

ÍNDICE

Prologo	21
---------------	----

PARTE A. INTRODUCCIÓN A LOS TRANSPORTES EN LA INGENIERÍA INDUSTRIAL

A 1 Introducción a los Transportes	23
A 1.1 Introducción	23
A 1.2 Características y Funciones de los Transportes para el Ingeniero Industrial	25
A 1.3 Los Transportes en el contexto nacional	26
A 2. Infraestructuras de los distintos modos de transporte	33
A 2.1 El transporte de cargas en la industria	33
A 2.2 El transporte vertical	33
A 2.3 El transporte por carretera	34
A 2.4 El transporte ferroviario	36
A 2.5 El transporte marítimo	38
A 2.6 El transporte aéreo	39
A 2.7 El transporte combinado	40
A 3. Predicción de la demanda de los transportes mediante redes neuronales	41
A 3.1 Introducción	41
A 3.2 Planteamiento del problema	41
A 3.3 Descripción de la red tipo backpropagation	42
A 3.4 Aplicación de técnicas predictivas. Obtención de resultados y análisis	43
A 3.5 Conclusiones	47
A 4. Evolución de la Ingeniería de Aparatos de Elevación y Transporte	48
A 4.1 La Antigüedad	48
A 4.2 De la polea de cable a la rueda de grúa	49
A 4.3 Impulso de la mecánica	50
A 4.4 La Edad Media	51
A 4.5 Aparición del ascensor	52
A 4.6 El vapor como sistema de tracción	52
A 4.7 Aparición de los ferrocarriles aéreos de mercancías	55
A 4.8 Aparición de teleféricos de viajeros	56
A 4.9 El Congreso de París de 1889	57
A 4.10 La tracción eléctrica	58
A 5. Bibliografía	59

PARTE B. GRÚAS.

B 1. Elementos de suspensión	61
B 1.1. Ganchos	61
B 1.1.1. Generalidades	61
B 1.1.2. Cálculo de ganchos	65
B 1.1.3. Dimensiones de ganchos según normativa	66
B 1.1.4. Disposiciones de suspensiones de ganchos según normativa	67
B 1.2. Cucharas	71
B 1.2.1. Generalidades	71
B 1.2.2. Tipos de cucharas	73
B 1.3. Spreaders	80
B 1.3.1. Generalidades	80
B 1.3.2. Tipos de Spreaders	81
B 1.3.3. La estructura	85
B 1.3.4. Mecanismos de seguridad	86
B 1.3.5. Dimensiones	87
B 1.4. Otros elementos de suspensión	87
B 1.4.1. Electroportadores	88
B 1.4.2. Garras y Pinzas	88
B 2. Cables	89
B 2.1. Generalidades	89
B 2.2. La estructura transversal de los cordones	90
B 2.2.1. Cordones de alambres de igual diámetro	91
B 2.2.2. Cordones de alambres de diferente diámetro	91
B 2.2.3. Cordones de alambre de forma especial	91
B 2.2.4. Cordones de forma no circular	92
B 2.3. La estructura transversal de los cables	92
B 2.3.1. Cables monocordes	92
B 2.3.2. Cables de cordones	92
B 2.3.3. Cables de cabos	92
B 2.4. Sistemas de trenzado de los alambres y cordones	92
B 2.4.1. Torsión cruzado o normal	93
B 2.4.2. Torsión Lang o de sentido único	93
B 2.5. Cables preformados	93
B 2.6. Notación de las estructuras de los cables	94
B 2.6.1. Fórmula abreviada	94
B 2.6.2. Fórmula desarrollada	95
B 2.7. Aceros empleados en la fabricación de los cables	96
B 2.8. Resistencia a la rotura de los cables	96
B 2.9. La estructura de los cables y sus sollicitaciones en el servicio	96
B 2.9.1. Encurvación	97
B 2.9.2. Aplastamiento	97
B 2.9.3. Estrepada	98
B 2.9.4. Abrasión	98

