



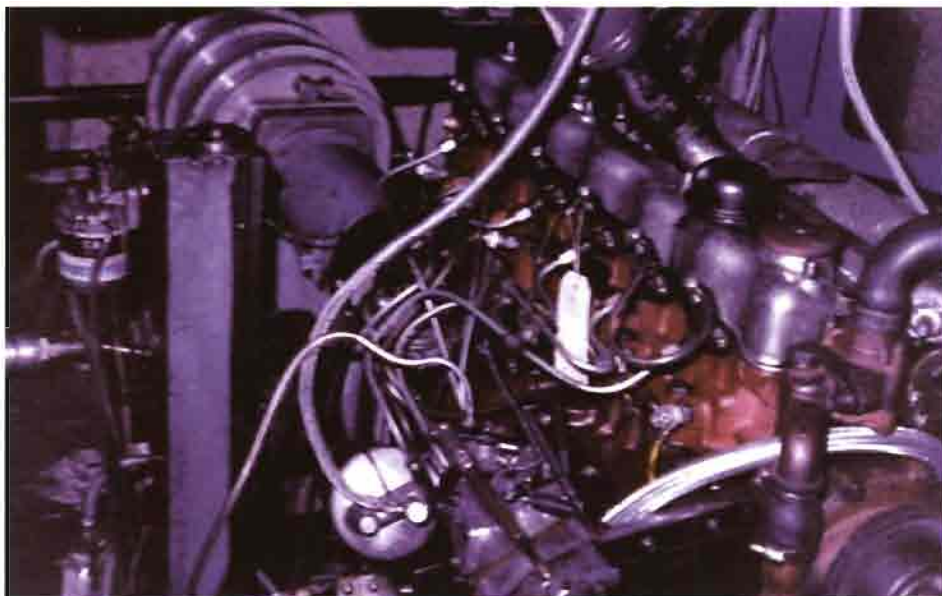
COMPARANDO: ¿QUÉ POTENCIA TIENE ESTE TRACTOR?

Muchos de nuestros lectores, usuarios y propietarios de automóviles, posiblemente desconozcan las potencias de los motores que utilizan; sin embargo, el comprador de un tractor agrícola, en una gran mayoría, toma la decisión de compara, ante todo, considerando los “caballos” de su tractor.

Desde hace algún tiempo, las informaciones relativas a las “potencias” de los tractores agrícolas, cada vez son más difíciles de entender, incluso para los profesionales del sector. El “turbo”, los efectos de resonancia en los colectores de admisión y la inyección electrónica permiten conseguir “curvas características” de funcionamiento de los motores que en nada se parecen a las que proporcionaban los antiguos motores de aspiración



natural y regulador mecánico, y gracias a ello se habla de motores con “potencia constante”, con “reserva de potencia”, con “potencia extra”, con “suma de potencia”, utilizando una terminología comercial en la que nunca sabe donde termina el aspecto de publicitario y empieza la innovación tecnológica. Por si esto fuera poco, en España se sigue aplicando una normativa de “homologación agrícola”, elaborada en



1964, basada en la medida de la potencia en la “toma de fuerza”, a partir de la cual se establece la “Potencia de Inscripción”. Este requisito administrativo ya no es “obligatorio” para todos los tractores que se comercializan en nuestro país, ya que los que vienen con “homologación europea” quedan exentos del control “agrícola”; en estos casos se ofrece, como información alternativa, la correspondiente a la potencia de su motor medida según el Reglamento ECE R-24.

Dada la gran dificultad que existe para hacer comparaciones bajo estas circunstancias, hemos considerado interesante dedicar una serie de artícu-

los a clarificar todos los aspectos relacionados con la potencia de los tractores agrícolas.

CABALLOS GRANDES Y PEQUEÑOS

Muchas de las personas que lean este artículo posiblemente estén familiarizadas con los ensayos de la potencia que se realizan sobre los tractores agrícolas. Para otras, por el contrario, la “potencia” es solo una referencia que les sirve de “comparación” cuando se interesan por un determinado modelo de tractor.

Sin embargo cuando el vendedor les proporciona una información mas completa, en la mayoría de los caso, sus dudas aumentan. Veámoslo con un ejemplo:

- Resulta que le ofrecen un tractor con 70 “caballos” homologados, el cual también le dicen que tiene una potencia de motor (homologación de tipo “europea”, según ECE R-24) de 80 caballos y que, asimismo, la potencia máxima de ese motor medida en la toma de fuerza es de 75 caballos.
- Por el contrario le informan que otro tractor, también con 80 caballos de motor en la homologación de tipo “europea”, esta “homologado” en España (potencia de inscripción) con 73 caballos, y, además, dicha potencia coincide con la máxima que proporciona el tractor a la toma de fuerza.
- Por si esto fuera poco, se puede dar el caso de encontrar un tractor con 80 caballos de potencia en el motor (ECE R-24), que se homologue en España (potencia de inscripción) con 82 caballos en la toma de fuerza, o sea en el que han “aumentado” los caballos en el recorrido que va del motor a la toma de fuerza, en vez de disminuir como sería lo normal.

En conclusión, el futuro comprador termina sin entender nada y toma



una decisión en base a los caballos "homologados" que se reflejarían en la "cartilla" del tractor. ¿Acierta?; en mi opinión, actuando de esta manera, se puede equivocar con bastante facilidad. Veamos el por qué.

DEFINIR LA POTENCIA

La potencia se define como la capacidad que tiene un motor para realizar un trabajo en la unidad de tiempo. Es fácil de entender que la ejecución de un trabajo requiere realizar un esfuerzo sobre un determinado recorrido (por ejemplo: subir una escalera), pero esta escalera puede subirse aprisa o despacio. En ambos caso se hace el mismo trabajo, pero para subirla aprisa necesitamos mas "potencia" que para hacerlo despacio.

