

## Máquinas simples

Una **máquina simple** es un artefacto mecánico que transforma un movimiento en otro diferente, valiéndose de la fuerza recibida para entregar otra de magnitud, dirección o longitud de desplazamiento distintos a la de la acción aplicada.<sup>1</sup>

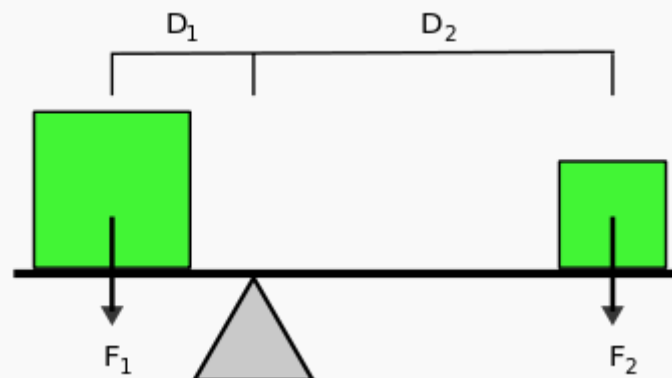
En una máquina simple se cumple la ley de la conservación de la energía: (*la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma*). La fuerza aplicada, multiplicada por la distancia aplicada (trabajo aplicado), será igual a la fuerza resultante multiplicada por la distancia resultante (trabajo resultante). Una máquina simple, ni crea ni destruye trabajo mecánico, sólo transforma algunas de sus características.

Máquinas simples son: la palanca, las poleas, el plano inclinado, la cuña, etc.

No se debe confundir una máquina simple con elementos de máquinas, mecanismos o sistema de control o regulación de otra fuente de energía.

Las máquinas simples se confeccionaron desde tiempos muy remotos, exactamente cuando los *Homo sapiens* empezaron a inventar herramientas, como las hachas.

## Tipos de máquinas simples



En la palanca se cumple que  $D_1 \times F_1 = D_2 \times F_2$

Esta lista, sin embargo, no debe considerarse definitiva e inamovible. Algunos autores consideran a la cuña y a l tornillo como aplicaciones del plano inclinado; otros incluyen a la rueda como una máquina simple; también se considera el eje con ruedas una máquina simple, aunque sean dos de estas juntas por ser el resultado.

- La cuña transforma una fuerza vertical en dos horizontales antagonistas. El ángulo de la cuña determina la proporción entre las fuerzas aplicada y resultante, de un modo parecido al plano inclinado.
- La palanca es una barra rígida con un punto de apoyo, a la que se aplica una fuerza y que, girando sobre el punto de apoyo, vence una resistencia. Se cumple la conservación de la energía y, por lo tanto, la fuerza aplicada por su espacio recorrido ha de ser igual a la fuerza de resistencia por su espacio recorrido.
- En el plano inclinado se aplica una fuerza para vencer la resistencia vertical del peso del objeto a levantar. Dada la conservación de la energía, cuando el ángulo del plano inclinado es más pequeño se puede levantar más peso con una misma fuerza aplicada pero, a cambio, la distancia a recorrer será mayor.
- La polea simple transforma el sentido de la fuerza; aplicando una fuerza descendente se consigue una fuerza ascendente. El valor de la fuerza aplicada y la resultante son iguales, pero de sentido opuesto. En un polipasto la proporción es distinta, pero se conserva igualmente la energía.



Tuerca husillo.

- El mecanismo tuerca husillo transforma un movimiento giratorio aplicado a un volante o manilla, en otro rectilíneo en el husillo, mediante un mecanismo de tornillo y tuerca. La fuerza aplicada por la longitud de la circunferencia del volante ha de ser igual a la fuerza resultante por el avance del husillo. Dado el gran desarrollo de la circunferencia y el normalmente pequeño avance del husillo, la relación entre las fuerzas es muy grande.

Todas las máquinas simples convierten una fuerza pequeña en una grande, o viceversa. Algunas convierten también la dirección de la fuerza. La relación entre la intensidad de la fuerza de entrada y la de salida es la ventaja mecánica. Por ejemplo, la ventaja mecánica de una palanca es igual a la relación entre la longitud de sus dos brazos. La ventaja mecánica de un plano inclinado, cuando la fuerza actúa en dirección paralela al plano, es la cosecante del ángulo de inclinación.

A menudo, una máquina consta de dos o más herramientas o artefactos simples, de modo que las máquinas simples se usan habitualmente en una cierta combinación, como componentes de máquinas más complejas. Por ejemplo, en el tornillo de Arquímedes, una bomba hidráulica, el tornillo es un plano inclinado helicoidal.