B 2.9.5. Corrosión	98
B 2.9.6. Tendencia al giro y resistencia al calor	98
B 2.9.7. Elección de la estructura del cable	98
B 2.10. Coeficientes de seguridad	99
B 2.11. Cálculo de las fatigas del cable	100
B 2.11.1. Esfuerzos de extensión	100
B 2.11.2. Esfuerzo de encurvación	100
B 2.11.3. Esfuerzos de aplastamiento	101
B 2.11.4. Esfuerzos de estrepada	103
B 2.11.5. Rigidez de los cables y rendimiento de las poleas	105
B 2.11.6. Esfuerzos reiterados	107
B 2.11.7. Fatiga total del cable y duración del mismo	107
B 2.12. Aplicaciones típicas de los cables	108
B 2.12.1. Grúas corrientes	108
B 2.12.2. Grúas de gran altura de elevación	108
B 2.12.3. Puentes grúa	109
B 2.12.4. Tornos y cabrestantes	109
B 2.13. Efectos giratorios de los cables	110
B 2.13.1. Esfuerzos de giro	110
B 2.13.2. Cálculo del par giratorio de un cable	111
B 2.14. Normas para las instalaciones de cables	113
B 2.14.1. Diámetros de las poleas y tambores.	113
B 2.14.2. Forma de las gargantas de las poleas y ranuras de los tambores	114
B 2.14.3. Angulo de emboque del cable en poleas y tambores	115
B 2.14.4. Diámetro mínimo de enrollamiento	117
B 2.14.5. Clasificación de los aparatos de elevación.	117
B 2.14.6. Dimensionado y selección del cable según norma.	117
 B 3. Poleas	 119
B 3.1. Poleas de acero	119
B 3.1.1. Generalidades	119
B 3.1.2. El perfil de la garganta	122
B 3.1.3. Cálculo de una polea de radios soldada	123
B 3.1.4. Dimensiones de poleas soldadas y laminadas	124
B 3.1.4.1. Poleas con casquillos de bronce	124
B 3.1.4.2. Poleas con rodamientos de bolas	125
B 3.1.4.3. Poleas con rodamientos de rodillos	127
B 3.1.4.4. Poleas con casquillos de bronce para cucharas	127
B 3.1.5. Selección de las poleas de acero. Normativa	130
B 3.1.5.1. Determinación del diámetro primitivo mínimo en una polea.	131
B 3.2. Poleas de plástico	134
B 3.2.1. Introducción	134
B 3.2.2. Poleas de Nylon	135
B 3.2.3. Configuración de la garganta	136
B 3.2.4. Configuración del alma	136
B 3.2.5. Retención del rodamiento	137
B 3.2.6. Capacidad de carga de poleas planas perforadas	139
B 3.2.7. Presión de contacto (presión de Hertz)	139

B 3.2.8. Operación con poleas de plástico	140
B 4. Aparejos	141
B 4.1. Generalidades	141
B 4.2. Dimensionamiento según normativa	142
B 4.3. Cálculo de las traviesas	152
B 4.3.1. Cálculo de la traviesa de gancho	152
B 4.3.2. Cálculo de la traviesa de poleas	153
B 4.4. Aparejos de poleas continuas	154
B 5. Tambores	155
B 5.1. Generalidades	155
B 5.2. El perfil de la garganta	155
B 5.3. Cálculo de un tambor	160
B 5.4. Fijaciones del cable en el tambor	164
B 5.5. Determinación de espesores de pared	166
B 6. Carriles	169
B 6.1. Generalidades	169
B 6.2. Tipologías	169
B 6.3. Cálculo de carriles sobre fundaciones de hormigón	172
B 6.4. Fijaciones del carril	172
B 7. Ruedas	173
B 7.1. Generalidades	173
B 7.2. Cálculo de las ruedas propulsoras	175
B 7.3. Diseño de ruedas	178
B 7.4. Dimensiones de ruedas	181
B 8. Equipo eléctrico	183
B 8.1. Generalidades	183
B 8.2. Accionamientos eléctricos	184
B 8.2.1. Terminología específica de accionamiento de grúas	185
B 8.3. Motores	186
B 8.3.1. Tensiones de trabajo	186
B 8.3.2. Motores de corriente continua	186
B 8.3.2.1. Motores de excitación en serie	187
B 8.3.2.2. Motores de excitación en paralelo	187
B 8.3.2.3. Motores de excitación independiente	187
B 8.3.3. Motores trifásicos	187
B 8.3.3.1. Motores asíncronos	187
B 8.3.3.1.1. De anillos rozantes	187
B 8.3.3.1.2. De colector	187
B 8.3.3.1.3. De jaula de ardilla	187

