

# Curso Online

## Eficiencia Energética en el Sector Agroalimentario

**Módulo 7 (3ª Parte):** EE en Maquinaria Agrícola

**Dictado por:** Ricardo Cereceda

Ingeniero Civil Químico

CEM-CMVP- Auditor Líder ISO 50001

Gerente de Proyectos

Ingeniería Proquilab Ltda.



# Módulo 7 (Parte 3)

- ❖ Motor diésel
- ❖ Elementos clave en el consumo de combustible
- ❖ Consumos
- ❖ Recomendaciones

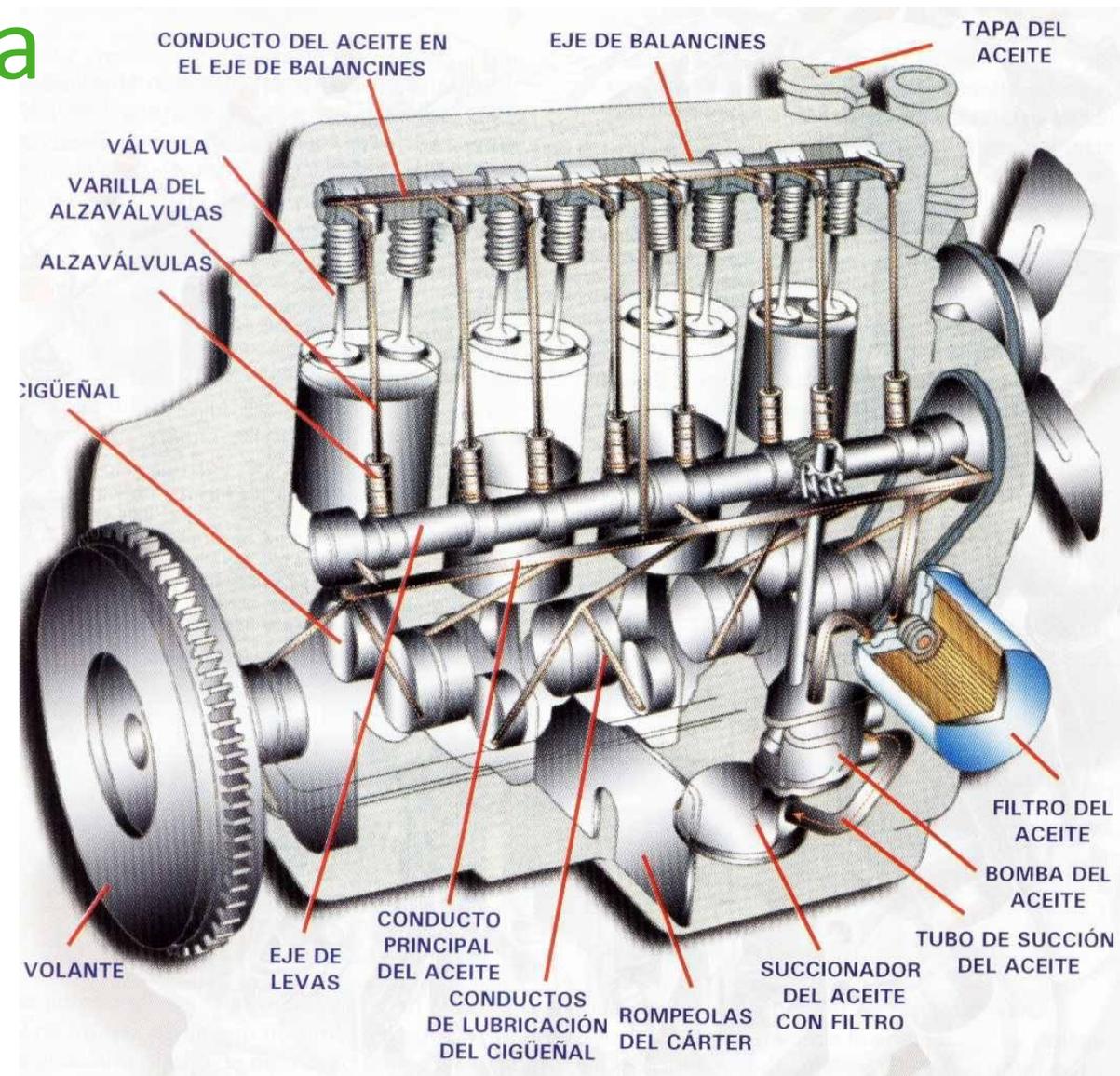


# EE en Maquinaria Agrícola

## Funcionamiento de un motor diésel

Un motor de 4 tiempos diésel es aquel que tiene un ciclo de combustión que consta de:

- Admisión
- Compresión
- Explosión (o ignición)
- Escape.



