

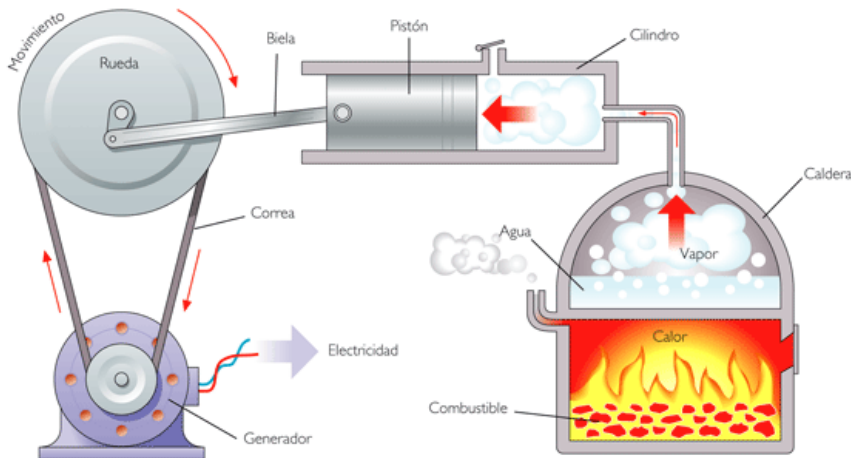
PRESENTACIONES DE JACINTO GIL SIERRA
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
II CURSO SOBRE EL USO EFICIENTE DEL TRACTOR
AGRÍCOLA

MADRID, 25, 26 Y 27 DE MARZO DE 2019

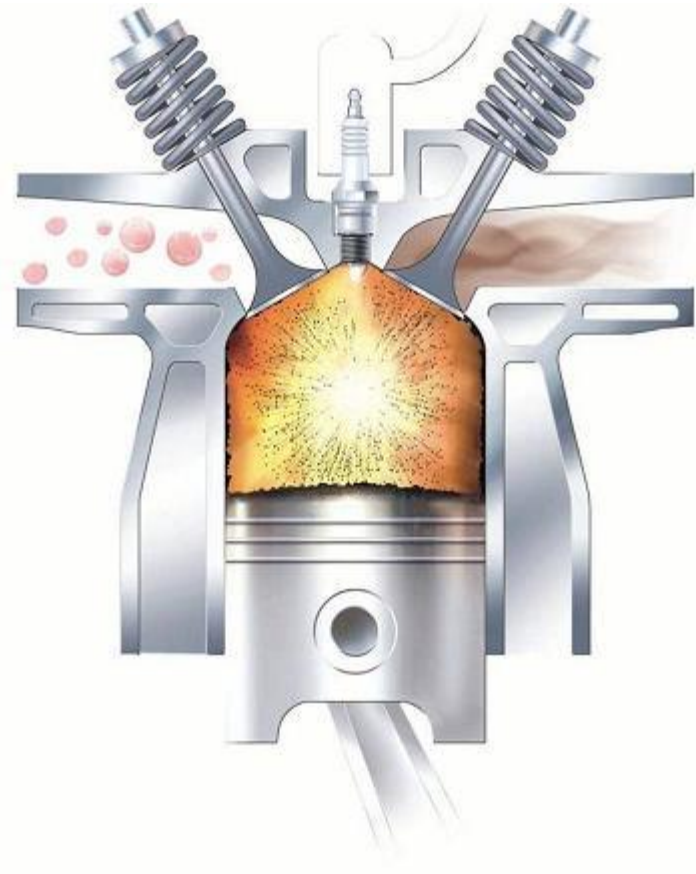
Fuentes de energía.

Motores de combustión

Combustión externa

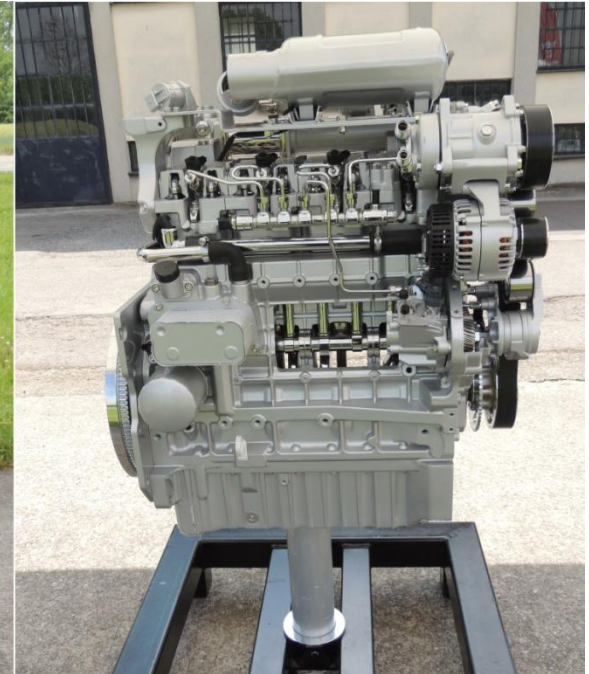
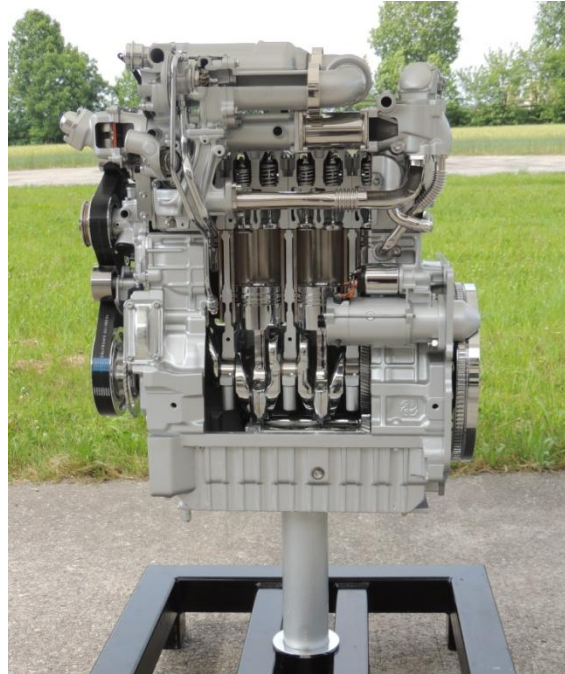
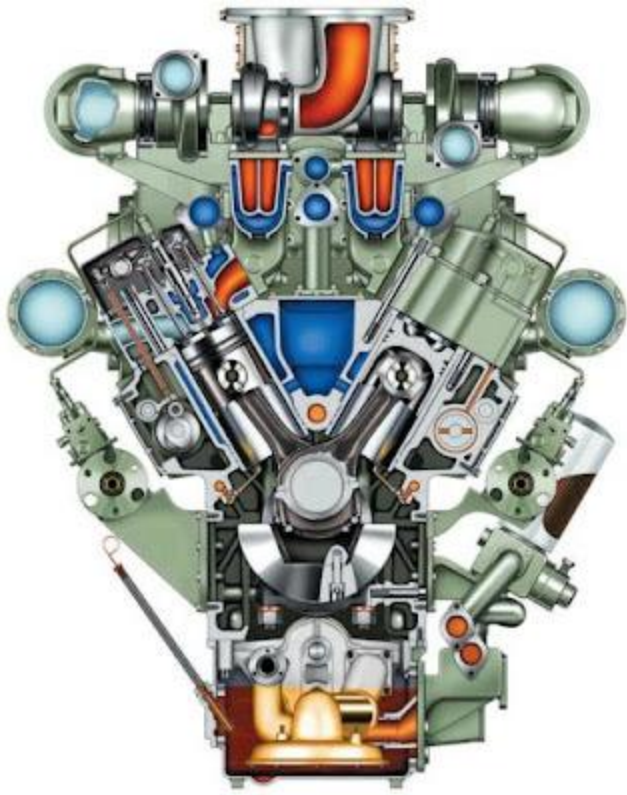


Combustión interna



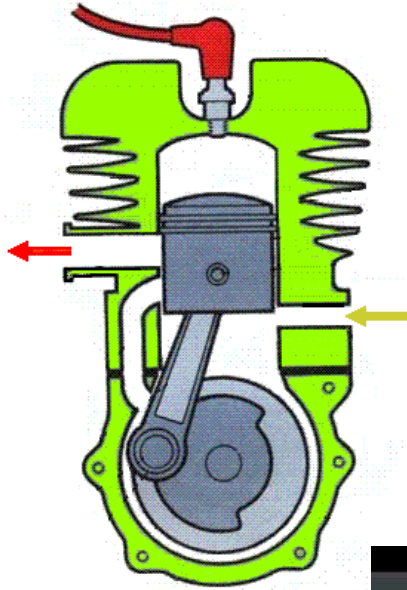
Fuentes de energía.

Motores de combustión interna

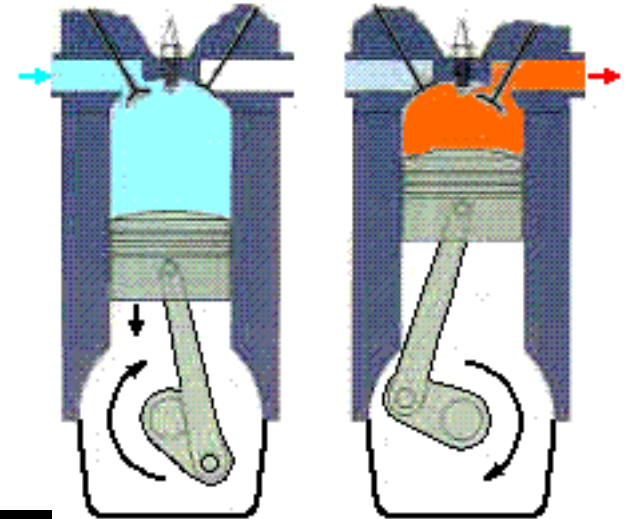


Tipos de motores de combustión

Dos tiempos



Cuatro tiempos

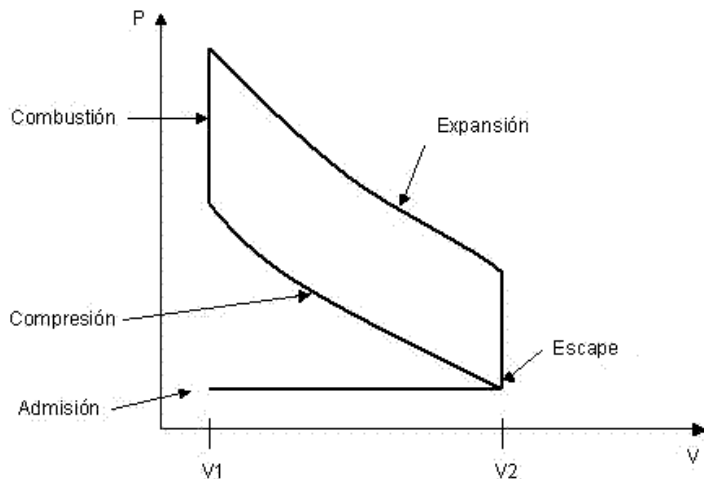
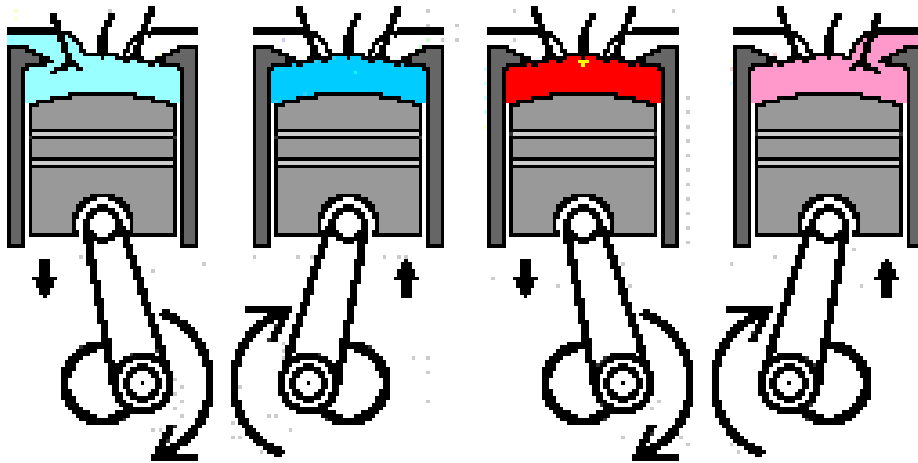


Wankel

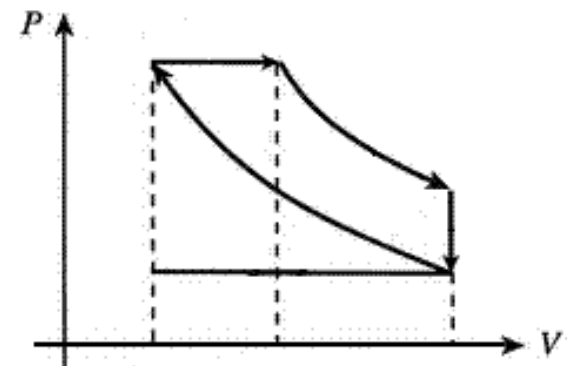
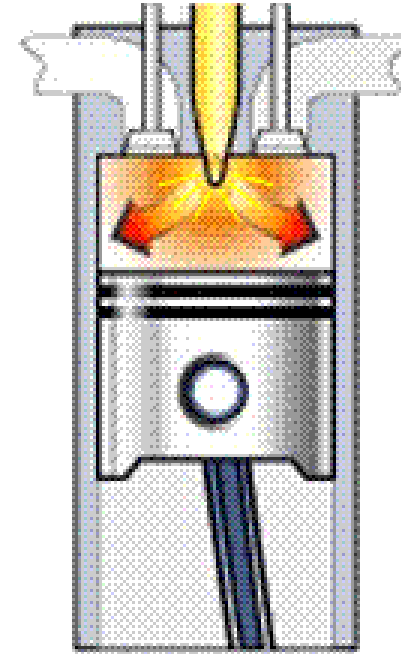


Motores de cuatro tiempos

Gasolina



Gasóleo (diesel)



Motores diesel de 4 tiempos

Combustible: gasóleo

Evaporación del petróleo a 230 – 350°C (15 a 23 átomos C)

Hasta 5% biodiesel (ésteres metílicos de origen vegetal)

no es necesario que lo advierta el proveedor

Real Decreto 61/2006:

Gasóleo A – automoción

Gasóleo B – uso agrícola y marítimo

Gasóleo C – calefacción

Las especificaciones del gasóleo A y B son casi las mismas (diferente color) índice de cetano ≥ 46

Desde el 1 de enero de 2012 se ha reducido el contenido de azufre

Índice de cetano

encendido del hexadecano ≈ 100

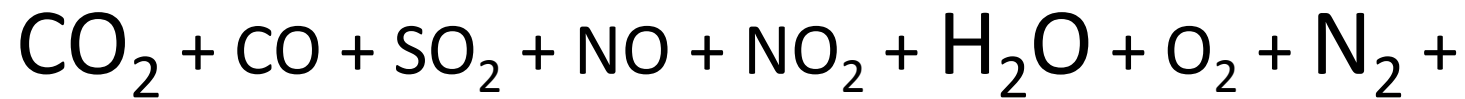
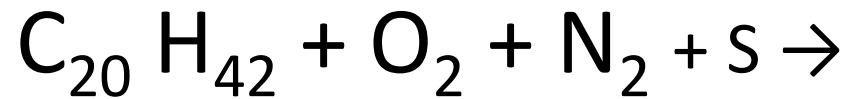
encendido del α -metil-naftaleno ≈ 0

Índice de cetano de un gasóleo:

presión de encendido de una muestra = presión de encendido de una mezcla de X partes de hexadecano y $100 - X$ partes de α -metil-naftaleno

a mayor índice de cetano, menor retraso de la ignición y mejor calidad del combustible

Combustión del gasóleo



hidrocarburo no quemado o a medio quemar + **calor**

Rendimiento del motor =

trabajo realizado/energía consumida (calor del combustible)

Todo proceso que reciba calor (Q_C) de un lugar a temperatura caliente (T_C) y lo transforme en trabajo, necesita eliminar parte del calor (Q_F) a un lugar a menor temperatura (T_F). Es imposible transformar todo el calor en trabajo, solo se transforma la diferencia entre la energía recibida menos la energía devuelta.

El rendimiento de un motor que transforma calor en trabajo es $(Q_C - Q_F)/Q_C = 1 - Q_F/Q_C$

cuyo máximo valor teórico es $1 - T_F/T_C$

Por ejemplo, si en el interior del motor, en el momento que arde el gasóleo se alcanza una temperatura de
 $1600^{\circ}\text{C} = 1873 \text{ K}$

y el ambiente al que se elimina parte del calor está a una temperatura de $20^{\circ}\text{C} = 293 \text{ K}$

El máximo rendimiento posible es
 $1 - 293/1873 = 0,84 = 84\%$

En un motor diesel que tuviera un funcionamiento perfecto, el máximo rendimiento teórico es inferior a $1 - T_F/T_C$

El mejor rendimiento posible de un ciclo diesel está en torno al 63%

En la práctica, el máximo rendimiento que alcanza un motor actual es alrededor de 51,5% en algunos motores marinos muy potentes que giran a 100 rev/min

Factores que influyen en el rendimiento del motor

Relación de compresión

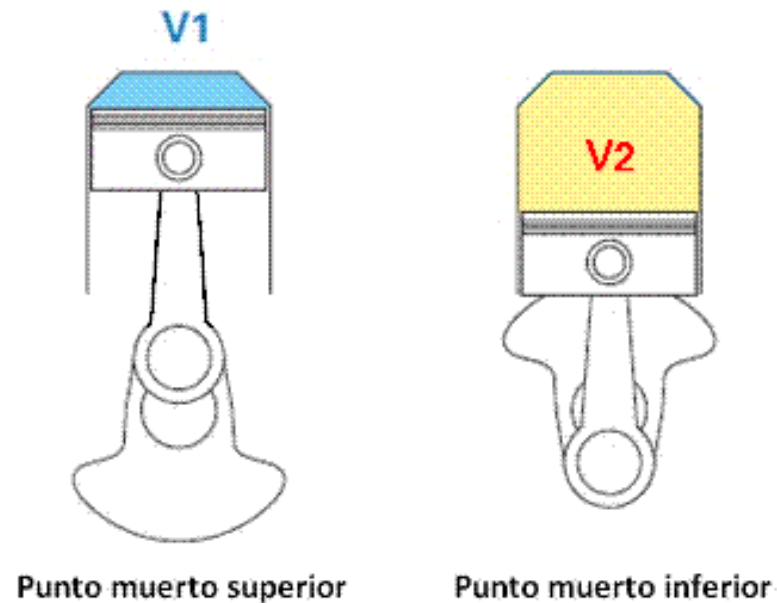
Velocidad de giro

Carga del motor

Sistema de inyección

Sistema de control

Relación de compresión



$$\text{relación de compresión} = V_2/V_1$$

según ensayos, una relación de compresión alrededor de 14 proporciona el mejor rendimiento

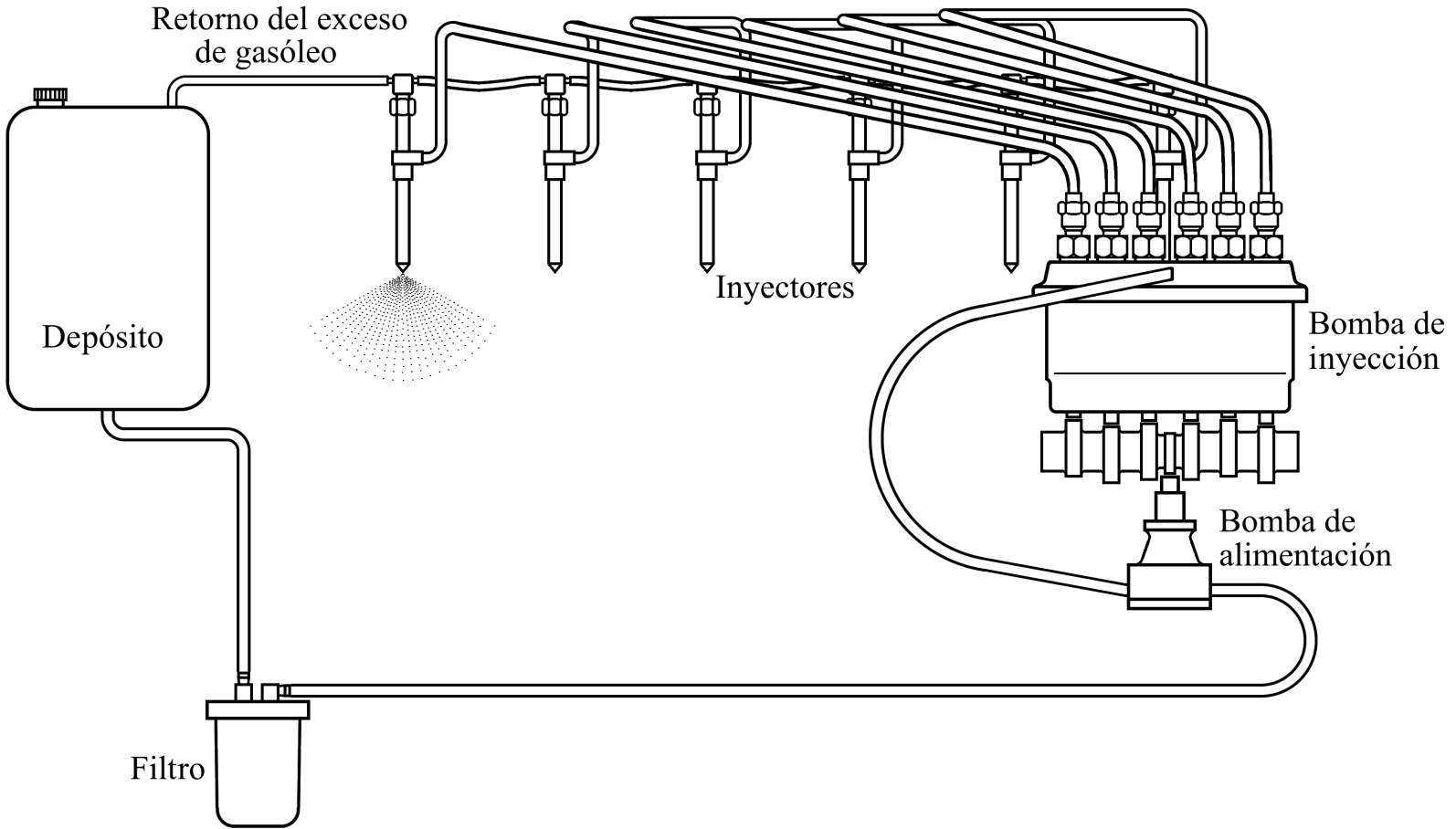
Antiguamente: inyección indirecta

El combustible se inyecta dentro de la cámara de turbulencia, quemándose una parte de él. La presión aumenta, los gases de esa combustión y el carburante restante entra en la cámara de combustión y se mezcla con el aire produciéndose la quema de combustible definitiva. Menos ruido, sistema de inyección más simple y barato
Mayor consumo de combustible y un peor de arranque en frío.