B 8.4. Cálculo de la potencia necesaria	188
B 8.5. Elección del motor	191
B 8.5.1. Potencia del motor	191
B 8.5.2. Tipo de motor	191
B 8.5.3. Tipos de servicio	191
B 8.5.4. Factor de marcha	191
B 8.5.5. Forma constructiva	191
B 8.5.6. Protecciones	191
B 8.5.7. Elección del motor en catálogo	193
B 8.6. Acoplamientos y embragues	193
B 8.6.1. Acoplamientos rígidos	193
B 8.6.2. Acoplamientos elásticos	194
B 8.6.3. Acoplamientos semielásticos	196
B 8.6.4. Características de los acoplamientos elásticos y semielásticos	198
B 8.6.5. Elección de un acoplamiento	198
B 8.6.6. Aparatos derivados	199
B 8.6.7. Acoplamientos flexibles	199
B 8.6.7.1. Las funciones del acoplamiento flexible en general	199
B 8.6.7.2. Los acoplamientos flexibles de dientes abombados	200
B 8.6.7.3. Capacidad de par de los acoplamientos de dientes abombados	201
B 8.6.8. Limitadores de esfuerzo	202
B 8.6.9. Embragues	202
B 8.6.9.1. Los embragues de tetones	203
B 8.6.9.2. Los embragues de fricción	203
B 8.6.9.3. Embragues sin posición de descenso libre	204
B 8.6.9.4. Embragues centrífugos	205
B 8.6.9.5. Embragues por corrientes de Foucault	205
B 8.6.9.6. Embragues de partículas de polvo y fluido magnético	206
B 8.6.9.7. Embragues hidrovicosos	207
B 8.6.9.8. Embragues hidrocinéticos	208
B 8.7. Frenos	210
B 8.7.1. Introducción	210
B 8.7.2. Cálculo	210
B 8.7.3. Actuadores eléctricos	210
B 8.7.4. Frenos electromecánicos	211
B 8.7.4.1. Frenos de cinta	211
B 8.7.4.2. Frenos de mordazas	212
B 8.7.4.3. Frenos de disco	213
B 8.7.4.4. Frenos cónicos	213
B 8.7.5. Frenos de traslación	213
B 8.8. Cálculo del índice de transmisión	213
B 8.9. Esquema de cálculo del circuito eléctrico	215
B 8.9.1. Circuito de elevación	215
B 8.9.2. Circuito de traslación	215
B 8.9.3. Circuito de giro	216
B 9. Estructura	217
B 9.1. Generalidades	217

