



Comportamiento en campo y carretera del tractor Puma CVX 145 EP de Case IH

El pasado 13 de diciembre se realizó una prueba de campo del tractor Case IH Puma CVX 145 EP por parte del equipo del Laboratorio de Maquinaria Agrícola de la Escuela Politécnica Superior de Huesca con el fin de valorar el comportamiento del tractor en condiciones reales de trabajo. Para ello se contó con la colaboración del concesionario Talleres Cargo, ubicado en Castañares de Rioja (La Rioja), que comercializa la marca Case IH para La Rioja Alta y País Vasco, y de tres técnicos de Case IH.

M. Vidal Cortés, F.J. García Ramos, A. Boné Garasa, A. Jiménez Jiménez.

Laboratorio de Maquinaria Agrícola. Escuela Politécnica Superior de Huesca.

La jornada de trabajo que llevó a cabo el equipo de pruebas (**foto 1**) se estructuró en tres fases:

1. Toma de datos y explicaciones técnicas sobre el tractor a probar, por parte del per-

sonal del concesionario y técnicos de Case IH.

2. Trabajo de laboreo en parcela con apero de labranza vertical (semichísel).
3. Trabajo de transporte en carretera con remolque arrastrado por el tractor.

Datos técnicos

El tractor agrícola protagonista de esta jornada de prueba en campo se engloba dentro

del segmento de tractores de potencia media, con ruedas neumáticas, y dotado de tracción a las cuatro ruedas. Su uso fundamental es en explotaciones medias-pequeñas de cultivos extensivos, o compatibilizando ganadería y agricultura extensiva. Es una tipología de explotación muy común en nuestro país, y por lo tanto este modelo de tractor es objetivo de muchos agricultores para su posible incorporación a su parque de maquinaria.

Para poder valorar la prueba de campo es primordial saber de las características técnicas con las que cuenta la máquina en cuestión (**cuadro 1**), y como en todo tractor, vamos a señalar los principales datos de los siguientes sistemas:

- Unidad de energía (motor).
- Sistema de transmisión.
- Enganche y sistema hidráulico.
- Dimensiones, pesos y neumáticos.
- Cabina.

Motor

El Puma CVX 145 EP está equipado con

un motor diésel de 6.728 cm³ de cilindrada, repartidos entre los seis cilindros en línea, desarrollado por Case IH y fabricado y comercializado por FPT. El aire que aspira el motor se introduce en el mismo tras atravesar un turbocompresor y posteriormente ser enfriado en el intercambiador de calor (intercooler) aire-aire, sistema que permite obtener buenos rendimientos de combustión, ayudado del sistema de inyección del combustible en los cilindros que instala Case IH en este modelo: el conducto único o común para todos los cilindros (Common rail).

Según los datos aportados por el fabricante, el motor ofrece sus máximas presta-

ciones entre 1.500 rpm (régimen de giro de par máximo) y 2.200 rpm (régimen de giro nominal), por lo que su sistema de transmisión deberá ser manejado para que este motor funcione dentro de este rango de velocidades de giro de su cigüeñal. De esta forma, a velocidad nominal nos ofrece hasta 129 kW de potencia (175 CV) y a 1.500 rpm el par aportado es de 810 Nm (82,6 kpm), trabajando con una reserva de par de hasta un 45%.

Es un motor preparado para trabajar con biodiésel al 7% de mezcla. Además cumple con el nivel Tier IV de la normativa de emisiones, utilizando para ello el sistema de reduc-

ción catalítica selectiva (SCR), mediante la inyección en el sistema de gases de escape de una solución de urea (AdBlue) en caudales variables en función de parámetros de funcionamiento del motor como régimen, temperatura o demanda de energía, para lo cual cuenta con un depósito de 48 l de capacidad para almacenamiento de esta sustancia. Este depósito se encuentra instalado al lado de la boca de carga del tanque principal de combustible, muy accesible al operario, a la izquierda de la escalera de acceso al puesto de conducción.

Para concluir la descripción del motor que incorpora este tractor nos faltaría el sistema de refrigeración, que en este caso es por agua, dotado de un ventilador Vistronic de 9 aspas de 550 mm de diámetro. El control del paso de agua al radiador se realiza por medio de un termostato que inicia la apertura, cuando el líquido refrigerante alcanza los 81 °C.

