

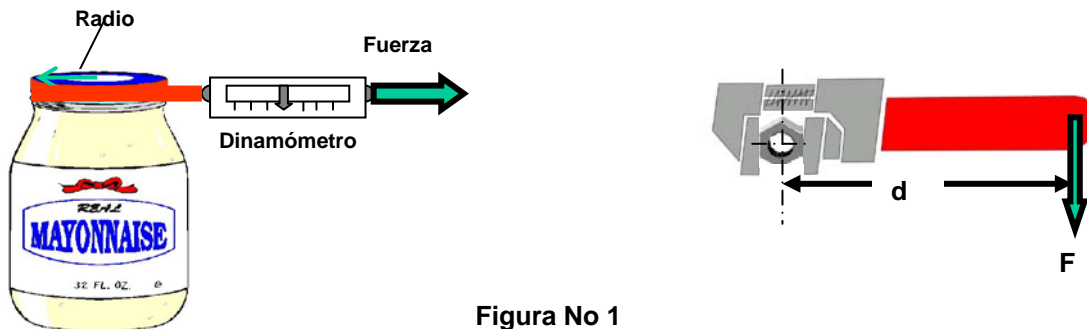
**¿QUE ES EL TORQUE ?.**

**Por: Ing. Guillermo Bavaresco.**

En los procesos industriales, siempre pensamos que para generar movimiento se requiere aplicar el concepto de Potencia. En la realidad la fuerza motriz para generar movimiento no está dada por la Potencia, es el **TORQUE**. En las próximas líneas se desarrolla de manera clara el concepto de Torque y su relación con la Potencia y los tipos de carga que podemos encontrar frecuentemente. **El Torque** es la fuerza de giro que puede ser suministrada por el eje de un motor hacia los ejes que estén acoplados y sometidos a cargas. En el sistema ingles la unidad de Torque es Libra fuerza-Pulgada (Lbf-Pulg) o Libra fuerza-Pie (Lbf-Pie), en el sistema internacional la unidad de torque viene expresada por Newton-Metro (N-m).

**TORQUE:**

Muchas veces tenemos dificultad para remover la tapa de un envase, esto ocurre porque estamos aplicando un torque insuficiente para lograr quitarla. Este problema lo podemos solucionar usando un trapo para evitar el deslizamiento de la mano sobre la tapa y de esta forma tener un mejor agarre para aplicar la fuerza o usar una herramienta mecánica que nos permita multiplicar la fuerza aplicada y por lo tanto aumentar el torque. Si amarramos una cinta alrededor de la tapa y aplicamos una fuerza midiendo su magnitud con un dinamómetro, como se muestra en la figura No 1, podríamos obtener el valor del torque real que se requiere para quitar la tapa del envase.



**Figura No 1**

El torque se expresa por la ecuación:

**TORQUE = FUERZA x RADIO.** o por la ecuación, **TORQUE = FUERZA x DISTANCIA.**

**BRAZO DE UNA FUERZA.**

Se llama brazo de una fuerza con respecto a un punto, a la distancia desde la dirección de la fuerza hasta dicho punto. No siempre basta conocer la intensidad de la fuerza para saber que efecto va a producir. Si dicho efecto es un giro (Torque) necesitamos conocer el valor del brazo de la fuerza (distancia o palanca). Así en la figura Nº 2 se ve que con poca fuerza y un brazo (distancia o palanca) lo suficientemente grande, podemos obtener un torque elevado, por otro lado si el brazo es pequeño, para obtener el mismo valor del torque se requiere aplicar una fuerza mayor



**Figura Nº 2**

Los ejemplos anteriores son básicos y no representan las situaciones comunes que requieren los procesos industriales. De manera general y desde el punto de vista industrial, podemos hablar del torque al freno o torque inicial de arranque, el cual es sustancialmente mayor que el torque que requiere un equipo cuando está en pleno movimiento. El aumento del torque inicial de arranque depende de las características mecánicas del equipo, así como del tipo de cojinete que usan sus partes móviles, de esto se desprende que al momento del arranque, el torque necesario para vencer la inercia del reposo es mayor que el torque requerido cuando está en pleno movimiento, en la figura No 3 se puede observar dos zonas importantes que muestran el valor del torque de arranque y el valor del torque cuando el equipo ya venció la inercia y esta en funcionamiento normal. La tabla N°1 indica los valores del torque al freno o torque de arranque para varias clasificaciones de maquinarias