B 9.2. Determinación de solicitaciones	217
B 9.2.1. Dominio de aplicación	218
B 9.2.2. Clasificación de aparatos en función del servicio	218
B 9.2.2.1. Vida del mecanismo	218
B 9.2.2.2. Estado de carga	218
B 9.2.2.3. Clasificación de aparatos	219
B 9.2.3. Tipos de solicitaciones a tener en cuenta	220
B 9.2.3.1. Solicitaciones principales	220
B 9.2.3.2. Solicitaciones debidas a movimientos verticales	220
B 9.2.3.2.1. Solicitaciones debidas a manipulación de la carga en servicio	221
B 9.2.3.2.2. Caso particular	222
B 9.2.3.3. Solicitaciones debidas a movimientos horizontales	223
B 9.2.3.3.1. Efectos horizontales debidos a movimientos de dirección	223
B 9.2.3.3.2. Efectos horizontales debidos a movimientos de orientación	
y recuperación de flecha	223
B 9.2.3.3.3. Efectos de la fuerza centrífuga	224
B 9.2.3.3.4. Reacciones transversales debidas a la rodadura	224
B 9.2.3.3.5. Efectos de choque a topes	225
B 9.2.3.4. Solicitaciones debidas a efectos climáticos	225
B 9.2.3.4.1. Acción del viento	225
B 9.2.3.4.2. Sobrecarga de nieve	231
B 9.2.3.4.3. Variaciones de temperatura	231
B 9.2.3.5. Solicitaciones diversas	232
B 9.2.4. Determinación de combinaciones de solicitaciones	232
B 9.3. Obtención de desplazamientos, tensiones y reacciones	233
B 9.4. Comprobación de elasticidad, resistencia y estabilidad	233
B 9.4.1. Comprobación de elasticidad y resistencia	233
B 9.4.2. Comprobación de estabilidad	233
B 9.4.2.1. Caso de grúas portacontenedores y grúas pórtico	234
B 9.4.2.2. Caso de vehículos grúa	235
B 9.4.2.3. Caso de grúas torre	240
 B 10. El puente grúa	 245
B 10.1. Generalidades	245
B 10.2. El mecanismo de elevación	248
B 10.2.1. El polipasto monorail	250
B 10.2.2. El carro polipasto	250
B 10.2.3. El carro abierto	252
B 10.2.4. Cálculo del bastidor	254
B 10.2.5. Elección de las velocidades de elevación	255
B 10.2.6. Elección de las velocidades de traslación	255
B 10.3. La viga principal	257
B 10.3.1. Viga en celosía	257
B 10.3.2. Viga de vierendeel	257
B 10.3.3. Viga cajón	258
B 10.3.4. Calculo de la viga principal	258
B 10.3.5. Elección de la velocidad de traslación de la grúa	259
B 10.4. Dimensiones generales de un puente grúa	259

B 10.5. Potencia de los motores eléctricos	259
B 10.5.1. Motores de elevación	259
B 10.5.2. Motores de traslación	259
B 10.6. Sistema de mando de guía	260
B 11. Grúa pórtico	261
B 11.1 Generalidades	261
B 11.2. El mecanismo de elevación	262
B 11.2.1. Carro en voladizo	262
B 11.2.2. Carro abierto	264
B 11.2.3. Elección de las velocidades de elevación y traslación	264
B 11.3. El pórtico	264
B 11.3.1. Cálculo de la viga principal	266
B 11.3.2. Cálculo de postes	266
B 11.3.3. Elección de la velocidad de traslación del pórtico	267
B 11.4. Potencia de los motores eléctricos	267
B 11.5. Sistemas de mando de guía	268
B 12. La grúa consola	269
B 12.1. Generalidades	269
B 12.2. El mecanismo de elevación	270
B 12.3. La estructura	271
B 12.3.1. Estructura en celosía	271
B 12.3.2. Estructuras en viga cajón	271
B 12.3.3. Cálculo de la estructura	271
B 12.3.4. Elección de la velocidad de traslación	272
B 12.4. Potencia de los motores eléctricos	272
B 12.5. Sistemas de mando de guía	273
B 13. Grúas giratorias de columna	275
B 13.1. Grúas giratorias de columna giratoria	276
B 13.1.1. Generalidades	276
B 13.1.2. El mecanismo de elevación	276
B 13.1.3. La estructura	277
B 13.1.3.1. Pluma en celosía	277
B 13.1.3.2. Pluma en viga cajón	277
B 13.1.3.3. Cálculo de la pluma	278
B 13.1.3.4. Soportes	278
B 13.1.3.5. Cálculo de los soportes	279
B 13.1.4. Potencia de los motores	280
B 13.1.5. Sistema de mando de guía	281
B 13.2. Grúas giratorias de columna	281
B 13.2.1. Generalidades	281
B 13.2.2. El mecanismo de elevación	282
B 13.2.3. La estructura	283
B 13.2.4. Potencia de los motores eléctricos	286

