

Objetivos de la primer parte

- Conocer las máquinas que intervienen en los **sistemas de aprovechamiento** y que sistema de corte se adapta mejor a cada una.
- Conocer los **sistemas de corte** que pueden utilizarse y reconocer las ventajas y desventajas, de cada uno, en función del tipo de producción en el que se apliquen
- Conocer y comprender el **funcionamiento general de los sistemas de corte** y sus posibilidades de regulación y control.



Facultad de
Ciencias Agrarias
y Forestales



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

Depto. de Ingeniería
Agrícola y Forestal

Cursos de
Mecanización Forestal
Mecanización Agraria
Aprovechamiento Forestal

Características del tractor Forestal

Mecanización Forestal

Cursada 2025



Facultad de
Ciencias Agrarias
y Forestales

Objetivos de la Materia

- Comprender las características de los procesos de Mecanización en el ámbito forestal
- Relacionar procesos, máquinas y prestaciones, en pos de la eficiencia de las labores y la sustentabilidad de los recursos
- Conocer las principales máquinas que intervienen en las distintas labores
- Conformar conjuntos armónicos

Objetivos de la Clase

- Evolución del tractor agrícola y forestal.
 - Tendencias actuales.
 - Características de la explotación.
- Implicancias sobre las características de la mecanización forestal y la conformación de conjuntos.
 - Prestación del tractor.
- Trabajos de tracción.
 - Balance de potencia.

¿Cuáles son los objetivos de la mecanización?

En el ámbito forestal

- Disminución de los costos
- Racionalización del trabajo
- En el ámbito agrario

En el ámbito agrario

- Aumentar la productividad de los operarios
- Cambiar el carácter del trabajo haciéndolo menos arduo y más atractivo

¿Cuáles son los objetivos de la mecanización?

En el ámbito forestal

- Disminución de los costos
- Racionalización del trabajo
- En el ámbito agrario

En el ámbito agrario

- Aumentar la productividad de los operarios
- Cambiar el carácter del trabajo haciéndolo menos arduo y más atractivo

¿Es similar el proceso de mecanización en las explotaciones agrícolas y forestales?

Existen muchas semejanzas y profundas diferencias entre la moto-mecanización agrícola y forestal

- Existen diferencias de escalas e intensidad de uso (ciclos largos)
- Existen Diferencias en las condiciones ambientales
- La mecanización forestal es mucho más reciente



El primer diseño más o menos parecido al actual fue introducido a principios de los 70 y fue una máquina autopropulsada fabricada por Sakari Pinomaki bajo su marca PIKA. SP Maskiner mostró la primera cosechadora monobrazo con un cabezal similar al actual a principios de los 80 en Suecia



Evolución de Sistemas de cosecha en Brasil

- 1960-1970 - Primeras Motosierras
- 1970-1980 – Tractores Agrícolas modificados con pinza hidráulica trasera y auto cargables
- 1980-1990 – Cortadores apiladores de cuchilla o de cadena en triciclos
- 1990-Cortadoras apiladoras de cuchillas circulares, arrastradores, cosechadoras, desramadoras

Evolución del aprovechamiento forestal en ex Pecom Forestal

Década del 60

- Aprovechamiento del bosque nativo. Volteo con hacha y trozado con sierras manuales y extracción con bueyes. Transporte por camiones o en jangadas

Década del 70

- Primeras forestaciones. Popularización del uso de la motosierra. Reemplazo paulatino de bueyes e incorporación de arrastradores (skidders) de 130CV . Incorporación de los primeros auto-cargadores (forwarders)

Década del 80

- Aprovechamiento de bosque nativo con motosierra, extracción de fustes enteros con arrastradores de guinche, carga con cargadores frontales y transporte en camiones de 140 a 160 CV
- Comienzo de raleos en bosques implantados. Volteo y trozado con motosierra. Extracción y carga con autocargadores. Aprovechamiento de primeras plantaciones de pino con tala rasa.

Evolución del aprovechamiento forestal en ex Pecom Forestal

Década del 90

- Similar a la década anterior

Década del 00

- Relevamiento de la situación existente
- Toma de tiempos
- Análisis de resultados y toma de decisiones
- Principales conclusiones
 - Deficiente capacitación de trabajadores
 - Limitaciones para la compra de maquinaria
 - Escasa planificación de las tareas

Década del 10

- Impulso a la mecanización (contratismo)
- Planteos silvopastoriles

Sistema productivo forestal *Argentino*

- El bosque implantado supera las 400 mil has, más del 10 % de la superficie total de la provincia.
- 120 mil has Arauco. 14 mil de eucaliptus, 2400 de araucaria el resto pino.

