

CONTENIDO

Prólogo.....	xxvii
Agradecimientos.....	xxix
Introducción.....	xxxi
Capítulo 1. Consideraciones generales.....	1
1.1. Necesidad de mecanización de las obras.....	1
1.2. La competencia entre empresas de obras públicas.....	3
1.3. Elección de máquinas, marcas y modelos.....	3
1.4. Importación de maquinaria.....	4
1.5. Compra o alquiler de máquinas.....	4
1.6. El leasing.....	5
1.6.1. Origen y concepto.....	5
1.6.2. El contrato de leasing.....	7
1.6.3. Modalidades del leasing.....	8
1.7. Especialización.....	8
1.8. Las distintas decisiones económicas en la empresa.....	9
1.8.1. Las decisiones secuenciales.....	9
1.8.2. Criterios de valor.....	11
1.9. Clasificación de las inversiones.....	12
a) Inversiones de sustitución.....	12
b) Las inversiones de expansión.....	12
c) Las inversiones mixtas (de renovación y expansión).....	12
d) Inversiones estratégicas.....	13
1.10. La construcción y su tipo de comercio. Organización.....	13
1.11. Limitaciones en la aplicación de maquinaria.....	14
1.12. Panorama del sector de la construcción y su mecanización.....	14
Anexos.....	16
Bibliografía.....	16

Capítulo 2. Costo de explotación	19
2.1. El costo de la maquinaria de construcción y dificultades para su estimación	19
2.2. El costo de operación y sus componentes.....	20
2.3. Teoría de la depreciación y de la amortización	21
2.3.1. Criterios de amortización.....	23
2.3.2. Métodos más usuales de amortización	24
2.4. Inversión media. Intereses del dinero. Impuestos. Seguros.....	27
2.5. Gastos de funcionamiento.....	28
a) La mano de obra de operador de maquinaria	28
b) Gastos de carburante	29
c) Combustible.....	30
d) Energía eléctrica.....	30
e) Lubricantes	31
f) Maquinaria en reserva.....	32
g) Reparaciones y repuestos	32
h) Recambios	33
2.6. Gastos generales aplicables a la maquinaria	34
2.7. Cálculo de costos según Seopan	34
2.7.1. Nomenclatura y definiciones	34
2.7.2. Hipótesis y conceptos básicos	35
a) Maquinaria.....	35
b) Interés medio	35
c) Valor de reposición de las máquinas	36
d) Reposición del capital	36
e) Reparaciones generales y conservación ordinaria	37
f) Promedio de horas de funcionamiento anual	37
g) Promedio anual de días laborables de puesta a disposición	37
h) Seguros y otros gastos fijos	37
2.7.3. Estructura del coste.....	38
a) Coste intrínseco	38
b) Coste complementario.....	39
2.7.4. Ordenación de la maquinaria.....	40
2.8. Rentabilidad de las inversiones en maquinaria.....	42
2.8.1. Cálculo de la tasa de rendimiento medio.....	42
2.8.2. Cálculo del período de recuperación del capital.....	42
2.8.3. Cálculo de la rentabilidad sin ajustar en el tiempo.....	43
2.8.4. Cálculo de la rentabilidad ajustada en el tiempo	43
2.8.5. Otras expresiones practicas utilizadas en el cálculo de la financiación de equipos	46
2.8.5.1. Intereses equivalentes	46
2.8.5.2. Método francés de amortización	46

2.8.5.3.	Método alemán de amortización. Cuotas anuales constantes	47
2.8.5.4.	El método americano o de las cuotas fijas (<i>sinking fund</i>)	48
2.9.	Determinación del final de la vida económica de una máquina	49
2.9.1.	Método gráfico	49
2.9.2.	Tiempo óptimo de sustitución (método analítico)	50
2.10.	Influencia de la oferta y la demanda en la determinación de los al- quileres de maquinaria	50
Anexos		54
Bibliografía		54
Capítulo 3.	Control de maquinaria y mantenimiento	57
3.1.	Necesidad del control	57
3.2.	El servicio de reparación de maquinaria	57
3.3.	Descripción de los diversos escalones	59
3.3.1.	Escalón 1.º	59
3.3.1.1.	Misiones	59
3.3.2.	Escalón 2.º (equipo de obra)	60
3.3.2.1.	Misiones	60
3.3.2.2.	Organización	60
3.3.2.3.	Composición de los equipos	60
3.3.2.4.	Personal	60
3.3.2.5.	Material	61
3.3.2.6.	Mando	61
3.3.3.	Escalón 3.º (talleres semifijos)	61
3.3.3.1.	Misiones	61
3.3.3.2.	Organización	62
3.3.3.3.	Composición de los talleres	62
3.3.4.	Talleres fijos (escalón 4.º)	62
3.3.4.1.	Misiones	63
3.3.4.2.	Organización	63
3.3.4.3.	Composición de los talleres	63
3.4.	Revisiones periódicas	65
3.5.	Programa de entretenimiento	66
3.6.	Reparaciones	67
3.7.	Engrase	69
3.8.	Clasificación del tiempo de trabajo	71
3.9.	Precios	73
3.10.	Control de la maquinaria	74
Anexos		79
Bibliografía		79