Sistema de transmisión

El tractor Case IH Puma CVX 145 EP viene dotado de un sistema de transmisión sin escalonamientos, variable continuo, que permite una conducción y disposición de energía según la demanda de tracción o velocidad de desplazamiento establecida por el operario. Para esto cuenta con una transmisión mecánica y otra hidrostática, dotada de una bomba oleohidráulica de 145 cm³ que acciona un motor de 107 cm³.

En la transmisión mecánica cuenta con dos grupos de avance y uno de retroceso, dotados de inversor, que se activa manualmente desde los correspondientes pulsadores colocados a tal efecto en el reposabrazos multicontroler.

Bajo esta maraña de presiones y caudales de fluido oleohidráulico y de piñones que transmiten un determinado par a una velocidad de giro, podemos alcanzar velocidades de desplazamiento de hasta 50 km/h llevando el motor a 1.600 rpm, lo que permite obtener consumos bajos de combustible en transporte sin carga.

Respecto a la toma de fuerza, este tractor viene dotado con dos ejes de seis y veintiuna estrías en la parte trasera. La toma de fuerza es accionada mediante un embrague de seis discos de accionamiento electrohidráulico mediante pulsador en el cuadro de mandos y un interruptor en guardabarros exterior. Para la parte delantera dispone de un eje de veintiuna estrías que gira en sentido contrario a la agujas



Foto 1. Algunos de los participantes en la prueba de campo junto con el tractor ensayado.

CUADRO I. Principales características técnicas del tractor Puma CVX 145 EP.

Motor	Potencia nominal, a 2.200 rpm: 129 kW (175 CV)
	Potencia máxima, a 1.800 rpm: 138 kW (188 CV)
	Par máximo, a 1.500 rpm: 810 Nm
	Nivel de emisiones: Tier 4
	6 cilindros en línea
	6.728 cm ³
	Control de inyección electrónico
	Sistema de inyección de combustible Common rail
Transmisión	CVT
Sistema hidráulico	Presión máxima 210 bar
	Caudal máximo 125 l/min
Enganche tripuntal trasero	Capacidad de elevación máxima hasta 8.260 kg

de un reloj, viendo el tractor desde la parte frontal. Las velocidades de giro de estos ejes y las correspondientes del motor se indican en el **cuadro II**.

Enganche y sistema hidráulico

El modelo Case IH Puma CVX 145 EP lleva instalado tanto el enganche de alzamiento hidráulico posterior como el anterior. El primero y principal tiene una capacidad de elevación máxima de hasta 8.260 kg, mientras que el delantero se queda en los 3.568 kg. El accionamiento de estos alzamientos hidráulicos se realiza en este modelo por una bomba de hasta 210 bar de presión máxima y 125 l/min de caudal. El punto de enganche

CUADRO II. Velocidades de la tdf-motor.

Velocidad tdf (rpm)	Velocidad motor (rpm)
540	1.969
540 económica	1.546
1.000	1.893
1.000 económica	1.583
1.000 delantera	1.885

para remolque arrastrado (**foto 2**) es capaz de soportar hasta 2.000 kg, viniendo instalado con un acoplamiento automático con pasador de 32 mm.

Para accionamientos oleohidráulicos ex-

ternos dispone de hasta cuatro válvulas mecánicas o cinco electrohidráulicas en la parte trasera del tractor que pueden suministrar un caudal regulable de hasta 100 litros de fluido, y de tres en montaje intermedio.

Dimensiones, pesos y neumáticos

Las dimensiones con las que se debe contar para el trabajo y ajuste de aperos a este tractor son las que se indican en la **figura 1**.

El peso máximo permitido para el tractor es de 11.000 kg, siendo la carga máxima del eje delantero 4.900 kg y la del eje trasero 7.300 kg.

Cabina

La valoración del puesto de conducción es hoy en día de vital importancia, pues un mal diseño puede acarrear problemas de salud en el operario del tractor, debido al gran número de horas que éste debe permanecer en él. Una de las últimas tecnologías aplicadas al tractor agrícola y que además de mejorar la precisión de los trabajos en campo incide en unas mejores condiciones de trabajo del operario son los sistemas de ayuda al guiado o de guiado automático.

Para esta prueba en campo se utilizó el sistema que tiene incorporado el propio tractor con precisión RTK de 2 cm, con lo que se garantiza la rectitud, paralelismo y distancia entre pasadas de arada. Gracias a estos sistemas, el operario muestra menos cansancio al final de la jornada y a su vez podemos realizar ciertos trabajos en horario nocturno (abonado) y con mayor precisión (siembra, tratamiento fitosanitarios, etc.).

