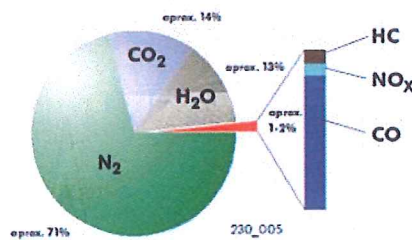


# ANÁLISIS DE GASES DE ESCAPE EN MOTORES DE GASOLINA

MODULO 1  
Gases de escape



Composición de los gases de escape en motores de gasolina



Departamento de Formación

Lumasa Formación

El analizador de gases de escape muestra los valores de concentración de los gases de escape.



## ¿ Para que se usa ?

1. Para revisiones Pre-ITV
2. Para diagnosis de motor, encendido e inyección

MODULO 1  
Gases de escape



Departamento de Formación

Lumasa Formación

## INTRODUCCIÓN

- Además de las normativas de homologación se deben cumplir revisiones periódicas de inspección técnica ( ITV).
- Estas inspecciones valoran si el vehículo contamina mas de lo permitido.
- Si el resultado es positivo deberá ser reparado o puesto fuera de circulación.
- Actualmente se usan dos métodos de forma conjunta para reducir los gases contaminantes emitidos por los vehículos:
  - ✓ Mejorar el rendimiento del motor.
  - ✓ Depurar los gases resultantes de la combustión.

### Elementos que forman la mezcla gaseosa

Para que se pueda realizar la combustión se necesitan 3 elementos:

- Aire ( comburente = Oxigeno )
- Combustible ( gasolina )
- Chispa ( Encendido )



## GASES A ANALIZAR

- ✓ Monóxido de carbono
- ✓ Dióxido de carbono
- ✓ Oxigeno
- ✓ Hidrocarburos





## DIÓXIDO DE CARBONO

- ✓ Gas no nocivo resultante junto al vapor de agua y al nitrógeno de la combustión.
- ✓ La reducción del número de árboles en el mundo lo ha convertido en uno de los principales agentes de efecto invernadero.
- ✓ Cuanto mejor se realice la combustión mayor será el valor emitido de este gas.
- ✓ Actualmente se penaliza la venta de vehículos con altas emisiones de este gas.

## MONÓXIDO DE CARBONO

- ✓ Es un gas incoloro, inodoro e insípido muy tóxico para el ser humano.
- ✓ Su formación se realiza con combustiones incompletas pobres en oxígeno.
- ✓ Sus mayores valores se alcanzan con mezclas muy ricas.



## OXIGENO

- ✓ Gas no tóxico ni contaminante.
- ✓ Sin este gas no podríamos vivir.
- ✓ Su análisis nos indica como se realiza la mezcla y la combustión.

## VAPOR DE AGUA

- ✓ Gas no tóxico ni contaminante.
- ✓ Por cada litro de gasolina consumida se genera 1 litro de vapor de agua.
- ✓ Es el máximo responsable de la oxidación de los sistemas de escape en los motores de explosión.



## HIDROCARBUROS

- ✓ Gas muy cancerígeno.
- ✓ Formado por los vapores de la gasolina sin quemar.
- ✓ El motor de gasolina realiza mezclas incompletas por lo que siempre existen hidrocarburos en el escape.
- ✓ Con  $\lambda = 1$  la emisión es baja.
- ✓ Con mezclas ricas o muy pobres aumenta el valor emitido.

## EL DOSADO DE LA MEZCLA

- ✓ Para que se lleve a cabo la combustión, la mezcla debe establecerse dentro de unos límites.
- ✓ El dosado de la mezcla se realiza en relación de peso no de volumen.
- ✓ Se denomina relación estequiométrica a la proporción de aire y gasolina de 14,7 kg de aire por 1 kg de gasolina.
- ✓ En esta proporción se realiza la combustión proporcionando la mayor potencia con el menor consumo de combustible y la menor emisión de gases contaminantes.



$\lambda =$  cantidad de aire aspirado / cantidad de combustible consumido

O también :

$$\lambda = \frac{\text{Peso real de aire consumido por Kg de gasolina}}{\text{Peso teórico de aire que se debería consumir por Kg. de gasolina}} = \frac{X}{14,7}$$





# TIPOS DE DOSADO DE MEZCLA

Casos según mezcla real (x)			
X	Aire	Mezcla	$\lambda$
<14,7 =14,7 >14,7	Defecto Equilibrio Exceso	Rica Estequiométrica Pobre	<1 =1 >1

Mezcla	%	Consecuencias
<b>Rica</b>	<0,75 0,75 + 0,85 0,85 + 0,95	El motor se ahoga y la mezcla no inflama por lo que el motor deja de funcionar Mezcla demasiado rica, que en uso instantáneo, proporciona incrementos de potencia Potencia máxima en régimen continuo (pendiente, adelantamientos, etc.)
<b>Normal</b>	0,95 + 1,05	Conducción normal (regímenes de cruce)
<b>Pobre</b>	1,05 + 1,15 1,15 + 1,30 >1,30	Mínimo consumo con ligera pérdida de potencia Disminución considerable de potencia con aumento de consumo por pérdida de rendimiento El motor no funciona, no se propaga la llama



## ESTUDIO DEL DOSADO

- ✓ Para valores lambda de 12:1 se conseguirá la máxima potencia con el máximo consumo y mayor emisión de contaminantes.
- ✓ Para valores menores a 12:1 la potencia disminuirá, incrementándose el consumo y la emisión de contaminantes.
- ✓ Para valores 16:1 se alcanzara el menor consumo de combustible con limitación de potencia y emisión de gases relativamente alta.
- ✓ Si se supera el valor de 16:1 el motor se para por ser muy lenta la combustión.
- ✓ Para el arranque, ralentí y aceleraciones se establecen relaciones ricas menores a 1 y para carga parcial se producirá mezcla pobre mayor a 1 (economía).



## INFLUENCIA DEL DOSADO EN LA EMISIÓN DE GASES

- ✓ Para mezclas ricas se aumentan los valores de gases contaminantes.
- ✓ Para mezclas pobres también se aumentan los valores de gases contaminantes.
- ✓ Solo para la relación estequiometrica se encuentra el equilibrio de los valores de los gases emitidos por el motor.



## VALORES NORMALES DE MONOXIDO DE CARBONO

- ✓ Vehículos con carburador.- 1 a 3%
- ✓ Con inyección no catalizados. -0,5 a 1,5%
- ✓ Vehículos catalizados.- 0,1 a 0,5%





## VALORES PARA ITV

- ✓ Vehículos no catalizados hasta 1.10.86.-4,5%
- ✓ Vehículos no catalizados a partir de 1.10.86.-3,5 %
- ✓ Catalizados hasta 1.07.02.-
  - Ralentí .- 0,5 %
  - Acelerado.-0,3% y lambda 0,97 y 1,03
- ✓ Catalizados a partir de 1.07.02.-
  - Ralentí.- 0,3%
  - Acelerado.- 0,2% y lambda 0,97 y 1,03



## ACLARACIONES

- ✓ Un valor alto de CO siempre indica una mezcla rica.
- ✓ Un valor bajo de CO puede indicar mezcla pobre o tomas de aire en al admisión o en el escape.
- ✓ Un valor normal o algo inferior puede indicar que el cilindro no funciona o lo hace mal (fallo combustión).



## DIÓXIDO DE CARBONO

- Se forma cuando se produce una combustión con exceso de oxígeno.
- Los valores normales están entre 13% para vehículos con carburador hasta 16% en vehículos catalizados.
- Cuanto mejor se realiza la combustión mayor será su valor.
- Es un indicativo de la calidad de la combustión.
- En cuanto la combustión no se realiza correctamente el valor desciende de 13% o 16%.



## EL OXIGENO

- ✓ Al igual que el dióxido de carbono nos sirve como indicador de la calidad de la combustión.
- ✓ Los valores normales son:
  - Vehículos carburados.- 2%
  - Vehículos inyección no catalizados.-1,5%
  - Vehículos catalizados.-Menos de 0,2%





## ACLARACIONES

- ✓ Un valor de oxígeno muy bajo se acompaña de un valor de CO alto indicando mezcla rica.
- ✓ Un valor de oxígeno alto indica mezcla pobre o que la combustión no se realiza total o parcialmente.
- ✓ Un valor alto también puede indicar tomas de aire tanto en la admisión como en el escape.
- ✓ Nunca se determina la causa sin contrastar con los otros gases de escape.



## HIDROCARBUROS

- ✓ Los hidrocarburos son moléculas de combustible sin quemar de forma parcial o total.
- ✓ La aparición de hidrocarburos se realiza al no quemarse en la combustión.
- ✓ Aumentan tanto en mezclas pobres, ricas o fallos de combustión.

## VALORES DE HIDROCARBUROS

- ✓ Vehículos con carburador.- 400 ppm
- ✓ Inyección sin catalizar.- 270 ppm
- ✓ Inyección catalizados.- Entre 10 y 100 ppm



## NOTA

- ✓ La relación LAMBDA en el analizador de gases se obtiene de unos cálculos realizados por la maquina.
- ✓ Siempre se tienen que tener en cuenta todos los gases antes de determinar la exactitud de este valor.



## Ejemplos prácticos dinámicos para diagnosis de averías mediante análisis de gases de escape

1. Identificar sistema de alimentación
  - A. Carburación.
  - B. Inyección sin catalizar.
  - C. Inyección catalizada.





## A. CARBURACION

### CASOS PRACTICOS

1. El motor no arranca. Causas:
  - a. ¿Llega gasolina al motor?
  - b. ¿Es la mezcla rica o pobre?
  - c. ¿Salta chispa en las bujías?
  - d. ¿Están las chispas sincronizadas?
  - e. ¿Existe una toma de aire en la admisión?
  - f. ¿Esta el motor en orden?

Utilizamos el analizador de gases para conocer si entra gasolina en el motor.



## Protocolo de verificación

### a. ¿Llega gasolina al motor?



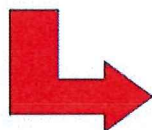
1. Encender el analizador y esperar a la puesta a cero
2. Introducir la sonda en el tubo de escape
3. Tratar de arrancar el motor ( será imposible)
4. Observar la lectura de Hidrocarburos en los gases
5. Si existen HC el carburador esta inyectando gasolina
6. Si no existen HC el carburador no inyecta gasolina
7. En caso de no existir HC verificar el circuito de alimentación de combustible y el carburador.(Deposito vacio....)
8. Si existen hidrocarburos proseguir la diagnosis.





# Si, llega gasolina al motor

1. Verificar la chispa en las bujías y su sincronización
2. Comprobar que no existan tomas de aire en la admisión
3. Comprobar la compresión del motor. En caso de dudas revisar la distribución del motor.
4. Si todos los puntos están correctos el defecto estará en el dosado de la mezcla aire-gasolina.



REPARAR O SUSTITUIR EL CARBURADOR



Cuando el motor arranca se pueden analizar los gases de escape para determinar:

- El correcto funcionamiento de la carburación.
- El correcto funcionamiento del sistema de encendido.
- El correcto funcionamiento de la mecánica del motor.

En ocasiones un mal funcionamiento de algunos de estos sistemas no es identificable ni por el conductor ni por el mecánico.

En algunos casos un consumo excesivo de combustible es el único síntoma de una avería o fallo en alguno de los sistemas anteriores.

- ✓ Las revisiones de ITV verifican que el motor no contamine
- ✓ Si el motor contamina indica que algo va mal
- ✓ Nunca debemos variar la relación de mezcla en el carburador
- ✓ Antes se analizaran los gases de escape en el taller
- ✓ Una vez diagnosticada la avería se reparara
- ✓ El vehículo esta preparado para superar la ITV





## Preparativos

- El motor debe estar a temperatura de servicio ( caliente ).
- El analizador de gases se encontrara en fase de medición.
- Introducimos la sonda del analizador en el tubo de escape.
- Siempre revisar las posibles fugas del sistema de escape.
- Si existen fugas reparar o sustituir el elemento antes de seguir.
- Con el motor a ralentí esperamos la estabilización de los valores.
- Realizamos la lectura de los valores de los gases de escape.
- Se analizan para interpretar la diagnosis de la avería.