Capítulo 4. Lubricación.....	81
4.1. Importancia de la lubricación	81
4.2. Origen de los lubricantes	82
4.3. Fines de la lubricación	83
4.4. Teoría de la lubricación	83
4.5. Primer tipo de lubricantes: los aceites	85
4.5.1. Características de los aceites	85
4.5.1.1. Viscosidad	85
4.5.1.2. Índice de viscosidad (V.I. o I.V.)	86
4.5.1.3. Densidad	86
4.5.1.4. Untuosidad.....	87
4.5.1.5. Punto de inflamación y punto de combustión	87
4.5.1.6. Punto de fluidez y punto de congelación.....	88
4.5.1.7. Impurezas.....	88
4.5.1.8. Coloración	88
4.5.1.9. Acidez.....	88
4.5.1.10. Cenizas.....	89
4.5.1.11. Carbono	89
4.6. Aditivos.....	89
4.6.1. Generalidades	89
4.6.2. Inhibidores	90
4.6.3. Mejoradores	90
4.6.4. Acondicionadores de superficie.....	90
4.7. Aceites para lubricaciones específicas.....	91
4.7.1. Aceites para motores	91
4.8.1. Selección de aceites de cárter	92
4.8.1.1. Por su viscosidad	93
4.8.1.2. Por su calidad según aplicación.....	94
4.8.1.2.1. Clasificación API.....	94
4.8.1.2.2. Especificaciones CCMC de la Unión Europea (hoy obsoletas).....	95
4.8.1.2.3. Especificaciones ACEA.....	96
4.8.1.2.4. Clasificación de algunos fabricantes de motores	97
4.8.2. Cambio de aceites minerales por detergentes.....	97
4.8.3. Influencia del lubricante de cárter en el mantenimiento.....	98
4.9. Aceites para transmisiones y cajas de engranajes.....	101
4.10. Aceites para circuitos hidráulicos	102
4.10.1. Características de los fluidos para circuitos hidráulicos.....	103
4.10.2. Diversos tipos de fluidos para circuitos hidráulicos.....	104
4.10.3. Clasificación de los fluidos para circuitos hidráulicos	104
4.10.3.1. Clasificación ISO de viscosidades.....	105
4.10.3.2. Clasificación según recomendaciones oficiales	105
4.10.4. Elección del fluido para circuito hidráulico	106

4.11. Aceites para compresores	107
4.11.1. Aceites para compresores	107
4.11.2. Aceites para transmisiones automáticas	107
4.11.3. Aceites para turbinas	107
4.11.4. Aceites para cilindros de máquinas de vapor	108
4.11.5. Otros tipos de aceites	108
4.12. Ensayo de los aceites usados	108
4.13. Segundo grupo de lubricantes: las grasas	108
4.13.1. Características de las grasas	109
4.13.2. Aplicación de las grasas según sus componentes	110
4.13.2.1. Grasas cálcicas.....	112
4.13.2.2. Grasas sódicas.....	112
4.13.2.3. Grasas de litio y bario.....	112
4.13.2.4. Grasas de aluminio	112
4.13.2.5. Grasas de plomo	113
4.14. Carburantes	113
4.14.1. Índices de rapidez de encendido de combustibles	113
4.14.2. Propiedades principales de los carburantes	114
4.14.3. Cuidados especiales para lubricantes y carburantes	114
4.14.4. Los planes de lubricación en obra	115
Anexos	116
Bibliografía	117
Capítulo 5. Instalaciones y motores eléctricos	119
5.1. Generalidades	119
5.2. Instalaciones eléctricas	119
5.2.1. Unidades eléctricas internacionales y otras	119
5.2.2. Ventajas del motor eléctrico	120
5.2.3. Derivación de líneas	120
5.2.4. Transformadores y equipos de conexión y maniobra	121
5.2.5. Líneas.....	123
5.2.5.1. Cálculo mecánico de líneas eléctricas	123
5.2.5.2. Separación entre los conductores de una línea aérea.....	125
5.2.5.3. Fórmulas rápidas relativas a los conductores	125
5.2.5.4. Cálculo eléctrico de líneas.....	125
a) Resistencia eléctrica de un conductor	126
b) Coeficiente de autoinducción	126
c) Caída de tensión.....	126
d) Potencia.....	127
e) Pérdida de potencia	127
f) Determinación aproximada de la tensión de transporte, dada una pérdida de potencia en tanto por ciento	127