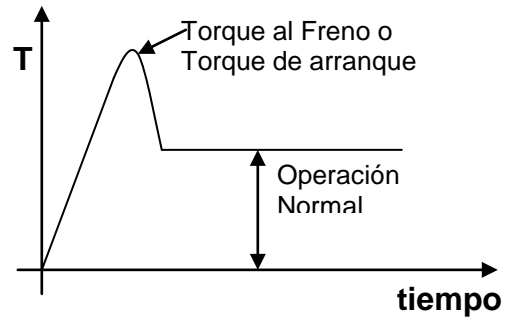


Figura N°3

Tipos de maquinarias	% del torque en operación normal
Maquinas en general con rodamientos de bolas o rodillos	120 a 130
Maquinas en general con cojinetes de fricción	130 a 160
Conveyors y maquinas con excesiva fricción	160 a 250
Maquinarias con altas cargas puntuales en sus ciclos.	250 a 600

Tabla N° 1 Torque al freno o torque de arranque característicos de diferentes tipos de maquinarias

En aplicaciones industriales el requerimiento de carga de torque es independiente de la velocidad con la cual la maquina está siendo conducida, este tipo de carga es generalmente llamado carga de torque constante, concepto éste que es utilizado para introducir la definición de POTENCIA, la cual podemos expresar en unidades inglesas como HORSEPOWER (HP) y en unidades internacionales como WATT (W) o KILOWATT (KW)

**POTENCIA:**

Desde que se creó la máquina de vapor fue necesario establecer una unidad de medida para la potencia, la cual debería ser usada básicamente como comparación con el trabajo realizado por un motor. Como unidad se seleccionó el nombre del animal que sería reemplazado por estos motores. Después de grandes intentos de pruebas se encontró un promedio del trabajo de un Caballo y este promedio fue de 33,000 Lbf-Pulg. en un (1) minuto, esto sería igual a que un caballo levante 2,000 libras a una altura de 16,5 pies o 1,000 libras a una altura de 33 pies en un minuto. (Ver figura N° 4)

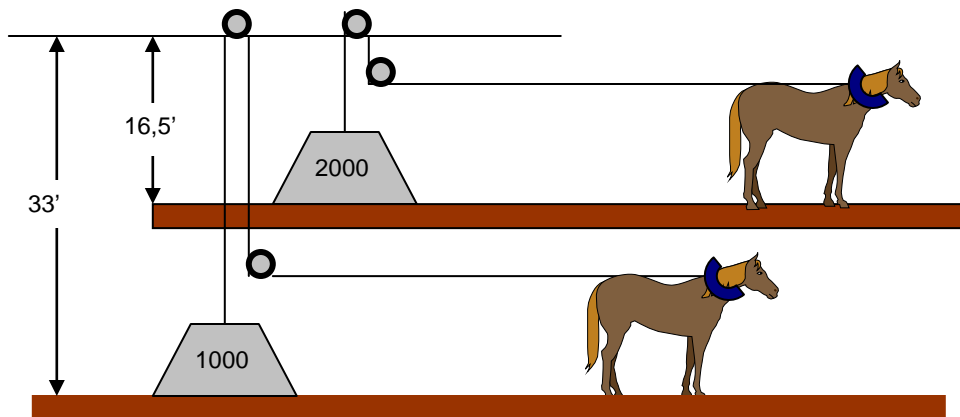


Figura N°4

Esta unidad, una vez establecida, se adoptó en el mundo occidental, como una medida estándar de la tasa a la cual un motor y otras máquinas conductoras pueden producir trabajo. Por ejemplo, un motor de 1 HP puede producir 33,000 Lbf-Pies de trabajo en un minuto.

