

Departamento de Ingeniería Mecánica  
Universidad Carlos III de Madrid



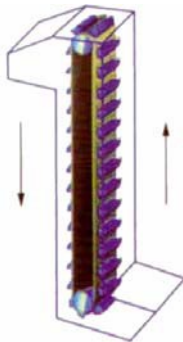
## ELEVADORES DE CANGILONES

TRANSPORTES

ELEVADORES DE CANGILONES

### ELEVADOR DE CANGILONES

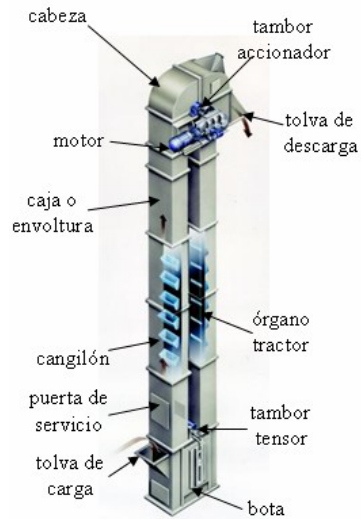
Los elevadores de cangilones son los sistemas más utilizados para el transporte vertical de materiales a granel, secos, húmedos e incluso líquidos.



- Son diseñados con amplias opciones de altura, velocidad y detalles constructivos según el tipo de material que tienen que transportar.
- Se montan en módulos para permitir definir de manera más eficaz la altura útil necesaria.



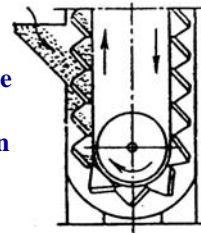
### ELEMENTOS



### SEGÚN EL TIPO DE CARGA

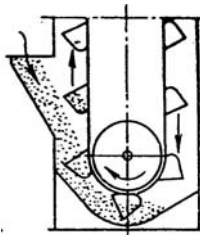
#### Directamente desde tolva

- Se emplean para el transporte de materiales de pedazos grandes y abrasivos.
- La velocidad de desplazamiento del órgano de tracción es bajo.



#### Por dragado

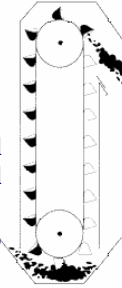
- Se emplean para el transporte de materiales que no ofrecen resistencia a la extracción, pulvulentos y de granulación fina.



## SEGÚN EL TIPO DE DESCARGA

### Centrífuga

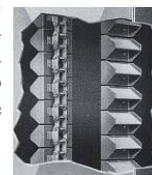
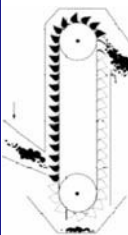
- Es el tipo más utilizado.
- Grandes velocidades de desplazamiento (1.2 y 1.4 m/s).
- La carga se efectúa generalmente por dragado del material depositado en la parte inferior del transportador.
- La distancia de separación entre cangilones es de 2 a 3 veces la altura del cangilón.



## SEGÚN EL TIPO DE DESCARGA

### Gravedad o continua

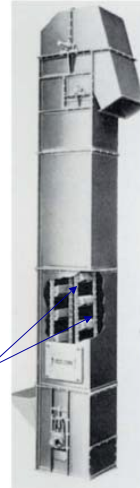
- Bajas velocidades de desplazamiento (0.5 y 1.0 m/s).
- Se aprovecha el propio peso del material para la descarga del mismo.
- Clasificación:
  - Por gravedad libre. Es necesario desviar el ramal libre del elevador mediante estrangulamiento o inclinar el propio elevador.
  - Por gravedad dirigida. Los cangilones se sitúan de forma continua, sin separación entre ellos (de escama). La descarga del material se efectúa por efecto de la gravedad utilizando la parte inferior del cangilón precedente como tolva de descarga. La carga se realiza directamente desde la tolva.



### SEGÚN EL TIPO DE DESCARGA

#### Positiva

- Elevador es parecido al tipo centrífugo salvo que los cangilones están montados en los extremos con dos cordones o torones de cadena.
- La velocidad de los cangilones es lenta y apropiada para materiales livianos, aireados y pegajosos.



