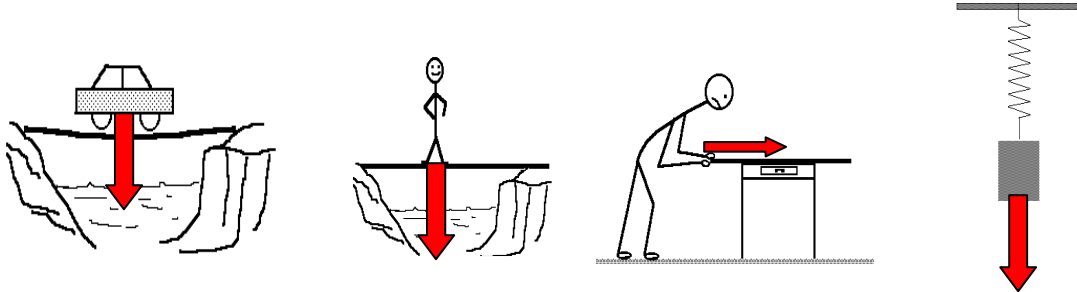


ESTRUCTURAS

FUERZAS

Toda estructura ha de soportar distintas fuerzas, empezando por su propio peso.



Frente a las fuerzas, los cuerpos se pueden comportar como:

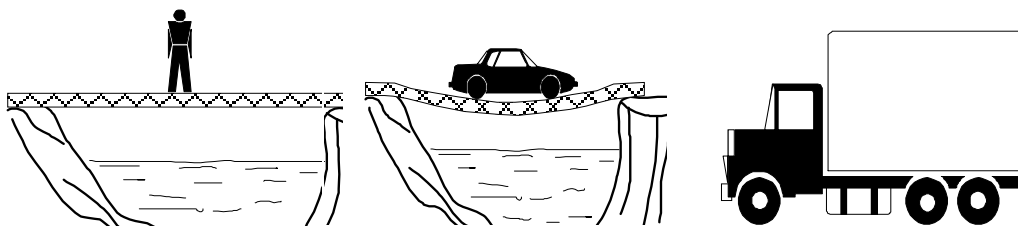
- **rígidos**: no se deforman.
- **elásticos**: después de una deformación vuelven a su forma.
- **plásticos**: las deformaciones producidas en ellos son permanentes (no vuelven a recuperar su forma).

A medida que aumenta la deformación sobre un cuerpo elástico, puede llegar un momento en el que ya no puede volver a la forma que tenía anteriormente, en este caso se dice que se llegó al límite de elasticidad. Finalmente, cuando el cuerpo rompe se dice que llegó al límite de rotura.

La fuerza es una magnitud que mide la interacción entre dos cuerpos. Puede medirse por sus efectos:

- producir deformaciones (de cualquier tipo) sobre el cuerpo.
- o variar (aumentar o disminuir) la velocidad de los cuerpos.

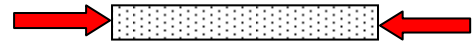
Observa las figuras que se presentan a continuación; corresponden a un mismo puente en distintos momentos:



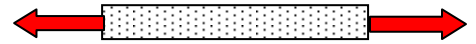
- ¿Crees que el tablero hace la misma resistencia en los tres casos? (peatón, coche, camión).
- ¿Cuándo hay mayor peligro de ruptura, cuándo el peso está en los extremos del tablero o en el centro?

Fuerzas de compresión y tracción

Un cuerpo está sometido a compresión cuando sobre él actúan fuerzas dirigidas a su interior. Como por ejemplo los pilares de refuerzo de un puente.



Un cuerpo está sometido a tensión o tracción cuando sobre él actúan fuerzas dirigidas a su exterior. Como por ejemplo los tirantes que refuerzan el tablero de un puente.



Características de los materiales resistentes.