El torque y la potencia están relacionados por la siguiente ecuación la cual establece que:

$$\text{Potencia} = \frac{\text{Torque} \times \text{Velocidad}}{\text{Constante}}$$

El valor de la constante cambia dependiendo del sistema de unidades que se este usando (Ver tabla N°2)

SISTEMA INGLES	SISTEMA INTERNACIONAL
$\text{HP} = \frac{T \cdot n}{63000}$ donde: T en Lbf.Pulgadas n en RPM	$\text{KW} = \frac{T \cdot n}{974}$ donde: T en Kgf.mts n en RPM

Tabla N°2

A continuación se presentan las condiciones más comunes de carga en los diferentes procesos Industriales:

### VELOCIDAD VARIABLE

La variación de la velocidad la podemos lograr por medios mecánicos (Cajas reductoras e incrementadoras) y por medios electrónicos (Variador de frecuencia), sin embargo, la carga más común utilizada para proporcionar velocidad variable de rotación a una máquina, es a Torque Constante, este no varía con respecto a la velocidad con que gire la máquina, sin embargo la Potencia varía directamente proporcional a la velocidad de giro. Esto se puede observar en la figura N°5

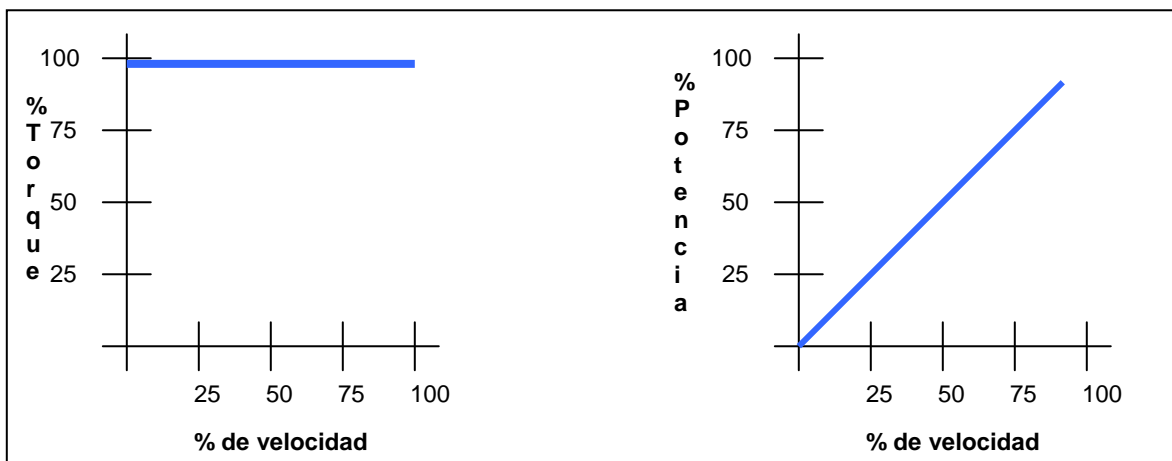


Figura N°5. Relación Torque- Velocidad y Potencia- Velocidad

En el caso de torque constante, el tamaño del motor a utilizar debe cumplir con tres requisitos básicos, los cuales son:

- 1) Tener el torque al freno requerido para arrancar y vencer la inercia.
- 2) Cumplir con los requerimientos de torque para hacer girar la carga
- 3) La velocidad de salida del motor debe ser la requerida para operar la máquina a su máxima velocidad.

Solo después de determinar estos tres requerimientos, es posible calcular la potencia requerida para la aplicación.

## POTENCIA CONSTANTE

Una carga típica que ocurre frecuentemente en aplicaciones de trabajo de los metales (Trabajos metal mecánicos), es la carga a potencia constante. En las aplicaciones que requieren potencia constante, el torque requerido es muy grande y la velocidad es pequeña o también del modo inverso, cuando el torque es bajo, la velocidad es muy alta. Esto lo podemos ver en la figura N° 6, en la cual se muestra la perforación de un agujero con una herramienta y una broca.

