

## EVALUACIÓN DEL TRACTOR (II)

# CASE IH PUMA 130

## 4WD 18+6, FULL-POWERSHIFT, 40 km/h

Completamos el artículo publicado en nuestro anterior número, en el que explicábamos las características técnicas de este tractor y los resultados del ensayo OCDE 2/2 644 realizado en el Laboratorio de Imamoter (Italia).

### PARTE 3.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA LOS USUARIOS

**LUIS MÁRQUEZ**

DR. ING. AGRÓNOMO

Los resultados de los ensayos realizados según lo establecido por el Código II de la OCDE ponen de manifiesto que el tractor Case IH Puma 130 4WD 18+6 full-powershift es un modelo de gama alta en el segmento de mercado de tractores 'grandes', según la clasificación que utiliza **agrotécnica** a efectos estadísticos.

Su motor, con 6.7 litros de cilindrada, permite desarrollar la potencia máxima de 148 CV con gestión de potencia, ya que con este mismo motor y otra regulación, como se hace en los diferentes modelos de la serie Puma, se llegan a superar los 250 CV. Esto garantiza para el motor una elevada vida útil.

Sin embargo, la gran cilindrada ofrecida no significa aumentar el consumo específico de combustible; el consumo



específico medio, tomando como referencia los 6 puntos establecidos en el Código OCDE, es solo de 197 g/CVh, cumpliendo el nivel de emisiones 3B (4i) gracias al sistema de inyección catalítica selectiva (SCR), y common rail con 4 válvulas por cilindro, turbo y post-enfriado.

La potencia máxima la ofrece al régimen de 1 800 rev/min y alcanza los 136.5 CV netos (medidos en la toma de fuerza); la potencia, al régimen nominal del motor de 2 100 rev/min, es de 125.8 CV; en el intervalo de 1 500 a 2 100 rev/min se mantiene la potencia efectiva por

encima de este valor. El par máximo de 605 Nm, a 1 500 rev/min, indica una reserva de par de 44.0%.

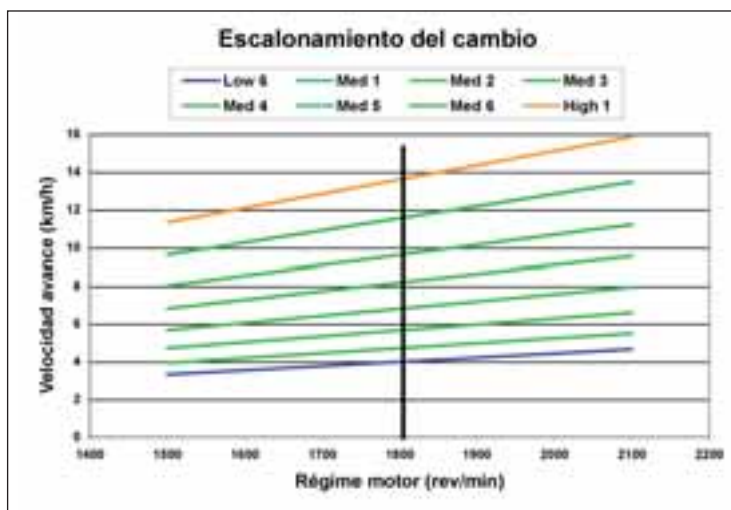
El consumo medio de combustible (6 puntos OCDE) es de 18.5 L/h, con una potencia media utilizada de 83.9 CV. El consumo de urea medio correspondiente es de 1.02 L/h, equivalente al 5.5% del consumo de combustible. Considerando solo los 4 puntos OCDE con régimen de funcionamiento inferior al nominal, el consumo de combustible es solo de 15.4 L/h, con un consumo de solución de urea de 0.77 L/h, el 5% del consumo de combustible.

El sistema de sobre-potencia solo actúa en las relaciones largas de transporte para reducir el consumo de combustible, pero no interviene en operaciones de campo, ni cuando suministra potencia en la TDF.

Al considerar los 148 CV de potencia máxima del motor (sin sobre-potencia), ensayado según la norma ECE R120 (equivalentes a la ISO 14396 y Directiva 97/68/CE) con respecto a los 136.5 CV obtenidos como máximo en el ensayo de la potencia en la toma de fuerza, se observa que se han producido un reducción de 11.5 CV, equivalente al 7.8% de la potencia del motor. Hay que advertir que en el ensayo del motor se eliminan componentes que se utilizan en el tractor (sistema de refrigeración, sistema hidráulico sin carga, etc.)

