

# AUMENTO DE LA POTENCIA EN LOS MOTORES DE LOS TRACTORES

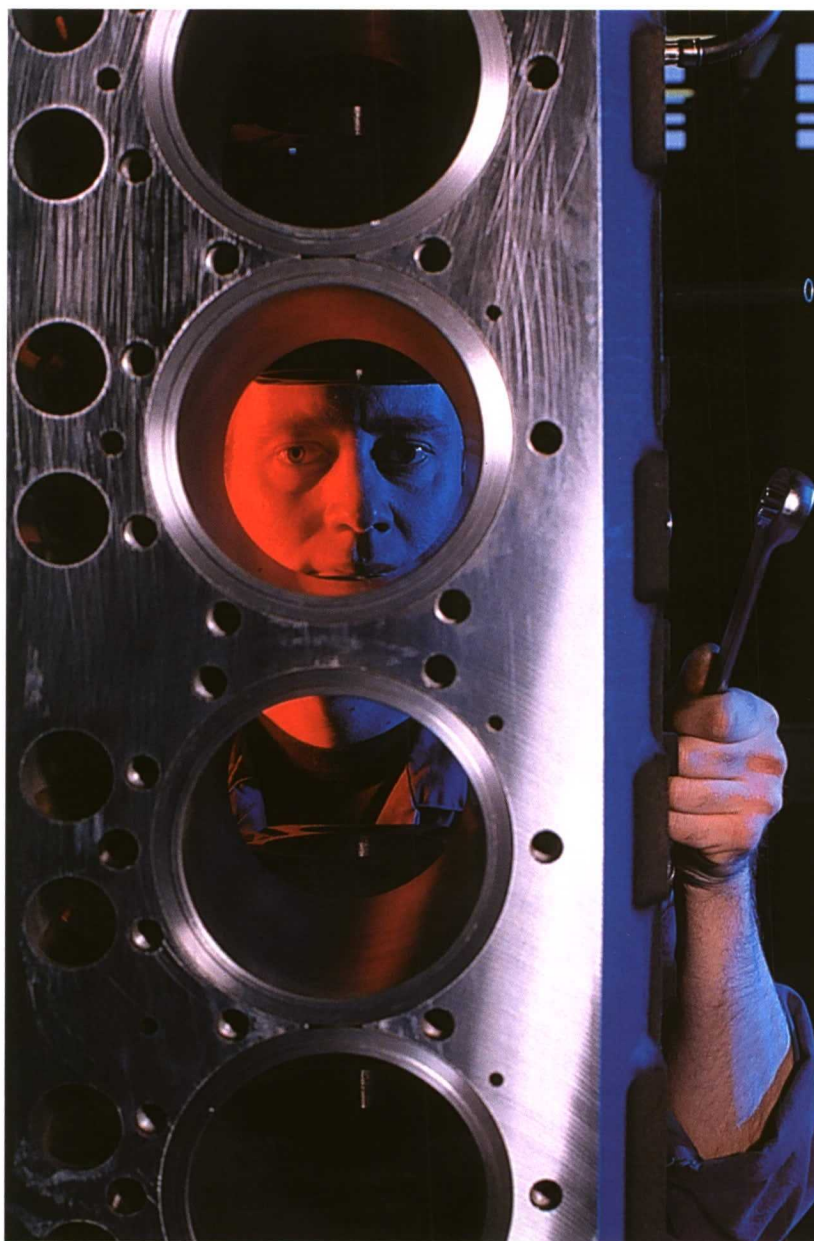
Parte 1.- Las alteraciones 'legales' 

La potencia del motor aún sigue siendo, en muchos casos, el factor determinante a la hora de elegir tractor. Desde hace unos años, ese valor resulta variable según las modificaciones 'legales' que pueden aportarse para ampliar la potencia disponible.

**PROF. ETTORE GASPARETTO**  
Dpto. de Ingeniería Agraria  
Universidad de Milán

## Potencia: el valor sagrado

En el campo de las máquinas agrícolas, el tractor se hace dueño y señor, dominador sobre todas las demás. Su elección determina la selección de un conjunto de máquinas agrícolas que sólo tienen vida al ser arrastra-



das, accionadas o transportadas por el tractor.

