



FACULTAD DE INGENIERIA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

# Tecnología Industrial

## Tema 11

### Transporte de materiales

- Fuera de planta

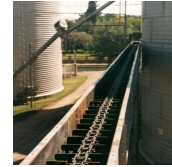
- Aéreo
- Marítimo
- Por carretera
- Ferroviario
- Gasoductos, poliductos
- Cable carril
- Cintas transportadoras
- Motopalas
- etc.



## Transporte de materiales

### Dentro de planta

- a cinta
- elevadores a cangilones
- Redler o "en masa"
- Panzer o "blindados"
- a tornillo sin fin
- por gravedad
- a canal vibrante
- neumático
- Otros ( grúas de puesto , puentes grúas ,  
monorraíles, montacargas, etc.)



## Transporte de materiales

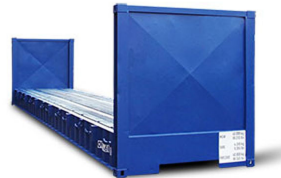
### • Auxiliares logísticos

- Auto elevadores
- Grúas autopropulsadas
- Transpallet



# El Contenedor

- 20 y 40 pies
- Refrigerados
- Open top
- Flat rack
- Flexitanks y tanktainers



# El Contenedor

CONTENEDORES DRY O SECOS	CONTENEDORES REFRIGERADOS	CONTENEDORES ABIERTOS	FLAT RACK
 <p>20' DRY</p> <p>L: 5.900mm W:2.352 mm H: 2.392mm <b>33 M<sup>3</sup></b></p>	 <p>REFFER 20'</p> <p>L: 5.025 mm W:2.225mm H: 2.169mm <b>24.3 M<sup>3</sup></b></p>	 <p>OPEN TOP 20'</p> <p>L: 5.900 mm W:2.350mm H: 2.330mm <b>32.3 M<sup>3</sup></b></p>	 <p>FLAT RACK SIN TAPAS LATERALES 20'</p> <p>L: 5.900 mm W:2.148mm H: 2.176mm <b>27.6 M<sup>3</sup></b></p>
<p>40' DRY</p> <p>L: 12.031mm W:2.352 mm H: 2.392mm <b>67,7 M<sup>3</sup></b></p>	<p>REFFER 40'</p> <p>L: 10.050mm W:2.225 mm H: 2.169mm <b>48.5 M<sup>3</sup></b></p>	<p>OPEN TOP 40'</p> <p>L: 12.031mm W:2.3580 mm H: 2.392mm <b>65,9 M<sup>3</sup></b></p>	<p>FLAT RACK SIN TAPAS LATERALES 40'</p> <p>L: 12.032 mm W:2.240mm H: 2.034mm <b>54.8 M<sup>3</sup></b></p>
<p>40' DRY HIGH CUBE</p> <p>L: 12.031mm W:2.352 mm H: 2.697mm <b>76,3 M<sup>3</sup></b></p>	<p>REFFER 40' HIG CUBE</p> <p>L: 12.571 mm W:2.286mm H: 2.532mm <b>64.3 M<sup>3</sup></b></p>	<p>OPEN TOP 40'</p> <p>L: 12.031mm W:2.3580 mm H: 2.392mm <b>65,9 M<sup>3</sup></b></p>	<p>FLAT RACK SIN TAPAS LATERALES 40'</p> <p>L: 12.032 mm W:2.240mm H: 2.034mm <b>54.8 M<sup>3</sup></b></p>

## Contenedores cerrados

20' y 40' DRY , High Cube , Hard Top



## CONTENEDORES ABIERTOS

Open top 20' y 40' flat rack 20' y 40' ,Plataforma 20'

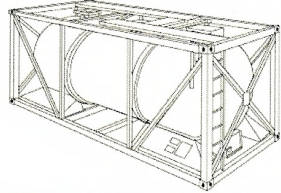


## Contenedores Reefers e isotanque



**Contenedor REEFER 40'**

- > Diseñado para cargas que requieren de temperaturas constantes o por debajo del punto de congelación.
- > El suministro de frío esta totalmente controlado, ya que posee una unidad de refrigeración que asegura la conservación de la temperatura de acuerdo a lo que requiera la carga.
- > Máximo peso bruto: 34000 Kg (74960 lbs)
- > Máxima capacidad de carga: 29400 Kg (64820 lbs)
- > Tara: 4600 Kg
- > Capacidad: 60 m<sup>3</sup>