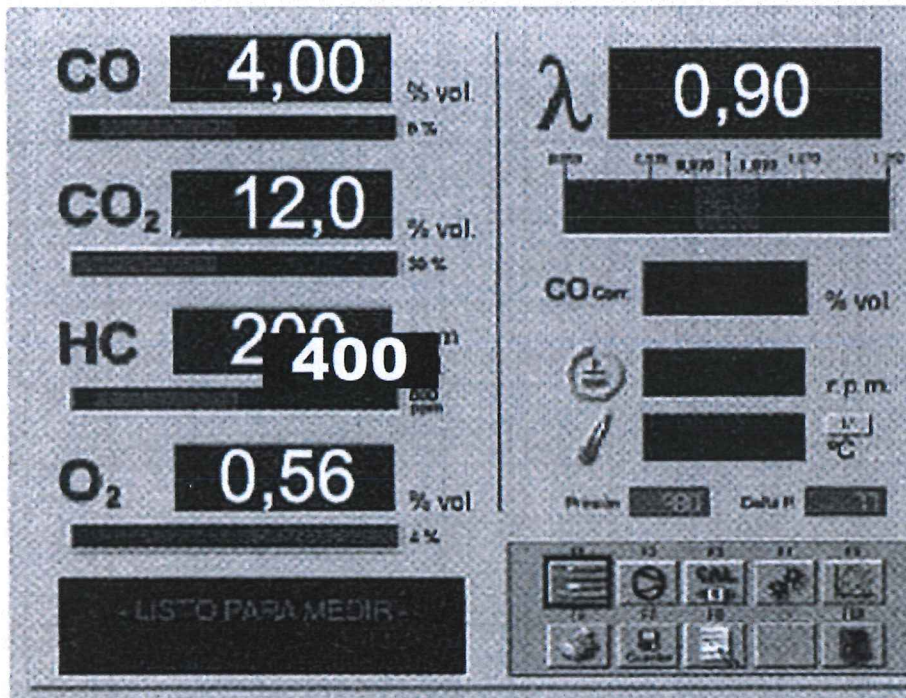


## Analizador de gases de escape Ejemplos de lecturas de gases



# EJEMPLO N°1

MODULO 1  
Gases de escape



**MOTOBIKE**  
PREMIUM

Departamento de Formación

Lumasa Formación

RESULTADO:

## SOLUCIÓN

- Corregir la mezcla aire – gasolina en el carburador.
- Si los valores siguen fuera de valores.
- Comprobar la compresión del motor.
- Revisar el aceite del motor por contaminación.
- Si esta en orden reparar o sustituir el carburador.

MODULO 1  
Gases de escape

**MOTOBIKE**  
PREMIUM

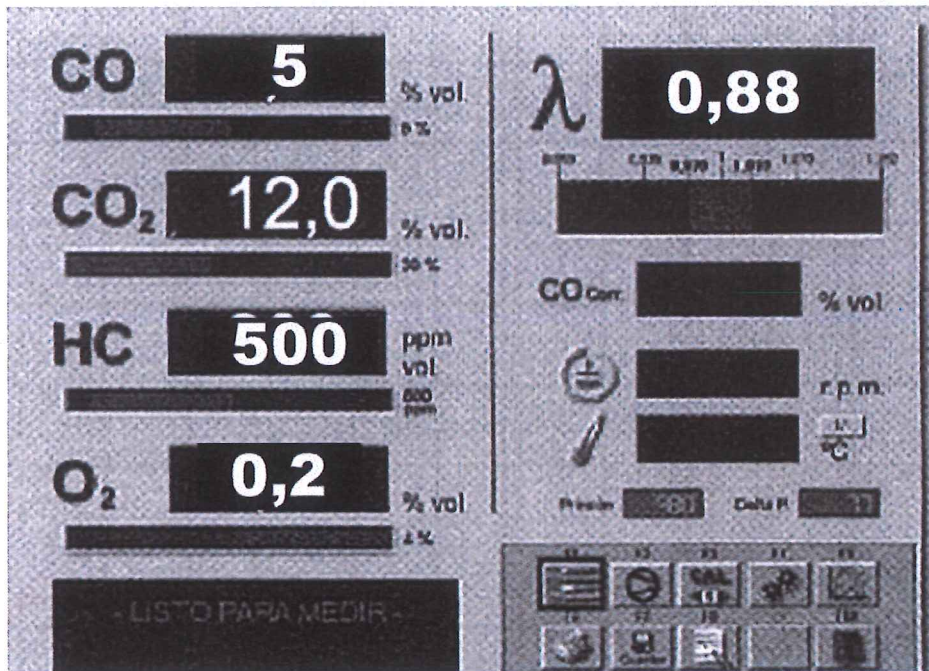
Departamento de Formación

Lumasa Formación



# EJEMPLO N°2

MODULO 1  
Gases de escape



  
MOTOBIKE  
PREMIUM

Departamento de Formación

Lumasa Formación

RESULTADO:

## SOLUCIÓN

- Corregir la mezcla aire – gasolina en el carburador.
- Si los valores siguen fuera de valores.
- Comprobar la compresión del motor.
- Revisar el aceite del motor por contaminación.
- Si esta en orden reparar o sustituir el carburador.

MODULO 1  
Gases de escape

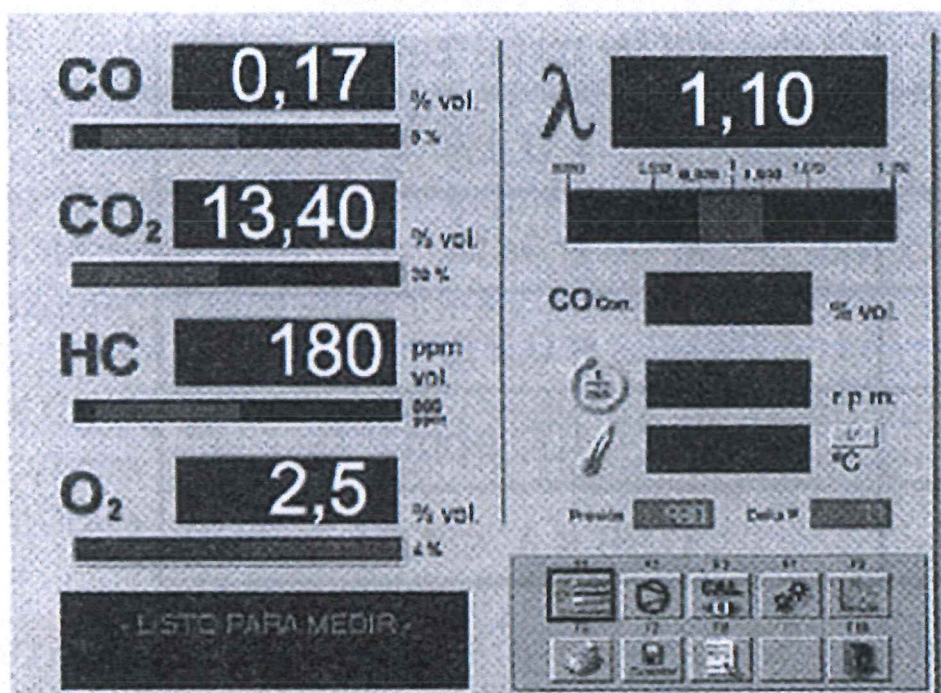
  
MOTOBIKE  
PREMIUM

Departamento de Formación

Lumasa Formación

# EJEMPLO N°3

MODULO 1  
Gases de escape



Departamento de Formación

Lumasa Formación

RESULTADO:

## SOLUCIÓN

- Corregir la mezcla aire – gasolina en el carburador.
- Si no alcanza los valores correctos.
- Revisar posibles tomas de aire pequeñas.
- Si todo esta en orden reparar o sustituir el carburador.

MODULO 1  
Gases de escape



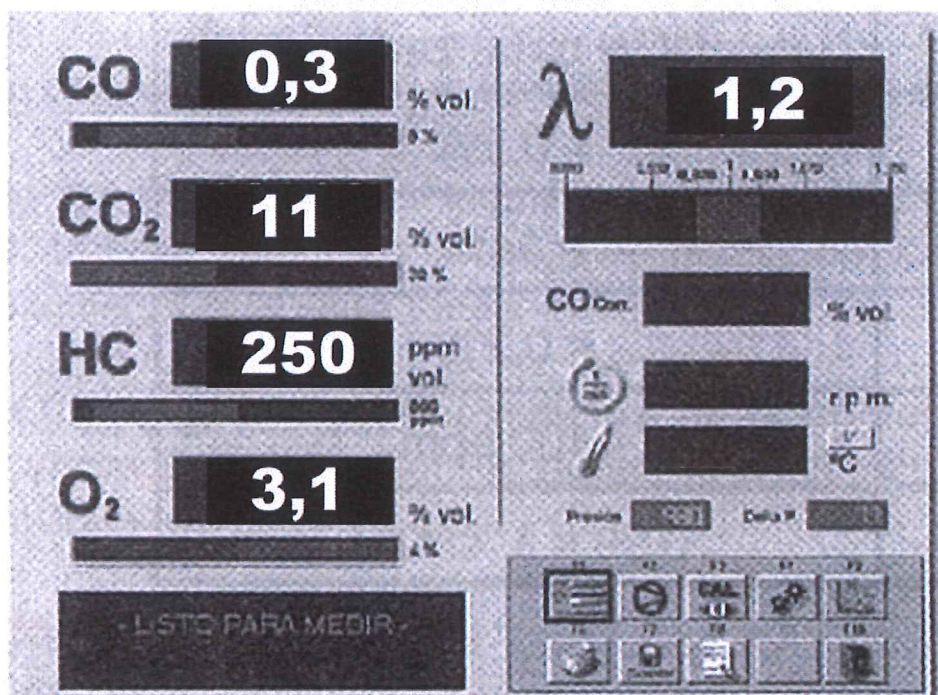
Departamento de Formación

Lumasa Formación



# EJEMPLO Nº4

MODULO 1  
Gases de escape



  
MOTOBIKE  
PREMIUM

Departamento de Formación

Lumasa Formación

RESULTADO:

## SOLUCIÓN

- Corregir la mezcla aire – gasolina en el carburador.
- Si no alcanza los valores correctos.
- Revisar posibles tomas de aire pequeñas.
- Si todo esta en orden reparar o sustituir el carburador.

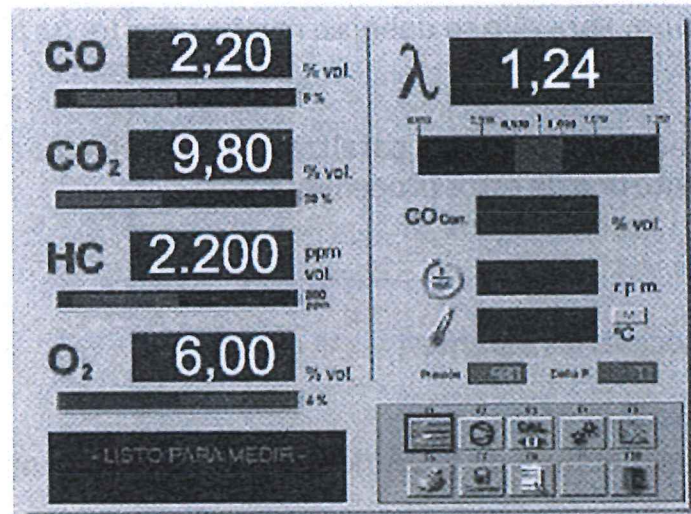
MODULO 1  
Gases de escape

  
MOTOBIKE  
PREMIUM

Departamento de Formación

Lumasa Formación

# EJEMPLO Nº12



MODULO 1  
Gases de escape

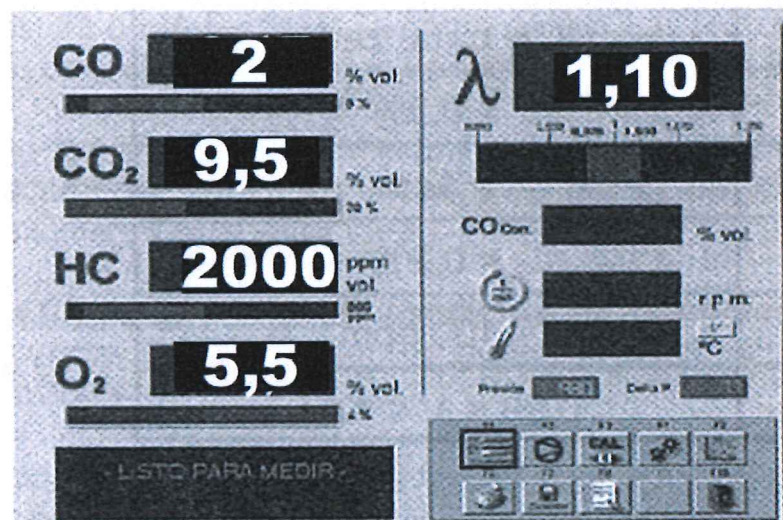
RESULTADO:



Departamento de Formación

Lumaso Formación

# EJEMPLO Nº13



MODULO 1  
Gases de escape

RESULTADO:



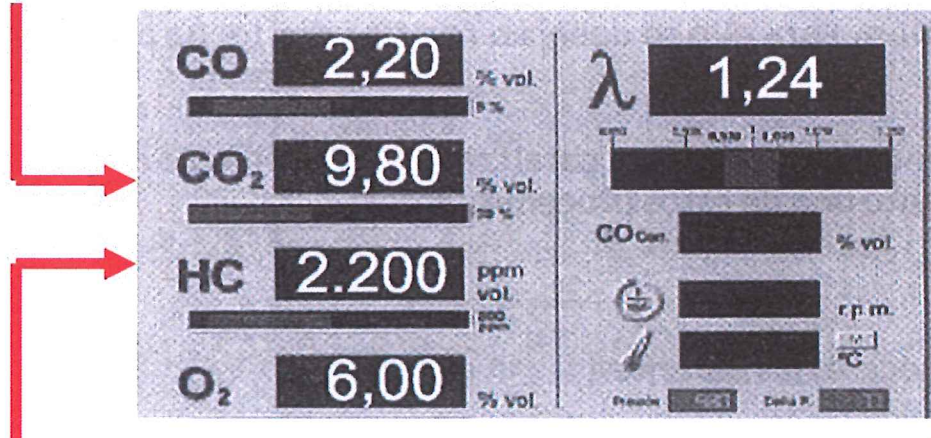
Departamento de Formación

Lumaso Formación



# ¿Como diferenciar un fallo de encendido de uno de motor?

## Fallo de encendido



Fallo válvulas escape o motor

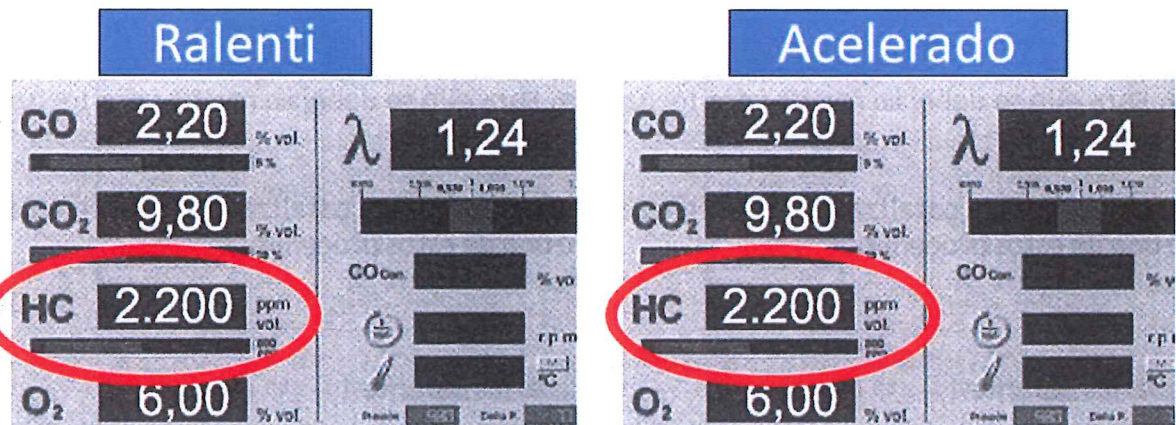


MODULO 1  
Gases de escape

Departamento de Formación

Lumasa Formación

Acelerar a 3500 Rpm



Si los valores de HC se mantienen

# Fallo de encendido



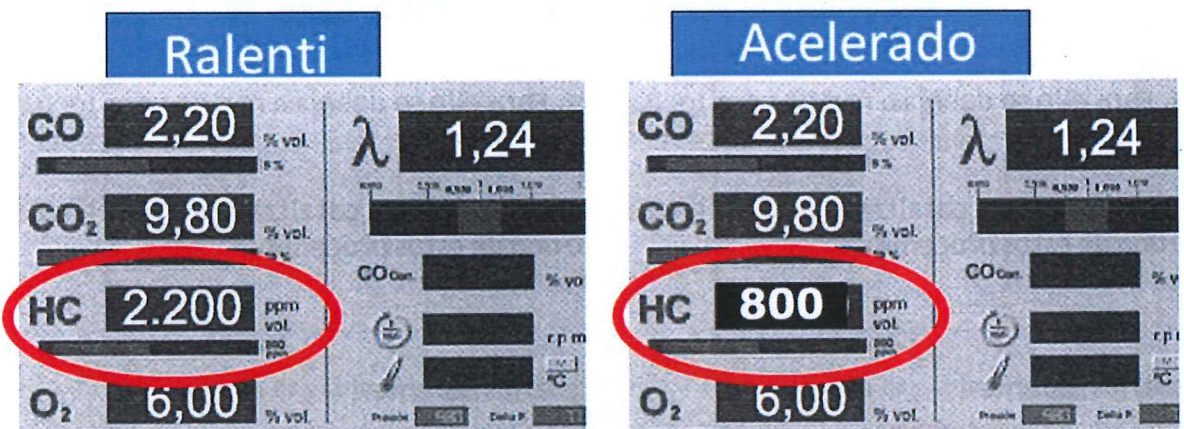
MODULO 1  
Gases de escape

Departamento de Formación

Lumasa Formación



Acelerar a 3500 Rpm



Si los valores de HC disminuyen

# Fallo de válvulas



- La optimización del dosado de mezcla lo variamos desde un potenciómetro electrónico.
- La unidad de control enriquecerá o empobrecerá según le indiquemos con el potenciómetro.
- Esta regulación solo es validad para motor o ralenti.



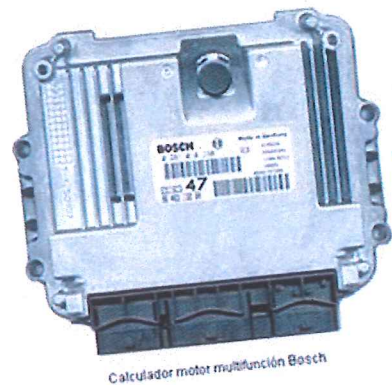


## B. INYECCION

La unidad de control es el cerebro que controla y regula el sistema.

### CASOS PRACTICOS

1. El motor no arranca. Causas.
  1. ¿Llega gasolina al motor?
  2. ¿Es la mezcla rica o pobre?
  3. ¿Salta chispa en las bujías?
  4. ¿Están las chispas sincronizadas?
  5. ¿Existe una toma de aire en la admisión?
  6. ¿Esta el motor en orden?



Se utiliza el analizador de gases para conocer si entra gasolina en el motor.



# Protocolo de verificación

## a. ¿Llega gasolina al motor?



1. Encender el analizador y esperar a la puesta a cero
2. Introducir la sonda en el tubo de escape
3. Tratar de arrancar el motor ( será imposible)
4. Observar la lectura de Hidrocarburos en los gases
5. Si existen HC entra gasolina en el motor
6. Si no existen HC no entra gasolina en el motor
7. En caso de no existir HC verificar el circuito de alimentación de combustible (Deposito vacío, presión y caudal de gasolina....) y si existe activación de los inyectores
8. Si existen hidrocarburos proseguir la diagnosis.





# Si, llega gasolina al motor

- 1.Verificar el tiempo de inyección en todos los inyectores
- 2.Si el tiempo es corto o largo revisar sistema de inyección
- 3.Si el tiempo de inyección es normal ( presión gasolina)
- 4.Comprobar la chispa en las bujías y su sincronización
- 5.Comprobar que no existan tomas de aire en la admisión
- 6.Comprobar la compresión del motor. En caso de dudas revisar la distribución del motor.

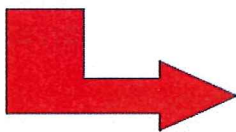


Revisar la sincronización de inyección y los inyectores



# No, llega gasolina al motor

- 1.Verificar el tiempo de inyección en todos los inyectores.
- 2.Si hay tiempo de inyección verificar circuito hidráulico.
- 3.Si la presión o el caudal de gasolina es bajo y existe gasolina en el deposito, sustituir la bomba de gasolina o revisar los tubos( posible estrangulación) o filtro combustible.
- 4.Si la presión y el caudal de gasolina es correcto.



Sustituir los inyectores

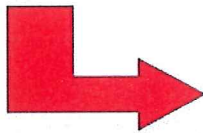






# No, llega gasolina al motor

- 1.Si no existe tiempo de inyección.
- 2.Revisar alimentaciones de la unidad de control.
- 3.Si están correctas, verificar el sistema inmovilizador.
- 4.Si esta en orden revisar sensores de RPM y Fase.
- 5.Verificar según el circuito eléctrico los interruptores de seguridad ( interruptor de inercia...) que intervengan en este sentido.
- 6.Si todo esta correcto.



**Sustituir la unidad de control**



## 2. El motor arranca.

Cuando el motor arranca se pueden analizar los gases de escape para determinar:

- El correcto funcionamiento de la inyección
- El correcto funcionamiento del sistema de encendido
- El correcto funcionamiento de la mecánica del motor

En ocasiones un mal funcionamiento de algunos de estos sistemas no es identificable ni por el conductor ni por el mecánico.

En algunos casos un consumo excesivo de combustible es el único síntoma de una avería o fallo en alguno de los sistemas anteriores.

- ✓ Las revisiones de ITV verifican que el motor no contamine.
- ✓ Si el motor contamina indica que algo va mal.
- ✓ Nunca debemos variar la relación de mezcla .
- ✓ Antes se analizaran los gases de escape en el taller.
- ✓ Una vez diagnosticada la avería se reparara.
- ✓ El vehículo esta preparado para superar la ITV.



# PREPARATIVOS

- ✓ El motor debe estar a temperatura de servicio ( caliente ).
- ✓ El analizador de gases se encontrara en fase de medición.
- ✓ Introducimos la sonda del analizador en el tubo de escape.
- ✓ Siempre revisar las posibles fugas del sistema de escape.
- ✓ Si existen fugas reparar o sustituir el elemento antes de seguir.
- ✓ Con el motor a ralentí esperamos la estabilización de los valores.
- ✓ Realizamos la lectura de los valores de los gases de escape.
- ✓ Se analizan para interpretar la diagnosis de la avería.



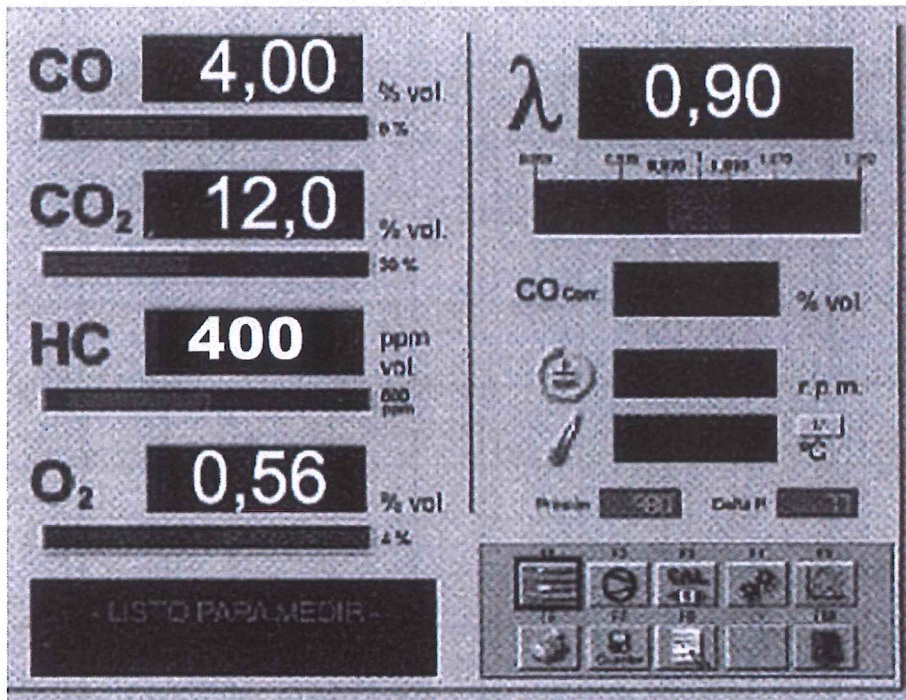
# Analizador de gases de escape Ejemplos de lecturas de gases