La transmisión 18+6 full-powershift con 4 rangos y 6 re-

GRÁFICO 5.- VELOCIDADES DE AVANCE EN DIFERENTES RELACIONES DEL CAMBIO



laciones por rango dispone de un escalonamiento excelente.

El número de relaciones del cambio con las que se pueden conseguir velocidades de trabajo entre 5 y 12 km/h para el régimen de potencia máxima (1 800 rev/min) es de 5, todas ellas en el mismo grupo, y sin que haya solapamientos entre marchas de diferentes grupos del cambio.

Para las relaciones mismo grupo, los 'escalones' se mantiene entre el 17.5 y el 20.2%, que se consideran adecuados un cambio powershift (cambio en carga). Entre grupos los escalones son del 17-18%. No hay marchas 'duplicadas' y todas las relaciones del cambio pueden ser utilizadas para dar un escalonamiento perfecto.

El **sistema hidráulico** con bomba *load sensing* proporciona un caudal máximo de 109.3

L/min, con una presión máxima de 210 bar; la capacidad de elevación en el enganche tripuntal de Categoría II, en todo el recorrido, es de 4 500 kg si se ejerce en los brazos inferiores y de 3 600 kg en el bastidor normalizado.

La **eficiencia en tracción para pista de asfalto** (menos adherente que una pista de hormigón) con el tractor sin lastre, tomando como referencia la medida de la potencia en la toma de fuerza, para la relación Med 4 (la más eficiente) ha sido del 83.5%.

Utilizando este valor como referencia, dado que la eficiencia en tracción se puede calcular como  $TE = (1-\delta) \times (\mu - k)$ , siendo  $\delta$  = deslizamiento,  $\mu$  = coeficiente de tracción, y  $k$  = coeficiente de resistencia a la rodadura, se podría valorar por diferencia las pérdidas globales

CUADRO 3.- VELOCIDADES DE AVANCE TEÓRICAS EN km/h CON NEUMÁTICOS TRASEROS 18.4 R38

Régimen motor (rev/min)	Relaciones del cambio							
	Low 6	Med 1	Med 2	Med 3	Med 4	Med 5	Med 6	High 1
2100	4.64	5.49	6.60	7.93	9.54	11.21	13.48	15.85
1800	3.98	4.71	5.66	6.80	8.17	9.61	11.55	13.59
1500	3.32	3.92	4.72	5.66	6.81	8.01	9.63	11.32

en la transmisión, asumiendo que la potencia del motor se mide a la toma de fuerza.

Así, para la pista de asfalto:

- $k = 0.04$
- $\delta = 0.024$
- $\mu = 0.52$  (relación Med 4 a máxima potencia de tracción)

$$TE = (1 - 0.024) \times (0.599 - 0.04) / 0.599 = 0.911$$

La eficiencia total será:  $TE \times \eta_t$ , por lo que:

$$\eta_t = \text{Eficiencia} / TE = 0.835 / 0.911 = 0.916$$

Si se considera que entre el motor y la toma de fuerza se pierde alrededor de un 4%, esto indica que las pérdidas en la transmisión entre el motor y las ruedas para la relación Med 4, en la que se consigue la máxima potencia de tracción, serían de aproximadamente del 4.5%.

La adecuación de los neumáticos a las características del tractor puede hacerse a partir de la masa de referencia de 6 500 kg que indica el fabricante en su catálogo comercial.

Considerando que la potencia máxima recomendada para trabajo continuo sería la obtenida en el ensayo del consumo de

combustible a carga elevada con régimen del 90% del nominal del motor (punto C3), que es de 74 kW (de 100 CV), para trabajar a 5.0 km/h de velocidad teórica se necesitaría una masa total del tractor de 5 870 kg; considerando que se va a utilizar una potencia de 110 CV la masa necesaria sería de 6 460 kg. En consecuencia, con la masa de referencia de 6 500 kg, no resulta necesario llenar los neumáticos con agua, y la masa del tractor sin lastre es suficiente para los trabajos de tracción a velocidades superiores a 5.0 km/h (Cuadro 7).