g)	Características eléctricas y mecánicas de los conductores de líneas aéreas	128
h)	Cálculo de la caída de tensión, sección del conductor y pérdida de potencia	129
i)	Determinación de la resistencia inductiva de líneas aéreas al calcular la caída de tensión .	131
j)	Intensidades admisibles para carga permanente, potencias que pueden transportarse y caída de tensión.....	131
5.3.	Máquinas eléctricas	133
5.3.1.	Motores de corriente alterna	133
a)	Tensión	135
b)	Frecuencia y velocidad.....	135
c)	Potencia	137
d)	Rendimiento y factor de potencia	138
e)	Aislamiento.....	138
f)	Características de par de los motores trifásicos	138
g)	Sobrecarga.....	140
h)	Los modos de arranque de los motores de corriente alterna y su elección	140
i)	Regulación de la velocidad.....	149
j)	Curvas características de motores de rotor de jaula.....	149
k)	Ventilación	149
l)	Cambio de sentido de giro	149
5.3.2.	Motores de corriente continua	151
5.3.3.	Dispositivos de seguridad en los motores eléctricos	152
5.4.	Calefacción eléctrica.....	152
5.5.	Reglamentos	153
Anexos	153
Bibliografía	153
Capítulo 6.	Motores térmicos.....	155
6.1.	Tipos de motores térmicos.....	155
6.2.	Características diferenciales de los motores de combustión interna más usuales	156
6.3.	Motores de gasolina.....	157
6.3.1.	Motores de gasolina de cuatro tiempos	157
6.3.2.	Motores de explosión de dos tiempos.....	160
6.4.	Motores diésel.....	161
6.4.1.	Clasificación de los motores diésel	165
6.4.2.	Los motores diésel de cuatro tiempos (acción simple).....	165
6.4.3.	Los motores diésel de dos tiempos (acción simple)	167
6.4.4.	Equipo de inyección	169
6.4.4.1.	El sistema de inyección	170

6.4.4.2. Cámara de combustión	171
6.4.4.3. Equipo de inyección Bosch	172
6.4.5. Bomba de barrido	187
6.4.6. Sobrealimentación	188
6.5. Diversas clasificaciones de la potencia de los motores térmicos	188
6.5.1. Medidas de la potencia	188
6.5.2. Evaluación de la potencia con el freno dinamométrico	189
6.6. Curvas características de los motores diésel.....	190
6.7. Limitación de la potencia por altura	192
6.8. Sistemas de refrigeración.....	192
6.9. Averías y formas de subsanarlas.....	193
6.10. La caldera de vapor.....	204
Anexos	204
Bibliografía	205
Capítulo 7. Neumáticos y trenes de rodaje de orugas	207
7.1. Neumáticos	207
7.1.2. Neumáticos de lonas sesgadas.....	207
7.1.3. Neumáticos de construcción radial.....	209
7.1.4. Forma de indicar el tamaño de un neumático.....	210
7.1.5. Dibujo de los neumáticos	210
7.1.6. Codificación de los tipos de neumáticos	212
7.1.7. Uso de los neumáticos	213
7.1.8. Presión de inflado	213
7.1.9. Recomendaciones de inflado	214
7.1.10. Transporte de la máquina por carretera	215
7.1.11. Algunas normas imprescindibles de mantenimiento	215
7.1.12. Protección de los neumáticos con cadenas	217
7.2. Trenes de rodaje de orugas	217
7.2.1. Trenes de rodaje de tractores	217
7.2.2. Rodajes de excavadoras.....	221
Anexos	222
Bibliografía	222
Capítulo 8. Embragues, transmisiones y frenos de máquinas de movimiento de tierras	223
8.1. Consideraciones teóricas	223
8.2. Partes de que constan los mecanismos de modificación del par	224
8.3. Embragues	224
8.4. Convertidor de par	226
8.5. Caja de cambios.....	227
8.5.1. Cajas de cambios ordinarias	227
8.5.2. Cajas de cambios de trenes planetarios	230

8.6.	Divisor de par	232
8.7.	Grupo cónico	234
8.8.	Mandos finales.....	235
8.9.	Los frenos en las máquinas de movimiento de tierras.....	236
8.9.1.	Tipos de frenos	236
8.9.2.	Accionamiento del freno	238
8.9.3.	Entretención de los frenos	239
8.10.	Los mandos hidráulicos	239
8.11.	Tomas de fuerza mecánicas	241
	Anexos	241
	Bibliografía.....	242
Capítulo 9.	Explosivos	243
9.1.	El proceso de rotura por explosión	243
9.2.	Características de los explosivos	244
9.3.	Principales condiciones para la elección de un explosivo	245
9.4.	Métodos de carga.....	245
9.5.	Tipos de explosivos	246
9.5.1.	Pólvoras de mina	246
9.5.2.	Explosivos cloritados	247
9.5.3.	Explosivos amoniacales.....	247
9.5.4.	Dinamitas.....	247
9.5.5.	Explosivos gelatinizados	248
9.5.6.	Otros tipos de explosivos.....	248
9.6.	Cebos explosivos	248
9.6.1.	Detonadores normales	249
9.6.2.	Detonadores eléctricos.....	249
9.6.2.1.	Ventajas de los detonadores eléctricos	250
9.6.2.2.	Descripción del detonador eléctrico	250
9.6.2.3.	Garantías eléctricas de los detonadores	251
9.6.2.4.	Circuitos de disparo y su cálculo.....	251
9.6.3.	Dispositivos de microretardo para cordón detonante	252
9.7.	Mechas.....	253
9.8.	Generadores de corriente	253
9.9.	Explosores.....	253
9.10.	Cargas conformadas.....	253
9.11.	Selección de explosivos.....	254
	Anexos	254
	Bibliografía.....	254
Capítulo 10.	Aire comprimido	255
10.1.	Generalidades	255
10.2.	Fundamentos físicos	255