# EJEMPLO N°1

MODULO 1  
Gases de escape

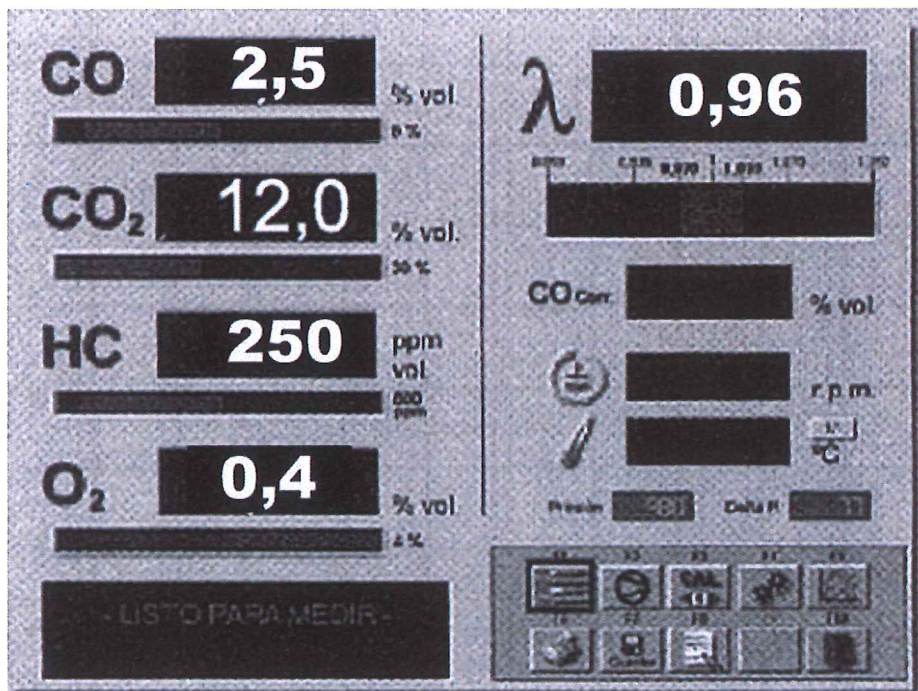


Departamento de Formación

Lumasa Formación

# EJEMPLO N°2

MODULO 1  
Gases de escape



Departamento de Formación

Lumasa Formación



**RESULTADO:**

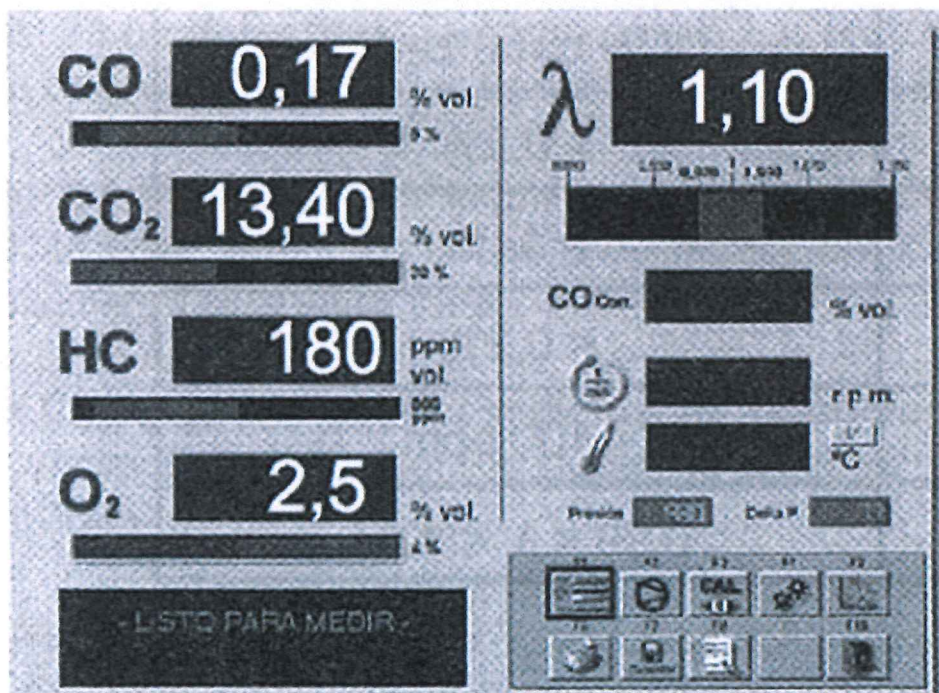
Si la mezcla es rica, revisar el tiempo de inyección. Si es bajo, y hay alta presión de gasolina, puede ser por entrada indebida de gasolina.

Causa: Los inyectores pueden estar defectuosos.

Si el tiempo de inyección es alto, revisar sensores de dosado, si están correctos, comprobar la alimentación de la unidad, si están en orden, sustituir la unidad de control.



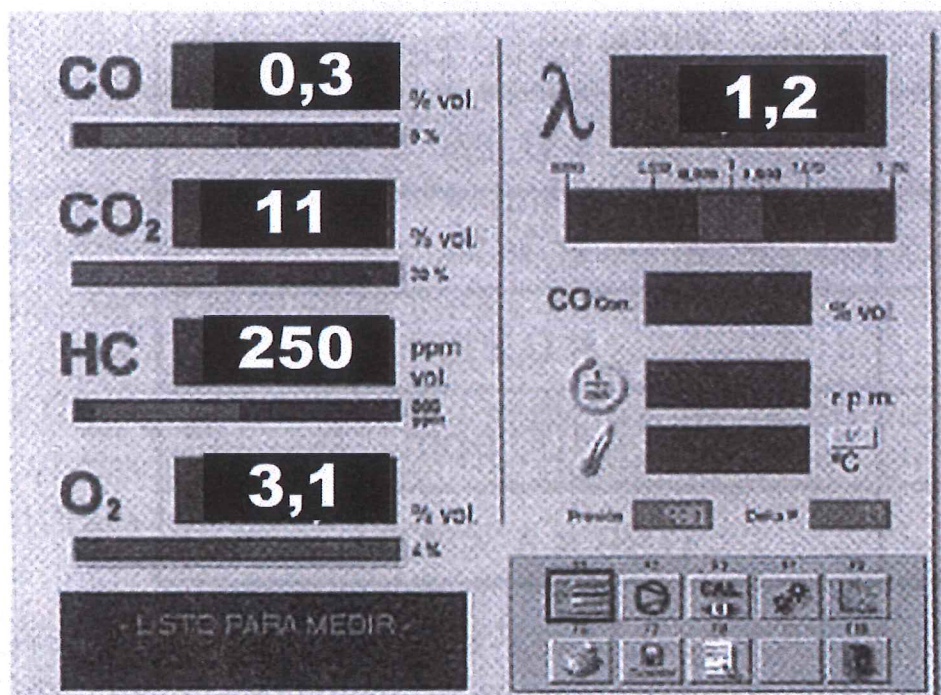
**EJEMPLO N°3**





# EJEMPLO N°4

MODULO 1  
Gases de escape



  
MOTOBIKE  
PREMIUM

Departamento de Formación

Lumasa Formación

## RESULTADO:

Revisar el tiempo de inyección, si es alto o normal.

Si hay baja presión de gasolina, puede ser por una toma de aire; inyectores defectuosos.

Si el tiempo de inyección es bajo, revisar sensores de dosado. Si están correctos, comprobar alimentaciones de la unidad, si están en orden; sustituir la unidad de control.

MODULO 1  
Gases de escape

  
MOTOBIKE  
PREMIUM

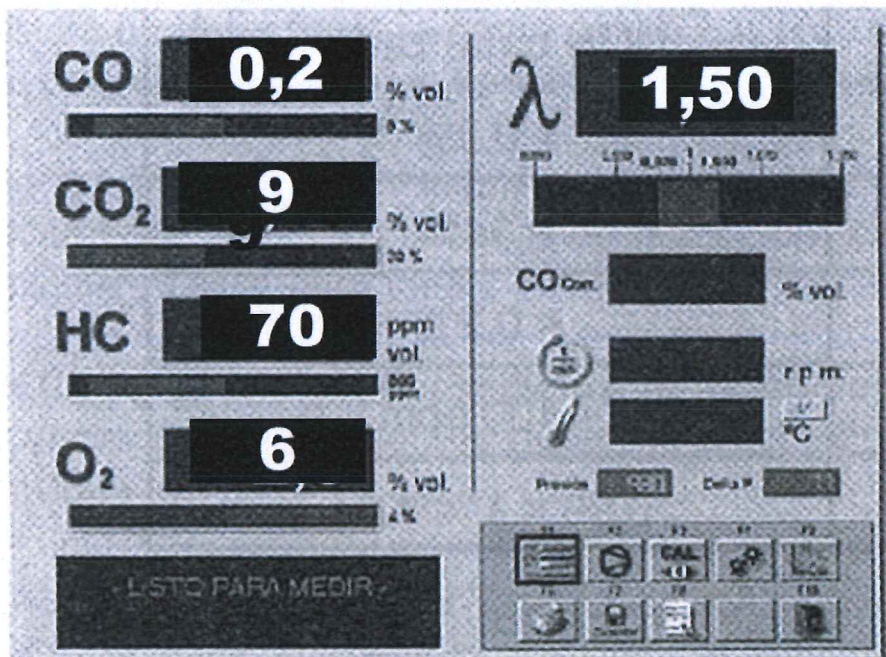
Departamento de Formación

Lumasa Formación



# EJEMPLO N°5

MODULO 1  
Gases de escape

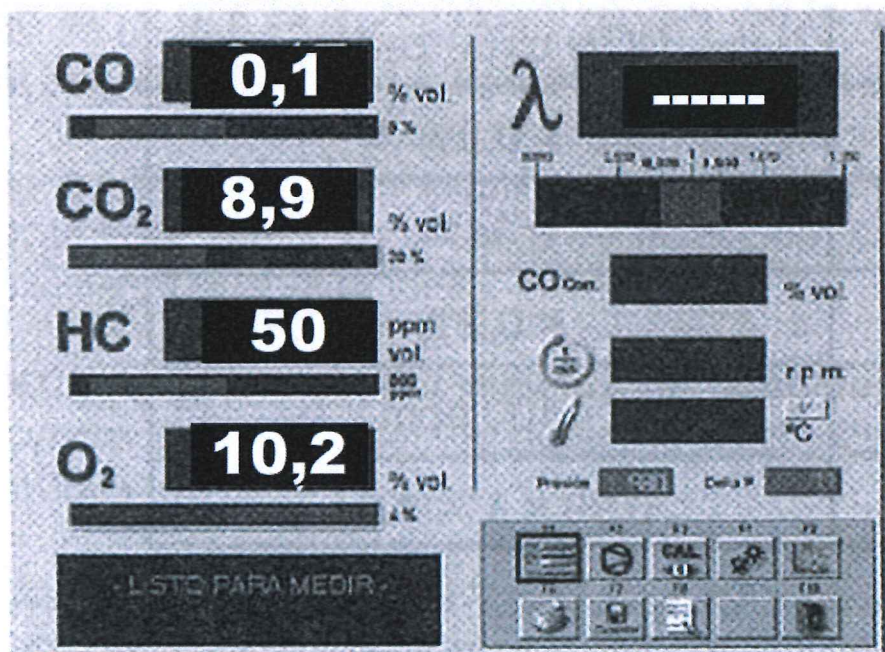


Departamento de Formación

Lumasa Formación

# EJEMPLO N°6

MODULO 1  
Gases de escape



Departamento de Formación

Lumasa Formación



# Resultado:

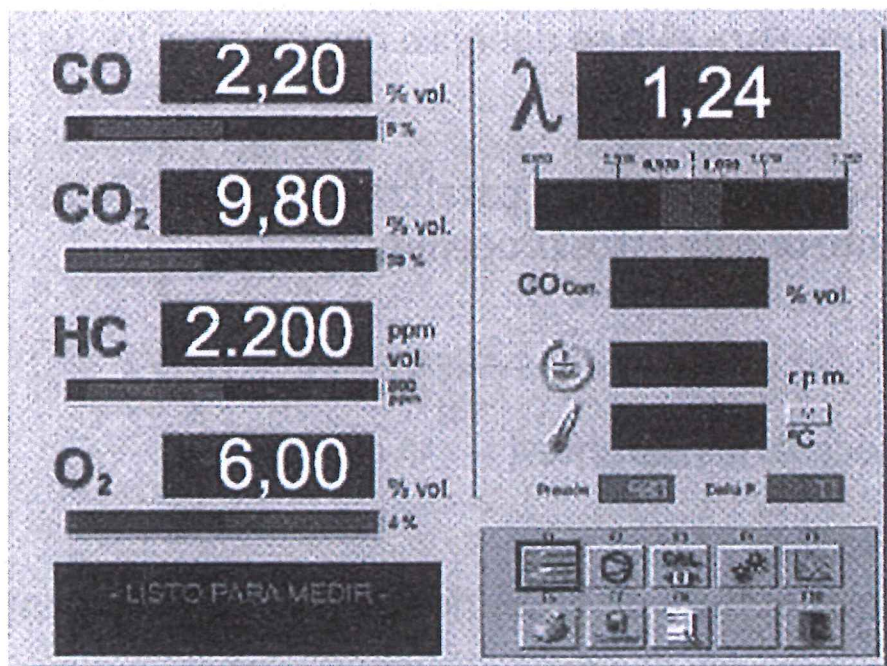


## Escape roto:

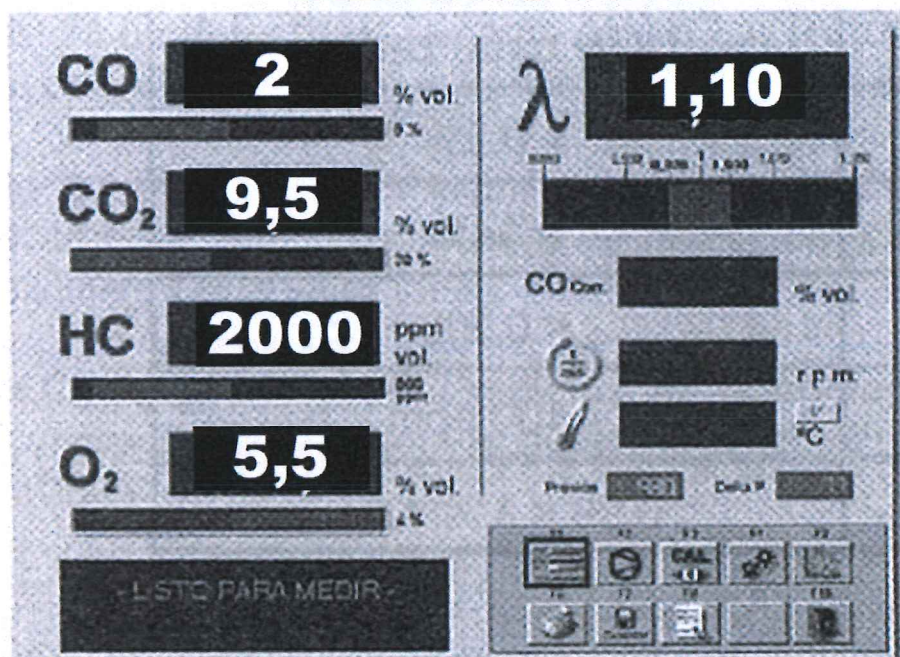
- Tapar la fuga.
- Verificar gases.
- Reparar escape.