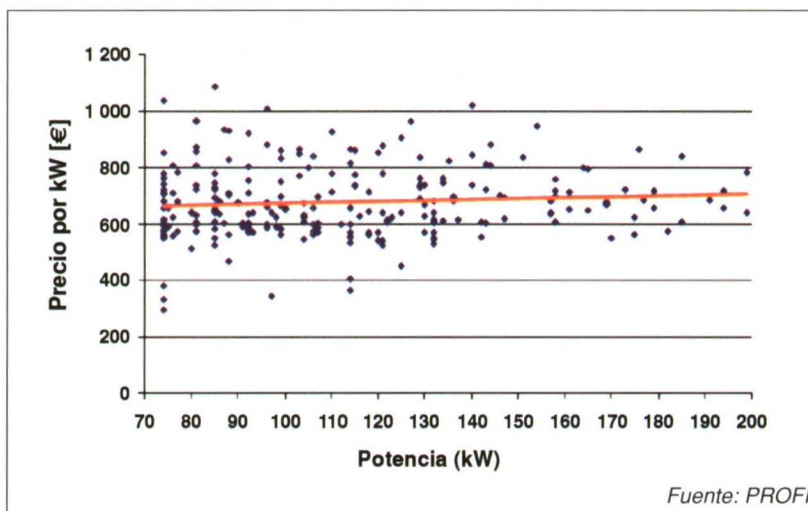
Para los tractores agrícolas el dato más importante, que los ha caracterizado hasta hace pocos años, ha sido la potencia de su motor. Hablo del pasado, ya que desde hace algunos años la situación cambia totalmente; se está produciendo una revolución.

Por otra parte, en cualquier sistema, también en el técnico, la inercia es elevada y los fabricantes no se han conformado todavía con la nueva situación. En efecto, si se examinan las denominaciones de muchos 'dioses' tractores agrícolas, uno se percató que en una o en otra parte de su denominación comercial está la potencia del motor, expresada en CV. Hace unos años esto se producía en casi todas las marcas y modelos. Todavía, si se revisan los catálogos de muchos fabricantes, se puede ver que las siglas de algunos modelos, como las de los tractores Same, Lamborghini y Deutz-Fahr de pequeña potencia, y también en las marcas Case IH, Landini, McCormick, etc., indican la potencia disponible expresada en CV. Sin embargo, esto no se cumple en otras marcas como Deutz-Fahr, en tractores de potencia más elevada, New Holland, John Deere, Fendt, Massey Ferguson, etc.

Los agricultores definen –y compran– las máquinas motrices en base a su potencia expresada en caballos. Quien adquiere un automóvil se fija en su velocidad máxima, en la estética, en la disponibilidad de espacio, en los accesorios; generalmente, con las debidas excepciones, ignora la potencia del motor. Ocurre lo mismo cuando se compra, por ejemplo, un electrodoméstico; ¿quién conoce la potencia del motor montado sobre la aspiradora? Para los tractores, en cambio, la potencia constituye el primer elemento de juicio.

También es frecuente encontrar informaciones que relacio-

FIGURA 1.- PRECIO DE LOS TRACTORES POR kW DE POTENCIA, EN EL 2007



nan el coste de los tractores por unidad de potencia y por la potencia misma. En la Figura 1 se presenta un gráfico de la revista alemana *Profi* que permite deducir que el coste del tractor por kilovatio de potencia del motor, estaba, en 2007, entre 650 y 700 €/kW, equivalente a unos 480-520 €/CV. En España, según las informaciones del MARM, el precio medio para de los tractores de doble tracción en 2007 fue de 393 €/CV, lo que indica que el mercado español adquiere tractores más sencillos y con menores especificaciones.