10.2.1. Ciclos isotérmicos y adiabáticos. Leyes de los gases.....	256
10.2.2. Comparación entre los diversos tipos de compresión y expansión.....	258
10.2.3. Trabajo realizado en compresión monofásica (isotérmica y adiabática)	261
10.2.4. Trabajo de los ciclos polifásicos, adiabáticos.....	263
10.2.5. Trabajo mínimo de una compresión polifásica.....	264
10.3. Los compresores	267
10.3.1. Elementos fundamentales comunes.....	267
a) Válvulas.....	267
b) Refrigeración.....	267
10.3.2. Tipos de compresores	267
a) Compresores dinámicos.....	268
b) Compresores alternativos	270
c) Compresores rotativos.....	274
d) Otros compresores rotativos.....	275
10.4. Medida de la presión y el caudal de aire comprimido	277
10.4.1. Medidas de presión.....	277
10.4.2. Factores que disminuyen la pérdida de presión.....	277
10.4.3. Medida del caudal.....	277
10.5. Consumo de potencia.....	281
10.6. Diferentes tipos y detalles de las instalaciones de aire comprimido	281
10.7. Otras razones de la refrigeración en los compresores	283
10.8. Rendimiento del compresor	284
10.9. Depósitos de aire. Calderines	285
10.10. Las conducciones de aire comprimido	286
10.11. Humedad y formación de hielo.....	289
10.12. Uso del aire comprimido en la extracción de agua de pozos	290
Anexos	290
Bibliografía.....	290
Capítulo 11. Máquinas accionadas por aire comprimido (y equipos hidráulicos alternativos)	291
11.1. Tipos de máquinas ligeras	291
11.1.1. Generalidades	291
11.1.2. Cincelador simple	292
11.1.2.1. Principio de funcionamiento de un cincelador con válvula tubular	292
11.1.2.2. Principio de funcionamiento de un cincelador con válvula de disco.....	293
11.1.3. El martillo picador o perforador sin giro	294
11.1.3.1. Perforadora con sistema de válvula oscilante.....	294
11.1.3.2. Perforadora con sistema de válvula tubular.....	295

11.1.4. El martillo perforador	297
11.1.4.1. Rotación por barra estriada.....	297
11.1.4.2. Rotación por rueda de trinquete.....	299
11.1.5. Perforadoras autónomas	299
11.1.6. Empujadores y dispositivos de avance	301
11.2. Tipos de máquinas pesadas.....	303
11.2.1. La perforación por percusión «pesada».....	303
11.2.2. La perforación por rotación y trituración simultánea	308
11.2.3. La perforación por rotación y corte	308
11.2.4. La perforación por rotación abrasiva y corte.....	308
11.3. Consideraciones sobre selección de equipos y tendencias actuales	308
11.4. Equipos auxiliares.....	310
11.5. La inyección con agua y sus ventajas	312
11.6. Herramientas neumáticas de taller.....	314
11.7. Consumo específico de algunas máquinas	315
Anexos	315
Bibliografía	315
Capítulo 12. Los útiles de perforación	317
12.1. Generalidades	317
12.2. Fundamentos.....	317
12.3. Tipos de barrenas	319
12.3.1. Partes de que consta una barrena monobloc	319
12.3.2. Partes de que consta una barrena extensible.....	321
12.4. Selección de barrenas y bocas	324
12.5. Acciones recíprocas entre martillos y barrenas	327
12.6. Otras características de las barrenas	328
12.7. Recomendaciones generales para la conservación de las barrenas y bocas de perforación	329
12.8. Recomendaciones para el afilado de las barrenas.....	330
12.9. El proceso de afilado y su control.....	330
a) Afilado diametral	330
b) Afilado longitudinal	331
12.10. Duración de las bocas sin reafilado	332
Anexos	332
Bibliografía	332
Capítulo 13. Voladuras.....	333
13.1. Tipos de voladuras.....	333
13.2. Voladuras con frente libre	333
13.2.1. Definiciones	334
13.2.2. Cálculo de la voladura	335
13.2.3. Inclinación de los taladros	337