Actualmente: inyección directa

El combustible es inyectado directamente en la cámara de combustión del cilindro
Más ruido, vibraciones y sistema de inyección más caro
Quemado más eficaz, mejor rendimiento

Circuito tradicional de inyección

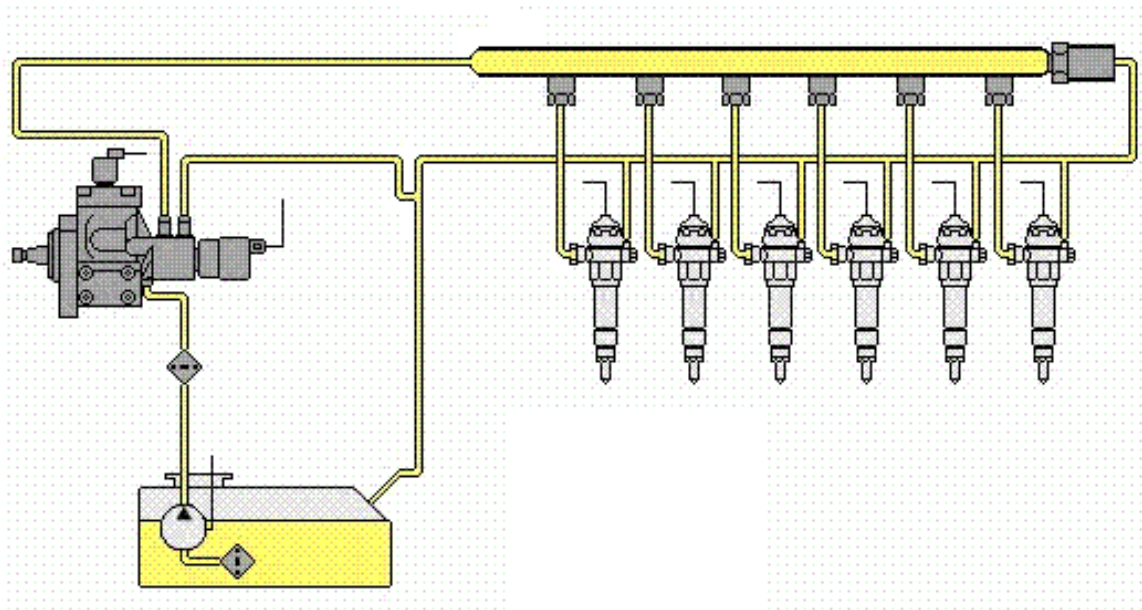


Circuito de inyección Common Rail

(se empezó a instalar en 1998)

La bomba de inyección impulsa el gasóleo a un conducto común para todos los inyectores.

La pulverización es más fina debido a la mayor presión del combustible (2000 bar) y orificios de menor tamaño en los inyectores



Ventajas del common rail:

Permite controlar electrónicamente el suministro de gasóleo

Se pueden hacer pre-inyecciones antes de la inyección principal

Se puede regular la presión en función de la carga del motor (por ejemplo 250 bar a ralentí y 2000 bar a carga máxima)

Posibilidad de doble curva del motor



Inyectores con varios microagujeros

Las gotitas de combustible son más finas

El gasóleo se mezcla mejor con el aire

Mejora el rendimiento

Si el aire contenido en

la cámara de combustión

tiene turbulencias, arderá

mejor la totalidad del

combustible



Turbocompresor

Los gases del escape mueven una turbina

El eje de la turbina mueve otros álabes que impulsan y comprimen el aire de entrada

En el motor entra aire comprimido, por lo que cabe más masa (más cantidad de oxígeno)

Aumenta la concentración de oxígeno en la mezcla aire-combustible



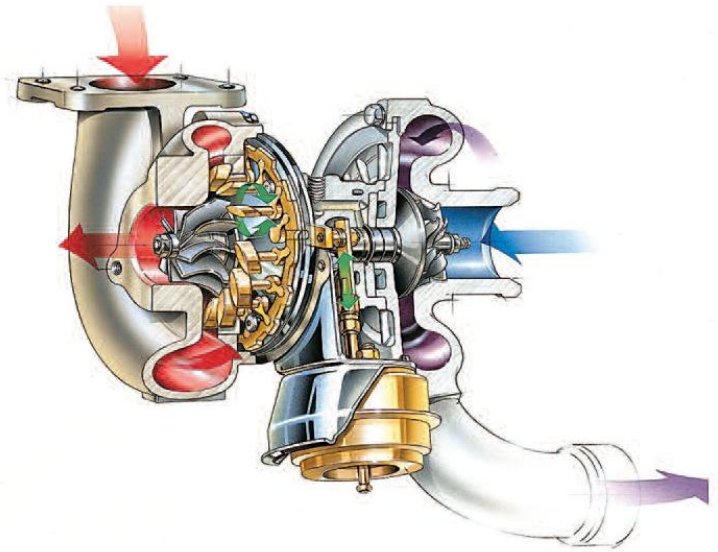
Turbocompresor

Mejora el rendimiento

No efectivo a bajas revoluciones del motor

Para ajustarse a las revoluciones del motor: •Turbo con válvula de descarga. Mejora el rendimiento también a régimen lento. Rendimiento constante a régimen elevado.

•Turbo de geometría variable. Modifica la posición de los álabes. Mejora el rendimiento en todo el intervalo de revoluciones.



Bajas
revoluciones

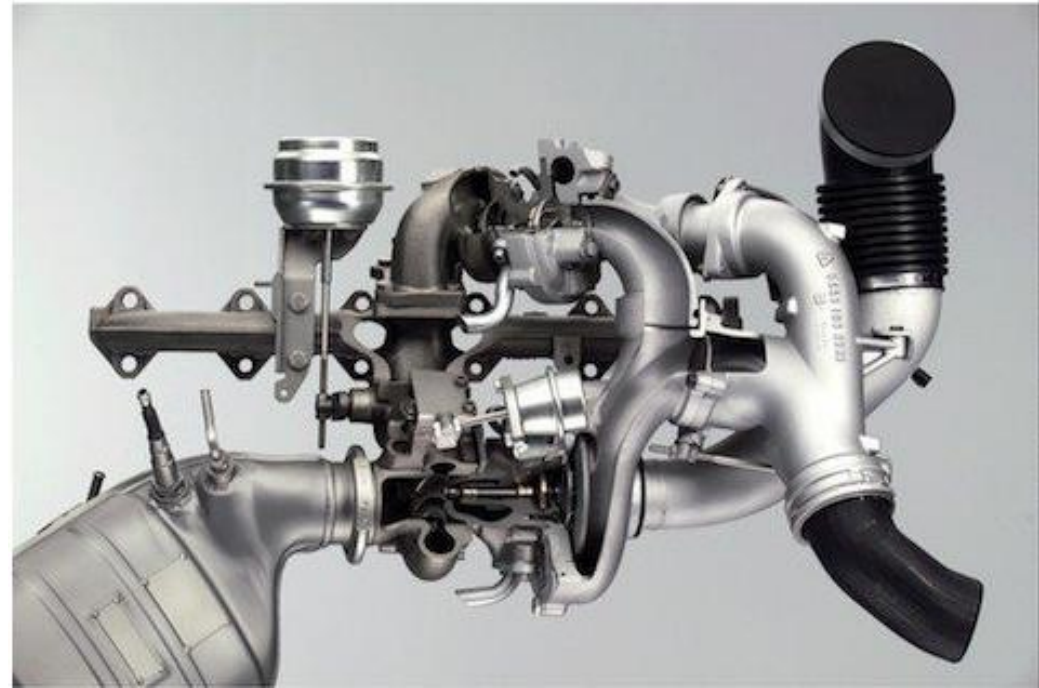
Altas
revoluciones

Sistemas de doble turbo

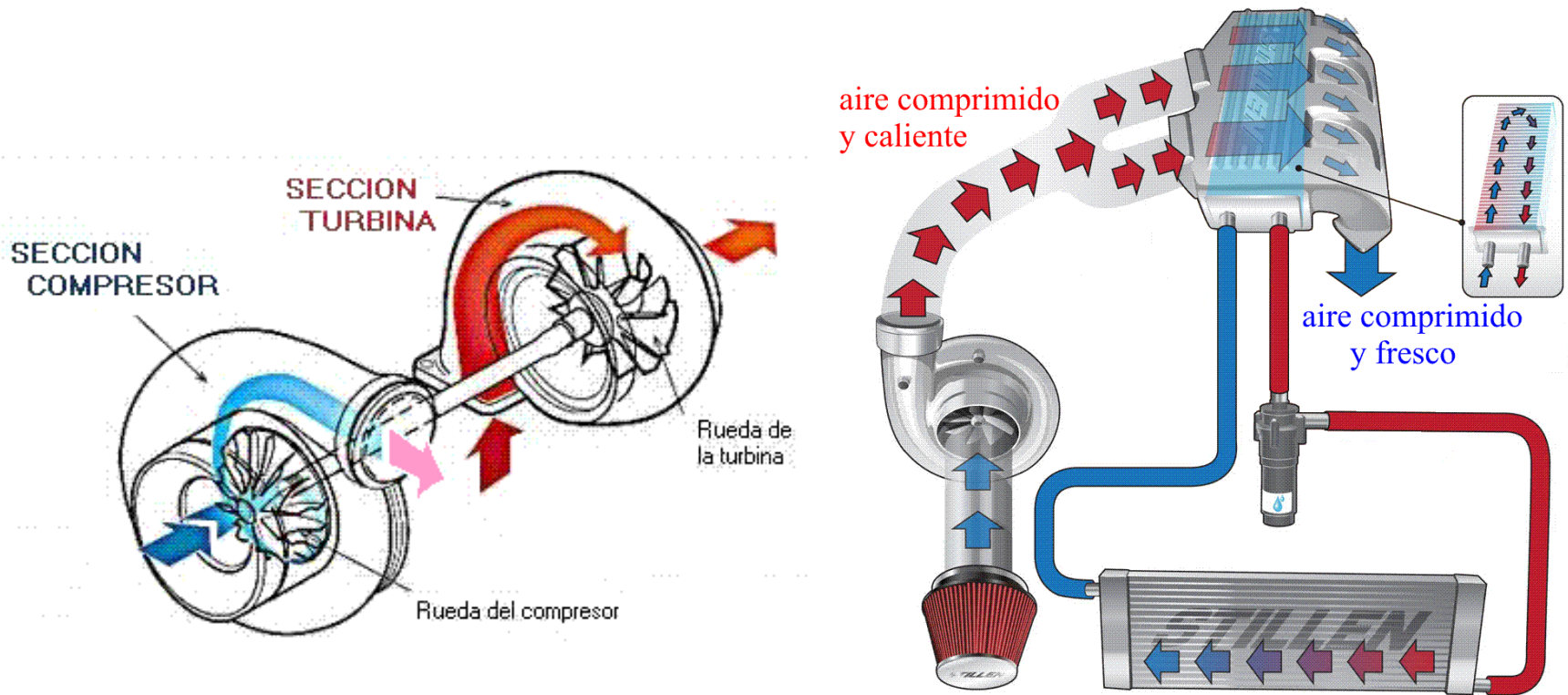
Turbo pequeño
para bajas
revoluciones

Turbo grande para
altas revoluciones

Mejora el
rendimiento en
todo el intervalo

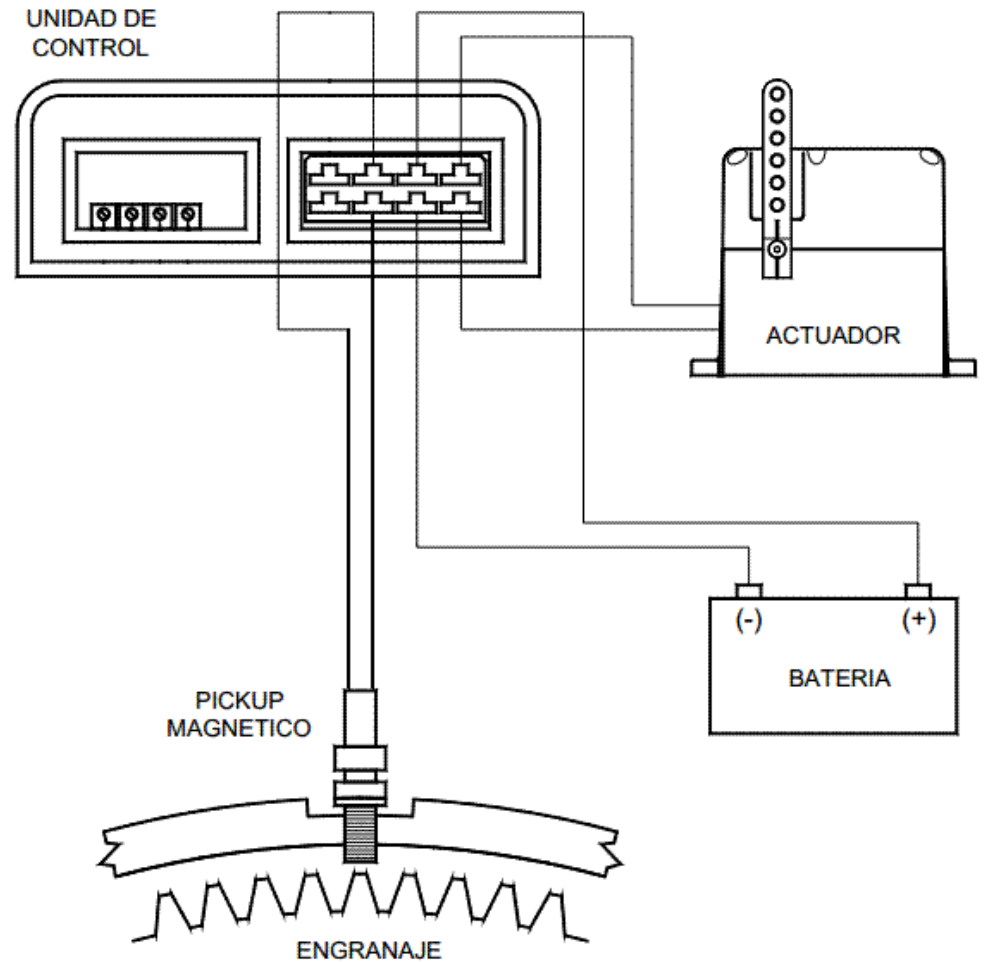
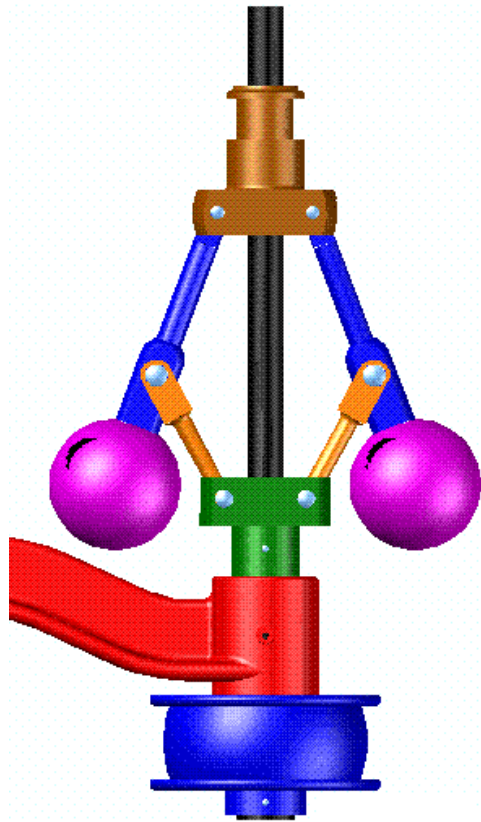


El aire, al comprimirse, también se calienta.
Conviene enfriarlo con un enfriador o intercooler
Hay intercoolers aire-aire y aire-agua



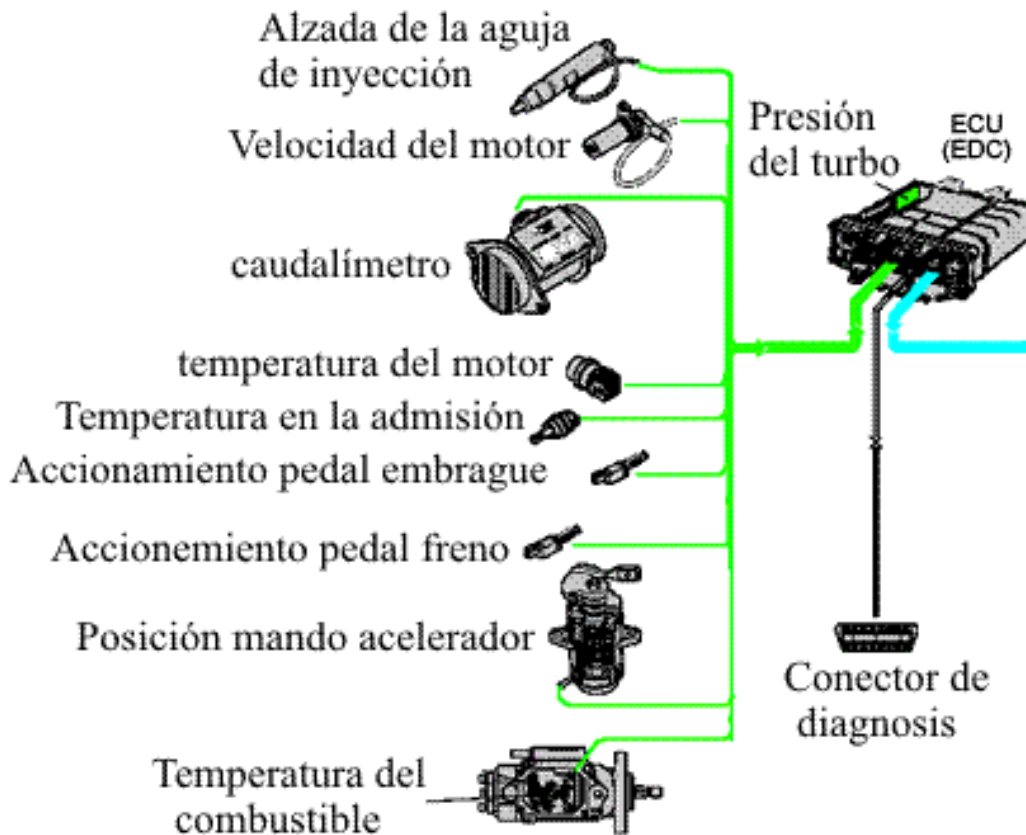
Regulador

su misión básica inicial era reducir el suministro de combustible si el motor se embalaba

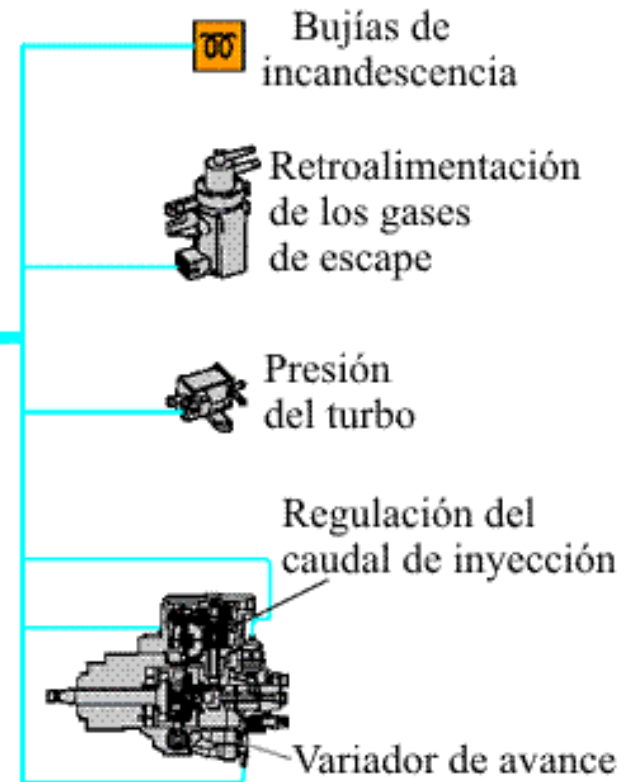


Componentes de la gestión electrónica diesel

Sensores



Actuadores



Regulador electrónico

El ordenador decide la cantidad ideal de combustible que se debe inyectar variando el tiempo y la presión de inyección