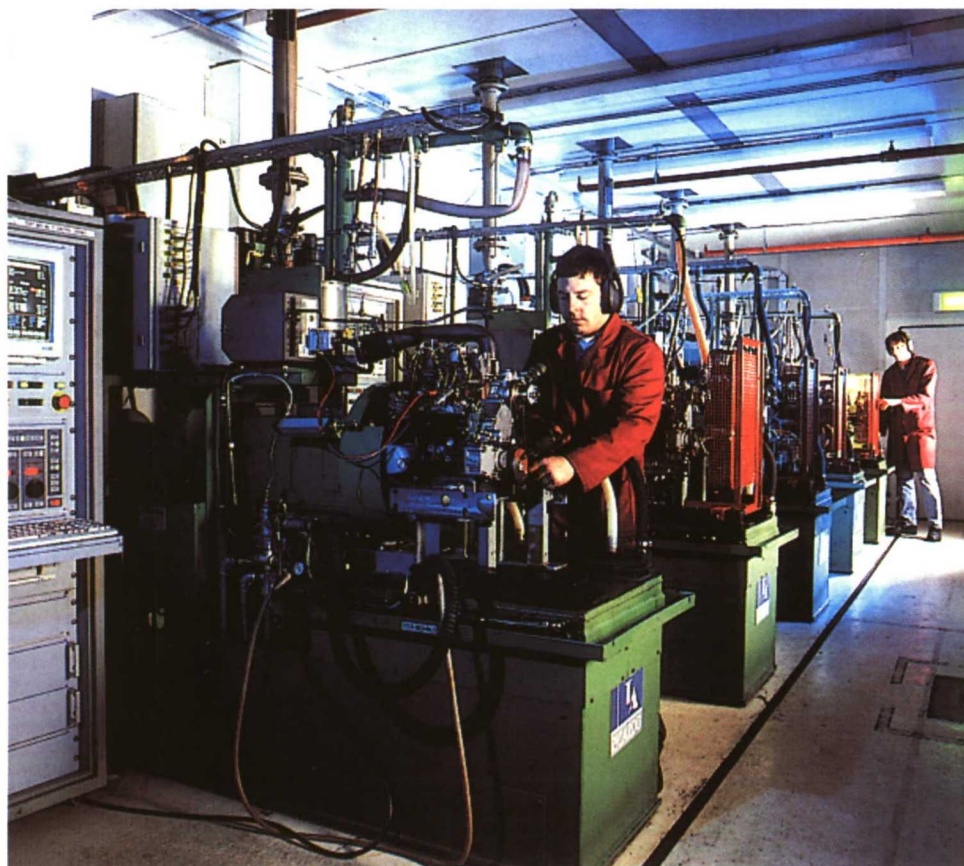
Naturalmente, desde el punto de vista comercial, la potencia tiene que ser elevada. Desafortunadamente, la potencia expresa en la unidad oficial, el kilovatio (kW), se presenta como un número menor con respecto al del número de los caballos, ya que 1 kW = 1.36 CV. Conclusión: los kilovatios no se usan; su número (más pequeño) resulta peyorativo en fase de venta del producto.

A eso se une la tradicional tendencia conservadora de los agricultores: en Italia, después de más de 200 años transcurridos desde la abolición oficial de las medidas de superficie antiguas, éstas se siguen usando (como 'pertiche', 'campi', 'biolche', etc.); en España igualmente sucede con fanegas, aranzadas, jornales, tahullas, obradas, ferra-

dos, etc. Sin embargo, a finales del 1979 se publicó la Directiva europea 80/181, de 20 de diciembre de 1979, que dice:

- Las unidades de medida legales son las del sistema SI (Sistema Internacional).
- Sólo está autorizado hasta el 31 de diciembre de 1989 el empleo de indicaciones múltiples (ej.: kW y CV); después, el empleo de estas unidades estaría prohibido.
- Cualquiera que contravenga estas disposiciones se le aplicará una sanción administrativa pecuniaria comprendida entre 250 a 750 euros (el valor se mantuvo en liras en la ley italiana con la que se adoptó la Directiva).

La inercia que da una importancia fundamental al valor de la potencia también está en la normativa vigente. A nivel Comunitario, las normas utilizadas son las Directivas Europeas, de obligado cumplimiento, y los Códigos OCDE, facultativos. En lo que se refiere a la homologación de los tractores, la norma de referencia es la 2003/37 (publicada sobre el DOCE - L171, del 7 de julio de 2003). En relación con la potencia se vuelve a hacer referencia a la Directiva 89/491/CEE, que es la adecuación al progreso técnico de la Directiva 80/1269/CEE, en cuyo apartado 1.2 indica:



*"Tolerancia en la medición de la potencia neta: ...será aceptada si no difiere en más del  $\pm 2\%$  en relación a su valor máximo, y del  $\pm 4\%$  a los demás puntos de medida..."*

El Código 2 del OCDE establece, en el apartado 5.4.1, que el tractor tiene que estar claramente definido, y que las modificaciones no pueden ser consideradas como 'menores', cuando la potencia a la toma de fuerza no queda dentro del  $\pm 2.5\%$  de la potencia original en todos los regímenes de funcionamiento del motor, incluidos entre el valor máximo de potencia y el de par máximo.