Las cargas que tendrían que soportar las ruedas, sobre la base de 6 500 kg del tractor sin lastre, serían:

Masa (kg)	6 500	eje	rueda
Delantero (kg)	50%	3 250	1 625
Trasero (kg)	80%	5 200	2 600

Para la masa máxima admitida de 10 000 kg (homologación de tipo CE), las cargas que tendrían que soportar las ruedas serían de:

Masa (kg)	11 000	eje	rueda
Delantero (kg)	50%	5 500	2 750
Trasero (kg)	80%	8 800	4 400

La evaluación de los neumáticos del tractor de ensayo puede hacerse utilizando como referencia las tablas del fabricante. Para los neumáticos radiales con las dimensiones indicadas, las cargas máximas admisibles serían las del cuadro 8, lo que indica que dispone de neumáticos bien dimensionados, que permiten trabajar con baja presión de inflado para reducir la compactación del suelo, y admiten sin problemas la masa máxima establecida en la homologación del tractor

La utilización de suspensión primaria en el eje delantero, que se ofrece como opción, ayudaría a reducir el patinamiento, además de amortiguar las vibra-

ciones de baja frecuencia que podrían llegar al conductor, por lo que sería una opción interesante para el que adquiriera este tractor.

CUADRO 7.- PESO RECOMENDADO (KG) EN FUNCIÓN DE LA VELOCIDAD Y DE LA POTENCIA UTILIZADA

Velocidad	5.0 km/h		8.0 km/h		10.0 km/h	
	2 RM	2+2 RM	2 RM	2+2 RM	2 RM	2+2 RM
Coef TR	0.85	1.00	0.85	1.00	0.85	1.00
Potencia (CV)						
70	4836	4111	3023	2569	2418	2055
80	5527	4698	3454	2936	2764	2349
90	6218	5285	3886	3303	3109	2643
100	6909	5873	4318	3670	3454	2936
110		6460	4750	4037	3800	3230
120		7047	5182	4404	4145	3524
130		7634	5613	4771	4491	3817

Condiciones:

- Rendimiento en la transmisión = 0,87
- Coeficiente de tracción (rastrojo) = 0,6

CUADRO 8.- CAPACIDAD DE CARGA DE LOS NEUMÁTICOS EN FUNCIÓN DE LA PRESIÓN DE INFLADO

Neumáticos delanteros (540/65 R28)				Neumáticos traseros (650/65 R38)			
Velocidad			Presión	Velocidad			Presión
40 km/h	30 km/h	10 km/h	bar	40 km/h	30 km/h	10 km/h	bar
2000	2140	2720	0.6	2520	2690	3280	0.6
2210	2370	3010	0.8	2920	3120	3810	0.8
2430	2600	3300	1.0	3320	3550	4340	1.0
2640	2830	3590	1.2	3720	3980	4870	1.2
2860	3060	3890	1.4	4130	4410	5390	1.4
3075	3290	4180	1.6			5920	1.6
Circunferencia de rodadura = 4415 mm				Circunferencia de rodadura = 5400 mm			

En relación con la ergonomía del puesto de conducción del Puma 130 EP de Case IH, se puede destacar que su disposición es la adecuada y similar a la de los modelos de gama alta con potencias elevadas, lo que permitirá al usuario obtener el máximo rendimiento de este tractor.

### Recomendaciones para utilizar el tractor

La información que proporciona un ensayo OCDE, además de indicar las prestaciones máximas del tractor y los consumos de combustible a cargas parciales, sirve para dar unas recomendaciones prácticas a los usuarios, de forma que lo puedan utilizar de modo eficiente.

En el Gráfico 6 se resumen las prestaciones del motor en un diagrama par equivalente/régimen de giro. Sobre el mismo se marcan los puntos de potencia máxima para las diferentes relaciones del cambio sin gestión de potencia (M=máxima del motor, T=máxima al régimen normalizado de la TDF, y N=máxima al régimen nominal del motor) y con esta gestión en funcionamiento (M+, y N+), junto con otros puntos de referencia a cargas parciales, tanto en la zona de corte del regulador, porque se supera el régimen fi-

jado con el acelerador, como a régimen reducido.

Para compatibilizar la eficiencia en la utilización del combustible con el aprovechamiento de la potencia disponible en el motor se recomienda trabajar a un régimen de menos de 1900 rev/min, con una carga que no supere el 100% del par nominal (497 Nm). La eficiencia conseguida en el punto C3 es de 245 g/kWh (180 g/CVh).

Cuando las operaciones agrícolas demandan baja potencia conviene utilizar un régimen de funcionamiento del motor entre 1200 y 1500 rev/min, para minimizar el consumo de combustible. El mínimo consumo específico obtenido en el ensayo del motor corresponde al punto C5 y es de 232 g/kWh (172 g/CVh).

