

**prueba**  
*de campo*

# FENDT FAVORIT 926 VARIO



***En el escenario de la moderna mecanización, en la que se van introduciendo cada vez más las tecnologías geoespaciales e informáticas, hay una creciente utilización de máquinas y aperos complejos y de elevadas dimensiones que condicionan notablemente la evolución y utilización de las máquinas motrices, a las que se les exige mayor potencia, más precisión y mayor versatilidad en el uso. Uno de los tractores que cumple todos estos requisitos es el Favorit 926 Vario.***

Las prestaciones, ya sea en el campo o en los desplazamientos por carretera, sin olvidar la calidad del trabajo del conjunto máquina-apero, pueden mejorarse empleando, por ejemplo, tractores con sistemas de transmisión de la potencia que permitan una variación continua de la velocidad de avance y cambio bajo carga, así como la gestión electrónica de muchas funciones de control y regulación, además de estar equipados con dispositivos como el elevador hidráulico de posición controlada y de órganos de propulsión innovadores estudiados para las más variadas aplicaciones de campo o de sistemas de suspensión del eje delantero capaz de proporcionar más confort al usuario.

Los tractores Fendt Favorit serie 900 Vario unen en sí mismos lo anteriormente citado sobre los elementos tecnológicos innovadores útiles para mejorar las prestaciones y la transmisión Vario, que es una transmisión de tipo mixto, mecánica e hidrostática, y cuyo interés se debe al hecho de poder asegurar la variación continua de velocidad con la ventaja de conseguir, en cada condición de trabajo, el par motor adecuado para la demanda que se precisa.

El Instituto Sperimentale per la Meccanizzazione Agricola (ISMA) de

Monterotondo (Roma) ha considerado interesante realizar unas pruebas en campo con el Tractor Fendt 926 Vario 4RM para complementar los resultados de los ensayos efectuados sobre el tractor en la estación alemana de la DLG en Groß-Umstadt según el código oficial de ensayos de la OCDE (código 1) en octubre de 1997 (ensayo OCDE nº 1676). El resultado de estas pruebas se ha recogido en una publicación del ingeniero Manfred Lober, director del centro de pruebas de la DLG, de 31 de julio de 1997.

Las pruebas de campo se han realizado con el propósito de analizar las características tecnológicas más sobresalientes (transmisión mixta de la potencia, mecánica e hidráulica; gestión electrónica de diversas funciones de control y regulación; elevador electrónico de posición controlada) y para completar los resultados obtenidos por la DLG mediante pruebas de campo que contemplen el consumo energético. Estas pruebas se realizaron en una explotación próxima al ISMA en octubre y noviembre de 1997.



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL TRACTOR

El conjunto de las características del tractor Fendt Favorit 926 Vario se recogen en la tabla 1. En ella se puede apreciar que se trata de un tractor de 191 kW de potencia máxima en el motor a 2 250 rev/min de régimen de giro, con una reserva de par del 30% y una masa sin lastres de 8 289 kg, que se puede lastrar hasta 12 440 kg. De entre las características más significativas se pueden destacar las siguientes:

### EL MOTOR

El motor del Favorit 926 Vario es turboalimentado con intercooler, desarrollado para responder a las normativas sobre las emisiones actuales y futuras. El sistema de alimentación es de inyección directa del combustible con bomba de inyección P 3000 en 6 cuerpos en línea. Las curvas características, correspondientes a los ensayos del motor en la toma de fuerza y en el volante, aparecen en las figuras 1 y 2.