Los materiales más utilizados en la construcción o fabricación de estructuras o de elementos de máquinas o aparatos sometidos a esfuerzos son

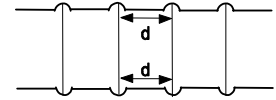
- ♦ **Acero.** De todos los materiales es el más utilizado. Es muy resistente. Su principal inconveniente es que se oxida y hay que pintarlo o darle un tratamiento o aleación especial para protegerlo (como es el caso del acero inoxidable). Se dilata mucho por efecto de la temperatura, por lo que hay que prever la instalación de juntas que absorban las dilataciones en las estructuras metálicas. *Resiste bien la tracción y la compresión.*
- ♦ **Hormigón:** Es una mezcla de cemento, arena, grava y agua. El hormigón se utiliza mucho en la construcción de estructuras para edificios, puentes y torres ya que no se oxida y se deforma muy poco con los cambios de temperaturas. No se utiliza en la construcción de maquinaria por su gran volumen y peso. No resiste bien la flexión ni la tracción pero si *resiste muy bien la compresión.* La unión del hormigón y el acero forma el *hormigón armado*, que mejora las propiedades del hormigón, haciéndolo resistente a la tracción
- ♦ **La madera:** Es muy utilizada aunque es menos resistente que el acero y el hormigón. No obstante es más *ligera* y *aislante*. La humedad, insectos y hongos además de ser combustible son algunos de sus inconvenientes. No resiste bien los esfuerzos de compresión.
- ♦ Otros metales o aleaciones. **El aluminio:** Es un material muy ligero. Se emplea mucho aleado (mezclado) con otros materiales para lograr mayor resistencia. Algunos de sus usos son: cuadros de bicicletas, estructuras de aviones y aeronaves, algunas piezas de los vehículos. No se oxida.
- ♦ **La piedra:** Es uno de los materiales más antiguos que se conocen. Se encuentra en la naturaleza formando grandes masas que se conocen con el nombre de roca. *Resiste muy bien los esfuerzos de compresión*, en cambio su resistencia a la tracción es casi nula.

El hierro, el hormigón y el granito son materiales muy usados en la construcción de obras. El hierro tiene resistencia alta a la compresión y a la tracción, pero es caro. El hormigón y el granito tienen resistencia alta a la compresión pero muy pequeña a la tracción.

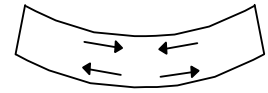
Fuerzas de flexión

El tablero de un puente está sometido a la vez a compresión y a tracción.

Para comprobarlo, coge un trozo de tubo coarrugado (de corriente) y ponlo recto, esto sería el tablero del puente. Fíjate como la distancia entre dos estrías es la misma en la parte superior y en la parte inferior. Si flexionas el tubo (como cuando el tablero se carga):



a. ¿Sigue habiendo arriba y abajo la misma distancia entre dos estrías?



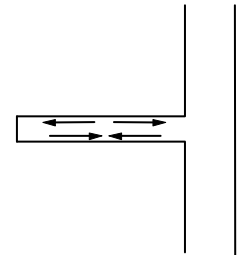
b. ¿En que zona se juntan y en que zona se separan?

c. Según lo anterior, si el tablero está hecho de hormigón, ¿por dónde empezaría a fallar, por la parte superior o por la inferior?

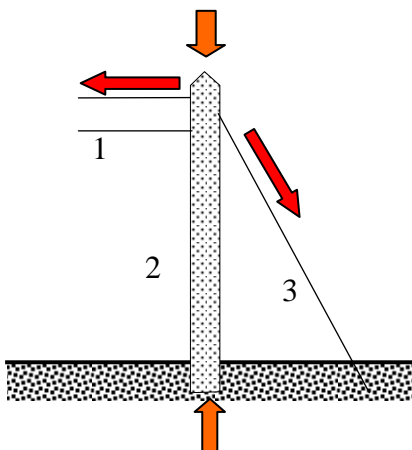
d. Para evitar este problema el hormigón se refuerza o se arma con barras de hierro en el lugar en que es más débil el hormigón. ¿Dónde situarías las barras de hierro dentro del hormigón, arriba o abajo?

El hormigón resiste bien la compresión, de manera que las varillas de hierro de refuerzo se deben colocar donde existan fuerzas de tracción, en este caso en la parte inferior.