B 13.2.5. Sistema de mando de guía	286
B 14. Grúas giratorias de plataforma	287
B 14.1. Grúas de cubierta	288
B 14.1.1. Generalidades	288
B 14.1.2. El mecanismo de elevación	289
B 14.1.3. El mecanismo de giro	291
B 14.1.4. La estructura	291
B 14.1.5. Potencia de motores	292
B 14.1.6. Sistema de mando de guía	292
B 14.2. Grúas de puerto	292
B 14.2.1. Generalidades	292
B 14.2.2. El mecanismo de cambio de alcance	294
B 14.2.3. El mecanismo de giro	296
B 14.2.4. La estructura	297
B 14.2.4.1. Cálculo de la pluma	297
B 14.2.4.2. Cálculo del pivote	298
B 14.2.5. Potencia de motores	298
B 14.2.6. Sistema de mando de guía	300
B 15. Grúas portacontenedores	301
B 15.1. Generalidades	301
B 15.2. El mecanismo de elevación	302
B 15.2.1. Carro simple	302
B 15.2.2. Carro giratorio	304
B 15.3. El mecanismo de translación de la grúa	304
B 15.4. La estructura	305
B 15.4.1. La viga principal	305
B 15.4.2. La estructura superior	305
B 15.4.3. La estructura inferior	306
B 15.5. Potencia de los motores	306
B 15.6. Sistema de mando de guía	307
B 16. Grúas torre	309
B 16.1. Generalidades	309
B 16.2. El mecanismo de elevación	310
B 16.3. Diagrama de cargas	310
B 16.4. La estructura	311
B 16.4.1. Cálculo de la estructura	312
B 16.5. Potencia de los motores	313
B 16.6. Sistemas de mando de guía	313
B 17. Vehículos grúa	315
B 17.1. Generalidades	315
B 17.2. El mecanismo de extensión de la pluma	317

B 17.3. Diagrama de cargas	318
B 17.4. La estructura	319
B 17.4.1. Pluma en celosía	319
B 17.4.2. Pluma en viga cajón	320
B 17.4.3. Cálculo de la estructura	322
B 17.5. Potencia de los motores	324
B 17.6. Sistemas de mando de guía	324
B 18. Bibliografía	325

PARTE C. EL TRANSPORTE VERTICAL

C 1. Generalidades y descripción de ascensores	327
C 1.1. Ascensores eléctricos	327
C 1.2. Ascensores hidráulicos	327
C 1.3. Montacargas	329
C 1.4. Montacamás	331
C 1.5. Normativa	332
C 2. Ascensor eléctrico	333
C 2.1. Partes de un ascensor eléctrico	333
C 2.2. Velocidad de los ascensores	337
C 2.2.1. Velocidad nominal de los ascensores	337
C 2.2.2. Velocidad máxima posible entre dos paradas consecutivas	338
C 2.2.3. Aceleraciones y velocidades utilizadas en los ascensores.	339
C 2.2.4. Influencia de la velocidad de los ascensores en la nivelación	339
C 2.3. Cuartos de máquinas y poleas	340
C 2.4. Motor	342
C 2.4.1. Los motores de corriente alterna	343
C 2.4.2. Motores de corriente continua con convertidor de alterna-continua	346
C 2.4.3. Otros sistemas	346
C 2.4.4. Potencia necesaria de los motores	347
C 2.4.5. Cálculo de la potencia del motor	347
C 2.5. Freno	348
C 2.5.1. Freno mecánico	341
C 2.5.2. Freno eléctrico	351
C 2.5.3. Accionamiento de emergencia	351
C 2.6. Reductor	352
C 2.7. Poleas de tracción	359
C 2.7.1. Fuerzas en la polea	361
C 2.7.2. Presión específica	362
C 2.7.3. Adherencia de los cables sobre la polea de arrastre	363
C 2.8. Volante de inercia	365
C 2.9. Elementos de amortiguación y aislamiento de ruido.	365
C 2.10. Polea de desvío	367