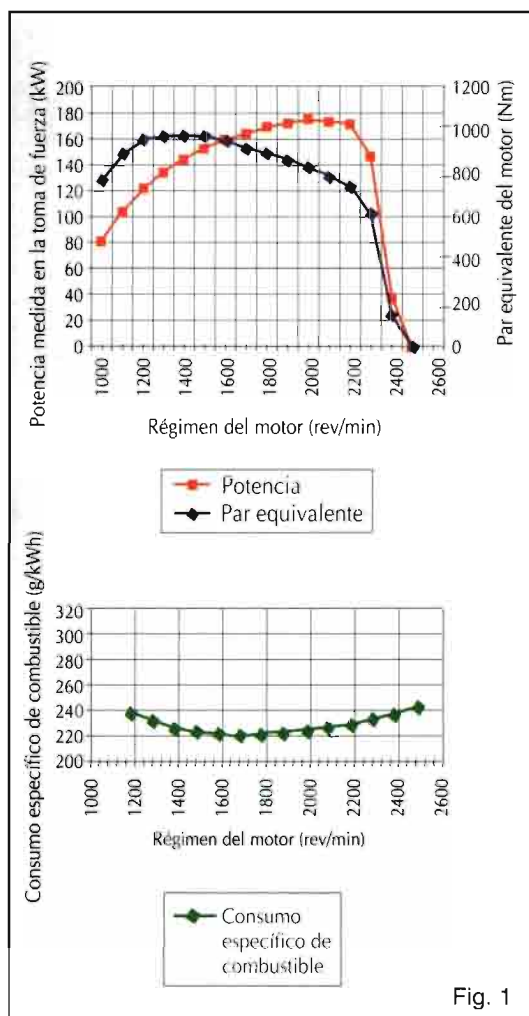


TABLA 1. CARACTERÍSTICAS DEL TRACTOR FENDT FAVORIT 926 VARIO

MOTOR	
Marca, tipo	Man, DO 826 LE 531
Alimentación	Inyección directa
Presión de inyección (MPa/bar)	26.5 + 0.8/265 + 8
Nº cilindros / Refrigeración	6 en línea / Agua Turbocompresor Refrigeración aire en carga
Diámetro/carrera (mm) / Cilindrada (cm³)	108/125/6870
Revoluciones nominales (rev/min)	2250
Consumo optimizado (g/kWh/g/CVh)	201
Par motor máximo (Nm/revoluciones)	1094/1400
Aumento par motor máximo (%)	35
Presión máxima (kPa/bar)	145/1.45
Potencia máxima (kW/CV)	191/260
Potencia nominal a la tdf (kW/CV)	167.5/228
Capacidad depósito combustible (l)	370
Periodos de cambio de aceite (horas servicio)	250/500 (aceite SHPD)
CAJA DE CAMBIOS Y EJES DE TOMA DE FUERZA	
Clase de caja de cambios	Vario sin escalonamientos con ramificación de la potencia
Gamas de marcas (adelante/atrás)	0.02 m/h hasta 32 km/h 0.20 m/h hasta 20 km/h 0.02 m/h hasta 50 km/h 0.20 m/h hasta 38 km/h
Ejes de tdf conectables bajo carga (rev/min)	750/1000
Velocidad máxima (km/h)	50
Eje de tdf frontal (opcional)	540/1000
INSTALACIÓN HIDRÁULICA	
Caudal bomba hidráulica (l/min)/Presión trabajo (bar)	102/200
Fuerza de elevación hidráulica (kN/kp)	90/9180
Elevador fuerza regulación electrohidráulica (EHR) con amortiguación de vibraciones	Regulación brazos inferiores por bulones dinamométricos
Equipo de válvulas auxiliares (serie)	4 de simple o doble efecto Regulación de caudal (16-80 l) Palanca de conexión en cruz Bomba reguladora mando de caudal de presión 'Load-sensing'
Fuerza elevación elevador fuerza frontal (kN/kp)	50/5100
Caudal aceite máximo (l)	50
CABINA	
Construcción	Integrada, insonorizada Suspensión de confort Célula de seguridad para el conductor
Ventilación	Sistema de aireación con ventilador en techo
Calefacción	Por agua caliente, ventilación de 3 marchas
Climatización	Lunas traseras, laterales y delanteras abatibles Aire acondicionado

**TABLA 1. CARACTERÍSTICAS DEL TRACTOR FENDT FAVORIT 926 VARIO**

FRENOS	
Detrás	De láminas integrados, húmedos
Delante	Al eje cardán, húmedos
MEDIDAS Y PESOS	
Peso en vacío según DIN 70020 (kg)	8250
Peso total autorizado (kg)	12000
Peso total máx. autorizado (kg) con aperos	14000
Carga/Carga máx. (kg)	3750/5750
Longitud total (mm)	4940
Altura sobre el suelo (mm)	605
Distancia entre ruedas (mm)	2840
Ancho total (mm)	2670
Altura total (mm)	3110
Ancho vía detrás, neumáticos de serie (mm)	1970
Ancho vía delante, neumáticos de serie (mm)	1970
Radio mín. giro/con freno dirección (m)	5.9/5.4
EQUIPO ELÉCTRICO	
Batería (Ah)	12 / 2 x 88
Alternador	2002 W / 14 V / 143 A

mente desde el motor para formar una unidad de transmisión continua (figura 3). El movimiento se transmite a través de una junta elástica al portasatélites de un reductor planetario. La corona dentada de éste transmite la potencia al circuito hidráulico, mientras que el planetario está unido a la parte mecánica.

La parte hidráulica está compuesta de una bomba de caudal variable con cilindros axiales que alimenta a dos motores hidráulicos unidos al mismo árbol (árbol de acumulación). Bomba y motores están unidos hidráulicamente entre sí, y en función de la inclinación de la bomba, que se varía electrónicamente, se modifica su caudal y, en consecuencia, el régimen de giro de los motores hidráulicos y el del árbol de acumulación.

Con el fin de obtener velocidades reducidas con una elevada potencia de tracción en trabajos de campo, o elevada velocidad para el transporte por carretera, el cambio ha sido dotado de dos grupos: el grupo I para los trabajos de campo y el grupo II para el transporte por carretera. Los valores de la velocidad correspondientes a cada grupo se reflejan en la tabla 2.

