



**M**aquinaria  
e instalaciones  
forestales

Consulte nuestra página web: [www.sintesis.com](http://www.sintesis.com)  
En ella encontrará el catálogo completo y comentado



**NO fotocopie el libro**

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra sin contar con autorización de los titulares de la propiedad intelectual. La infracción de los

derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (arts. 270 y sigs. Código Penal). El Centro Español de Derechos Reprográficos ([www.cedro.org](http://www.cedro.org)) vela por el respeto de los citados derechos.

# **M**aquinaría e instalaciones forestales

Sergio Pereyra Ponce

© Sergio Pereyra Ponce

© EDITORIAL SÍNTESIS, S. A.  
Vallehermoso, 34. 28015 Madrid  
Teléfono: 91 593 20 98  
[www.sintesis.com](http://www.sintesis.com)

ISBN: 978-84-9171-140-7  
Depósito Legal: M-4.119-2018

Impreso en España - Printed in Spain

Reservados todos los derechos. Está prohibido, bajo las sanciones penales y el resarcimiento civil previstos en las leyes, reproducir, registrar o transmitir esta publicación, íntegra o parcialmente, por cualquier sistema de recuperación y por cualquier medio, sea mecánico, electrónico, magnético, electroóptico, por fotocopia o por cualquier otro, sin la autorización previa por escrito de Editorial Síntesis, S. A.

# Índice

|  |    |
|--|----|
| <b>PRESENTACIÓN</b> .....  | 11 |
| <b>1. EL TALLER FORESTAL</b> .....   | 13 |
| Objetivos.....   | 13 |
| Mapa conceptual.....   | 14 |
| Glosario.....  | 14 |
| <b>1.1. Zonas del taller forestal</b> .....  | 15 |
| 1.1.1. Zona de trabajo.....  | 16 |
| 1.1.2. Zona de almacén de herramientas y maquinaria.....                                   | 16 |
| 1.1.3. Zona de almacenamiento de materias primas y repuestos.....                          | 17 |
| 1.1.4. Vestuarios, aseos y oficinas.....   | 17 |
| <b>1.2. Equipos y herramientas utilizados en el taller forestal</b> .....                  | 18 |
| 1.2.1. Utilización y ubicación de equipos y máquinas.....                                  | 18 |
| 1.2.2. Utilización y ubicación de herramientas.....  | 22 |
| 1.2.3. Inventario de herramientas y maquinaria: registro, incidencias<br>y reposición..... | 31 |
| <b>1.3. Orden y limpieza en el taller</b> .....  | 32 |
| 1.3.1. Orden de herramientas en el taller.....   | 32 |
| 1.3.2. Residuos generados en el taller: buenas prácticas ambientales.....                  | 33 |
| Resumen.....   | 35 |
| Ejercicios propuestos.....   | 36 |
| Actividades de autoevaluación.....   | 37 |