**Isotanque 20'**

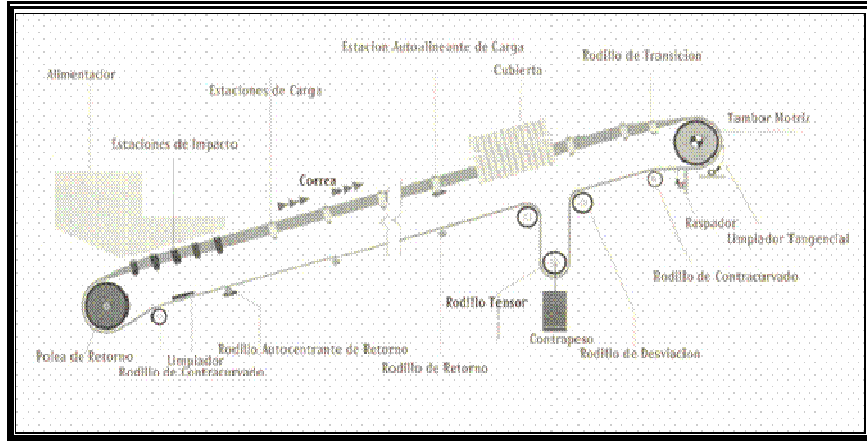
- > Disponible para productos químicos IMO, no peligrosos (Ej. Oxidantes, inflamables, corrosivos).
- > No debe llenarse menos del 80% del tanque ni alcanzar el 100%.
- > Para productos comestibles (Aceites, jugos fruta, alcohol).
- > Máximo neto: 11479 Kg (67200 lbs)
- > Tara: 2845 Kg
- > Capacidad de almacenamiento: 20000 lts.

## Transportes a cinta

- **Características** : muy utilizados , adaptables, pueden transportar horizontal y verticalmente en forma simultanea ( dentro de ciertos límites ) , buen rendimiento volumétrico , fácil carga y descarga , poco mantenimiento
- **2 Tipos fundamentales** : planas y abarquilladas
- **Tipos de bandas** : lisas continuas , espina de pescado, etc.
- **Componentes** : Cabezal motriz , cabezal conducido, banda , chasis , rascador , tolva de carga



## Transportes a cinta



## Variedad de usos

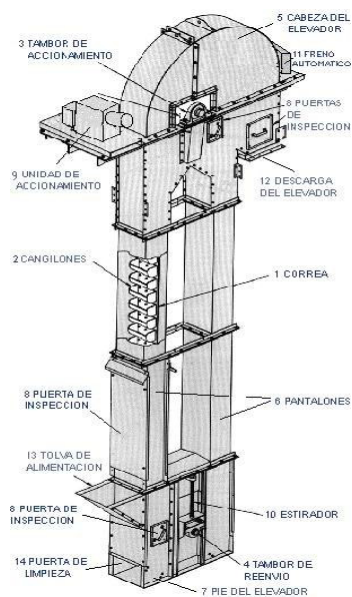


## Elevadores a cangilones

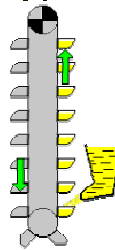


- **Características** : permiten elevar materiales en forma vertical , permiten elevar sólidos , líquidos , mezclas , permiten llegar a grandes alturas ( 50 m o más ) , grandes capacidades volumétricas ( hasta 600 m<sup>3</sup>/h ) , distintos tipos de cangilones.
- **Tipos** :
  - Verticales o inclinados
  - De descarga centrífuga o por gravedad
  - De cangilones espaciados o continuos
  - De banda o de cadena

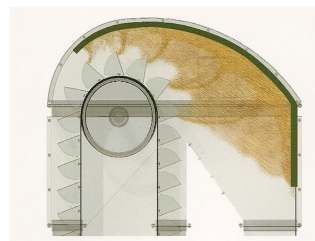
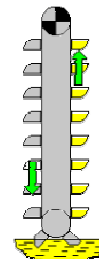
## Elevadores a cangilones



a) Carga por tolva



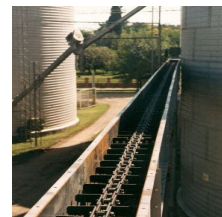
b) Carga por inmersión



## Transporte Redler

- **Descripción** : Cadena sin fin , cuyos eslabones llevan incorporados barras transversales de diversas formas , dentro de una caja hermética. El material es arrastrado sobre los fondos de la caja por acción de barras de arrastre.
- **Ventajas** : ocupan poco espacio transversal, no contamina (materiales pulverulentos en caja hermética), transporte horizontal , inclinado o vertical o combinaciones, la carga y descarga se puede hacer en cualquier punto con solo practicar una abertura , robustos , poco cuidados.
- **Capacidades** : hasta 1000 ton/h , longitudes de hasta 150 m  
Velocidades hasta 2 m/s

## Transporte Redler



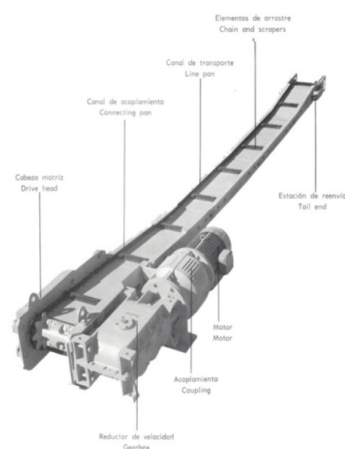


## Transporte Panzer

- **Descripción** : constan de una cabeza motriz, una cabeza de reenvío , bastidor y un elemento de arrastre consistente en 2 cadenas a las cuales van fijados a intervalos regulares travesaños de arrastre.
- **Usos y ventajas** : muy usados en minería subterránea , poca altura , robustos y adaptables a las irregularidades del terreno ( pueden describir curvas ).
- **Capacidades** : dependerá del trazado , tipo de material , coeficiente de rozamiento , etc.