• **TRANSMISIÓN CON VARIACIÓN CONTINUA**

La transmisión Vario está formada por una parte hidráulica y una parte mecánica, ambas accionadas directa-

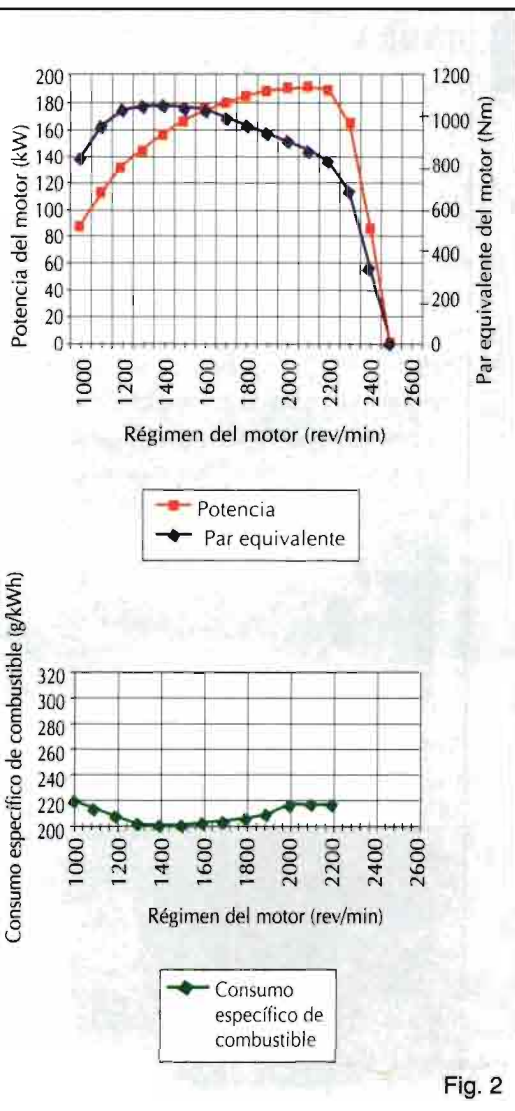


Fig. 2

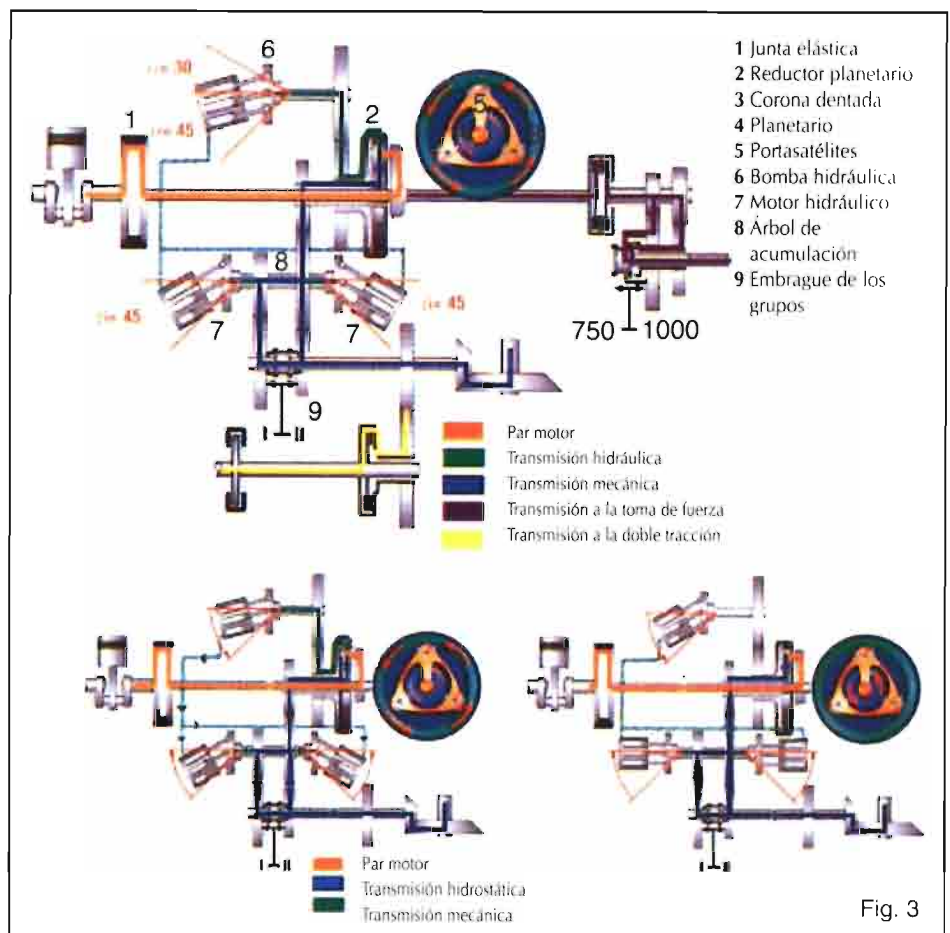
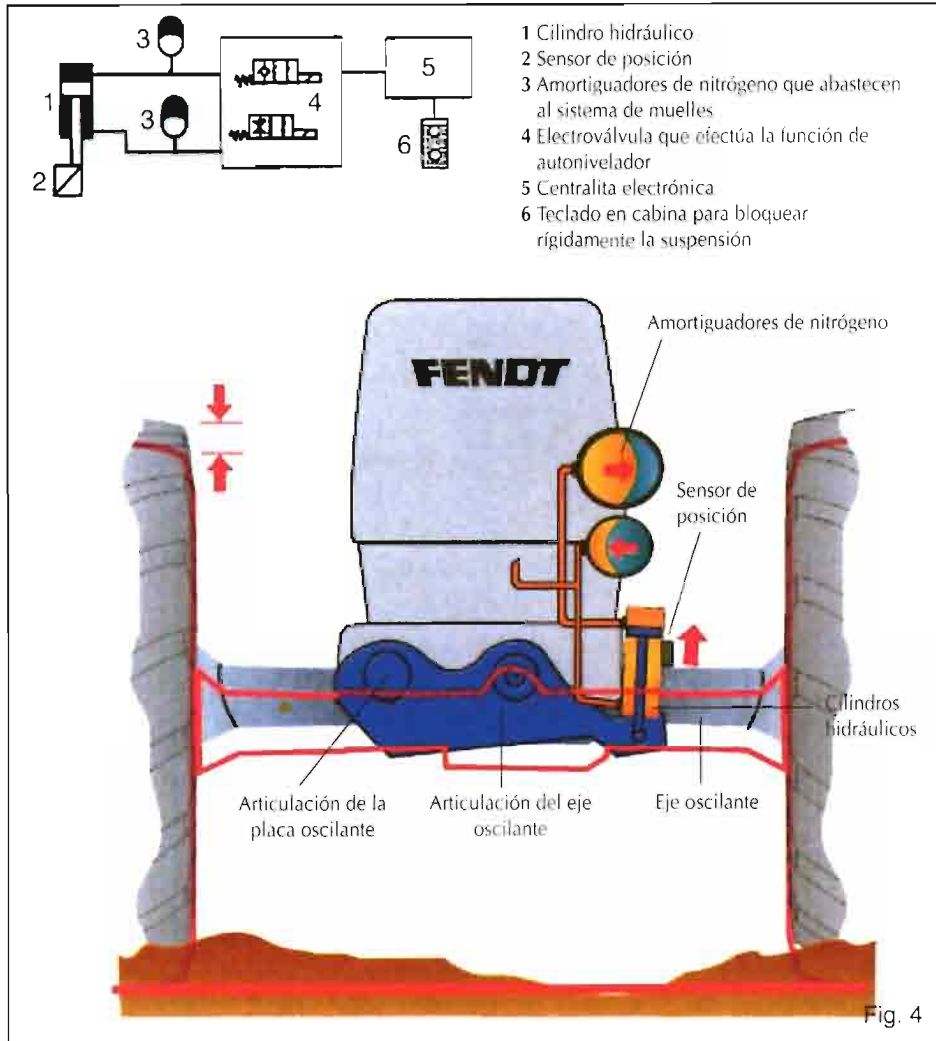