En consecuencia, la expresión matemática que define la potencia será:

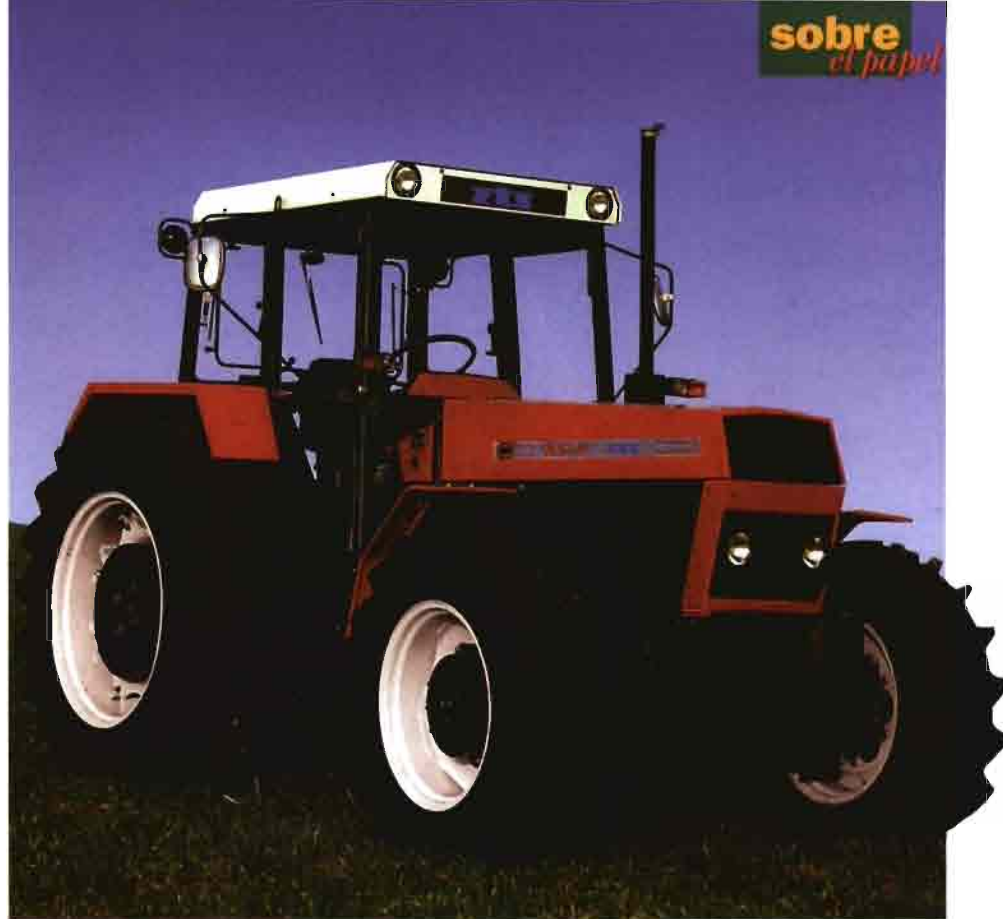
$$\text{Potencia} = \text{fuerza} \times \text{distancia} / \text{tiempo}$$

o bien, como la distancia dividida por el tiempo es la velocidad, la "potencia" de una máquina se podrá expresar también como:

$$\text{Potencia} = \text{fuerza} \times \text{velocidad}$$

Esta definición ya permite comparar prácticamente dos tractores: un tractor que tire con fuerza de 1000 kg a 10 km/h desarrolla el doble de potencia que otro que tire de 1000 kg a 5 km/h, ya que, aunque los dos tractores pueden tirar del mismo apero, uno lo hace a doble velocidad que el otro. Esto dice claramente que para "valorar" un tractor habrá que considerar tanto su "potencia" como su capacidad de tracción.

Al hablar de potencia también hay que referirse a las unidades en las que se mide. El Caballo de Vapor (CV) fue la unidad que sirvió para comparar la potencia de las primeras máquinas con la de los animales de tiro a los que venían a substituir. Un tractor de 50 CV, podría desarrollar 50



veces la potencia de un caballo de tiro, sin que esto signifique que podría tirar "cincuenta veces más" que éste, sino que el producto de su fuerza de avance equivale a cincuenta veces la del caballo de tiro que se toma como referencia patrón.

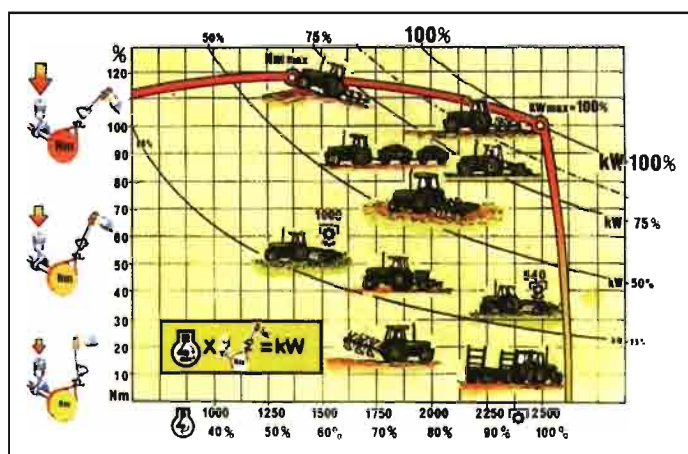
Actualmente se ha substituido esta unidad de medida, el CV, por otra de aceptación universal. Esta nueva unidad, el kilovatio (kW), equivale a 1,36 CV, y es la misma que se emplea para expresar la potencia en las máquinas eléctricas. Utilizando como unidad el kilovatio (kW), la potencia de un tractor de 50 CV se expresará de la forma $50/1,36 = 36,8 \text{ kW}$.

LA POTENCIA DEL MOTOR

Toda la potencia (efectiva) que puede desarrollar un tractor proviene de la que produce su motor. El motor del tractor transforma la energía química del combustible en energía mecánica; al quemarse el combustible en el interior del cilindro los gases empujan los pistones y éstos a las bielas para que a su vez, entre todas, muevan al cigüeñal, que se convierte así en el órgano en movimiento rotativo capaz de suministrar potencia a todos los elementos del vehículo, incluida la propulsión. Parte de la energía del combustible se pierde en forma de calor y como energía residual en los gases de escape, convirtiéndose en energía mecánica menos del 30 % de la energía potencial del combustible consumido.