Cordones o torones de cadena

### FLUJO DE MATERIAL TRANSPORTADO

Volumen del cangilón (l)

Peso de material transportado (kg)

$$P_c = i \cdot \rho \cdot j$$

Coeficiente de relleno del cangilón (0,6 – 0,9)

Densidad de la carga a granel (kg/l)

Flujo de material transportado (t/h)

$$Q = 3,6 \cdot \frac{P_c \cdot v}{t}$$

Velocidad de desplazamiento

Paso:

Cangilones normales:  $t \in [2h, 3h]$

Altura del cangilón

Cangilones de escama:  $t = h$

Para cadenas:

$$t = cte \cdot t_{cadena}$$

### POTENCIA DE DESPLAZAMIENTO

Fuerza necesaria que tiene que generar el tambor de accionamiento para mover la banda (kg):

$F_a = \frac{Q}{3.6 \cdot v} \cdot (H + H_0)$ <p>Altura de elevación (m)    Altura ficticia (m)</p>	Sistema de carga	Tamaño del material	Valor de H <sub>0</sub> (m)
	Desde tolva		3.8
	Por dragado	Pequeño	7.6
		Mediano	11.4
Grande		15.3	

Potencia de accionamiento necesaria del motor (CV):

$$N_a = \frac{F_a \cdot v}{75 \cdot \eta}$$

Rendimiento del motor

### TENSIÓN MÁXIMA DE LA BANDA

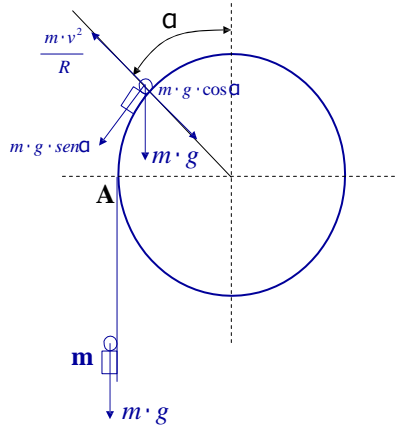
Tensión máxima de la banda (kg):

$$T_a = F_a \cdot k$$

Coficiente que depende del tambor

Condiciones del tambor	K
Liso húmedo	3.20
Liso seco	1.64
Recubierto húmedo	1.73
Recubierto seco	1.49

**DESCARGA DEL MATERIAL**

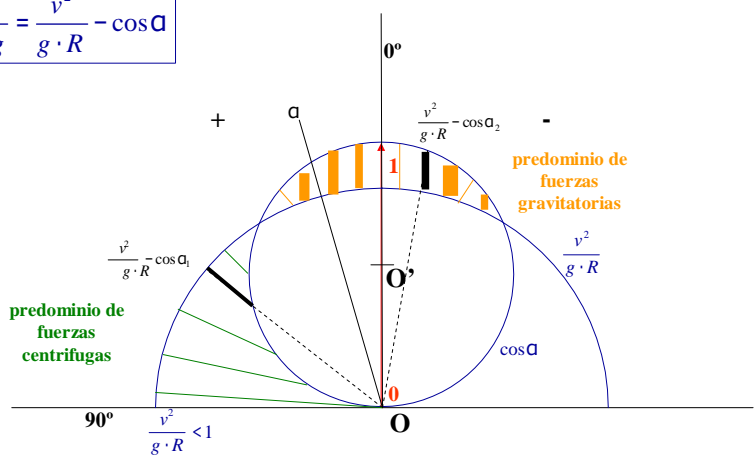


$$F_R = \frac{m \cdot v^2}{R} - m \cdot g \cdot \cos \alpha$$

$$\frac{F_R}{m \cdot g} = \frac{v^2}{g \cdot R} - \cos \alpha \quad \left\{ \begin{array}{l} < \\ = \\ > \end{array} \right. \quad \mathbf{0}$$

