelo repartiéndolas de la mejor manera posible.

¿Recuerdas cuando estudiábamos el momento que producen las fuerzas y para ello levantábamos una silla? Por extraño que parezca, quien realmente terminaba soportando el peso de la silla era el suelo que se encontraba a nuestros pies. Nuestro brazo y el resto de músculos y huesos de nuestro cuerpo, mediante los esfuerzos de tracción, compresión y flexión, realizaban la función de transmisores del peso de la silla hasta nuestros pies y estos finalmente al suelo.

Como puedes imaginar, no todos los suelos tienen la misma capacidad de absorber las fuerzas que les transmiten las estructuras y por tanto será muy importante que las cimentaciones se adapten al tipo de terreno en el que la estructura está construida.

En las imágenes se presentan algunos tipos de cimentaciones adaptadas a diferentes tipos de suelos.



(Punto del tema en el que podrían realizarse las partes 3 y 4 del Proyecto de Estructuras asociado a la Unidad de Estructuras).

6 Forma y función.

Durante todo el tema hemos estado hablando de las estructuras desde un punto de vista práctico, lo que nos interesaba de ellas era que cumpliesen con su **función**, que aguantasen todos los esfuerzos que las fuerzas producían sobre ellos, que no se deformasen hasta el punto de no poder usarse y si es posible que todo eso lo hiciesen con la menor cantidad de material posible.

Pero un simple vistazo a todo lo que nos rodea nos hace ver que hay algo más. Por un lado vemos estructuras como los postes de los tendidos eléctricos que cumplen la condición de cumplir su función con la mínima cantidad de material, pero por otro lado vemos muchas estructuras con unas formas y diseño que no está relacionado directamente con su función.



¿Crees que la estructura y la **forma** del museo Guggenheim de Bilbao está construida de esa manera para que simplemente funcione mejor? Desde luego que no. Hay formas más sencillas y desde luego más baratas de cubrir un espacio destinado como museo. ¿Esto significa que construir una estructura tan cara y especial como el Guggenheim de Bilbao es un error? En este caso la respuesta claramente también es no. Desde el punto de vista económico el museo Guggenheim ha sido un éxito y ha creado una gran riqueza en Bilbao ya que por ejemplo ha aumentado considerablemente el número de turistas a la ciudad y desde el punto de vista estético, las formas del museo han sido aceptadas como uno de los símbolos de un nuevo y más moderno Bilbao, ayudando a regenerar toda una zona de la ciudad antiguamente degradada por las industrias junto al río.

Aún así hay que tener mucho cuidado con la idea de hacer estructuras como la del Guggenheim de Bilbao, el modelo se ha intentado repetir en otros lugares y lo único que se ha conseguido es crear estructuras carísimas que no sirven prácticamente para nada y que han dejado a algunos ayuntamientos y por lo tanto a todos/as los ciudadanos/as con grandes deudas por malas decisiones políticas.

La pasión por la belleza, por la estética, es algo que ha movido al ser humano desde su origen y las estructuras son una muy buena oportunidad para desarrollar la belleza.

(Punto del tema en el que podrían realizarse la parte 5 del Proyecto de Estructuras asociado a la Unidad de Estructuras).