## Transporte Panzer

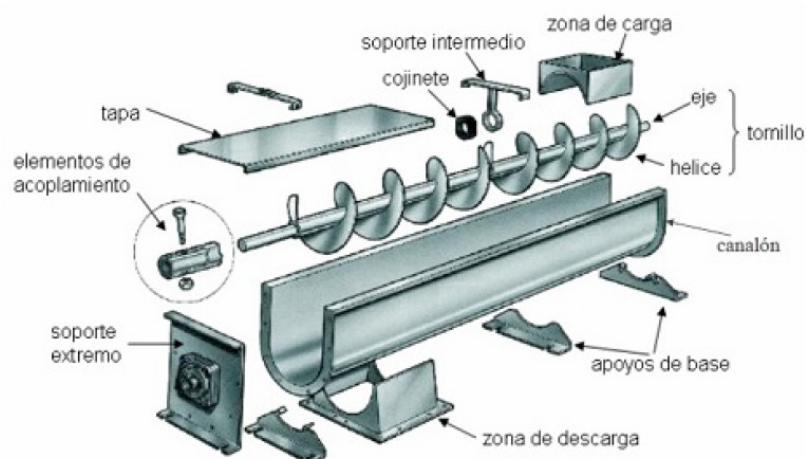


## Transportes a tornillo



- **Descripción** : Consiste en un helicoide por lo general metálico cuyo eje va apoyado en los extremos de un tubo o caja portante. La motorización se realiza por un extremo.
- **Usos y ventajas** : ocupa poco espacio transversal , puede ser estanco ( evita polvos ).  
Se usa para transportar materiales no muy densos , no friables y de poca adherencia a las paredes de la caja , puede transportar líquidos.
- **Capacidades** : inclinación hasta  $15^\circ$  , hasta 300 ton/h , longitud máx. 50 m (limitada por la resistencia a la torsión del eje )

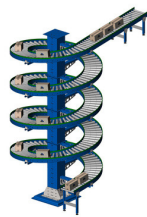
## Transportes a tornillo



## Transporte por gravedad

- **Descripción** : aprovechan la fuerza de gravedad , solo pueden transportar hacia abajo , el ángulo de inclinación mínimo ( talud natural ) dependerá del rozamiento del material , si no se dispone de espacio pueden ser helicoidales
- **Tipos usuales** : plano inclinado , canalón , tubo

## Transporte por gravedad



## Transporte a canal vibrante

- **Descripción** : bandeja o canaleta que por vibración hace avanzar el material a transportar.
- **Elementos constitutivos** : bandeja o canaleta, generador de vibraciones ( biela manivela, motor eléctrico desequilibrado, vibradores magnéticos , hidráulicos o neumáticos ).
- **Usos** : hasta 100 ton/h , hasta 200 m
- **Tipos** : a presión adherente constante (vibración en dirección paralela a la bandeja)  
a presión adherente variable ( vibración en dirección inclinada a la bandeja).



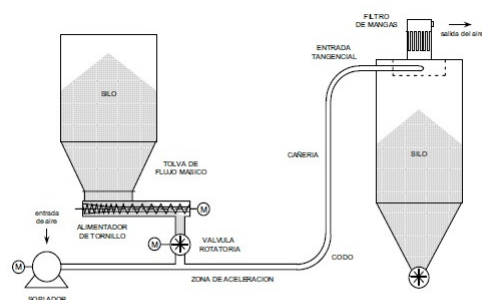
## Transporte a canal vibrante



## Transporte neumático

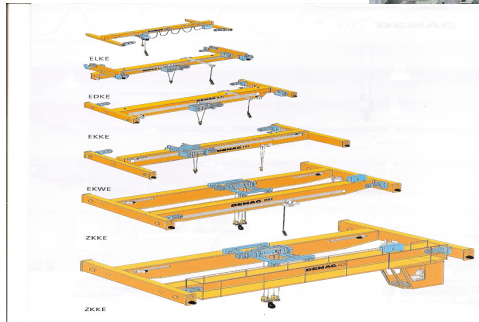
- **Descripción** : se usa para transportar materiales en pequeños pedazos (astillas, virutas, polvos, granos) , mediante una corriente de aire , el material debe tener baja humedad.
- **Usos y ventajas** : permite recorridos sinuosos, transporte de materiales contaminantes (succión en el medio ) , permite cargas y descargas en distintos puntos, permite secar los materiales transportados ( aire caliente ).
- **Tipos** : por succión , por presión, mixtos

## Transporte neumático



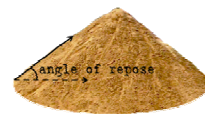
**Figura 1:** Esquema de un sistema de transporte neumático en fase diluida y de baja presión positiva.