## Plano inclinado

El plano inclinado o rampa es una superficie cuyo declive o pendiente respecto de la horizontal permite elevar o descender objetos haciéndolos rodar.

## Torno

El torno es una máquina simple con forma de cilindro que gira libremente alrededor de su eje con una cuerda o un cable. Se puede accionar con una manivela o un motor.

## Tornillo

El tornillo es un trozo de metal con un filete denominado rosca. Si se hace girar esa rosca, el tornillo se introduce en cualquier objeto. Es una máquina simple que se utiliza en la mecánica. Herramientas como el gato del coche o el sacacorchos derivan del funcionamiento del tornillo.

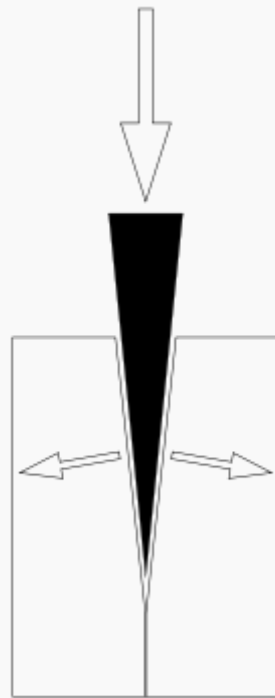
## Cuña

La cuña es la unión de dos planos inclinados, solo que ligeramente más afilados, lo que sirven para cortar o rasgar objetos sólidos. Es el caso de hachas o cuchillos.

## Polea

La polea es un dispositivo mecánico de tracción constituido por una rueda acanalada o roldana por donde pasa una cuerda, lo que permite transmitir una fuerza en una dirección diferente a la aplicada. Además, formando aparejos o polispastos de dos o más poleas es posible también aumentar la magnitud de la fuerza transmitida para mover objetos pesados, a cambio de la reducción del desplazamiento producido.

## Cuña (máquina)



La **fuerza** descendente sobre la cuña produce una fuerza horizontal mucho mayor sobre el objeto.

La **cuña** es una máquina simple que consiste en una pieza de madera o de metal con forma de prisma triangular. Técnicamente es un doble plano inclinado portátil. Sirve para hender o dividir cuerpos sólidos, para ajustar o apretar uno con otro, para calzarlos o para llenar alguna raja o círculo.

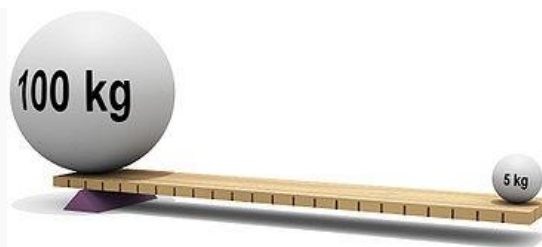
El funcionamiento de las cuñas responden al mismo principio del plano inclinado. Al moverse en la dirección de su extremo afilado, la cuña genera grandes fuerzas en sentido perpendicular a la dirección del movimiento.

Ejemplos muy claros de cuña son: hachas, cinceles y clavos aunque, en general, cualquier herramienta afilada, como el cuchillo o el filo de las tijeras, puede actuar como una cuña.

## Palanca

La **palanca** es una máquina simple cuya función es transmitir fuerza y desplazamiento. Está compuesta por una barra rígida que puede girar libremente alrededor de un punto de apoyo llamado **fulcro**.<sup>1</sup>

Puede utilizarse para amplificar la fuerza mecánica que se aplica a un objeto, para incrementar su velocidad o distancia recorrida, en respuesta a la aplicación de una fuerza.

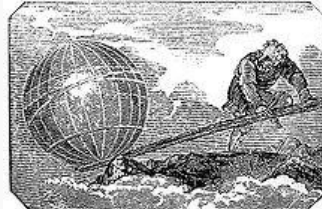


Ejemplo de palanca: una masa se equilibra con otra veinte veces menor, si la situamos a una distancia del fulcro veinte veces mayor.