|  |    |
|--|----|
| <b>2. EL TRACTOR FORESTAL</b> .....  | 39 |
| Objetivos.....   | 39 |
| Mapa conceptual.....   | 40 |
| Glosario.....  | 40 |
| <b>2.1. Elementos y características de los tractores forestales</b> .....                                | 41 |
| 2.1.1. Elementos.....  | 42 |
| 2.1.2. Características.....  | 42 |
| <b>2.2. Tipos de tractores forestales</b> .....  | 44 |
| 2.2.1. Tractores forestales de arrastre ( <i>skidders</i> ).....   | 44 |
| 2.2.2. Tractores forestales autocargadores ( <i>forwarders</i> ).....                                    | 45 |
| <b>2.3. Motores</b> .....  | 46 |
| 2.3.1. El motor diésel: partes y fundamento.....   | 47 |
| 2.3.2. Sistemas de distribución, alimentación, refrigeración y engrase.....                              | 50 |
| <b>2.4. Elementos de trabajo del tractor agrícola</b> .....  | 53 |
| 2.4.1. Toma de fuerza, enganche y accionamiento de aperos.....   | 54 |
| 2.4.2. Sistema hidráulico.....   | 54 |
| <b>2.5. Manejo del tractor forestal</b> .....  | 55 |
| 2.5.1. Conducción en terrenos en pendiente.....  | 55 |
| 2.5.2. Conducción en terrenos con escasa adherencia.....   | 56 |
| 2.5.3. Caso particular: desembosque de madera con autocargador.....                                      | 57 |
| Resumen.....   | 57 |
| Ejercicios propuestos.....   | 58 |
| Actividades de autoevaluación.....   | 59 |
| <br>   |    |
| <b>3. EL MANTENIMIENTO DEL TRACTOR FORESTAL. FUNDAMENTOS, CALENDARIO, HERRAMIENTAS Y REPUESTOS</b> ..... | 61 |
| Objetivos.....   | 61 |
| Mapa conceptual.....   | 62 |
| Glosario.....  | 62 |
| <b>3.1. Fundamentos del mantenimiento</b> .....  | 63 |
| 3.1.1. Sistema de engrase.....   | 64 |
| 3.1.2. Sistema de admisión.....  | 64 |
| 3.1.3. Sistema de refrigeración.....   | 65 |
| 3.1.4. Sistema eléctrico.....  | 65 |
| 3.1.5. Sistema de alimentación.....  | 66 |
| <b>3.2. Manual de mantenimiento</b> .....  | 67 |
| 3.2.1. Instrucciones de seguridad.....   | 68 |
| 3.2.2. Mandos y accionamiento del tractor.....   | 71 |
| 3.2.3. Cuadro de luces testigo.....  | 71 |
| <b>3.3. Mantenimiento de primer nivel</b> .....  | 73 |
| 3.3.1. Operaciones de mantenimiento básico.....  | 74 |
| 3.3.2. Calendario de mantenimiento.....  | 74 |
| <b>3.4. Material necesario para el mantenimiento</b> .....   | 79 |
| 3.4.1. Herramientas.....   | 79 |
| 3.4.2. Lubricantes.....  | 80 |
| 3.4.3. Repuestos.....  | 83 |
| <b>3.5. Registros de mantenimiento y reparación</b> .....  | 84 |
| Resumen.....   | 86 |
| Ejercicios propuestos.....   | 86 |
| Actividades de autoevaluación.....   | 87 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>4. LAS OPERACIONES DE MANTENIMIENTO DEL TRACTOR FORESTAL</b> .....                         | 89  |
| Objetivos.....  | 89  |
| Mapa conceptual.....  | 90  |
| Glosario.....   | 90  |
| 4.1. Operaciones de mantenimiento.....  | 91  |
| 4.2. Mantenimiento del sistema de engrase.....  | 92  |
| 4.2.1. Comprobación del nivel de aceite de motor.....   | 92  |
| 4.2.2. Cambio de aceite de motor.....   | 93  |
| 4.3. Mantenimiento del sistema de admisión.....   | 94  |
| 4.3.1. Limpieza de los filtros de aire.....   | 94  |
| 4.3.2. Cambio de los filtros de aire.....   | 95  |
| 4.4. Mantenimiento del sistema de refrigeración.....  | 95  |
| 4.4.1. Comprobación del nivel de refrigerante-anticongelante.....                             | 95  |
| 4.4.2. Limpieza del radiador.....   | 96  |
| 4.4.3. Cambio de líquido refrigerante-anticongelante y limpieza del sistema.....              | 97  |
| 4.5. Mantenimiento del sistema de alimentación.....   | 97  |
| 4.5.1. Mantenimiento del depósito de combustible.....   | 97  |
| 4.5.2. Drenaje del filtro de combustible.....   | 98  |
| 4.5.3. Purga del sistema de alimentación.....   | 98  |
| 4.6. Mantenimiento de la batería (sistema eléctrico).....                                     | 99  |
| 4.6.1. Comprobación del nivel de electrolito de la batería.....                               | 99  |
| 4.6.2. Limpieza de los bornes de la batería.....  | 100 |
| 4.6.3. Recarga de la batería y arranque con batería auxiliar.....                             | 100 |
| 4.7. Mantenimiento del sistema de transmisión.....  | 101 |
| 4.7.1. Comprobación del nivel de aceite en elementos de transmisión.....                      | 101 |
| 4.7.2. Engrase del eje articulado (doble tracción) y del eje delantero<br>(de dirección)..... | 102 |
| 4.8. Mantenimiento del sistema hidráulico.....  | 103 |
| 4.8.1. Comprobación del nivel de aceite hidráulico.....                                       | 103 |
| 4.8.2. Comprobaciones de tomas hidráulicas, conducciones y latiguillos.....                   | 104 |
| 4.9. Operaciones de mantenimiento para aumentar la seguridad<br>en la conducción.....         | 104 |
| 4.9.1. Engrase del enganche a tres puntos y engrase de la boca del enganche.....              | 105 |
| 4.9.2. Comprobación del funcionamiento de los frenos.....                                     | 105 |
| 4.9.3. Comprobación del sistema de seguridad de arranque.....                                 | 106 |
| 4.9.4. Comprobación de neumáticos y ajuste de tornillos de las ruedas.....                    | 106 |
| Resumen.....  | 107 |
| Ejercicios propuestos.....  | 107 |
| Actividades de autoevaluación.....  | 108 |
| <br>  |     |
| <b>5. LA SELECCIÓN DEL TRACTOR Y DE LA MAQUINARIA FORESTAL.<br/>EL COSTE HORARIO</b> .....    | 111 |
| Objetivos.....  | 111 |
| Mapa conceptual.....  | 112 |
| Glosario.....   | 112 |
| 5.1. La potencia y su aprovechamiento en tractores forestales.....                            | 113 |
| 5.1.1. Bases físicas de la potencia.....  | 114 |
| 5.1.2. Aprovechamiento de la potencia.....  | 116 |
| 5.2. Selección del tractor y la maquinaria forestal.....                                      | 118 |
| 5.2.1. Parámetros de elección.....  | 119 |