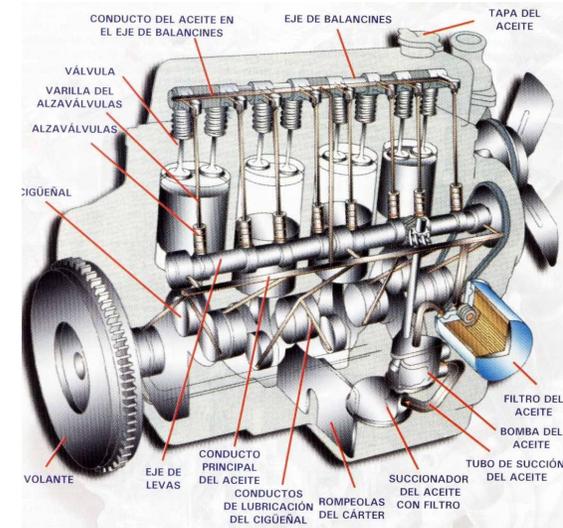
# EE en Maquinaria Agrícola

## Funcionamiento de un motor diésel

**Admisión:** El pistón desciende y se abre la válvula de admisión para que ingrese el aire al cilindro.

Mientras esto sucede, la válvula de escape se mantiene cerrada.

**Compresión:** El pistón asciende y la válvula de admisión se cierra. La válvula de escape continúa cerrada, lo cual comprime y calienta el aire . En ese recorrido completo que hace el pistón desde su extremo inferior hasta el superior, varía en un importante rango la relación de compresión.



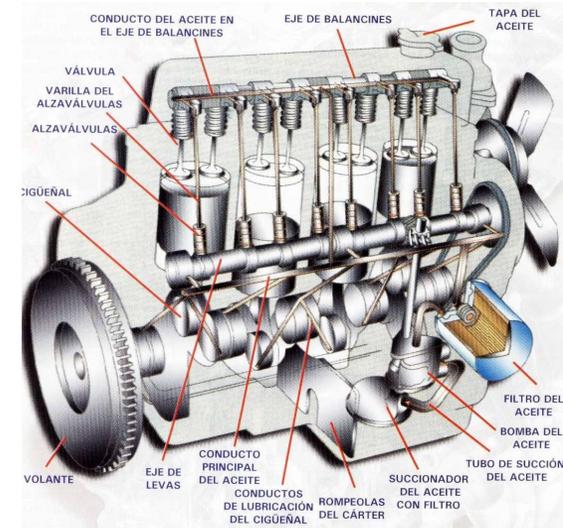
# EE en Maquinaria Agrícola

## Funcionamiento de un motor diésel

**Explosión o ignición:** En este punto se alcanza una temperatura de hasta  $440^{\circ}\text{C}$ , debido a que el pistón llega el máximo del recorrido. Es en ese momento cuando los inyectores meten el combustible a presión, de manera pulverizada para una mejor mezcla con el aire, y se produce la combustión (explosión) del mismo que empuja el pistón hasta el punto muerto inferior (PMI).

**Escape:** Al llegar al PMI, las válvulas de expulsión se abren y al subir nuevamente el pistón, salen los gases interiores que están quemados al haber cumplido el ciclo del motor diésel.

Este ciclo ocurre entre 10 y 30 veces por segundo dependiendo de la velocidad que se le exija al motor.



# EE en Maquinaria Agrícola

## ELEMENTOS CLAVE EN EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE

- Planificar el tipo y el número de trabajos agrícolas a desarrollar.
- Elegir el tractor y equipo adecuado para el trabajo a realizar.
- Utilizar máquinas y aperos en buen estado y apropiados al tractor.
- Elegir los neumáticos con presiones de inflado adecuadas
- Lastrar el tractor en función de las operaciones a realizar
- Seleccionar el régimen de funcionamiento del motor para que trabaje en zonas de bajo consumo.
- Realizar adecuado mantenimiento del tractor

# EE en Maquinaria Agrícola

## ELEMENTOS CLAVE EN EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE

- Utilizar de modo correcto los dispositivos de control que dispone el tractor para los diferentes tipos de trabajo:
  - Utilizar el bloqueo del diferencial para trabajos de campo pesados y con suelos blandos.
  - Utilizar la doble tracción.
- Utilizar las posiciones de la toma de fuerza económica para trabajos ligeros, cuando la máquina que se ha de accionar con el tractor demanda poca potencia
- Evitar en lo posible realizar operaciones agrícolas en condiciones desfavorables del suelo, el producto, el cultivo o la meteorología.