Índice

[ocultar]

## Historia

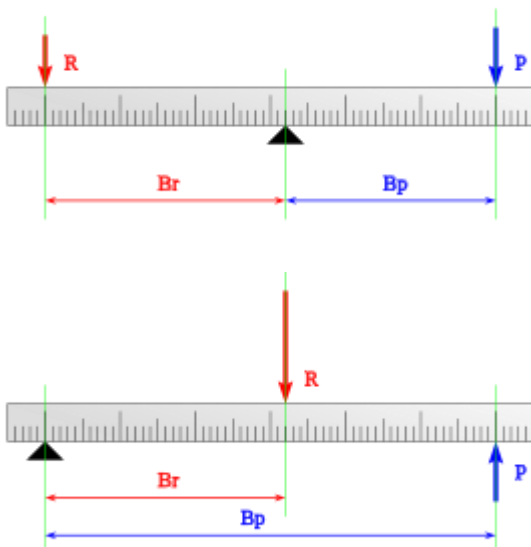


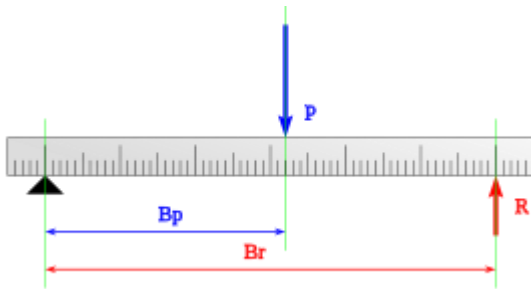
Se cuenta que Arquímedes dijo sobre la palanca: «Dadme un punto de apoyo y moveré el mundo».

El descubrimiento de la palanca y su empleo en la vida cotidiana proviene de la época prehistórica. Su empleo cotidiano, en forma de cigoñales, está documentado desde el tercer milenio a. C. –en sellos cilíndricos de Mesopotamia– hasta nuestros días. El manuscrito más antiguo que se conserva con una mención a la palanca forma parte de la *Sinagoga* o *Colección matemática* de Pappus de Alejandría, una obra en ocho volúmenes que se estima fue escrita alrededor del año 340. Allí aparece la famosa cita de Arquímedes:

Dadme un punto de apoyo y moveré el mundo.

## Fuerzas actuantes





Sobre la barra rígida que constituye una palanca actúan tres fuerzas:

- La **potencia**; **P**: es la fuerza que aplicamos voluntariamente con el fin de obtener un resultado; ya sea manualmente o por medio de motores u otros mecanismos.
- La **resistencia**; **R**: es la fuerza que vencemos, ejercida sobre la palanca por el cuerpo a mover. Su valor será equivalente, por el principio de acción y reacción, a la fuerza transmitida por la palanca a dicho cuerpo.
- La **fuerza de apoyo**: es la ejercida por el fulcro (punto de apoyo de la barra) sobre la palanca. Si no se considera el peso de la barra, será siempre igual y opuesta a la suma de las anteriores, de tal forma que la palanca se mantiene sin desplazarse del punto de apoyo, sobre el que rota libremente.

#### Nomenclatura

- **Brazo de potencia**; **Bp**: la distancia entre el punto de aplicación de la fuerza de potencia y el punto de apoyo.
- **Brazo de resistencia**; **Br**: la distancia entre la fuerza de resistencia y el punto de apoyo.

#### Ley de la palanca]

En física, la ley que relaciona las fuerzas de una palanca en equilibrio se expresa mediante la ecuación:

$$P \times Bp = R \times Br$$

Ley de la palanca: *Potencia por su brazo es igual a resistencia por el suyo.*

Siendo **P** la potencia, **R** la resistencia, y **Bp** y **Br** las distancias medidas desde el fulcro hasta los puntos de aplicación de **P** y **R** respectivamente, llamadas *brazo de potencia* y *brazo de resistencia*.

Si en cambio una palanca se encuentra rotando aceleradamente, como en el caso de una catapulta, para establecer la relación entre las fuerzas y las masas actuantes deberá considerarse la dinámica del movimiento en base a los principios de conservación de cantidad de movimiento y momento angular.

## Tipos de palanca

Las palancas se dividen en tres géneros, también llamados órdenes o clases, dependiendo de la posición relativa de los puntos de aplicación de la **potencia** y de la **resistencia** con respecto al **fulcro** (punto de apoyo). El principio de la palanca es válido indistintamente del tipo que se trate, pero el efecto y la forma de uso de cada uno cambian considerablemente.

### Palanca de primera clase



En la palanca de primera clase, el **fulcro** se encuentra situado entre la **potencia** y la **resistencia**. Se caracteriza en que la potencia puede ser menor que la resistencia, aunque a costa de disminuir la velocidad transmitida y la distancia recorrida por la resistencia. Para que esto suceda, el brazo de potencia **B<sub>p</sub>** ha de ser mayor que el brazo de resistencia **B<sub>r</sub>**.

