

Tema 8: Estructuras y mecanismos

8.1 FUERZAS

Es todo aquello capaz de deformar un cuerpo (efecto estático) o de alterar su estado de movimiento o reposo (efecto dinámico)

8.2. ESTRUCTURAS

Una estructura es el conjunto de elementos de un cuerpo destinados a soportar los efectos de las fuerzas que actúan sobre él. La estructura impide que el cuerpo se rompa o deforme en exceso.

8.2.1. Cargas: Son las fuerzas que actúan sobre la estructura. Hay dos tipos de cargas:

- *Cargas fijas o permanentes*: Son aquellas cargas que permanecen sobre la estructura de modo constante con el paso del tiempo. Son, por ejemplo, el propio peso, el de los cuerpos que se tiene siempre encima.

- *Cargas variables*: Aparecen en algunas ocasiones y no tienen siempre el mismo valor. Algunos ejemplos son el peso de la nieve sobre un tejado.

8.3. ESFUERZOS

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

8.3.1. Tipos principales de esfuerzos:

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

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

- *Flexión*: Las fuerzas tratan de doblar el elemento sobre el que están aplicadas. Es un esfuerzo típico de elementos que se apoyan en sus extremos y que tienen peso encima.

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

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

8.4 CONDICIONES DE LAS ESTRUCTURAS

Para que una estructura funcione bien, debe cumplir tres condiciones, independientes entre sí:

- **Estabilidad**: Alude a la capacidad de una estructura de mantenerse erguida y no volcar. Para ello, su centro de gravedad debe estar centrado sobre su base. Cuanto más centrado y más cercano al suelo esté el centro de gravedad, más estable será la estructura. Podemos dar estabilidad a un cuerpo añadiendo masa a su base, atirantándolo o empotrando su parte inferior en el suelo.
- **Resistencia**: Es la capacidad de una estructura de soportar las tensiones a las que está sometida sin romperse. En la resistencia de una estructura intervienen su forma y el material con el que esté construida.
- **Rigidez**: Aunque todos los objetos se deforman levemente al aplicarles una fuerza, esta deformación nunca debe ser tan grande que impida al objeto cumplir su función. La rigidez se consigue soldando las uniones, dando a la estructura una forma apropiada y haciendo triangulaciones.

8.5. TIPOS DE ESTRUCTURAS ARTIFICIALES

8.5.1. *Estructuras masivas y adinteladas*: Las primeras estructuras se obtuvieron excavando en la roca o acumulando materiales sin dejar apenas huecos, por ejemplo bloques de piedra o de arcilla apilados unos encima de otros, como se observa en las pirámides egipcias. Se utilizaban también dinteles de piedra o madera de poca longitud para las ventanas y para dejar pasos libres, como se aprecia en los templos griegos.

8.5.2. *Estructuras abovedadas*: El posterior descubrimiento del arco y la bóveda permitió cubrir espacios mayores y aumentar los huecos en la estructura. Debido a su forma, los arcos y las bóvedas únicamente deben resistir esfuerzos de compresión y son autoportantes, es decir, se sujetan sin necesidad de argamasa o cemento entre sus partes.

8.5.3. *Estructuras entramadas*: Son las estructuras que se utilizan en nuestros edificios de bloques de pisos. Están constituidas por barras de hormigón o acero que unidas de manera rígida, forman un emparrillado. En primer lugar está el suelo que pisamos. Aunque solo veamos baldosas, bajo ellas hay una estructura llamada forjado que está formada por barras y relleno. Las barras del forjado reciben el nombre de viguetas, esto es vigas pequeñas. Entre ellas suele haber bovedillas cerámicas o de poliestireno expandido.

- El **forjado** transmite nuestro peso a las vigas, que son elementos horizontales con forma de prisma rectangular y están sometidos a un esfuerzo de flexión.
- Las **vigas** se apoyan sobre los **pilares** y les transmiten el peso. Los pilares son estructuras verticales y se encargan de transmitir ese peso a la cimentación. Están sometidos a esfuerzos de compresión, es decir, están aplastados entre las vigas y los cimientos. Los pilares circulares se denominan columnas y si van pegados a la pared, **pilastras**.
- El peso total de la estructura no va directamente de los pilares al suelo (si fuese así, se hundiría como una estructura de palillos levantada sobre mantequilla). Para evitar que los pilares se claven en el terreno, se apoyan en la cimentación, un elemento intermedio que funciona como los «zapatos» del edificio.