Por muchos años, la situación quedó estable. La única posibilidad para los usuarios fue alterar el régimen de actuación del regulador, generalmente centrífugo hasta hace pocos años, modificando el régimen de giro, con dos posibilidades:

- Si la regulación original fuera inferior a la que admitiría el motor y la combustión se realiza con un exceso de aire, se puede aumentar régimen de giro de potencia máxima, y/o la in-

yección de combustible, sin problemas. Este ha sido uno de los sistemas empleados por los fabricantes para conseguir potencias diferentes con el mismo motor, modificando el régimen de corte del regulador.

- Por el contrario, si la regulación original está próxima a la de combustión sin exceso de aire, se puede conseguir una potencia mayor, pero esto va acompañado de un aumento sensible de los humos en el escape.

Por otra parte, durante las operaciones agrícolas, puede ser a veces muy útil tener una reserva de potencia, a la que recurrir en los momentos de necesidad. Como ya se ha dicho, resulta común para un fabricante producir una familia de tractores con el mismo motor (número de cilindros, cilindrada total, relación de compresión, etc.), en los que la única diferencia entre los distintos modelos es la potencia; estas diferencias se consiguen modificando el régimen máximo de giro del motor y/o la cantidad de combustible inyectado.

## Alteraciones legales de la potencia

El valor 'único' de la potencia del motor empieza a perder su 'certeza' hace ya más de 15-20 años, con muchas de las modificaciones aportadas al motor. Por ejemplo, el ventilador que ayuda en el sistema de refrigeración, si se acciona con un motor eléctrico, no está siempre en movimiento; se para cuando el motor alcanza una temperatura más baja del límite establecido. Naturalmente, con ventilador sin funcionar, la potencia disponible aumenta.

Un cambio de mayor impacto ha sido causado por el empleo, cada vez más difundido en los motores diésel, del turbocompresor y del *intercooler* (post-enfriado de aire de admisión).

Estos motores, generalmente son y se definen como de 'potencia constante'. La máxima potencia ya no se corresponde con el régimen de vueltas al que empieza a cortar la inyección el regulador (régimen nominal). Frecuentemente se consiguen más caballos a un régimen del motor unos centenares de vueltas más bajos, con respecto al del momento de corte del regulador; en otros casos se obtiene una curva de potencia plana al variar régimen, es decir, un intervalo en el régimen de funcionamiento con potencia 'constante'. En cualquiera de estos dos casos surge la duda: ¿cuál es la potencia máxima? ¿la que se consigue a régimen de giro máximo, cuando empieza a cortar el regulador?, o bien, ¿la que corresponde al mayor valor, aunque se obtenga a un régimen inferior?

En los ensayos realizados según los Códigos OCDE todo esto queda reflejado, aunque naturalmente aumenta la confusión y disminuye la 'certeza' sobre los datos indicados.

Existen motores con turbocompresor doble, en los que los gases de escape, además de mover la turbina del turbocom-

presor convencional, también actúan sobre otro posterior. La energía residual de los gases de escape mueve una segunda turbina, unida al cigüeñal del mismo motor, sumando así potencia mecánica.

Más recientemente, la posibilidad de modificación legal del valor de la potencia de los motores aumenta de manera extraordinaria con la aplicación de la electrónica en el control de la regulación (régimen de giro y cantidad de combustible inyectado) en los motores diésel. Las primitivas intervenciones pueden efectuarse ahora manual o automáticamente actuando sobre la unidad de control del tractor o de la máquina autopropulsada (co-sechadoras, etc.).

Estos sistemas se denominan, en inglés, *engine power boost* (aumento de potencia) o *engine power tuning* (puesta a punto del motor). El sistema de control del *power boost* o *power tuning* normalmente se monta sobre los motores con control electrónico del régimen y de la inyección. Aumenta la potencia el 10-20%, e interviene automáticamente sobre los motores montados en los tractores agrícolas en dos casos:

- Cuando recibe una señal de que el tractor circula por carretera. En el caso de que la velocidad supere un umbral preestablecido, el sistema interpreta que el vehículo está realizando una operación de transporte; el *power boost* interviene automáticamente, aumentando la potencia disponible. El mismo mecanismo actúa también automáticamente y en sentido inverso, cuando la velocidad se hace inferior a la establecida como valor límite. Cuando el *power boost* actúa se incrementa la potencia máxima por encima del nivel normal, lo que permite mantener la velocidad de transporte cuando aumenta la resistencia, como al abordar una pendiente en subida.