## El Puente Grúa



## Características de los materiales a transportar

- Peso específico aparente
- Tamaño y granulometría
- Abrasividad
- Ángulo de talud natural ( reposo y dinámico)
- Rozamiento
- Adherencia
- Friabilidad
- Temperatura
- Explosivo o tóxico
- Condiciones sanitarias
- Derivados del petróleo



## Criterios de selección de máquinas de transporte

- Planificación ( gráfica , cronométrica )
- Observancia de normas generales
- Selección
- Estudio económico comparativo
  - Costo inicial a amortizar = cto. de adquisición + cto. Instalación
  - Costo de reparación = 0,5 a 0,9 del cto. amort.
  - Costo de energía
  - Costo de mano de obra
  - Intereses del capital

## El almacén automatizado



- Almacenaje que integra : estanterías , transelevadores y transportadores aportando todos los movimientos necesarios dentro del almacén.
- Las máquinas son controladas por software que coordina y optimiza los movimientos
- Ventajas : Automatiza las operaciones de entrada y salida de productos
- Elimina errores derivados de la gestión manual
- Controla y actualiza la gestión de inventarios



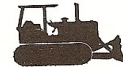
## Máq.. p/ móv.. de suelos

- Retroexcavadora
- Pala cargadora
- Moto niveladora
- Compactadora
- Topadora
- Camión de obra
- Moto tráiler , volquetes articulados , etc.





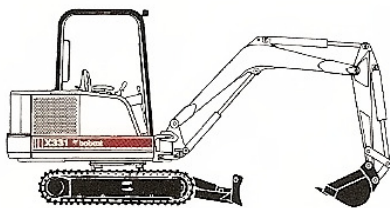
# Tractores de orugas y de rueda



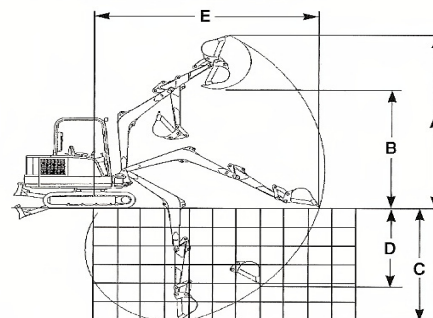
D7G B.P.S.



# Retro Excavadora

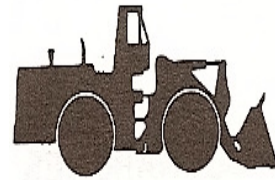
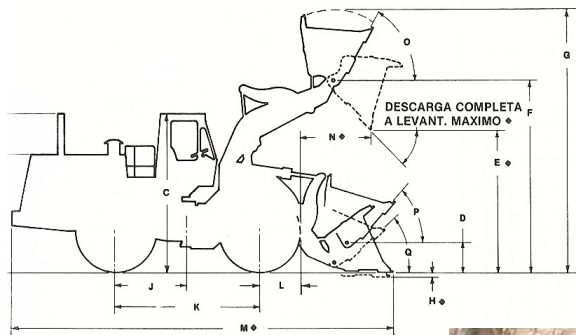


## Working Range



	320	325	331
Arm Length	40' (1023 mm)	41.3' (1050 mm)	47.2' (1200 mm)
A. Max. Digging Height	135.4' (3440 mm)	161.1' (4093 mm)	178.2' (4527 mm)
B. Max. Dumping Height	96.6' (2452 mm)	112.4' (2855 mm)	122.3' (3108 mm)
C. Max. Digging Depth	86.6' (2199 mm)	98.9' (2472 mm)	121.3' (3082 mm)
D. Max. Vertical Wall Digging Depth	61.3' (1557 mm)	63.9' (1622 mm)	84.4' (2144 mm)
E. Max. Digging Reach At Ground Level	149.5' (3799 mm)	166.4' (4225 mm)	191.0' (4853 mm)
Bucket Breakout Force	3408 lbf (15160 N)	4567 lbf (20315 N)	7000 lbf (31136 N)

## Cargador Frontal



## Camión para obras



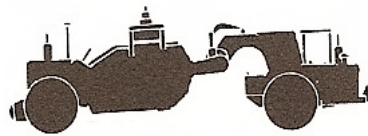
789

1271 kW	1705 HP
1343 kW	1800 HP
112 946 kg	249,000 lb
51 km/h	32 mph
267 170 kg	589,000 lb