13.3.	Voladuras en túnel	337
13.3.1.	Algunas consideraciones sobre las excavaciones subterráneas	337
13.3.2.	Los métodos modernos de calculo de estabilidad de túneles	338
a)	Conocimientos actuales	338
b)	Bases del cálculo del proceso de perforación, entibación y construcción	340
c)	Las bases de cálculo relacionadas con la mecánica de rocas	341
d)	Las curvas características	342
13.3.3.	El proceso constructivo	344
a)	Técnica de perforación en túnel. Definición e información básica, desde el punto de vista de las medidas de seguridad	344
b)	Métodos y clases de excavación.....	345
c)	Clases de excavación	345
d)	Soluciones tipo de correcciones en función del tiempo de estabilidad (Lauffer)	353
e)	Soluciones tipo elementales	353
13.3.4.	Los métodos tradicionales de perforación	359
a)	Cargas unitarias en las voladuras	359
b)	Esquemas de avance tradicionales	361
c)	Entibación.....	362
d)	Extracción de escombros.....	363
13.4.	Planificación de los trabajos de cantera o de excavación en roca ...	365
13.5.	Procedimientos excepcionales de excavación en túneles sin uso de explosivos	366
13.5.1.	Avance por escudo	366
13.5.2.	Máquinas con cabezales porta cuchillas	367
13.5.3.	TBM (<i>tunnel boring machines</i>) o tuneladoras.....	369
13.5.4.	Perforación de galerías inclinadas	373
13.5.5.	Costos de explotación de material excepcional.....	374
	Anexos	376
	Bibliografía.....	376
Capítulo 14.	Equipos de sondeos, clava e hinca	377
14.1.	Máquinas de sondeo	377
14.1.1.	Equipos de sondeo por percusión	379
14.1.2.	Sondas rotativas	382
14.2.	Maquinaria de clava e hinca	386
14.2.1.	Hinca con maza	388
14.2.2.	Martillo de vapor	388
14.2.3.	Martillos de aire comprimido	389

14.2.4. Equipos de hincas diésel	390
14.2.5. Hincas por vibración	391
14.2.6. Hincas con chorro de agua	391
14.2.7. Hincas de cajones	391
14.3. Compactación en profundidad por el método del torpedo.....	392
Anexos	393
Bibliografía	393
Capítulo 15. Ventilación.....	395
15.1. Generalidades sobre el aire y la ventilación	395
15.1.1. El aire que respiramos	396
15.1.2. Algunas definiciones	398
15.1.3. La ventilación en las obras	399
15.2. Los gases tóxicos	400
15.3. Partes de que se compone una instalación de ventilación	401
15.4. Los tipos de ventilación	401
15.5. Presiones y caudales de ventilación	403
15.6. Presiones estáticas, dinámicas y totales.....	403
15.7. Las canalizaciones del aire y pérdidas de carga	404
15.8. Necesidad de aire puro.....	407
15.8.1. Aire necesario	407
15.8.2. Pérdidas de caudal en la conducción	407
15.9. Evaluación de la presión de trabajo y potencia necesaria.....	408
15.9.1. Presiones de trabajo	408
15.9.2. Potencia necesaria.....	408
15.10. Partes que componen un ventilador.....	408
15.11. Clasificación de los ventiladores y regulación	409
15.11.1. Por tipos de diseño.....	409
15.11.2. Por su utilización	418
15.11.3. Por su presión	418
15.11.4. Regulación del caudal de los ventiladores	418
15.12. Punto de funcionamiento del conjunto ventilador/conducción	419
15.13. Elección de ventilador según la presión requerida	420
15.14. Leyes de los ventiladores.....	420
Anexos	421
Bibliografía	421
Capítulo 16. Máquinas de elevación.....	423
16.1. Máquinas elementales de elevación.....	423
16.1.1. Gatos mecánicos	423
16.1.2. Gato hidráulico	424
16.1.3. Torno manual.....	424

16.1.4.	Torno diferencial	425
16.1.5.	Mecanismo diferencial	426
16.1.6.	El cabrestante mecánico	427
16.2.	Máquinas de elevación compuestas	428
16.2.1.	Grúa ligera de obra	428
16.2.2.	Grúa «derrick»	428
16.2.3.	Grúas móviles	429
16.2.4.	Grúas torre	434
16.2.5.	Grúas de puerto	436
16.2.6.	Puentes grúas	436
16.2.7.	Grúas ferroviarias	437
16.2.8.	Otras configuraciones de grúas	437
Anexos		438
Bibliografía		438
Capítulo 17.	Condiciones de rodadura	439
17.1.	Generalidades	439
17.2.	Reseña de mecánica racional aplicada a los problemas de tracción	439
a)	Principios generales	439
b)	Aplicaciones específicas	440
17.3.	Rodadura sobre neumáticos	442
a)	Resistencia a la rodadura	442
b)	Resistencia debida a la traslación en rampa o pendiente	443
c)	Resistencia por aire	443
d)	Resistencia de las fuerzas de inercia	444
e)	Fórmula aproximada para obtener el esfuerzo necesario para franquear un obstáculo	444
17.4.	Resistencia a la rodadura de los tractores de orugas o cadenas	445
a)	Resistencia a la rodadura	445
b), c) y d)	Resistencia por aire, rampa e inercia	445
17.5.	Máquinas sobre llantas rígidas (ferrocarriles)	445
a)	Resistencia a la rodadura	445
b), c) y d)	Resistencia por aire, rampa e inercia	445
e)	Resistencia en curva	446
17.6.	Adherencia	446
Anexos		447
Bibliografía		447
Capítulo 18.	Las máquinas de excavación de tierras	449
18.1.	Generalidades	449
18.2.	Tipos de máquinas	450