En las **figuras 2 y 3** se recogen fotografías y esquemas de ampliación del cuadro de mandos que presenta el Case IH Puma CVX 145 EP y las funciones de cada uno de estos mandos.

Trabajo de laboreo en parcela

Tanto en la prueba de laboreo en parcela como en la de transporte en carretera se ha tenido como referencia la metodología de trabajo del equipo de la profesora Pilar Barreiro de la Universidad Politécnica de Madrid.

Características de la prueba de laboreo

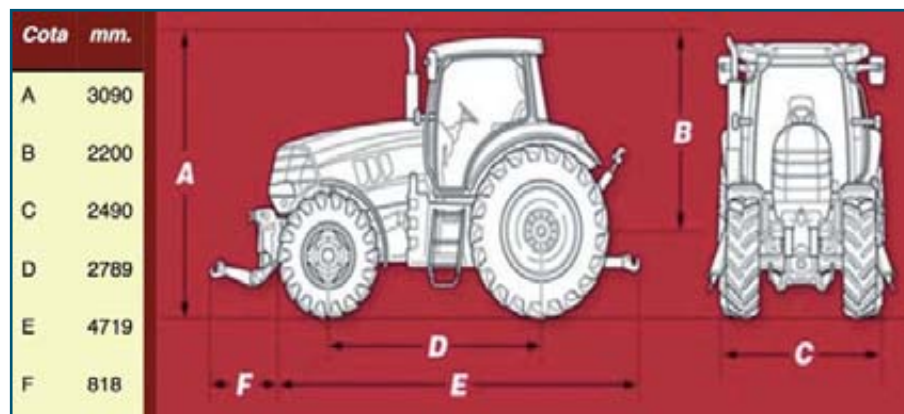
La prueba de laboreo se realizó en una parcela de 8,8 ha, con una pendiente del 1%, ubicada en el término municipal Casalarreina



Foto 2. Enganche trasero para remolque arrastrado.

Figura 1

Dimensiones principales del Case IH Puma CVX 145 EP.



(La Rioja), polígono 507 (parcela 32). La parcela se encontraba sin labrar y el cultivo anterior había sido judía.

El trabajo en parcela se realizó con un apero semichísél suspendido (**fotos 3 a 6**) con una anchura de trabajo de 2,8 m, equipado con trece rejas dispuestas en tres filas, un rodillo jaula y una rastra de púas flexibles. La distancia entre rejas era de 22 cm y la anchura de cada reja 6 cm. La longitud total del apero incluyendo el rodillo y la rastra era de 3,8 m.

Para la prueba, el tractor fue lastrado con un contrapeso delantero de 900 kg (**foto 3**) con ausencia de hidroinflado en los neumáticos, siendo el peso total del tractor 7.780 kg. El tractor estaba equipado con neumáticos Michelin 540/65R28-142D para el eje delantero y Michelin 650/65R38-157D para el eje trasero.

La prueba en parcela se realizó a dos profundidades de trabajo (16 y 32 cm). Para cada una de las profundidades se fijaron tres velocidades de avance (6, 8 y 10 km/h). De este modo se pudo analizar la gestión de potencia realizada por el tractor y el funcionamiento de la transmisión CVT. Para cada configuración se realizó un recorrido de 400 metros totales (200 m de ida y 200 m de vuelta, **figura 4**).

Para caracterizar el suelo de la parcela se realizaron nueve penetrometrías, cuyo resultado se muestra en la **figura 5**, utilizando un penetrómetro Geonica CP40 II equipado con punta de cono de 12,83 mm de diámetro (área de 130 mm²). También se analizó la humedad del terreno tomando tres muestras de 40 cm de profundidad, resultando la humedad media del 13,2%.

Figura 2

Funciones de los mandos.



Figura 3

Funciones de los mandos.



Figura 4

Trayectorias seguidas en parcela para cada velocidad de avance y profundidad de trabajo durante el trabajo con semichísél.



Cada color representa cada una de las configuraciones del ensayo.

Figura 5

Penetrometrías donde se representa la resistencia a la penetración en función de la profundidad.