Fig. 3

**TABLA 2. RANGO DE VELOCIDADES OBTENIDO EN CADA GRUPO**

GRUPO	UTILIZACIÓN	VELOCIDAD DE AVANCE m/s (km/h)	VELOCIDAD DE RETROCESO m/s (km/h)
I	Trabajo pesado	0-8.9 (0-32)	0-5.5 (0-20)
II	Transporte rápido	0-13.9 (0-50)	0-10.5 (0-38)



La presión máxima que puede alcanzar la bomba es de 40 MPa (400 bar) cuando se emplea con el cambio de marchas en el grupo II a velocidad inferior a 1.4 m/s (5 km/h). En condiciones normales, la presión de trabajo de la bomba está comprendida entre 20 y 25 MPa (200-250 bar).

▪ **SUSPENSIÓN HIDRONEUMÁTICA DEL EJE DELANTERO**

La suspensión hidroneumática sobre el eje delantero comprende un sistema de muelles capaz de adaptarse a las distintas cargas.

Esta compuesta por un cilindro hidráulico, dos amortiguadores de nitrógeno, con el fin de abastecer al sistema de muelles, de un grupo de electroválvula, una centralita electrónica y un teclado puesto en la cabina que es capaz de bloquear rigidamente la suspensión durante los trabajos pesados de laboreo en el campo. (Figura 4).

**ENSAYOS DE TRACCIÓN A LA BARRA EN PISTA ARTIFICIAL**

Tanto en las tablas 3 y 4, como en las figuras 5, 6, 7 y 8 aparecen reflejados los resultados de los ensayos de tracción a la barra de tiro en pista artificial efectuados con el tractor Fendt Favorit 926 Vario (4 RM) (ensayo OCDE nº 1676, '97) llevados a cabo con los códigos estándar OC-