La presión sobre la cabeza de los pistones, debida a la combustión, permitirá que el cigüeñal gire, venciendo una resistencia externa, pero si la resistencia exterior, en un determinado momento, supera un cierto límite, el motor se parará bruscamente dando lugar a lo que normalmente se conoce como el "calado" del motor.

La presión sobre la cabeza de los pistones, debida a la combustión, permitirá que el cigüeñal gire, venciendo una resistencia externa, pero si la resistencia exterior, en un determinado momento, supera un cierto límite, el motor se parará bruscamente dando lugar a lo que normalmente se conoce como el "calado" del motor.



Punto de funcionamiento del motor para diferentes operaciones agrícolas representado en un diagrama por motor/régimen de giro.



La resistencia externa máxima que puede vencer el motor depen-

derá del diámetro de los pistones y del número de cilindros que tenga. Esta característica básica de los motores que le permite ejercer una fuerza de rotación en el cigüeñal, adaptándose a las variaciones de las fuerzas externas, se denomina "par motor" (o simplemente "par") y dependerá, en cada momento, de las presiones que se pro-

duzcan en los cilindros, pero con unos valores máximos que siempre condicionan el comportamiento del motor (régimen de funcionamiento y cantidad de combustible inyectado en cada cilindro).

La medida de este par motor se realiza con los frenos dinamométricos, que son máquinas capaces de oponer

una resistencia regulable y estabilizada al giro, sin llegar a la parada del motor. El par motor, que es la resistencia al movimiento de un eje, se puede evaluar como producto de la fuerza ejercida por la distancia desde el eje a la que se aplica. Expresando la fuerza en kg y la distancia en metros, la unidad de par motor será el metro-kilo (m.kg).

EJEMPLO LLAVE

Así, un tractor de tipo medio tiene un par motor entre 25 m.kg, lo que significa que vencería una resistencia de 25 kg de fuerza con los que se intentará sujetar el cigüeñal utilizando un metro de brazo de palanca, o, lo que es lo mismo, de 50 kg si este brazo se reduce a la mitad.

El Sistema Internacional de Unidades, que es el actualmente aceptado por todos los países, recomienda utilizar para medir la fuerza una unidad conocida como Newton (N), o su múltiplo el decaNewton (daN). Como 10 N equivalen a 1 daN, y 9.8 N equivalen a 1 kg-fuerza, se pueden considerar, para hacer comparaciones prácticas, los "daN" equivalentes a los "kg-fuerza", cometiéndose un error del 2%. Así 25 m.kg equivalen a 25 daN.m, con un error de 0.5 daN.m.

Si se aplica la fórmula de la potencia, anteriormente presentada, para calcular la de un motor que suministra una fuerza "F" a una distancia del cigüeñal (brazo) "r", sabiendo el recorrido de la "manivela" en una vuelta, sería: "2 x π x r", cuando el motor gira a "n" revoluciones por minuto (r/min), la potencia disponible en el motor será:

$$N = F \times 2 \times \pi \times r \times n / 60$$

Haciendo operaciones y dividiendo por 75, que es el factor de conversión de unidades que permite que el resultado venga expresado en CV, para la fuerza medida en kilos-fuerza y las longitudes en metros, queda:

$$N = F \times r \times n / 716.2$$

y sustituyendo el producto de "F x r" por su equivalente, el par motor (M), que es lo que habitualmente se mide en el freno dinamométrico, se obtiene:

$$N \text{ [CV]} = M \text{ [m-kg]} \times n \text{ [rev/min]} / 716.2$$

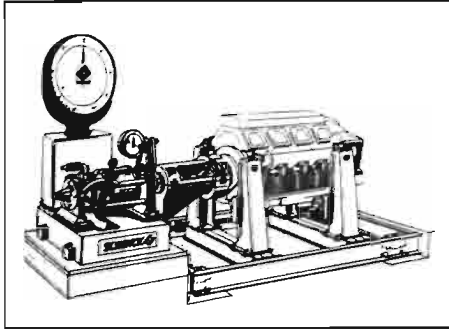
que vale para calcular la potencia (en CV) en un motor que produce un par motor "M" expresado en metros-kilo cuando funciona a un régimen de giro de "n" revoluciones por minuto.

Para calcular la potencia en kW se multiplica el resultado de la potencia en CV por 0.736 (dividir entre 1.36). Como ejemplo, si se aplica la fórmula anterior para calcular la potencia de un motor con 25 m-kg (aproximadamente 25 daN-m) cuando funciona del régimen de 2 100 r/min resultará:

$$N = 25 \times 2\ 100 / 716.2 = 73.3 \text{ CV} = 73.3 \times 0.736 \text{ kW} = 53.9 \text{ kW}$$

Esta potencia se conoce habitualmente como potencia "efectiva" en el motor y es la potencia mecánica que puede suministrar el motor y debe distinguirse de la potencia "fiscal" que sólo considera unas características particulares (cilindrada y número de cilindros) porque su único interés es el de valorar un motor para efectos impositivos*.

* Para el cálculo de la potencia fiscal en España en los tractores agrícolas la fórmula vigente es la siguiente: Potencia Fiscal = 0.08 x CC^{0.6} x NC; siendo: CC = capacidad de un cilindro en cm³ y NC = número de cilindros.



Medida de la potencia directamente sobre el motor con un freno dinámico.

VARIACIONES DEL PAR MOTOR

Se ha señalado que la presión media en el cilindro, junto con el diámetro y el número de cilindros son los factores que condicionan el par que el motor puede desarrollar. Por tanto, las variaciones que se produzcan en la presión media darán lugar a variaciones en el par y consecuentemente en la potencia que en cada momento puede suministrar el motor.

En la combustión que se produce en el cilindro intervienen dos elementos: el aire admitido y el combustible inyectado. Éste no podrá quemarse completamente si no encuentra oxígeno suficiente para que el proceso se desarrolle con normalidad; el humo en el escape será señal inequívoca de que, por alguna causa, la combustión no ha podido completarse.

