

ÍNDICE

CAPÍTULO 1: BANDAS TRANSPORTADORAS	21
Elementos de una cinta transportadora	23
Banda o cinta	23
Bandas de tejido o textiles lisas	24
Bandas para transporte inclinado o vertical	26
Bandas de tejido sólido	28
Bandas de cables de acero	28
Bandas con refuerzo de aramida	29
Bastidor	29
Tambores	30
Tambor de accionamiento	30
Tambor tensor	31
Diámetro de los tambores	31
Rodillos	33
Diámetro de los rodillos y distancia de separación	34
Dispositivos de carga y descarga	34
Otros dispositivos	37
Sistemas de limpieza de la banda	38
Elementos para reducir el daño de la banda por impactos	38
Sistemas de alineación o centrado de la banda	39
Sistemas de sellado lateral	39
Sistemas de sellado contra el polvo	40
Sistemas antideslizamiento	40
Freno antiretorno	41
Bandas transportadoras especiales	41
Bandas tubulares	41
Bandas tipo sándwich	42
Parámetros de diseño	43
Determinación de la anchura mínima de la banda	43
Peso de las partes móviles por unidad de longitud	44
Peso de la carga por unidad de longitud	45
Factor de corrección de la longitud de la banda	46
Cálculo de las resistencias al movimiento	46
Resistencias principales	47
Resistencias secundarias	48
Resistencias principales especiales	40
Resistencias secundarias especiales	50
Resistencias debidas a la inclinación	51
Potencia de accionamiento en el tambor	51
Disposiciones del sistema de accionamiento	52
Cálculo de tensiones en la banda en régimen permanente	52
Determinación del número de capas de una banda	55
Cálculo de la capacidad de transporte	56
Determinación de la trayectoria del material en la zona de descarga	57
Determinación del centro de masas del material	59
Trazado de la trayectoria	60
Problema 1.1	60

Problema 1.2	62
Problema 1.3	67
Problema 1.4	72
Problema 1.5	72
CAPÍTULO 2: ELEVADORES DE CANGILONES	77
Elementos de un elevador de cangilones	79
Clasificación	82
Según la construcción y trayectoria	82
Según el tipo de carga	82
Según el tipo de descarga	83
Fijaciones del cangilón a la banda	84
Parámetros de diseño	85
Flujo de material transportado	85
Potencia de accionamiento	85
Tensión máxima de la banda	86
Descarga del material	86
Radio del tambor	87
Trayectoria del material	87
Problema 2.1	88
Problema 2.2	90
Problema 2.3	94
Problema 2.4	102
CAPÍTULO 3: TORNILLOS SIN FIN	105
Elementos de un tornillo sin fin	108
Tornillo giratorio o árbol	108
Canalón	110
Tapa	111
Tornillos sin fin flexibles	111
Parámetros de diseño	112
Flujo de material	112
Potencia de accionamiento	114
Potencia necesaria para el desplazamiento del material	114
Potencia de accionamiento del tornillo sin fin en vacío	115
Potencia requerida para un tornillo sin fin inclinado	115
Potencia total necesaria en tornillo sin fin	115
Deflexión del eje de tornillo	115
Problema 3.1	116
Problema 3.2	119
CAPÍTULO 4. CARRETILLAS DE MANUTENCIÓN	125
Elementos de una carretilla elevadora	127
Tipos de carretillas de manutención	129
Dependiendo del modo de acción	129
Dependiendo de la fuente de energía	131
Dependiendo de la naturaleza de las ruedas	132
Dependiendo del modo de conducción	132
Dependiendo del modo de desplazarse	133

Clasificación de las carretillas elevadoras	133
Operaciones	133
Estabilidad de una carretilla elevadora	135
Superficie de apoyo	135
Triángulo de estabilidad	136
Estabilidad longitudinal	137
Estabilidad longitudinal en el apilado	137
Estabilidad longitudinal durante el desplazamiento	138
Estabilidad lateral	139
Estabilidad lateral en el apilado	139
Estabilidad lateral durante el desplazamiento de la carretilla	139
Normativa	140
Velocidades límite de vuelco y de derrape	140
Condiciones normales de funcionamiento	142
Modos de operación	143
Normas de manejo de una carretilla apiladora	145
Manipulación de cargas	145
Circulación por rampas	146
Pasillos de circulación	146
Palets	148
Elementos	148
Plancha superior	148
Los tacos	149
El travesaño	149
La viga	149
Pie del palet	149
Piso inferior	150
Tipos	150
Dimesiones	151
Implementos	152
Capacidad residual de una carretilla equipada con implementos	152
Problema 4.1	154
Problema 4.2	156
Problema 4.3	158
Problema 4.4	163
CAPÍTULO 5. CABLES Y POLEAS	165
Cables	167
Componentes principales de un cable	167
Estructura de los cables	168
Cables monocordones	168
Cables de cordones	169
Cables de cabos	173
Sistema de trenzado. Torsión	174
La preformación	174
Solicitaciones de un cable	175
Esfuerzo de extensión	175
Esfuerzos de encurvación	178
Esfuerzos de estrepada	179