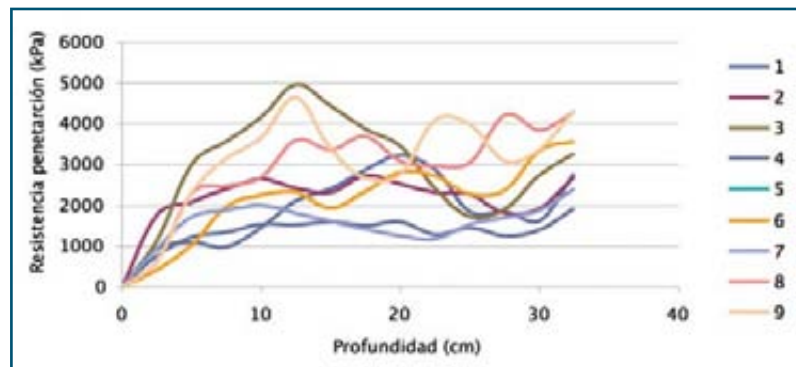




Foto 3. Tractor Case IH Puma CVX 145 EP con apero semichís. Foto 4 (derecha). Detalle del apero semichís utilizado en la prueba de campo.

El tractor fue equipado con un equipo GPS con corrección RTK que registró datos a una frecuencia de 1 Hz (1 dato por segundo) de forma coordinada con la centralita electró-

nica del tractor. De este modo se obtuvieron de forma georreferenciada, entre otros, los siguientes datos: dosificación de AdBlue (g/h), régimen del motor (rpm), par demandado por

el motor (%), consumo de combustible (l/h), dosificación de combustible (g/h) y velocidad real (km/h).

El resbalamiento del tractor fue analizado en cada situación de trabajo comparando la velocidad real del tractor con la velocidad teórica.

CUADRO III. Resumen de los principales resultados de la prueba de laboreo.

	Profundidad: 16 cm			Profundidad: 32 cm		
	6 km/h	8 km/h	10 km/h	6 km/h	8 km/h	10 km/h
Consumo de combustible (l/h)	16,0	21,0	28,6	21,4	31,4	33,3
Par motor (%)	59,1	69,2	80,1	70,9	80,9	85,1
Régimen del motor (rpm)	1.313,7	1.470,1	1.732,5	1.453,6	1.886,8	1.898,0
Velocidad real (km/h)	5,9	7,9	9,9	5,9	7,9	8,5
Consumo AdBlue (g/h)	988,6	1.136,2	1.731,4	1.343,7	2.084,2	2.285,4
Resbalamiento (%)	1,8	3,4	6,9	2,0	3,9	19,7

Resultados de la prueba de laboreo

En el **cuadro III** se recogen los principales datos que resumen el comportamiento del tractor durante la prueba de laboreo con semichís.

La **figura 6** muestra el par motor (en % del par nominal) para las diferentes condiciones de trabajo. Como es lógico, los valores de par aumentaron para la profundidad de 32 cm y fueron crecientes con las velocidades de trabajo. La

Figura 6

Par motor (% del par nominal) para las diferentes configuraciones de trabajo de la prueba de laboreo.

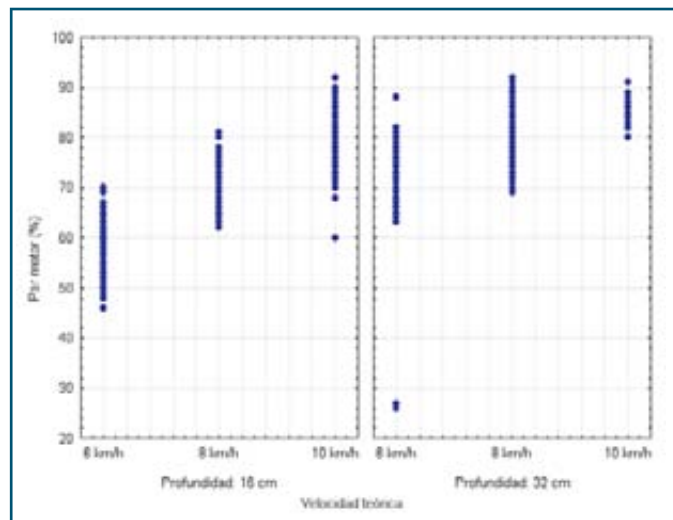
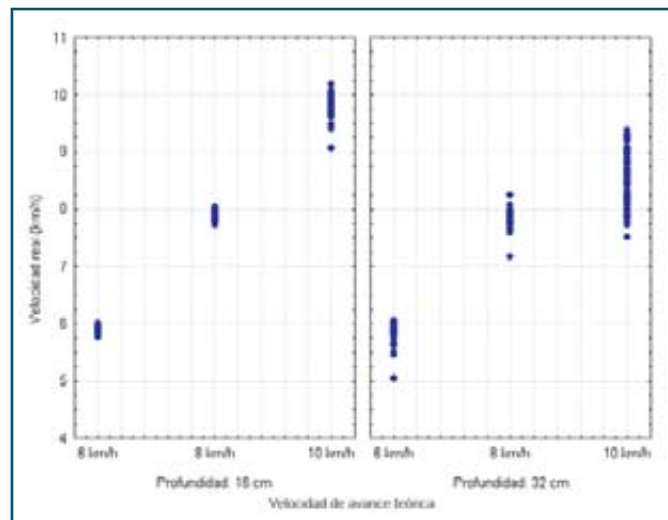