|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| 5.3.      | Costes de utilización de tractores y maquinaria forestal .....  | 120        |
| 5.3.1.    | Ingresos y gastos .....   | 121        |
| 5.3.2.    | Coste horario.....  | 124        |
| 5.3.3.    | Estudio del coste de una procesadora forestal.....  | 124        |
|           | Resumen .....   | 132        |
|           | Ejercicios propuestos.....  | 132        |
|           | Actividades de autoevaluación .....   | 133        |
| <b>6.</b> | <b>LA MOTOSIERRA. PUESTA A PUNTO Y MANTENIMIENTO .....</b>  | <b>135</b> |
|           | Objetivos.....  | 135        |
|           | Mapa conceptual.....  | 136        |
|           | Glosario.....   | 136        |
| 6.1.      | Descripción de la motosierra.....   | 137        |
| 6.1.1.    | Accionamientos exteriores.....  | 138        |
| 6.1.2.    | Elementos interiores.....   | 140        |
| 6.2.      | Órgano de corte de la motosierra .....  | 142        |
| 6.2.1.    | Cadena de corte.....  | 142        |
| 6.2.2.    | Cadenas y espadas adecuadas para trabajos forestales .....  | 143        |
| 6.2.3.    | Lubricación del órgano de corte.....  | 143        |
| 6.3.      | Operaciones de mantenimiento.....   | 144        |
| 6.3.1.    | Mantenimiento general .....   | 144        |
| 6.3.2.    | Afilado de la cadena.....   | 146        |
| 6.3.3.    | Repuestos básicos de la motosierra.....   | 149        |
| 6.4.      | Prácticas de puesta a punto.....  | 149        |
| 6.4.1.    | Comprobaciones iniciales.....   | 150        |
| 6.4.2.    | Llenado de combustible.....   | 151        |
| 6.4.3.    | Arranque.....   | 152        |
| 6.5.      | Prácticas de mantenimiento.....   | 155        |
| 6.5.1.    | Desmontado y limpieza de cadena, espada, piñón de arrastre y tambor de embrague. Montaje de espada y cadena. Tensado..... | 155        |
| 6.5.2.    | Limpieza del filtro de aire, aletas de refrigeración y ranuras de la tapa de arranque.....                                | 156        |
| 6.5.3.    | Afilado de la cadena y limitador de profundidad.....  | 156        |
| 6.6.      | Averías en la motosierra.....   | 157        |
| 6.6.1.    | El motor no arranca.....  | 157        |
| 6.6.2.    | El motor se recalienta.....   | 158        |
| 6.6.3.    | El motor tiene marcha intermitente.....   | 158        |
| 6.6.4.    | La cadena no corta recto .....  | 159        |
| 6.6.5.    | La cadena y la guía se recalientan.....   | 159        |
|           | Resumen .....   | 160        |
|           | Ejercicios propuestos.....  | 160        |
|           | Actividades de autoevaluación .....   | 161        |
| <b>7.</b> | <b>EL VIVERO FORESTAL.....</b>  | <b>163</b> |
|           | Objetivos.....  | 163        |
|           | Mapa conceptual.....  | 164        |
|           | Glosario.....   | 164        |
| 7.1.      | Infraestructuras necesarias en un vivero forestal .....   | 166        |
| 7.1.1.    | Superficie no cultivada.....  | 166        |



|             |   |            |
|-------------|---|------------|
| 7.1.2.      | Superficie útil.....  | 168        |
| <b>7.2.</b> | <b>Invernaderos.....</b>  | <b>170</b> |
| 7.2.1.      | Efecto invernadero e inversión térmica.....                             | 170        |
| 7.2.2.      | Localización y orientación del invernadero.....                         | 172        |
| 7.2.3.      | Tipos de invernaderos.....  | 172        |
| <b>7.3.</b> | <b>Estructuras y cubiertas de invernaderos y umbráculos.....</b>        | <b>174</b> |
| 7.3.1.      | Estructuras.....  | 174        |
| 7.3.2.      | Materiales de cubierta.....   | 177        |
| 7.3.3.      | Umbráculos.....   | 178        |
| 7.3.4.      | Elementos de control ambiental.....                                     | 179        |
| <b>7.4.</b> | <b>Instalaciones de riego.....</b>                                      | <b>181</b> |
| 7.4.1.      | Cabezal de riego.....   | 181        |
| 7.4.2.      | Red de distribución de riego en el vivero forestal.....                 | 188        |
| 7.4.3.      | Riego por aspersión y por microaspersión.....                           | 189        |
|             | Resumen.....  | 191        |
|             | Ejercicios propuestos.....  | 192        |
|             | Actividades de autoevaluación.....                                      | 193        |
| <b>8.</b>   | <b>LOS ESPACIOS CINEGÉTICOS.....</b>                                    | <b>195</b> |
|             | Objetivos.....  | 195        |
|             | Mapa conceptual.....  | 196        |
|             | Glosario.....   | 196        |
| <b>8.1.</b> | <b>Señalización de terrenos cinegéticos.....</b>                        | <b>197</b> |
| 8.1.1.      | Normas para la señalización.....  | 197        |
| <b>8.2.</b> | <b>Cerramientos o cercados cinegéticos.....</b>                         | <b>200</b> |
| 8.2.1.      | Malla anudada cinegética.....   | 200        |
| 8.2.2.      | Postes metálicos tipo ángulo.....                                       | 201        |
| <b>8.3.</b> | <b>Capturaderos, mangas y módulos de manejo.....</b>                    | <b>202</b> |
| <b>8.4.</b> | <b>Normativa de bienestar animal para especies de caza y pesca.....</b> | <b>204</b> |
| 8.4.1.      | Directiva de aves.....  | 204        |
| 8.4.2.      | Directiva de hábitats.....  | 205        |
|             | Resumen.....  | 205        |
|             | Ejercicios propuestos.....  | 206        |
|             | Actividades de autoevaluación.....                                      | 207        |
| <b>9.</b>   | <b>LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.....</b>                          | <b>209</b> |
|             | Objetivos.....  | 209        |
|             | Mapa conceptual.....  | 210        |
|             | Glosario.....   | 211        |
| <b>9.1.</b> | <b>Seguridad en el taller forestal.....</b>                             | <b>211</b> |
| 9.1.1.      | Riesgos, causas y prevención.....                                       | 212        |
| 9.1.2.      | Medidas de prevención comunes al taller forestal.....                   | 214        |
| 9.1.3.      | Señalización en el taller.....  | 216        |
| 9.1.4.      | Almacenamiento de productos químicos.....                               | 218        |
| <b>9.2.</b> | <b>Riesgos generales de seguridad en la actividad forestal.....</b>     | <b>219</b> |
| <b>9.3.</b> | <b>Seguridad en el uso de máquinas de taller.....</b>                   | <b>220</b> |
| 9.3.1.      | Peligros generados por las máquinas.....                                | 220        |
| 9.3.2.      | Medidas de prevención y protección.....                                 | 221        |