Clase de tenencias superficie de bosques cultivados	Superficie has	Numero de Tenedores
< 100	46.887,18	4449
101-500	40.808,50	191
2001-10000	63.182,07	12
501-2000	34.318,45	40
> 10000	108.721,19	1
Sin Identificar	111.906,62	
Total general	405.824,00	4.693

PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES SILVÍCOLAS

[illegible]

**Características del
ambiente que
condicionan
el uso de
diferentes diseños**

**Trabajos en zonas con pendientes
pronunciadas**

**Presencia frecuente de importantes
irregularidades del terreno (residuos
de cosecha, tocones)**



**Características del
ambiente que
condicionan
el uso de
diferentes diseños**

**Condiciones climáticas extremas
(trabajos con altas y bajas
temperaturas)
Suelos de baja capacidad portante**





Videos

- [Troncos](#)
- [Calle](#)
- [Pendiente](#)
- [Nieve](#)
- [Lluvia barro](#)

Máquinas y tractores agrícolas (multipropósito) utilizados en:

¿Qué comparten
la mecanización
agraria y forestal?

- Preparación del terreno en grandes superficies
 - Labranza primaria
 - Labranza secundaria
- Tareas de siembra y plantación
- Tareas de cuidado y defensa de los cultivos
- Labores en vivero
- Uso de equipos montados

Labranza

- Preparación del suelo para la primera plantación por medio de rastras
- Conformación de camellones en suelos con exceso de humedad para la plantación
- Descompactación de áreas compactadas con subsoladores
- Marcación y roturación de la línea de plantación con subsoladores







Siembra y Plantación

- Siembra de pasturas e interseembra de forrajeras en planteos agro-silvopastoriles
- En la labor de rolado del monte
- Con máquinas sembradoras de granos finos y pasturas
- Plantadoras en viveros y explotaciones comerciales



Cuidado y Defensa del cultivo

- Aplicación de fitosanitarios para el control de malezas
- Con máquinas de botalón
- En cobertura total previo a la plantación
- Luego de la tala rasa
- Entre las líneas de plantación, con equipos especiales
- En las líneas de plantación
- Aplicación de agroquímicos para el control de plagas
- Máquinas hidroneumáticas



¿En qué difieren?

Forestales

Cortadoras apiladoras

Arrastradores

Auto Cargadoras (tractores con acoplados)

Cosechadoras (corta, desrame, descortezado, trozado y apilado o carga)

Camiones para el transporte por carretera hasta la industria o por otras vías de comunicación

Agrícolas extensivos

Cosechadoras (Corte, alimentación, trilla, separación, limpieza, almacenamiento temporario y carga)

Tractores y acoplados tolva para el transporte del grano en el campo

Camiones para el transporte en carretera

¿El uso de tractores agrícolas o forestales?

¿Cuál es la disyuntiva?

¿Cuál es la realidad?

Se usan tractores agrícolas y forestales con distintos fines, para distintas tareas, en diferentes ambientes

¿Tractores agrícolas o tractores forestales?

1. Tractores agrícolas:

Adaptación a diversas tareas (Versatilidad)