# EJEMPLO Nº12



# EJEMPLO Nº13



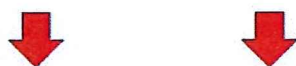
MODULO 1  
Gases de escape



Departamento de Formación

Lumasa Formación

## Resultado:



Válvula de escape o motor  
Falta de compresión  
¿Como diferenciar un fallo  
Encendido de uno de motor?

MODULO 1  
Gases de escape

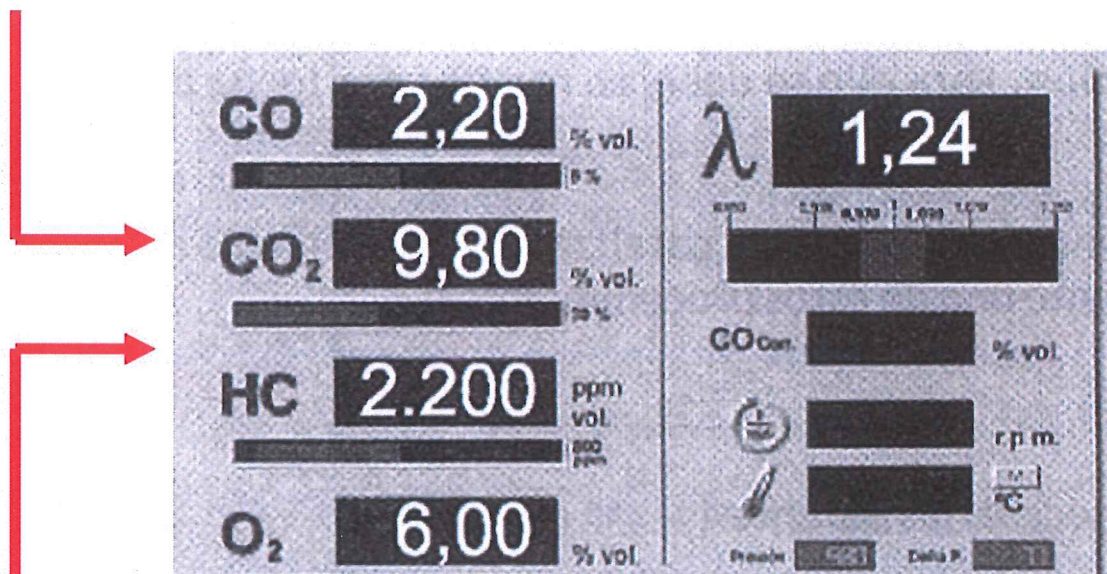


Departamento de Formación

Lumasa Formación



# Fallo de encendido



# Fallo válvulas escape o motor



MOTOBIKE  
PREMIUM

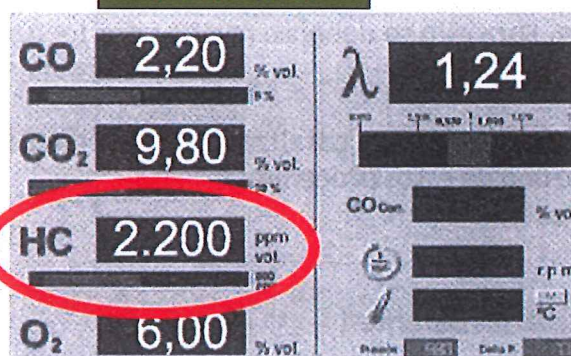
MODULO 1  
Gases de escape

Departamento de Formación

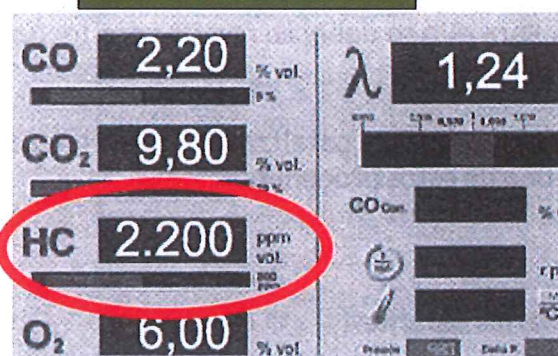
Lumasa Formación

Acelerar a 3500 Rpm

Ralenti



Acelerado



Si los valores de HC se mantienen

# Fallo de encendido



MOTOBIKE  
PREMIUM

MODULO 1  
Gases de escape

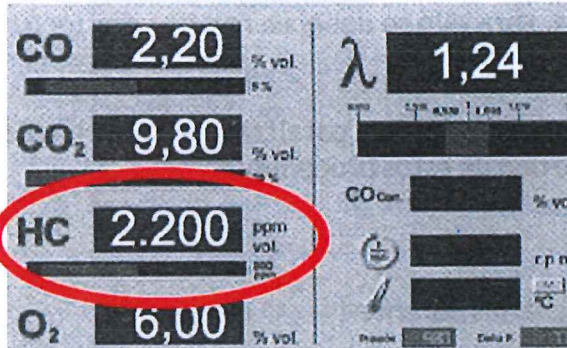
Departamento de Formación

Lumasa Formación

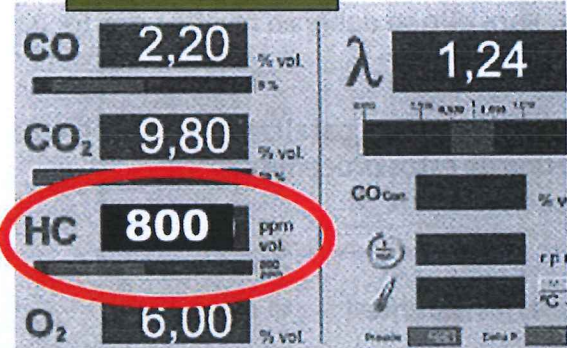


Acelerar a 3500 Rpm

Ralenti



Acelerado



Si los valores de HC disminuyen

# Fallo de válvulas



## C. INYECCION CATALIZADA.

La normativa anticontaminación obliga a la introducción del catalizador.

Para el correcto funcionamiento del catalizador es necesario la utilización de una sonda lambda y un sistema inyección electrónica.

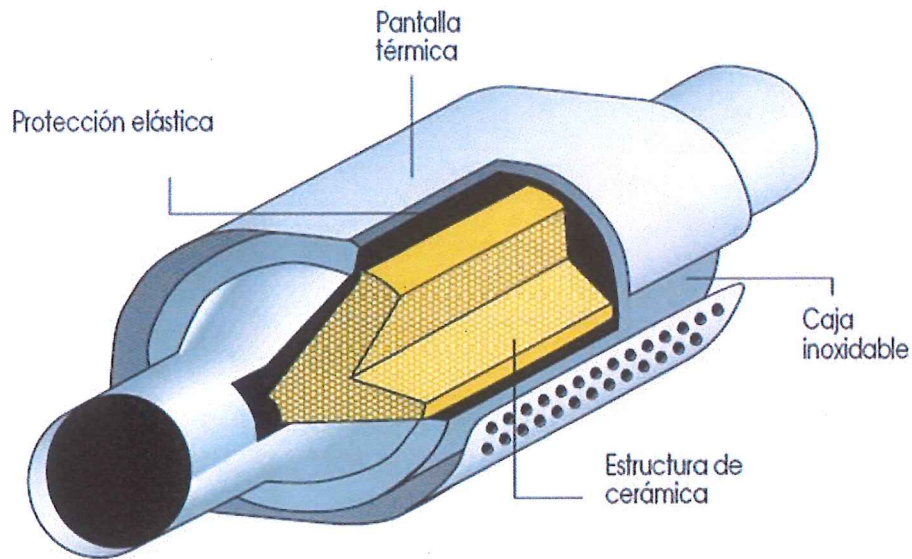
Se introducen 2 nuevos elementos:

- ✓ El catalizador
- ✓ La sonda Lambda





# EL CATALIZADOR ESTRUCTURA



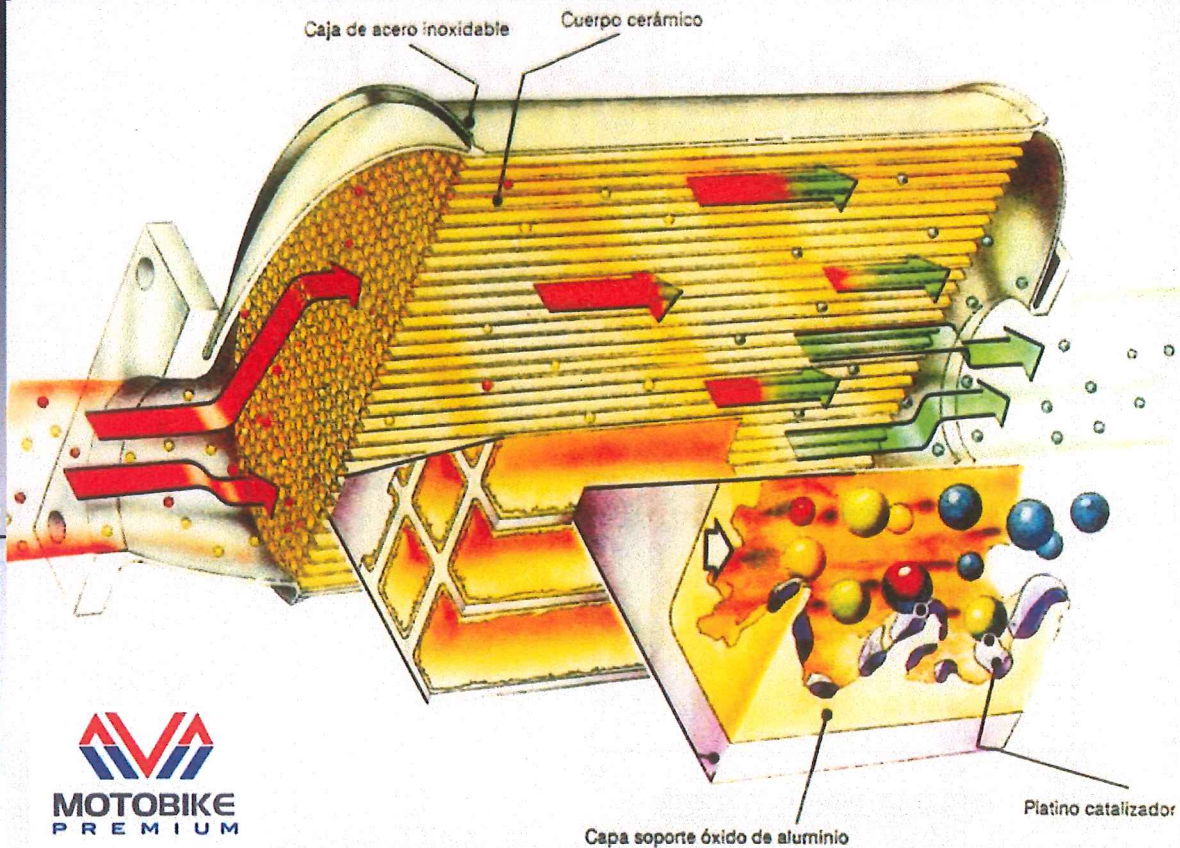
En las motos la cerámica se sustituye por una malla metálica