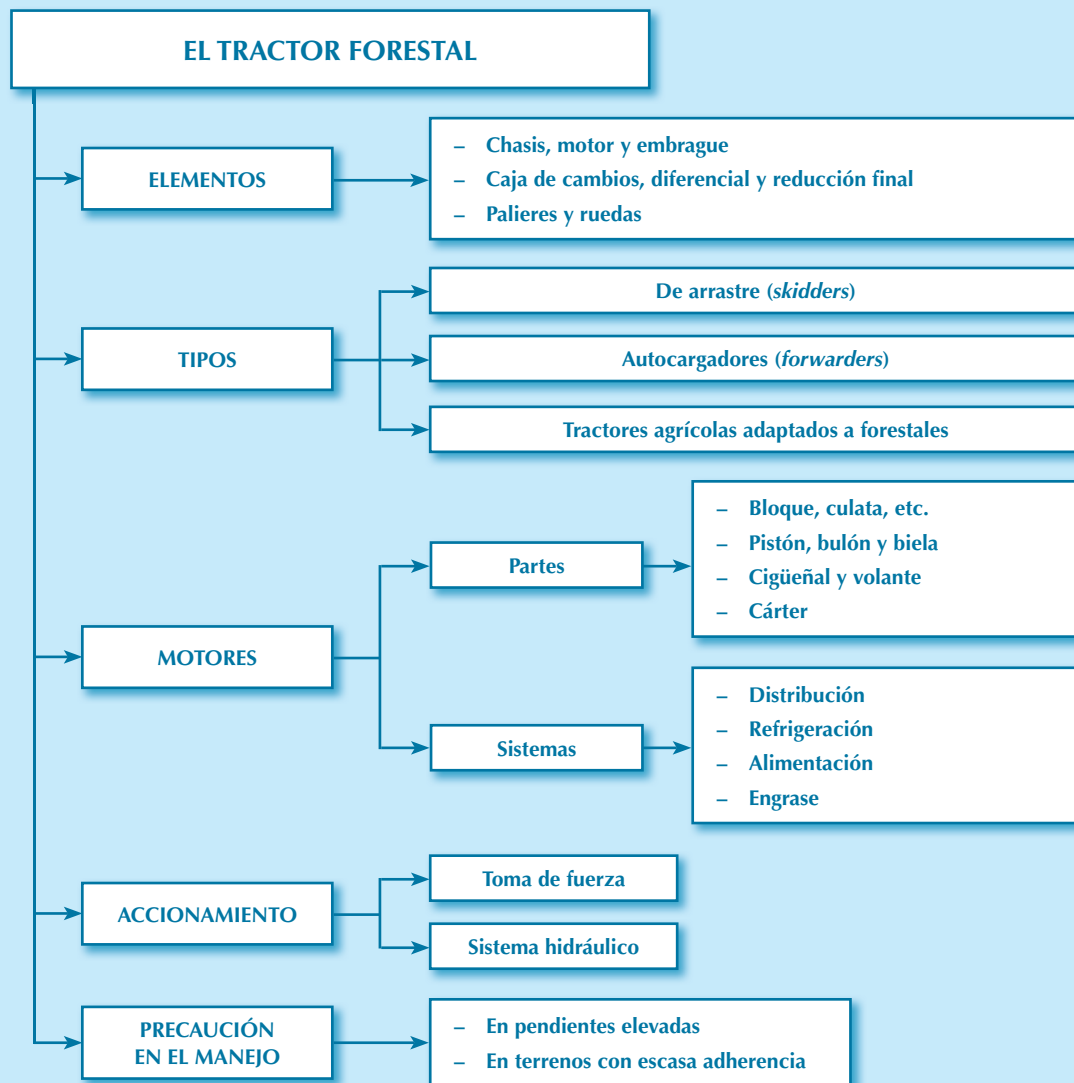
|   |         |
|---|---------|
| <b>9.4. Seguridad en el manejo de herramientas manuales de uso forestal</b> .....                         | 222     |
| 9.4.1. Riesgos asociados.....   | 222     |
| 9.4.2. Medidas de prevención.....   | 223     |
| 9.4.3. Precauciones antes, durante y después del trabajo .....  | 224     |
| <b>9.5. Seguridad en el manejo de máquinas portátiles: la motosierra</b> .....                            | 225     |
| 9.5.1. Riesgos y medidas de prevención y protección en el trabajo<br>con motosierra .....                 | 225     |
| 9.5.2. Equipos de protección individual para el trabajo con motosierra.....                               | 227     |
| <b>9.6. Seguridad en el manejo de maquinaria forestal</b> .....   | 231     |
| 9.6.1. Riesgos y medidas de prevención comunes .....  | 231     |
| 9.6.2. Riesgos y medidas de prevención en el manejo de <i>skidders</i> .....                              | 233     |
| 9.6.3. Riesgos y medidas de prevención en el manejo de autocargadores .....                               | 234     |
| 9.6.4. Riesgos y medidas de prevención en el manejo de retroarañas.....                                   | 235     |
| 9.6.5. Riesgos y medidas de prevención en el manejo de procesadoras.....                                  | 236     |
| 9.6.6. Riesgos y medidas de prevención en el manejo de retroexcavadoras.....                              | 237     |
| 9.6.7. Riesgos y medidas de prevención en el manejo de tractores agrícolas<br>adaptados a forestales..... | 238     |
| 9.6.8. Riesgos y medidas de prevención en el manejo de desbrozadoras.....                                 | 239     |
| <b>Resumen</b> .....  | 240     |
| <b>Ejercicios propuestos</b> .....  | 240     |
| <b>Actividades de autoevaluación</b> .....  | 241     |
| <br><b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....   | <br>243 |