2. Tractores agrícolas modificados

3. Tractores forestales

el mayor grado de adaptación o especificidad

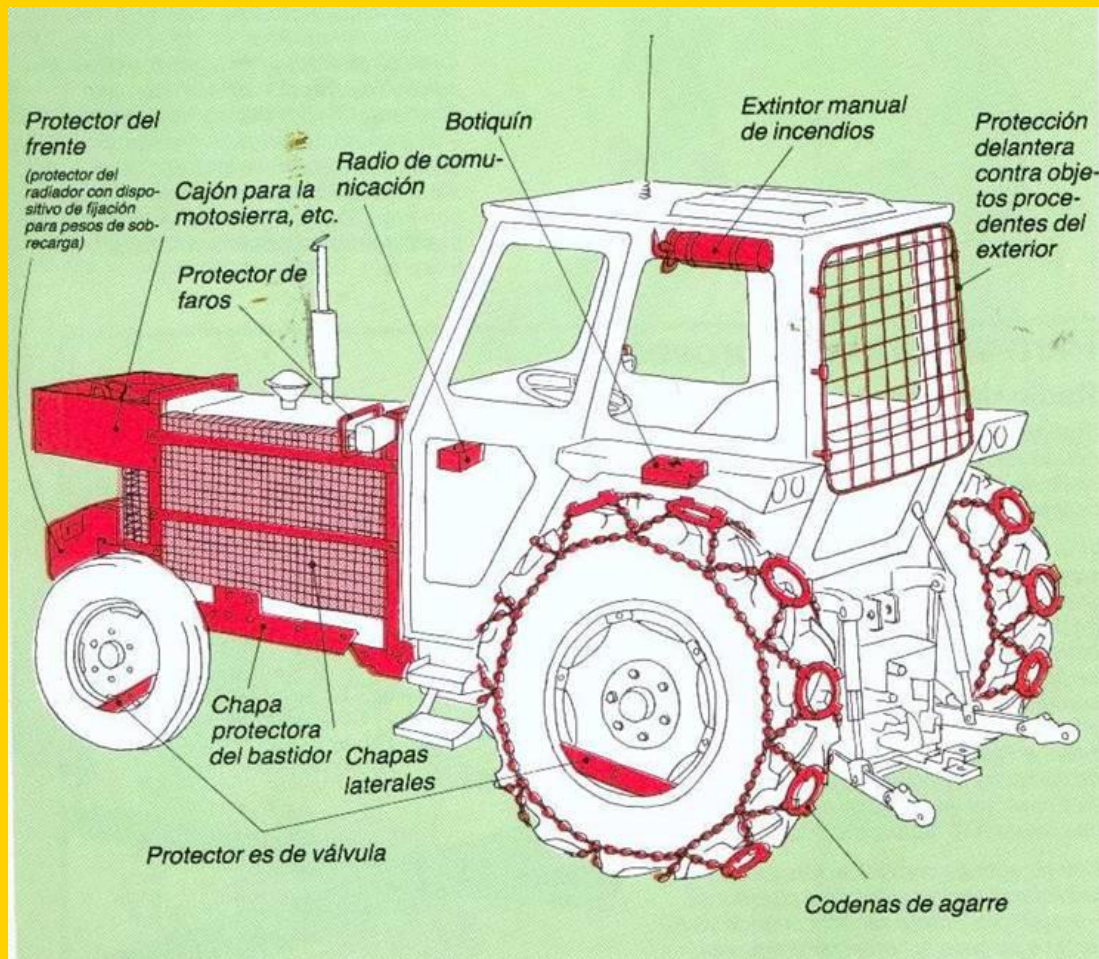
mayor costo de fabricación y adquisición
un mercado relativamente pequeño

Tractores agrícolas





Tractor Agrícola Modificado



Skidder: Tractor Forestal



Características generales del trabajo de los tractores forestales

- En muchas condiciones el suelo ofrece una baja capacidad portante
- Se requieren por lo general altas potencias
- El tractor debe vencer sus requerimientos de autotransporte, la resistencia a la rodadura y la carga que mueve, agravado en condiciones de fuertes pendientes
- Se recomiendan tractores con Par motor máximo a relativamente bajas vueltas