Figura 7

Velocidad de avance real (km/h) para las diferentes configuraciones de trabajo de la prueba de laboreo.





AGRINAVA

25.000 referencias en stock: todo lo que necesita en su taller

En Agrinava contamos con un amplio catálogo de más de 25.000 referencias en stock; para dar respuesta a las necesidades de nuestros clientes. Y la experiencia que dan 25 años trabajando con talleres.

Agrinava: grandes soluciones.

- entrega en 24 horas*
- 25.000 referencias en stock
- consulta de catálogo online
- primeras marcas

* Para referencias en catálogo y territorio nacional.
Consulte plazos de entrega para peticiones fuera de catálogo

AGRINAVA, TAN PROFESIONALES COMO USTED.

COMERCIAL AGRINAVA SL.
POL. IND. AGUSTINOS CALLE A, NAVE D-13, 31013, PAMPLONA, NAVARRA, ESPAÑA
T 902 312 318 / 948 312 318 agrinava@agrinava.com



www.agrinava.com



Figura 8

Régimen de giro del motor (rpm) para las diferentes configuraciones de trabajo de la prueba de laboreo.

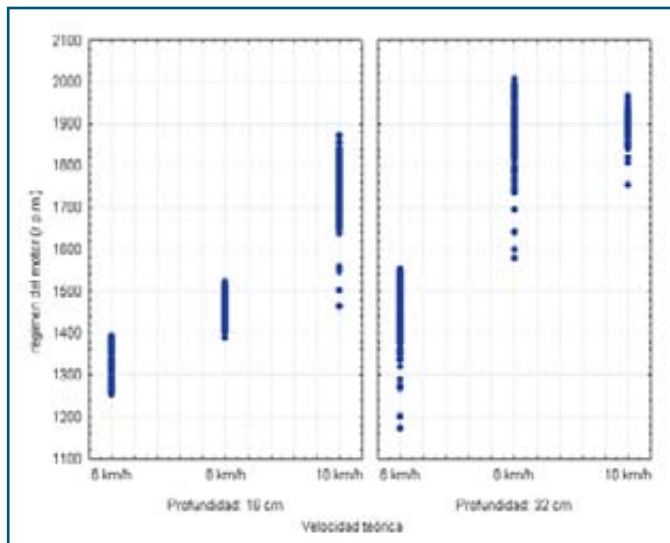


Figura 9

Consumo de combustible para la prueba de laboreo a 16 cm de profundidad.

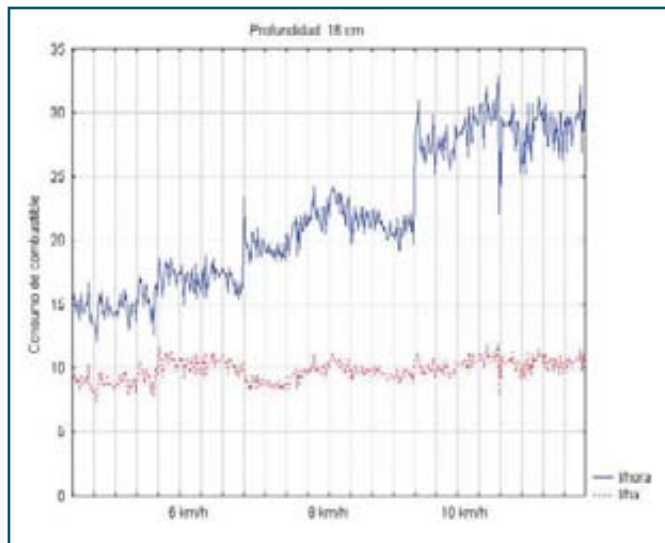


Foto 5. Nivelado del apero previo a la prueba de laboreo.