# El tractor forestal

## Objetivos

- ✓ Identificar las características que debe reunir un tractor forestal.
- ✓ Diferenciar entre las partes del tractor y las partes del motor.
- ✓ Conocer los mecanismos de un tractor forestal para adaptarse a las características del terreno.
- ✓ Analizar las condiciones de saca y desembosque para utilizar, bien un tractor de arrastre, bien un autocargador.
- ✓ Observar el mecanismo y funcionamiento de un sistema hidráulico.
- ✓ Aprender los tipos de explotaciones en las que se puede utilizar un tractor agrícola adaptado a forestal e implementar los elementos necesarios para adecuar el tractor.
- ✓ Distinguir las partes del motor y comprender su funcionamiento.
- ✓ Reconocer las condiciones de la labor que se va a realizar para emplear distintas velocidades de la toma de fuerza, sobre todo, de 540 a 540e.
- ✓ Saber cuáles son las situaciones que pueden producir el vuelco longitudinal o lateral del tractor y las normas de manejo seguro para conducción en pendiente y en terrenos con escasa adherencia.
- ✓ Realizar actividades prácticas de reconocimiento de piezas del motor, transmisión y sistema hidráulico.

## Mapa conceptual



## Glosario

**Media ladera.** Línea recta que corta horizontalmente la ladera en un punto. También se llama *curva de nivel*. El tractor circula en pendiente transversal.

**Ruedas motrices.** Ruedas que reciben el movimiento directamente desde el motor a través del sistema de transmisión.

**Sistema FOPS.** Del inglés *fallen objects protection system*, sistema basado en un enrejado de la cabina para detener los objetos que puedan caer o invadir el habitáculo y arriesgar la integridad física del conductor.

**Sistema ROPS.** Del inglés *roll over protection system*, sistema basado en el reforzado de la estructura de las cabinas de los tractores con arcos de seguridad para evitar el hundimiento de la cabina en caso de vuelco.

**Tractor.** Vehículo automóvil que produce y transmite esfuerzos de tracción.

**Tractor articulado.** Tractor con chasis dividido en dos cuerpos unidos mediante un eje. La dirección se controla a través del giro de un cuerpo respecto del otro.

Los tractores forestales son de gran utilidad en trabajos de saca y desembosque, ya que, una vez producido el apeo, se deben sacar los troncos desramados mediante arrastre hasta el punto de reunión y, una vez allí, se cargan en un remolque (plataforma) y se desemboscan hacia el exterior.

Este capítulo se centra en los tractores de arrastre o *skidders* empleados en la saca de los troncos y en los tractores autocargadores o *forwarders*. Previamente a la saca, se realiza el apeo y el procesado de los troncos mediante maquinaria forestal (taladoras, procesadoras y cosechadoras forestales) que se estudian con detalle en el anexo B (“Maquinaria para fases de corta y saca”).

El tractor forestal, como máquina que es, necesita un mantenimiento adecuado. Previamente a este es necesario conocer las partes del motor y los diferentes sistemas que permiten su funcionamiento. Aquí se presentan ambos y, posteriormente, se detallará el mantenimiento (capítulo 4).

Para realizar trabajos en repoblaciones forestales de corta y saca es necesario acoplar aperos al tractor. Para ello es necesario conocer el enganche de estos al tractor, así como su accionamiento mediante la toma de fuerza del tractor o a través del sistema hidráulico. La maquinaria para repoblaciones se detalla en el anexo A.

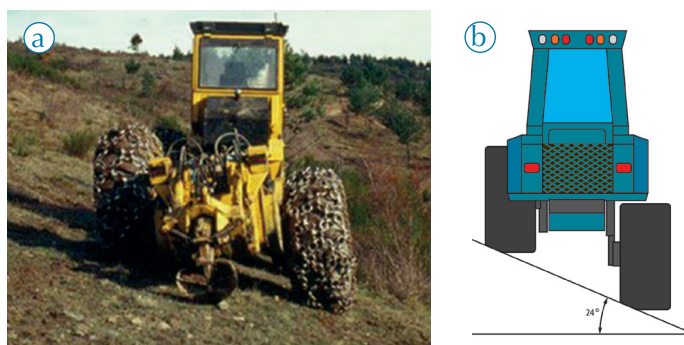
El manejo del tractor forestal supone un riesgo importante, ya que ciertas tareas tienen lugar en pendientes y se puede comprometer la estabilidad del mismo. Se darán a conocer las condiciones de estabilidad para el manejo del tractor en pendientes.

Este capítulo se va a estudiar paralelamente con el 9, de prevención de riesgos laborales, en los apartados 9.2 (“Riesgos generales de seguridad en la actividad forestal”) y 9.6 (“Seguridad en el manejo de la maquinaria forestal”).

## 2.1. Elementos y características de los tractores forestales

En general, los tractores están provistos de ruedas neumáticas o de cadenas (orugas metálicas). Se dividen en rígidos o articulados y en agrícolas o forestales; con transmisión mecánica (*power shift* con convertidor de par) o hidrostática; y con tracción simple o doble.

Los tractores forestales son de tipo articulado y trabajan sobre terrenos de elevadas pendientes longitudinales (35% y superiores) adaptándose a las características del monte. Un tipo concreto es el *tractor todoterreno de alta estabilidad* (TTAE) utilizado para trabajos de repoblaciones forestales en laderas con pendientes transversales hasta el 60%. Estos ajustan las ruedas al nivel del terreno, ya que, al circular por una pendiente transversal, adaptan el nivel de las ruedas a la pendiente, de forma que permanezcan en posición vertical (véase figura 2.1).

**Figura 2.1**

a) Tractor todoterreno de alta estabilidad (Fuente: Tolosana);  
b) detalle del tren de rodaje.