La combustión en el diesel necesita un exceso de aire; cualquier factor que afecte a la cantidad de aire que entre en el cilindro (filtro de aire obstruido, baja presión atmosférica, rozamientos y turbulencias en la admisión, etc.) serán causa de que la combustión se realice peor y la presión media en los cilindros disminuya, con el consecuente descenso del par motor.

La cantidad de combustible inyectado por la bomba también variará la presión media en los cilindros y este control de la inyección es el que se utiliza para regular el par y la potencia que en cada momento desarrolla el motor diesel.

El motor de los tractores agrícolas incluye una bomba inyectora dotada

de un regulador que limita, en cada momento, la cantidad de combustible inyectado en función del régimen de giro del motor, comparándolo con la posición seleccionada en la palanca del acelerador. A cualquier régimen, dentro de la zona de trabajo, cuando el motor gira en vacío, la inyección se reduce al mínimo, ya que lo que interesa es solamente vencer las resistencias internas del motor para que se continúe en marcha.

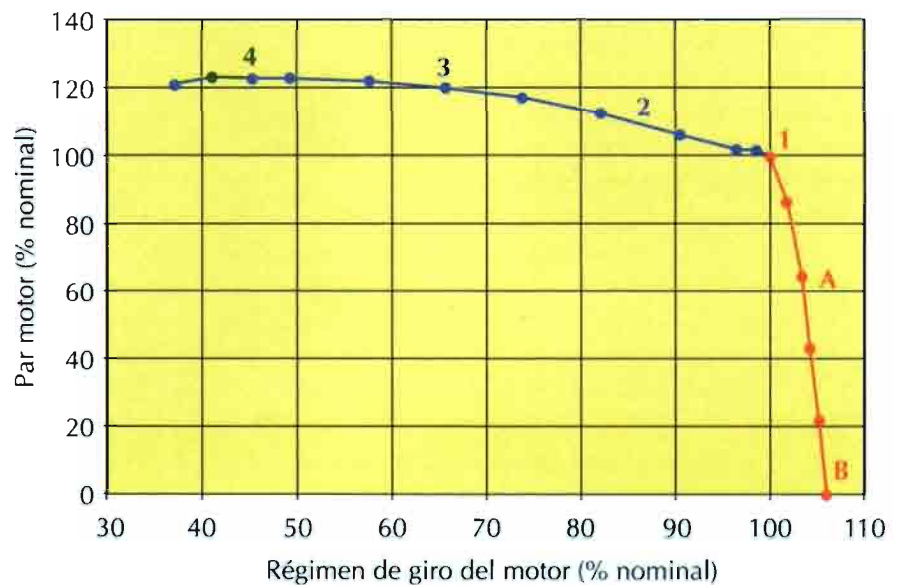
Cuando se solicita con una resistencia creciente (aumento de la carga), el incremento de la inyección permite que el "par motor" aumente hasta un nivel máximo, función de la cantidad de combustible que el fabricante voluntariamente ha establecido. La

cantidad máxima de combustible inyectado se elige como compromiso entre la potencia máxima que quiere conseguir y la vida útil que desee alcanzar con el motor, ya que para presiones medias elevadas los esfuerzos, y por tanto los desgastes, serán mayores.

Otra limitación, no tan importante como el aumento del riesgo de rotura, pero más frecuentemente considerada, aparece como consecuencia de la menor eficiencia de la combustión, que se apreciará en los humos de escape y con el consiguiente aumento del consumo de combustible.

Cuando se pretende inyectar mucho combustible en un cilindro con un volumen determinado, al ser cada vez

Fig. 1.- VARIACIÓN DEL PAR MOTOR SEGÚN SU RÉGIMEN DE GIRO



LEYENDA

Este gráfico se ha construido a partir del ensayo de un motor real, asignándole valores de 100 al par motor correspondiente a la potencia "nominal" y al régimen de giro del motor en ese mismo punto. De esta manera es posible comparar, en términos de porcentaje, las variaciones que se producen en el par motor para los diferentes puntos de funcionamiento (acelerador a tope).

La zona de la curva trazada en rojo (1-A-B) es la que se conoce como de "corte del regulador", en la que varía la cantidad de combustible inyectado por la bomba a medida que se modifican las cargas externas.

La zona marcada en azul (1-2-3-4) es la que se conoce como "zona descarga". En todos los puntos de la misma la inyección de combustible en el motor es máxima (motor convencional) y el aumento del par motor que se produce es una consecuencia de la mejora en el llenado de los cilindros (relación aire/combustible más favorable).

El punto de intersección de las curvas correspondientes a las dos zonas (1) es el que se conoce como de funcionamiento a "régimen nominal del motor"; en él se obtiene la potencia máxima en los motores convencionales.

En color verde (4) está marcada la zona en la que se obtiene el par máximo. Por la posición relativa de este punto respecto a la de "par nominal" se calcula la "reserva de par" (relación entre par máximo y par nominal), que en este caso es del 23%.

menor el oxígeno que corresponde a cada unidad de combustible, éste se quemará peor, y se necesitará proporcionalmente más combustible, con lo que los gastos de funcionamiento aumentarán para el mismo trabajo producido.

El régimen del motor tiene una marcada influencia sobre el llenado con aire de los cilindros. A medida que aumenta las turbulencias en la admisión se reduce la entrada del aire y el cilindro se llenará peor (menor peso de aire para el mismo volumen). El resultado es que a medida que el régimen disminuye, el par motor a máxima inyección aumenta según se aprecia en la curva 1-2-3-4 de la figura. El par máximo obtenido es una característica importante en el motor que el fabricante debe indicar junto con el régimen de giro al que se obtiene.

Existe otra limitación en el campo de funcionamiento del motor y es la del régimen máximo al que debe trabajar. El fabricante ajusta el regulador para que, a partir de un régimen prudencial, disminuya la inyección, y no se sobrepasen valores que pudieran provocar daños en el motor. Este límite máximo, se relaciona con el equilibrado del motor, la calidad de los materiales y la vida útil que se pretende lograr. En los motores de los tractores agrícolas el máximo régimen de funcionamiento establecido por el fabricante se mantiene general-



mente por debajo de las 2 500 rev/min; solo en motores de pequeña cilindrada se llegan a alcanzar las 3 000 rev/min.

