

Universidad de Los Andes  
Facultad de Ciencias  
CELCIEC

# Grúa hidráulica

Recurso Didáctico para la enseñanza  
de la Ciencia

**Autores:**

**Juan Carlos Sánchez R.**

**Orlando B. Escalona T.**

**Mauro Briceño**

Mérida-2006

## Índice

1. Introducción
2. Conceptos físicos asociados.
3. Principios físicos de funcionamiento.
4. Construcción.
5. Bibliografía

## 1. Introducción

Desde la época de las cavernas, el hombre ha visto la necesidad de usar su creatividad para cubrir sus necesidades básicas de alimentación, vivienda, vestido, etc.

Su incansable labor lo llevó a descubrir y emplear herramientas para facilitarle la vida, y simplificarle el trabajo. De esta manera se descubrió la rueda y las máquinas simples como la polea, la palanca, la cuña, el tornillo y muchas otras. Luego, su trabajo se hizo más complejo a la par de sus herramientas. Su estudio y comprensión de la naturaleza lo llevó a fabricar herramientas y dispositivos cada vez más sofisticados.

Cita la historia que en el 214 a.C, durante la segunda guerra púnica entre Roma y Cartago, los romanos enviaron una expedición al mando de Claudio Marcelo para capturar Siracusa, cuyo Rey Herón recientemente había renovado su alianza con Cartago. Marcelo y sus legiones romanas esperaban sólo una resistencia mínima del pequeño reino, pero fueron sorprendidos por una lluvia de proyectiles de catapulta y dardos que recibieron a los soldados. Los pocos que pudieron llegar a las paredes de su ciudad vieron que sus escaleras se convertían en astillas por pesadas piedras que colgaban de grúas que proyectaban sobre los muros. Los que llegaban por mar a la ciudad corrieron peor suerte. Los siracusanos bajaron almejas por medio de grúas montadas sobre acantilados y aprisionaron a las proas de las naves de desembarco, levantándolas fuera del agua por medio de poleas múltiples hasta que sin más ceremonias los presuntos atacantes fueron arrojados al mar. No tardaron en retirarse las orgullosas legiones romanas sin haber conseguido salvar los muros de la ciudad. Detrás de todo esto estaba un solo hombre, Arquímedes (287-212 a.C), quizá el científico más valioso de la antigüedad.

El proyecto que trataremos en esta monografía se fundamentará en dos principios físicos relevantes. **El Torque** (o palanca) y el **Principio de Pascal**, que serán abordados a continuación.

## 2. Conceptos físicos asociados.

Un fluido que reposa en contacto con la superficie de un sólido, ejerce fuerza sobre todos los puntos de dicha superficie. Si llenamos con agua una bolsa plástica con orificios en sus paredes observamos que los chorritos de agua salen en dirección perpendicular a las paredes. Esto muestra que la dirección de la fuerza que el líquido ejerce en cada punto de la pared es siempre perpendicular a la superficie de contacto.

En el estudio de los fluidos, resulta necesario conocer cómo es la fuerza que se ejerce en cada punto de las superficies. Una persona acostada o parada sobre una colchoneta aplica la misma fuerza en ambos casos (su peso). Sin embargo, la colchoneta se hunde más cuando la persona se para sobre la pequeña superficie de los pies que si estuviera acostado de espalda. El peso de la persona se reparte entre los puntos de la superficie

de contacto: cuanto menos sea esta superficie, más fuerza proyectará en el punto de contacto.

Se define la **presión “P”** como el cociente entre el módulo de la fuerza F ejercida perpendicularmente a una superficie perpendicular al área A.

$$P = F / A$$

La persona cuando está parada, ejerce una presión mayor sobre la colchoneta que cuando está acostada sobre ella. La fuerza por unidad de área, en cada caso, es distinta.

Cuando buceamos, la molestia que sentimos en los oídos a una cierta profundidad no depende de cómo orientemos la cabeza, el líquido ejerce presión sobre nuestros tímpanos independientemente de la inclinación de los mismos. La presión se manifiesta como una fuerza perpendicular a la superficie, cualquiera sea la orientación de ésta.

Cuando apretamos una chinche, la fuerza que el pulgar hace sobre la cabeza es igual a la que la punta de la chinche ejerce sobre la pared. La gran superficie de la cabeza alivia la presión sobre el pulgar; la punta afilada permite que la presión sobre la pared alcance para perforarla.