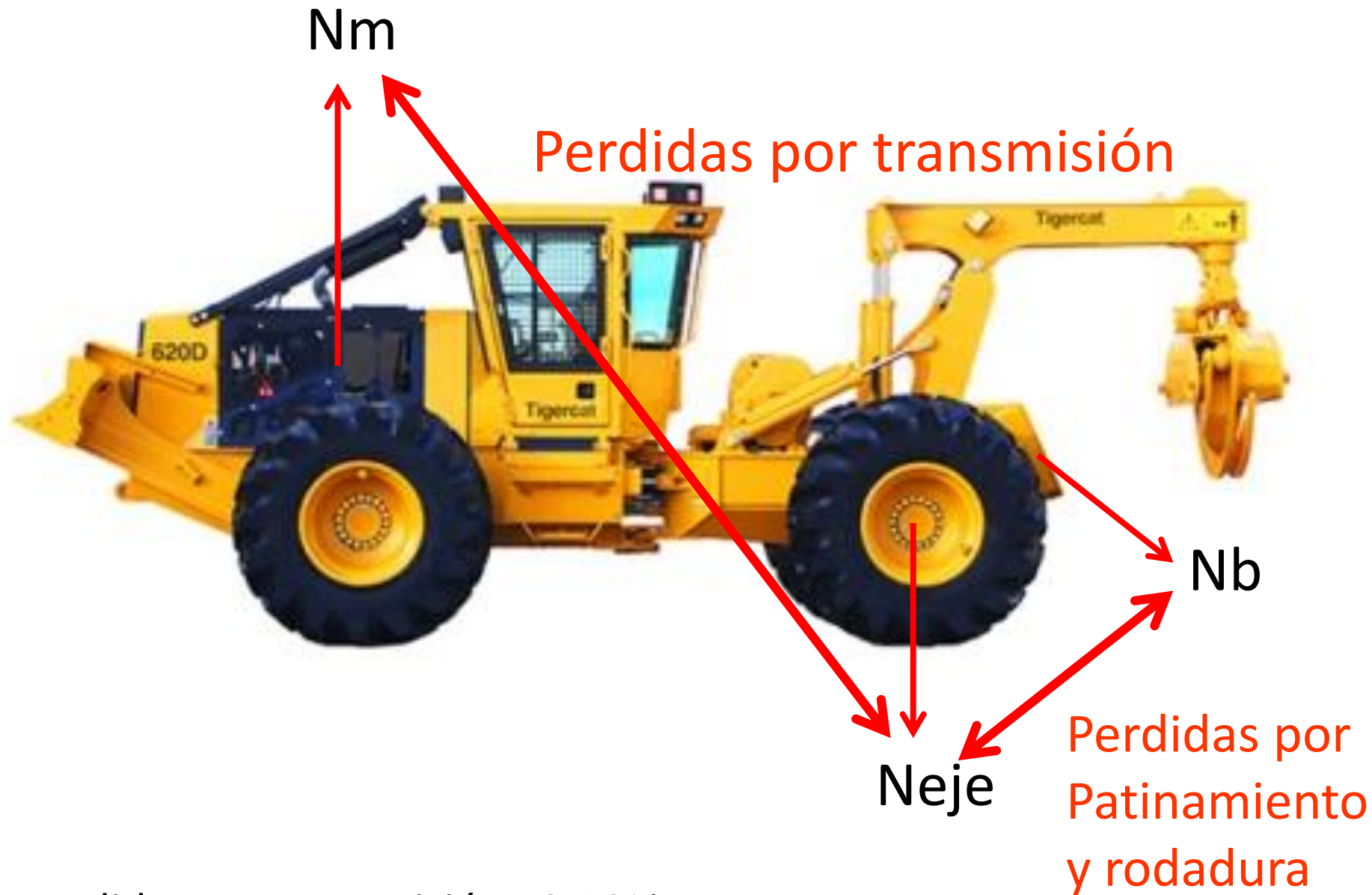
Características principales de los tractores en el medio forestal

- Capacidad de paso 
- Rendimiento de tracción global 
- Rendimiento de tracción neto 
- Peso del tractor 
- Presión en el área de contacto rueda suelo 
- Despeje o luz libre 
- Batalla 
- Trocha 
- Maniobrabilidad 

Rendimiento de tracción global y Rendimiento de tracción neto

- $\eta_{TG} = N_b / N_m$
 - $N_b = T \times V_r$
 - $N_m = \text{par motor} \times \text{velocidad de régimen}$
- $\eta_{TN} = N_b / N_{eje}$
 - $N_{eje} = N_m \times \eta_{transmisión}$

El tractor debe poder exportar potencia de tracción para poder desplazarse sobre el terreno



Perdidas por transmisión: 9-13%

Perdidas por patinamiento y rodadura: 15-25%

$$N_b = N_m \times \eta_{TG}$$

$$N_b = T \times V_{ra}$$

$$T = \frac{N_m \times \eta_{TG}}{V_{ra}}$$

$$t_{(\%Pat)} = T / Q_a$$

$$T = Q_a \times t_{(Pat)}$$

$$\begin{aligned} \eta_{TG} &= 0,6 \frac{2WD}{FWA} \\ &= 0,67-0,7 \frac{FWA}{4WD} \\ &= 0,75-0,8 \frac{4WD}{FWA} \end{aligned}$$

$$Q_a \times t_{(\%Pat)} = \frac{N_m \times \eta_{TG}}{V_{ra}}$$

Peso del tractor

- El esfuerzo de tracción que un tractor puede realizar se encuentra en relación al peso adherente del tractor y de la capacidad portante del suelo
- $T = Q_a \times t (\%pat)$
- Coeficiente de tracción = $t (\%pat) = T/Q_a$
- Un tractor alcanza su máxima eficiencia tractiva, en condiciones medias, con valores de $t = 0,4$ a $0,5$