PARA SABER MÁS



Para aumentar la superficie de contacto sobre el terreno suelen usar cuatro ruedas iguales, de mayor anchura de balón que las de los tractores agrícolas, o pueden utilizar también cadenas metálicas (tractores de cadenas).

### 2.1.1. Elementos

El tractor forestal consta de las siguientes partes:

1. *Bastidor o chasis*: armazón metálico sobre el que se sujetan los mecanismos del tractor. El chasis de los tractores forestales está dividido en dos partes unidas por un eje que ejerce de articulación para permitir el giro. La articulación admite el giro tanto horizontal como vertical.
2. *Motor*: conjunto de elementos que transforman la energía térmica liberada por la combustión del gasoil en energía mecánica, generando un movimiento de giro.
3. *Embrague*: elemento que conecta y desconecta el movimiento del motor con la caja de cambios.
4. *Caja de cambios*: conjunto de engranajes y ejes que adecúan la velocidad de avance y el esfuerzo de tracción a las exigencias de cada máquina.
5. *Diferencial*: conjunto de engranajes que generan diferente velocidad de giro de las dos ruedas motrices para que el tractor tome las curvas con facilidad.
6. *Reducción final*: mecanismo que aminora, después de la caja de cambios y del diferencial, la velocidad de giro de las ruedas y conlleva un aumento del esfuerzo de tracción.
7. *Palieres*: divididos en dos semipalieres, son los ejes que transmiten el movimiento desde el diferencial hasta las ruedas, pasando previamente por la reducción final.
8. *Ruedas*: unidades de apoyo y movimiento del tractor. Los tractores forestales presentan las cuatro ruedas de igual tamaño.

### 2.1.2. Características

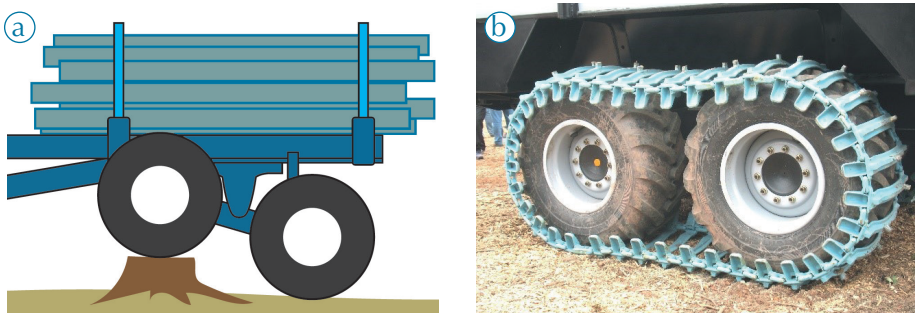
Los tractores forestales deben realizar mayor esfuerzo de tracción, se han de adaptar a los suelos forestales con una mayor adherencia y están preparados para transitar por terrenos irregulares y ser lo suficientemente seguros en la conducción.

Los tractores de elevada potencia lograrán mayores *esfuerzos de tracción*. Por la misma regla, el esfuerzo será mayor cuanto menor sea la velocidad del tractor manteniendo elevadas las revoluciones. Esto es debido a que la potencia es el producto de la fuerza por la velocidad.

$$\text{Potencia} = \text{Fuerza} \cdot \text{Velocidad}$$

Si el tractor suministra la misma potencia y se requiere mayor fuerza, la velocidad debe ser menor. Por este motivo, se cambia el grupo de velocidades a cortas o supercortas.

Para lograr una *mayor adherencia*, los tractores forestales deben tener todas las ruedas tractoras o motrices, neumáticos de mayor anchura de balón y *bogies* con el fin de solventar problemas puntuales en el terreno.



**Figura 2.2**  
a) Bogie salvando un obstáculo en el terreno mientras la carga se mantiene en horizontal; b) semioruga en bogie  
(Fuente: Tolosana).

Si las ruedas no se adhieren suficientemente en el terreno se pueden emplear cadenas en neumáticos individuales o semiorugas en *bogies*. También se puede utilizar un tractor forestal de cadenas si no dificultara el movimiento sobre el terreno.

Los tractores forestales deben estar preparados para adaptarse a las irregularidades del terreno. Para ello deben disponer de chasis elevado (45-60 cm) que requiere ruedas de diámetro mayor de 1,5 m. Para conseguir mayor adaptación, los ejes trasero y delantero deben ser oscilantes para lograr un apoyo simultáneo de todas las ruedas y disponer de *bogies*.

Para mejorar la maniobrabilidad, el radio de giro debe ser pequeño. Para ello dispone de chasis articulado en un punto y dividido en dos partes. Dicha articulación sirve tanto para giro horizontal como para adaptación vertical de cada parte del chasis.



**Figura 2.3**  
a) Chasis articulado en un punto; b) articulación con cilindros hidráulicos  
(Fuentes: Tigercat y Forocoches).

Respecto a las condiciones de seguridad que debe reunir un tractor forestal, destacan las siguientes: centro de gravedad bajo, cabina de seguridad contra caída de objetos (FOPS) y sistema de protección contra el vuelco (ROPS).



### Actividad propuesta 2.1

Busca en internet ejemplos de tractores forestales con sistemas FOPS y ROPS y prepara una presentación en PowerPoint para detallar los distintos sistemas.

## 2.2. Tipos de tractores forestales

### 2.2.1. Tractores forestales de arrastre (*skidders*)

Se emplean para trabajos forestales de saca de madera una vez se ha producido la tala. Presentan buena adherencia al terreno y estabilidad transversal. Las cabinas son de seguridad con protección antivuelco (ROPS) y contra caídas de troncos y objetos (FOPS). A diferencia con los tractores tradicionales, el centro de gravedad está más bajo para aumentar su estabilidad. En su parte delantera disponen de una pala empujadora accionada por el sistema hidráulico, cuya misión es tanto reunir troncos como apartar obstáculos del terreno para que el arrastre posterior del tronco sea más sencillo.