Cuando se requiere ampliar la velocidad transmitida a un objeto, o la distancia recorrida por éste, se ha de situar el fulcro más próximo a la potencia, de manera que **B<sub>p</sub>** sea menor que **B<sub>r</sub>**.

Ejemplos de este tipo de palanca son el balancín, las tijeras, las tenazas, los alicates o la catapulta (para ampliar la velocidad). En el cuerpo humano se encuentran varios ejemplos de palancas de primer género, como el conjunto tríceps braquial - codo - antebrazo.

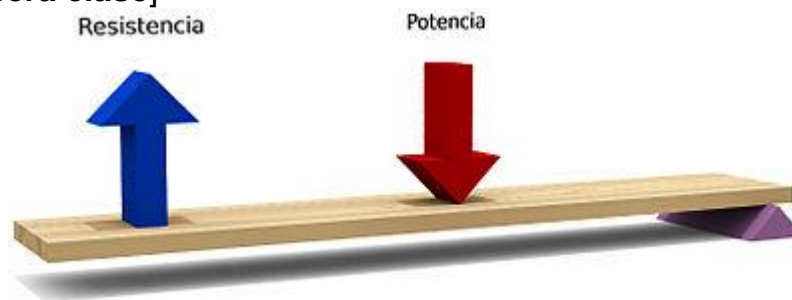
### Palanca de segunda clase]



En la palanca de segunda clase, la **resistencia** se encuentra entre la **potencia** y el **fulcro**. Se caracteriza en que la potencia es siempre menor que la resistencia, aunque a costa de disminuir la velocidad transmitida y la distancia recorrida por la resistencia.

Ejemplos de este tipo de palanca son la carretilla, los remos y el cascanueces.

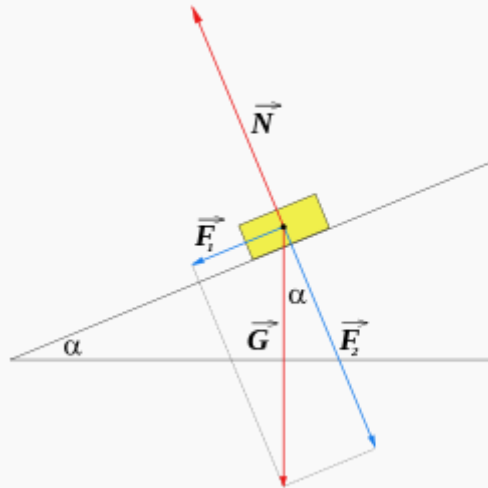
### Palanca de tercera clase]



En la palanca de tercera clase, la **potencia** se encuentra entre la **resistencia** y el **fulcro**. Se caracteriza en que la fuerza aplicada es mayor que la resultante; y se utiliza cuando lo que se requiere es ampliar la velocidad transmitida a un objeto o la distancia recorrida por él.

Ejemplos de este tipo de palanca son el quitagrapas, la caña de pescar y la pinza de cejas; y en el cuerpo humano, el conjunto codo - bíceps braquial - antebrazo, y la articulación temporomandibular.

## Plano inclinado



Plano inclinado y fuerzas que actúan sobre el sólido.

El **plano inclinado** es una máquina simple que consiste en una superficie plana que forma un ángulo agudo con el suelo y se utiliza para elevar cuerpos a cierta altura.

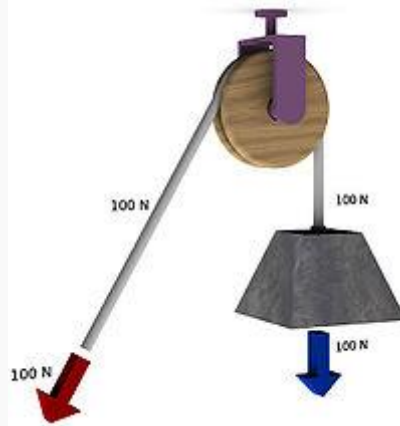
Tiene la ventaja de necesitarse una fuerza menor que la que se emplea si levantamos dicho cuerpo verticalmente, aunque a costa de aumentar la distancia recorrida y vencer la fuerza de rozamiento.

Las leyes que rigen el comportamiento de los cuerpos en un plano inclinado fueron enunciadas por primera vez por el matemático Simon Stevin, en la segunda mitad del siglo XVI.

Para analizar las fuerzas existentes sobre un cuerpo situado sobre un plano inclinado, hay que tener en cuenta la existencia de varios orígenes en las mismas.