MODULO 1  
Gases de escape

Departamento de Formación

Lumasa Formación



MODULO 1  
Gases de escape

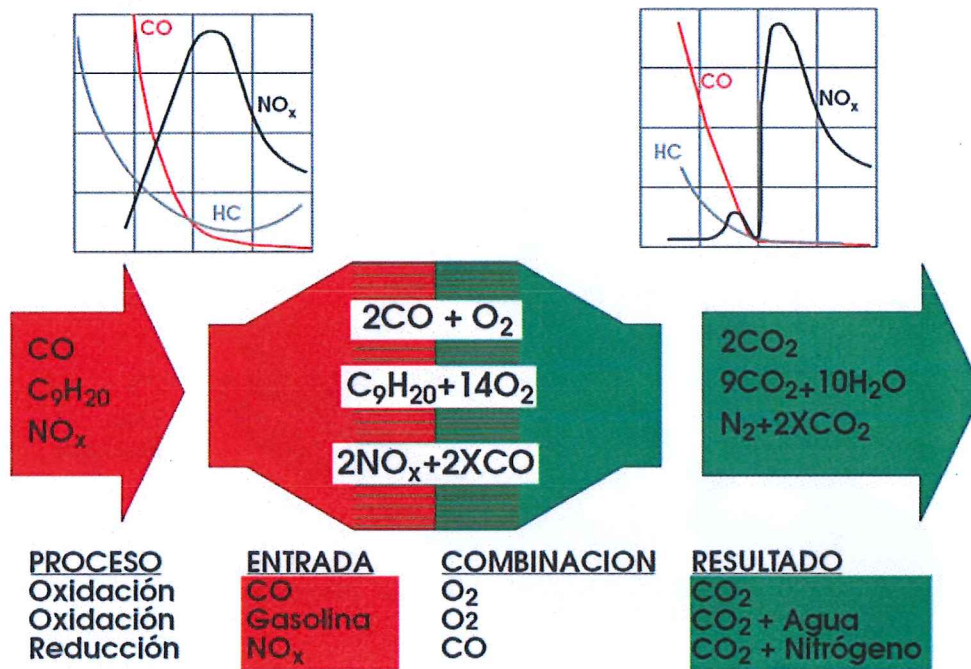


Capa soporte óxido de aluminio

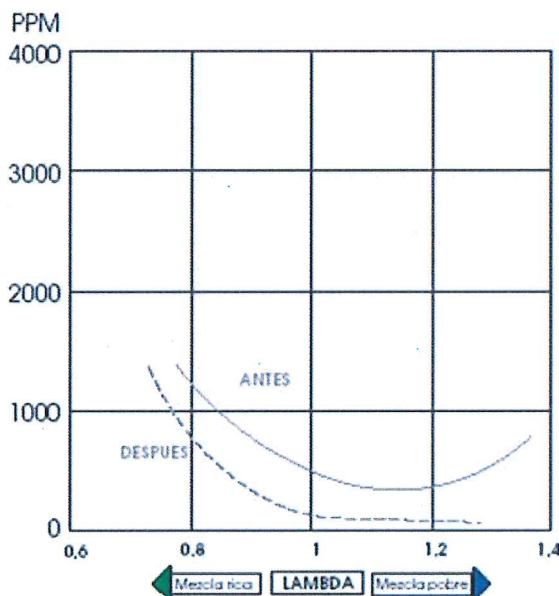
Platino catalizador

Departamento de Formación

Lumasa Formación



# Oxidación de HC



HC + Oxigeno

H<sub>2</sub>O – Agua

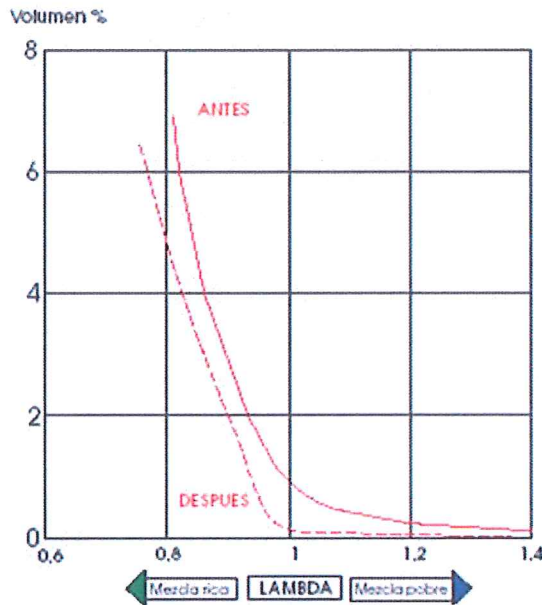
CO<sub>2</sub> – Dióxido de carbono





# Oxidación de CO

MODULO 1  
Gases de escape



CO + Oxígeno

CO<sub>2</sub> – Dióxido de carbono



Departamento de Formación

Lumasa Formación

# Sonda Lambda de Titanio

Este sensor está construido con óxido de titanio depositado sobre un soporte de cerámica calefaccionada, y presenta una variación de resistencia interna que depende de la concentración de oxígeno en los gases del escape después de ser calefaccionada durante solo 15 segundos. Este tipo de sonda no entrega tensión, solamente varía su resistencia interna. Tampoco necesita una referencia del oxígeno atmosférico. Es más frágil y tiene menos precisión que la sonda de zirconio.

MODULO 1  
Gases de escape

- ✓ En ausencia de oxígeno (mezcla rica) su resistencia es inferior a 1000 ohms.
- ✓ En presencia de oxígeno (mezcla pobre) su resistencia es superior a 20000 ohms.
- ✓ El cambio de resistencia es brusco para una relación lambda de 1.



Departamento de Formación

Lumasa Formación

# Funcionamiento

Un factor lambda correcto es un parámetro primordial para el control de la combustión y de la limpieza de los gases evacuados por medio del catalizador de 3 vías. En el mundo del automóvil la sonda lambda copó primero el mercado americano debido a las importantes limitaciones legales en lo referente a emisiones, para cobrar más tarde un papel importante en Europa.

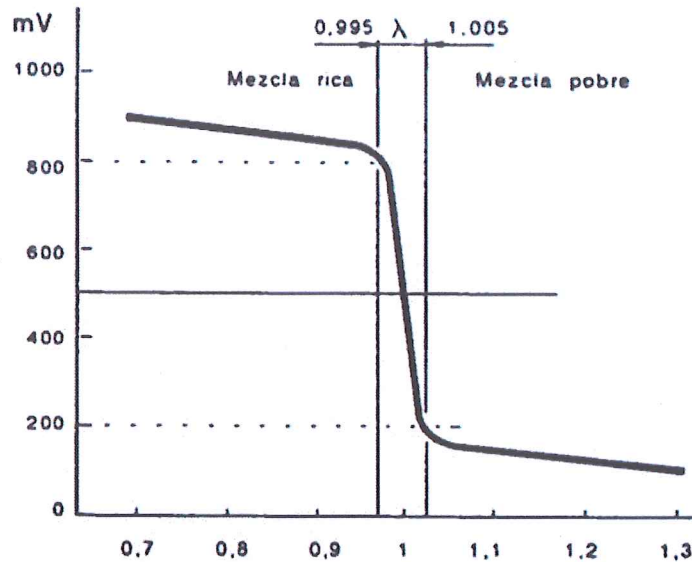
En el motor Otto clásico se usa una sonda de oxígeno calefactada HO<sub>2</sub>S (sonda Nernst) o bien sonda  $\lambda=1$  para la medida del factor lambda. La señal de la sonda oscila permanentemente entre un valor alto y un valor bajo. Esto se deriva del comportamiento de la señal de la sonda en el tránsito de entre una mezcla rica ( $\lambda < 1$ ) y una mezcla pobre ( $\lambda > 1$ ). La señal de la sonda lambda realiza durante los mencionados tránsitos un salto característico de su señal de voltaje entre los valores 0,8 - 0,9 V cuando la mezcla es rica ( $\lambda < 1$ ) y 0,1-0,2 V cuando la mezcla es pobre ( $\lambda > 1$ ).

# Función de la sonda de resistencia

La sonda de resistencia se usa de forma tan frecuente. El sensor está compuesto de una cerámica semiconductor de dióxido de titanio. Los portadores de carga se crean gracias a posiciones sin oxígeno que hacen las veces de donantes. Cuando el oxígeno se aproxima, las posiciones vacías se ocupan reduciendo así la cantidad de portadores libres.



# Ventana Lambda



## TIPOS DE SONDAS LAMBDA

1. Sonda de Dióxido de zirconio.
2. Sonda de Dióxido de titanio.
3. Sonda Lambda de banda ancha.



# 1. Sonda de Dióxido de zirconio

## Ubicación

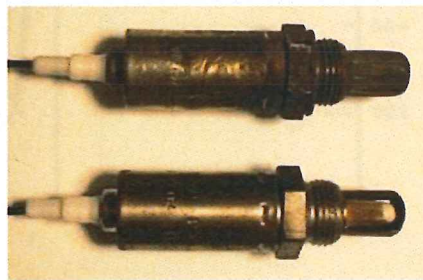
En la tubería de escape o en el colector de escape

Lo mas cerca de la culata para un buen calentamiento

Temperatura mínima de trabajo 350°C

Existen 4 variantes:

- 1 cable
- 2 cables
- 3 cables
- 4 cables



La sonda lambda no necesita alimentación.

Ella genera tensión cuando varia la cantidad de oxigeno.

La variante mas simple tiene un solo cable ( señal ).

La siguiente variante posee 2 cables ( masa y señal ).

La variante mas simple recibe la masa a través del propio escape.

Las otras dos variantes poseen calefacción.

La calefacción ayuda a calentar la sonda y así comenzar a emitir una señal fiable rápidamente.

La calefacción también evita el enfriamiento de la sonda a regímenes bajos y ralentí.