## LA POSIBILIDAD DE MODIFICACIÓN LEGAL DEL VALOR DE LA POTENCIA DE LOS MOTORES AUMENTA DE MANERA EXTRAORDINARIA CON LA APLICACIÓN DE LA ELECTRÓNICA

- Cuando recibe una señal que indica que trabaja transmitiendo potencia con la toma de fuerza, y a veces con la bomba hidráulica. Cuando el sensor detecta que la potencia solicitada por la toma fuerza, o por la bomba hidráulica, supera un umbral límite establecido, el control electrónico cambia la estrategia de alimentación aumentando el flujo del combustible en el motor, de modo que éste suministra una potencia adicional.

El fundamento técnico sobre el que se basa la posibilidad de aumentar la potencia disponible sigue dos principios diferentes:

- En el caso del transporte, éste se realiza a una velocidad más elevada que la de las operaciones de tracción en campo. Con velocidad relativamente alta y a igual potencia transmitida, los esfuerzos y los pares transmitidos resultan más bajos, por lo que todos los elementos de transmisión del movimiento hasta las ruedas, desde el cambio de marchas hasta las reducciones finales, están sometidos a menores tensiones.
- En el caso de empleo de la toma por fuerza y/o de la bomba hidráulica, la potencia adicional se utiliza para accionar los aperos y máquinas que están conectadas a los mismos, mientras que la potencia disponible en las ruedas se mantiene en los límites establecidos.

Seguidamente se dan ejemplos de aplicación del *power boost* en algunas marcas de tractores.



## Tractores Massey Ferguson

Para tener una idea del posible aumento de la potencia se incluye la Tabla 1, relativa a las potencias de los motores Perkins y AGCO Sisu Power, montados sobre los tractores Massey Ferguson 5400. La potencia adicional de 10 CV se ofrece automáticamente cuando se conectan los grupos de marchas 3 y 4. Esta potencia ayuda a reducir los tiempos de transporte y aumenta la eficiencia durante el arrastre de remolques pesados y/o durante las operaciones de desplazamiento rápido.



TABLA 1.- POTENCIAS DE REFERENCIA PARA ALGUNOS TRACTORES MASSEY FERGUSON CON *POWER BOOST*

| Potencia ISO     | MF 5460 | MF 5465 | MF 5470 | MF 5475 |
|------------------|---------|---------|---------|---------|
| nominal (CV)     | 115     | 120     | 125     | 135     |
| máxima (CV)      | 125     | 130     | 135     | 145     |
| power boost (CV) | 135     | 140     | 145     | 155     |



TABLA 2.- POTENCIAS MÁXIMAS OBTENIDAS EN TRACTORES NEW HOLLAND CON 'POWER BOOST'

| Modelo                        | Pot. máxima ISO (CV) | Pot. máxima con EPM (CV) | Incremento (CV) |
|-------------------------------|----------------------|--------------------------|-----------------|
| <b>T6050</b><br>Range Command | 125                  | 149                      | 24              |
| <b>T6070</b><br>Range Command | 140                  | 159                      | 19              |
| <b>T6080</b><br>Range Command | 155                  | 175                      | 20              |
| <b>T7030</b>                  | 167                  | 204                      | 37              |
| <b>T7040</b>                  | 182                  | 218                      | 36              |
| <b>T7050</b>                  | 197                  | 234                      | 37              |
| <b>T7060</b>                  | 213                  | 238                      | 25              |

## Tractores New Holland

Los tractores New Holland T6000 y T7000 montan un sistema llamado *Engine Power Management* (EPM). El EPM aumenta la potencia hasta un límite de 37 CV adicionales durante el transporte por carretera, o con la toma de fuerza conectada, o cuando la demanda de potencia de la bomba hidráulica supera un valor límite establecido.

El dispositivo EPM no es un simple sistema *on/off*. La potencia extra conseguida por el EPM es proporcional a la carga. Cuanto mayor es la demanda de potencia en la toma de fuerza, o en el sistema hidráulico, mayor es la cantidad de combustible inyectada en el motor, mientras que cuando la carga se reduce, automáticamente también lo hace la inyección de combustible.