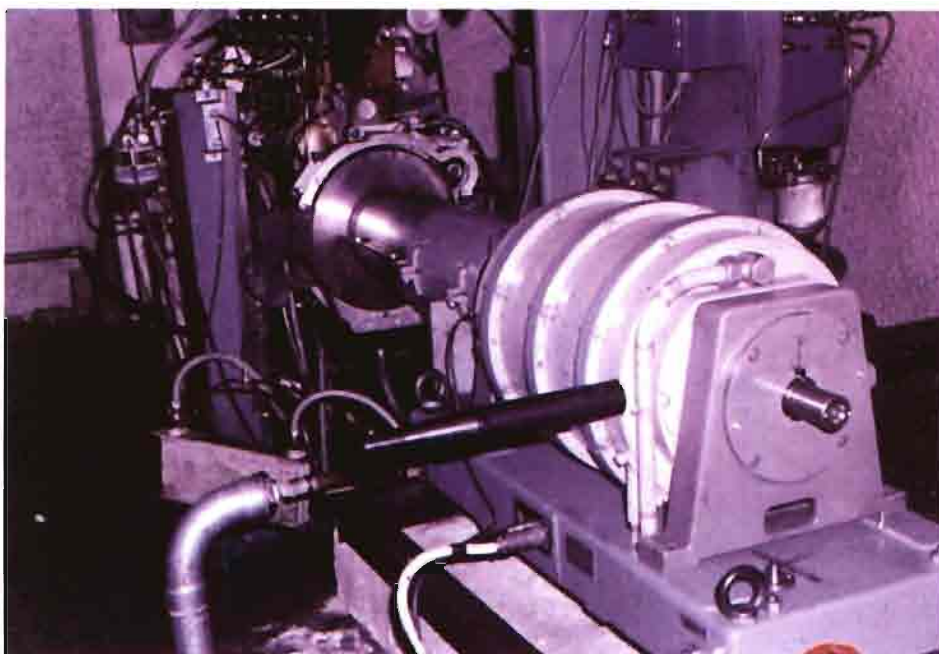
En este límite máximo y antes de que empiece a cortar la inyección es en el que el motor generalmente podrá dar la máxima potencia para la que se ajustó al salir de la línea de fabricación (Punto 1 de la figura 1). En los

motores conocidos como de “potencia constante”, la regulación de la inyección se realiza en dos etapas y la potencia máxima se consigue con un régimen de giro algo menor.

LAS NORMAS TÉCNICAS

Con lo dicho anteriormente se puede comprender que el motor, para cada punto de funcionamiento, suministrará un par diferente y por tanto una potencia distinta. Siempre habrá un punto para el que la potencia sea máxima y en él se deberá medir la potencia del motor, pero sabiendo que si no se hace funcionar a este régimen de giro la potencia que suministre el motor siempre será menor.

Comparar la potencia de motores diferentes cuando éstas se obtienen con distintas condiciones de funcionamiento resulta complicado, y de aquí los numerosos métodos de medida de potencia, establecidos por organismos nacionales e internacionales, tendientes a facilitar esta comparación. Esto,



sin embargo, confunde al usuario, ya que los resultados de los ensayos, expresados en CV o en kW, no son siempre directamente comparables si la prueba no se ha realizado utilizando la misma norma de ensayo.

En principio hay que distinguir dos formas diferentes de realizar las medidas: directamente sobre el motor, o indirectamente utilizando un eje de salida, que incorporan todos los tractores agrícolas, conocido como "toma de fuerza" (tdf). Sería más correcto designar esta toma como "toma de potencia", pero en España generalmente no se utiliza esta terminología.

La medida directa en el motor dará mayor potencia, para cualquier punto de funcionamiento, que la medida realizada en la toma de fuerza, ya que en esta transmisión se producen unas pérdidas que serán mayores a medida

que aumenta el número de engranajes que intervienen y las inducidas por otros elementos de las transmisiones de los tractores agrícolas, como para el accionamiento de algunos elementos del sistema hidráulico, que no puede desconectarse totalmente. En principio hay que contar con más del 4 % de pérdidas, en relación con la potencia máxima, encontrándose casos de tractores que pueden perder más del 10 % por las particularidades de su transmisión.

Tradicionalmente, solo considerando la medida de la potencia en los motores, aparecerían diferencias como consecuencia de la "forma" en que se equipaban los motores para realizar el ensayo. Así se utilizaron normas SAE, normas DIN, normas ISO, etc., estableciéndose como condición para poder hacer comparaciones, que la información sobre la medida de la potencia realizada, siempre esté acompañada de la referencia al procedimiento utilizado (Ejemplo: 60 CV SAE; 100 CV DIN...)

Las diferencias más significativas entre los procedimientos tradicional-

mente utilizados para ensayar motores son:

- La norma SAE admite el ensayo de los motores desprovistos de muchos de los elementos que son imprescindibles para que éste pueda funcionar cuando se encuentre montado sobre el vehículo, como: bomba de agua, dinamo o alternador, tubo de escape y silenciador, filtro de admisión, etc., elementos que consumen algo de potencia y que al retirarlos del motor se conseguirá que en el "freno dinamométrico" se obtengan los valores máximos que ese motor podría dar, pero a los que nunca podrá llegar el usuario del vehículo, ya que él no puede trabajar sin los elementos que para la prueba le han quitado. (Hay una norma SAE para el ensayo de motores que exige que la prueba se realice con todos los elementos del motor instalados, pero su difusión es pequeña).
- En la norma DIN no se permite retirar estos elementos y por tanto la potencia medida, para el mismo motor, resultará algo menor (10 por 100 aproximadamente de la medida en





condiciones SAE) pero más próxima a la que va a encontrar el utilizador.