Cuando caminamos sobre un terreno blando debemos usar zapatos que cubran una mayor superficie de apoyo de tal manera que la presión sobre el piso sea la mas pequeña posible. Seria casi imposible para una mujer, inclusive la mas liviana, caminar con tacos altos sobre la arena, porque se hundiría inevitablemente.

El peso de las estructuras como las casas y edificios se asientan sobre el terreno a través de zapatas de hormigón o cimientos para conseguir repartir todo el peso en la mayor cantidad de área posible para que de este modo la tierra pueda soportarlo, por ejemplo un terreno normal, la presión admisible es de 1,5 Kg/cm<sup>2</sup>.

### **Densidad y peso específico**

La **densidad “ρ”** es una magnitud que mide la cantidad de materia contenida en un cierto volumen. Si un cuerpo está hecho de determinado material, podemos calcular su densidad como el cociente entre la masa del cuerpo y su volumen:  $\rho = m / V$

Análogamente, se define el **peso específico “Pe”** como el peso de un determinado volumen del material. Por lo tanto:  $Pe = P / V$  (peso dividido el volumen, pero el peso es la masa (m) por la aceleración de la gravedad (g). Se puede escribir:

$$Pe = ( m . g ) / V. \quad Pe = \rho . g$$

Las **unidades de presión** que se utilizan normalmente son:

Sistema	Unidad	Nombre
M.K.S.	N/m <sup>2</sup>	Pascal (Pa)
C.G.S.	dina/cm <sup>2</sup>	Bar

Respecto a la densidad, podemos observar su comportamiento en la tabla siguiente:

Densidad de las sustancias $\rho$ ( Kg / m <sup>3</sup> )					
Sólido		Líquido		Gas	
Aluminio	2,70 x 10 <sup>3</sup>	Agua	1,00 x 10 <sup>3</sup>	Aire	1,290
Acero	7,80 x 10 <sup>3</sup>	Mercurio	13,6 x 10 <sup>3</sup>	Helio	0,179
Oro	19,3 x 10 <sup>3</sup>	Gasolina	0,68 x 10 <sup>3</sup>	H <sub>2</sub> O Vap	0,598

## Fluidos.

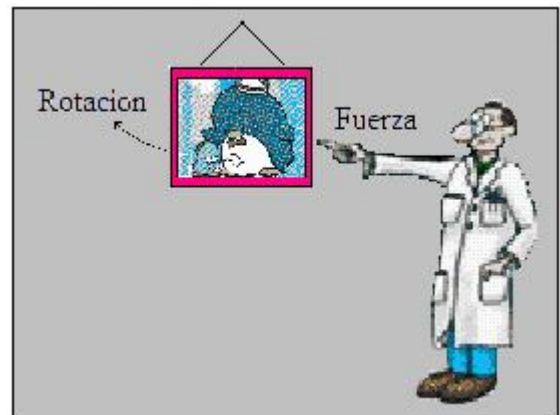
La característica estructural de los fluidos hace que en ellos se transmitan presiones, a diferencia de lo que ocurre en los sólidos, que transmiten fuerzas. Este comportamiento fue descubierto por el físico francés **Blaise Pascal (1623-1662)**, quien estableció el siguiente principio

*“Un cambio de presión aplicado a un fluido incompresible en reposo dentro de un recipiente, se transmite sin alteración a través de todo el fluido. Es igual en todas las direcciones y actúa mediante fuerzas perpendiculares a las paredes que lo contienen”.*

El principio de Pascal fundamenta el funcionamiento de las genéricamente llamadas máquinas hidráulicas: la prensa, el gato, el freno, el ascensor y la grúa, entre otras.

## Torque de una fuerza.

Cuando se aplica una fuerza en algún punto de un cuerpo rígido, el cuerpo tiende a realizar un movimiento de rotación en torno a algún eje. La propiedad de la fuerza para hacer girar al cuerpo se mide con una magnitud física que llamamos **torque**.