C 3 Partes mecánicas de ascensores	369
C 3.1. Hueco	369
C 3.2. Foso	371
C 3.3. Cabina	372
C 3.4. Contrapeso	373
C 3.5. Guías y fijación de guías	375
C 3.5.1. Condiciones que deben cumplir las guías	375
C 3.5.2. Cálculo de las guías	377
C 3.5.3. Guías de contrapeso	383
C 3.5.4. Esfuerzos de flexión sobre las guías según Janovsky	384
C 3.5.5. Apoyos sobre las guías	385
C 3.6. Cables	386
C 3.6.1. Cables para ascensores y montacargas	387
C 3.6.2. Selección de cables	389
C 3.6.3. Sistemas de suspensión de cable	390
C 3.7. Puertas de embarque	391
C 3.8. Accesos	392
C 3.9. Componentes de seguridad	392
C 3.9.1. Limitador de velocidad	393
C 3.9.2. Paracaídas	397
C 3.9.2.1. Paracaídas de aceleración	397
C 3.9.2.2. Paracaídas de rotura o desequilibrio de cables	402
C 3.10. Amortiguadores	402
C 3.10.1. Amortiguadores de acumulación de energía	403
C 3.10.2. Amortiguadores de disipación de energía	405
C 4. Ascensor hidráulico	407
C 4.1. Central hidráulica	407
C 4.2. El pistón hidráulico	410
C 4.3. El cuarto de máquinas en los ascensores hidráulicos	412
C 4.4. Ventajas e inconvenientes de los ascensores hidráulicos	412
C 5. Partes eléctricas de ascensores	415
C 5.1. Circuito de tracción	415
C 5.2. El circuito de maniobra	416
C 5.3. Sistemas de control	418
C 6. Escaleras mecánicas y andenes móviles	421
C 6.1. Introducción	421
C 6.1.1. Normativa	423
C 6.2. Composición y funcionamiento	423
C 6.2.1. Principios básicos	423
C 6.2.2. Partes mecánicas	428
C 6.2.2.1. Cuartos de máquinas	428

C 6.2.2.2. Máquinas	428
C 6.2.2.3. La estructura portante	432
C 6.2.2.4. Escalones	432
C 6.2.2.5. Cadenas de arrastre	435
C 6.2.2.6. Balaustradas	442
C 6.2.2.7. Pasamanos	443
C 6.2.2.8. Componentes de seguridad	443
C 6.3. Carteles y señales	444
C 7. Introducción al tráfico vertical	445
C 7.1. Diagramas de tráfico por sectores	445
C 7.2. Sistemas de gestión de tráfico	449
C 7.2.1. Tipos de maniobras	449
C 7.3. Ascensores y montacargas	452
C 7.3.1. Definición de la instalación de elevación en el edificio. Normas generales	452
C 7.3.2. Tráfico de entrada	457
C 7.3.3. Tráfico de salida	458
C 7.3.4. Tráfico bidireccional	459
C 7.4. Escaleras mecánicas y rampas móviles	460
C 7.4.1. Tráfico de subida	461
C 7.4.2. Tráfico de bajada	461
C 7.4.3. La combinación entre escalera mecánica y ascensor	461
C 8. Bibliografía	463

PARTE D. TRANSPORTADORES Y ELEVADORES

D 1. Elevadores simples	465
D 1.1. Elevadores de cangilones	465
D 1.1.1. Tipos de elevadores de cangilones	467
D 1.1.2. Determinación del flujo de un elevador de cangilones	469
D 1.2. Dispositivos de gravedad	470
D 1.3. Transportadores vibratorios	473
D 1.4. Transportadores de tornillo sin fin	476
D 1.5. Transportadores neumáticos e hidráulicos	479
D 1.6. Dispositivos auxiliares en los transportadores	483
D 2. Bandas transportadoras	487
D 2.1. Introducción	487
D 2.2. Cálculo de la capacidad teórica de transporte	489
D 2.3. La banda transportadora	491
D 2.4. Tambores	494
D 2.5. Rodillos de apoyo	496
D 2.6. Estaciones accionadoras	497