- En primer lugar se debe considerar la existencia de una fuerza de gravedad, también conocida como peso, que es consecuencia de la masa (**M**) que posee el cuerpo apoyado en el plano inclinado y tiene una magnitud de  $M \cdot g$  con una dirección vertical y representada en la figura por la letra **G**.
- Existe además una fuerza normal (**N**), también conocida como la fuerza de reacción ejercida sobre el cuerpo por el plano como consecuencia de la tercera ley de Newton, se encuentra en una dirección perpendicular al plano y tiene una magnitud igual a la fuerza ejercida por el plano sobre el cuerpo. En la figura aparece representada por **N** y tiene la misma magnitud que  $F_2 = M \cdot g \cdot \cos \alpha$  y sentido opuesto a la misma.
- Existe finalmente una fuerza de rozamiento, también conocida como fuerza de fricción (**F<sub>R</sub>**), que siempre se opone al sentido del movimiento del cuerpo respecto a la superficie, su magnitud depende tanto del peso como de las características superficiales del plano inclinado y la superficie en contacto del cuerpo que proporcionan un coeficiente de rozamiento. Esta fuerza debe tener un valor igual a  $F_1 = M \cdot g \cdot \sin \alpha$  para que el cuerpo se mantenga en equilibrio. En el caso en que  $F_1$  fuese mayor que la fuerza de rozamiento el cuerpo se deslizaría hacia abajo por el plano inclinado. Por tanto para subir el cuerpo se debe realizar una fuerza con una magnitud que iguale o supere la suma de  $F_1 + F_R$ .

## Poleas



Polea simple fija.

Una **polea** es una máquina simple, un dispositivo mecánico de tracción, que sirve para transmitir una fuerza. Además, formando conjuntos —aparejos o polipastos— sirve para reducir la magnitud de la fuerza necesaria para mover un peso.

Según la definición de Hatón de la Goupillière, «la polea es el punto de apoyo de una cuerda que moviéndose se arrolla sobre ella sin dar una vuelta completa»<sup>1</sup>actuando en uno de sus extremos la resistencia y en otro la potencia.

### Partes de la polea

Está compuesta por tres partes:

1. **La llanta:** Es la zona exterior de la polea y su constitución es esencial, ya que se adaptará a la forma de la correa que alberga.
2. **El cuerpo:** Las poleas estarán formadas por una pieza maciza cuando sean de pequeño tamaño. Cuando sus dimensiones aumentan, irán provistas de nervios y/o brazos que generen la polea, uniendo el cubo con la llanta.
3. **El cubo:** Es el agujero cónico y cilíndrico que sirve para acoplar al eje. En la actualidad se emplean mucho los acoplamientos cónicos en las poleas, ya que resulta muy cómodo su montaje y los resultados de funcionamiento son excelentes.

### Designación y tipos

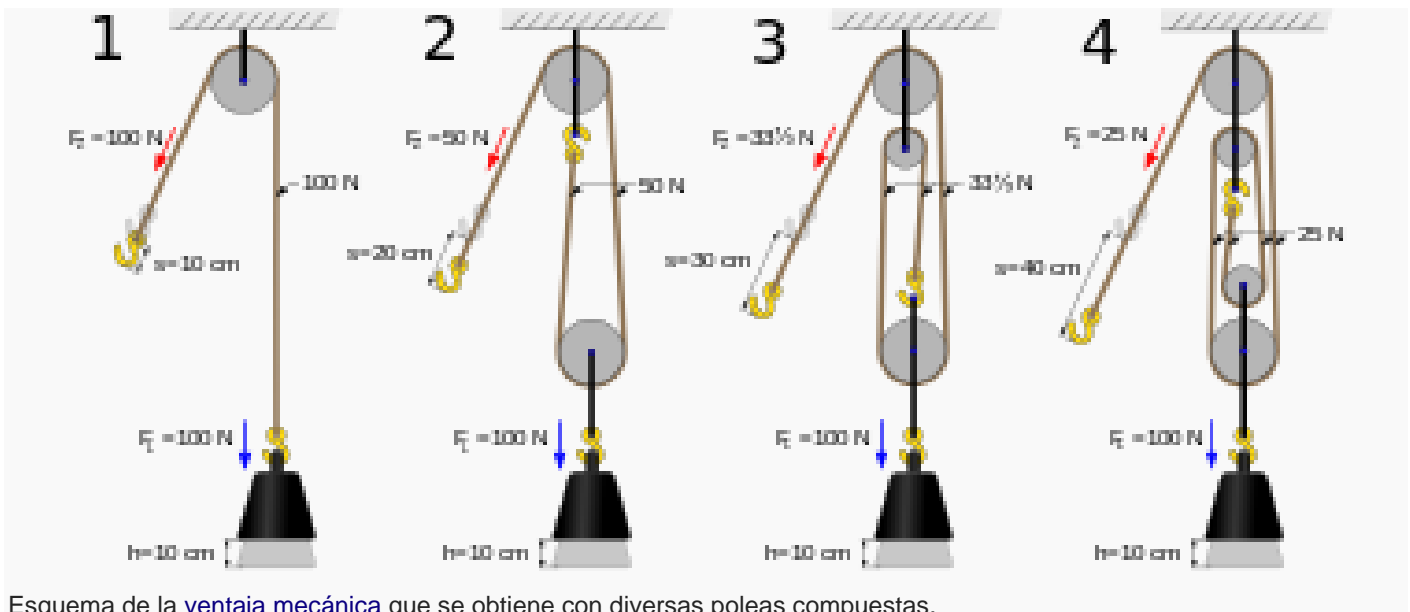
Los elementos constitutivos de una polea son la rueda o polea propiamente dicha, en cuya circunferencia (llanta) suele haber una acanaladura denominada "garganta" o "cajera" cuya forma se ajusta a la de la cuerda a fin de guiarla; las "armas", armadura en forma de U invertida o rectangular que la rodea completamente y en cuyo extremo superior monta un gancho por el que se suspende el conjunto, y el "eje", que puede ser fijo si está unido a las armas estando la polea atravesada por él ("poleas de ojo"), o móvil si es solidario a la polea ("poleas de eje"). Cuando, formando parte de un sistema de transmisión, la polea gira libremente sobre su eje, se denomina "loca".