DE (código 1) para las pruebas oficiales de los tractores agrícolas



**RELACIÓN ENTRE EL DESLIZAMIENTO Y LA FUERZA DE TRACCIÓN PARA EL TRACTOR FAVORIT 926 VARIO (GRUPO I)**

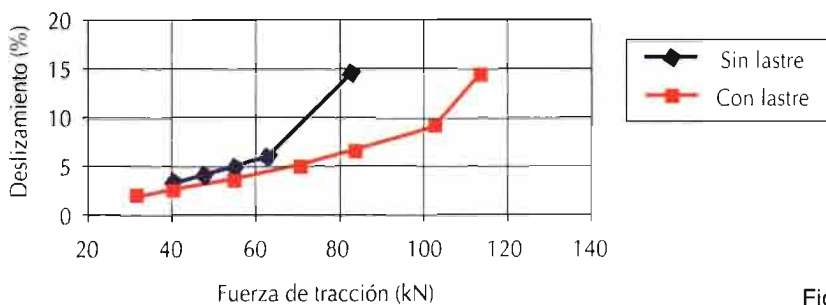


Fig. 5

**RELACIÓN ENTRE EL DESLIZAMIENTO Y LA FUERZA DE TRACCIÓN PARA EL TRACTOR FAVORIT 926 VARIO (GRUPO II)**

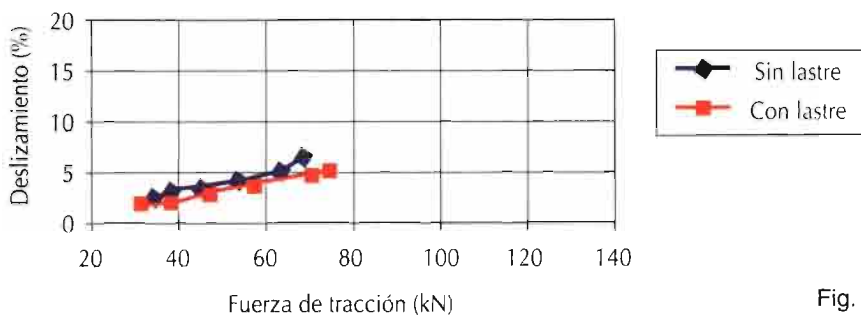


Fig. 6

**RENDIMIENTO DE TRACCIÓN EN FUNCIÓN DE LA VELOCIDAD DE AVANCE –GRUPO I– CON Y SIN LASTRE**

(M. Lober, DLG Press Release, Frankfurt, 31-07-97)

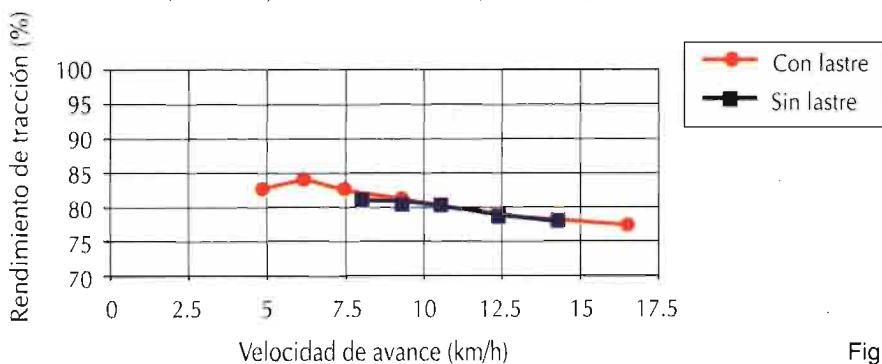


Fig. 7

**RENDIMIENTO DE TRACCIÓN EN FUNCIÓN DE LA VELOCIDAD DE AVANCE –GRUPO II– CON Y SIN LASTRE**

(M. Lober, DLG Press Release, Frankfurt, 31-07-97)

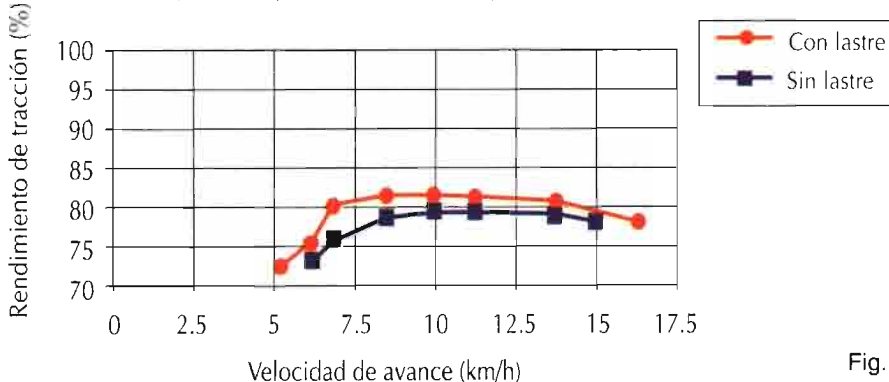


Fig. 8

en la estación de ensayos de la DLG (Alemania).

Para el tractor 926 Vario, la altura del gancho de remolque era de 550 mm cuando el tractor no llevaba lastres y de 350 mm cuando el tractor iba lastrado. La presión de inflado de los neumáticos anteriores y posteriores era de 80 kPa del tractor sin lastre y de 130 kPa y 170 kPa, respectivamente, para los neumáticos anteriores y posteriores cuando el tractor iba con lastre.

El valor máximo de la fuerza de tracción para el Favorit 926 Vario con lastres (cuando está seleccionado el grupo I) es muy alto, llegando a 115 kN (11 500 kg), con un deslizamiento del 15% (figura 5), mientras que en el grupo II, el valor máximo alcanzado, siempre con lastre, es de 75 kN (7 500 kg) produciéndose un deslizamiento que alcanzó el 5.6% (figura 6). Hay que recordar que el peso del tractor en el ensayo en pista artificial era de 12 440 kg con lastres y de 8 289 kg sin ellos.

La variación del rendimiento de tracción en función de la velocidad de avance del tractor Favorit 926 Vario se puede observar al detalle en la figura 7. En el grupo I es notablemente elevado, alcanzando un valor máximo, con el tractor lastrado, del 84% a la velocidad de avance de 6.25 km/h y del 81% a la velocidad de avance de 8.1 km/h con el tractor desprovisto de lastres.