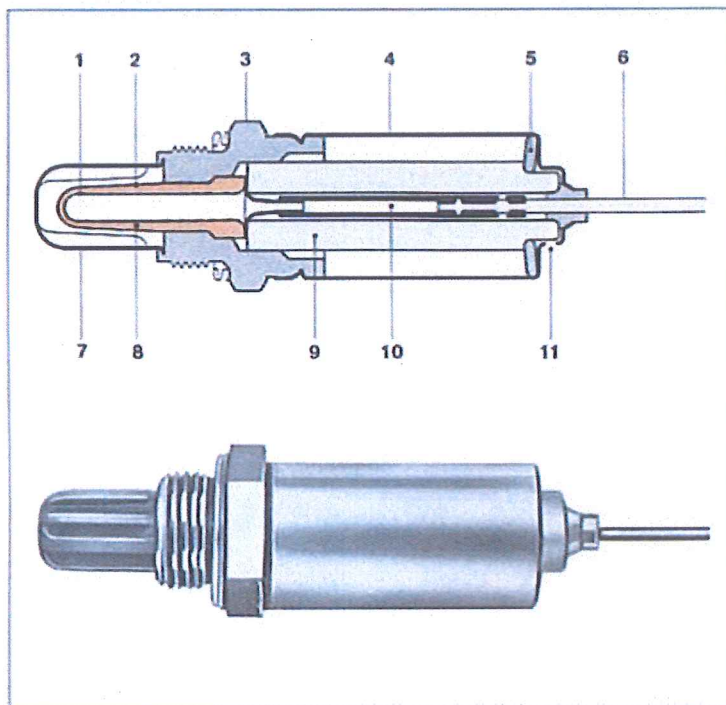
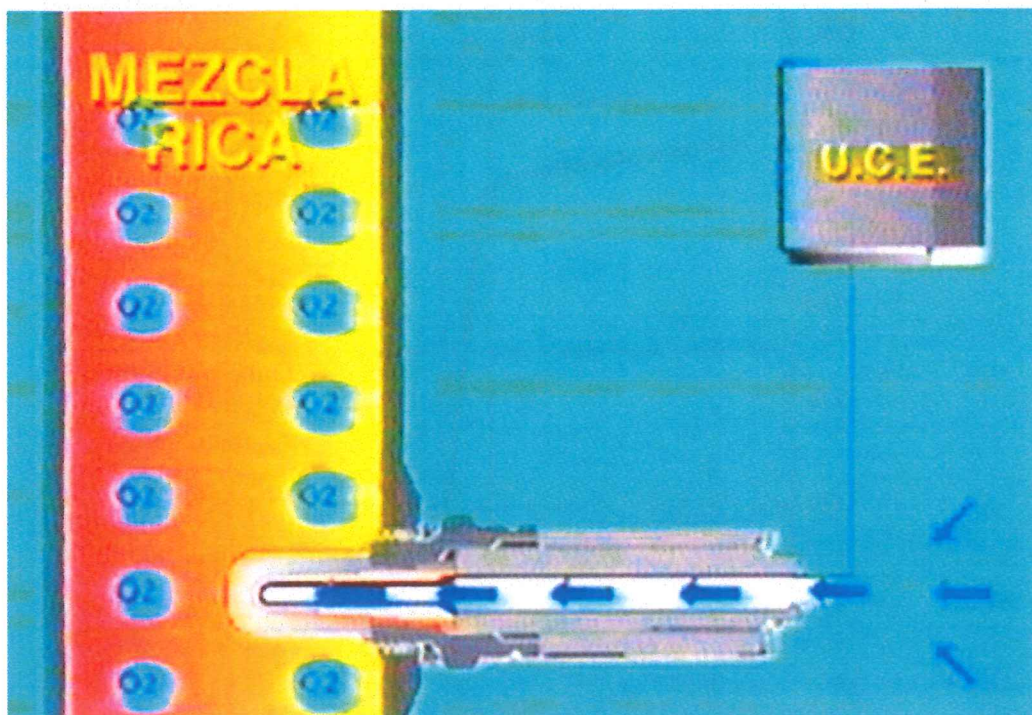
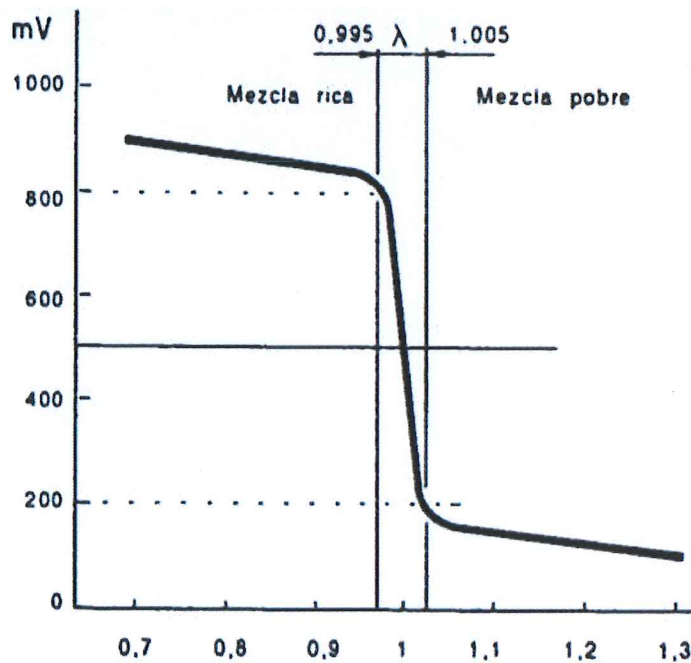
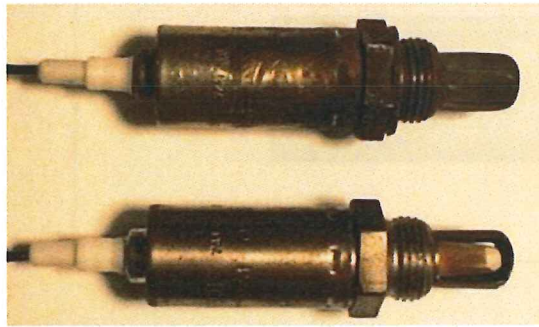
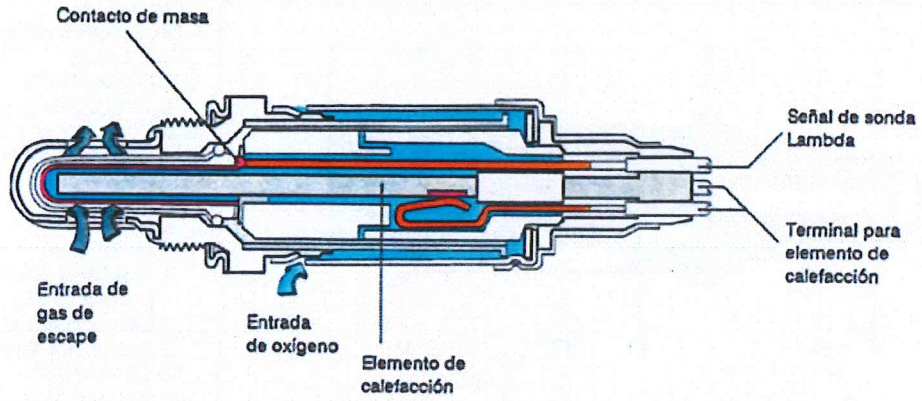


Fig. 44  
The Lambda sensor  
from Bosch

- 1 Electrode (+)
- 2 Electrode (-)
- 3 Housing (-)
- 4 Protective sleeve (air side)
- 5 Disc spring
- 6 Electrical connection
- 7 Protective tube (exhaust side)
- 8 Sensor ceramic
- 9 Support ceramic
- 10 Contact part
- 11 Vent opening

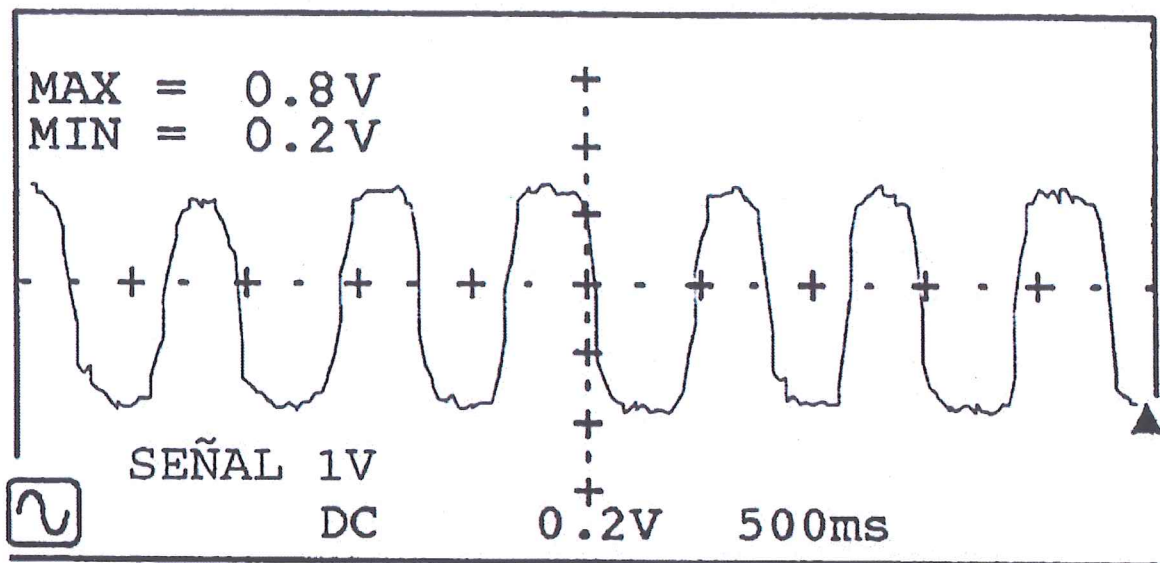




# Ventana lambda





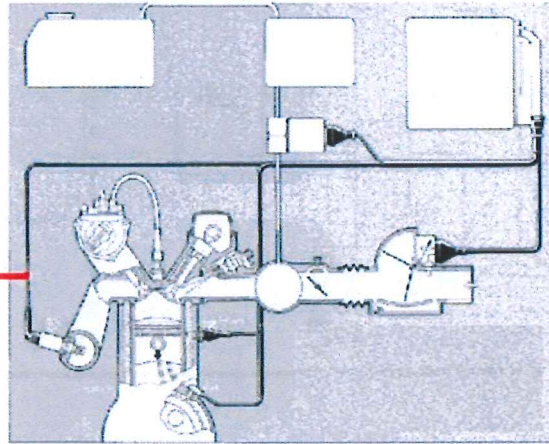
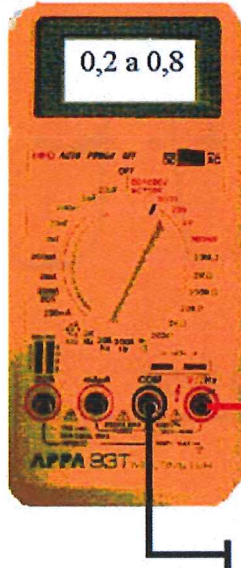


# COMPROBACIÓN DE LA SONDA LAMBDA



# CON MULTIMETRO

Escala 2 voltios



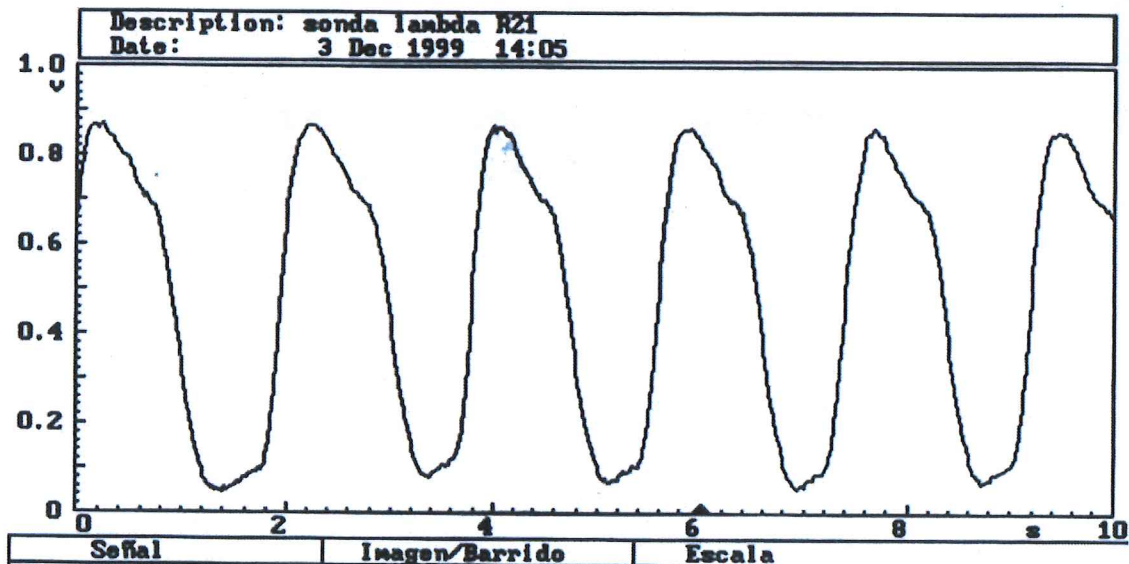
MODULO 1  
Gases de escape



Departamento de Formación

Lumasa Formación

# CON OSCILOSCOPIO



MODULO 1  
Gases de escape

5 oscilaciones por cada 10 segundos  
A media carga debe oscilar 1 vez por segundo

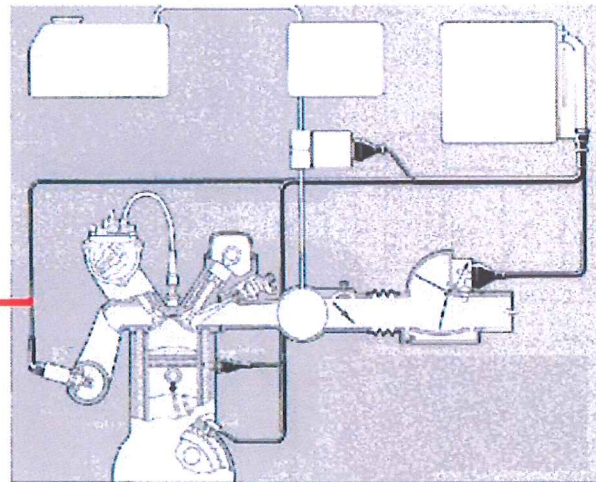
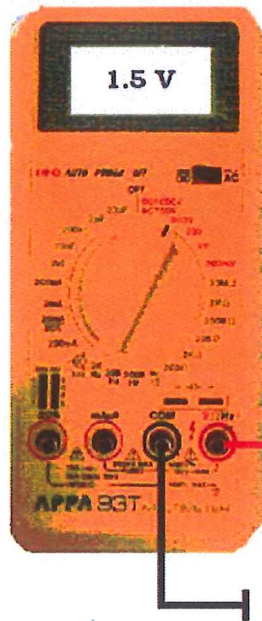