Según su desplazamiento las poleas se clasifican en "fijas", aquellas cuyas armas se suspenden de un punto fijo (la estructura del edificio) y, por lo tanto, no sufren movimiento de traslación alguno cuando se emplean, y "móviles", que son aquellas en las que un extremo de la cuerda se suspende de un punto fijo y que durante su funcionamiento se desplazan, en general, verticalmente.<sup>3</sup>

Cuando la polea obra independientemente se denomina "simple", mientras que cuando se encuentra reunida con otras formando un sistema recibe la denominación de "combinada" o "compuesta".

## Poleas compuestas

Existen sistemas múltiples de poleas que pretenden obtener una gran ventaja mecánica, es decir, elevar grandes pesos con un bajo esfuerzo. Estos sistemas de poleas son diversos, aunque tienen algo en común, en cualquier caso se agrupan en grupos de poleas fijas y móviles: destacan los polipastos:



## Polipastos o aparejos

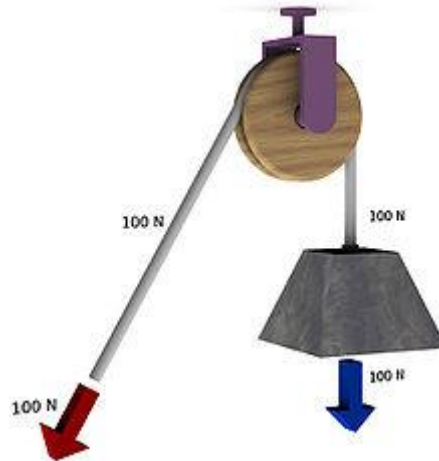
El polipasto (del latín *polyspaston*, y éste del griego *πολύσπαστον*), es la configuración más común de polea compuesta. En un polipasto, las poleas se distribuyen en dos grupos, uno fijo y uno móvil. En cada grupo se instala un número arbitrario de poleas. La carga se une al grupo móvil.

La polea es una rueda que gira alrededor de un eje, presenta una acanaladura (un canal) en su periferia por donde discurre una cuerda en cuyos extremos se sitúan una fuerza y una resistencia. Se trata de un caso particular de palanca. Existen tres tipos de poleas:

1.- **Polea simple** en ella el esfuerzo que se realiza es igual al peso que se levanta aunque se facilita el esfuerzo por la dirección en el que se realiza (hacia abajo es más fácil hacer fuerza que hacia arriba)

$$F=R$$

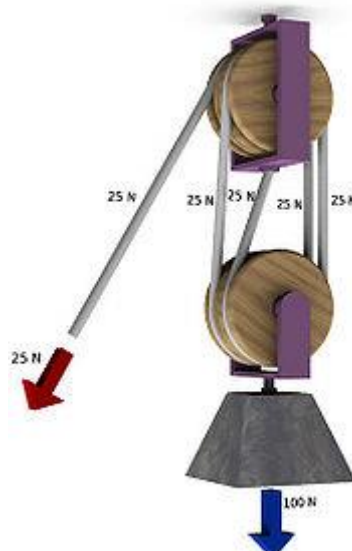
Ejemplos de estas poleas son: Aparatos de musculación, garruchas de pozos etc