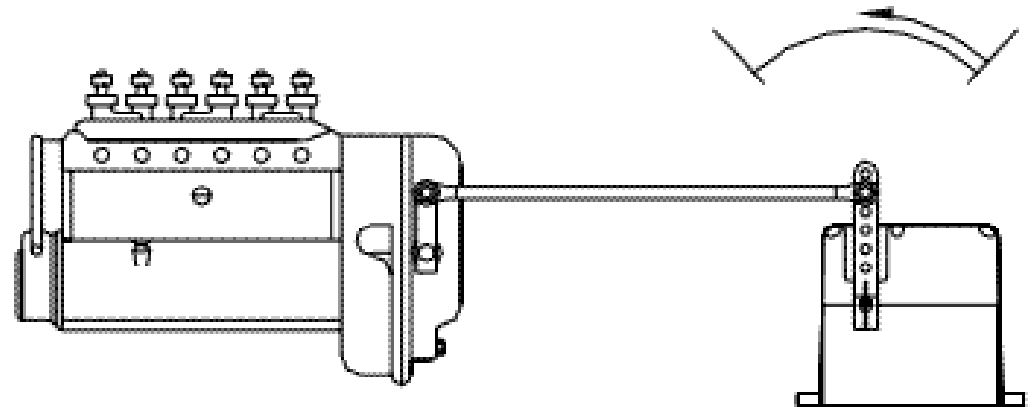
Regulador electrónico

Envían una señal al actuador para regular la inyección de combustible en función de señales eléctricas que informan de diversas variables de trabajo, por ejem.:

Temperatura del motor

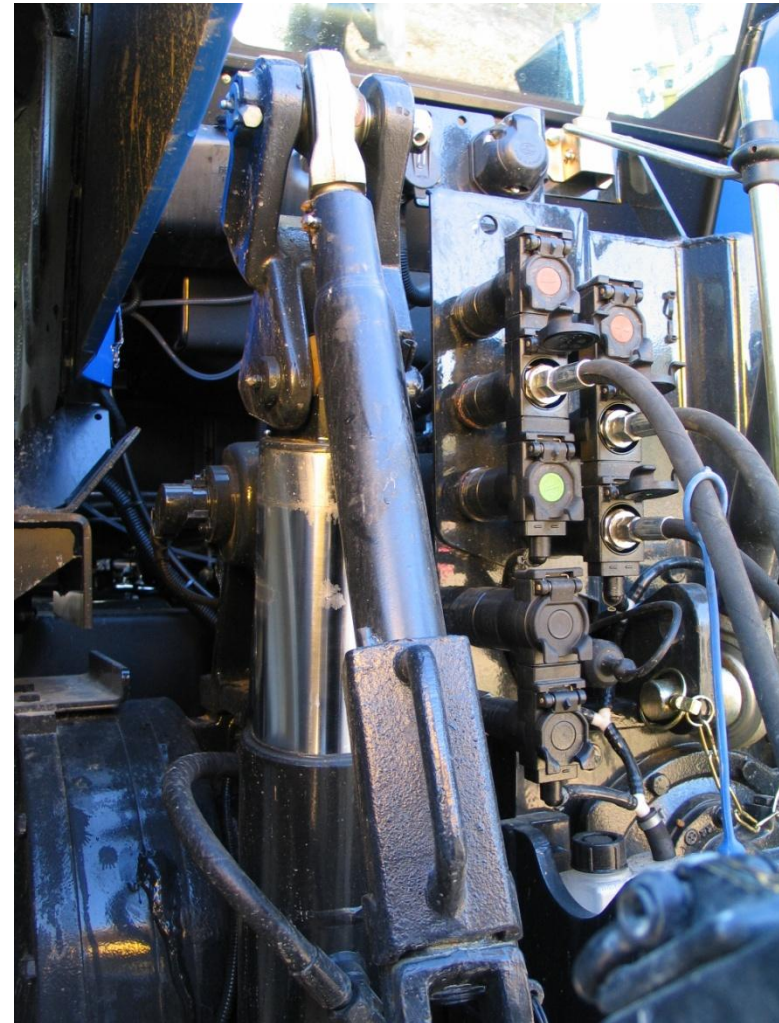
(para compensar el arranque en frío)

Emisiones contaminantes



Sistema hidráulico del tractor

Su influencia en la eficiencia energética

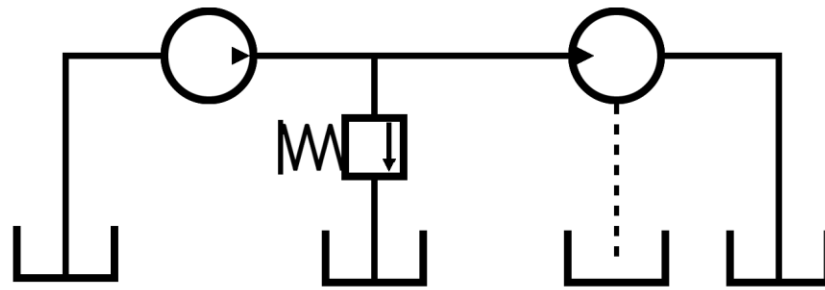


Equipamiento hidráulico del tractor

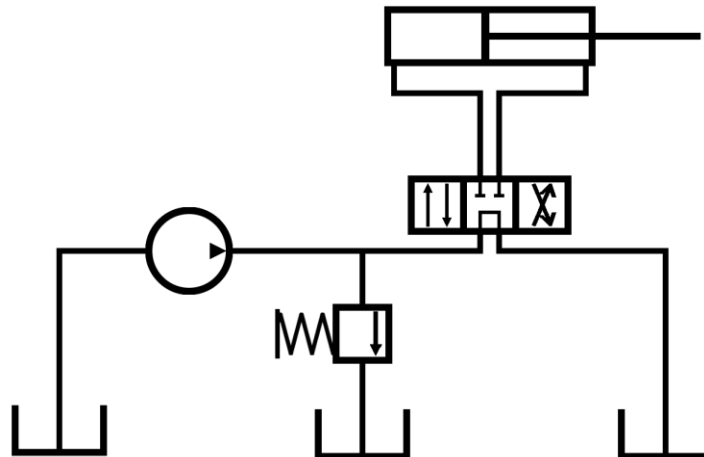
- Sistema elevador
- Dirección hidrostática
- Servicios externos
- Freno
- Servoasistencia a numerosos servicios (acoplamiento toma de fuerza, bloqueo del diferencial, conexión doble tracción, embrague y desembrague en cajas de cambio, etc.)

Misión del sistema hidráulico:

accionar motores (raro en el tractor, pero habitual en los aperos)



o cilindros (en el tractor y en los aperos)



Energía hidráulica

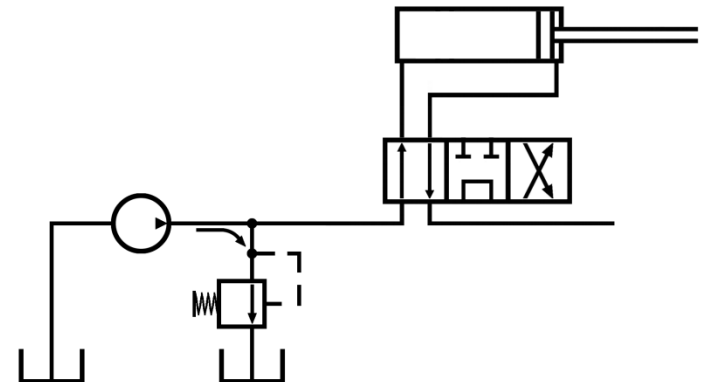
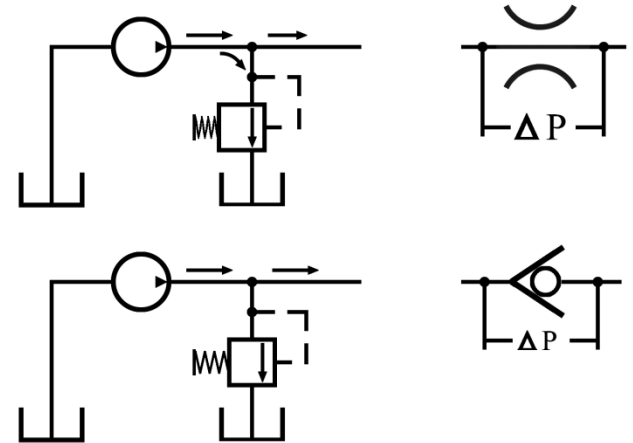
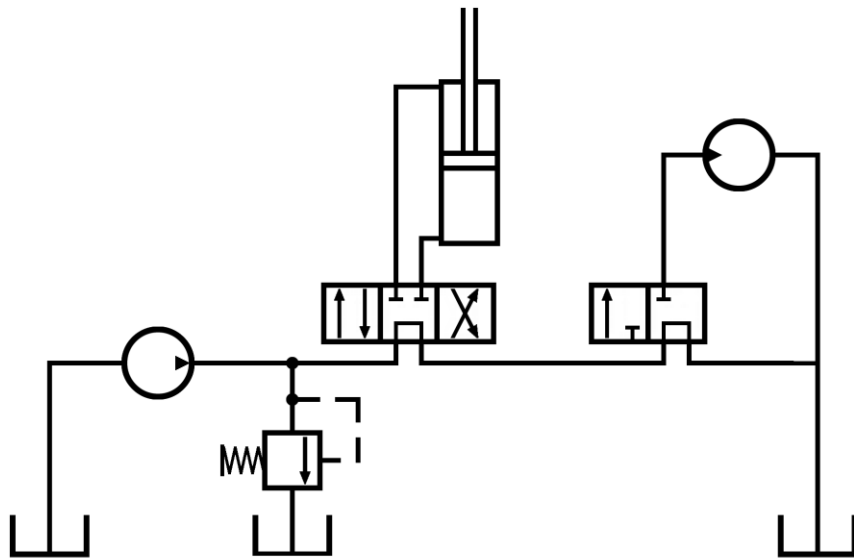
$$E = \text{Caudal} \times \text{Presión} \times \text{Tiempo}$$

$$E = Q \times P \times t$$

toda la energía hidráulica que no se transforme en trabajo útil (giro de un motor que accione, por ejemplo, un ventilador, desplazamiento de un cilindro que levante una masa), se transformará en calor.

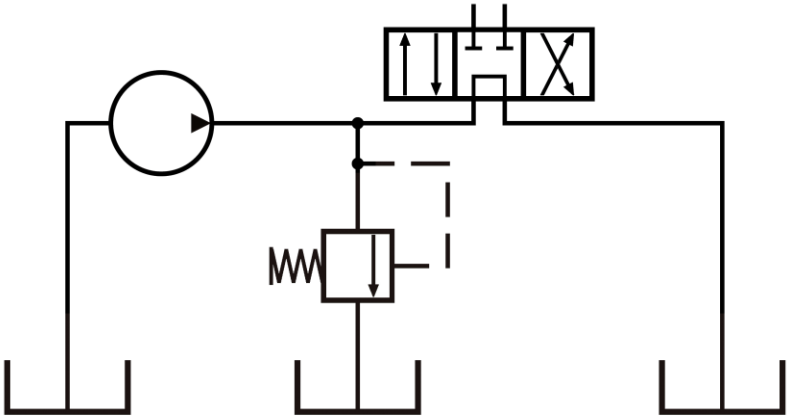
El valor de la presión que tiene el líquido en algún punto del circuito depende de la/s resistencia/s que hay desde ese punto hasta el retorno al depósito

Resistencias u obstáculos que provocan la aparición de presión:

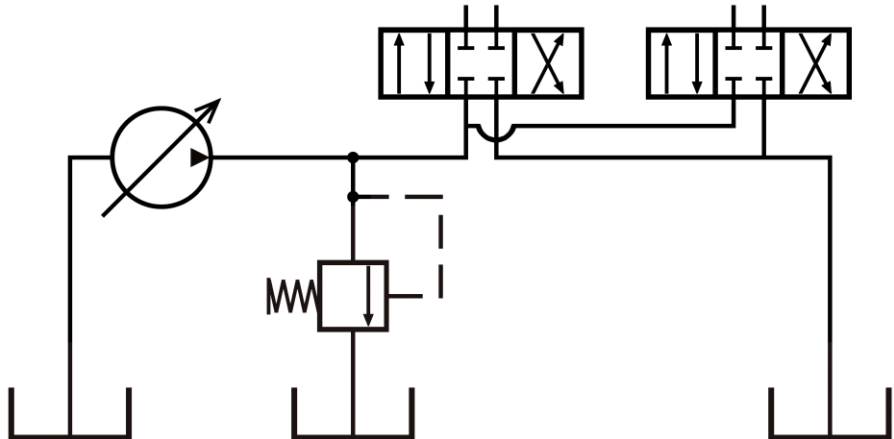


Tipos de circuitos hidráulicos en los tractores:

Centro abierto

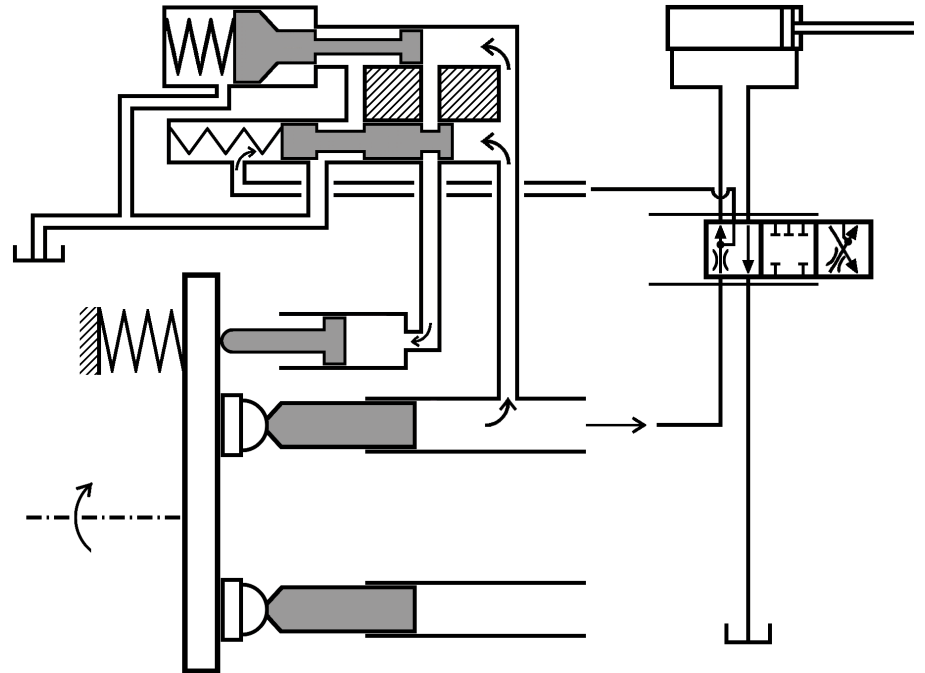
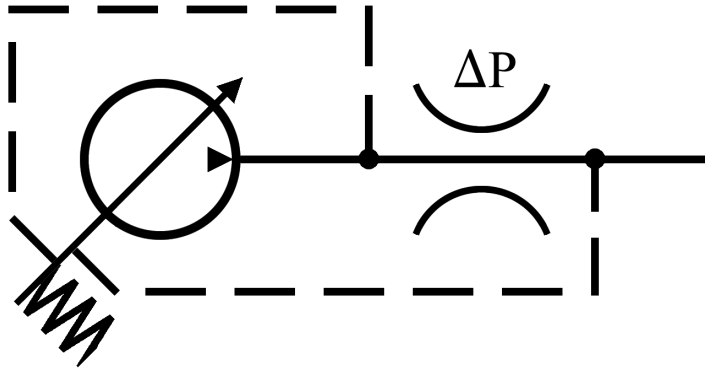


Centro cerrado

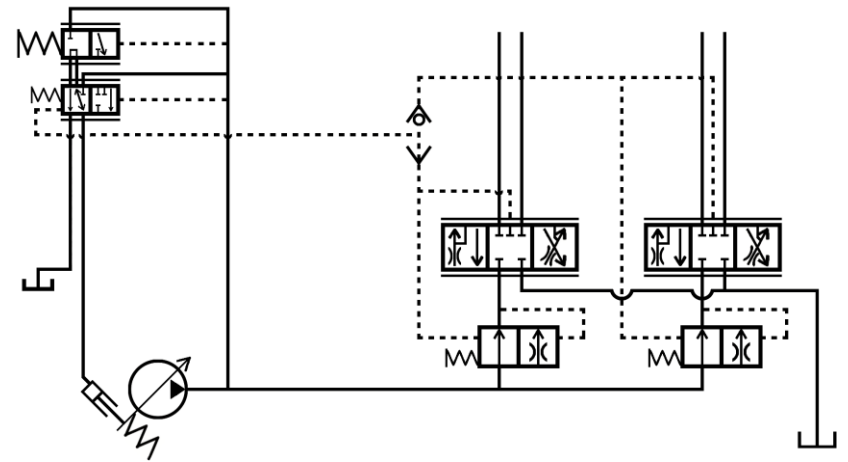
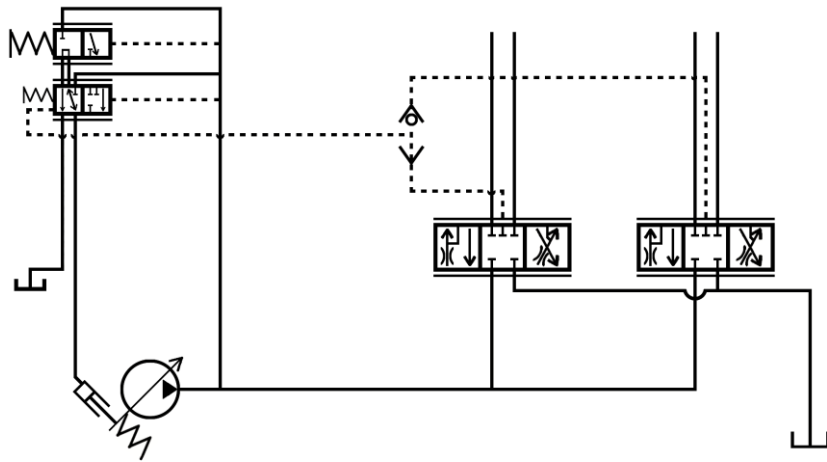


Caudal a la demanda (Load Sensing)

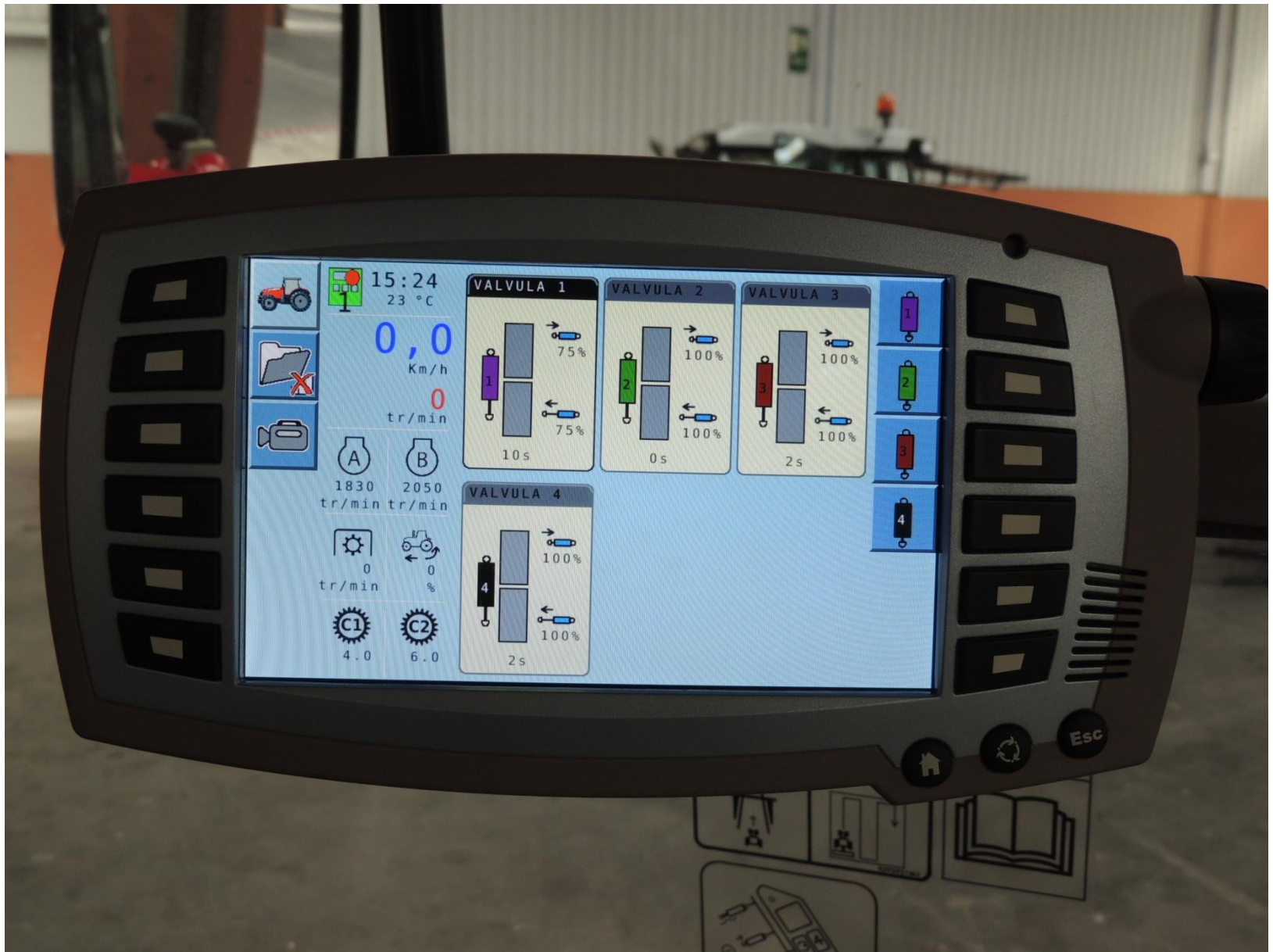
Caudal a la demanda (Load Sensing)



Caudal la demanda (Load Sensing) cuando se utiliza para accionar más de un servicio



Regulación del caudal en cada servicio



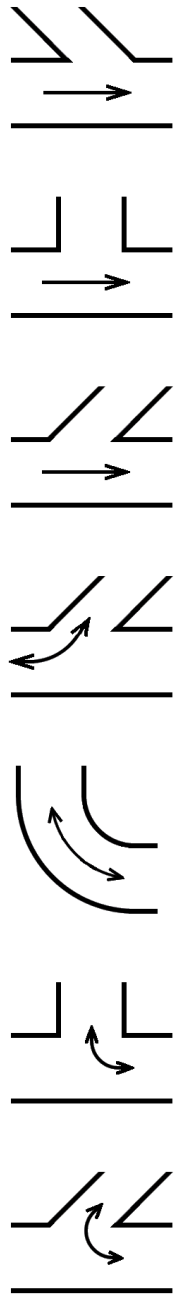
Pérdida de carga tuberías y puntos singulares

$$\Delta P = K \cdot f(\text{caudal, velocidad, viscosidad, ...})$$

El valor de coeficiente K depende del régimen del flujo en la tubería (laminar o turbulento) y de la configuración del punto singular.