El Gráfico 6, junto con la información sobre el escalonamiento del cambio (Cuadro 9), se puede utilizar para elegir los aperos más apropiados para las características de este tractor, en equilibrio entre la capacidad de trabajo y el menor consumo de combustible.

Sobre esta base, se puede calcular, en primer lugar, **el arado de vertedera más apropiado**, tomando como objetivo que el

motor funcione en el punto C3 (consumo de 21.7 L/h). En estas condiciones el régimen del motor 1890 rev/min, y la potencia disponible es de 74 kW (100.6 CV) y el par motor correspondiente sería de 373 Nm.

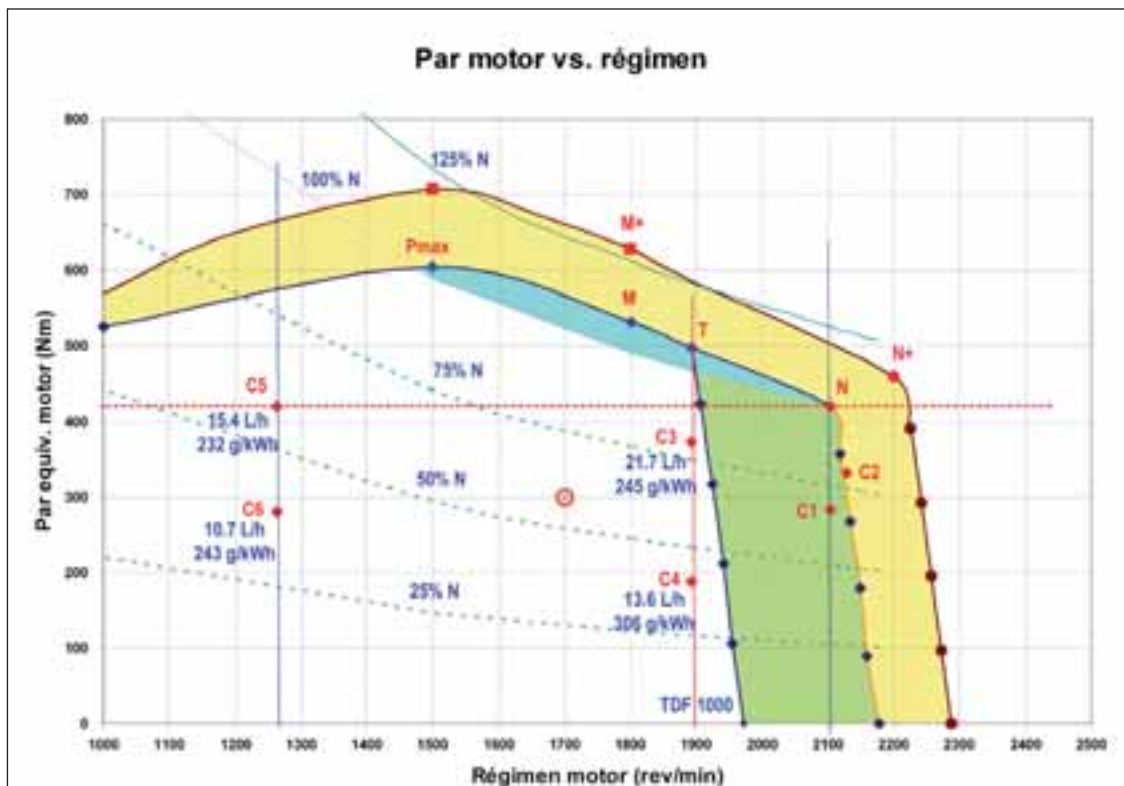
Parece adecuado seleccionar la relación Med 3, que daría una velocidad teórica de avance de 7.17 km/h (cuadro 9), con el par motor de 373 Nm (aprox. 37 mkg). El par en las ruedas motrices sería de  $37 \times 87.306 = 3230$  mkg, que con un 4% de pérdidas en la transmisión quedaría reducido a 3101 mkg.

Utilizando como radio de las ruedas del eje trasero el valor del radio índice de 875 mm, la fuerza tangencial, asumiendo que toda la potencia se transmite por las ruedas del eje trasero, será:  $3101 \times 0.875 = 2713$  kg.