2.- **Polea móvil:** esta formada por dos poleas, una fija y otra móvil. En este caso el esfuerzo es la mitad puesto que el recorrido de la carga es la mitad que el de la fuerza.

$$F=R/2$$

Ejemplos de poleas son: Sistemas de elevación de cargas



3.- **Polipastos:** Es un conjunto de poleas en las que se consigue reducir mucho el esfuerzo, aunque la carga se desplaza muy lentamente según su disposición encontramos dos tipos diferentes:

- a) Hay una fija y las demás móviles

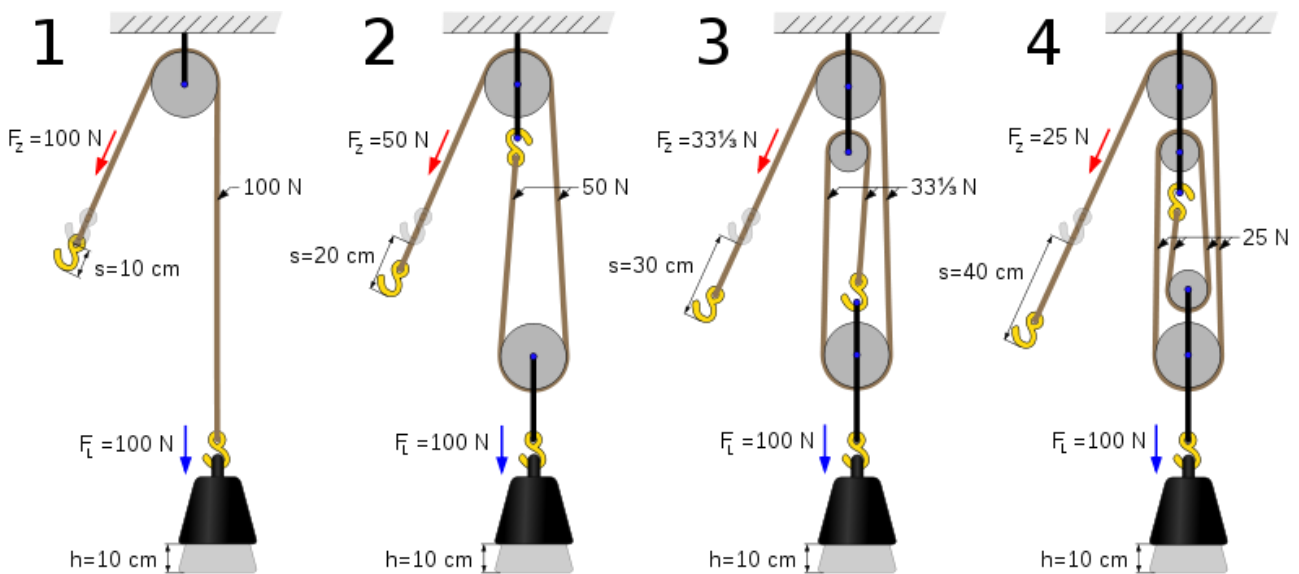
$$F=R/2^N$$

- b) Hay la mitad de poleas fijas y la mitad móviles

$$F=R/2*N$$

En ambos casos la N es el número de poleas móviles.

Ejemplos de este tipo lo encontramos en ascensores montacargas, grúas.

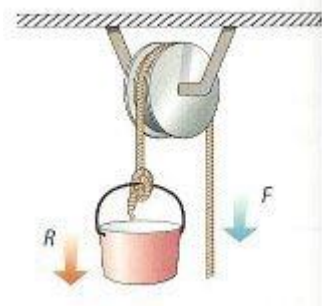


## Sistemas de poleas

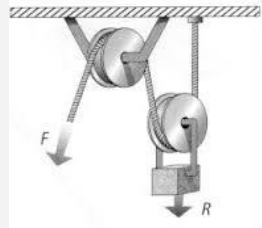
Una polea es una rueda que tiene un ranura o acanaladura en su periferia, que gira alrededor de un eje que pasa por su centro. Esta ranura sirve para que, a través de ella, pase una cuerda que permite vencer una carga o resistencia R, atada a uno de sus extremos, ejerciendo una potencia o fuerza F, en el otro extremo. De este modo podemos elevar pesos de forma cómoda e, incluso, con menor esfuerzo, hasta cierta altura. Es un sistema de transmisión lineal puesto que resistencia y potencia poseen tal movimiento.