Mayor pérdida de carga en tuberías con flujo laminar que turbulento

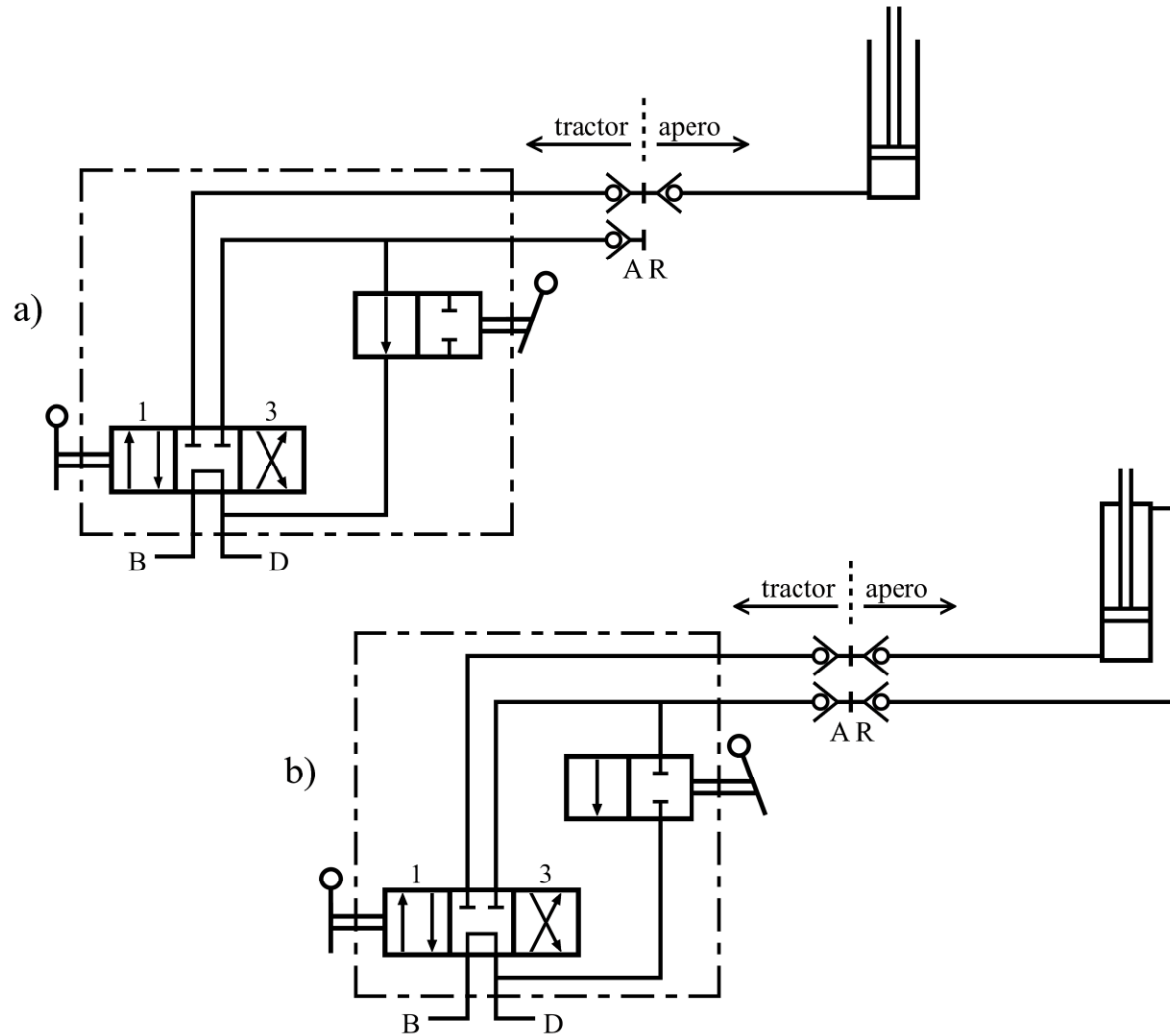
Si no hay caudal (ni, por tanto, velocidad del líquido), no hay pérdida de carga en puntos singulares.



Posibles conexiones
entre tuberías que
provocan pérdidas
de carga en orden
de menor
a mayor

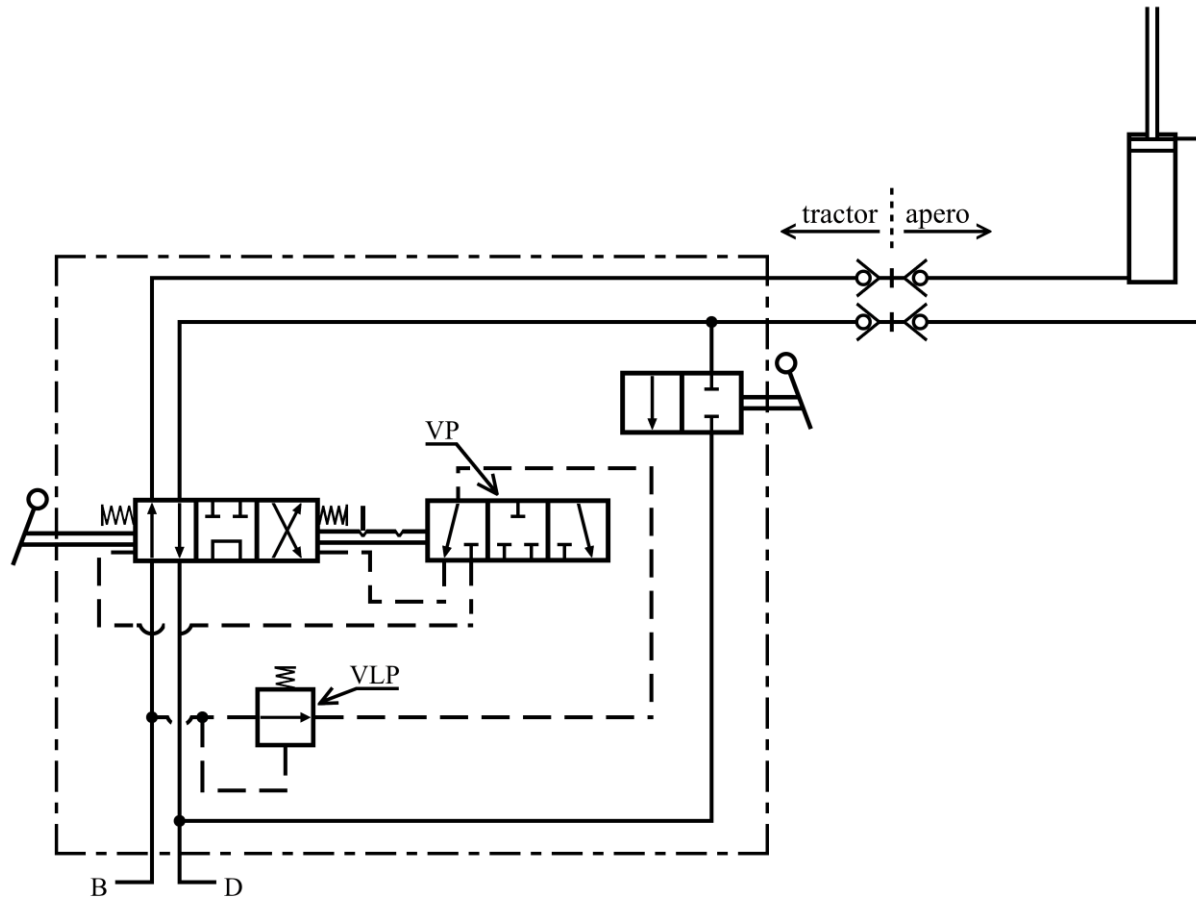
Servicios externos de los tractores

Distribuidor de simple – doble efecto



Servicios externos de los tractores

Distribuidores con retención y autocancelación por presión



El el accionamiento de la/s bomba/s del sistema hidráulico se ha introducido un modo ECO semejante al de las tomas de fuerza económicas

Clasificación de los tractores agrícolas según su eficiencia energética



GENERAL ELECTRIC

FRIGORÍFICO
MOD. GTG17HBRWW

- No frost
- Volumen total 476 L
- Control electrónico descon.
- 164,5x71,1x65,7

compre ahora y empiece
a pagar el 31 de marzo*

electroHogar



745,00€



Energía

Fabricante:
Modelo:

GE
E14
GTG17HBRWW

Más eficiente



Menos eficiente

Consumo de energía kWh/año

Consumo de energía kWh/año

Consumo de energía kWh/año

Consumo de energía kWh/año

Consumo de energía kWh/año

Consumo de energía kWh/año

Consumo de energía kWh/año

Consumo de energía kWh/año

Consumo de energía kWh/año

Consumo de energía kWh/año

Consumo de energía kWh/año

Consumo de energía kWh/año

Consumo de energía kWh/año

Consumo de energía kWh/año

Consumo de energía kWh/año

Consumo de energía kWh/año

Consumo de energía kWh/año

Consumo de energía kWh/año

Consumo de energía kWh/año

Consumo de energía kWh/año

Consumo de energía kWh/año

Consumo de energía kWh/año

Consumo de energía kWh/año

Consumo de energía kWh/año

Consumo de energía kWh/año

Consumo de energía kWh/año

Consumo de energía kWh/año

Consumo de energía kWh/año

Consumo de energía kWh/año

Consumo de energía kWh/año

Consumo de energía kWh/año



Energía

Fabricante
Modelo

SFR10D
FRESH L 365F

Más eficiente



A

Menos eficiente

Consumo de energía kWh/año
Sobre la base del resultado obtenido en 24 h
en condiciones de ensayo normalizadas

325

El consumo real depende de las
condiciones de utilización del
aparato y de su localización

Volumen alimentos frescos l
Volumen alimentos congelados l

255
96



Ruido
(dB(A) a 1 p(m))

37

Ficha de información detallada en
los folletos del producto



Norma EN 152, Anexo 1990
Directiva sobre etiquetado de refrigeradores EN 61312

Energía

Fabricante
Modelo

GE
CORONA ELECTRIC
USA
G27FL2 DBMS

Más eficiente



B

Menos eficiente

Consumo de energía kWh/año
Sobre la base del resultado obtenido en 24 h
en condiciones de ensayo normalizadas

635

El consumo real depende de las
condiciones de utilización del
aparato y de su localización

Volumen alimentos frescos l
Volumen alimentos congelados l

353
108



Ruido
(dB(A) a 1 p(m))

Ficha de información detallada en
los folletos del producto



Norma EN 152, Anexo 1990
Directiva sobre etiquetado de refrigeradores EN 61312

Energía

Fabricante
Modelo

SFR10D
ECL13675F

Más eficiente



C

Menos eficiente

Consumo de energía kWh/año
Sobre la base del resultado obtenido en 24 h
en condiciones de ensayo normalizadas

565

El consumo real depende de las
condiciones de utilización del
aparato y de su localización

Volumen alimentos frescos l
Volumen alimentos congelados l

229
98



Ruido
(dB(A) a 1 p(m))

41

Ficha de información detallada en
los folletos del producto



Norma EN 152, Anexo 1990
Directiva sobre etiquetado de refrigeradores EN 61312

CONSUMO DE CARBURANTE DE COCHES NUEVOS



Presentación

► Base de Datos de Coches

- Por marca y modelo
- Por segmento comercial
- Por clasificación por consumo relativo
- Los coches de menor consumo

Etiquetas

Consejos para Ahorrar Carburante

Legislación y acuerdos



Renault Megane Grand tour 4.0 16v	8	191	B
Renault Megane Grand tour 2.0 16v Automático	8,4	201	C
Renault Megane Sedán 1.4 16v - 98 cv	6,8	164	A
Renault Megane Sedán 1.6 16v	6,8	163	A
Renault Megane Sedán 1.6 16v Automático	7,7	184	B
Renault Megane Sedán 2.0 16v	8	191	B
Renault Megane Sedán 2.0 16v Automático	8,4	201	C
Seat CORDOBA 1.4/16V55KW	6,4	154	B
Seat CORDOBA 1.4/16V55KW AUT. 4V	7,5	180	C
Seat CORDOBA 1.4/16V74KW	6,6	158	B
Seat CORDOBA 2.0/85KW	7,7	185	C
Seat LEON 1.6/16V77KW	7	168	B
Seat NUEVO LEON 1.6/75KW	7,6	183	B
Seat NUEVO LEON 2.0 FSI/16V/110KW 6V	8,2	197	C
Seat TOLEDO 2.0 FSI/16V/110KW AUT. 6V	9,1	218	D
Seat TOLEDO 2.0 FSI/16V/110KW 6V	8,1	194	C

Ensayos de tractores que permiten conocer sus prestaciones energéticas

Código de la OCDE:

Ensayos de potencia y consumo a través de la toma de fuerza.

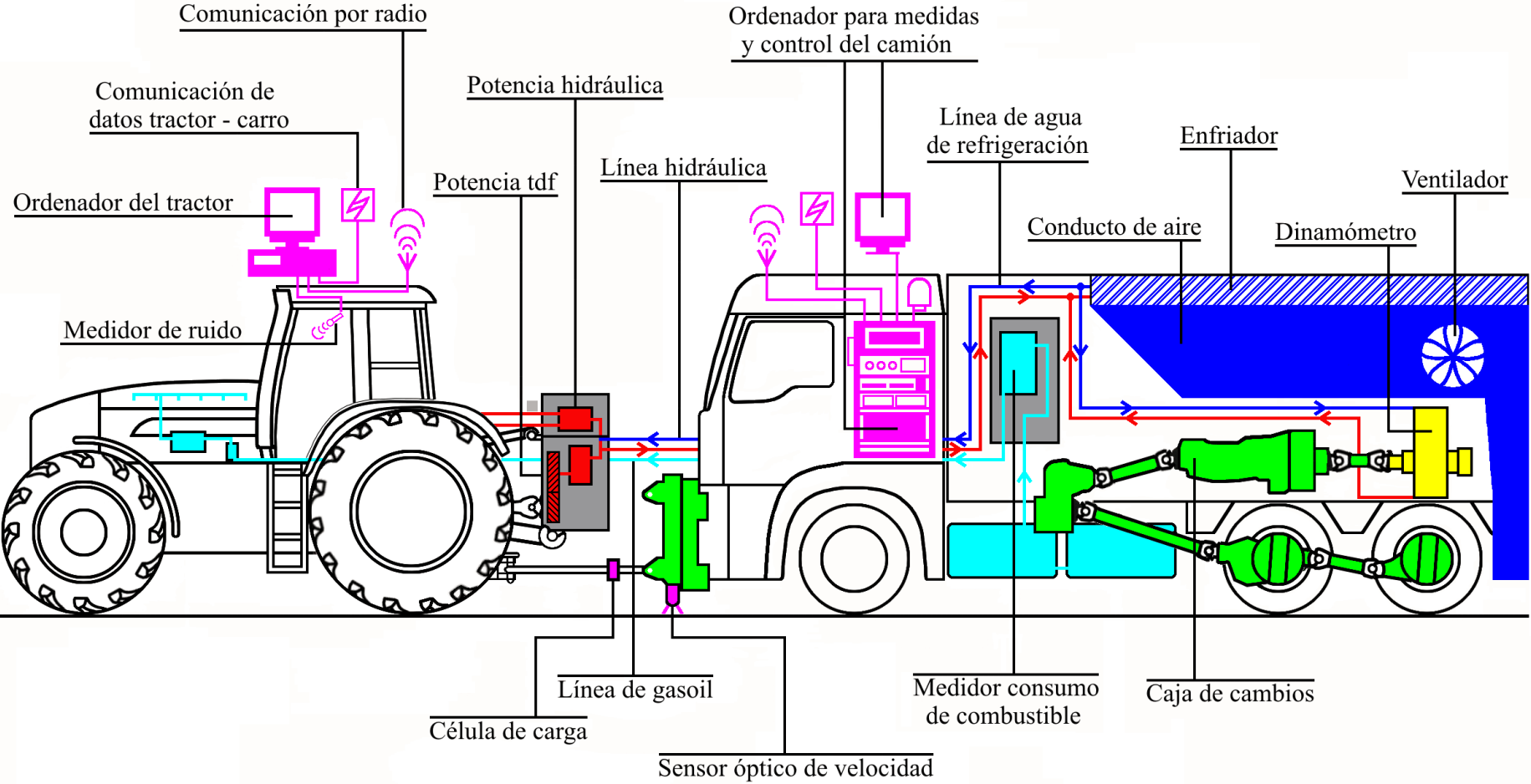
Ensayos de potencia y consumo en tracción en pista normalizada de hormigón.

Otros tipos de ensayos(Power Mix, ensayos solo del motor)

Otra fuente de datos fiables:

Certificado de conformidad

Power Mix (DLG)



Certificado de conformidad (Diario Oficial de la Unión Europea 9-9-2003)

Masas.

Dimensiones.

Situación puntos de enganche.

Parámetros del motor

Potencia nominal

Parámetros de la caja de cambios.

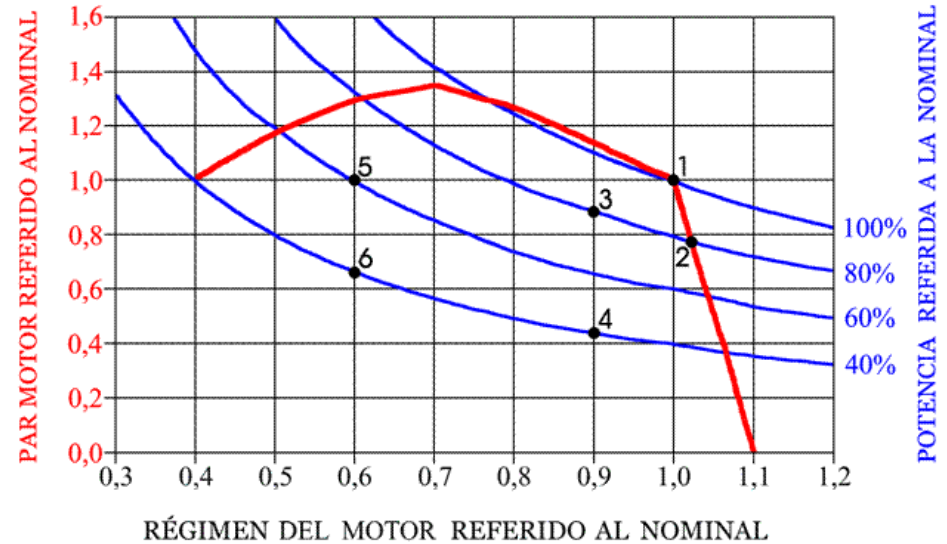
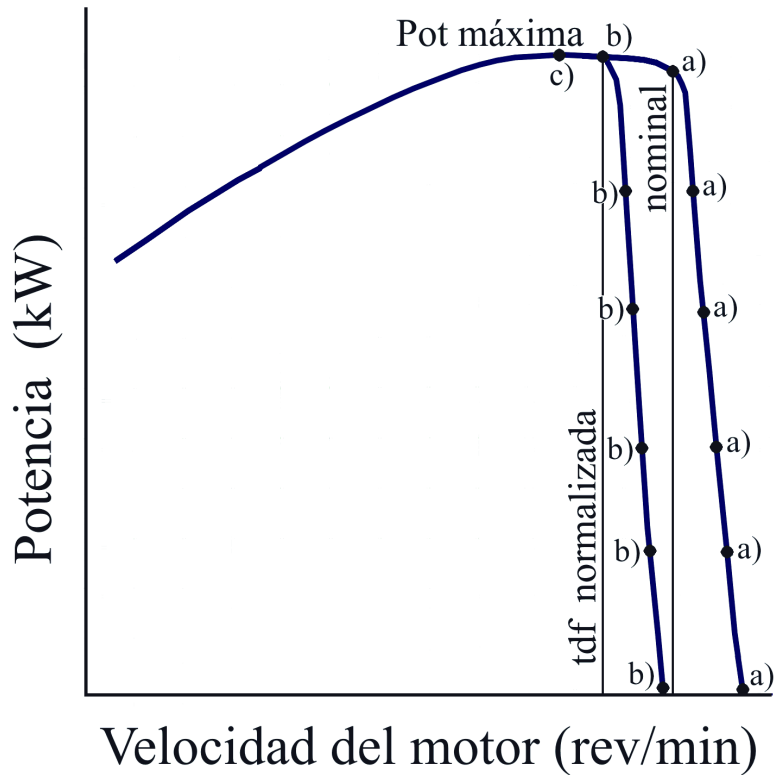
Cabina de protección.