Potencia y Peso

- La potencia tuvo un crecimiento importante en los últimos años
- Aumentó el peso de los tractores
 - Compactación del suelo
 - La compactación limitó el aumento de la potencia de los tractores y las masas asociadas a la misma
- Los tractores cuentan con cajas de velocidades y/o sistemas de transmisión de potencia que permiten el desarrollo de altos esfuerzos de tracción a velocidades bajas de desplazamiento

Diseño tractivo

- En lo posible, todas las ruedas deben ser tractivas (4x4) en el caso de diseños tradicionales
- Existen diseños específicos 4 x 6
- Existen diseños específicos 6x6
- Alto peso adherente
- Gran superficie de contacto rueda suelo
 - Aumento del ancho de los neumáticos
 - Uso de rodados radiales
 - Cubiertas de alta flotación
 - Uso de tractores de orugas
- Posibilidad de bloqueo del diferencial

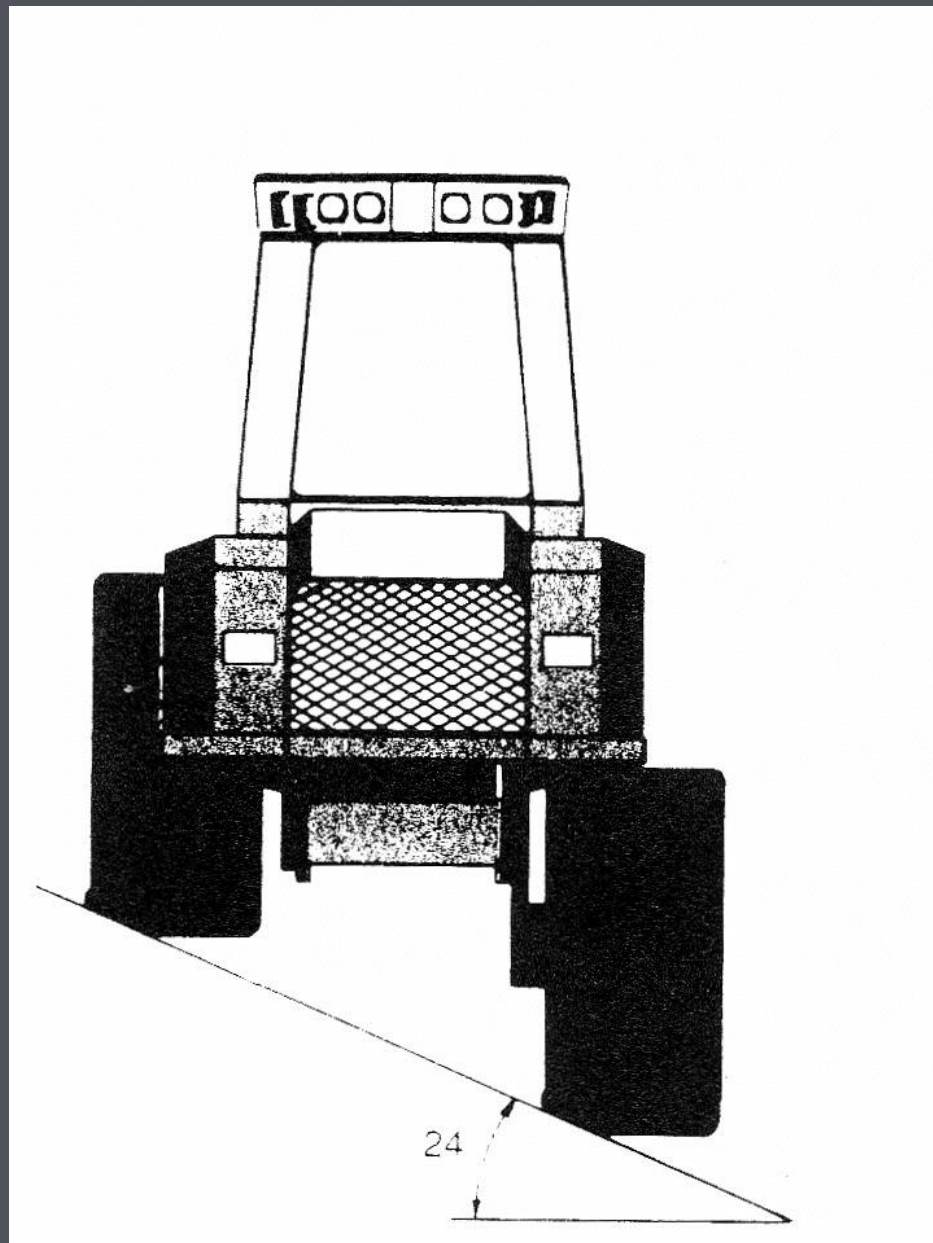
Capacidad de paso, Maniobrabilidad y Seguridad