Foto 6. Detalle del apero trabajando durante la prueba de laboreo.

variabilidad de los datos fue menor para el caso de máxima exigencia (32 cm y 10 km/h).

La velocidad de avance real de la máquina se muestra en la **figura 7**. El tractor fue capaz de mantener la velocidad teórica de trabajo en todas las condiciones excepto para el caso de 32 cm y 10 km/h. En este caso, la velocidad real media bajó a 8,5 km/h con un resbalamiento por encima del recomendable, del 19,7%. Este elevado resbalamiento es explicable en base a la excesiva profundidad de trabajo combinada con una velocidad elevada, teniendo en cuenta que se forzó al tractor a trabajar en situaciones no habituales (semichísels a 32 cm de profundidad y 10 km/h). También hay que tener en cuenta que habría sido conveniente adecuar al máximo el lastrado del tractor para garantizar un correcto trabajo en campo. Por otro lado, destacó la elevada variabilidad del régimen del motor como muestra la **figura 8** que refleja la continua adaptación del mismo para minimizar el consumo de combustible.

En relación con los consumos, las **figuras 9 y 10** muestran el consumo de combustible en l/h y en l/ha para las profundidades de trabajo de 16 y 32 cm respectivamente. Los consumos horarios (litros/hora) aumentaron en gran manera con el incremento de la profundidad de trabajo y con el aumento de la velocidad de avance (datos en azul en las **figuras 9 y 10**). En las figuras se aprecian claramente los tres sectores de datos corres-

pondientes a las velocidades de 6 km/h, 8 km/h y 10 km/h. Sin embargo, el incremento en consumo por unidad de superficie trabajada (l/ha, datos en rojo en las **figuras 9 y 10**), calculado en base a la anchura del apero utilizado, fue poco significativo con valores de aproximadamente 10 l/ha para profundidad de 16 cm y 13-14 l/ha para profundidad de 32 cm, equivaliendo a incrementos máximos del 7% para la profundidad de trabajo de 16 cm y del 11,7% para 32 cm.

Como datos orientativos para el lector, en base a la información aportada por IDAE en su publicación “Ahorro, Eficiencia Energética y Sistemas de Laboreo Agrícola”, es interesante citar que el consumo de un chisel puede oscilar de 10 a 18 l/ha, teniendo en cuenta una profundidad de trabajo de 13 a 15 cm, y el de un semichisel entre 10 y 14 l/ha con profundidades de trabajo entre 5 y 10 cm.

El consumo horario (l/h) de AdBlue se mantuvo entre el 4,9% y el 6,2% con relación al consumo de combustible del tractor. Considerando que la capacidad del depósito de AdBlue es de 48 litros, estos valores de con-

sumo permitirían una capacidad de trabajo sin repostar para el caso de AdBlue de entre 7,6 y 8,4 h en función de la velocidad y profundidad de trabajo.

Analizando el caso concreto de 16 cm de profundidad de trabajo, por ser el más cercano a la realidad, y teniendo en cuenta que el tamaño del depósito de combustible es de 270 l, la autonomía de gasoil sería de entre 9,4 h y 16,9 h en función de la velocidad de avance elegida. Para ese mismo caso el consumo de AdBlue se situaría en la franja 5-5,6% con respecto al consumo de gasoil, por lo que sería necesario rellenar el depósito de AdBlue aproximadamente cada dos o tres depósitos de gasoil.

En relación con la ergonomía del trabajo, el profesor Antonio Boné, que durante parte de la prueba condujo el trac-



Foto 7. Consola de mando del tractor.



Foto 9. Detalle de la visibilidad desde el puesto de conducción.



