

# ÍNDICE

Agradecimientos .....	7
Índice de anunciantes .....	17
Prólogo .....	19

## **CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN**

1.1- Introducción .....	21
1.2- Definiciones .....	22
1.3- Máquinas y equipos .....	26
1.4- Legislación y normas .....	27
1.5- Documentos .....	28
1.6- Evolución .....	30
1.7- Historia .....	32
1.8- Mercado .....	38
1.9- Futuro .....	40
1.10- Arranque, carga y transporte .....	40
1.11- Tipos de máquinas para movimiento de tierras .....	42
1.11.1- Antecedentes .....	42
1.11.2- Las normas y la normalización .....	42
1.11.3- La Norma UNE-EN ISO 6165:2006 .....	44

1.12- Diferencias en la aplicación de las máquinas para movimiento  
de tierras en la obra pública o en la industria extractiva .....48

## **CAPÍTULO 2. GEOLOGÍA**

2.1- Clasificación de las rocas ..... 53

    2.1.1- Rocas ígneas ..... 54

        2.1.1.1- Conceptos básicos y clasificación ..... 54

        2.1.1.2- Cuadro general ..... 55

    2.1.2- Las rocas sedimentarias ..... 56

        2.1.2.1- Definición y caracterización ..... 56

        2.1.2.2- Clasificación ..... 57

    2.1.3- Rocas metamórficas ..... 64

        2.1.3.1- Definición y tipos de metamorfismo ..... 64

        2.1.3.2- Clasificación ..... 65

2.2- Caracterización de las rocas ..... 67

    2.2.1- Principios básicos ..... 67

    2.2.2- La velocidad sísmica de propagación ..... 67

2.3- Otras clasificaciones y parámetros ..... 72

    2.3.1- Clasificación práctica ..... 72

    2.3.2- El enfoque de los movimientos de tierras ..... 74

    2.3.3- Ensayos mecánicos ..... 74

## **CAPÍTULO 3. PROSPECCIÓN. LA SÍSMICA DE REFRACCIÓN**

3.1- Los métodos geofísicos de prospección ..... 79

    3.1.1- Introducción ..... 79

    3.1.2- Objetivo ..... 80

3.2- Conceptos básicos de la sísmica de refracción ..... 80

    3.2.1- Generalidades ..... 80

    3.2.2- Historia y técnica ..... 83

    3.2.3- Notas prácticas ..... 87

## **CAPÍTULO 4. LA PRODUCCIÓN EN LAS MÁQUINAS PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS**

4.1- Conceptos básicos ..... 91

4.2- Factores de la producción .....	95
4.2.1- Factores externos .....	96
4.2.2- Factores internos .....	99
4.3- Parámetros fundamentales .....	101
4.3.1- Generalidades .....	101
4.3.2- Relativos al material .....	101
4.3.3- Relativos a la superficie del terreno .....	102
4.4- Los cuatro índices .....	103
4.4.1- Generalidades .....	103
4.4.2- Capacidad de la cuchara .....	103
4.4.3- Factor de llenado .....	106
4.4.4- Factor de eficiencia .....	108
4.4.5- Tiempo de ciclo .....	110
4.5- Conclusión .....	114

## **CAPÍTULO 5. LOS COSTES HORARIOS Y DE PRODUCCIÓN**

5.1- Definiciones y conceptos .....	117
5.2- Métodos de cálculo .....	120
5.3- Coste de propiedad .....	123
5.4- Coste de operación .....	127
5.4.1- Consumos .....	128
5.4.2- Reparaciones y mantenimiento .....	134
5.4.3- Tren de rodaje o neumáticos .....	135
5.4.4- Operador .....	136
5.5- Resumen general .....	136
5.6- Conclusión .....	137

## **CAPÍTULO 6. LAS MÁQUINAS PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS**

6.1- Introducción .....	141
6.2- Historia de las máquinas para movimiento de tierras .....	143
6.3- Componentes .....	146
6.3.1- Introducción .....	146
6.3.2- Motor .....	147
6.3.3- Transmisión .....	155

6.3.4- Sistema hidráulico .....	159
6.3.5- Tren de rodaje .....	163
6.4- Función: Arranque, carga y transporte .....	167
6.5- Clasificación .....	170
6.6- Nuevas tecnologías: equipos híbridos .....	174
6.6.1- Excavadoras híbridas .....	176
6.6.2- Cargadoras híbridas .....	178