46%

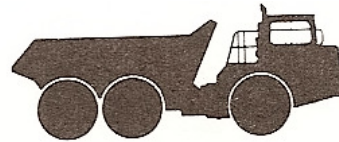


## Traíllas , Traíllas en tandem, Volquetes articulados



**657E**

410 kW	550 HP
298 kW	400 HP
75 875 kg	167,270 lb
33,6 m <sup>3</sup>	44 yd <sup>3</sup>
47 200 kg	104,000 lb
123 075 kg	271,270 lb



**D550**

343 kW	460 HP
37 830 kg	83,400 lb
48 km/h	30 mph
87 726 kg	193,400 lb



## Selección de una banda transportadora

Datos :

- Naturaleza y tamaño del material.
- Capacidad horaria.
- Disposición y longitud de la cinta.

Resultados :

- Ancho de banda.
- Velocidad de la cinta.
- Numero y tipo de telas.
- Calidad de la cinta.
- Espesor de la goma de cobertura.

## Selección de una banda transportadora

### Características del material.

Datos : Material y condición de transporte.

**TABLA 2 (continuación)**

Peso específico aparente, abrasividad, ángulo de reposo y ángulo de sobrecarga dinámica de los materiales. Máxima inclinación recomendable del transportador, en función del tipo de material. Datos orientativos

MATERIAL		Peso específico kg/m <sup>3</sup>	Máxima inclinación recomen- dable	Abra- sivi- dad	Angulo de reposo del material	Angulo de sobrecarga dinámica
Tipo	Condición		Grados		Grados	Grados
Canto rodado	Mojado	2 000	12-14	P. A.	10-20	5
Caucho	Pelletizado	800-900	22	N. A.	32	10-20
Caucho regenerado	Trozos	400-500	18	N. A.	32	10-20
Cenizas	Carbón, mojadas	750	25	N. A.	35-40	25
	Carbón, secas	600	23	N. A.	35-40	20
	Aerizadas	600-700	23	N. A.	30-35	30
Coque	De petróleo	650	18-20	A.	30-35	20
Corteza	De tronco	240	27	P. A.	40	30
Café	Grano verde < 7 mm	500	10,15	N. A.	25	10
Carbonato de sodio	Briquetas < 12 mm	800	7	P. A.	22	5-10

## Selección de una banda transportadora

### Factores de corrección.

**TABLA 3**

Coefficiente de corrección de la capacidad de transporte, en función del ángulo de concavidad de rodillos triples portantes, y el ángulo de sobrecarga dinámica del material

Angulo de concavidad (Rodillos triples iguales)	Angulo de sobrecarga dinámica del material				
	0°	5°	10°	20°	30°
0° (cinta plana)	—	0,12	0,24	0,48	0,73
10°	0,29	0,41	0,52	0,76	1
20°	0,56	0,67	0,78	1	1,24
35°	0,80	0,90	1	1,20	1,41
45°	1,04	1,12	1,20	1,37	1,54

## Selección de una banda transportadora

**TABLA 4**

Coefficiente de corrección de la capacidad de transporte, en función del ángulo de concavidad de rodillos portantes dobles y el ángulo de sobrecarga dinámica del material

Angulo de concavidad (Rodillos dobles)	Angulo de sobrecarga dinámica del material			
	0°	10°	20°	30°
15°	0,49	0,70	0,93	1,16
20°	0,64	0,84	1,05	1,27
25°	0,76	0,95	1,14	1,35

**TABLA 5**

Coefficiente de corrección de la capacidad de transporte según el ángulo de inclinación de la cinta

Angulo de inclinación de la cinta (grados)	2°	4°	6°	8°	10°	12°	14°	16°	18°	20°
Coefficiente de corrección	1	0,99	0,98	0,97	0,95	0,93	0,91	0,89	0,85	0,81
Angulo de inclinación de la cinta (grados)	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°
Coefficiente de corrección	0,78	0,76	0,73	0,71	0,68	0,66	0,64	0,61	0,59	0,56

## Selección de una banda transportadora

Capacidad de transporte ficticia

$$\text{Capacidad ficticia} = \frac{\text{Capacidad real}}{\text{Coefficiente corrección de concavado y sobrecarga multiplicado por coeficiente corrección de inclinación}}$$

$$\text{Capacidad de transporte Real} = C_f \times C_{CCS} \times C_{CI}$$

## Selección de una banda transportadora

### Ancho y velocidad de la banda.

TABLA 1 (continuación)

Capacidad horaria de transporte de una cinta cóncava en correspondencia con su ancho, velocidad, naturaleza y tamaño de los trozos de material transportado. Para tríos de rodillos portantes iguales, inclinados a 20° y material con 20% de sobrecarga dinámica