En el grupo II el rendimiento más alto (del orden del 81.1%) se consigue con velocidades que sobrepasan los 8 km/h y sin lastre. Este grupo, lógicamente, resulta el más adecuado para los traslados rápidos por carretera (figura 8)

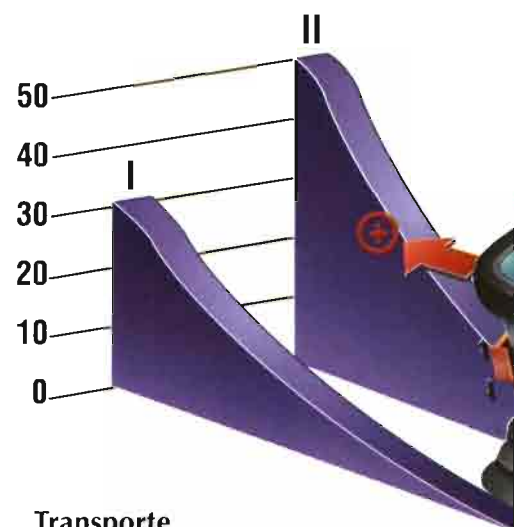
Las curvas, tanto la del grupo I o del II, son muy regulares, sin picos, debido a la continuidad en la distribución de la potencia. En el grupo II se mantiene en valores superiores al 80% de una manera estable por encima de una velocidad de avance de 8 km/h. Cuando se trabaja con el grupo I se aconseja utilizar velocidades no superiores a los mencionados 8 km/h con el fin de obtener el máximo rendimiento de tracción, aunque para velocidades superiores mantiene valores mayores del 75%.

**TABLA 3. RESULTADO DEL ENSAYO DE TRACCIÓN A LA BARRA A LAS DISTINTAS VELOCIDADES –GRUPOS I Y II– SIN LASTRE (DLG, ENSAYO OCDE N° 1676)**

GRUPO	VELOCIDAD (KM./H)	FUERZA DE TRACCIÓN (kN)	POTENCIA DE TRACCIÓN (kW)	RÉGIMEN DE GIRO DEL MOTOR (rev/min)	DESPLAZAMIENTO (%)	CONSUMO ESPECÍFICO DE COMBUSTIBLE (g/kWh)
I	4.83	82.95	111.3	2293	14.9	325
I	5.66	82.74	130.2	2114	14.8	313
I	8.21	63.14	143.9	2048	5.8	284
I	9.29	55.88	144.2	2052	5.0	283
I	10.80	48.53	145.6	2050	4.2	282
I	12.70	40.82	144.0	2052	3.5	285
I	14.39	35.86	143.3	2055	3.0	287
II	6.62	69.51	127.8	2250	7.0	313
II	7.73	63.65	136.8	2050	5.6	296
II	9.42	54.49	142.5	2051	4.5	285
II	11.28	45.71	143.2	2056	3.9	283
II	13.24	39.36	144.8	2046	3.4	283
II	14.95	34.73	144.2	2053	3.0	283

**TABLA 4. RESULTADO DEL ENSAYO DE TRACCIÓN A LA BARRA A LAS DISTINTAS VELOCIDADES –GRUPOS I Y II– CON LASTRE (DLG, ENSAYO OCDE N° 1676)**

GRUPO	VELOCIDAD (KM./H)	FUERZA DE TRACCIÓN (kN)	POTENCIA DE TRACCIÓN (kW)	RÉGIMEN DE GIRO DEL MOTOR (rev/min)	DESPLAZAMIENTO (%)	CONSUMO ESPECÍFICO DE COMBUSTIBLE (g/kWh)
I	3.52	113.37	110.9	2261	14.8	341
I	3.73	114.48	118.6	2223	14.9	334
I	4.82	103.25	138.2	2051	9.4	291
I	6.23	84.23	145.8	2052	6.7	279
I	7.42	71.05	146.5	2056	5.2	278
I	9.48	55.14	145.3	2045	3.7	279
I	12.59	40.88	143.0	2048	2.7	282
I	15.66	32.27	140.4	2067	2.1	288
II	5.31	74.41	109.8	2278	5.5	313
II	6.14	74.86	127.6	2253	5.6	305
II	7.13	71.20	141.0	2050	5.2	287
II	8.98	57.97	144.6	2050	4.0	280
II	11.06	47.17	145.0	2063	3.1	278
II	13.44	39.06	145.9	2051	2.5	277
II	16.13	31.95	143.2	2049	2.2	282



**Transporte**  
+ adelante  
- atrás

obtenidos con una fresadora Falc y con un chisel Sogema.

Con estos aperos acoplados al tractor Fendt Favorit 926 Vario trabajando en doble tracción y con el bloqueo del diferencial conectado, se han realizado las pruebas de laboreo a la velocidad máxima posible compatible con las condiciones del terreno y la realización de una buena labor. El terreno era de naturaleza limo-arcillosa sembrado de alfalfa en un grado alto de cobertura. Las condiciones del terreno (arena 8%, limo 67%, arcilla 25%) en que se ha trabajado se recogen en la tabla 4.