Existen dos tipos de tractores *skidders*, los de arrastre con cable y los de arrastre con grapa. A continuación se describirán ambos.

#### A) Tractores de arrastre con cable

Este tipo de tractor dispone de un cabestrante en la parte trasera con cables de acero que se acoplan a los troncos talados. Este cabestrante reúne los troncos hasta aproximarlos al tractor. Posteriormente, un *arco integral* eleva los troncos de un extremo reduciendo la superficie de contacto con el suelo y facilitando el arrastre y desembosque. La ventaja de los *skidders* de cable está en la posibilidad de sacar troncos de zonas inaccesibles para el tractor.

Los troncos se transportan en un escudo protector situado en la parte trasera del tractor.



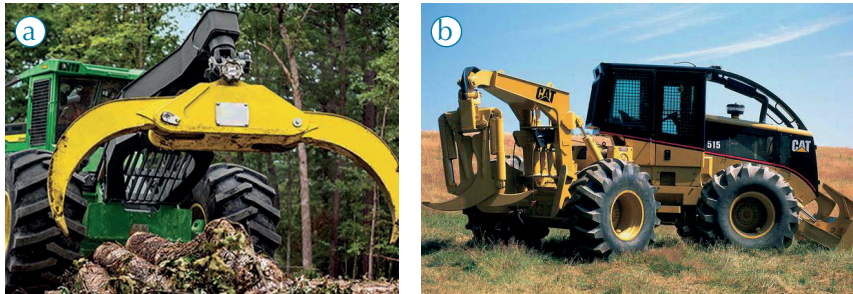
**Figura 2.4**  
a) Tractor *skidder* de cable; b) cabestrante  
(Fuentes: Pinterest y Agriexpo).



## B) Tractores de arrastre con grapa

Estos tractores cuentan con un brazo en la parte trasera al que se le acopla en su extremo una grapa accionada por el sistema hidráulico con dos posiciones, grapa abierta y grapa cerrada. La posición de grapa cerrada abraza los troncos. Posteriormente, un circuito hidráulico eleva la grapa junto a los troncos y comienza el arrastre. Cuando los troncos llegan a su destino, se baja la grapa al suelo y se produce la apertura para soltar los troncos.

El punto de articulación separa la parte del chasis que corresponde a las ruedas delanteras, cabina y motor de la parte trasera que contiene las ruedas traseras y la grapa (figura 2.5).



**Figura 2.5**

Tractor *skidder*: a) con grapa abierta; b) con grapa cerrada y detalle de la articulación que produce el giro  
(Fuente: John Deere).

### 2.2.2. Tractores forestales autocargadores (*forwarders*)

Un brazo articulado con una pinza en su extremo abraza un grupo de troncos y los carga a una plataforma localizada en la parte trasera. El punto de articulación separa la parte del chasis que corresponde a las ruedas delanteras, cabina y motor de la parte trasera que contiene la pinza y la plataforma de transporte. Suelen tener dos ejes de ruedas en el semichasis delantero y en el semichasis trasero, que pueden ser simples (un par de ruedas por eje) o dobles *bogie* (dos pares de ruedas por eje) (figura 2.6).



**Figura 2.6**

Tractor *forwarder*  
a) con ejes dobles;  
b) detalle de la pinza capturando troncos  
(Fuente: John Deere).

Los troncos cargados con la pinza se dirigen al remolque autocargador (véase figura 2.7). La unidad de trabajo consta de un brazo hidráulico extensible con una pinza en su extremo y se pueden encontrar en el mercado con distintos radios de apertura (véase figura 2.7).

El sistema brazo hidráulico–pinza funciona gracias a unas conducciones por donde circula aceite procedente del circuito hidráulico. La presión del aceite ejercida por la bomba llena los cilindros y produce el desplazamiento de un pistón que extiende o recoge el brazo hidráulico y abre o cierra la grapa. Cada mando hidráulico corresponde a un cilindro (se explicará en el apartado 2.4.2).



**Figura 2.7**  
Remolque autocargador con brazo hidráulico.

#### RECUERDA

- ✓ Los remolques se pueden adaptar para realizar el desembosque transversal de troncos (madera corta) o para desembosque longitudinal (madera larga, de 6-8 m). No están adaptados a pendientes irregulares.  
Para aumentar la adherencia se suelen utilizar *bogies*, como mínimo, en el semieje trasero.



#### Actividad propuesta 2.2

Además de los tractores *skidders* y *forwarders*, existen tractores agrícolas que se pueden adaptar al desembosque y a labores de desbroce del terreno. Explica las adaptaciones que hay que realizar a dichos tractores agrícolas para aumentar la seguridad y hacer posibles los trabajos de desembosque y de desbroce.

### 2.3. Motores

Durante el estudio de los tractores forestales es necesario conocer los mecanismos que permiten el funcionamiento tanto del tractor como de los elementos que se acoplan al mismo. Saber el funcionamiento del motor es esencial para realizar posteriormente su mantenimiento.