Esfuerzos de aplastamiento	180
Abrasión	182
Corrosión	183
Duración del cable	183
Cables utilizados en grúas y aparatos de elevación	185
Poleas	185
Rigidez de cables y rendimiento de las poleas	186
Problema 5.1	187
Problema 5.2	189
Problema 5.3	190
Problema 5.4	191
Problema 5.5	192
Problema 5.6	193
Problema 5.7	194
CAPÍTULO 6. GRÚAS	197
Componentes principales	199
Parámetros	201
Parámetros de carga	201
Parámetros dimensionales	201
Velocidades de los movimientos de trabajo	203
Parámetros asociados al camino de rodadura	204
Clasificación	205
Según su concepción	205
Según el elemento de aprehensión	208
Según posibilidades de traslación	209
Según el dispositivo de mando	209
Según su posibilidad de orientación	209
Según el modelo de apoyo	210
Cálculo estructural estático	210
Puente grúa	211
Grúa portico	211
Viga principal	212
Poste	213
Grúa pared	214
Viga	214
Poste	215
Grúa torre	216
Estructura superior	216
Torre	218
Vehículo grúa	219
Pluma	219
Bastidor	220
Estabilizadores	221
Grúa palomilla de columna	221
Pluma	222
Columna	222
Macizo en estrella base	223
Macizo de anclaje	223

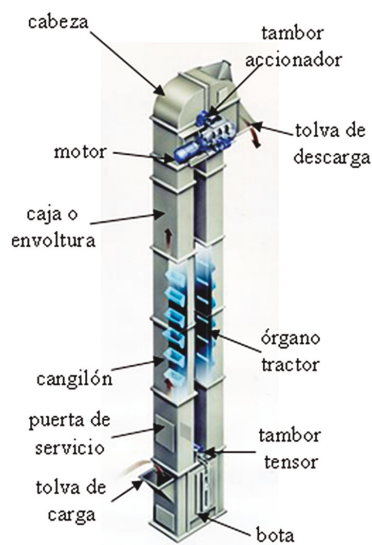
Cálculo estructural dinámico	224
Caso I: Servicio normal sin viento	225
Coeficiente de mayoración	225
Coeficiente dinámico	229
Cargas debidas a movimientos horizontales	230
Caso II: Aparato en servicio con viento	233
Efecto del viento	234
Efecto de la temperatura	236
Caso III: Aparato sometido a cargas excepcionales	236
Grúa fuera de servicio con viento máximo	236
Grúa en servicio bajo el efecto de un choque	236
Grúa sometida a los ensayos estáticos y dinámicos	237
Motores	237
Motor de elevación	238
Motor de traslación/giro	238
Potencia	239
Par de arranque	239
Contrapeso	240
Cables	241
Diámetro del cable	242
Cálculo de la carga mínima de rotura	245
Problema 6.1	246
Problema 6.2	247
Problema 6.3	256
Problema 6.4	274
Problema 6.5	274
Problema 6.6	279
Problema 6.7	284
CAPÍTULO 7. ASCENSORES	287
Tipologías básicas de ascensores	289
Ascensores hidráulicos	289
Ascensores eléctricos	290
Elementos de un ascensor eléctrico	290
Hueco del ascensor	291
Cuarto de máquinas	292
Cabina	292
Contrapeso	294
Máquina de tracción	295
Guías	301
Apoyos sobre las guías	302
Cálculo de guías	303
Cálculo de las tensiones de flexión	306
Cálculo de las tensiones de pandeo	309
Combinación de las tensiones de flexión y pandeo	310
Torsión de la base de la guía	311
Flechas	311
Circuito de paracaídas	312
Limitador de velocidad	312