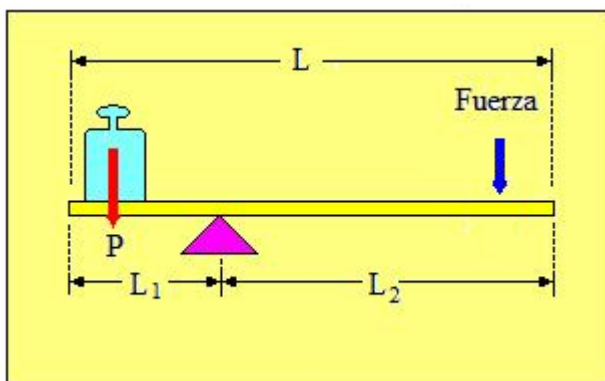
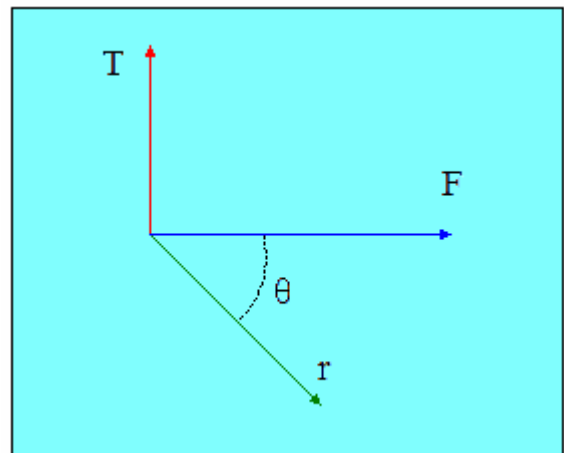
Se define el torque  $T$  de una fuerza  $F$  que actúa sobre algún punto del cuerpo rígido, en una posición  $r$  respecto de cualquier origen  $O$ , por el que puede pasar un eje sobre el cual se produce la rotación del cuerpo rígido, al producto vectorial entre la posición  $r$  y la fuerza aplicada  $F$ .

$$T = r \times F$$

El torque es una magnitud vectorial, si  $\theta$  es el ángulo entre  $r$  y  $F$ , su valor numérico por definición del producto vectorial, es:

$$T = r F \text{sen}(\theta)$$

Su dirección es siempre perpendicular al plano de los vectores  $r$  y  $F$ , cuyo diagrama vectorial se muestra en la figura que sigue; su sentido está dado por la regla del producto vectorial o la regla de la mano derecha. En la regla de la mano derecha los cuatro dedos de la mano derecha apuntan a lo largo de  $r$  y luego se giran hacia  $F$  a través del ángulo  $\theta$ , la dirección del pulgar derecho estirado es la dirección del torque y en general de cualquier producto vectorial.



Una aplicación sencilla es el uso del torque como “palanca”, simplemente se tiene una palanca de longitud  $L$ . Al colocar un punto de apoyo fuera del centro de masa, se tiene un brazo largo  $L_1$  y el corto  $L_2$ . Si aplicamos una pequeña fuerza al extremo largo, lograremos levantar con poca dificultad un objeto colocado en el extremo corto. De esta manera nuestra grúa será capaz de levantar objetos pesados aplicando poca fuerza a la palanca.

### 3. Principios físicos de funcionamiento.

Nuestra grúa sustenta su funcionamiento en dos fenómenos físicos fundamentales. La palanca y el principio de Pascál, (explicados en detalle en el capítulo anterior).

**La Palanca**, tiene como objetivo amplificar la fuerza. Si le aplico una pequeña fuerza en uno de los extremos de un brazo elevador articulado, el otro extremo se moverá con mayor fuerza y menor dificultad.

**El Principio de Pascál**, permite transmitir la fuerza aplicada por medio de la presión en un líquido, que se transmite homogénea y casi instantáneamente a través de una manguera.

El mecanismo consiste en una delgada manguera en cuyos extremos colocamos inyectoras. Todo el sistema (inyectoras y mangueras), contienen un líquido inocuo coloreado. De preferencia agua con colorante vegetal. Ha de entenderse, que todo líquido puede aproximarse muy bien a un fluido incompresible, permitiendo de esta forma propagar la presión del líquido, en todas direcciones y casi de inmediato (no así para el caso de los gases...).

El mecanismo “compresor” lo ejecutan cuatro inyectoras colocadas en un montaje que podemos llamar “control remoto”.

Cada una de las inyectoras tiene su compañera que actuará de manera contraria, es decir, si una se comprime, la otra se expande, de esta manera podemos programar la acción que esperamos que ejecute.

Hemos programado tres movimientos para nuestra grúa, detallados a continuación :

1. Giro horizontal. Permite mover toda la grúa aproximadamente 60° en el plano horizontal.
2. Elevación. Permite que el brazo elevador articulado se eleve horizontalmente, en dos etapas controlado por dos inyectoras, una en cada extremo.
3. Sostenimiento. Permite que la “Tenaza” cierre o abra, permitiendo sostener objetos de forma cómoda.