D 2.7. Estaciones tensoras	499
D 2.8. Carga y descarga de los transportadores	499
D 2.9. Cálculo de bandas transportadoras	501
D 2.9.1. Cálculo de capacidad de transporte	501
D 2.9.2. Cálculo de potencia y tensiones	501
D 2.9.2.1. Transporte horizontal	502
D 2.9.2.2. Transporte inclinado ascendente	504
D 2.9.2.3. Transporte descendente; bandas impulsadas	506
D 2.9.2.4. Transporte descendente; bandas frenadas	507
D 2.9.2.5. Tracción/impulsión por doble polea	509
D 3. Carretillas elevadoras	513
D 3.1. Introducción	513
D 3.2. La Manipulación en el almacén.	514
D 3.3. Carretillas	516
D 3.3.1. Carretillas manuales	516
D 3.3.1.1. Descripción	516
D 3.3.1.2. Selección	517
D 3.3.1.3. Aplicación	517
D 3.3.1.4. Mantenimiento	517
D 3.3.1.5. Ergonomía	517
D 3.4. Traspaletas	517
D 3.4.1. Traspaletas manuales	517
D 3.4.1.1. Descripción	517
D 3.4.1.2. Funcionamiento	518
D 3.4.2. Traspaletas de tracción eléctrica	518
D 3.4.2.1. Traspaleta eléctrica de conductor sentado 2.000 Kg.	519
D 3.4.2.2. Traspaletas eléctricas de 2.000 a 3.000 Kg. de carga.	519
D 3.5. Apiladoras	521
D 3.5.1. Características	521
D 3.6. Carretillas elevadoras	522
D 3.6.1. Tipos	522
D 3.6.2. Clasificación	523
D 3.7. Tractores y empujadores	523
D 3.8. Carretillas de carga lateral	523
D 3.9. Carretillas sin conductor	524
D 3.10. Manutención de contenedores	524
D 3.10.1. Carretillas elevadoras con spreader	524
D 3.10.2. Apiladores telescópicos	526
D 4. Plataformas elevadoras	527
D 4.1. Introducción	527
D 4.1.1. Ventajas de las plataformas aéreas	527
D 4.2. Tipos de plataformas aéreas	528
D 4.3. Descripción general de una plataforma elevadora	532
D 4.3.1. Partes de una plataforma elevadora	533

D 5. Transporte por cable: Teleféricos	535
D 5.1. Introducción	535
D 5.2. Clasificación	537
D 5.2.1. Por el sistema de movimiento	537
D 5.2.2. Por el número de cables	537
D 5.2.3. Por la forma de sujeción del habitáculo al cable en movimiento	537
D 5.2.4. Por el tipo de habitáculo	537
D 5.2.5. Por la situación del puesto de mando en servicio normal	537
D 5.2.6. Por el sistema de mando del movimiento	537
D 5.3. Generalidades sobre las instalaciones	537
D 5.3.1. Trazado	537
D 5.3.2. Dimensionamiento	537
D 5.3.3. Alturas de funcionamiento	538
D 5.3.4. Velocidades de marcha e intervalos entre vehículos	538
D 5.3.5. Solicitaciones y condiciones de apoyo	539
D 5.3.6. Seguridad	540
D 5.4. Cables y elementos auxiliares	541
D 5.4.1. Tipos de cables y su uso	541
D 5.4.2. Dimensionamiento de los cables	541
D 5.4.3. Empalmes y terminales de los cables	542
D 5.4.4. Poleas, tambores y zapatas	543
D 5.5. Vehículos	543
D 5.5.1. Solicitaciones	543
D 5.5.2. Características constructivas	544
D 5.5.3. Equipo auxiliar	544
D 5.5.4. Elementos de enganche	544
D 5.5.5. Carretones	545
D 5.5.6. Frenos en los carretes	545
D 5.6. Apoyos en línea	545
D 5.6.1. Solicitaciones	545
D 5.6.2. Apoyos	546
D 5.6.3. Elementos auxiliares	547
D 5.7. Estaciones	547
D 5.7.1. Edificación	547
D 5.7.2. Grupo motor y frenos	548
D 5.7.3. Tensionado y anclaje de los cables	549
D 5.7.4. Dimensionamiento de los espacios	549
D 5.7.5. Circuitos de seguridad, señalización y comunicaciones	549
D 5.8. Explotación de la estación	550
D 5.8.1. Personal de la instalación	550
D 5.8.2. Reglamento de explotación	550
D 5.8.3. Controles puesta a punto y conservación	550
D 5.9. Cálculo de teleférico y telesilla	551
D 5.9.1. Análisis de solicitudes	551
D 5.9.2. Estudio de las variaciones de tensión	552
D 5.9.2.1. Tensiones debidas al peso	552
D 5.9.2.2. Tensiones debidas al rozamiento	553
D 5.9.2.3. Contrapeso	553
D 5.9.2.4. Tensiones resultantes	553