La fuerza de tracción de tracción sería la fuerza tangencial menos la fuerza perdida por rodadura, pudiendo asumir que



GRAFICO 6.- RESUMEN DE PRESTACIONES DEL MOTOR DEL TRACTOR CASE IH PUMA 130 4WD



- La potencia en cualquier punto de funcionamiento se puede calcular multiplicando el régimen del motor (n) por el par equivalente (Par); así, para n = 1 700 rev/min y Par = 300, la potencia N1 será  $1\ 700 \times 300 / 9\ 550 = 53.4\ \text{kW}$  (72.6 CV).
- La zona marcada en azul corresponde al funcionamiento del motor en que se obtiene más del 100% de la potencia a régimen nominal.
- La zona marcada en verde corresponde a la potencia obtenida con corte del regulador si el acelerador se sitúa para alcanzar un régimen del motor más alto del que se necesita para obtener las 1 000 rev/min en la TDF.
- La zona marcada en amarillo corresponde a los valores de potencia obtenidos cuando funciona el sistema de gestión 'sobre potencia' (solo actúa en marchas largas de transporte)
- Los seis puntos de referencia marcados en rojo corresponden a los valores obtenidos con carga reducida y régimen del motor del 60 y del 90% del régimen nominal. En cada uno de ellos se marca el consumo de combustible correspondiente en L/h y g/kWh.
- Con líneas de puntos se marcan las curvas de iso-potencia para el 75, 50 y 25% de la potencia nominal. En trazo lleno las correspondientes al 100 y 125% de la potencia nominal.

CUADRO 9.- VELOCIDADES TEÓRICAS DE AVANCE EN km/h Y RELACIÓN DE TRANSMISIÓN EN DIFERENTES RELACIONES DEL CAMBIO

Relación cambio	Med 1	Med 2	Med 3	Med 4	Med 5	Med 6
1 900 rev/min	4.97	5.97	7.17	8.63	10.14	12.19
1 500 rev/min	3.92	4.72	5.66	6.81	8.01	9.63
Relación de transmisión	128.108	104.892	87.306	72.603	61.767	51.366

para un suelo de tipo medio ( $k = 0.1$ ) sería de  $6\ 500\text{ kg}$  (masa del tractor)  $\times 0.10 = 650\text{ kg}$ , o sea:  $2713 - 650 = 2\ 063\text{ kg}$ .

Con un esfuerzo de tracción menor de la mitad de la masa total del tractor, el deslizamiento estaría por debajo del 8%, por lo que la velocidad real de avance sería  $7.17 - 0.57 = 6.6\text{ km/h}$ .

Para un suelo de tipo medio, con una resistencia específica de sección trabajada con arado de vertedera de  $50\text{ kg/dm}^2$ , utilizando un arado de 14 pulgadas (35 cm de anchura de corte por cuerpo) y trabajando a una profundidad de 28 cm, el esfuerzo de tracción que demanda cada



**Para compatibilizar la eficiencia en la utilización del combustible con el aprovechamiento de la potencia se recomienda trabajar a un régimen de menos de 1 900 rev/min, con una carga que no supere el 100% del par nominal (497 Nm)**

cuerpo sería de  $50 \times 3.5 \times 2.7 = 472\text{ kg}$ , por lo que el tractor podría arrastrar ( $2063 / 472$ ) **un arado de cuatro cuerpos de 14 pulgadas**, con una anchura de trabajo de 1.40 m, a una velocidad real de 6.6 km/h, lo que daría una capacidad de trabajo teórica, sin considerar tiempos perdidos por vueltas, de  $1.40 \times 6.6 / 10 = 0.92\text{ ha/h}$  (1.08 h/ha) con un consumo de combustible de  $1.08 \times 21.7 = 23.5\text{ L/ha}$ .

La relación Med 3 utilizada permite pasar a la Med 4 (cambio en carga) si las condiciones de trabajo son favorables, con el consiguiente aumento de la capacidad de trabajo y reducción del consumo de combustible, así como pasar a una marcha más corta en las zonas difíciles

de la parcela, o para superar una pendiente.

Un cálculo similar puede hacerse para el **chísel o cultivador pesado**, considerando que la resistencia específica puede ser aproximadamente la mitad que corresponde a un arado de vertedera con igual sección trabajada, y tomando en consideración que la velocidad de trabajo debe estar cercana a los 8.5 km/h.