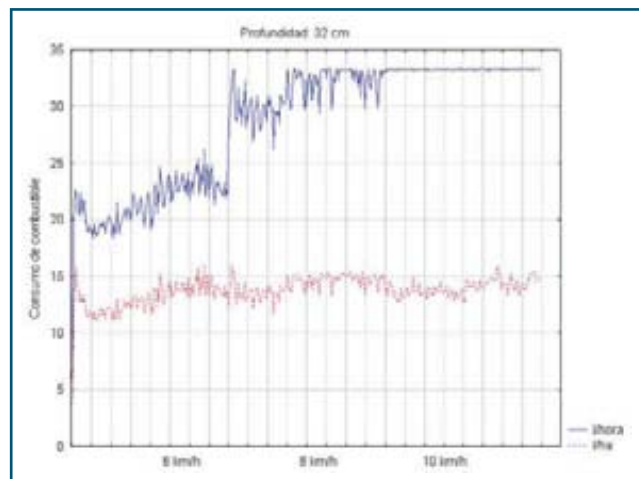
Foto 8. Pantallas informativas ubicadas en la cabina del tractor.



Foto 10. Medida del ruido en cabina con sonómetro.

Figura 10

Consumo de combustible para la prueba de laboreo a 32 cm de profundidad.



tor, pudo atestiguar la accesibilidad de los diferentes controles recogidos en la consola de mando (**foto 7**) así como la información aportada por las pantallas informativas insertadas en una columna de la cabina (**foto 8**). La visibilidad durante el trabajo en campo y la maniobrabilidad del tractor fueron excelentes (**foto 9**).

Se realizó una medida del nivel de ruido en cabina utilizando un sonómetro Velleman, DVM8852 (precisión 1,4 dB) (**foto 10**) y con el motor trabajando en el rango entre 1.760 y

Figura 11

Perfil del trayecto realizado en la prueba de transporte.

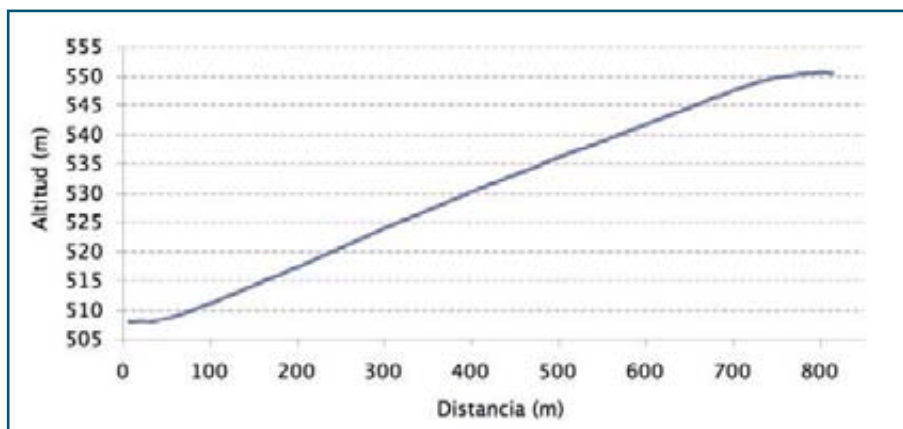


Figura 12

Vista en planta del recorrido realizado durante la prueba de transporte (colo rojo). En verde se muestra la parcela utilizada en la prueba de laboreo.



Foto 11. Tractor con remolque durante el trayecto ascendente de la prueba de transporte.

1.980 rpm. En estas condiciones, los niveles de ruido oscilaron entre 69,4 y 70,2 dBA.

Trabajo de transporte en carretera

Características de la prueba

Para la prueba de transporte en carretera el tractor mantuvo las mismas condiciones de lastrado que en la prueba de laboreo en campo. En lugar de utilizar un apero se acopló al tractor un remolque con 18.600 kg de peso.

La prueba consistió en un desplazamiento por pista asfaltada (con una pendiente continua de aproximadamente un 6% (**figura 11**) en recorrido de subida (**foto 11**) y bajada (**foto 12**). La longitud del recorrido realizado fue de aproximadamente 1.600 m (800 m en trayecto de subida y 800 m en trayecto de bajada, **figura 12**). Dadas las características de la máquina, la pendiente de la pista y el peso del remolque, la exigencia al tractor fue importante.

En el trayecto de subida se intentó fijar como velocidad objetivo 25 km/h, valor ambicioso para que el tractor fuese regulándose y acoplándose a las exigencias de la pendiente. En el trayecto de bajada debido al excesivo peso del remolque, por motivos de seguridad, se fijó como velocidad objetivo 15 km/h.



Figura 13

Velocidad de avance del tractor durante la prueba de transporte en carretera.