En el dibujo de la derecha tienes el perfil de un balcón que está unido a columnas, ¿dónde colocarías las barras de hierro que refuerzan el balcón?



Una disposición como esta, en que una viga tiene un extremo *encajado o empotrado* y el otro extremo está en el aire, se llama *cantilever*.



En la figura está representado un poste telegráfico o telefónico de final de línea. Estos postes deben ser reforzados para que no se inclinen y en la figura aparece una de las soluciones posibles.

El cable (1) tira lateralmente del poste.

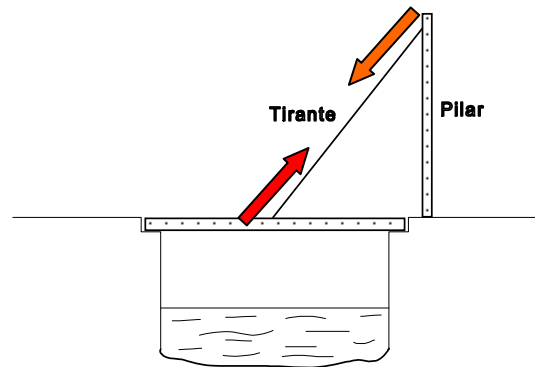
El tirante (3) tira hacia abajo y lateralmente.

Los tirones laterales en sentidos contrarios se neutralizan, el poste está sometido a compresión contra el suelo, tiende a hundirse.

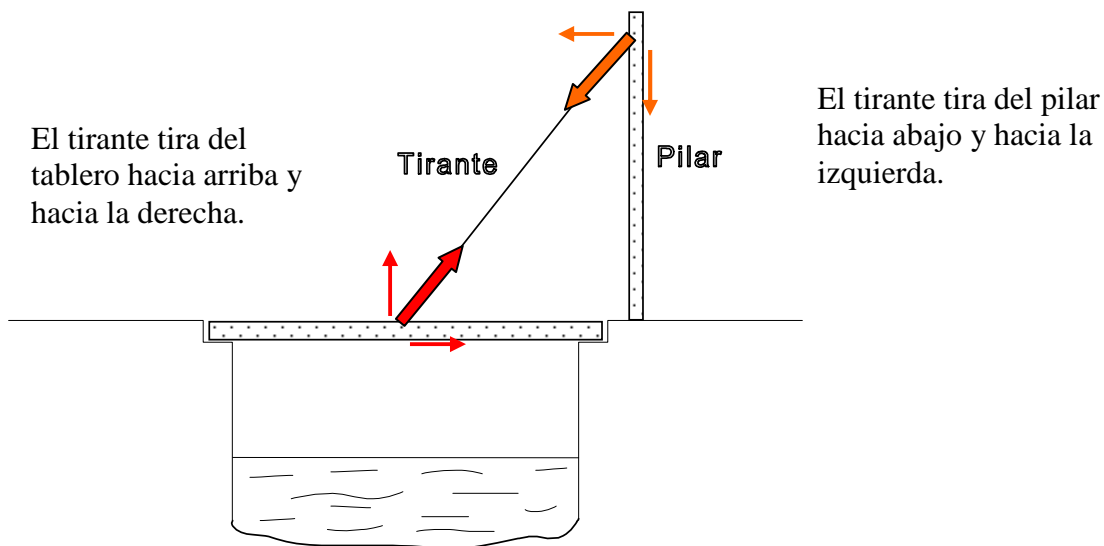
A vueltas con los puentes

Utilizando un tirante (alambre, cable, etc.) podemos imaginar la siguiente solución:

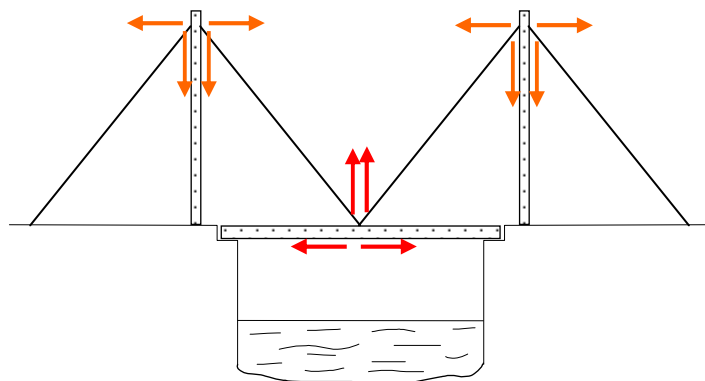
- ¿Piensas que este dispositivo puede aumentar la capacidad de soportar carga del puente?
- La flecha roja representa la fuerza que hace el tirante sobre el tablero. ¿Que efectos produce esa fuerza?
- La flecha naranja representa la fuerza que el tirante hace sobre el pilar. ¿Se deformará el pilar? Si es así, ¿que harías para evitar que se deforme?



Piensa un poco antes de seguir leyendo la siguiente página.



Seguramente ya adivinaste que el refuerzo del puente es incompleto. A continuación se presenta una solución completa de las muchas posibles:
Como puedes observar, aumenta el número de tirantes.



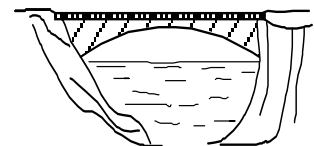
En el tablero las fuerzas laterales se anulan una a otra. El tablero resulta tironeado hacia arriba, lo que ayuda a soportar el peso de lo que circule.

En los pilares las fuerzas laterales también se anulan. Los pilares resultan empujados hacia el suelo.

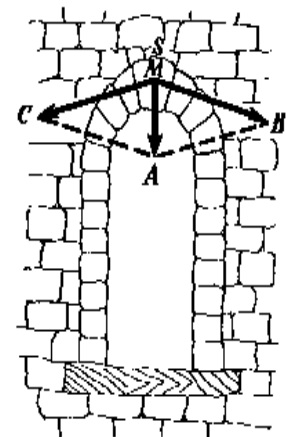
La solución histórica: el arco

Otra posible solución para reforzar el tablero del puente consiste en construir arcos entre los pilares.

Una función del arco es aumentar la fuerza de resistencia del tablero, de manera que este pueda ser construido más delgado.



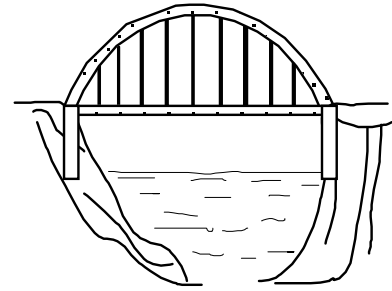
En la figura se representa un pequeño arco de piedra de una ventana. El peso S (es decir, el peso de la pared que está más arriba), presiona sobre la piedra en forma de cuña que hay en la parte central del arco, aprieta hacia abajo con la fuerza que se representa en la figura por medio de la flecha A . Pero esta piedra, como es cuneiforme, no puede desplazarse hacia abajo y lo único que hace es presionar sobre las piedras contiguas. La fuerza A actúa hacia los lados (según la regla del paralelogramo) como dos fuerzas C y B que se equilibran con la resistencia de las piedras vecinas. Estas últimas quedan sujetas a su vez entre las piedras contiguas.



FISICA RECREATIVA. Y. Perelman. Editorial MIR

Otro tipo de puente es con arco superior como el de la figura.

- ¿Tiene alguna misión o está de adorno?
- ¿Qué efectos tendrá el arco sobre cada pilar?