## **CAPÍTULO 7. TRACTORES**

7.1- Definiciones y aplicaciones .....	181
7.1.1- Definiciones de tractor y otras .....	181
7.1.2- Aplicaciones de los tractores .....	184
7.1.3- Escarificación con tractor sobre cadenas .....	185
7.1.3.1- Historia .....	185
7.1.3.2- ¿Escarificación o voladura? .....	185
7.1.3.3- Factores de la escarificación .....	193
7.1.3.4- Tipos de escarificadores .....	195
7.1.4- Empuje con tractor sobre cadenas .....	196
7.1.4.1- Introducción .....	196
7.1.4.2. Tipos de hojas de empuje .....	198
7.1.4.3- Capacidad de las hojas de empuje .....	203
7.1.4.3. Distancia de empuje y rentabilidad .....	205
7.2- Tendencias de diseño .....	210
7.2.1- Fundamentos .....	210
7.2.2- Los grandes fabricantes .....	216
7.3- Configuración y equipamiento .....	220
7.4- Requisitos de seguridad y normas .....	223

## **CAPÍTULO 8. CARGADORAS**

8.1- Definición y aplicaciones .....	233
8.1.1- Definición de cargadora y otras .....	233
8.1.2- Tamaño .....	238
8.1.3- Aplicaciones de las cargadoras .....	243
8.1.3.1- Arranque .....	243
8.1.3.2- Carga .....	244
8.1.3.3- Transporte .....	246

8.1.4- El ciclo de carga .....	250
8.1.5- Sistemas de carga .....	253
8.1.6- Carga útil .....	257
8.1.7- Producción máxima .....	259
8.2- Tendencias de diseño .....	262
8.2.1- Fundamentos .....	262
8.2.2- Los grandes fabricantes .....	267
8.2.2.1- Los motores .....	267
8.2.2.2- Los fabricantes .....	270
8.3- Configuración y equipamiento .....	284
8.4- Requisitos de seguridad y normas .....	286

## **CAPÍTULO 9. EXCAVADORAS**

9.1- Definición y aplicaciones .....	293
9.1.1- Definición de excavadora y otras .....	293
9.1.2- Tamaño .....	298
9.1.3- Aplicaciones de las excavadoras .....	306
9.1.3.1- Arranque .....	306
9.1.3.2- Carga .....	312
9.1.3.3- Transporte .....	313
9.1.4- El ciclo de trabajo de las excavadoras .....	314
9.1.5- Sistemas de carga .....	319
9.1.6- Carga útil .....	326
9.1.7- Producción máxima .....	331
9.2- Tendencias de diseño .....	336
9.2.1- Fundamentos .....	336
9.2.2- Los grandes fabricantes .....	340
9.2.3- Otras excavadoras .....	350
9.3- Configuración y equipamiento .....	351
9.4- Requisitos de seguridad y normas .....	355
9.5- Otras máquinas de arranque y carga .....	358

## **CAPÍTULO 10. DÚMPERES**

10.1- Definición y aplicaciones .....	361
10.2- Tamaño y clasificación .....	364

10.3- Dúmperes rígidos y articulados .....	369
10.3.1- Introducción .....	369
10.3.2- Transporte .....	370
10.3.3- Factor de acoplamiento .....	375
10.4- Tendencias de diseño y equipamiento .....	379
10.4.1- Introducción .....	379
10.4.2- Dúmperes rígidos .....	381
10.4.2.1- Dúmperes de accionamiento mecánico y de accionamiento diésel-eléctrico .....	391
10.4.3- Dúmperes articulados .....	392
10.5- Información para estudios de producción .....	400
10.6- Requisitos de seguridad y normas .....	406

## **CAPÍTULO 11. MOTONIVELADORAS**

11.1- Definición y aplicaciones .....	413
11.2- Tendencias de diseño y equipamiento .....	422
11.3- Requisitos de seguridad .....	428

## **CAPÍTULO 12. LEGISLACIÓN APLICABLE EN LA UNIÓN EUROPEA Y EN ESPAÑA**

12.1- Antecedentes .....	437
12.1.1- La Unión Europea .....	437
12.1.2- Las dos fases en seguridad y salud .....	439
12.1.3- Fecha de comienzo y desarrollo .....	439
12.1.4- Historial legislativo .....	442
12.2- Seguridad y salud .....	443
12.2.1- Los dos primeros textos legales .....	443
12.2.2- Tercer documento legislativo .....	445
12.2.3- Segundo grupo de textos legales .....	447
12.2.3.1- Introducción .....	447
12.2.3.2- Estructuras de protección .....	448
12.2.3.3- Directiva Máquinas .....	449
12.2.3.4- Ley de Prevención de Riesgos Laborales .....	468
12.3- Protección medioambiental .....	483
12.3.1- Introducción .....	483

12.3.2- Emisiones de gases y partículas contaminantes de los motores ..	484
12.3.3- Emisiones sonoras .....	487
12.3.4- Compatibilidad electromagnética .....	489
12.4- Las máquinas usadas .....	491
12.4.1- Introducción .....	491
12.4.2- Antecedentes históricos .....	491
12.4.3- Situación actual .....	495