Ensayos a la toma de fuerza siguiendo el Código de la OCDE



Puntos medidos en el ensayo a la toma de fuerza

Datos de potencia y consumo



Resultados mostrados en el boletín de ensayo

RESULTATS OPTIONNELS / OPTIONAL RESULTS

3.1.6 Essais aux charges partielles à différentes vitesses du moteur / *part loads at different engine speeds*

3.1.6.1 Essai à la vitesse nominale du moteur / *power at rated engine speed*

72,1	2200	1100	2208	21,56	25,39	299	2,84
------	------	------	------	-------	-------	-----	------

3.1.6.2 à 80 % de la puissance obtenue en 3.1.6.1 à la vitesse maximale du moteur
80 % of power obtained in 3.1.6.1 at max.speed setting

57,9	2229	1115	2132	17,98	21,18	311	2,73
------	------	------	------	-------	-------	-----	------

3.1.6.3 à 80 % de la puissance obtenue en 3.1.6.1 avec 90 % de la vitesse nominale du moteur
80 % of power obtained in 3.1.6.1 with governor control set to 90 % of rated engine speed

58,2	1987	993	2063	16,35	19,41	281	3,03
------	------	-----	------	-------	-------	-----	------

3.1.6.4 à 40 % de la puissance obtenu en 3.1.6.1 avec 90 % de la vitesse nominale du moteur
40 % of power obtained in 3.1.6.1 with governor control set to 90 % of rated engine speed

28,5	1977	988	1914	10,38	12,21	364	2,34
------	------	-----	------	-------	-------	-----	------

3.1.6.4 à 60 % de la puissance obtenue en 3.1.6.1 avec 60 % de la vitesse nominale du moteur
60 % of power obtained in 3.1.6.1 with governor control set to 60 % of rated engine speed

43,2	1317	659	1546	11,07	13,01	256	3,32
------	------	-----	------	-------	-------	-----	------

3.1.6.4 à 40 % de la puissance obtenue en 3.1.6.1 avec 60 % de la vitesse nominale du moteur
40 % of power obtained in 3.1.6.1 with governor control set to 60 % of rated engine speed

28,6	1319	659	1510	7,92	9,32	277	3,07
------	------	-----	------	------	------	-----	------

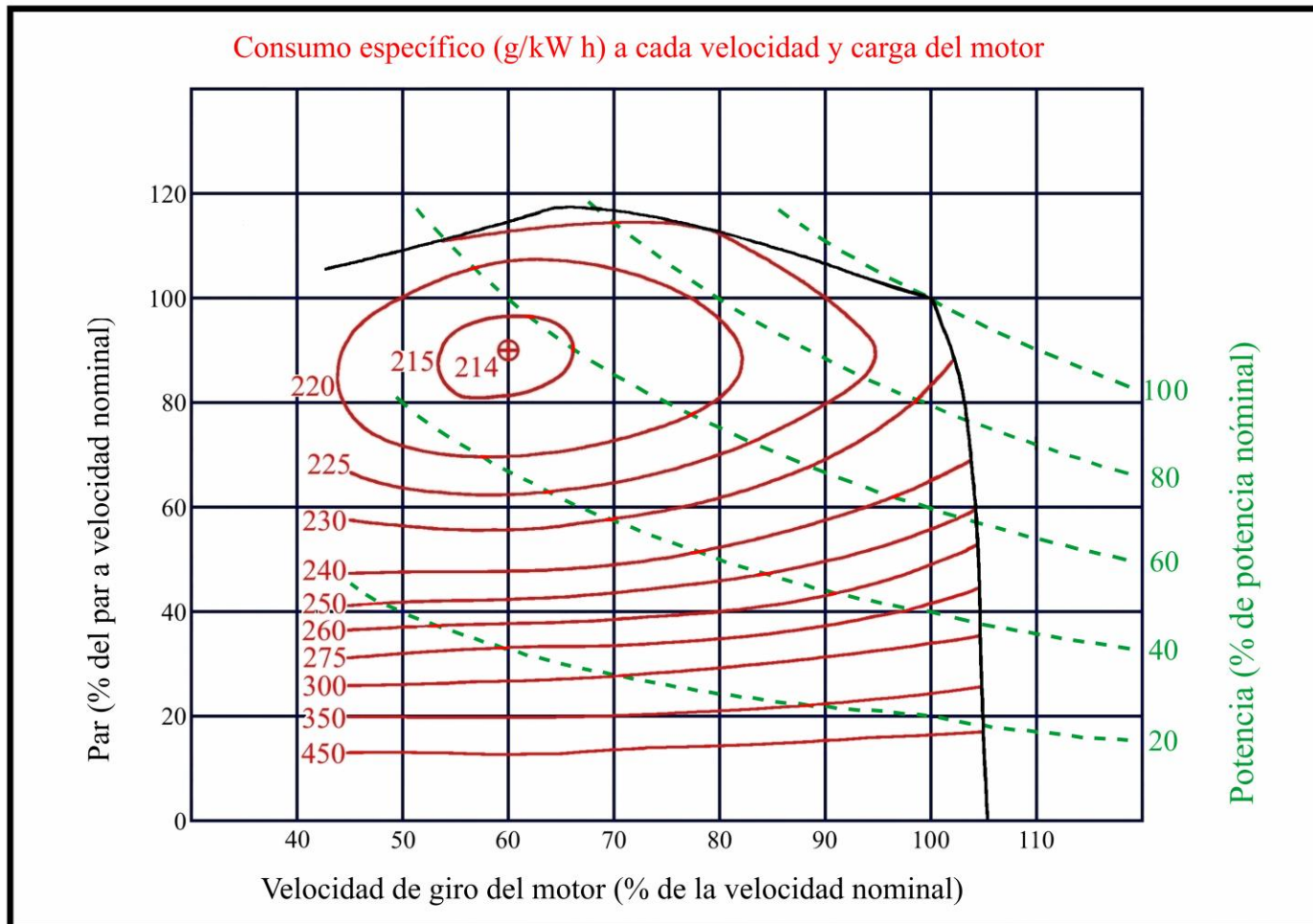
Ensayo a la barra siguiendo el código de la OCDE



Resultados mostrados en el boletín de ensayos

Rapport de vitesse gear ratio	Puissance power kW	Effort à la barre Drawbar pull KN	Vitesse d'avancement Speed km/h	Régime du moteur engine speed min ⁻¹	Ventilateur fan min ⁻¹	Glissement Wheel slip %	Consommation spécifique specific consumption g/kWh	Energie spécifique specific energy KWh/l
3.3.2.1 Résultats obtenus à puissance maximale au régime nominal pour le rapport de vitesse retenu / <i>in selected gear at maximum power at rated speed</i>								
1 L B	44,9	16,8	9,62	2201	2005	3	405	2,1
3.3.2.1.1 Résultats à 75% de l'effort à puissance maximale au régime nominal / <i>75% of pull at maximum power at rated speed</i>								
1 L B	34,1	12,6	9,73	2208	2049	3	462	1,84
3.3.2.1.2 Résultats à 50% de l'effort à puissance maximale au régime nominal / <i>50% of pull at maximum power at rated speed</i>								
1 L B	23,1	8,4	9,85	2229	1992	2	584	1,46
3.3.2.1.3 Rapports de vitesse supérieur, régime du moteur réduit pour obtenir le même effort et la même vitesse qu'en 3.3.2.1.1 <i>Next higher gears at reduced engine speed, same pull and travelling speed as in 3.3.2.1.1)</i>								
1 L C	34,2	12,7	9,68	1864	1869	3	391	2,17
3.3.2.1.4 Rapports de vitesse supérieur, régime du moteur réduit pour obtenir le même effort et la même vitesse qu'en 3.3.2.1.2 <i>Next higher gears at reduced engine speed, same pull and travelling speed as in 3.3.2.1.2)</i>								
1 L C	23,2	8,5	9,82	1882	1860	3	484	1,75
3.3.2.2 Rapport choisi le plus proche de 7,5 km/h au régime nominal / <i>selected gear nearest to 7,5 km/h at rated speed</i>								
4 T A	41,7	19,8	7,58	2200	2036	4	412	2,07
3.3.2.2.1 Résultats à 75% de l'effort à puissance maximale au régime nominal de 3.3.2.2 <i>75% of pull at maximum power at rated speed of 3.3.2.2</i>								
4 T A	32,1	14,9	7,73	2225	1957	3	473	1,8
3.3.2.2.2 Résultats à 50% de l'effort à puissance maximale au régime nominal de 3.3.2.2 <i>50% of pull at maximum power at rated speed of 3.3.2.2</i>								
4 T A	21,7	9,9	7,84	2240	1996	2	608	1,4
3.3.2.2.3 Rapport de vitesse supérieur, régime du moteur réduit pour obtenir le même effort et la même vitesse qu'en 3.3.2.2.1 <i>Next higher gear at reduced engine speed, same pull and travelling speed as in 3.3.2.2.1</i>								
4 T B	32,1	14,9	7,74	1907	1949	3	404	2,1
3.3.2.2.4 Rapport de vitesse ci-dessus, régime du moteur réduit pour obtenir le même effort et la même vitesse qu'en 3.3.2.2.2 <i>Next higher gear at reduced engine speed, same pull and travelling speed as in 3.3.2.2.2)</i>								
4 T B	21,6	9,9	7,87	1921	1879	2	503	1,69

Curvas de isoconsumo del motor de un tractor



Factores que influyen en la eficiencia de los tractores:

- Consumo específico del motor.
- Eficiencia de la transmisión.
- Tomas de fuerza.
- Sistema hidráulico.
- Relación ruedas-suelo.
- Maniobrabilidad.

Corrección de la potencia en función de las condiciones atmosféricas

ISO 15550:2002 (UNE 68028:2003)

(condiciones normales 298 K y 99 kPa aire seco)

$$P_0 = \alpha P$$

$$\alpha (\text{diesel}) = (f_a)^{f_m}$$

$$f_a = \left(\frac{99}{P_s}\right) \left(\frac{T}{298}\right)^{0,7} \quad \text{aspiración natural}$$

$$f_a = \left(\frac{99}{P_s}\right)^{0,7} \left(\frac{T}{298}\right)^{1,2} \quad \text{turboalimentados}$$

$$f_m = 0,036 q_c - 1,14$$

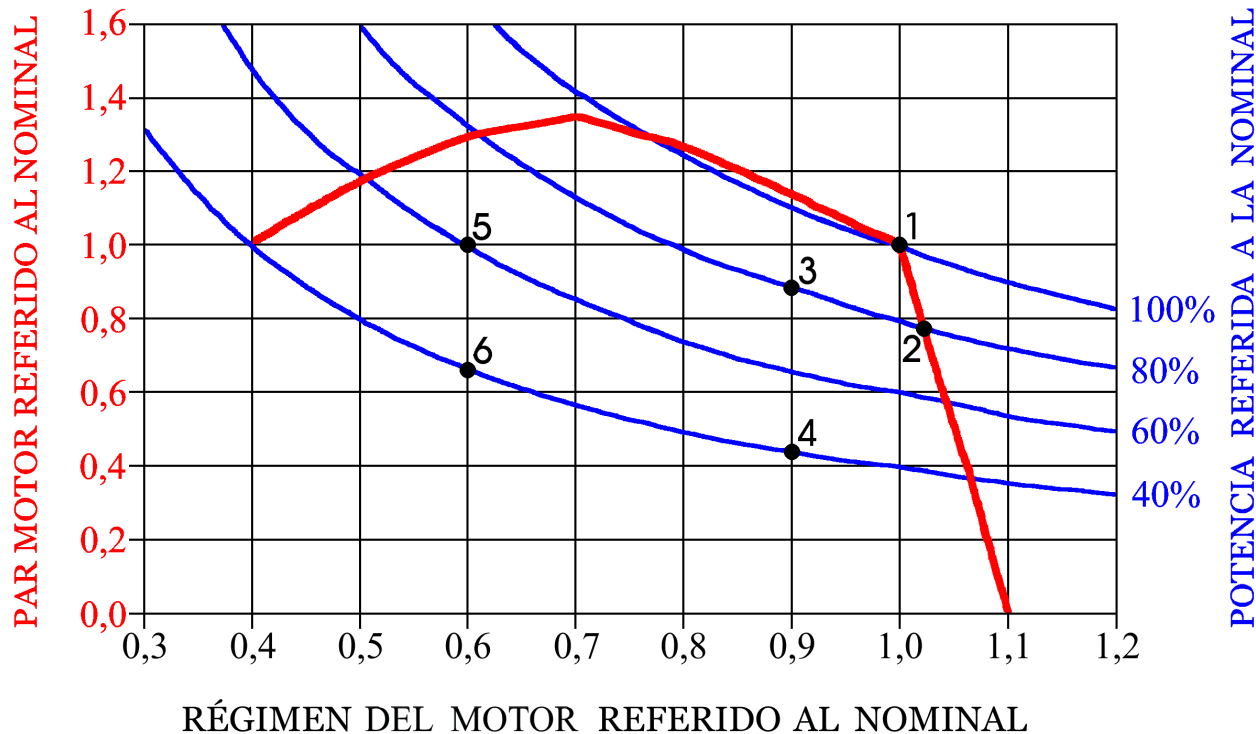
$$q_c = \frac{q}{r}$$

$$q = \frac{120000 \text{ Caudal combust. (g/s)}}{\text{Cilindrada (L) Veloc. motor (rev/min)}}$$

$$r = \frac{\text{presión entrada turbocompresor}}{\text{presión salida turbocompresor}}$$

Índice que mejor representa el consumo específico medio del motor

Nuevos puntos ensayados a la toma de fuerza introducidos por el Código 2 de la OCDE en marzo 2005



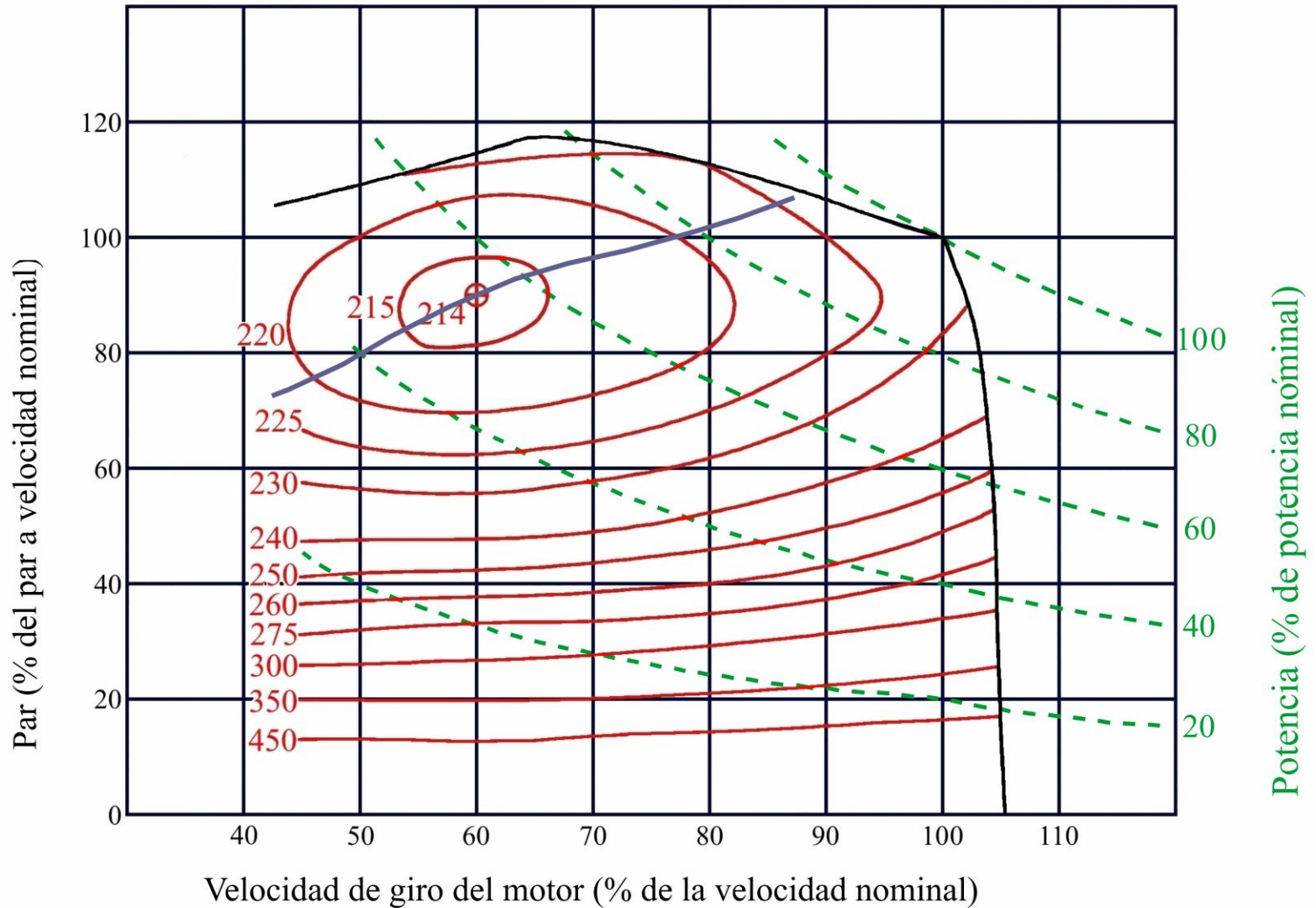
$$C_k = \frac{\sum_{i=1}^6 c_{esp\ i}}{6}$$

Cálculo del índice c_k en tractores con gestión automática motor-transmisión

DRAWBAR PERFORMANCE UNBALLASTED - FRONT DRIVE ENGAGED FUEL CONSUMPTION CHARACTERISTICS

Power Hp (kW)	Drawbar pull lbs (kN)	Speed mph (km/h)	Crank- shaft speed rpm	Slip %	Fuel Consumption		Temp. °F (°C)		Barom. inch Hg (kPa)
					lb/hp.hr (kg/kW.h)	Hp.hr/gal (kW.h/l)	cool- ing med	Air dry bulb	
Maximum Power—5.1 mph (8.2 km/h)-Manual Mode									
146.06 (108.91)	11678 (51.94)	4.69 (7.55)	2098	3.49	0.478 (0.291)	14.68 (2.89)	190 (88)	59 (15)	28.87 (97.77)
75% of Pull at Maximum Power—5.1 mph (8.2 km/h)-Manual Mode									
(87.34)	8748 (38.91)	5.02 (8.08)	2217	2.37	0.539 (0.328)	13.02 (2.57)	184 (85)	48 (9)	29.03 (98.31)
50% of Pull at Maximum Power—5.1 mph (8.2 km/h)-Manual Mode									
(59.05)	5832 (25.94)	5.09 (8.19)	2225	1.45	0.629 (0.382)	11.17 (2.20)	176 (80)	48 (9)	29.03 (98.31)
75% of Pull at Reduced Engine Speed—5.1 mph (8.2 km/h)-Auto Mode									
(86.94)	8748 (38.91)	5.00 (8.04)	1690	2.37	0.435 (0.264)	16.15 (3.18)	184 (84)	48 (9)	29.03 (98.31)
50% of Pull at Reduced Engine Speed—5.1 mph (8.2 km/h)-Auto Mode									
(59.30)	5827 (25.92)	5.12 (8.24)	1352	1.45	0.456 (0.277)	15.40 (3.03)	179 (82)	48 (9)	29.03 (98.31)

Estrategia de consumo mínimo en modo automático



Cálculo del índice c_k en tractores con gestión automática motor-transmisión

- Reducción media de consumo en los tractores con gestión automática:

DRAWBAR PERFORMANCE UNBALLASTED - FRONT DRIVE ENGAGED FUEL CONSUMPTION CHARACTERISTICS									
Power Hp (kW)	Drawbar pull lbs (kN)	Speed mph (km/h)	Crank- shaft speed rpm	Slip %	Fuel Consumption		Temp. °F (°C)		Barom. inch Hg (kPa)
					lb/hp.hr (kg/kW.h)	Hp.hr/gal (kW.h/l)	cool- ing med	Air dry bulb	
Maximum Power—5.1 mph (8.2 km/h)-Manual Mode									
146.06 (108.91)	11678 (51.94)	4.69 (7.55)	2098	3.49	0.478 (0.291)	14.68 (2.89)	190 (88)	59 (15)	28.87 (97.77)
75% of Pull at Maximum Power—5.1 mph (8.2 km/h)-Manual Mode									
117.12 (87.34)	8748 (38.91)	5.02 (8.08)	2217	2.37	0.539 (0.328)	13.02 (2.57)	184 (85)	48 (9)	29.03 (98.31)
50% of Pull at Maximum Power—5.1 mph (8.2 km/h)-Manual Mode									
79.19 (59.05)	5832 (25.94)	5.09 (8.19)	2225	1.45	0.629 (0.382)	11.17 (2.20)	176 (80)	48 (9)	29.03 (98.31)
75% of Pull at Reduced Engine Speed—5.1 mph (8.2 km/h)-Auto Mode									
116.59 (86.94)	8748 (38.91)	5.00 (8.04)	1690	2.37	0.435 (0.264)	16.15 (3.18)	184 (84)	48 (9)	29.03 (98.31)
50% of Pull at Reduced Engine Speed—5.1 mph (8.2 km/h)-Auto Mode									
79.52 (59.30)	5827 (25.92)	5.12 (8.24)	1352	1.45	0.456 (0.277)	15.40 (3.03)	179 (82)	48 (9)	29.03 (98.31)

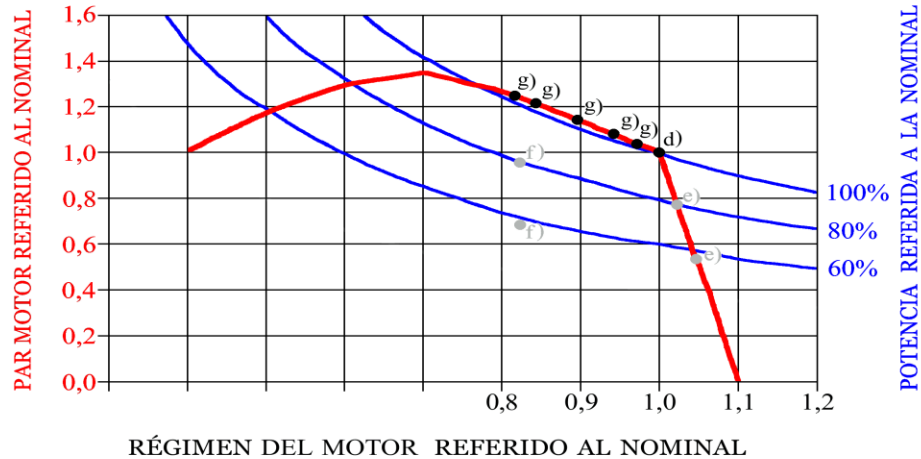
$$RCE = \frac{c_{esp75\ auto}}{c_{esp75\ manual}} + \frac{c_{esp50\ auto}}{c_{esp50\ manual}}$$

2

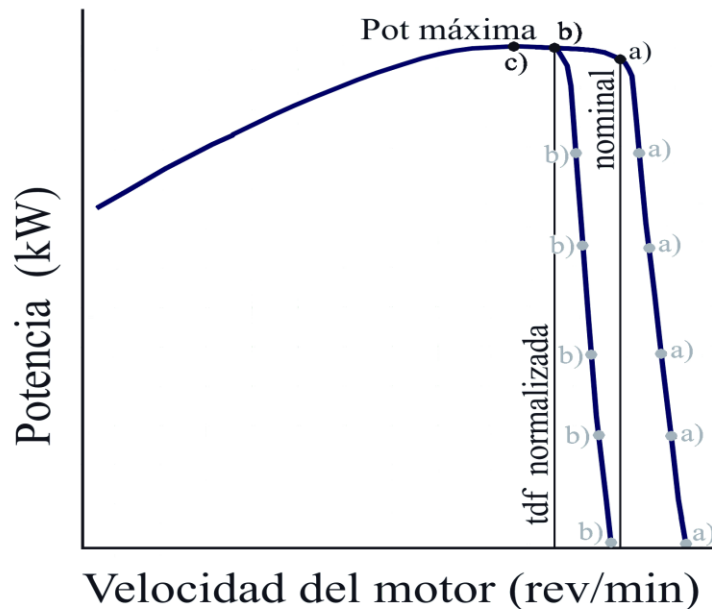
Índice c_k en los tractores con gestión automática motor-transmisión

$$c_k = \frac{RCE \cdot \sum_{i=1}^2 c_{esp_i} + \sum_{i=3}^6 c_{esp_i}}{6}$$

Modificación del índice c_k para tener también en cuenta la eficiencia de la transmisión



$$P_{eje} = \frac{P_{medida}}{1 - \sigma}$$



$$\eta = \frac{P_{eje}}{P_{tdf}}$$

¿En qué grado debe afectar el coeficiente η al valor del índice C_k ?