Así se puede elegir la relación Med 4, con una velocidad teórica de 8.63 km/h (a 1 900 rev/min), asumiendo las mismas hipótesis que para el caso del arado de vertedera (4% de pérdida en la transmisión, y 0.1 de coeficiente de resistencia a la rodadura). En estas condi-

ciones, el esfuerzo de tracción sería de 1 607 kg, con lo que el patinamiento, al ser menor el esfuerzo de tracción que con el arado de vertedera, se podría reducir a 5%, y la velocidad real de avance sería de 8.2 km/h.

La anchura del chísel aconsejado sería, sobre la base de una resistencia específica por metro de anchura de trabajo con 20 cm de profundidad ( $50\text{ kg/dm}^2 \times 0.5 \times 10\text{ dm} \times 2.0\text{ dm} = 500\text{ kg}$ ), el resultado de dividir los 1 607 kg de fuerza de tracción entre 500 kg, lo que indica que puede trabajar sin dificultad con un **chísel de 3.20 metros a una velocidad real de 7.9 km/h**, lo que da una capacidad teórica de trabajo de  $3.20 \times 8.2 / 10 = 2.62\text{ ha/h}$  (0.38 h/ha). En estas condiciones el consumo de combustible sería de  $21.7 \times 0.38 = 8.3\text{ L/ha}$  (sin contar pérdidas en las vueltas).

Si se desea aumentar la profundidad de trabajo, o para superar pendientes, se puede utilizar las relaciones Med 3, reduciendo la velocidad de trabajo; asimismo, se puede utilizar la relación Med 5 en zonas favorables de la parcela para aumentar la capacidad de trabajo.

Por otra parte, si se disponen de diferentes aperos y se

desea utilizarlos eficientemente con este modelo de tractor, se recomienda:

- Para labores pesadas ajustar el acelerador sobre las 1700 – 1900 rev/min antes de iniciar el recorrido trabajando sobre la parcela. Observar la caída de vueltas que se produce, que debe estar entre 150 y 250 rev/min. Si la caída es mayor de 250 vueltas se debe de cambiar a una marcha más corta; por el contrario, si la caída es menor de 150 rev/min se recomienda utilizar una relación del cambio más larga.
- En las labores ligeras se recomienda actuar de igual forma, sobre la base de fijar el régimen inicial entre 1300 y 1600 rev/min, siempre que sea esta relación del cambio adecuada para la velocidad máxima de trabajo condicionada por el tipo de labor.

Como puntos fuertes del tractor evaluado se pueden destacar:

- El motor, con una reserva de par del 44%, ofrece potencia

constante en todo su régimen de funcionamiento.

- El consumo específico, como consecuencia de la incorporación del sistema SCR, es muy bajo, de solo 197 g/CVh como media para los 6 puntos OCDE, y 188 g/kWh con los 4 puntos de régimen menor del 90% del nominal (15.4 L/h)
- El cambio está diseñado con un escalonamiento perfecto, sin marchas repetidas:
  - El Grupo *Medium* incluye todas las relaciones que habitualmente se utilizan en operaciones de tracción en campo, sin que sea necesarios cambios de Grupo.
  - Las relaciones del Grupo *Low* son suficientemente bajas (1.7 km/h al régimen nominal en la Low 1) para que no sea necesario la incorporación de las relaciones 'ultra cortas', que se ofrece como opción, salvo en aplicaciones muy especiales.
- El sistema hidráulico ofrece bomba de caudal variable del tipo *load sensing*.

- Los neumáticos que se ofrecen de serie están bien dimensionados para el peso del tractor, y se puede trabajar con baja presión de inflado para reducir la compactación del suelo; no es necesaria la incorporación de lastre complementario (ni agua en las ruedas) cuando se utiliza la potencia del motor a velocidades de más de 5 km/h.
- El puesto de conducción ofrece el mismo nivel de confort que de los tractores de muy alta potencia.

Como opciones ofrecidas por el fabricante que se aconsejan:

- La incorporación del eje delantero con sistema de suspensión dinámica, ya que permite reducir el patinamiento aumentando la capacidad de trabajo en operaciones de campo.
- Solicitar la transmisión 19+6 cuando haya que realizar muchas operaciones de transporte a alta velocidad para reducir el consumo de combustible. ■

La entradilla de la primera parte de este artículo, publicado en nuestro número anterior de Enero (pág. 52), incluyó un error sobre la fecha de aprobación y el número del ensayo OCDE de este tractor. Los datos correctos son: **10 de noviembre de 2011** y nº **2/2 644**.