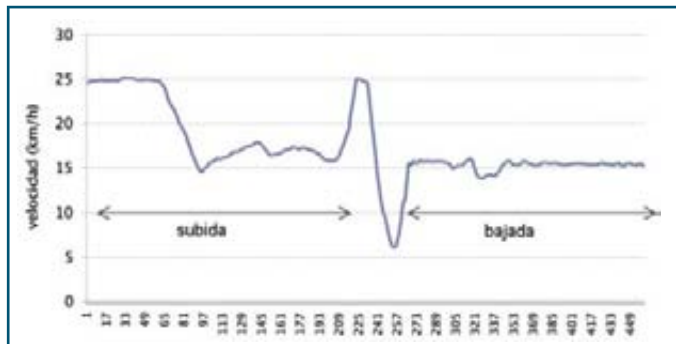


Figura 14

Par motor (% del par nominal) durante la prueba de transporte en carretera.

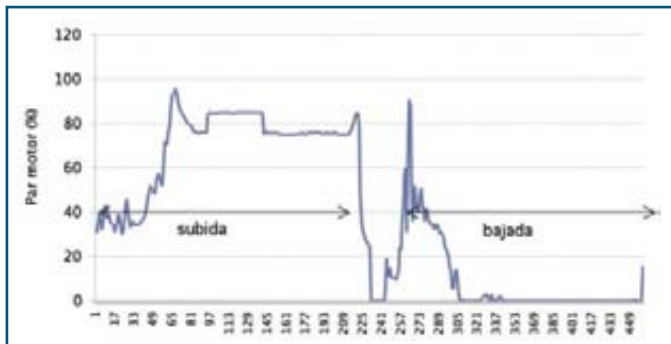


Figura 15

Régimen de giro del motor (rpm) durante la prueba de transporte en carretera.

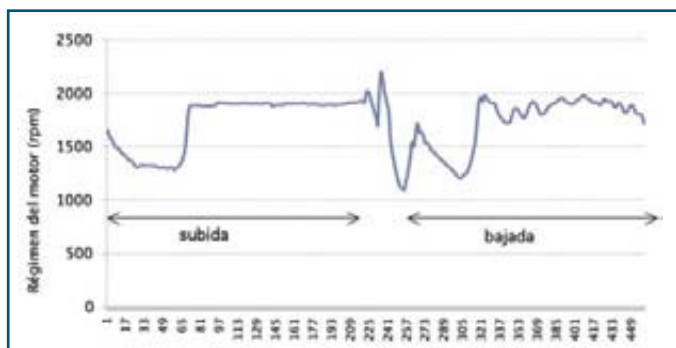


Figura 16

Consumo de combustible (l/h) durante la prueba de transporte en carretera.

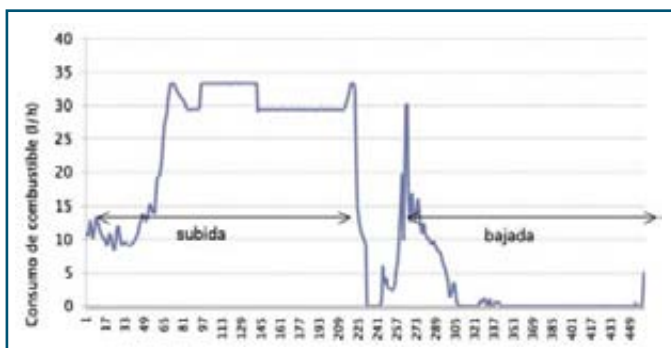


Foto 12. Tractor con remolque durante el trayecto descendente de la prueba de transporte.

Resultados de la prueba

La **figura 13** muestra la velocidad de avance del tractor en los trayectos de subida y bajada. En la subida, partiendo de una velocidad de 25 km/h alcanzada en la parte previa al tramo con pendiente se observa cómo la velocidad del tractor fue descendiendo progresivamente hasta situarse en valores medios en torno a 16,5 km/h. El par motor durante el trayecto de subida se situó entre el 75 y 80% (**figura 14**) siendo el régimen del motor de aproximadamente 1.900 rpm (**figura 15**). El consumo instantáneo se situó en torno a los 30 l/h (**figura 16**).

Para el trayecto de bajada (**figuras 13 a 16**) la velocidad se mantuvo de forma constante en los 15 km/h con un consumo y par motor nulos en la mayor parte del recorrido. El régimen de giro del motor fue incrementando hasta situarse en las 1.800-1.900 rpm. Se observa en dichas figuras la similitud de la evolución de los datos de par motor y del consumo de combustible. ●