¿Cómo puede conocer el tractor la carga de la toma de potencia o del circuito hidráulico? Existe un sensor (patentado por la empresa) que mide el par requerido (en cada instante), tanto en la toma por fuerza, como en el circuito hidráulico, o en el eje posterior. Mientras que este último valor se controla para que no supere el valor límite establecido, las cargas y los pares solicitados por la toma de fuerza y el circuito

hidráulico se miden continuamente de modo que a cada incremento/decremento de la carga corresponda un aumento/disminución del combustible inyectado, para minimizar los consumos de gasóleo. Los valores de la potencia de referencia y de la potencia con EPM de algunos tractores New Holland son los indicados en la Tabla 2 y en la Figura 2.

El EPM, cuando trabaja en función de la demanda de potencia en la toma de fuerza, también posee un automatismo extremadamente útil (Figura 3). Tiene una memoria temporal de 20 segundos para la intervención del *power boost*. Así, si se está usando una grada rotativa movida por la toma de fuerza y se llega a un cabecero de la parcela, el EPM recuerda el valor medio de potencia adicional del *power boost* utilizado los últimos 20 segundos antes de llegar al cabecero, momento en que la grada es levantada para proceder a la vuelta. Cuando la vuelta se completa y se conecta de nuevo la toma de fuerza de manera manual o automática, se aplica instantáneamente el mismo nivel de *power boost*, lo que permite continuar el trabajo de manera inmediata sin pérdida de productividad.

FIGURA 2.- AUMENTO DE LA POTENCIA CON EL DISPOSITIVO EPM SOBRE LOS TRACTORES NEW HOLLAND

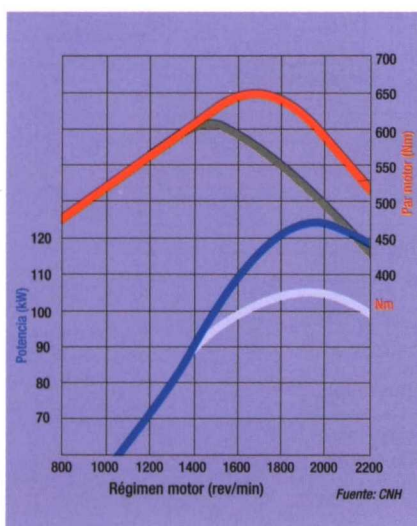
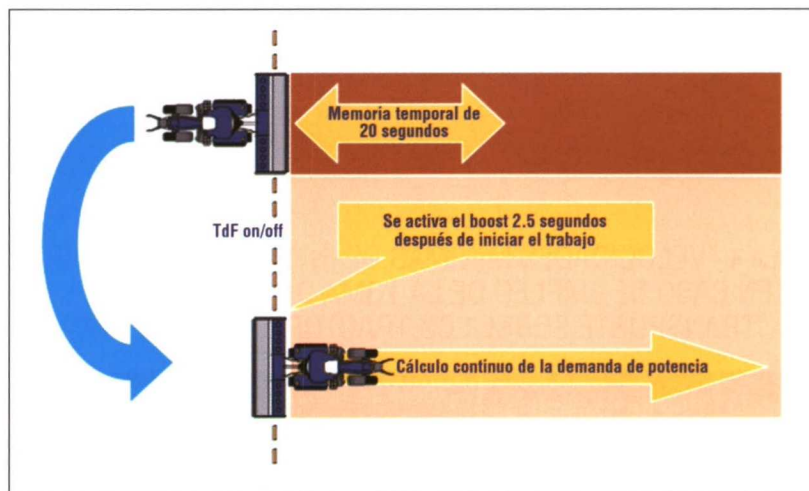


FIGURA 3.- MODALIDAD DE INTERVENCIÓN DEL 'POWER BOOST' NEW HOLLAND EN CASO DE DETENCIÓN DE LA TOMA DE FUERZA EN LOS CABECEROS



### Tractores John Deere

En el caso del John Deere, el elemento se denomina *Intelligent Power Management (IPM)*. Se ofrece como equipo opcional recomendado para utilizarse en operaciones que demandan elevada potencia en la toma de fuerza, como picadoras-cargadoras de forraje, equipos de recolección de patata o remolacha, o bien en operaciones de transporte con remolques pesa-

dos. Esta solución permite aumentar la productividad del trabajo, con velocidades de avance mayores, aceleraciones superiores y la posibilidad de mantener las velocidades deseadas de transporte.