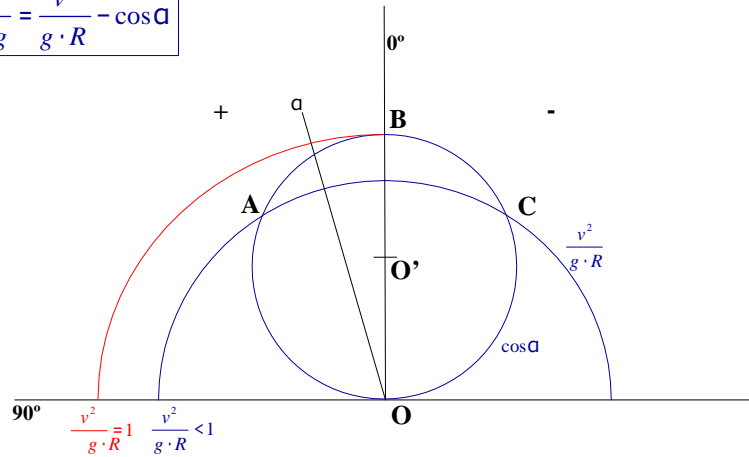
**DESCARGA DEL MATERIAL**

$$\frac{F_R}{m \cdot g} = \frac{v^2}{g \cdot R} - \cos \alpha$$

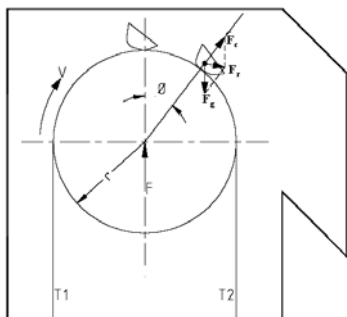


**DESCARGA DEL MATERIAL**

$$\frac{F_R}{m \cdot g} = \frac{v^2}{g \cdot R} - \cos \alpha$$



**DESCARGA DEL MATERIAL**



**Diámetro del tambor**

$$F_c = F_g$$

$$m \cdot \frac{V^2}{R} = m \cdot g \implies R = \frac{V^2}{g}$$

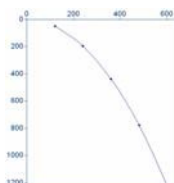
**Trayectoria del material**

$$s = v \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

$\underbrace{\hspace{1cm}}_{S_h} \quad \underbrace{\hspace{1cm}}_{S_v}$

v = 0.5 m/s

TIEMPO (s)	S <sub>h</sub> (m)	S <sub>v</sub> (m)
0.1	120	50
0.2	240	195
0.3	360	440
0.4	480	780
0.5	600	1220

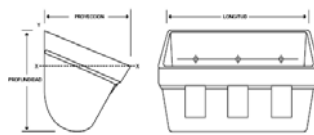


**EJEMPLO**

Diseñar las características que debe tener un elevador de cangilones que ha de transportar arcilla seca cuya densidad es de 1700 kg/m<sup>3</sup> con una capacidad aproximada de 15 t/h:

- Tamaño del cangilón
- Espaciado
- Velocidad de la banda
- Diámetro del tambor

**EJEMPLO**



CANGILONES ELEVADORES DE PLASTICO MAXI-TUFF® USO AA INDUSTRIAL

Tamaño del cangilón	Longitud (mm)	Proyección (mm)	Profundidad (mm)	Peso (Kg)	100% Capacidad bruta (litros) X—Y
4x3	100	80	80	0.12	0.26
5x4	134	105	105	0.24	0.74
6x4	156	105	105	0.27	0.88
7x4	185	105	105	0.30	1.07
7x5	181	131	134	0.44	1.55
8x5	207	131	134	0.50	1.83
9x5	232	131	134	0.54	1.99
9x6	239	156	156	0.68	2.80
10x6	264	156	156	0.74	3.14
11x6	289	156	156	0.78	3.43
12x6	315	156	156	0.98	4.06
12x7	315	181	181	1.14	5.25
14x7	366	181	181	1.37	6.30
14x8	366	207	207	1.93	7.60
16x8	416	207	207	2.16	8.85
18x8	461	207	207	2.32	10.15
18x10	470	258	258	3.68	15.00



**EJEMPLO**

$$\begin{aligned} \text{peso de la carga} &= \frac{2}{3} \cdot \text{volumen del cangilon} \cdot \text{densidad} = \\ &= \frac{2}{3} \cdot 0.74 \text{ litros} \cdot 1700 \text{ kg/m}^3 = 0.84 \text{ kg por cangilon} \end{aligned}$$

**Para mover 15 t/h se necesitan:**

$$\frac{15000 \text{ kg/h}}{0.84 \text{ kg/cangilon}} \approx 17857 \text{ cangilon/h} \approx 298 \text{ cangilon/min} \approx 5 \text{ cangilon/sg}$$

**Espaciado:**

**Cangilon normales: paso=[2h,3h]**

**Altura del cangilón=105 mm → Paso= 300 mm**

**EJEMPLO**

**Velocidad de desplazamiento de la banda:**

$$\text{velocidad} = 5 \text{ cangilon/sg} \cdot 300 \text{ mm} = 1.5 \text{ m/s}$$

**DESCARGA CENTRÍFUGA**

**Diámetro del tambor:**

$$R = \frac{v^2}{g} = \frac{(1.5 \text{ m/s})^2}{9.8 \text{ m/s}^2} \approx 230 \text{ mm}$$

$$D = 2 \cdot R = 460 \text{ mm}$$