- El coeficiente η solo debe afectar a aquellas tareas en las que predomina el tiro.

- η obtenidos a velocidades de avance menores de 8 km/h

$$\eta \text{ medio} = \sum \eta_{< 8 \text{ km/h}} / n^{\circ} \text{ de valores}$$

- η obtenidos a velocidades de avance superiores a 8 km/h

$$\eta \text{ medio} = \sum \eta_{> 8 \text{ km/h}} / n^{\circ} \text{ de valores}$$

Las tareas realizadas por los tractores se clasifican en tres categorías:

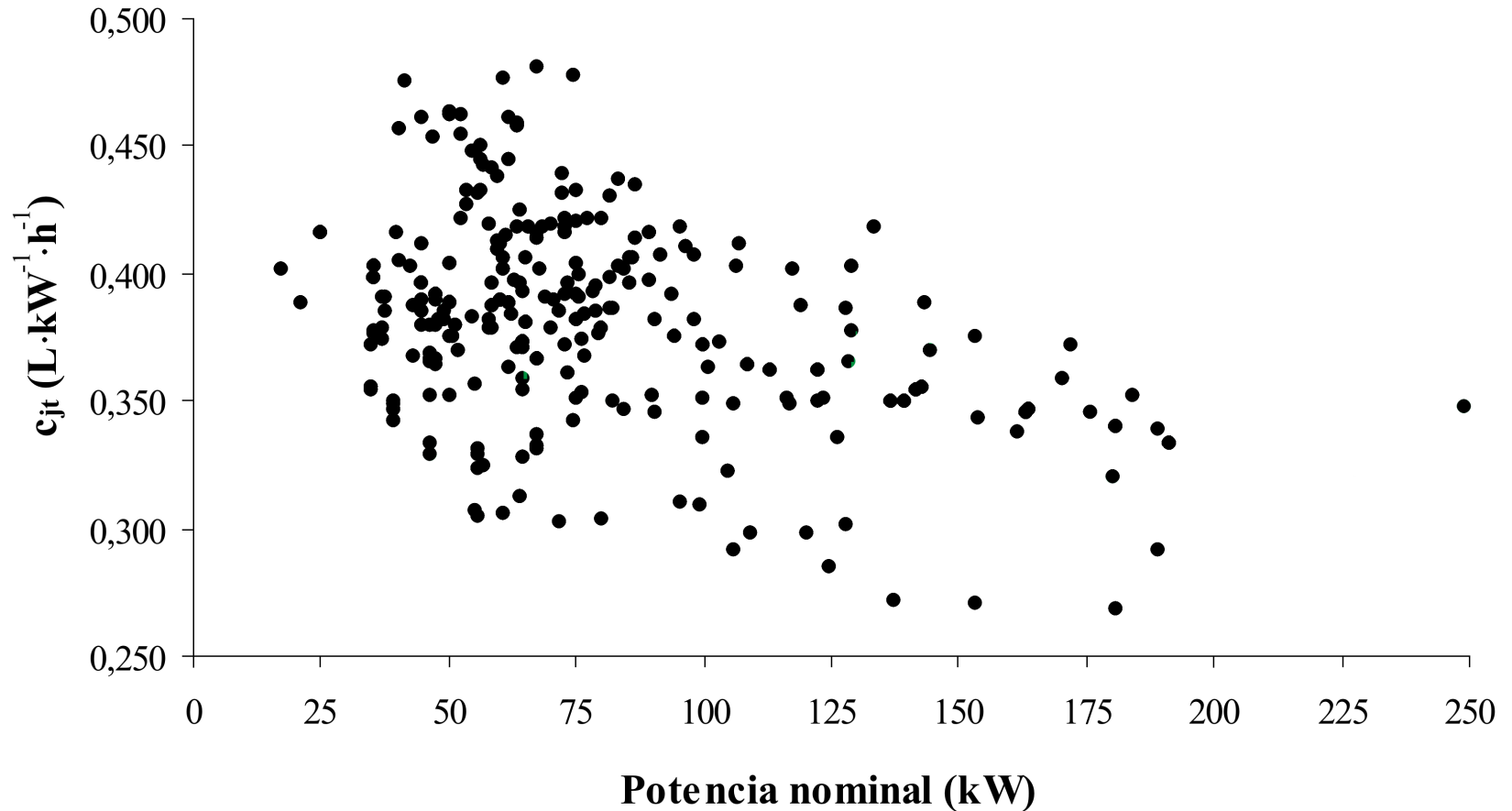
- Predomina el trabajo a la toma de fuerza
 - Abonado
 - Tratamientos
 - Cosecha
 - Equipos fijos
- Predomina el trabajo de tiro a $v < 8$ km/h
 - Laboreo
 - Interior instalaciones
 - Trabajos forestales
- Predomina el trabajo de tiro a $v > 8$ km/h
 - Transporte
 - Siembra
 - Otras

Según estadísticas realizadas por el Ministerio, los tractores en España dedican aproximadamente un tercio de su tiempo de trabajo a cada uno de esos tres conjuntos de tareas

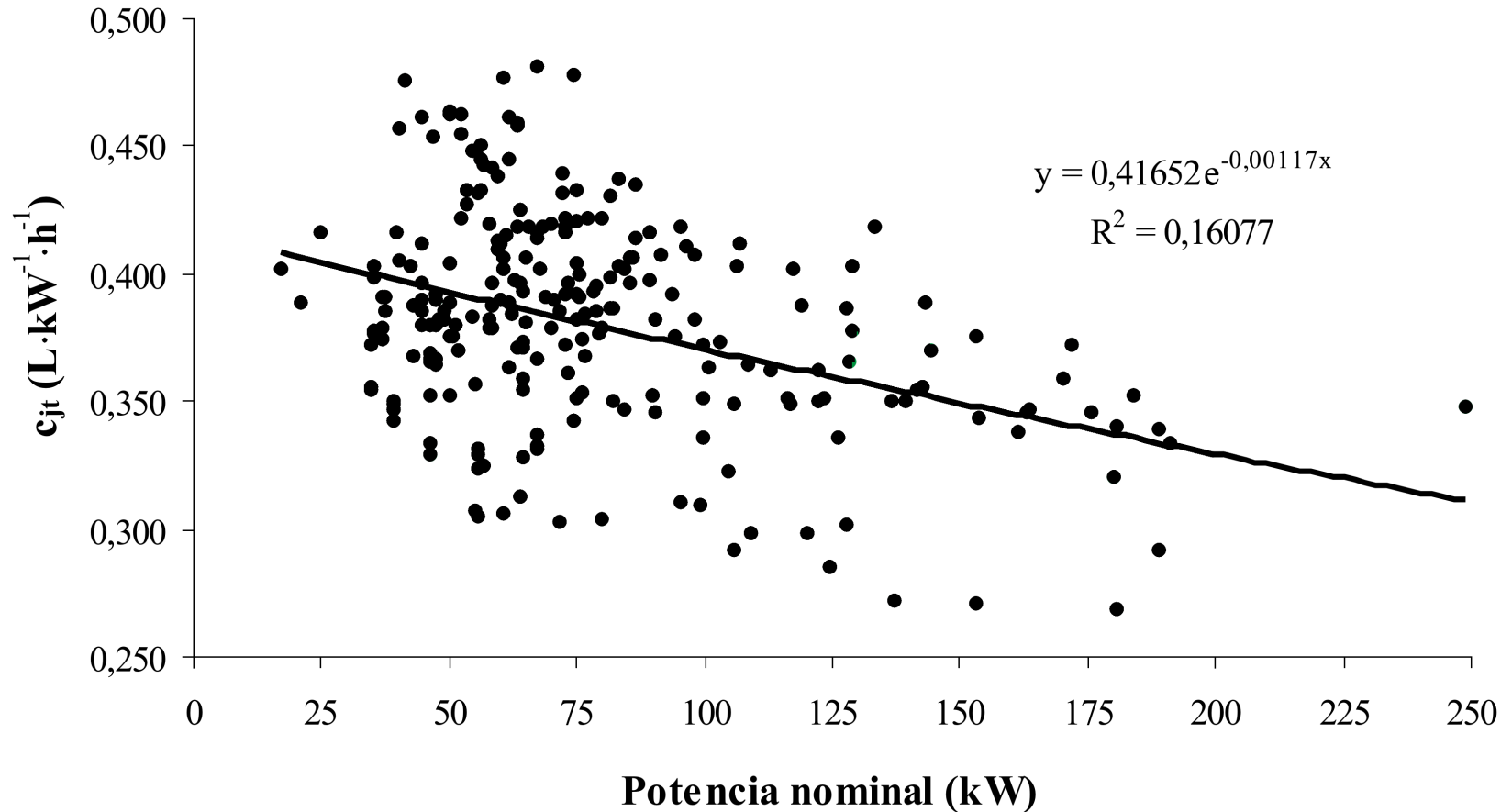
Obtención del nuevo índice c_{kt} que tiene en cuenta la eficiencia del motor y de la transmisión:

$$C_{kt} = C_k/3 + \frac{C_k/3}{\eta \text{ medio} < 8 \text{ km/h}} + \frac{C_k/3}{\eta \text{ medio} > 8 \text{ km/h}}$$

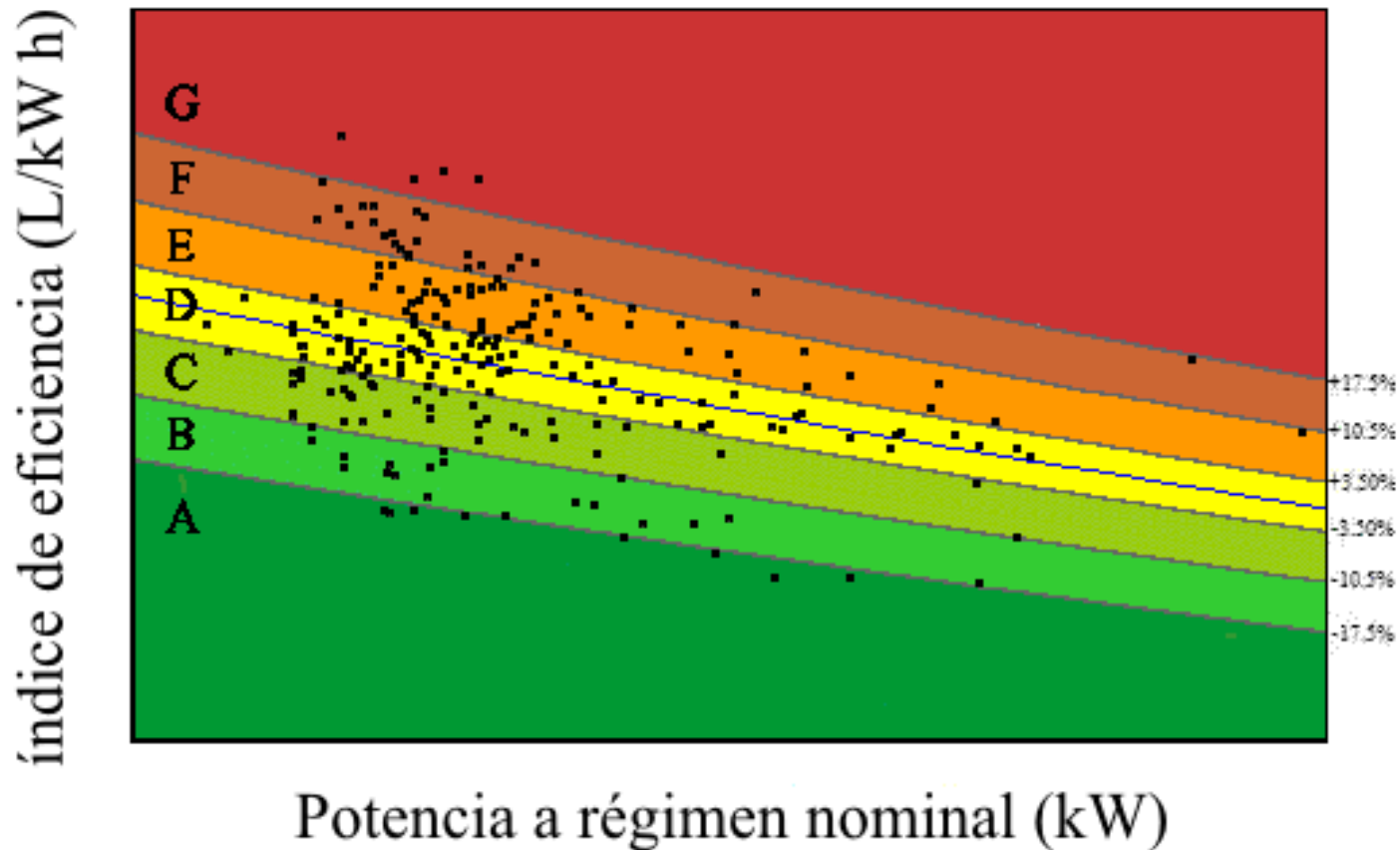
Gráfico de los valores de c_{kt} respecto a la velocidad nominal de cada tractor



Tendencia de la evolución del valor del índice c_{kt} con la potencia nominal



Clasificación de los tractores según su eficiencia energética en función de la franja donde esté situado el valor de su índice c_{kt}



Y!
Buscar
Resaltar
Adobe
Entrar
Correo Yahoo!
Mi Yahoo!
Y! Respuestas
Noticias

Go
Bookmarks
8 blocked
Check
AutoLink
AutoFill
Send to
Settings

Save a Copy
Select
125%
Search Web
Collaborate with Breeze

Fendt	920 Vario	2/2064	MANDO 836LE501	4RM, continuo	137,3	0,272	A
Fendt	924 Vario	2/2065	MANDO 836LE501	4RM, continuo	153,0	0,271	A
Fendt	926 Vario	2/2066	MANDO 836LE501	4RM, continuo	180,5	0,269	A
Fendt	712 Vario	2/2138	DEUTZ BF 6M2013 Code CE 92T	4RM, continuo	82,0	0,350	B
Fendt	818 Vario	2/2263	DEUTZ BF 6M2013 Code CE 138T	4RM, continuo	120,3	0,299	A
John Deere	7920	2/2171	JOHN DEERE 6081 HRW41	4RM, 40 km/h, continuo	127,7	0,302	A
John Deere	8430	2/1874	No disponible	4RM, 40 km/h, continuo	188,7	0,292	A
John Deere	6420	2/2032	JOHN DEERE 4045 HLA73 (DD20010)	4RM, 40 km/h, 24+24	72,6	0,372	B
John Deere	6910	2/1824	JOHN DEERE 6068 TL052	4RM, 40 km/h, 20+20	90,2	0,346	B
John Deere	6920S	2/2033	JOHN DEERE 6068 HLA73 (DD20014)	4RM, 40 km/h, 20+20	99,5	0,351	B
John Deere	7720	2/2169	JOHN DEERE 6068 HRW54	4RM, 40 km/h, 20+20	105,8	0,349	B
John Deere	7820	2/2170	JOHN DEERE 6081 HRW41	4RM, 40 km/h, 20+20	116,7	0,349	B
John Deere	8110	2/1931	JOHN DEERE 6081 HRW11	4RM, 40 km/h, 16+4	123,3	0,351	B
John Deere	6310	2/1807	JOHN DEERE 4045 TL055	4RM, 30 km/h, 16+16	60,7	0,402	C
John Deere	6320	2/2125	JOHN DEERE 4045 HL370 (DD20211)	4RM, 30 km/h, 16+16	62,9	0,398	C
John Deere	6420	2/2126	JOHN DEERE 4045 HL371 (DD20212)	4RM, 40 km/h, 24+24	71,5	0,386	C
John Deere	6620	2/2038	JOHN DEERE 6068 HLA70 (DD20011)	4RM, 40 km/h, 24+24	81,9	0,387	C
John Deere	7710	2/1960	JOHN DEERE 6081 TRW09	4RM, 40 km/h, 20+20	102,8	0,373	C
John Deere	8120	2/2083	JOHN DEERE 6081HRW23	4RM, 40 km/h, 16+6	128,4	0,366	C
John Deere	8220	2/2084	JOHN DEERE 6081HRW23	4RM, 40 km/h, 16+4	142,6	0,356	C
John Deere	8320	2/2045	JOHN DEERE 6081HRW25	4RM, 40 km/h, 16+4	163,0	0,346	C
John Deere	8420	2/2046	JOHN DEERE 6081HRW35	4RM, 40 km/h, 16+4	175,6	0,346	C
John Deere	8430	2/1873	No disponible	4RM, 40 km/h, 16+4	188,7	0,339	C
John Deere	8520	2/2047	JOHN DEERE 6081HRW37	4RM, 40 km/h, 16+4	191,3	0,334	C
John Deere	6310	2/1833	JOHN DEERE 4045 TL055	4RM, 30 km/h, 12+4	60,8	0,406	D
John Deere	6120	2/2028	JOHN DEERE 4045 TL070 (DD16065)	4RM, 30 km/h, 12+4	49,9	0,464	E
John Deere	6215	2/2237	JOHN DEERE 4045 TL272 (DD20849)	4RM, 30 km/h, 16+16	55,6	0,432	E
John Deere	6220	2/2027	JOHN DEERE 4045 TL071 (DD16066)	4RM, 40 km/h, 24+24	56,5	0,443	E
John Deere	9320	2/1803	JOHN DEERE 6125HRW13	4RM, 40 km/h, 18+6	248,6	0,348	E
Kubota	13000 DT	1/1944	KUBOTA D1503-L-A-1	4RM, 20 km/h, 8+2	21,2	0,389	B

Complementos a la ayuda base en euros por CV de potencia achatarrada

Complementos por las características del solicitante

1.- Beneficiarios individuales (titulares de explotaciones):

Por explotación prioritaria	25 euros
Por zona de montaña o con problemas	10 euros
Por agricultor joven	25 euros
Por mujer titular	10 euros

2.- Otros beneficiarios:

Cooperativas y SAT	70 euros
Otras sociedades	25 euros
Empresas de servicios	25 euros

Complementos por las características de la maquinaria:

Tractor sin estructura de protección homologada	80 euros
---	----------

Complemento por las características de la nueva maquinaria:

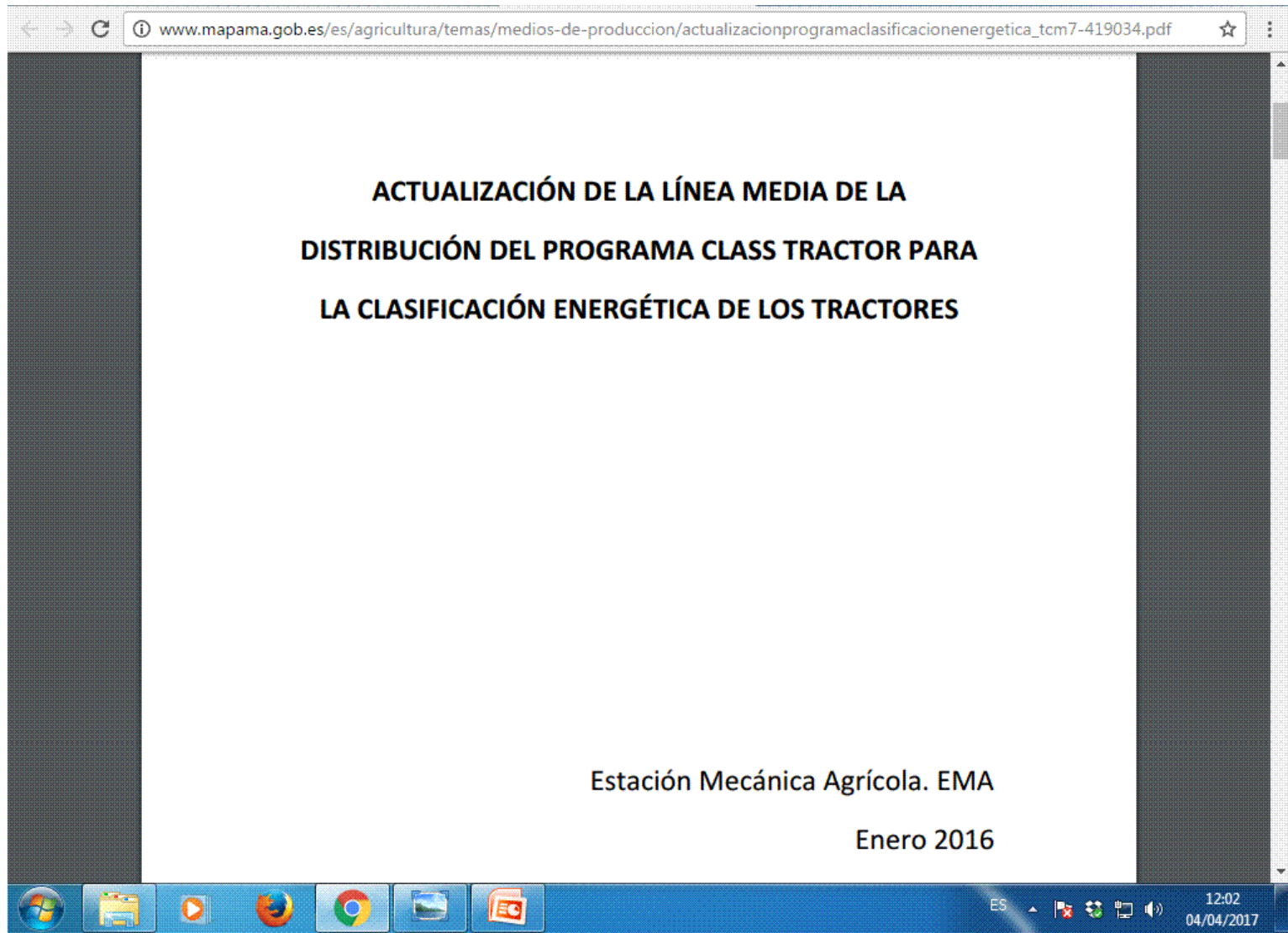
Por la categoría más alta de eficiencia energética (A)	30 euros
Por la segunda categoría (B)	10 euros
Por la reducción de emisiones contaminantes	10 euros

*Más información en

www.mapa.es/es/agricultura/pags/maquinariaagricola/ayudas.htm

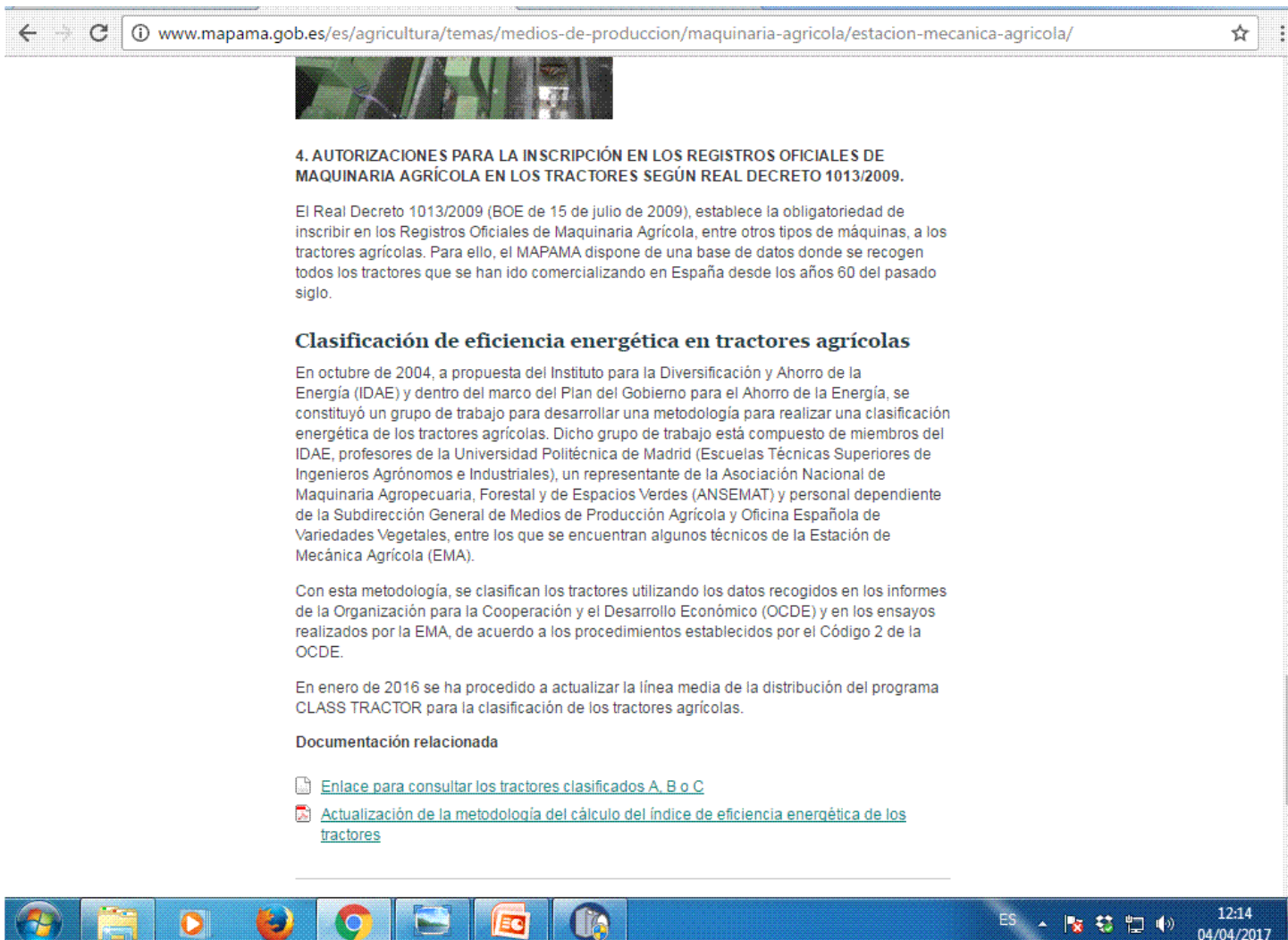
Clasificación actual

http://www.mapama.gob.es/es/agricultura/temas/medios-de-produccion/actualizacionprogramaclasificacionenergetica_tcm7-419034.pdf




Tractores clasificados en la página web del Ministerio de Agricultura (solo grupos A, B y C)

<http://www.mapama.gob.es/es/agricultura/temas/medios-de-produccion/maquinaria-agricola/estacion-mecanica-agricola/>



← → ↻ ⓘ www.mapama.gob.es/es/agricultura/temas/medios-de-produccion/maquinaria-agricola/estacion-mecanica-agricola/ ☆ ⋮



4. AUTORIZACIONES PARA LA INSCRIPCIÓN EN LOS REGISTROS OFICIALES DE MAQUINARIA AGRÍCOLA EN LOS TRACTORES SEGÚN REAL DECRETO 1013/2009.

El Real Decreto 1013/2009 (BOE de 15 de julio de 2009), establece la obligatoriedad de inscribir en los Registros Oficiales de Maquinaria Agrícola, entre otros tipos de máquinas, a los tractores agrícolas. Para ello, el MAPAMA dispone de una base de datos donde se recogen todos los tractores que se han ido comercializando en España desde los años 60 del pasado siglo.


Clasificación de eficiencia energética en tractores agrícolas

En octubre de 2004, a propuesta del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) y dentro del marco del Plan del Gobierno para el Ahorro de la Energía, se constituyó un grupo de trabajo para desarrollar una metodología para realizar una clasificación energética de los tractores agrícolas. Dicho grupo de trabajo está compuesto de miembros del IDAE, profesores de la Universidad Politécnica de Madrid (Escuelas Técnicas Superiores de Ingenieros Agrónomos e Industriales), un representante de la Asociación Nacional de Maquinaria Agropecuaria, Forestal y de Espacios Verdes (ANSEMAT) y personal dependiente de la Subdirección General de Medios de Producción Agrícola y Oficina Española de Variedades Vegetales, entre los que se encuentran algunos técnicos de la Estación de Mecánica Agrícola (EMA).

Con esta metodología, se clasifican los tractores utilizando los datos recogidos en los informes de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y en los ensayos realizados por la EMA, de acuerdo a los procedimientos establecidos por el Código 2 de la OCDE.

En enero de 2016 se ha procedido a actualizar la línea media de la distribución del programa CLASS TRACTOR para la clasificación de los tractores agrícolas.

Documentación relacionada

-  [Enlace para consultar los tractores clasificados A, B o C](#)
-  [Actualización de la metodología del cálculo del índice de eficiencia energética de los tractores](#)

Windows taskbar: 12:14 04/04/2017

http://www.mapama.gob.es/app/Tractores/TracCon.aspx

Tractores agrícolas y estructuras de protección homologadas

Imprimir Ayuda

Consulta de tractores agrícolas

En la presente página podrán realizarse búsquedas de tractores disponibles con la posibilidad de introducir criterios de búsqueda muy detallados.

Introduzca la siguiente información

Nº REGEMA:

Marca:

Modelo:

Registro:

Clase:

Grupo:

Comercializable:

Clasificación Energética:
Cualquiera
A
B
C
D
E
F
G

Tipo de Ensayo:

Contraseña de Homologación:

Con Estructuras de Reforma de Importancia:

Maquinaria agrícola

- Ayudas
- Estación Mecánica Agrícola
- Demostraciones
- Estadísticas
- Ensayos de abonadoras
- Exenciones de uso de estructuras a tractores estrechos
- Estructuras para reformas de vehículos
- Inspecciones de equipos de aplicación de productos fitosanitarios

Base de datos

- Tractores
- Estructuras
- Correlaciones
- Circulares

12:17 04/04/2017

- Demostraciones
- Estadísticas
- Ensayos de abonadoras
- Exenciones de uso de estructuras a tractores estrechos
- Estructuras para reformas de vehículos
- Inspecciones de equipos de aplicación de productos fitosanitarios
- Base de datos**
- Tractores
- Estructuras
- Correlaciones
- Circulares

[▲ Ir a Medios de producción](#)

Listado de tractores agrícolas

En la presente página se verán los tractores que cumplen con los criterios de búsqueda establecidos.

Listado de Tractores

Número	Registro	Código	Marca	Modelo	Clase	Grupo
7774	C.E.	144/112791	JOHN DEERE	5080GF 4WD	R4	3.2
7780	C.E.	144/112797	JOHN DEERE	5080GV 4WD	R4	3.2
7784	C.E.	144/112801	JOHN DEERE	5100GV 4WD	R4	3.2
7854	C.E.	3161/112871	CASE IH	MAXXUM 110 4WD (BECR7B, BECRFB, BECC7B, BECCFB)	R4	1.2
7855	C.E.	3161/112872	CASE IH	MAXXUM 110 4WD (BEGC7B, BEGCFB)	R4	1.2
7861	C.E.	3161/112878	CASE IH	MAXXUM 140 4WD (BEMC7B, BEMCFB)	R4	1.2
7889	C.E.	420/112906	NEW HOLLAND	T6020 4WD (BDCR7B, BDCRFB, BDCC7B, BDCCFB, BDCCSB)	R4	1.2
8492	C.E.	3161/113503	CASE IH	PUMA 130	R4	1.3
8494	C.E.	3161/113505	CASE IH	PUMA 160	R4	1.3
8497	C.E.	3161/113508	CASE IH	PUMA 200	R4	1.3
8499	C.E.	3161/113510	CASE IH	PUMA 230	R4	1.3
8500	C.E.	420/113511	NEW HOLLAND	T7.170	R4	1.3
8503	C.E.	420/113514	NEW HOLLAND	T7.210	R4	1.3
8506	C.E.	420/113517	NEW HOLLAND	T7.250	R4	1.3
8508	C.E.	420/113519	NEW HOLLAND	T7.270	R4	1.3

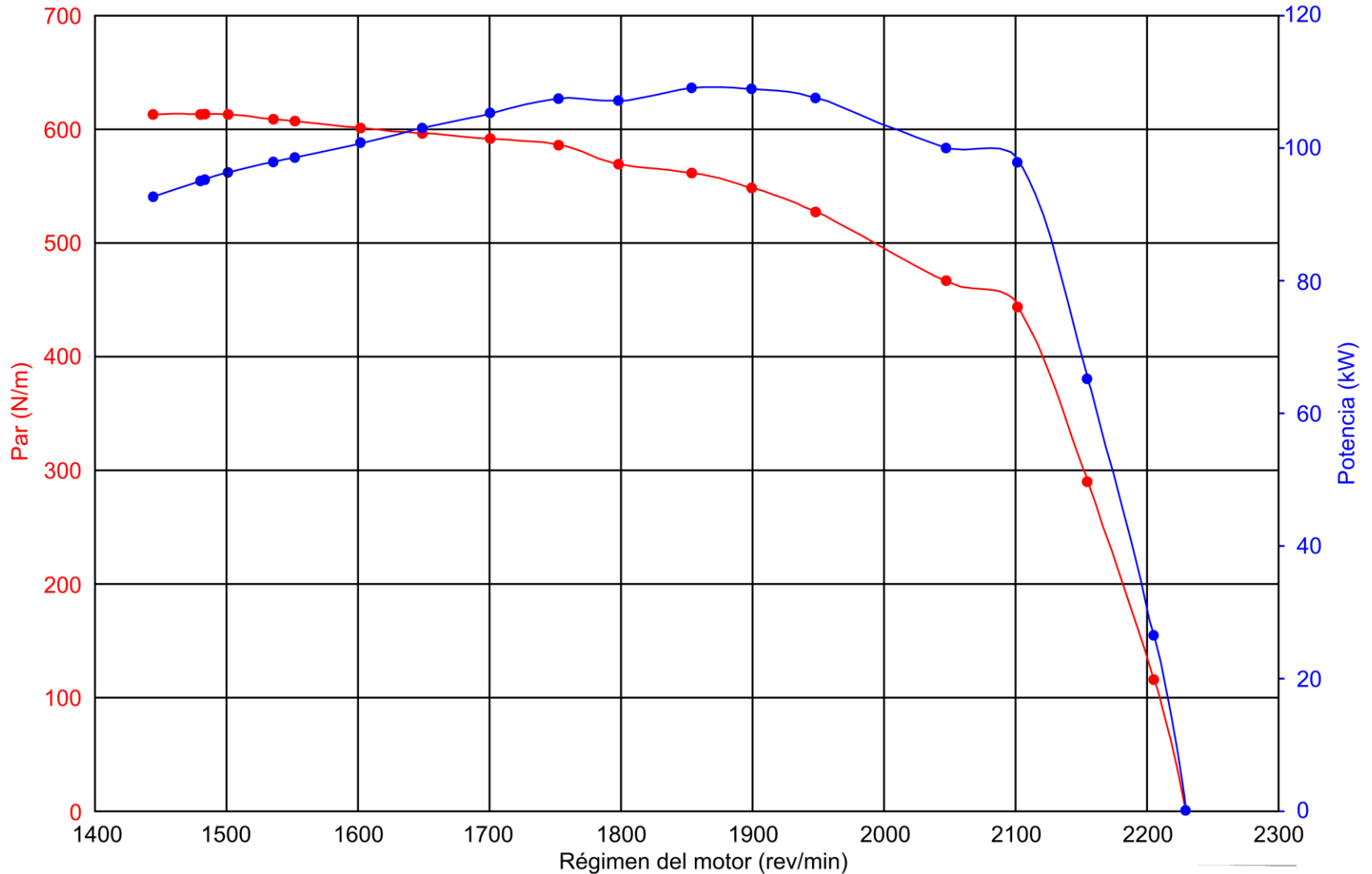
Registros del 16 al 30 de los 149 encontrados.
[12345678910](#)

Ensayo a la toma de fuerza del tractor Kubota M7172 KVT



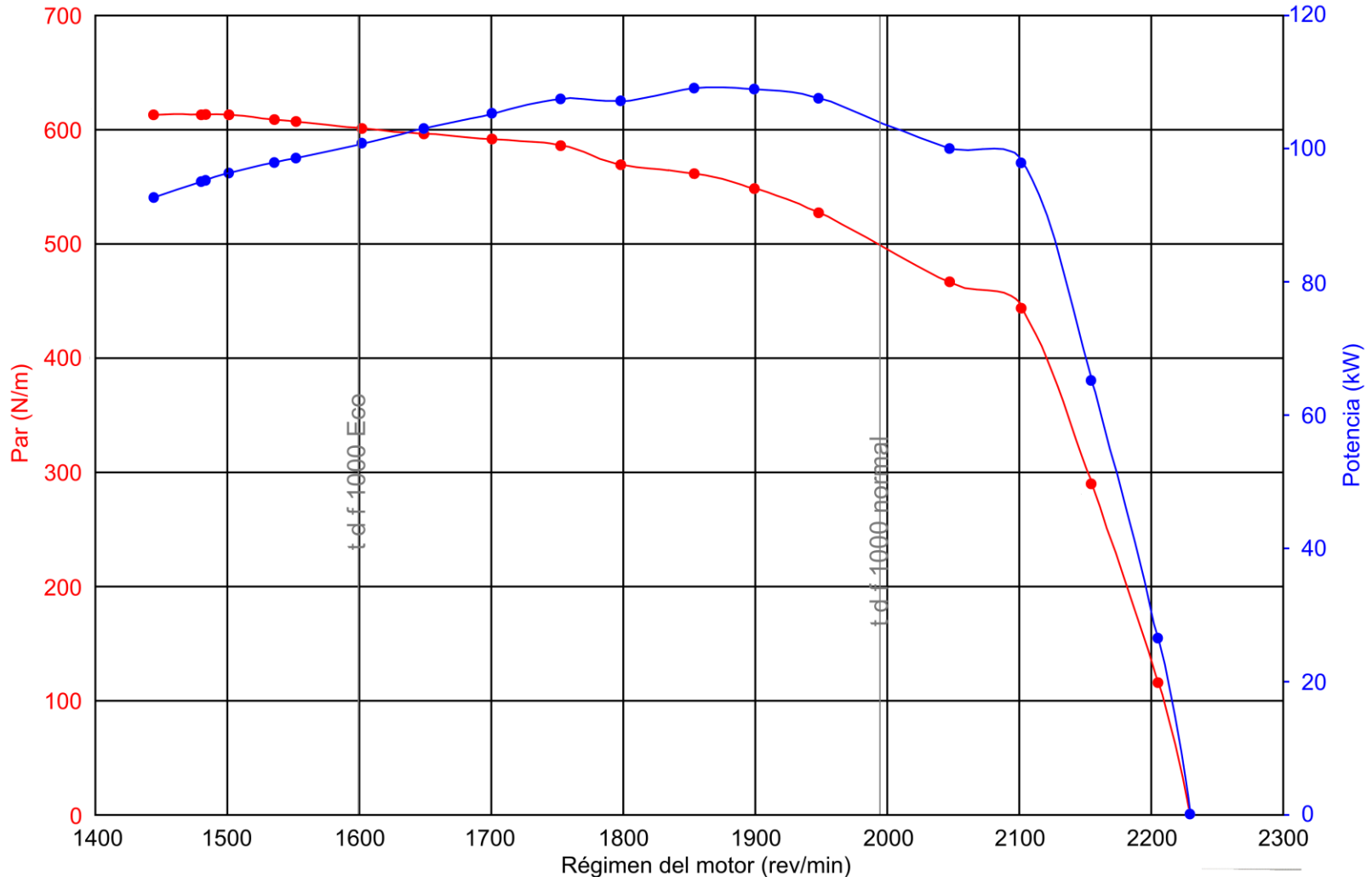
Curvas de par y potencia máximos

Kubota M7172 KVT



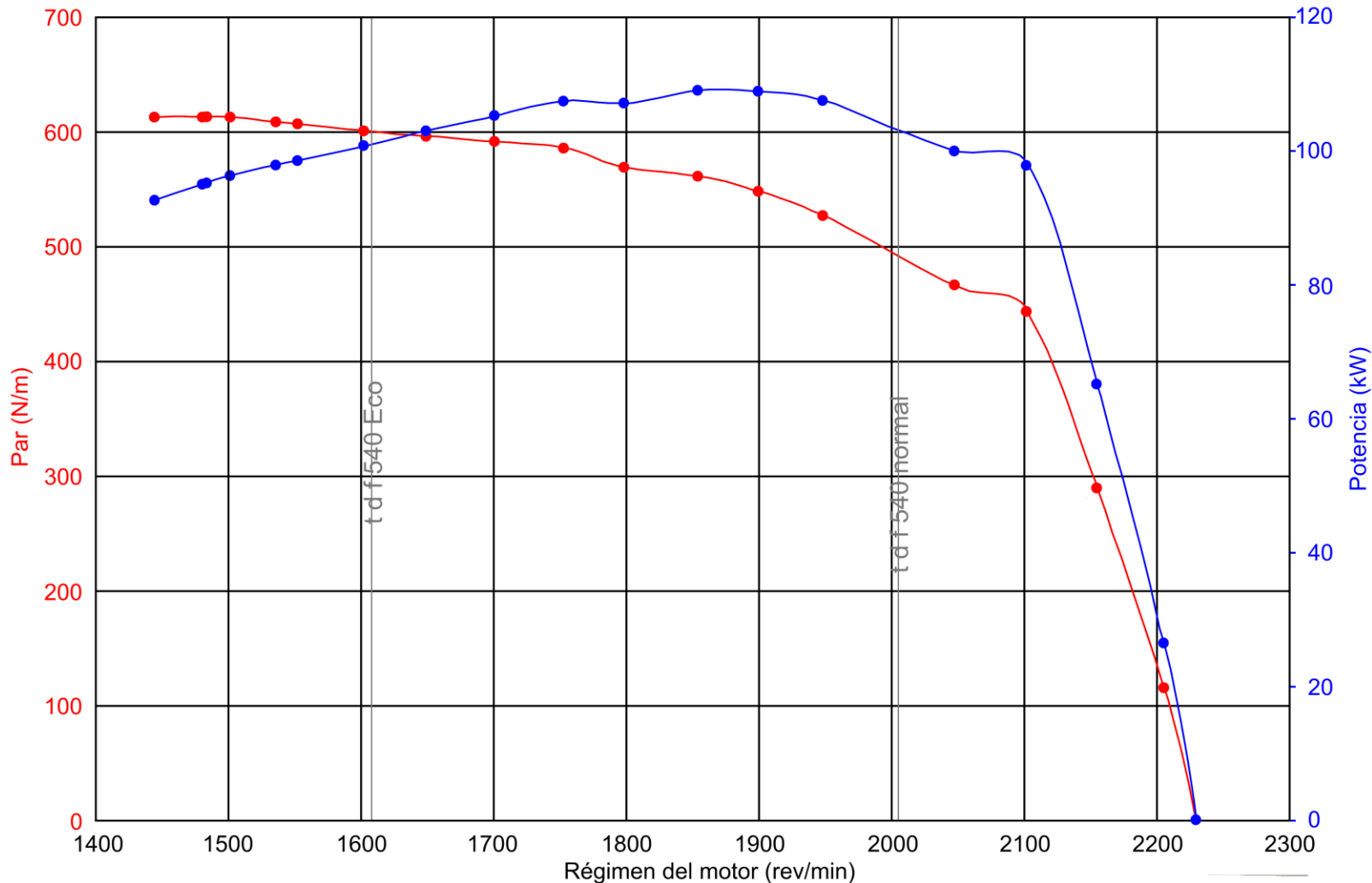
Régimen de 1000 rev/min normal y 1000 rev/min Eco