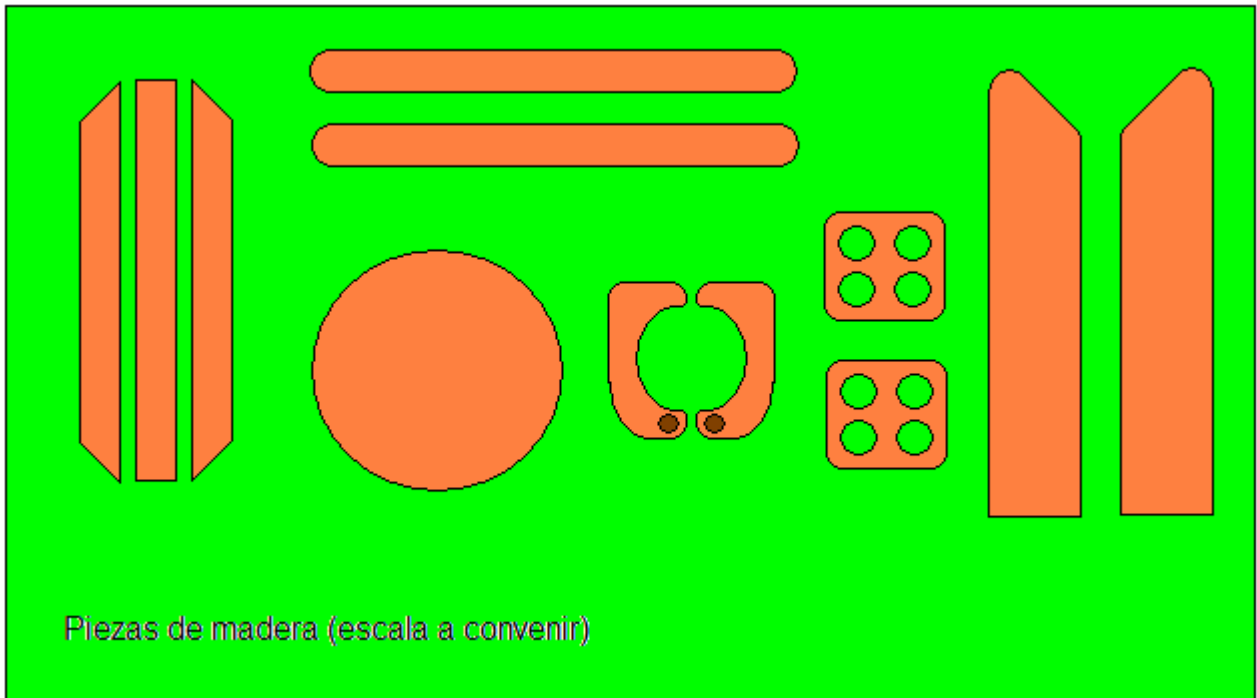
Agregar fotos....

### 4. Construcción.

#### **Materiales.**

Con la finalidad de disfrutar de este fascinante y didáctico dispositivo y hacer una mínima inversión, se han seleccionado materiales de bajo costo y de muy fácil adquisición. A continuación se suministra la lista de materiales.

Lista de materiales	
Madera liviana (chapilla o madera balsa)	≈ ½ metro cuadrado
Cuatro inyectoras desechables de 10 cc (sin aguja).	
5 metros de manguera plástica (empleadas en peceras)	
Grapas, clavos, tornillos, pegamento, lija, resorte, pintura y herramientas.	



### Procedimiento.

- Corte y lije, pegue y pinte la madera según lo indicado.
- Coloque los tornillos para ensamblar el mecanismo.
- Verifique la movilidad de todas las articulaciones.
- Monte toda la grúa sobre un sólido soporte de madera.
- Coloque las inyectoras en su posición.
- Llene de líquido las inyectoras y las mangueras.
- Proceda a purgar para eliminar las burbujas de agua.



**Algunas fotografías para mostrar los detalles.**



## **5 Bibliografía.**

1. <http://www.monografias.com/trabajos32/pascal-arquimedes-bernoulli/pascal-arquimedes-bernoulli.shtml>
2. <http://www.monografias.com/trabajos5/estat/estat.shtml>
3. <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/fluidos/estatica/introduccion/Introduccion.htm>
4. <http://newton.cnice.mecd.es/4eso/presion/index.html>
5. Física Fundamental, Frank J Blatt, Prentice Hall, Tercera Edición.