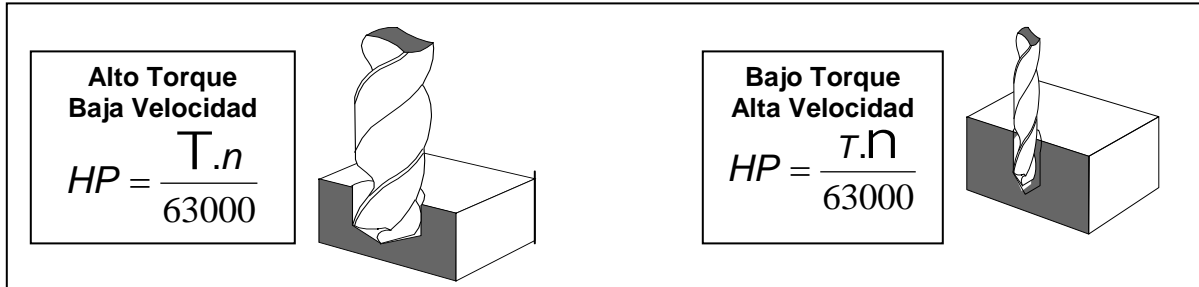


Figura N° 6

Cuando el hueco tiene un diámetro grande, el taladro debe manejarse a baja velocidad, pero requiere un gran torque para trabajar el metal. Cuando el hueco es de diámetro pequeño, podemos trabajar el metal a una velocidad mayor y esto requerirá un torque mucho menor. Matemáticamente, esto requiere que la potencia del taladro sea constante. Esta condición se aplica a todos los procesos metal mecánicos tales como: Taladrado, Torneado, Fresado, Estrucción, Trefilación. En Procesos donde se requiere mezclar dos o más componentes, tales como alimentos, en los cuales la mezcla es de alta viscosidad, se requiere que las máquinas mezcladoras funcionen a poca velocidad pero con un alto torque. La relación entre la potencia constante y la variación de torque y velocidad se representa en la figura N°7, la cual se muestra a continuación.

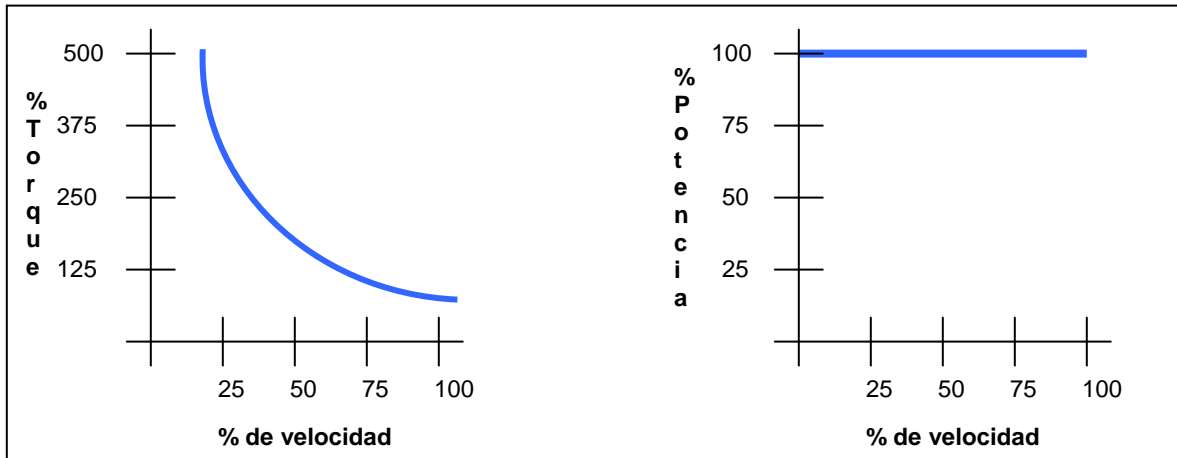


Figura N°7

## TORQUE VARIABLE

El otro tipo de carga que se usan en los procesos industriales, es la carga a torque variable, la cual la encontramos solamente en las bombas centrífugas, en los ventiladores y en los sopladores. Si vemos la sección transversal de una bomba centrífuga como se muestra en la figura N°8. para una carga a torque variable, el torque requerido a baja velocidad es muy bajo, pero el torque requerido a alta velocidad es muy alto.

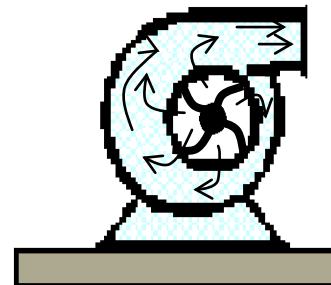


Figura N°8 – Sección de una bomba centrífuga de torque variable

Matemáticamente, los requerimientos de torque es una función del cuadrado de la velocidad y la potencia es una función de la velocidad al cubo.