- Con la medida de la potencia en condición ISO (Norma ISO 2288) se pretende unificar internacionalmente todos los sistemas, con un procedimiento único, que elimine la confusión que los distintos métodos generan. El motor en el que se hacen las determinaciones debe estar provisto de todos los elementos que incluirá en el vehículo, al igual que sucede con los ensayos en condiciones DIN.

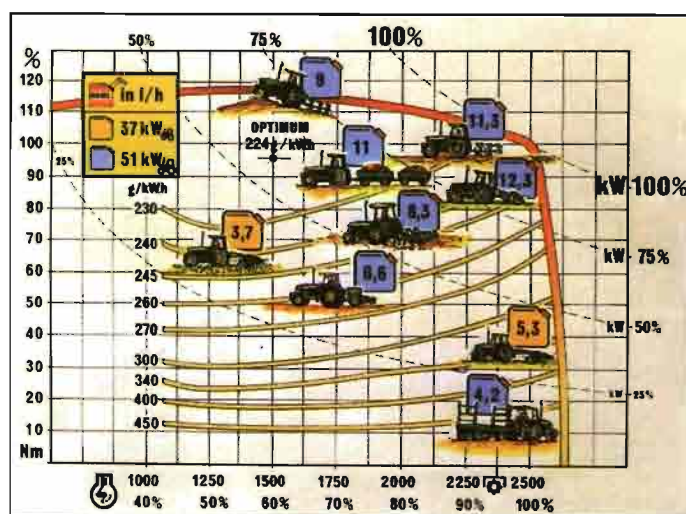
Más recientemente como consecuencia de la implantación de la homologación de tipo "europea", se ha introducido un nuevo procedimiento

de medida de la potencia del motor: el que aparece en el Reglamento ECE R-24, que se aplica para medida de los gases contaminantes emitido por los mo-

tores. Se puede considerar equivalente a la medida de la potencia del motor según los procedimientos ISO y DIN.

En el Código de la OCDE para el ensayo de las características de funcionamiento de los tractores agrícolas, se introduce como opcional un ensayo de motor en condiciones similares a lo que establece la norma ISO.

Todos los procedimientos de ensayo de motor deben de realizarse en condiciones "normales" de presión y temperatura, entendiéndose como tales las que se dan a nivel del mar en un clima templado. Hace algunos años se consideraban como condiciones de referencia la presión de 101.3 kPa* y la



Variación del consumo horario (l/h) y del consumo específico (g/kWh) para las diferentes labores agrícolas.

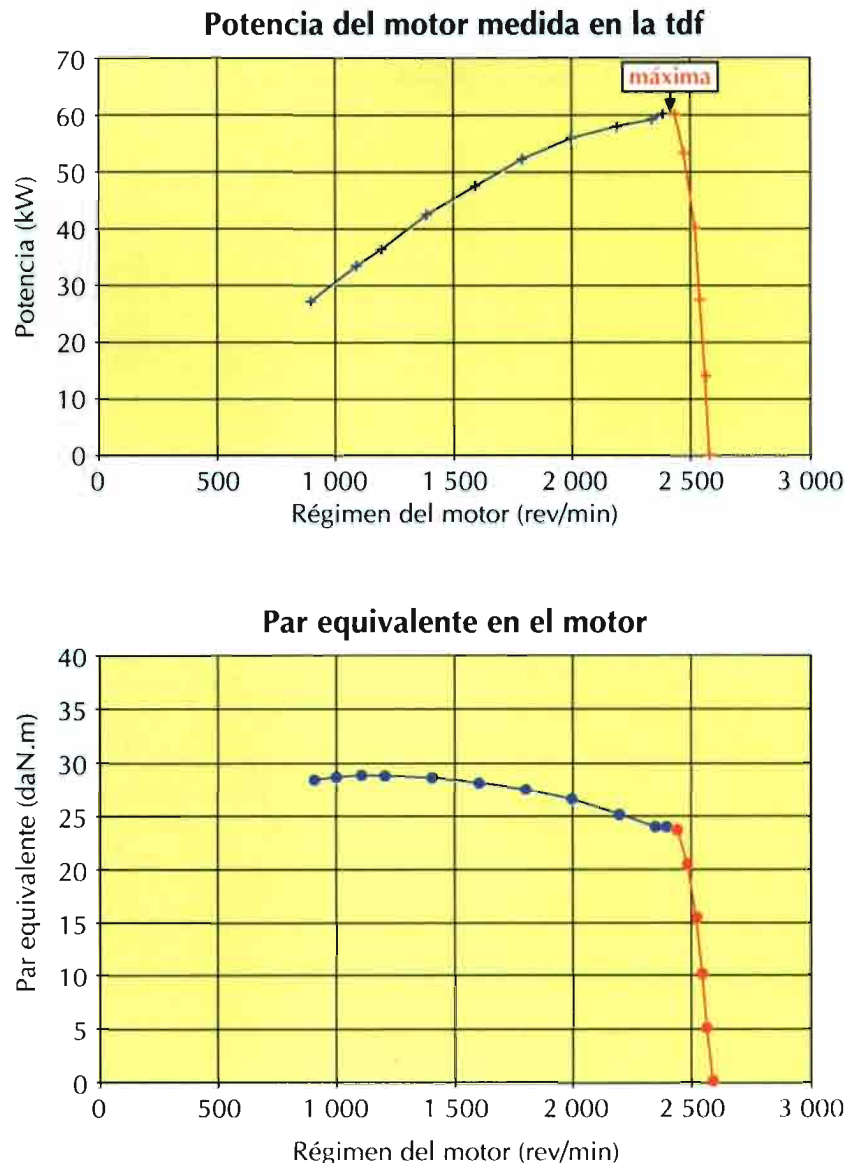
* La presión de 101.3 kPa (kilopascuales) equivale a 760 mm de columna de mercurio, así como a 1 013 milibares. El Sistema Internacional de Unidades aconseja la utilización del kPa para las medidas de las presiones. La presión atmosférica normal en una ciudad como Madrid, que se encuentra alrededor de los 600 m sobre el nivel del mar, es sólo de unos 707 mm mercurio, que equivalen a 943 milibares, o sea 94.3 kPa (Cada 100 de aumento de la altura sobre el nivel del mar reduce la presión en aproximadamente 9 mm de mercurio).

temperatura de 15.5 °C; en la actualidad se han establecido 100 kPa para la presión atmosférica (equivalentes a 750 mm de mercurio) y 25 °C de temperatura, porque se estiman como mas representativas de las condiciones de funcionamiento de los motores que se utilizan en aplicaciones sobre la tierra.