- Despeje o luz libre= distancia desde el suelo hasta el punto más bajo del tractor
- Batalla = distancia entre los planos verticales que pasan por el centro de las ruedas traseras y delanteras
- Trocha = distancia entre los planos medios de las ruedas de un mismo tren.

Los tres factores asisten a la maniobrabilidad de los tractores como a la seguridad en el desplazamiento por los riesgos de vuelco anteroposterior y lateral

Estabilidad en sentido lateral

- Mayor trocha (menor maniobrabilidad)
- Menor altura del centro de gravedad (menor capacidad de paso)
- Soluciones de compromiso
 - La pala frontal sirve para eliminar obstáculos, disminuir pendientes y actúa como sistema de frenado
 - Ruedas dobles en balancín (disminuye la elevación del vehículo a la mitad del obstáculo pero reduce la capacidad de carga)
 - Posicionamiento individual de las ruedas (transmisión hidrostática, con un motor por rueda, en el extremo de un brazo accionado por un cilindro hidráulico)



Maniobrabilidad y facilidad de manejo

- Radio de giro pequeño
 - Chasis rígido (FWA) con avance cinemático
 - Diseño articulado
 - en relación con el tamaño de los neumáticos usados
 - Igual o Similar radio de giro del eje delantero y trasero
- Asistencia hidráulica en la dirección
- Embrague automático
 - cambios bajo carga
 - power shift
 - cvt
- Reversor de marcha
- Asistencia hidráulica en el sistema de frenado

Trasmisiones

- Las transmisiones convencionales resultan extremadamente complicadas para su uso en el medio forestal
 - Dificultad de aprovechamiento de la potencia
 - Dificultad de conducción
 - Desgaste acelerado del embrague
 - Mayores riesgos de vuelco
- Uso de convertidor de par
 - Permite colocar una caja con menor número de marchas
 - Brinda una rápida respuesta ante requerimientos variables de velocidad y par, sin necesidad de detener la marcha
 - Presenta un acoplamiento suave y progresivo que ofrece una mayor seguridad en el trabajo en pendientes
 - Mayor costo
 - Menor rendimiento de la transmisión

Tendencias y Avances tecnológicos

- Sistemas eléctricos e hidráulicos simplificados mejorar confiabilidad y facilitar mantenimiento.
- El cableado y las mangueras están mejor protegidos contra el desgaste y la flexión.
- Sensores de dirección controlan la velocidad de articulación cuando se acercan al contacto cuadro a cuadro, amortiguan el impacto durante la articulación completa y mejoran la comodidad del operador.
- Neumáticos más resistentes
- Pinzas más grandes: hasta 1,62 m².
- LO MEJOR DE AMBOS MUNDOS Transmisión continuamente variable [\(CVT\)](#).

Tendencias y Avances tecnológicos

- Mejora en el acoplador de motor para mejorar la durabilidad general de la transmisión desde el convertidor de par hasta los ejes de salida
- Nuevos diferenciales y otras mejoras mejoran la durabilidad de todos los ejes y ahora cuenta con el eje trasero más grande.
- Mejoras en el software, los sensores y el módulo de emisiones limpias
- Las rutas refinadas y simplificadas del sistema de cables mejoran la fiabilidad y la facilidad de servicio
- Las rutas de manguera mejoradas, las mejoras de los tubos y los rotadores mejorados brindan una mayor durabilidad a largo plazo



Facultad de
Ciencias Agrarias
y Forestales



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

MECANIZACIÓN
FCAyF