Material transportado Peso específico kg/m <sup>3</sup>	Ancho de la cinta mm	Capacidad de transporte en toneladas/hora																Tamaño máx. del material mm	
		Velocidad de la cinta en m/seg																En trozos	Mezclado
		0.5	0.75	1	1.25	1.5	1.75	2	2.25	2.5	2.75	3	3.25	3.5	3.75	4			
Asfalto en trozos	300	15	23	31	39	46	54	62										50	75
Canizas	400	28	42	57	71	85	100	114	128	142								70	100
Cloruro de calcio	500	45	68	91	114	136	159	182	205	227	250	273						90	150
Yeso en trozos	600	67	94	134	167	201	235	268	302	335	368	402						110	200
Tierra	700	92	138	184	230	276	322	368	413	460	505	552	597	643				130	250
	800	123	184	246	307	369	430	492	615	653	677	737	800	860				150	300
	900	158	238	317	396	475	555	634	713	792	870	950	1030	1110	1185	1267		170	350
Otros materiales de peso específico	1 000	199	291	398	497	597	697	796	895	995	1090	1195	1292	1392	1492	1592		200	400
	1 100	246	368	492	615	737	862	984	1105	1228	1350	1475	1595	1720	1845	1965		230	450
1 250 kg/m <sup>3</sup>	1 200	297	446	595	733	890	1040	1190	1340	1490	1635	1785	1935	2080	2230	2380		260	500
	1 300	355	523	710	888	1065	1242	1420	1596	1775	1950	2130	2310	2485	2685	2840		300	550
Caliza en trozos pequeños	300	18	26	36	44	54	64	74										50	75
Greda	400	34	50	68	84	102	119	136	153	170								70	100
Rocas volcánicas en trozos	500	54	82	109	136	163	191	218	245	272	300	327						90	150
Arena seca	600	80	120	160	200	240	280	320	360	400	440	480						110	200
Vidrio	700	111	166	222	277	333	388	443	500	554	610	665	720	775				130	250
	800	147	221	295	369	443	517	590	615	737	812	885	960	1035				150	300
	900	190	285	380	475	570	665	760	855	950	1045	1140	1235	1330	1425	1520		170	350

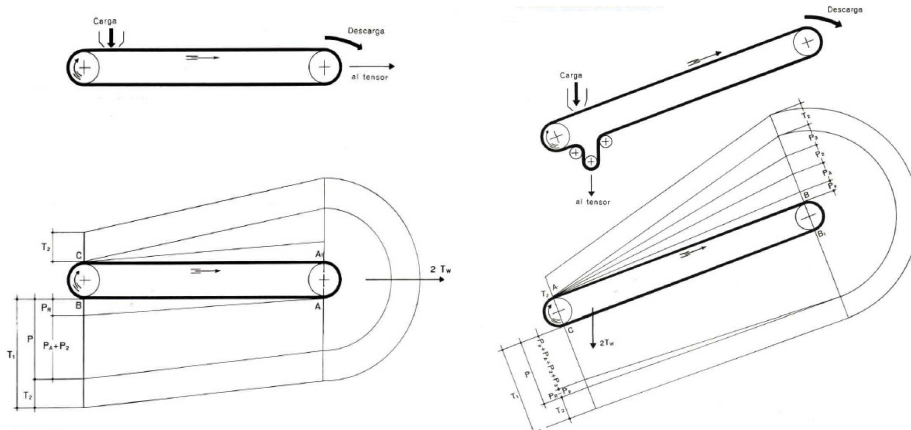
## Selección de una banda transportadora

### Cálculo de la tensión máxima.

- Esfuerzo necesario para mover la cinta en vacío.
- Esfuerzo necesario para mover el material horizontalmente.
- Esfuerzo necesario para mover el material verticalmente.
- Esfuerzo necesario para vencer la resistencia ofrecida por descargadores.
- Esfuerzo total =  $\sum F_i$

## Selección de una banda transportadora

### Cálculo de Tmax



## Selección de una banda transportadora

### Número de telas.

$$\text{Número de telas} = \frac{T_{\text{máx}}}{L \times T_e}$$

L, el ancho de la cinta en centímetros.

$T_e$ , la carga de trabajo de la cinta en kilogramos por centímetro de ancho y por tela.

TIPO DE TEJIDO	Carga de trabajo máxima recomendada de la cinta en kilogramos por centímetros de ancho y por tela	
	Unión metálica	Unión vulcanizada
L = Algodón de 28 onzas	4,5	5
M = Algodón de 32 onzas	5,5	6
CN6 = Algodón-Nylon	5,5	6
P = Algodón de 35 onzas	6,5	7
CN7 = Algodón-Nylon	6,5	7
Ny 12,5 = Nylon-Nylon	12,5	12,5
Ny 20 = Nylon-Nylon	20	20
Ny 31,5 = Nylon-Nylon	25 (*)	31,5
Ry-Ny 10 = Rayón-Nylon	7,5 (**)	10
Ry-Ny 16 = Rayón-Nylon	12 (**)	16
Ry-Ny 20 = Rayón-Nylon	14 (**)	20

## Selección de una banda transportadora

Tipo y espesor de cobertura de la goma.