18.3.	Dimensiones de las máquinas	451
18.4.	Tipos de trabajo	451
18.5.	Elementos principales de las máquinas de movimiento de tierras ..	453
18.6.	Características y constitución de los diversos tipos.....	456
	18.6.1. Excavadoras.....	456
	18.6.2. Retroexcavadora	458
	18.6.3. Dragalina, cuchara de almeja y grúa	458
18.7.	Selección de las máquinas	458
	18.7.1. Selección de una excavadora	458
	18.7.2. Selección de una dragalina	461
	18.7.3. Selección de una retroexcavadora	463
	18.7.4. Selección de cuchara de almeja y grúas	463
18.8.	Excavadora de cangilones.....	463
18.9.	Palas cargadoras de galería.....	464
18.10.	Excavadoras estacionarias	465
18.11.	Equipos de excavación hidráulicos.....	466
	Anexos	471
	Bibliografía	472
Capítulo 19.	El tractor.....	473
19.1.	Introducción	473
19.2.	Tipos de tractores.....	473
19.3.	Potencias más normales	473
19.4.	El tractor de orugas	474
	19.4.1. Bastidor.....	474
	19.4.2. Soporte de las orugas	474
	19.4.3. Motor diésel.....	474
	19.4.4. Embrague principal.....	475
	19.4.5. Caja de velocidades	477
	19.4.6. Orugas.....	477
	19.4.7. Embragues y frenos de dirección.....	478
	19.4.8. Mandos finales.....	479
	19.4.9. Toma de fuerza y controles hidráulicos y de cable	479
	19.4.9.1. Controles de cable	479
	19.4.9.2. Controles hidráulicos.....	480
	19.4.9.3. Ventajas e inconvenientes	480
19.5.	Partes de que se componen los tractores de neumáticos.....	481
	19.5.1. Neumáticos	481
	19.5.2. Dirección	482
	19.5.3. Manera de asegurar la adherencia en condiciones difíciles en los tractores de neumáticos	482
19.6.	Ventajas e inconvenientes de los diversos tipos de tractores	482
19.7.	Aparejos que pueden acoplarse a los tractores	482

19.7.1.	Bulldozer o dozer de hoja recta	483
19.7.2.	Angledozer o dozer de hoja regulable	485
19.7.3.	Comparación entre la hoja del bulldozer y del angledozer	487
19.7.4.	Campo de empleo del bulldozer y del angledozer.....	489
19.7.5.	Ripper	491
19.8.	Motoniveladora.....	493
19.9.	Las palas cargadoras sobre neumáticos y sobre orugas.....	493
19.10.	Rompedores hidráulicos instalados sobre palas cargadoras	496
19.11.	Tablas de rendimientos de bulldozers.....	497
Anexos		500
Bibliografía		500
Capítulo 20.	Los elementos de transporte	503
20.1.	Tipos de máquinas	503
20.2.	Máquinas que realizan la carga y el transporte.....	503
20.3.	Elementos específicos de transporte.....	506
20.3.1.	Transporte ligero.....	506
20.3.2.	Transporte pesado.....	506
20.3.2.1.	Dumpers.....	506
20.3.2.2.	Camiones de obra	507
20.3.2.3.	Vehículos remolcados.....	510
20.3.2.4.	El transporte por vía férrea en las obras	510
20.3.2.4.1.	Material	510
20.3.2.4.2.	Tracción	510
20.4.	Otros sistemas de transporte	512
20.5.	Los sistemas de manutención permanente.....	513
Anexos		515
Bibliografía		515
Capítulo 21.	Maquinaria de tratamiento de áridos	517
21.1.	Machaqueo.....	517
21.1.1.	Los alimentadores.....	517
21.1.2.	Tipos de machacadoras y su aplicación básica.....	518
21.1.3.	Máquinas para el machaqueo primario.....	519
21.1.4.	Máquinas para el machaqueo fino o secundario.....	520
21.1.5.	Curvas granulométricas resultantes	520
21.1.6.	Machacadoras de mandíbulas	522
21.1.7.	Las machacadoras giratorias.....	524
21.1.8.	Machacadoras de impactos y de percusión (o de martillos)	526
21.1.9.	Machacadoras de cilindros	527
21.1.10.	Molinos de bolas.....	528
21.1.11.	Materiales empleados en las mandíbulas, cóncavos... ..	528
21.1.12.	Dimensiones de las machacadoras	529
21.1.13.	Elección de las machacadoras	529