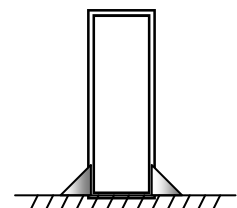
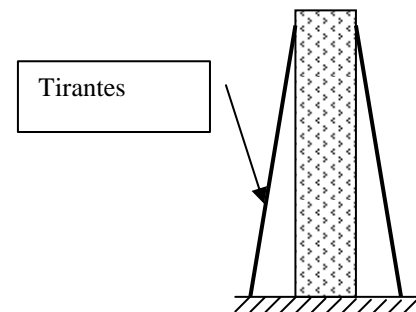
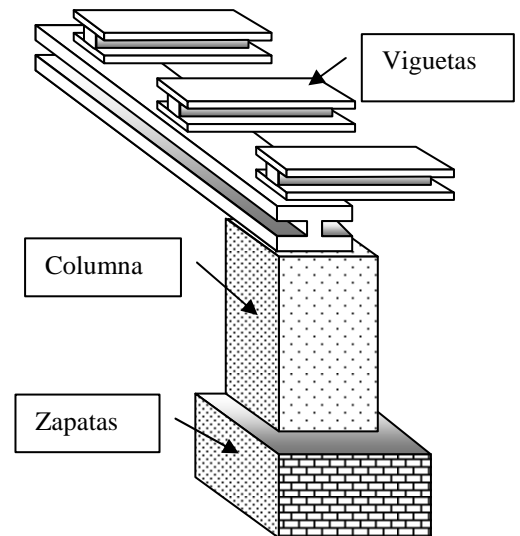
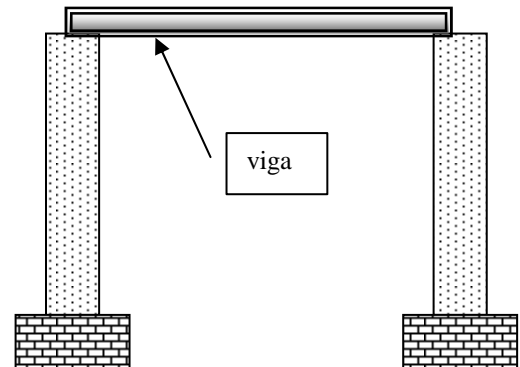


Elementos de las estructuras

Las estructuras se construyen empleando varios elementos, gracias a lo cual logramos que haya estabilidad.

Los elementos más importantes son :

- ◆ Las vigas. Pueden ser de madera, hormigón, hierro. Suelen ir en posición horizontal y apoyadas en dos puntos sobre las columnas o pilares. Las vigas soportan esfuerzos de flexión. Se emplean en la construcción de cerchas para grandes naves, puentes y edificios.
- ◆ Las viguetas: Las viguetas se apoyan sobre las vigas principales. Tienen una sección más pequeña y se encargan de distribuir el peso que soportan a lo largo de toda la viga principal. Soportan esfuerzos de flexión.
- ◆ Los pilares: son elementos verticales que soportan y sirven de apoyo a vigas, cerchas Tienen múltiples formas. Normalmente están sometidos a esfuerzos de compresión.
- ◆ Las columnas: Son pilares de sección cilíndrica
- ◆ Zapatas: Son grandes cubos de hormigón cuya misión es soportar columnas o pilares para evitar que estos se hundan o claven en el suelo.
- ◆ Tirantes: Son elementos en forma de cable que soportan y ayudan a dar rigidez a las estructuras. Los tirantes ayudan a mantener verticales estructuras de gran altura, como antenas telefónicas, postes, grúas, carpas.....
- ◆ Escuadras y ménsulas: Son elementos que sirven de apoyo o de refuerzo de vigas o columnas.
- ◆ Nudos: Son los puntos de encuentro de los elementos que forman la estructura

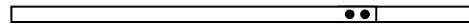


Uniones y triangulaciones

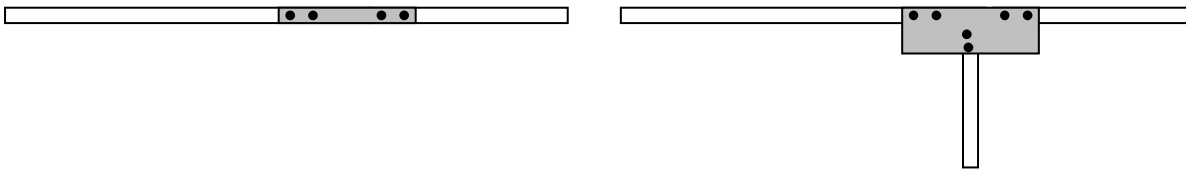
Si ensamblamos dos piezas con un solo punto de unión (remache, punta, tornillo), las piezas tendrán movilidad.