- Intensidad abrasiva (material, tamaño y forma de los trozos, condiciones de carga).
- Frecuencia de acción abrasiva (depende directamente de la velocidad de la banda e inversamente de su longitud)
- Temperatura, acción química ..etc

## Selección de una banda transportadora

Tipo y espesor de cobertura de la goma.

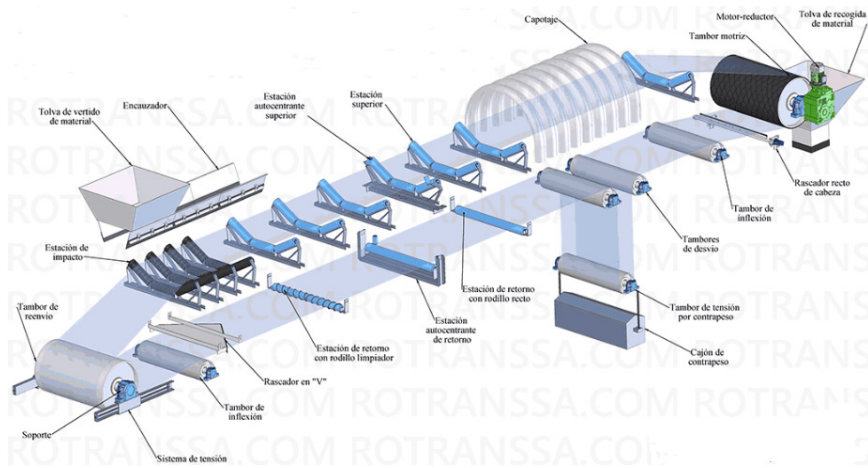
TABLA 31

Tipo y espesor de la goma de cobertura de la cara portante de la cinta en función del tipo y tamaño del material transportado y también de la frecuencia de carga de la cinta. En mm

Tiempo empleado en una vuelta completa de la cinta seg	Calidad de la cobertura	Material transportado															
		No abrasivo				Medianamente abrasivo				Muy abrasivo				Muy abrasivo y pesado			
		Tamaño del material (mm)															
		5	35	125	150	5	35	125	150	5	35	125	150	5	35	125	150
12	Lemafer C	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Nomafer B	2.5	5	8	9.5	5	9.5	—	—	8	—	—	—	9.5	—	—	—
	Dumafer A	1.5	3	6.5	8	3	6.5	9.5	—	5.5	9.5	9.5	9.5	8	9.5	9.5	9.5
24	Lemafer C	3	5	—	—	5.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Nomafer B	1.5	2.5	5	6.5	2.5	5	9.5	—	5	8	—	—	5.5	9.5	—	—
	Dumafer A	1.5	2.5	3	5	2.5	3	6.5	9.5	3	6.5	9.5	9.5	4	8	9.5	9.5
36	Lemafer C	2.5	4	7	—	4	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Nomafer B	1.5	2.5	3	5	2.5	3	6.5	9.5	3	5.5	9.5	—	5	8	—	—
	Dumafer A	1.5	2.5	3	5	2.5	3	5	6.5	3	4	6.5	9.5	3	5.5	9.5	9.5
48	Lemafer C	1.5	3	5	8	3	5.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Nomafer B	1.5	2.5	3	5	2.5	3	5	7	3	4	8	—	3	5.5	9.5	—
	Dumafer A	1.5	2.5	3	5	2.5	3	4	5	3	3	5.5	9.5	3	4	8	9.5



## Componentes



## Dimensionamiento de un tornillo sin fin

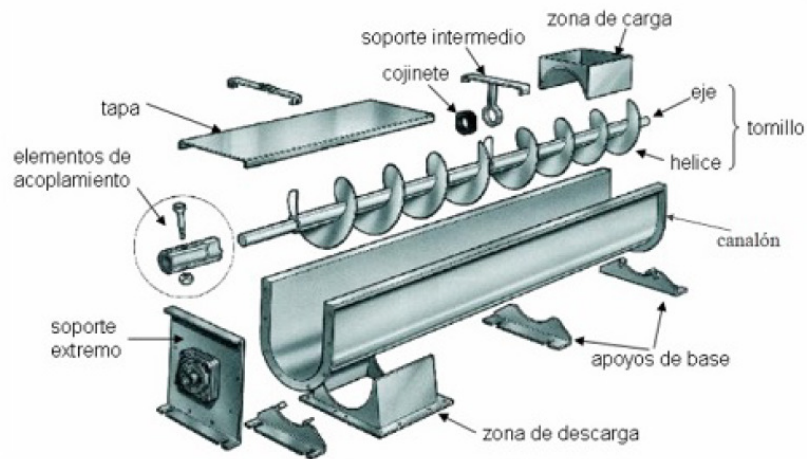
Datos :

- Naturaleza y tamaño del material.
- Capacidad horaria.
- Disposición y longitud

Resultados :

- Diámetro del tronillo.
- Paso del tornillo.
- Numero de revoluciones por minuto.
- Potencia adsorbida

## Dimensionamiento de un tornillo sin fin



## Dimensionamiento de un tornillo sin fin

### Clasificación del material a transportar.

#### Materiales de Clase I

Los *materiales de Clase I* son principalmente materiales pulverulentos, no abrasivos, que tienen un peso específico que se sitúa entre  $0,4 - 0,7 \text{ t/m}^3$  aproximadamente, y que fluyen fácilmente.