21.2.	Elementos transportadores de áridos	530
21.2.1.	Tipos de transportadores.....	530
21.2.2.	Cintas transportadoras	530
21.2.3.	Producciones normales de las cintas	532
21.2.4.	Elevadores de cangilones.....	532
21.2.5.	Transportadores <i>redlers</i>	533
21.2.6.	Tornillo de Arquímedes.....	533
21.3.	Equipos de clasificación y equipos de almacenamiento de áridos ..	533
21.3.1.	El elemento de cribado	534
21.3.2.	Tipos de cribas.....	534
21.3.2.1.	Tipo manual fijo	534
21.3.2.2.	Tipo de bandeja con masas excéntricas.....	535
21.3.2.3.	Tipo de bandeja con accionamiento electromagnético	536
21.3.2.4.	Tipo cilíndrico rotativo.....	536
21.3.3.	La clasificación del material coherente	536
21.3.4.	El almacenamiento de los áridos	537
21.4.	Instalaciones completas de tratamiento de áridos.....	539
	Anexos	541
	Bibliografía.....	541
Capítulo 22.	Equipos de preparación y transporte del hormigón	543
22.1.	Hormigoneras de eje horizontal.....	543
22.2.	Hormigoneras de eje inclinado	544
22.3.	Hormigoneras de triple cono	545
22.4.	Hormigoneras de tipo continuo	545
22.5.	Vaciado de las hormigoneras.....	546
22.6.	Hormigonera de plato horizontal.....	546
22.7.	Instalaciones de hormigonado en estrella	547
22.8.	Mezcladores y dosificadores.....	549
22.9.	Transporte del hormigón por tubería	550
a)	Bombas de pistón	552
b)	Bombas de rotor	552
c)	Bombas de tubo oscilante.....	553
d)	Flechas o plumas de reparto.....	553
e)	Canalizaciones.....	554
f)	Baldes de transporte	554
g)	Transporte por canaleta	554
22.10.	Máquinas para proyección de hormigón y mortero.....	554
22.11.	Equipos de inyección.....	555
	Anexos	555
	Bibliografía.....	555

Capítulo 23. Cables	557
23.1. Constitución.....	557
23.2. Arrollamientos.....	558
23.3. Nomenclatura de los cables.....	559
23.3.1. Nomenclatura.....	559
23.3.2. Composición.....	560
23.4. Datos de definición del cable.....	562
23.5. Tambores y poleas.....	563
23.6. Carga de rotura de un cable.....	563
23.7. Tensión admisible de un cable.....	563
a) Tensión admisible por tracción.....	563
b) Tensión admisible de flexión.....	564
c) Tensiones debidas a la rigidez del cable y a los rozamientos de las poleas.....	565
23.8. Modulo elástico de los cables.....	566
23.9. Duración de los cables.....	566
23.10. Otras sollicitaciones de los cables.....	569
23.11. Proceso de cálculo de un cable.....	570
23.12. La catenaria.....	570
23.12.1. Deducción analítica.....	570
23.12.2. Deducción de los parámetros de la catenaria.....	571
23.13. Parábola aproximada.....	572
23.13.1. Longitud del cable.....	573
23.13.2. Valores útiles de la catenaria (parábola aproximada).....	573
23.14. Tipos de transportadores por cable.....	577
23.14.1. Plano inclinado.....	577
23.14.2. Monocable.....	578
23.14.3. Transportadores bicables y tricables.....	579
23.14.3.1. Cálculo de la tensión máxima del cable cargado con baldes equidistantes.....	581
23.14.3.2. Cálculo del contrapeso y su recorrido.....	582
23.14.3.3. Cálculo del diámetro del cable.....	582
23.14.4. Blondín.....	583
23.14.5. Vientos.....	585
Anexos.....	585
Bibliografía.....	586
Capítulo 24. Bombas	587
24.1. Tipos de bombas.....	587
24.1.1. Bombas alternativas.....	587
24.1.2. Bombas centrífugas.....	589
24.1.2.1. Generalidades.....	589

24.1.2.2.	Ecuaciones fundamentales de las bombas centrífugas	590
24.1.2.3.	Tipos de álabes	592
24.1.2.4.	Tipos de bombas centrífugas y sus características	593
24.2.	Altura de aspiración	594
24.3.	Curvas características	596
24.4.	Semejanza en el funcionamiento de las bombas	597
24.5.	El rendimiento de las bombas	599
24.6.	La regulación de las bombas	600
24.6.1.	Regulación por estrangulamiento de la aspiración	600
24.6.2.	Regulación por estrangulamiento de la impulsión	600
24.6.3.	Regulación por variación de la velocidad de giro del motor	601
24.6.4.	Regulación por perturbación de los filetes líquidos del fluido	601
24.7.	Elección del tipo de bomba	601
24.8.	La instalación de bombeo	602
24.8.1.	Datos básicos para una instalación	602
24.8.2.	Esquema de instalación de bombeo	602
24.8.3.	Dispositivos de una instalación de bombeo	603
24.9.	Teorema de Bernoulli	604
24.10.	Aforos	605
24.11.	Determinación de las impulsiones	606
24.11.1.	Altura y longitud de impulsión	606
24.11.2.	Diámetro económico	607
24.11.3.	Equivalencia de diámetros	607
24.11.4.	Potencia de las bombas	607
24.11.5.	Datos básicos para el cálculo de las impulsiones hidráulicas	608
24.12.	Calculo de las pérdidas de carga	609
24.12.1.	Canales	609
24.12.2.	Tuberías	609
24.12.3.	Codos, válvulas y llaves	612
24.13.	Particularidades de la operación de las bombas	612
24.13.1.	Estabilidad del funcionamiento de la bomba	612
24.13.2.	Juicio crítico sobre los distintos tipos de bombas centrífugas	614
24.13.3.	Bombas trabajando en serie	614
24.13.4.	Bombas trabajando en paralelo	615
24.13.5.	La cavitación	616
24.13.6.	Cebado de las bombas centrífugas	617
24.14.	Otros equipos para aspiración e impulsión de fluidos	618
24.14.1.	Bombas de membrana	618
24.14.2.	Bombas mono	618