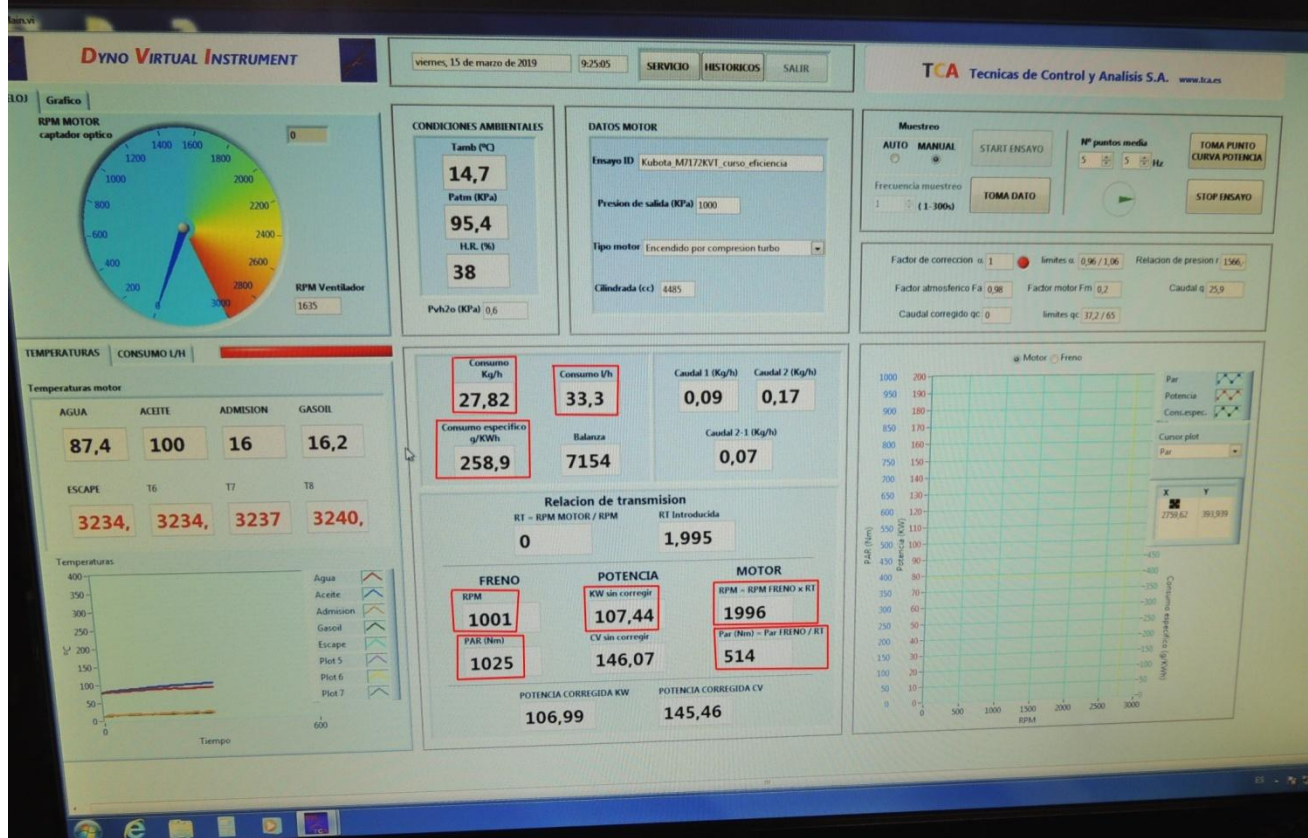
Kubota M7172 KVT



Régimen de 540 rev/min normal y 540 rev/min Eco

Kubota M7172 KVT





RPM_F	Par_F	RPM_M	Par_M	RPM_V	Kw	CV	Kw_cor	CV_cor	Kg/h	l/h	g/Kwh
1000	979	1599	612	1905,00	102,53	139,40	102,51	139,37	24,3	29,1	237
1001	932	1602	583	1935,00	97,72	132,86	97,75	132,90	23,2	27,7	237
1001	829	1602	518	1740,00	86,94	118,20	86,95	118,22	20,9	25,0	240
1000	727	1599	455	1680,00	76,15	103,53	76,18	103,57	18,6	22,3	245
999	624	1599	390	1650,00	65,25	88,71	65,28	88,76	16,4	19,7	252
1003	518	1605	324	1545,00	54,39	73,95	54,45	74,04	14,4	17,2	264
1002	261	1603	163	1485,00	27,36	37,20	27,39	37,25	9,5	11,4	347

Toma de fuerza a 1000 rev/min Normal. Acelerador fijo

Régimen tdf rev/min	Régimen motor rev/min	Potencia kW	Consumo l/h	Consumo g/kW h
1000	1994	106,06	33,3	262
1058	2111	95,34	31,4	275
1066	2126	84,83	29,1	286
1083	2161	57,48	22,0	320
1101	2197	29,20	15,7	448
1117	2227	1,66	10,2	5144

Toma de fuerza a 1000 rev/min Normal. Actuación sobre el acelerador para mantener constante el régimen

Régimen tdf rev/min	Régimen motor rev/min	Potencia kW	Consumo l/h	Consumo g/kW h
1000	1994	108,75	33,4	256
999	1993	97,94	30,6	261
1002	1999	86,75	27,7	266
1000	1994	76,15	24,7	271
1000	1994	65,23	22,1	282
999	1993	54,38	19,5	300
1000	1994	27,13	13,3	410

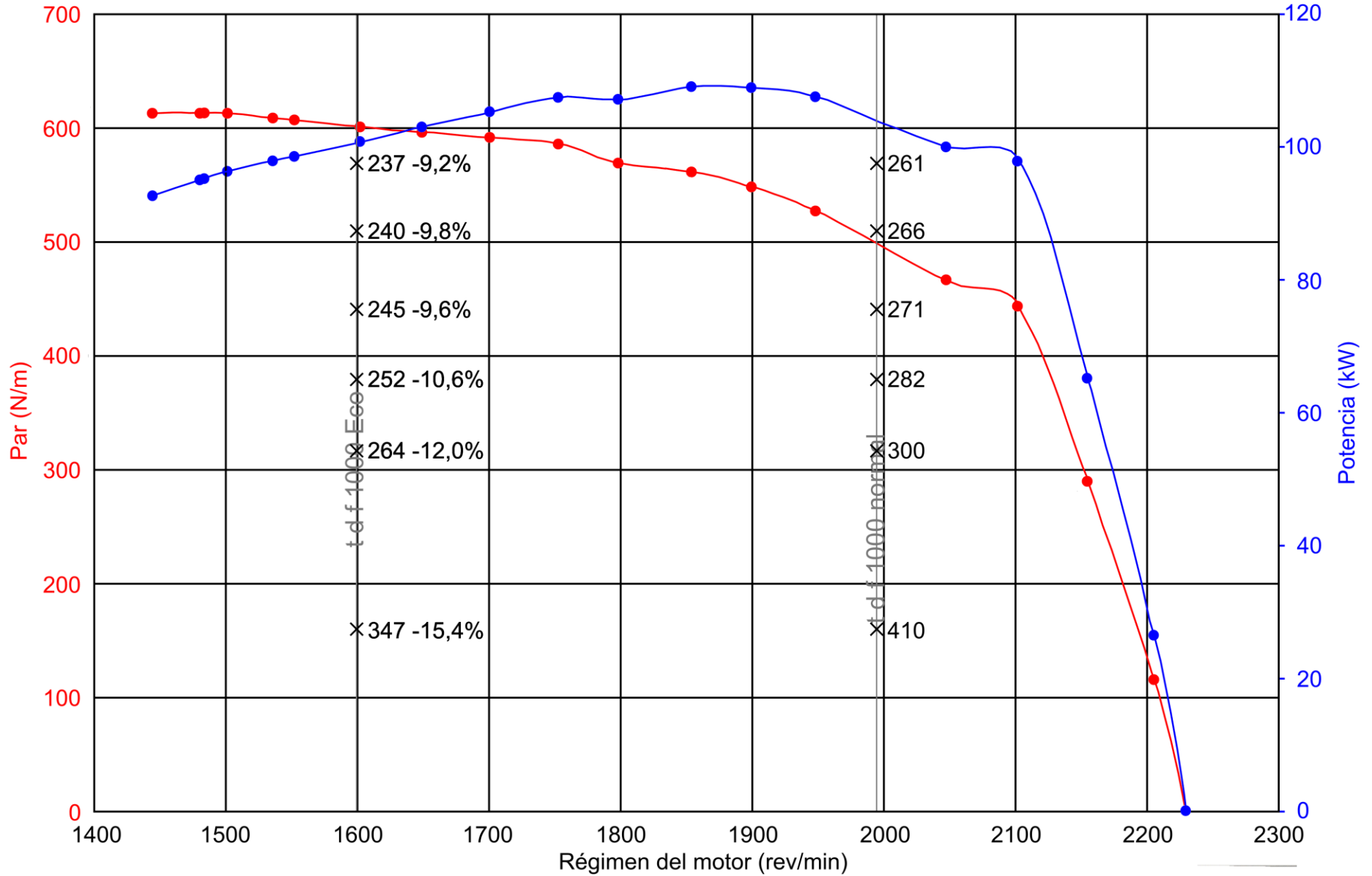
Toma de fuerza a 1000 rev/min Normal. Actuación sobre el acelerador para mantener constante el régimen

Régimen tdf rev/min	Régimen motor rev/min	Potencia kW	Consumo l/h	Consumo g/kW h
1000	1994	108,75	33,4	256
999	1993	97,94	30,6	261
1002	1999	86,75	27,7	266
1000	1994	76,15	24,7	271
1000	1994	65,23	22,1	282
999	1993	54,38	19,5	300
1000	1994	27,13	13,3	410

Toma de fuerza a 1000 rev/min Económica. Actuación sobre el acelerador para mantener constante el régimen

Régimen tdf rev/min	Régimen motor rev/min	Potencia kW	Consumo l/h	Consumo g/kW h
1000	1599	102,53	29,1	237
1001	1602	97,72	27,2	237
1001	1602	86,94	25,0	240
1000	1599	76,15	22,3	245
999	1599	65,25	19,7	252
1003	1605	54,39	17,2	264
1002	1603	27,36	11,4	347

Consumos específicos g/kW h



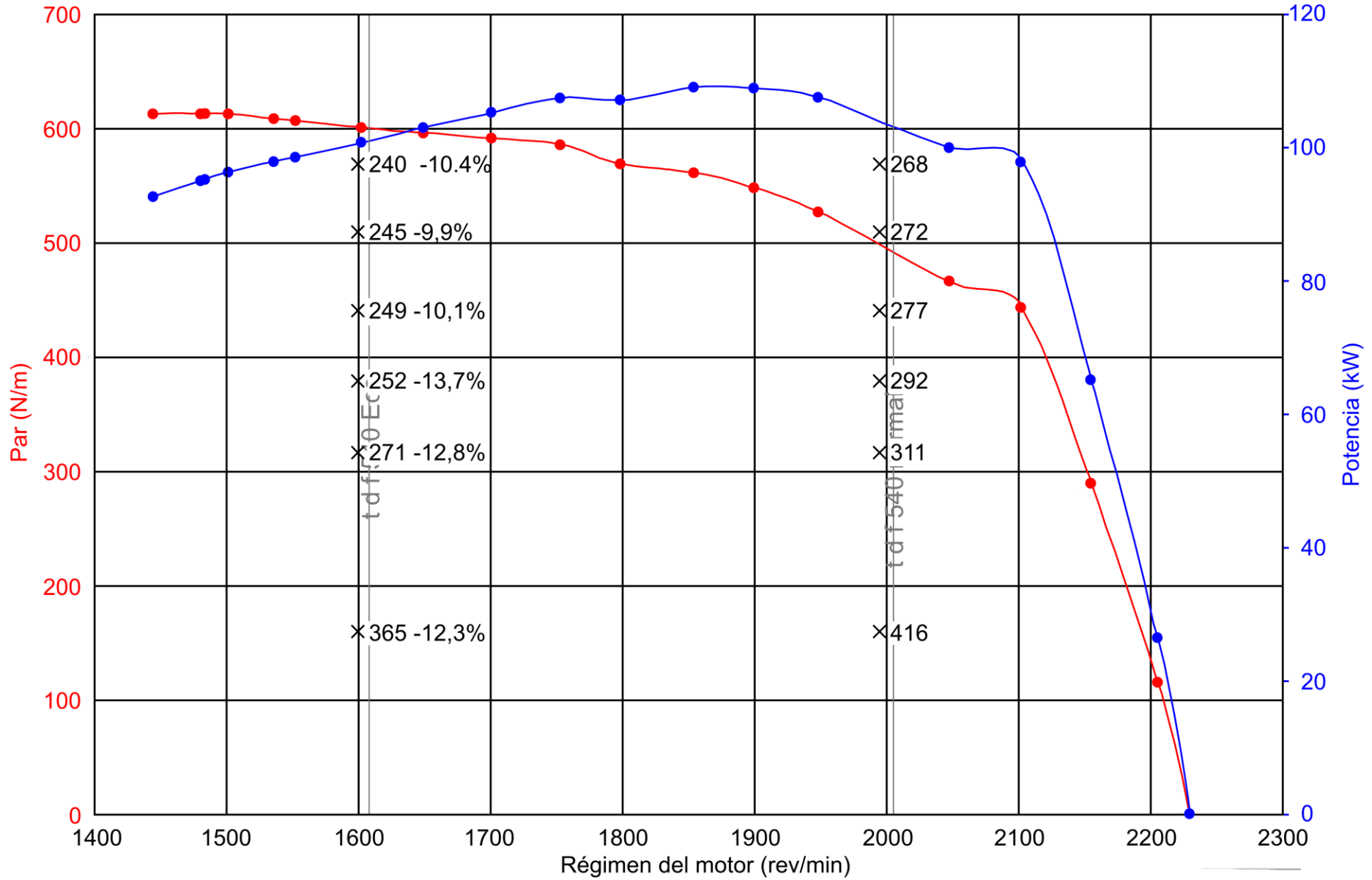
Toma de fuerza a 540 rev/min Normal. Actuación sobre el acelerador para mantener constante el régimen

Régimen tdf rev/min	Régimen motor rev/min	Potencia kW	Consumo l/h	Consumo g/kW h
540	2005	105,21	33,1	263
540	2005	98,03	31,4	268
540	2005	86,94	28,3	272
540	2005	76,19	25,2	277
540	2005	65,28	22,8	292
539	2003	54,48	20,3	311
539	2003	27,09	13,5	416

Toma de fuerza a 540 rev/min Económica. Actuación sobre el acelerador para mantener constante el régimen

Régimen tdf rev/min	Régimen motor rev/min	Potencia kW	Consumo l/h	Consumo g/kW h
541	1613	103,25	29,3	237
541	1611	97,95	28,1	240
540	1608	86,94	25,5	245
539	1607	76,12	22,7	249
539	1607	65,24	19,7	252
541	1613	54,37	17,6	271
538	1602	27,15	11,9	365

Consumos específicos g/kW h



Ensayos realizados el día 27 de marzo, durante la visita a la EMA de los asistentes al curso

Toma de fuerza a 1000 rev/min Normal. Actuación sobre el acelerador para mantener constante el régimen

Régimen tdf rev/min	Régimen motor rev/min	Potencia kW	Consumo l/h	Consumo g/kW h
997	1988	107,48	34,7	266
1000	1995	98,30	30,6	260
997	1989	75,85	24,1	265
1001	1996	54,04	18,6	288

Toma de fuerza a 1000 rev/min Económica. Actuación sobre el acelerador para mantener constante el régimen

Régimen tdf rev/min	Régimen motor rev/min	Potencia kW	Consumo l/h	Consumo g/kW h
998	1597	99,95	28,6	239
1000	1599	97,52	28,0	239
998	1597	76,88	23,9	260
1003	1604	55,42	16,3	245

Ensayos realizados el día 27 de marzo, durante la visita a la EMA de los asistentes al curso

Toma de fuerza a 540 rev/min Normal. Actuación sobre el acelerador para mantener constante el régimen

Régimen tdf rev/min	Régimen motor rev/min	Potencia kW	Consumo l/h	Consumo g/kW h
539	2003	65,67	23,1	293
542	2012	54,11	20,2	312
541	2009	27,31	13,9	426

Toma de fuerza a 540 rev/min Económica. Actuación sobre el acelerador para mantener constante el régimen

Régimen tdf rev/min	Régimen motor rev/min	Potencia kW	Consumo l/h	Consumo g/kW h
541	1613	64,40	20,1	260
542	1614	54,33	17,1	263
537	1599	27,19	11,3	347

¡Peligro!

Transmitir demasiada potencia con la toma de fuerza girando a 540 rev/min

	1	2	3	4
Régimen rev/min	540	1000	1000	1000
Diámetro eje mm	35	35	45	57
Nº acanaladuras	6	21	20	18
Potencia máxima kW	48	92	185	340

Par en el eje de la toma de fuerza
que gira a 540 rev/min cuando transmite
la potencia máxima a su categoría

$$M = \frac{N_{Máx}}{\omega} = \frac{48 \cdot 10^3 \frac{J}{s}}{540 \cdot \frac{2\pi}{60} \frac{rad}{s}} = 848,8 Nm$$

Toma de fuerza a 540 rev/min Normal. Actuación sobre el acelerador para mantener constante el régimen

Régimen tdf rev/min	Régimen motor rev/min	Par tdf Nm	Potencia kW	Consumo l/h	Consumo g/kW h
540	2005	1861	105,21	33,1	263
540	2005	1734	98,03	31,4	268
540	2005	1537	86,94	28,3	272
540	2005	1347	76,19	25,2	277
540	2005	1154	65,28	22,8	292
539	2003	964	54,48	20,3	311
539	2003	479	27,09	13,5	416

Toma de fuerza a 540 rev/min Económica. Actuación sobre el acelerador para mantener constante el régimen

Régimen tdf rev/min	Régimen motor Rev/min	Para tdf <u>Nm</u>	Potencia kW	Consumo l/h	Consumo g/kW h
541	1613	1821	103,25	29,3	237
541	1611	1729	97,95	28,1	240
540	1608	1537	86,94	25,5	245
539	1607	1347	76,12	22,7	249
539	1607	1155	65,24	19,7	252
541	1613	959	54,37	17,6	271
538	1602	482	27,15	11,9	365

Conclusiones:

- Utilizando la tdf económica se obtienen importantes reducciones de consumo de combustible respecto a la tdf “normal”.
- El motor del tractor es capaz de suministrar casi la misma potencia máxima al régimen de la tdf económica que al régimen de la tdf “normal”.
- El principal problema al utilizar la tdf económica es que está a un régimen del motor próximo al de par máximo, queda poca reserva de par, y quizás el motor no pueda reaccionar adecuadamente a un aumento de exigencia durante el trabajo.
- En un tractor de gran potencia es peligroso utilizar el régimen de 540 rev/min si la demanda de potencia del apero a través de la tdf es elevada.