Entre los materiales pertenecientes a esta clase están:

- Cebada, trigo, malta, arroz y similares.
- Harina de trigo y similares.
- Carbón en polvo.
- Cal hidratada y pulverizada.

#### Materiales de Clase II

Los *materiales de Clase II* son materiales que se presentan en granos o pequeños tamaños, mezclados en polvo, son de naturaleza no abrasiva, que fluyen fácilmente. Su peso específico se sitúa entre  $0,6 - 0,8 \text{ t/m}^3$ .

Entre los materiales pertenecientes a esta clase están:

- Alumbre en polvo.
- Haba de soja.
- Granos de café, cacao y maíz.

## Dimensionamiento de un tornillo sin fin

Velocidad de giro del tornillo.

- Materiales pesados  $n$  aprox 50 rpm
- Materiales livianos  $n \geq 150$  rpm

$N$  es inversamente proporcional a:

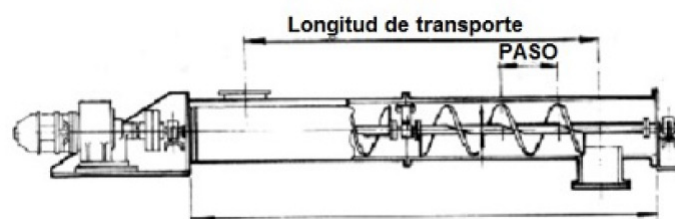
- Peso del material a transportar
- Grado de abrasividad.
- Diámetro del tornillo.

Diámetro del tornillo (mm.)	Velocidad máxima (r.p.m.) según la clase de material (*)				
	Clase I	Clase II	Clase III	Clase IV	Clase V
100	180	120	90	70	30

## Dimensionamiento de un tornillo sin fin

Paso diámetro del tornillo.

Paso = 0,5 a 1 veces diámetro del tronillo.



## Dimensionamiento de un tornillo sin fin

### Área de llenado

$$S = \lambda \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

$S$  es el área de relleno del transportador, en  $m^2$

$D$  es el diámetro del canalón del transportador, en  $m$

$\lambda$  es el coeficiente de relleno de la sección.

### Velocidad de desplazamiento

$$v = \frac{p \cdot n}{60}$$

$v$  es la velocidad de desplazamiento del transportador, en  $m/s$

$p$  es el paso del tornillo o paso de hélice, en  $m$

$n$  es la velocidad de giro del eje del tornillo, en  $r.p.m.$

### Flujo de material

$$Q = 3600 \cdot S \cdot v \cdot \rho \cdot i$$

$Q$  es el flujo de material transportado, en  $t/h$

$S$  es el área de relleno del transportador, en  $m^2$ , visto en el apartado anterior

$v$  es la velocidad de desplazamiento del transportador, en  $m/s$ , visto en el apartado anterior

$$Q = 3600 \cdot \lambda \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \frac{p \cdot n}{60} \cdot \rho \cdot i$$

$\rho$  es la densidad del material transportado, en  $t/m^3$

$i$  es el coeficiente de disminución del flujo de material debido a la inclinación del transportador.

## Dimensionamiento de un tornillo sin fin

### Potencia de accionamiento

$$P = P_H + P_N + P_i$$

$P_H$  es la potencia necesaria para el desplazamiento horizontal del material

$P_N$  es la potencia necesaria para el accionamiento del tornillo en vacío

$P_i$  es la potencia necesaria para el caso de un tornillo sin fin inclinado.

$$P = \frac{Q \cdot (c_0 \cdot L + H)}{367} + \frac{D \cdot L}{20}$$

$$P_H (kW) = c_0 \cdot \frac{Q \cdot L}{367}$$

$Q$  es el flujo de material transportado, en  $t/h$

$L$  es la longitud del transportador, en  $m$

$c_0$  es el coeficiente de resistencia del material transportado.

$$P_N (kW) = \frac{D \cdot L}{20}$$

$D$  es el diámetro de la sección del canalón de la carcasa del transportador, en  $m$

$L$  es la longitud del transportador, en  $m$

$$P_i (kW) = \frac{Q \cdot H}{367}$$

$Q$  es el flujo de material transportado, en  $t/h$

$H$  es la altura de la instalación, en  $m$