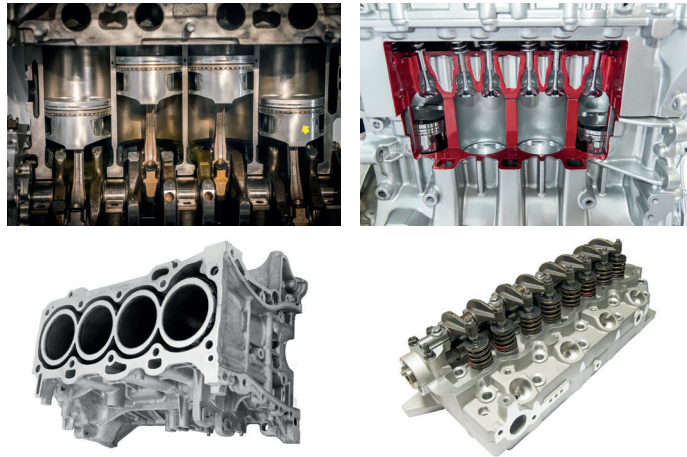
### 2.3.1. El motor diésel: partes y fundamento

En este apartado se van a tratar las partes del motor diésel y el fundamento del motor diésel de cuatro tiempos. Posteriormente se estudiarán los diferentes sistemas que hacen posible el funcionamiento del motor.

#### A) Partes del motor diésel

En un motor diésel se distinguen dos tipos de elementos:

1. *Elementos principales.* Su misión es permitir el funcionamiento del motor. Son el bloque, la culata, el pistón, los segmentos, el bulón, la biela, el cigüeñal, el volante de inercia y el cárter.
2. *Elementos auxiliares.* Son necesarios para permitir el funcionamiento del motor, pero puede haber variación entre modelos de tractores. Son los diferentes sistemas: engrase, refrigeración, distribución, alimentación y eléctrico.



**Figura 2.8**  
Elementos principales del motor.

**CUADRO 2.1**  
Elementos de un motor diésel

|                        |  |
|------------------------|--|
| <b>Bloque</b>          | Pieza hecha de fundición gris. Dispone de huecos llamados <i>cilindros</i> realizados directamente sobre el bloque o postizos ( <i>camisas</i> ) a través de los cuales circula el refrigerante ( <i>camisas húmedas</i> ). Se sujeta a la culata a través de los espárragos.  |
| <b>Culata</b>          | Elemento de aluminio o de fundición especial. Cubre los cilindros por la parte superior. Es el soporte de las válvulas y eje de balancines del sistema de distribución y de los inyectores del sistema de alimentación.  |
| <b>Junta de culata</b> | Pieza que genera un cierre hermético entre la culata y el bloque, ya que están sometidos a altas temperaturas y, de otra forma, no sería posible dicho cierre. Están fabricadas con una lámina de aluminio recubierta de amianto, ya que este último soporta altas temperaturas y es un material blando, que permite un ajuste perfecto entre bloque y culata. |

[.../...]

CUADRO 2.1 (CONT.)

|                           |   |
|---------------------------|---|
| <b>Tapa de balancines</b> | Elemento que se localiza sobre la culata. Su misión es proteger el eje de balancines y las válvulas del sistema de distribución.  |
| <b>Pistón</b>             | Pieza cilíndrica de aluminio localizada dentro del cilindro que discurre dentro de este con un movimiento alternativo (de vaivén). Tiene dos partes: <i>cabeza</i> y <i>falda</i> . En la cabeza tiene dos ranuras donde se alojan los segmentos de compresión y otra ranura para el segmento de engrase (rascador). En la parte central se sitúa un orificio por el que pasa el bulón, que sirve de eje para la biela. En la falda hay otra ranura donde se aloja otro rascador. |
| <b>Segmentos</b>          | Aros metálicos, elásticos y abiertos. Se alojan en las ranuras del pistón. Son de dos tipos: de compresión y de engrase. Los de compresión son macizos y permiten un cierre perfecto entre pistón y cilindro. Los de engrase disponen de perforaciones y eliminan el exceso de aceite que se acumula en las paredes del cilindro.   |
| <b>Bulón</b>              | Pasador de acero que sirve de unión del pistón con la biela, permitiendo un cierto giro de la biela y a la vez, manteniéndola unida al pistón. Para evitar que el bulón pueda salirse, se colocan unos frenillos en los extremos del bulón.   |
| <b>Biela</b>              | Pieza que une el pistón al cigüeñal. Está unida por la parte superior al bulón del pistón y, por la parte inferior, a las muñequillas del cigüeñal.   |
| <b>Cigüeñal</b>           | Elemento que transmite el movimiento alternativo del pistón en un movimiento de giro. Está formado por <i>apoyos</i> , por donde van sujetos al bloque, y <i>muñequillas</i> , donde van unidas a las cabezas de la biela. En la parte opuesta de las muñequillas llevan unos contrapesos para conseguir un equilibrio del sistema y evitar vibraciones.  |
| <b>Volante de inercia</b> | Rueda dentada de gran peso localizada en el extremo del cigüeñal. Absorbe la inercia durante el tiempo en que el pistón dispone de energía para soltarla cuando sea necesaria. En la periferia del volante, aparece una corona dentada que engrana con el motor de arranque. Por otra parte, se acopla al mecanismo del embrague.   |
| <b>Cárter</b>             | Cierra el bloque por la parte inferior. Suele ser de chapa de acero. Protege las piezas del motor de la entrada de polvo y sirve de depósito de aceite del sistema de engrase.  |



### Actividad propuesta 2.3

Señala en la figura 2.8 las siguientes partes: bloque, culata, junta de culata, pistón, segmentos, cigüeñal, bulón, biela, válvula de admisión, válvula de escape, guía de las válvulas, muelles y balancín.

### B) Fundamento del motor diésel

En este apartado se explicará el fundamento del motor diésel de cuatro tiempos. El interior del cilindro se llena de aire, que se comprime y alcanza una elevada temperatura. Si se le inyecta gasoil finamente pulverizado a elevada presión, se producirá una combustión que formará gases