En el caso de que las condiciones atmosféricas varíen, la potencia medida se debe de corregir a efectos comparativos, utilizando fórmulas apropiadas que se incluyen en las normas técnicas que se emplean para realizar la medida de la potencia. En otro momento comentaremos las posibilidades y las limitaciones de las fórmulas de corrección.

Por otra parte, en los motores para tractores agrícolas está establecido que la medida de la potencia se realice de manera continua, al menos durante un periodo de 2 horas, a diferencia de los motores para “vehículos de carretera” en los que la medida se realiza durante un periodo mucho mas corto (potencia “instantánea”). Esto es una consecuencia de la forma en la que se podrá utilizar el motor en las condiciones reales del usuario.

Fig. 2.– LAS CURVAS CARACTERÍSTICAS DE UN MOTOR Y SU INTERPRETACIÓN



LA POTENCIA DEL MOTOR MEDIDA EN LA TOMA DE FUERZA

Hasta ahora se ha considerado el caso de la medida de la potencia directamente a la salida del motor, pero habitualmente en ese punto no puede ser aprovechada por el usuario del tractor o de cualquier otro vehículo automotor, ya que para realizar la medida ha sido imprescindible desmontar parte del vehículo ensayado.

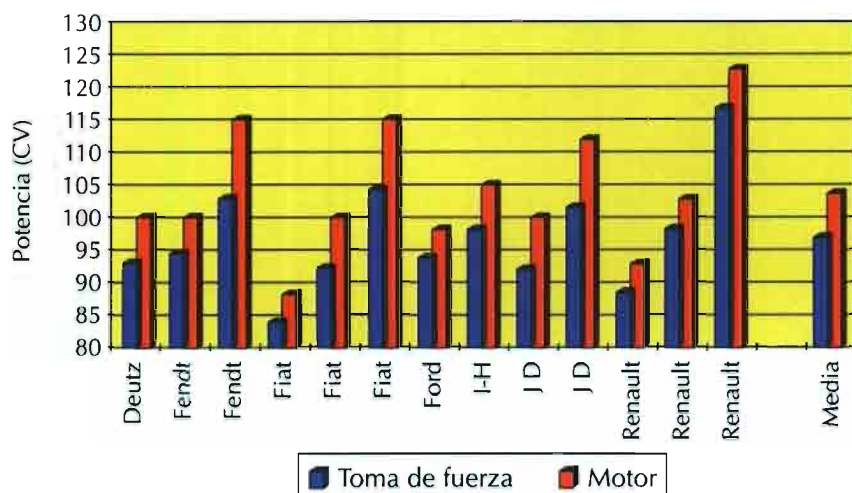
Cuando en los primeros momentos de la mecanización se acordó incluir en el tractor un eje que pudiera proporcionar la potencia del motor en un punto accesible del vehículo (eje de la toma de fuerza), se abrió la posibilidad de ensayar el motor a través de este eje sin tenerlo que desmontar.

En la toma de fuerza del tractor pueden hacerse las medidas de la potencia del motor, con todos los elementos que precisa para su funcionamiento, en las mismas condiciones en que lo va a recibir el usuario. Esto ha-

LEYENDA

- En rojo se marcan los puntos que se han obtenido en la zona de “corte del regulador” (cargas parciales)
 - En azul está marcada lo que se conoce como “zona de sobrecarga” (con inyección máxima en un motor convencional)
1. Para este motor, la potencia máxima obtenida es de 60.1 kW (81.7 CV), para un régimen de funcionamiento de 2437 r/min y par motor de 23.5 daN.m (24 m.kg).
 2. La potencia que se podría obtener de manera “continua” para el régimen nominal del motor (2400 r/min, según indica el fabricante) sería de 60 kW (81.5 CV)
 3. El par máximo del motor es de 28.9 daN.m (29.5 m.kg) y se consigue a 1000 r/min, desarrollando en estas condiciones una potencia de 30.3 kW (41.2 CV).
 4. Régimen máximo al que puede girar el motor sin carga es de 2583 r/min
 5. La potencia “homologada”, según la legislación española, podría variar entre 82 y 41 CV, según la relación de transmisión que se establezca entre el motor y la toma de fuerza. (El fabricante eligió, en este tractor, una relación de 2.389, obteniendo de esta manera 81 CV “homologados”, en el supuesto de que el ensayo se realizara en condiciones “normales” de presión y temperatura)
 6. La potencia de este motor, ensayado según le Reglamento ECE-R24, tendría que ser de un 5 a un 10 % mayor que la medida en la toma de fuerza, o sea entre 63 y 66 kW (85.6 y 89.7 CV); en el supuesto que el tractor utilizara una caja de cambios compleja este porcentaje de pérdidas podría ser mayor.

Fig. 3.- COMPARACIÓN ENTRE POTENCIAS MÁXIMAS MEDIDAS EN EL MOTOR (ISO-DIN) Y EN LA TOMA DE FUERZA (OCDE-ISO)



LEYENDA

La potencia máxima del motor medida en la toma de fuerza es menor que cuando se mide directamente a la salida del cigüeñal, como consecuencia de las pérdidas que se producen en la transmisión.

Estas pérdidas son variables según las características de las cajas de transmisión que utilizan los diferentes fabricantes, con oscilaciones que, en el caso de los modelos representados en la figura, están comprendidas entre el - 4.5 y el - 12 %, con un valor medio del - 7.5 %.

Esto significa que un tractor de 100 CV de potencia máxima en el motor podría suministrar, tomando como referencia el valor medio calculado, solamente 92.5 CV en la toma de fuerza.