24.14.3. Ariete hidráulico	618
24.14.4. Eyector hidráulico.....	619
24.14.5. Consumos estimados de una instalación	620
Anexos	620
Bibliografía	620
Capítulo 25. Máquinas específicas de construcción de carreteras	621
25.1. Máquinas para firmes bituminosos	621
25.1.1. Plantas asfálticas	621
25.1.1.1. Composición de una planta asfáltica	621
25.1.1.2. Clasificación de las plantas asfálticas.....	625
25.1.1.3. Rendimientos de las plantas	626
25.1.1.4. Control de las plantas asfálticas.....	627
25.1.1.5. Condiciones para selección de una planta asfáltica	627
25.1.2. La extendedora-acabadora	628
25.1.3. Compactación y compactadores	629
25.1.3.1. Descripción de los sistemas	629
a) Máquinas de compactación por presión estática	630
b) Máquinas de compactación por impacto	632
c) Máquinas de compactación por vibración ..	632
25.1.3.2. Selección de los equipos.....	633
25.2. Máquinas para construcción de firmes de hormigón.....	636
Anexos	636
Bibliografía	636
Capítulo 26. Maquinaria de vía	637
26.1. Generalidades	637
26.2. Bateadoras-niveladoras-alineadoras	637
26.2.1. Equipo de bateo (b).....	638
26.2.2. Equipo de nivelación (n).....	639
26.2.3. Equipo de alineación (r)	642
26.2.4. Equipos complementarios de las bateadoras	642
26.3. Alineadoras independientes	643
26.4. Perfiladoras de balasto	643
26.5. Desguarnecedoras-cribadoras-machacadoras	644
26.6. Pórticos de tendido de vía.....	646
26.7. Dispositivos de control	647
26.8. Otros equipos pesados de vía.....	648
26.8.1. Amoladores de carril (Speno).....	648
26.8.2. Equipos de reperfilado de carriles en taller	650

26.8.3.	Equipos de soldadura a tope de carriles en taller y en vía.	651
26.8.4.	Trenes herbicidas	651
26.9.	Maquinaria ligera de vía.....	652
26.10.	Fundamentos químicos y metalurgia del proceso Thermit.....	652
	Anexos	653
	Bibliografía.....	653
Capítulo 27.	Maquinaria específica de puertos.....	655
27.1.	Conceptos fundamentales	655
27.2.	Equipos de dragado.....	656
27.2.1.	Dragas de cuchara.....	656
27.2.2.	Dragas de cangilones	657
27.2.3.	Dragas de succión	659
27.2.4.	Dragas excavadoras	664
27.3.	Gánguiles	664
27.4.	Rompedores de roca	665
27.5.	Remolcadores	666
27.6.	Los equipos de buzo	668
27.7.	La flotabilidad del buque. Marcas Plimsoll.....	669
	Anexos	670
	Bibliografía.....	670
Capítulo 28.	Fiabilidad de los equipos	671
28.1.	La situación real de los bienes de equipo en ciertos países	671
28.2.	La investigación operativa.....	672
28.3.	Seguridad y redundancia.....	673
28.4.	Fiabilidad y avería	675
28.5.	Las leyes de fiabilidad	677
28.6.	Definiciones que afectan al estudio de los equipos	678
28.7.	Diversas leyes de avería.....	680
a)	Ley exponencial	680
b)	Ley de Weibull	681
28.8.	Política de reparación y mantenimiento	683
a)	Alternativas a una política	683
b)	La garantía de buen funcionamiento y sus costos	685
28.9.	Los procesos de Markov	686
	Anexos	688
	Bibliografía.....	688
Capítulo 29.	Planificación de las obras y mecanización.....	691
29.1.	Generalidades	691
29.2.	Definiciones y conceptos fundamentales.....	692

29.3. Proceso de cálculo	695
29.4. Análisis de los resultados obtenidos	698
29.5. Ejemplo.....	699
29.6. Trabajos complementarios del Pert y gráfico de Gantt	700
29.7. Sistemas avanzados de programación	701
Anexos	704
Bibliografía	704
Apéndices	705
Apéndice 1. Los errores más frecuentes que se cometen con la maquinaria de obras públicas	705
Apéndice 2. Maderas	711
Apéndice 3. Utilización del CD ROM.....	731
Índice alfabético	737