Según el modelo de tractor, el IPM proporciona aumentos de la potencia del motor proporcionales al tamaño del tractor. En Tabla 3 se incluyen los máximos aumentos de potencia, sobre la potencia nominal de refe-



TABLA 3.- AUMENTO DE POTENCIA DEL MOTOR EN LOS TRACTORES JOHN DEERE

| Modelo                  | Aumento de la potencia (CV) |
|-------------------------|-----------------------------|
| 6230, 6330 y 6430       | 10                          |
| 7130 y 7230             | 15                          |
| 7330 y 7430             | 25                          |
| 7630, 7730, 7830 y 7930 | 30                          |

TABLA 4.- VELOCIDADES MÍNIMAS DE INTERVENCIÓN DEL IPM, EN CASO DE EMPLEO DE LA TOMA DE FUERZA Y EN EL TRANSPORTE SOBRE LOS TRACTORES JOHN DEERE

| Modelo | Tipo de transmisión   | Toma de fuerza<br>Vel. mínima (km/h) | Transporte<br>Vel. mínima (km/h) |
|--------|-----------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| 6030   | IVT/PowrQuad/AutoQuad | 0.1                                  | 15                               |
| 7030   | IVT                   | 0.1                                  | 21                               |
| 7030   | PowrQuad/AutoQuad     | 2.5                                  | 15                               |
| 8030   | IVT                   | 0.1                                  | 23                               |
| 8030   | PowerShift            | 2.0                                  | 23                               |

rencia, en función del modelo. El aumento de potencia en la toma de fuerza, a 540 ó 1000 rev/min, resulta ligeramente inferior con respecto de los valores indicados, que corresponden al motor.

El John Deere define como 'inteligente' el IPM, ya que las modalidades de corrección de la potencia son continuas, sin discontinuidades. Para que el *power boost* sea activado es necesario que el tractor esté utilizando un equipo que solicite toda la potencia disponible en el motor.

La activación del IPM con el empleo de la toma de fuerza se establece por un sensor electrónico unido a su embrague, con la condición de que el tractor se mueva por encima de unas velocidades mínimas que se indican en la Tabla 4.

Durante el transporte la inserción del IPM es progresiva. El motor responde con continuidad, cuando la carga cambia y una potencia adicional resulta necesaria, como por ejemplo si se enfrenta a una subida. En la Tabla 4 se presentan las velocidades mínimas de intervención

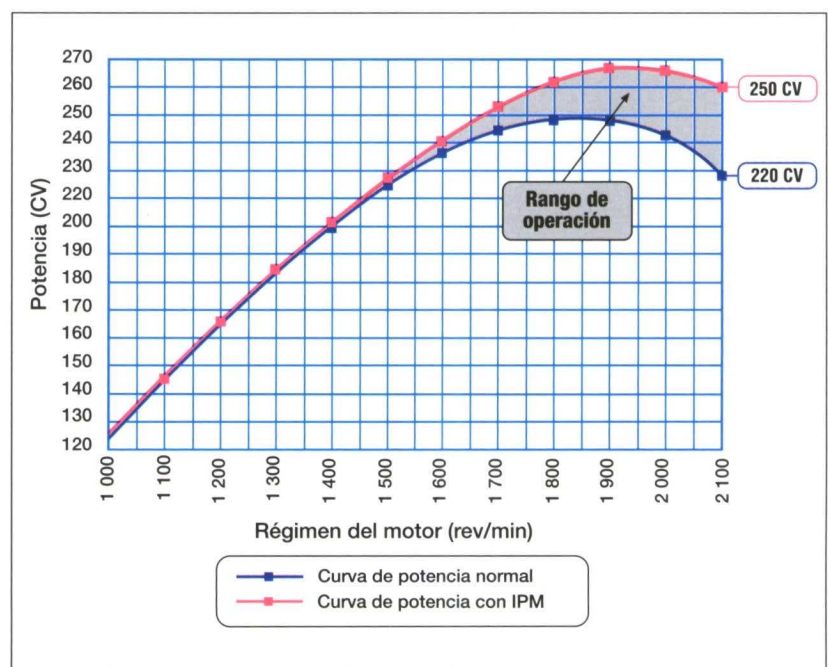
del IPM, durante las operaciones de transporte, siempre que se supera la potencia nominal disponible. La potencia adicional se encuentra totalmente disponible en un intervalo de 5 km/h.