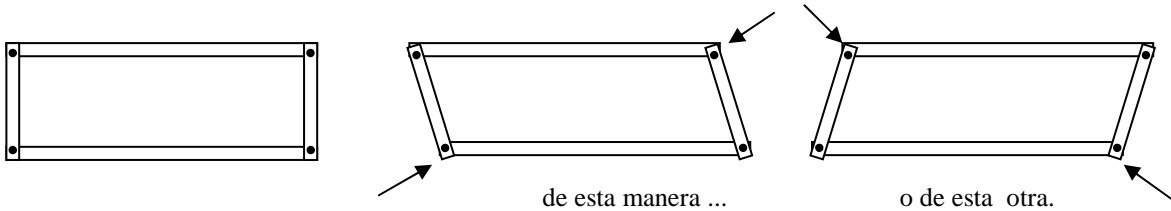
Si queremos inmovilidad o rigidez lo que debemos de hacer es usar más de un punto de unión



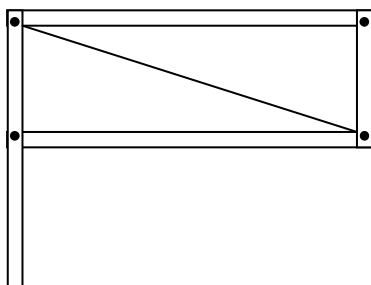
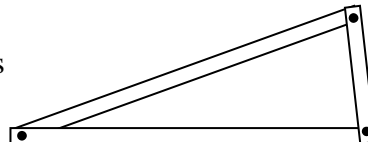
También se puede reforzar la unión mediante *cartelas*, que son piezas en las que se pueden fijar dos o más elementos



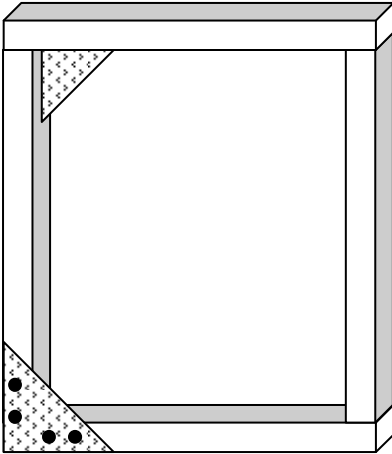
Si montamos un bastidor como este, tal estructura resulta deformable.



Una estructura triangular es indeformable. Es muy importante que en tus proyectos triangules las estructuras que realices.



El dibujo representa un bastidor, montado sobre un poste y reforzado con un cable intentando que no se deforme por su propio peso. ¿Conseguimos así el objetivo?

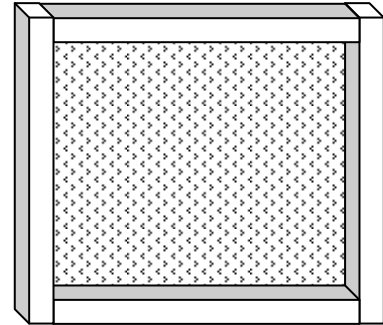


Una estructura como esta tiene poca consistencia. Se refuerza con **escuadras** de diversos materiales, que pueden ser:

Interiores, como en el bastidor de un lienzo

Exteriores

También se puede reforzar con un respaldo, con una chapa, como en armarios y otros muebles

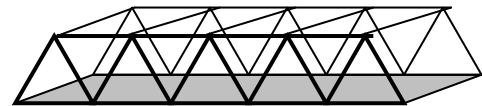


Cerchas

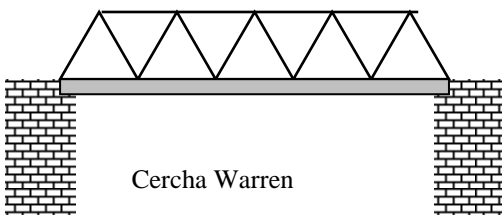
Son armazones cuya longitud total es mayor que la de cualquier viga empleada en su construcción.