### UNA MÁQUINA DE PRECISIÓN

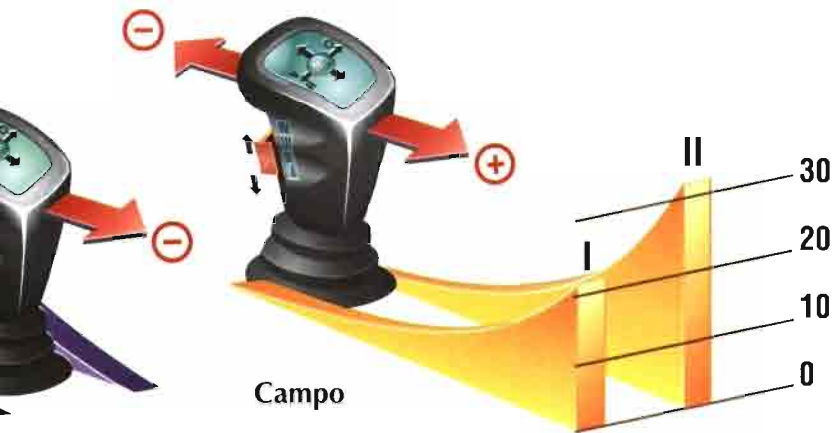
Ya se ha mencionado que en los resultados de los ensayos de tracción en pista artificial realizados por la DLG la variación del rendimiento de tracción en función de la velocidad de avance del tractor Favorit 926 Vario dentro del grupo I es elevada y también cómo las curvas son muy uniformes, al igual que cuando se trabaja en el grupo II, que está previsto para las velocidades de desplazamiento en carretera. Durante las pruebas de campo, los consumos unitarios de combusti-

## COMPORTAMIENTO DEL TRACTOR EN CAMPO

Durante las pruebas de campo se han utilizado varios aperos destinados al laboreo primario del terreno. De entre ellos, se presentan los resultados

**TABLA 5. CONDICIONES DEL TERRENO DURANTE LAS PRUEBAS**

DATOS DE INTERÉS	FRESADORA	CHISEL
Contenido de humedad en base seca (%) (de 0.15 a 0.20 m de profundidad)	24	26
Masa volúmica aparente en base seca (Mg/m³) (de 0.5 a 0.20 m de profundidad)	1.2	1.2
Índice de cono (kPa) (0-0.40 m de profundidad)	1600	1600



DISTRIBUCIÓN DE LOS TERRONES POR CLASES DE DIÁMETRO (mm) PRODUCIDOS POR EL TRABAJO CON LA FRESADORA FALC

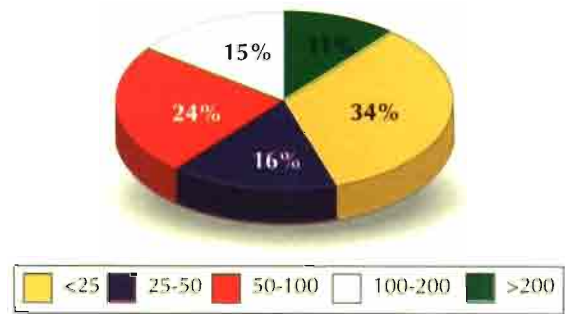


Fig. 9

ble son reducidos y están comprendidos entre 208 g/kWh cuando lleva la fresadora y 210 g/kWh cuando lleva el chisel. Tales valores son coherentes con las curvas de isoconsumo del motor obtenidas en las pruebas DLG-OCDE. La posición controlada del elevador posterior que permite mantener constante la profundidad de laboreo preestablecida y la velocidad de avance controlada electrónicamente confieren gran versatilidad al tractor y lo adaptan para una agricultura de precisión.

de 1.01 m/s (3.64 km/h) y el régimen de la toma de fuerza era de 760 rev/min. Los resultados obtenidos en las parcelas de labor son los que aparecen en la tabla 6, y en la figura 9 se recoge la distribución de terrones por clases según diámetro (mm) producidos en la labor. La posición controlada del elevador hidráulico ha permitido mantener la profundidad de laboreo preestablecida que ha resultado casi constante en toda la parcela. De las medidas efectuadas en el tractor se deduce que el deslizamiento ha sido

prácticamente nulo y el valor de la potencia suministrada por el motor, de 58 kW, mientras que la potencia en la toma de fuerza ha sido de 49 kW.

El consumo unitario de combustible registrado ha sido de 33.3 kg/ha. Referido al volumen de tierra movida de 1 000 m<sup>3</sup> es de 38 kWh. En general, los consumos de combustible así como el gasto global de energía y el gasto medio de energía por volumen removido han resultado bajos.

Los reducidos consumos unitarios de combustible y la uniformidad de los valores medidos demuestran el buen resultado del tractor con el apero empleado.

## “ El reducido consumo también es característico del 926 Vario ”

### TRABAJO CON LA FRESADORA FALC

La fresadora fabricada por Falc está accionada por la toma de fuerza del tractor, provista de un cambio con dos velocidades y trabaja suspendida del tractor. Consta de un rotor provisto de 12 cuchillas y tiene una anchura teórica de trabajo de 1.35 m. Durante las pruebas la máquina estaba accionada en la segunda velocidad.