La cimentación puede hacerse con **zapatas**, **losas** y **pilotes**. Las zapatas son cubos de hormigón que aumentan la superficie de apoyo del pilar. Las **losas** crean una base de gran tamaño que les permite asentarse en suelos blandos. Por último están los **pilotes**, que empleados también en terrenos blandos, se clavan en la tierra hasta encontrar una zona de roca dura donde apoyarse.

8.5.4. *Estructuras trianguladas*: Se trata de estructuras de barras, normalmente metálicas o de madera. Son muy ligeras y presentan gran versatilidad y resistencia. Se utilizan para salvar grandes luces (espacio entre dos pilares) y en estructuras verticales. Su diseño es muy variado pero siempre se basan en la utilización de figuras triangulares (indeformables), lo que les confiere la rigidez necesaria.

8.5.5. *Estructuras colgantes*: Este tipo de estructuras basa su funcionamiento en la utilización de cables de los que cuelga la estructura. Estos cables reciben el nombre de **tirantes**. Cuando se pueden regular estirándolos más o menos, se llaman **tensores**.

8.5.6. *Estructuras neumáticas*: Las estructuras neumáticas son desmontables y ligeras; por ello, se utilizan, por ejemplo, en atracciones infantiles y en hospitales de campaña, construcciones que se pueden transportar e instalar muy rápidamente.

8.5.7. *Estructuras laminares*: Son láminas finas de metal, plástico o materiales compuestos. Ofrecen una gran resistencia debido a su curvatura. Se emplean como carcasas en todo tipo de objetos y en cubiertas onduladas.

8.5.8. *Estructuras geodésicas*: Se trata de estructuras trianguladas tridimensionales que combinan las propiedades de las bóvedas con las de las estructuras de barras. De este modo, pueden cubrir grandes luces y crear formas curvas. Están constituidas por barras lineales y por nudos que las unen. La figura principal que se utiliza en su construcción es el **tetraedro**, una estructura que, al igual que el triángulo, es indeformable.

8.6 LOS MECANISMOS

Los mecanismos son elementos destinados a transmitir y transformar fuerzas y movimientos desde un elemento motriz (motor) a un elemento receptor. Permiten al ser humano realizar determinados trabajos con mayor comodidad y menor esfuerzo.

8.6.1. Transmisión del movimiento lineal: Transmiten el movimiento, la fuerza y la potencia producidos por un elemento motriz a otro punto.

- **Palanca**: La palanca es una barra rígida que gira en torno a un punto de apoyo o articulación. En un punto de la barra se aplica una fuerza, F , con el fin de vencer una resistencia, R , que actúa en otro punto de la barra.

La palanca se encuentra en equilibrio cuando el producto de la fuerza, F , por su distancia, d , al punto de apoyo es igual al producto de la resistencia, R , por su distancia, r , al punto de apoyo. Esta es la denominada ley de la palanca, que matemáticamente se expresa así: **$F \cdot d = R \cdot r$**

Hay tres **tipos de palanca**: de primer grado, de segundo grado y de tercer grado.

- **Palanca de primer grado**: El punto de apoyo se encuentra entre la fuerza aplicada y la resistencia. El efecto de la fuerza aplicada puede verse aumentado o disminuido, dependiendo del valor de d y r .
- **Palanca de segundo grado**: La resistencia se encuentra entre el punto de apoyo y la fuerza aplicada. El efecto de la fuerza aplicada siempre se ve aumentado ($d > r$).
- **Palanca de tercer grado**: La fuerza aplicada se encuentra entre el punto de apoyo y la resistencia. El efecto de la fuerza aplicada siempre se ve disminuido ($d < r$).

- **Polea**: Es una rueda ranurada que gira alrededor de un eje. Este se halla sujeto a una superficie fija. Por la ranura de la polea se hace pasar una cuerda, cadena o correa que permite vencer, de forma cómoda, una resistencia, R , aplicando una fuerza, F .