## AHORRO DE COMBUSTIBLE A CONSEGUIR

Régimen del motor  
y relación de cambio  
10-20%

Mantenimiento  
del motor  
5-10%

Adecuación y  
mantenimiento  
de los aperos  
5-10%

Reducir el  
patinamiento  
5%



Neumáticos, doble tracción  
y bloqueo diferencial  
5-10%

# EE en Maquinaria Agrícola

## Fórmula Empírica de consumo de combustible/hora

Por medio de un análisis de regresión lineal múltiple se llegó a la siguiente expresión:

$$C_h = (0,094*A+0,068*T+0,042*P+0,088*M+0,081*R-0,294)*0,333*N$$

Donde:

$C_h$ : consumo horario [L/h]

**0,333**: Consumo específico medio del tractor (o el propio del tractor) en [L/kW-h]

**N**: Potencia Nominal del tractor [kW]

**A,T,P,M,R** : factores ver Tabla siguiente

Fuente: IDEA: Consumos Energéticos en las operaciones agrícolas en España

# EE en Maquinaria Agrícola

A Requerimiento del tipo de Apero		T Textura del terreno		P Profundidad del Apero		M Marcha de la Caja de cambios		R Régimen del motor	
Condición	Valor	Condición	Valor	Condición	Valor	Condición	Valor	Condición	Valor
Bajo	1	Suelta	1	Superficial	0	Velocidad corta (baja)	1	Revoluciones bajas	1
Medio	2	Franca	2	Baja	1	Velocidad Media	2	Revoluciones Medias	2
Alto	3	Fuerte	3	Media	2	Velocidad larga (Alta)	3	Revoluciones Altas	3
				Alta	3				

# EE en Maquinaria Agrícola

Con el consumo horario se puede obtener el consumo superficial:

$$C_{ha} = C_h * 10 / (a * v)$$

Donde:

$C_{ha}$ : consumo superficial [L/ha]

$a$ : anchura del apero [m]

$v$ : velocidad de trabajo [km/h]

La velocidad también puede ser estimada con los valores M y R de la tabla:

$$V = 2,07 * M + 0,95 * R - 1,55$$

# EE en Maquinaria Agrícola

## Ejercicio

Estimar los consumos horario y superficial de una operación con sembradora de 3 m de ancho en suelo de textura franca y condiciones medias de trabajo (profundidad, marcha y régimen), con un tractor de 75 kW.

$$C_h = (0,094 * A + 0,068 * T + 0,042 * P + 0,088 * M + 0,081 * R - 0,294) * 0,333 * N$$

$$C_h = (0,094 * 1 + 0,068 * 2 + 0,042 * 2 + 0,088 * 2 + 0,081 * 2 - 0,294) * 0,333 * 75$$

$$C_h = 8,94 \text{ L/h}$$

# EE en Maquinaria Agrícola

## Ejercicio (cont)

El consumo superficial, además del ancho del apero, requiere conocer la velocidad que se estima con la expresión:

$$V = 2,07 * M + 0,95 * R - 1,55$$

$$V = 2,07 * 2 + 0,95 * 2 - 1,55 \quad \rightarrow \quad V = 4,49 \text{ km/h}$$

Entonces el consumo superficial,

$$C_{ha} = C_h * 10 / (a * v) \quad \rightarrow \quad C_{ha} = 8,94 * 10 / (3 * 4,49)$$

$$C_{ha} = 6,64 \text{ L/ha}$$

# EE en Maquinaria Agrícola

## RECOMENDACIONES

### Manejo del Tractor

- Hacer un correcto mantenimiento del tractor
- Controlar la presión de los neumáticos
- Utilizar las 4 ruedas motrices y el bloqueo diferencial
- Reducir las revoluciones del motor cuando sea posible
- Trabajar al 70-80% del régimen máximo del motor, con una caída de 150 a 200 r/min para los trabajos de tracción.

# EE en Maquinaria Agrícola

## RECOMENDACIONES

### Manejo de las labores

- Hacer un correcto mantenimiento de las máquinas y aperos
- Contrapesar el tractor según las diferentes operaciones
- Ajustar el tractor al apero: enganche y anchura de los aperos
- En los laboreos si es posible, aumentar la velocidad de trabajo
- Controlar la profundidad de trabajo con ruedas o rulos.
- Utilizar equipos combinados para evitar pasadas, disminuyendo el consumo y el costo de combustible
- Planificar el trabajo, llevar registro del consumo de combustible, su costo y tiempo de operación.

# ¡Muchas gracias por su atención!



Ricardo Cereceda O.

Ingeniero Civil Químico  
CEM-CMVP-Auditor Líder ISO 50001  
Gerente de Proyectos  
Ingeniería Proquilab Ltda.

[www.proquilab.cl](http://www.proquilab.cl)

[r.cereceda@proquilab.cl](mailto:r.cereceda@proquilab.cl)

´56 9 9919 7132