La variabilidad que puede encontrarse entre los diferentes modelos, incluso cuando proceden del mismo fabricante, es lo que hace recomendable realizar la medida de la potencia en la toma de fuerza, ya que los resultados indicaran la potencia disponible para el usuario del tractor.

ce que el procedimiento de medida sea el que mas interese al usuario y el que se ha impuesto para realizar las “homologaciones agrícolas” en los países de nuestro entorno.

La potencia que se obtiene será algo menor que la que se mediría directamente en el motor, ya que siempre hay que contar con pérdidas en la transmisión, debidas a los rozamientos, que hacen disminuir algo las prestaciones, pero, para el usuario, esta medida es más significativa, porque puede ser directamente utilizable en alguna ocasión (rotocultores, bombas de riego, etc.).

Hay otro aspecto importante que se debe de considerar: la relación de transmisión entre motor y toma de fuerza. Los regímenes normalizados de las tomas de fuerza han sido 540 y/o 1000 rev/min, para lo cual, cada fabricante ajusta la relación de transmisión motor/tdf para que este régi-

men “normalizado” coincida con el régimen en el que el motor suministra una determinada potencia.

Si en el ensayo de la toma de fuerza se miden las prestaciones en diferentes puntos de funcionamiento del motor para dibujar sus curvas características, se encontrará algo muy parecido a lo que se obtiene cuando se hace el ensayo “directo” del motor, con una ligera caída de la potencia en todos los puntos.

Pero ¿que sucede si se vincula la “homologación de la potencia” al régimen normalizado de la toma de fuerza?. Que se podrán conseguir tantas “potencias homologadas” como relaciones de transmisión posibles y lógicamente el fabricante procurará elegir una que “favorezca” la “homologación” (régimen normalizado de la toma de fuerza conseguido a un régimen de motor próximo al de potencia máxima), aunque no sea lo que mas le

convenga a un usuario normal, que necesita el tractor para arrastrar aperos y solo utiliza la toma de fuerza para accionar máquinas de baja demanda de potencia, como las abonadoras y los pulverizadores para cultivos bajos. Otra alternativa: colocar una verdadera caja de cambio en la transmisión motor/tdf de manera que haya una relación favorable para “homologar” y otra para resolver el problema del usuario en su trabajo real, pero ¿quien paga el complemento?; ¿verdaderamente se necesita?

En consecuencia la defensa a ultranza de la “potencia de inscripción” como se viene aplicando en España, no tiene demasiado sentido. Sería preferible utilizar como referencia la potencia máxima del motor, realizando esta medida en la toma de fuerza, o preferentemente suministrar al usuario las “curvas características” del motor, que dan una información completa de lo que pueden recibir.

En esta información se tiene que incluir, no solo la potencia medida, sino también el consumo de combustible en los distintos puntos de funcionamiento del motor.

LOS DIFERENTES PUNTOS DE VISTA

En estos momentos, los fabricantes europeos, y, de una manera especial, los que comercializan sus pro-



ductos en España, defienden con todas sus fuerzas la eliminación de la "homologación de la potencia", sustituyéndola por la medida de la potencia del motor utilizando el Reglamento ECE R-24 que se exige para la homologación de tipo "europea".

Los argumentos que utilizan son básicamente dos: que se están duplicando las exigencias para obtener lo mismo, ya que del ensayo de la potencia del motor se puede deducir el de la potencia a la toma de fuerza, y que la vinculación de la potencia "homologada" según "Agricultura" a la relación de transmisión motor/tdf significa establecer una limitación que perjudica a los propios usuarios, encareciendo innecesariamente el producto.

Si bien el segundo argumento se puede compartir sin ningún reparo, con el primero de ellos no se puede estar tan de acuerdo. Las razones: el Reglamento ECE R-24, que procede del sector de automoción (no del "agrícola"), está preparado para medir las emisiones de gases nocivos emitidos por los motores (es posible que este Reglamento se cambie por completo en los próximos años), e indirectamente se utiliza para medir la potencia. Si se quieren conocer las prestaciones de un motor mejor sería utilizar la norma ISO 2288, que es la adecuada para hacerlo, y no salir del paso utilizando la medida realizada indirectamente con un Reglamento que establece el control de los gases de escape.



Además, hay que insistir en que cuando se indica la "potencia del motor según ECE R-24" el valor obtenido es entre un 4 y un 12 % superior al que resultaría con la medida de la potencia máxima en la toma de fuerza (sin atenerse al régimen normalizado de 540 y/o 1000 rev/min) para el modelo de tractor con tipo de motor. Sin embargo, ofrecer algunos caballos mas es un buen argumento de venta.

Tampoco se dice que en la homologación de "tipo" para vehículos automóviles se incluye, junto con la medida de la potencia del motor, obligatoriamente, el ensayo de "velocidad máxima", que pone de manifiesto las prestaciones máximas que con el ve-

hículo se puede conseguir. Esto, que también se aplica a los tractores, carece de significación en ellos, ya que esta velocidad viene limitada por construcción y se consigue utilizando una parte mínima de la potencia del motor.

Por otra parte, los propios fabricantes encargan (y pagan) ensayos, en los Laboratorio Acreditados, utilizando los Códigos de la OCDE, de sus modelos mas prestigiados para utilizarlos en la argumentación de ventas. La base de estos ensayos es siempre la medida de la potencia en la toma de fuerza (curvas completas del motor). ¿Es necesario el ensayo de la potencia a la toma de fuerza? ¿No será que lo que hacemos en España como "ensayo reducido" se ha quedado anticuado?

Mientras tanto, desde el MAPA, que es el que tiene las "competencias", se sigue defendiendo la aplicación de la Orden Ministerial de 1964, en una pugna continua con los fabricantes, para "proteger" a los potenciales usuarios agrícolas y mantener unas estadísticas basadas en la "Potencia de Inscripción". "Protección" a extinguir en el momento que la homologación de tipo "europea" se generalice, una vez aceptados los 40 km/h de velocidad máxima. A las Organizaciones Profesionales de Agricultores, parece que el asunto no le preocupa demasiado, y cuando se les pregunta su opinión, como en las encuestas, "no saben / no contestan". 🍀