- **Polea fija**: Se encuentra en equilibrio cuando la fuerza aplicada, F , es igual a la resistencia, R , que presenta la carga: **$F = R$**
- **Polea móvil**: Es un conjunto de dos poleas, una fija y otra que puede desplazarse linealmente. Se encuentra en equilibrio cuando: **$F = R/2$** . Mediante este sistema, el esfuerzo realizado para vencer la resistencia de una carga se reduce a la mitad con respecto a la polea fija.
- **Polipasto**: Es un tipo especial de montaje constituido por dos grupos de poleas: fijas y móviles. A medida que aumenta el número de poleas, el mecanismo se hace más complejo, pero el esfuerzo necesario para vencer la resistencia disminuye. Observa los distintos tipos de polipastos (n indica el número de poleas móviles): **$F = R/2 \cdot n$**

8.6.2. Transmisión del movimiento circular:

- **Ruedas de fricción**: Son sistemas de dos o más ruedas que se encuentran en contacto directo. Una de las ruedas se denomina motriz o de entrada, pues al moverse provoca el movimiento de la rueda conducida o de salida, que se ve arrastrada por la primera. Las dos poleas giran en sentido opuesto.

- **Poleas con correa**: Son conjuntos de poleas o ruedas situadas a cierta distancia, cuyos ejes suelen ser paralelos, que giran simultáneamente por efecto de una correa. Así, el giro de un eje se transmite al otro a través de las poleas acopladas a dichos ejes. Las dos poleas giran en el mismo sentido.

La **relación de transmisión Rt** entre las velocidades de giro depende del tamaño relativo de las ruedas, y se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$Rt = \frac{D_1}{D_2} = \frac{N_2}{N_1}$$

D_1 y D_2 indican los diámetros, y N_1 y N_2 , las velocidades de las ruedas motriz y conducida, respectivamente.

- **Engranajes**: Son juegos de ruedas que poseen salientes denominados dientes, que encajan entre sí, de manera que unas ruedas arrastran a las otras. Todos los dientes han de tener la misma forma y tamaño. Los dos engranajes giran en sentido opuesto.

- **Engranajes con cadena**: Consisten en dos ruedas dentadas de ejes paralelos, situadas a cierta distancia la una de la otra, que giran simultáneamente por efecto de una cadena o correa dentada engranada a ambas. Los dos engranajes giran en el mismo sentido.

La **relación de transmisión Rt** entre las velocidades de giro depende del tamaño relativo de las ruedas y se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$Rt = \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{N_2}{N_1}$$

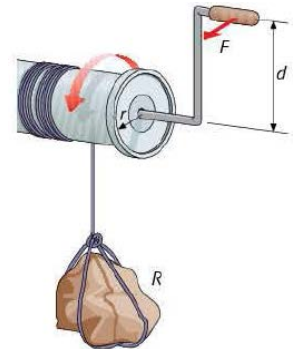
Z_1 y Z_2 son el número de dientes, y N_1 y N_2 , las velocidades del engranaje motriz y conducido, respectivamente.

8.6.3. Mecanismos de transformación del movimiento: Transforman un movimiento circular en un movimiento rectilíneo, o viceversa.

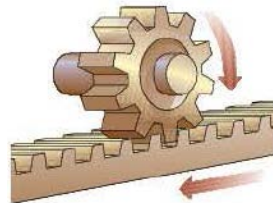
- **Conjunto manivela-torno**: Una **manivela** es una barra que está unida a un eje al que hace girar. La fuerza necesaria para que el eje gire es menor que la que habría que aplicarle directamente. El mecanismo que se basa en este dispositivo es el torno, el cual consta de un tambor que gira alrededor de su eje a fin de arrastrar un objeto. Un torno está en equilibrio cuando se cumple la siguiente igualdad:

$$F \cdot d = R \cdot r$$

Por tanto, la fuerza aplicada equivale a: $F = R \cdot \frac{r}{d}$



- **Conjunto piñón-cremallera**: Se trata de un piñon o rueda dentada de dientes rectos, engarzado a una cremallera, es decir, una correa o barra dentada. Cuando la rueda dentada gira, la cremallera se desplaza con movimiento rectilíneo. Este mecanismo permite también transformar el movimiento rectilíneo de la cremallera en un movimiento circular del piñón. Es decir, es un mecanismo reversible.



- **Conjunto biela-manivela**: Está formado por una manivela y una barra denominada biela. Esta se encuentra articulada por un extremo con dicha manivela y, por el otro, con un elemento que describe un movimiento alternativo. Al girar la rueda, la manivela transmite el movimiento circular a la biela, que experimenta un movimiento de vaivén.

Dicho sistema también funciona a la inversa, es decir, transforma un movimiento rectilíneo alternativo o de vaivén en un movimiento de rotación.