La velocidad de avance del conjunto tractor-aperos era



**TABLA 6. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE CAMPO CON LA FRESADORA FALC**

PARÁMETROS RELEVANTES Y VALORES MEDIDOS	
Ancho de trabajo efectivo (m)	1.40
*Profundidad de trabajo (m)	0.60
Sección arada (m <sup>2</sup> )	0.63
Velocidad de avance m/s (km/h)	1.20 (4.3)
Régimen de giro del motor (rev/min)	186
**Avance por cuchilla (cm)	12.9
Capacidad efectiva de trabajo (ha/h)	0.60
Tiempo de trabajo unitario (h/ha)	1.60
<b>Resultados en el tractor</b>	
Deslizamiento (%)	3.08
Potencia del motor (kW)	79
Potencia en la toma de fuerza (kW)	45
Consumo horario de combustible (kg/h):	
a) en trabajo	16.5
b) en transporte	7.5
Consumo de combustible unitario en trabajo (kg/ha)	26.4
Gasto global de energía (kWh/ha)	126
Gasto medio de energía por volumen de tierra movida (kWh/1000m <sup>3</sup> )	28
*Profundidad de trabajo y avance en la zona central	
**d = 600 Va/(Un) donde: n es el régimen de giro del motor, U es el número de cuchillas utilizadas en el mismo lado del rotor, Va es la velocidad en m/s (Manfredi, 1995)	

**DISTRIBUCIÓN DE LOS TERRONES POR CLASES DE DIÁMETRO (mm) PRODUCIDOS POR EL TRABAJO CON EL CHISEL SOGEMA**

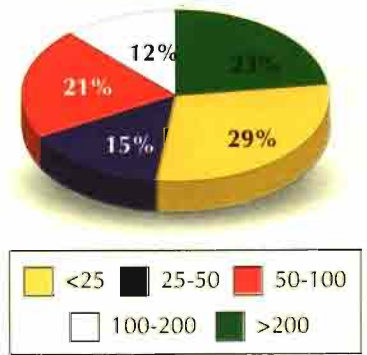


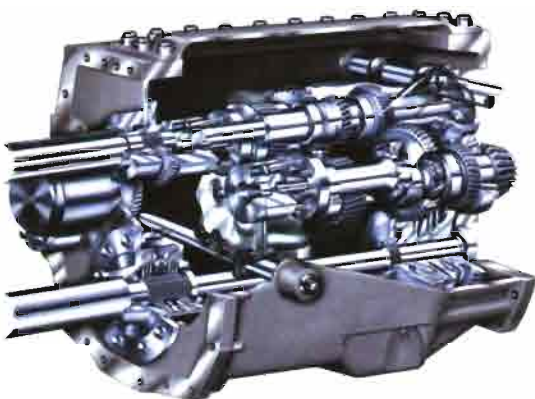
Fig. 10

El valor de la potencia distribuida totalmente por el motor ha sido de 108 kW. El consumo unitario de combustible del conjunto tractor-apero durante el trabajo ha sido de 30.8 kg/ha. El valor resultante del gasto medio de energía para un volumen de tierra movida de 1 000 m<sup>3</sup> ha sido de 29 kWh. En general, los consumos de combustible así como el gasto global de energía y el gasto medio de energía por volumen de tierra movida han resultado bajos. Los reducidos consumos unitarios de combustible y la homogeneidad de los valores demuestran el buen emparejamiento de la máquina motriz con el apero empleado. 🍁

## TRABAJO CON EL CHISEL SOGEMA

El chisel fabricado por Sogema se acopla suspendido al tractor y dispone de dos ruedas neumáticas de regulación de la profundidad. Consta de cinco brazos oblicuos dispuestos sobre dos ejes paralelos distanciados entre ellos y perpendicularmente a la dirección de avance que consiguen una anchura teórica de trabajo de dos metros.

Durante las pruebas, la velocidad de avance del era de 1.05 m/s (3.8 km/h). Los resultados medios obtenidos de las medidas efectuadas sobre



las parcelas y el tractor son los que aparecen en la tabla 7 y en la figura 10 se encuentra la distribución de los terrones por clases de diámetro (mm) producidos por el chisel.

**TABLA 7. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE CAMPO CON EL CHISEL SOGEMA**

PARÁMETROS RELEVANTES Y VALORES MEDIDOS	
Ancho de trabajo efectivo (m)	1.95
*Profundidad de trabajo (m)	0.50
Sección arada (m <sup>2</sup> )	0.97
Velocidad de avance m/s (km/h)	1.05 (3.8)
Capacidad efectiva de trabajo (ha/h)	0.74
Tiempo de trabajo unitario (h/ha)	1.36
<b>Resultados en el tractor</b>	
Deslizamiento (%)	12
Potencia del motor (kW)	108
Potencia en la toma de fuerza (kW)	65
Consumo horario de combustible (kg/h):	
a) en trabajo	22.7
b) en transporte	7.5
Consumo de combustible unitario en trabajo (kg/ha)	30.8
Gasto global de energía (kWh/ha)	147
Gasto medio de energía por volumen de tierra movida (kWh/1000m <sup>3</sup> )	29
*Profundidad de trabajo y avance en la zona central	
**d = 600 Va/(Un) donde: n es el régimen de giro del motor, U es el número de cuchillas utilizadas en el mismo lado del rotor, Va es la velocidad en m/s (Manfredi, 1995)	