Paracaídas	313
Amortiguadores	314
Cables	316
Sistemas de control	320
Tipos de maniobras	321
Velocidades y aceleraciones alcanzadas en los ascensores	324
Velocidad nominal	324
Aceleraciones y desaceleraciones	325
Planificación del tráfico. Determinación del número mínimo de ascensores en un edificio	326
Población (POP)	326
Pico de tráfico en la subida (Incoming (Up) Peak)	327
Pico de tráfico en la bajada (Outgoing (Down) Peak)	327
Pico de tráfico en la subida y en la bajada (Two-Way Peak)	327
Paradas probables (S)	328
Planta media servida a mayor altitud (H)	328
Tiempo total de viaje (Round Trip Time)	329
Parámetros que miden la calidad de servicio	332
Intervalo (Interval)	332
Tiempo de espera (Waiting Time)	333
Capacidad de transporte (Handling Capacity)	333
Norma tecnológica de la edificación NTE-ITA/1973	334
Problema 7.1	337
Problema 7.2	338
Problema 7.3	339
Problema 7.4	340
Problema 7.5	342
Problema 7.6	343
Problema 7.7	346
Problema 7.8	347
Problema 7.9	348
Problema 7.10	349
BIBLIOGRAFÍA	353

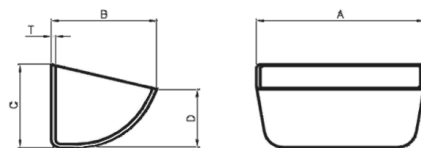
Un **elevador de cangilones** es el mecanismo más empleado para el transporte vertical de materiales a granel, secos, húmedos e incluso líquidos.

Los elevadores de cangilones son diseñados con amplias opciones de altura, velocidad y detalles constructivos según el tipo de material que tienen que transportar.

Los elevadores de cangilones se montan en módulos para permitir definir de manera más eficaz la altura útil necesaria. La altura a la que pueden desplazar la carga varía, desde los 3 metros para pequeñas plantas clasificadoras de cereales, hasta los 70 metros correspondientes a las instalaciones de puertos y grandes plantas de acopio.



Elementos de un elevador de cangilones



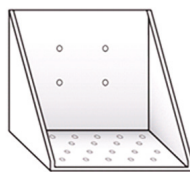
Cangilón



a) Profundo



b) Escama



c) Poco profundo

Tipos de cangilones

Elementos de un elevador de cangilones

Los elementos más importantes que constituyen un elevador de cangilones:

- **Cangilón.** Es el recipiente encargado del transporte del material. El tamaño y perfil de los cangilones están normalizados y su elección depende de la naturaleza del producto y de la carga a transportar.

Las medidas que definen un cangilón son principalmente el largo (A), la proyección (B), la profundidad (C), la altura hasta el labio frontal (D) y el espesor (T).

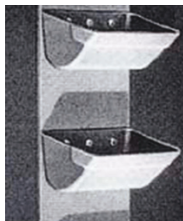
Dependiendo del material a transportar, los cangilones se pueden clasificar en tres tipos:

- Los **cangilones profundos** se utilizan para transportar material que no se apelmaza, como son los cereales. En la mayoría de los casos dichos cangilones tienen un labio reforzado en el borde delantero y en las esquinas, lo que le confiere una buena resistencia a la deformación durante la carga de materiales pesados o arenosos.
- Los **cangilones de escama** se utilizan en los elevadores con descarga dirigida por gravedad.
- Los **cangilones poco profundos** se emplean para transportar materiales que se encuentran apelmazados o húmedos, como es la arcilla húmeda.

Los materiales principalmente utilizados para su fabricación son el acero inoxidable, acero al carbono o plásticos tales como el nylon, polietileno o uretano. La Tabla «Características de cangilones fabricados en plástico» muestra las características principales que ofrecen los cangilones fabricados en nylon, polietileno y uretano.