Podemos distinguir tres tipos básicos de poleas:

- a) **Polea fija:** Como su nombre indica, consiste en una sola polea que está fija a algún lugar. Con ella no se gana en Fuerza, pero se emplea para cambiar el sentido de la fuerza haciendo más cómodo el



levantamiento de cargas al tirar hacia abajo en vez de para arriba, entre otros motivos porque nos podemos ayudar de nuestro propio peso para efectuar el esfuerzo. La fuerza que tenemos que hacer es igual al peso que tenemos que levantar (no hay ventaja mecánica)  $F=R$ . Así, por ejemplo, si deseo elevar una carga de 40 kg de peso, debo ejercer una fuerza en el otro extremo de la cuerda de, igualmente, 40 kg.



Polea móvil

b) **Polea móvil:** Es un conjunto de dos poleas, una de las cuales es fija, mientras que la otra es móvil. La polea móvil dispone de un sistema armadura-gancho que le permite arrastrar la carga consigo al tirar de la cuerda. La principal ventaja de este sistema de poleas es que el esfuerzo que se emplea para elevar la carga representa la mitad del que haría si emplease una polea fija. Así, por ejemplo, si quisiera elevar una carga de 40 kg de peso, basta con ejercer una fuerza de tan sólo 20 kg.



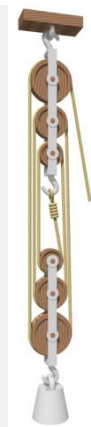
Polea móvil con una sólo polea

Esto supone que la cuerda que emplee para este mecanismo pueden ser la mitad de resistentes que en el caso anterior. Sin embargo, presenta una desventaja: El recorrido que debe hacer la cuerda para elevar la carga una altura determinada ( $h$ ) debe ser el doble de la altura buscada ( $2h$ ).

Aunque consta de dos poleas, en realidad se puede construir este mecanismo con una sola polea (observa la imagen de la derecha). Para ello se debe fijar un extremo de la cuerda, la carga a la polea y tirar de la cuerda de forma ascendente. Precisamente, este es la desventaja, mientras que en el caso de emplear dos poleas, este problema desaparece.

c) **Sistemas de poleas compuestas:** Existen sistemas con múltiples de poleas que pretenden obtener una gran ventaja mecánica, es decir, elevar grandes pesos con un bajo esfuerzo. Estos sistemas de poleas son diversos, aunque tienen algo en común, en cualquier caso se agrupan en grupos de poleas fijas y móviles: destacan los polipastos:

**Polipasto:** Este mecanismo está formado por grupos de poleas fijas y móviles, cada uno de ellos formado a su vez por un conjunto de



Polipasto

poleas de diámetro decreciente y ejes paralelos entre sí que se montan sobre la misma armadura, de modo que existe el mismo número de poleas fijas que móviles.

El extremo de la cuerda se sujeta al gancho de la armadura fija y se pasa alternativamente por las ranuras de las poleas —de menor a mayor diámetro en el caso del polipasto— comenzando por la del grupo móvil y terminando en la polea fija mayor o extrema donde quedará libre el tramo de cuerda del que se tira. La expresión que nos indica el esfuerzo que se debe realizar para vencer una carga (o resistencia) es la siguiente:

$$F_A = \frac{F_R}{2 \cdot n}$$

siendo  $n$  el número de poleas fijas del polipasto. Así, por ejemplo, si disponemos de un polipasto de tres poleas móviles, el esfuerzo que debo realizar para elevar una carga es seis veces menor ( $2n = 2 \cdot 3 = 6$ ). Suponiendo que la carga sea, por poner un ejemplo, de 60 kg... el esfuerzo que deberíamos efectuar en este caso es de 10 kg.

Otro modelo de polipasto es aquel que emplea dos ramales distintos paralelos y a distinta altura en los que se alojan las poleas. En el ramal superior se sitúan las poleas fijas y en el de abajo las poleas móviles, conjuntamente con la carga.

Por último, es importante señalar que en este tipo de sistema, al igual que la polea móvil, debemos hacer un mayor recorrido con la cuerda; mayor recorrido cuanto mayor es el número de poleas.

Fijas en la siguiente animación. En ella podréis observar como en una polea fija el esfuerzo es idéntico a la resistencia o carga que se desea vencer, mientras que en el caso de una polea móvil tenemos ventaja mecánica, pues el esfuerzo representa la mitad de la resistencia.