La relación entre el torque la potencia y la velocidad sobre una carga de torque variable está mostrada en la figura N° 9 que se presenta a continuación:

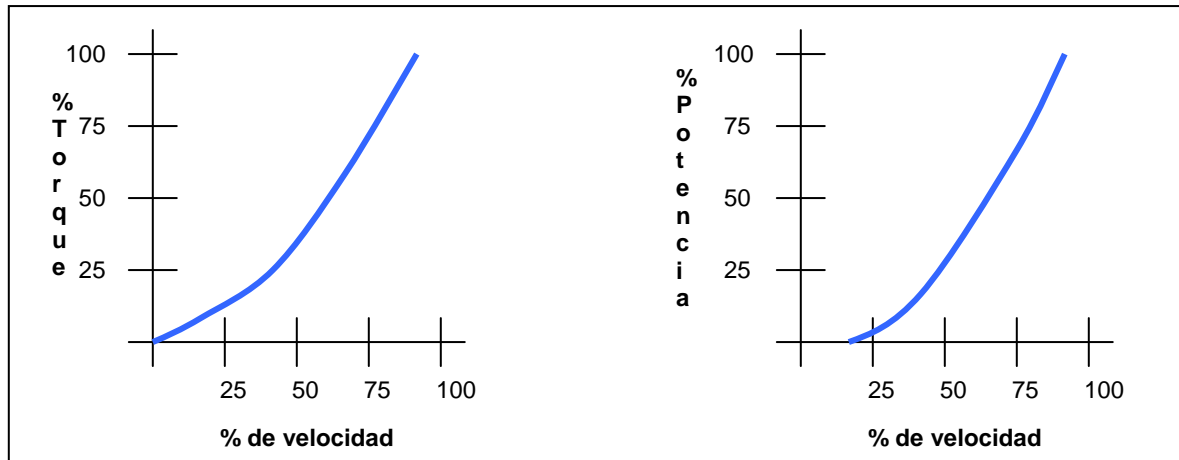


Figura N° 9

La clave para seleccionar una carga de torque variable, es relacionar estrictamente el torque y la potencia a la máxima velocidad que requiera el equipo. Si por ejemplo, incrementamos un 9% en la velocidad máxima, producirá un aumento en la potencia del 30%. En estos casos, es necesario conocer que un cambio de la relación de diámetros entre poleas nos puede ayudar a solventar los problemas de aumento de velocidad del equipo y de esta forma no se crea esta sobrepotencia en los motores y evitamos que puedan quemarse.

La tabla N° 3 ilustra los cambios dramáticos en potencia requerida para pequeños cambios en velocidad que ocurren con una carga de torque variable.

% de variación de velocidad	% de variación de torque	% de potencia original	% de variación de potencia
-20	-36	51	-49
-15	-28	61	-39
-10	-19	73	-27
-5	-10	86	-14
0	0	100	0
+5	+10	116	+16
+10	+21	133	+33
+15	+32	152	+52
+20	+44	173	+73

Tabla N° 3

En caso de que un sistema requiera cambios de velocidades con carga de torque variable, podemos encontrar en el mercado variadores de velocidad que pueden manejar estas variables, seleccionando el adecuado para manejar la potencia requerida a la máxima velocidad.

**RESUMEN:**

- 1) La fuerza necesaria para hacer girar un eje es el TORQUE, no la potencia.
- 2) La potencia, el torque y la velocidad determinan el valor total del trabajo que puede ser realizado en un intervalo de tiempo.

- 3) En todos los casos, la potencia requerida para una aplicación, puede ser determinada utilizando el torque requerido a la rata de velocidad requerida.
- 4) Cuando se usen variadores de velocidad, se debe determinar el tipo de carga. Muchas aplicaciones requieren de torque constante o variable y otras requieren potencia constante.

#### **BIBLIOGRAFÍA:**

- 1) **Cowern, Edward.** Undertading Torque, National Conference on Power Transmission, Baldor Electric Company
- 2) **Bavaresco, Guillermo.** Apuntes de Elementos de Máquinas I.
- 3) **Biblioteca Profesional E.P.S.** Tecnología Mecánica, Tomo II, Ediciones Don Bosco, Barcelona