Características de cangilones fabricados en plástico

Nylon	Polietileno	Uretano
Altamente resistente a la abrasión.	Altamente resistente a la abrasión y alto impacto.	Resistente a la abrasión extrema.
Flexible.	Más rígido que los de nylon y uretano.	Flexible.
Paredes gruesas.		Paredes gruesas.
Poco peso.		Poco peso.
Descarga limpia.		Descarga limpia.
Reduce la retención del material.		Reduce la retención del material.
No corrosivo.	No corrosivo.	No corrosivo.
Resistente al calor y al frío.	Más resistente al calor que los de polietileno y uretano.	
	No produce chispa.	No produce chispa.



a) Banda



b) De cadena

Órgano tractor



Banda reforzada con cables de acero

- **Órgano tractor.** Los cangilones van montados sobre un órgano tractor que es el encargado de transmitir el movimiento proporcionado por el tambor de accionamiento.

En los elevadores de cangilones, el órgano tractor puede ser de banda o de cadena. El utilizar uno u otro va a depender de las prestaciones del elevador (velocidad de transporte, altura, etc.), así como del material a transportar.

Las principales ventajas que ofrece la banda con respecto a la cadena son:

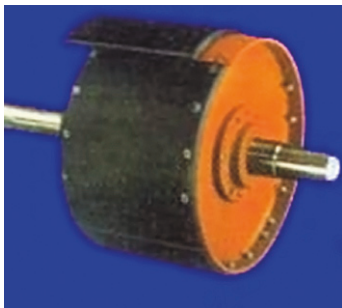
- Menor desgaste.
- Funcionamiento silencioso.
- Capacidad específica de transporte elevada.
- Consumo menor de energía.
- Más adecuado para la manipulación de harina cruda, carbón, etc.
- Velocidades de desplazamiento elevadas (hasta 2,5 m/s).

La cadena se utiliza cuando se quiere transportar materiales abrasivos, sometidos a alta temperatura y de gran tamaño. La cadena permite transportar el material a una mayor altura de elevación. Sin embargo, la velocidad de desplazamiento es, como máximo, de 1,25 m/s.

Las bandas utilizadas en los elevadores de cangilones deben poseer una resistencia transversal superior a las bandas utilizadas en las cintas transportadoras, puesto que deben ser capaces de soportar el esfuerzo produci-



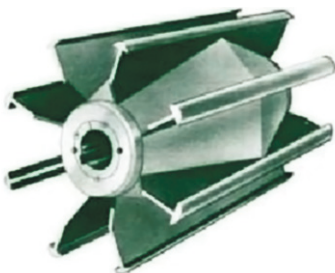
Cabeza de un elevador de cangilones



Tambor de accionamiento



Bota de un elevador de cangilones



Tambor tensor

do en el amarre de los cangilones. Las bandas generalmente presentan un revestimiento de caucho antiabrasivo e ignífugo. La carcasa está formada por telas entrecruzadas de nylon no desgarrable. Cuando la **banda** está sometida a grandes tensiones, esta se **refuerza con cables de acero** dispuestas en sentido longitudinal.

- **Cabeza.** Es el elemento situado en la parte superior del elevador y tiene por objeto soportar el peso del motor, el tambor de accionamiento y la transmisión.

La cabeza consiste en una estructura metálica fabricada en acero que tiene el perfil adecuado para adaptarse a la trayectoria del material transportado durante su descarga.

La descarga de material se realiza en la cabeza a través de la tolva de descarga. Dicha tolva puede disponer de una transición para adaptar la salida cuadrada a un surtidor distribuidor redondo.

Si el elevador está construido en forma autoportante, es también muy común que la cabeza disponga de una plataforma para el acceso y el mantenimiento.

El sistema motriz, situado en la cabeza, incorpora un sistema antirretorno que impide que al producirse una parada, los cangilones llenos de material retornen y descarguen sobre la bota, provocando una inundación de la misma.

- **Bota.** Es el elemento situado en la parte inferior del elevador. Está fabricado con chapas de acero en forma de caja.

La carga del material se realiza en la bota a través de una tolva de carga que puede estar situada en la parte superior, inferior o en ambas partes de la bota. Dicho elemento dispone de un tambor tensor que tiene como misión el guiar y tensar el órgano tractor (banda o cadena).

- **Caja.** Está formada por estructuras metálicas intermedias que tienen como función el proteger los elementos que forman el elevador de cangilones (órgano tractor, cangilones, etc.) así como de dar rigidez a todo el conjunto.

Dichas estructuras se pueden clasificar en tres tipos, dependiendo de su posición en el elevador:

- **Estructura o caja de ajuste.** Es la que más cerca se encuentra de la cabeza. Tiene como función ajustar la distancia existente entre la caja estándar y la cabeza.