Son bidimensionales: tienen longitud y anchura, pero muy poco grosor. A causa de esto resisten bien las tracciones y compresiones, pero resisten mal las fuerzas laterales.

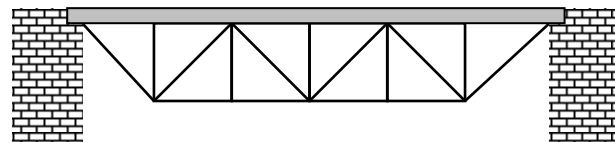
Para dotarlas de más resistencia se unen entre si las dos cerchas de cada lado del puente, con lo que se consigue una estructura bidimensional.



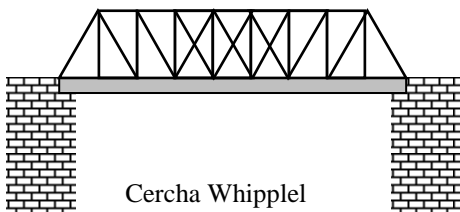
Estructura tridimensional



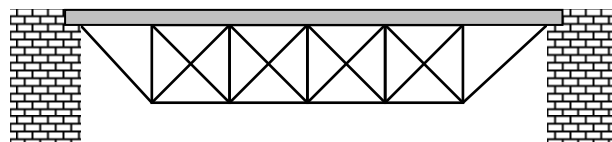
Cercha Warren



Cercha Bollman



Cercha Whipplel



Cercha Pratt

Puentes:

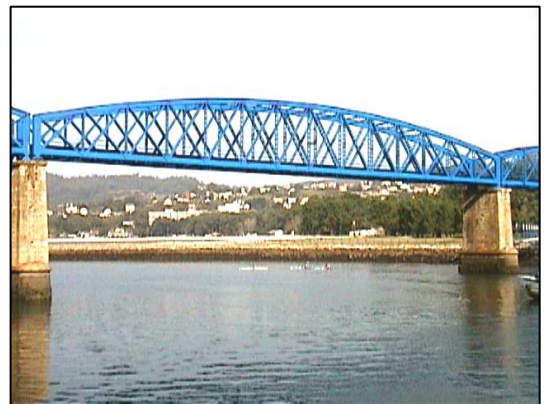
El puente es una de las estructuras más antiguas que se conocen. Cumple una *función socio-económica* importante, pues comunica espacios naturales que por su orografía obligaría a dar largos rodeos, con el consiguiente gasto en carreteras. También tiene una *función estética*, pues el diseño del puente dependerá en gran manera del entorno en que se ubique.

Los materiales que se emplean normalmente son:

- ◆ *Madera* (para salvar pequeñas distancias y soportar poco peso)
- ◆ *Piedra* (en la antigüedad)
- ◆ *Metal* (triangulación de vigas y uso de perfiles)
- ◆ *Hormigón armado*.

Según su forma, los puentes pueden ser:

◆ *Puentes de viga*: Consisten en un entramado de vigas de diferentes secciones y dispuestas formando triángulos para dar robustez al conjunto. En la foto, puente sobre la desembocadura del río Eume (Pontedeume – A Coruña)



◆
◆ *Puentes de arco*: Consisten en una sección curvada hacia arriba que se apoya en unos soportes. La sección curvada está siempre sometida a esfuerzos de compresión igual que los soportes o pilares. Los tirantes soportan esfuerzos de tracción. En la foto puente do Pedrido (A Coruña)



◆ *Puentes colgantes*: Están formados por un tablero o plataforma por donde se circula, unos tirantes verticales que soportan el tablero y sujetos a un cable común llamado catenaria que va fijado a dos grandes torres o pilares de hormigón o acero. Los pilares están sometidos a esfuerzos de compresión y los cables a tracción. La distancia entre dos pilares consecutivos se denomina luz. En la foto, puente de Alfonso Molina (A Coruña)



◆ *Puentes levadizos* : Son puentes que poseen elementos móviles que se desplazan, permitiendo la navegación de embarcaciones y el paso de vehículos de forma alternativa.