D 5.9.2.5. Incremento de la tensión para el arranque de la instalación	555
D 5.9.3. Pares resistentes de la estación	556
D 5.9.4. Potencia necesaria	556
D 5.9.5. Cálculo de la flecha	559
D 5.9.6. Desviaciones del cable en los apoyos	560
D 5.9.7. Cálculo de la reacción sobre la pilaona	561
D 5.9.8. Inclinación de la pilaona	562
D 5.9.9. Cálculo de los momentos en la base de las pilonas	562
D 5.9.9.1. Momentos de vuelco en sentido transversal	564
D 5.9.9.2. Momentos de vuelco en sentido longitudinal	565
D 6. Funiculares	567
D 6.1. Definición y generalidades	567
D 6.2. Tipos de funiculares	567
D 6.3. Ferrocarriles funiculares. Origen histórico	567
D 6.4. Clasificación	568
D 6.5. Funiculares de movimiento alternativo	569
D 6.5.1. Con motor fijo	569
D 6.5.1.1. Condiciones de Instalación y trazado	569
D 6.5.1.2. Instalación y material. Vía	571
D 6.5.1.3. Apartaderos	572
D 6.5.1.4. Poleas-guía del cable	572
D 6.5.1.5. Cables de tracción	572
D 6.5.1.6. Estación motora	572
D 6.5.1.7. Material móvil	573
D 6.5.2. Automotores	573
D 6.5.2.1. Condiciones de instalación	573
D 6.5.2.2. Material	574
D 6.6. Funiculares con movimiento continuo	574
D 6.6.1. Trazado y condiciones de instalación	574
D 7. Blondines	577
D 7.1. Generalidades	577
D 7.2. Cálculo de los cables	579
D 7.2.1. Flecha e inclinación del cable portador tensado por contrapeso	579
D 7.2.1.1. Flecha del cable portador debido a la carga aislada	579
D 7.2.1.2. Flecha debido al peso propio del cable portador	581
D 7.2.1.3. Desplazamiento total	582
D 7.2.1.4. Influencia en la flecha de los cables de traslación y elevación	582
D 7.2.1.5. Inclinación del camino de rodadura	583
D 7.2.2. Flecha e inclinación del camino de rodadura en el caso de un cable portador anclado en los dos extremos	584
D 7.2.3. Cables. Tipos de esfuerzos, fatiga y dimensionado	586
D 7.2.3.1. Tipos de cables	586
D 7.2.3.2. Determinación de los esfuerzos en los cables portadores	587
D 7.2.3.3. Dimensionado de los cables portadores	590
D 7.2.4. Cálculo y dimensionado del cable de transmisión	590

D 7.2.4.1. Sistemas de translación con cable tensado por contrapeso	590
D 7.2.4.2. Sistemas de translación con cable sin contrapeso	591
D 7.2.5. Otros cables	592
D 7.3. Accionamiento de los cables de translación y elevación	592
D 7.3.1. Disposición de los cables	592
D 7.3.1.1. Con un extremo del cable de elevación fijo en el carro	592
D 7.3.1.2. Con el cable de elevación en todo el recorrido	593
D 7.3.1.3. Con cable de elevación sinfín	593
D 7.3.1.4. Con disposición de los cables para el trabajo con cuchara	593
D 7.3.1.5. Carro con cuchara con cable de transmisión	594
D 7.3.1.6. Con carro acompañado	594
D 7.3.1.7. Con carro telemendado con cuchara	595
D 7.3.2. Cabrestantes para blondines	595
D 7.3.2.1. Torno con un sólo motor	595
D 7.3.2.2. Torno con un motor de dos velocidades	595
D 7.3.2.3. Torno con dos motores con tren planetario	595
D 7.3.2.4. Torno con dos motores independientes	595
D 7.3.3. Caballetes	595
D 7.3.3.1. Caballete sobre cable con nudos	595
D 7.3.3.2. Caballetes fijos de apertura	596
D 7.3.3.3. Caballetes seguidores	596
D 7.3.4. Carro	596
D 7.4. Estructuras de los blondines	596
D 7.4.1. Torres fijas	596
D 7.4.2. Pórticos de blondines	597
D 7.4.3. Traslación de las torres	598
D 7.5. Equipo eléctrico	598
D 8. Bibliografía	600