En caso de que el operador no use el modo 'automático' sobre los tractores John Deere, es decir, la modalidad que mantie-

**LA ACTIVACIÓN  
DEL IPM CON EL EMPLEO  
DE LA TOMA DE FUERZA  
SE ESTABLECE POR UN  
SENSOR ELECTRÓNICO  
UNIDO A SU  
EMBRAGUE**

ne el motor a un régimen nominal, el motor, estando cargado, disminuye automáticamente el régimen de rotación, provocando la intervención del *power boost*. EL IPM puede suministrar la potencia adicional correspondiente reduciendo el régimen del motor hasta valores de unos 1600-1800 rev/min, correspondiente al régimen de par máximo. En la Figura 4 se presenta como ejemplo la potencia adicional disponible en el tractor JD 7930.

FIGURA 4.- POTENCIA ADICIONAL DISPONIBLE EN EL TRACTOR JOHN DEERE 7930 EN FUNCIÓN DEL RÉGIMEN DEL MOTOR



## Tractores Claas

El tractor Claas Axion monta un sistema *power boost* desarrollado por Claas, denominado *Claas Power Management* (CPM). El CPM suministra hasta 30 CV de potencia extra, utilizable, según el fabricante, en el 80% de las aplicaciones del mismo, anulando la necesidad de adquirir un tractor más grande y más caro para ejecutar la misma operación.

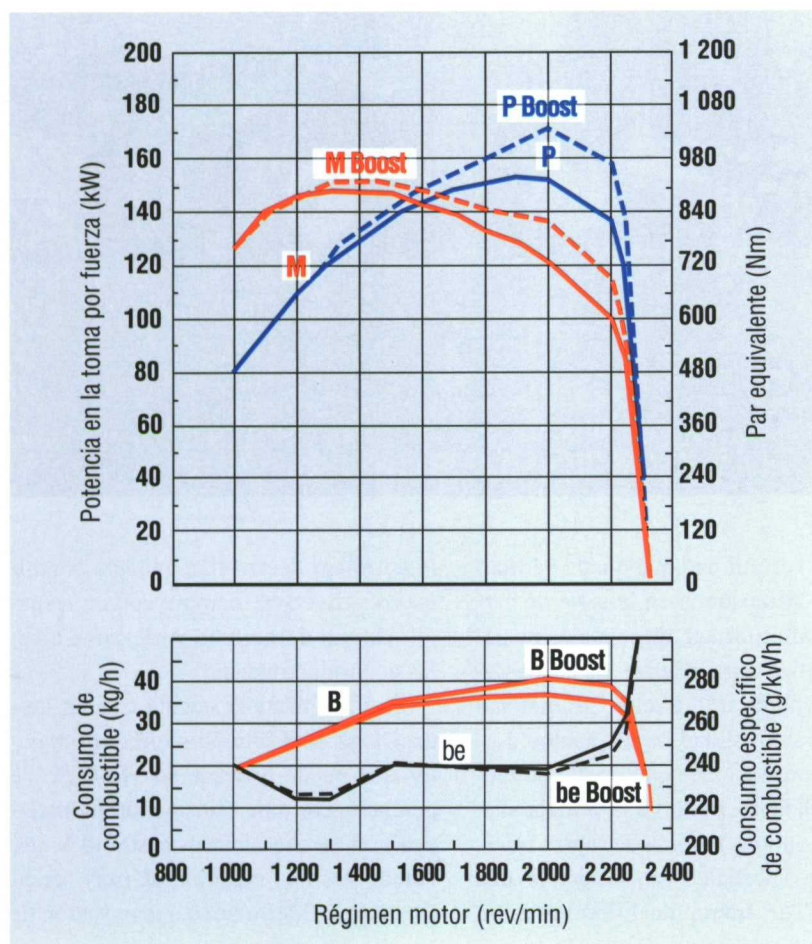
Se activa como consecuencia de:

- La solicitud de elevada potencia hidráulica.
- La demanda de alta potencia a la toma por fuerza.
- La demanda de potencia en la transmisión a las ruedas, cuando la velocidad de avance supera los 6 km/h.

El tractor Axion ha sido ensayado por el centro oficial alemán



FIGURA 5.- POTENCIA Y PAR MÁXIMO DISPONIBLES EN EL TRACTOR CLAAS AXION EN FUNCIÓN DEL RÉGIMEN DEL MOTOR



de pruebas de tractores y máquinas agrícolas DLG. Los resultados de la prueba se presentan en la Figura 5. Las potencias máximas obtenidas son respectivamente:

- 209 CV (153.5 kW) sin *power boost*.
- 233 CV (171.4 kW) con *power boost*.

Lo que indica un aumento 24 CV, equivalente a casi un 10% de incremento. ■