Departamento de Formación

Lumasa Formación



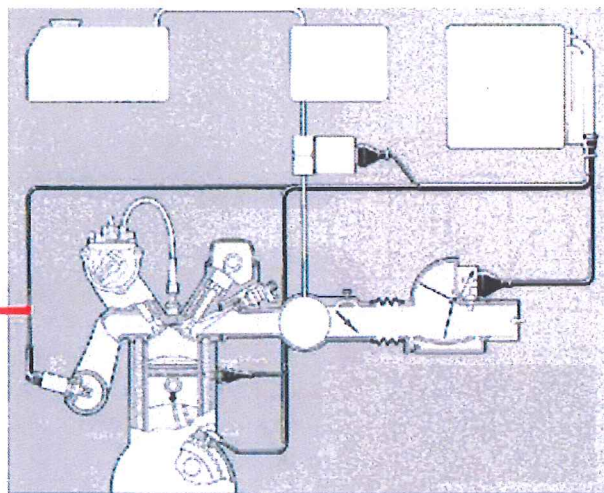
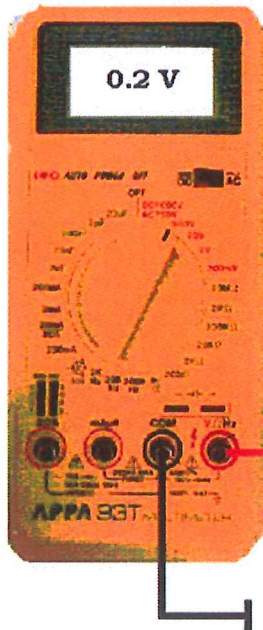
### Escala 2 voltios



+1.5 V- EL LAMBDA DEBE SUBIR



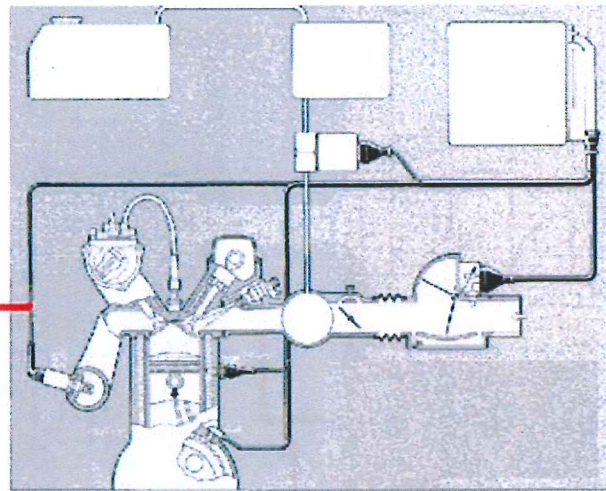
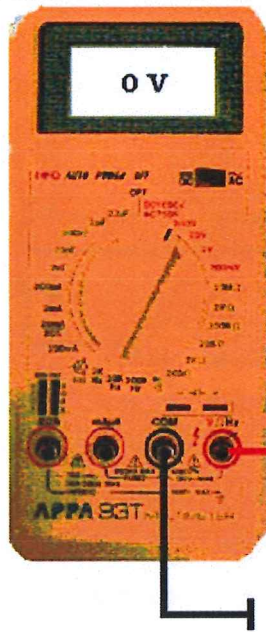
### Escala 2 voltios



+1.5 V-



Escala 2 voltios



EL CO DEBE DE SUBIR

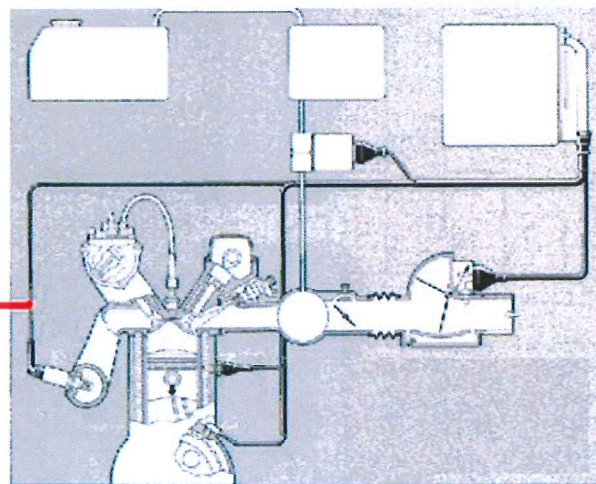
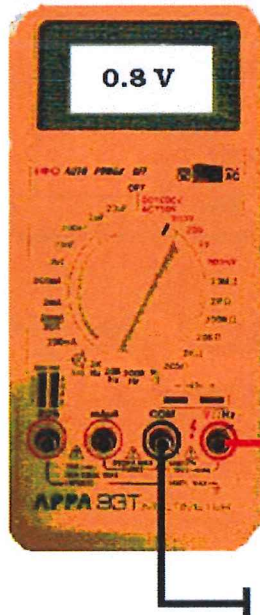
MODULO 1  
Gases de escape



Departamento de Formación

Lumasa Formación

Escala 2 voltios



MODULO 1  
Gases de escape



Departamento de Formación

Lumasa Formación



# INTEGRACIÓN LAMBDA



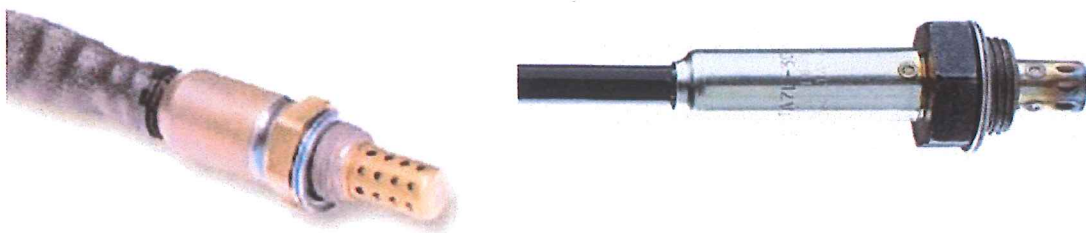
MODULO 1  
Gases de escape



Departamento de Formación

Lumasa Formación

## 2. Sonda de Dióxido de Titanio



La sonda de Bioxido de Titanio no produce tensión

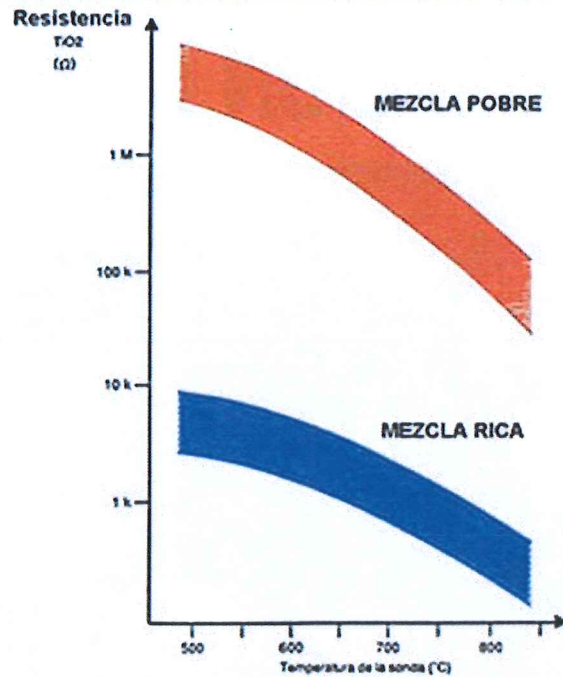
El porcentaje de oxigeno en el escape varia la resistencia del titanio

MODULO 1  
Gases de escape



Departamento de Formación

Lumasa Formación

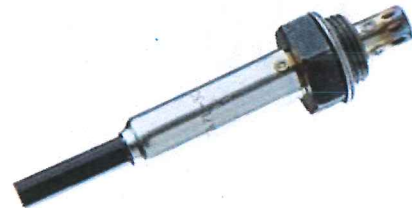


Un exceso de oxígeno ( pobre ) la hace menos conductiva

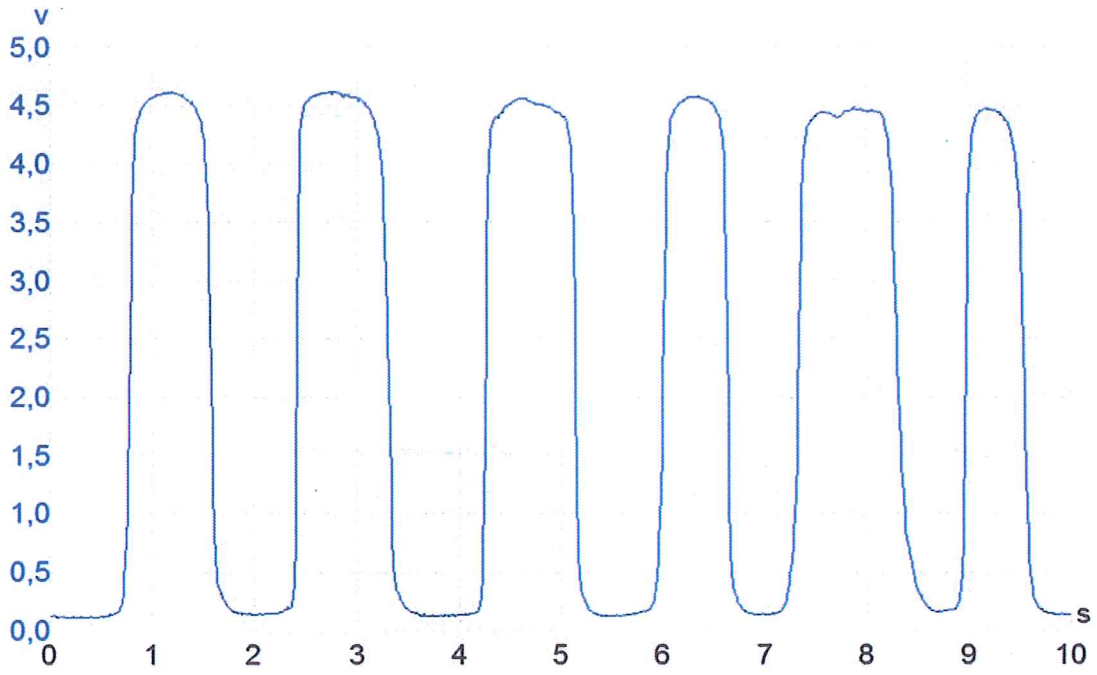
O lo que es lo mismo ( mas resistiva )



- ✓ La unidad de control envía una tensión de referencia.
- ✓ En función de la proporción de oxígeno en el escape.
- ✓ La resistencia del titanio varía desviando la tensión.
- ✓ Con mezclas ricas tensión cercana a 1 voltio.
- ✓ Con mezclas pobres tensión cercana a 0 voltios.
- ✓ Algunas marcas utilizan una tensión de 5 Voltios
- ✓ La salida de señal es igual a las demás:
  - Mezcla pobre cerca de 0 voltios
  - Mezcla rica cerca de 1 o 5 voltios ( según modelo )
- ✓ Algunas variantes funcionan al revés:
  - Mezcla pobre cerca de 5 voltios
  - Mezcla rica cerca de 0 voltios
  - Mezcla estequiometrica 1,5 voltios
- ✓ Las características mas importantes de estas sondas son:
  - No necesitan referencia de oxígeno exterior.
  - Son mas rápidas que las de bióxido de zirconio.
  - Son muy frágiles ( esto es un inconveniente ).
- ✓ ( Recordemos que las sondas de zirconio en aceleraciones trabajaban en open loop y las de titanio también).
- ✓ Las características mas importantes de estas sondas son:
  - No necesitan referencia de oxígeno exterior.
  - Son mas rápidas que las de bióxido de zirconio.
  - Son muy frágiles ( esto es un inconveniente ).
- ✓ ( Recordemos que las sondas de zirconio en aceleraciones trabajaban en open loop y las de titanio también).



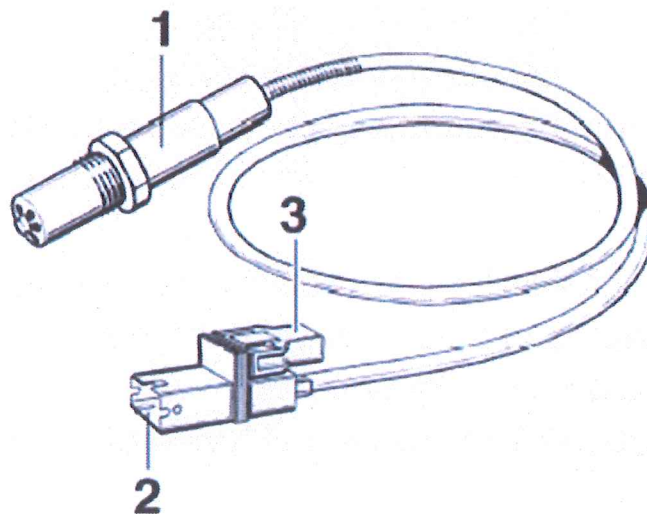


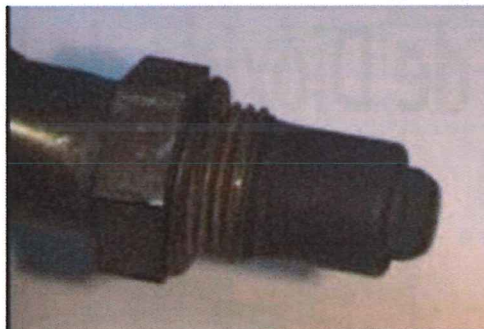
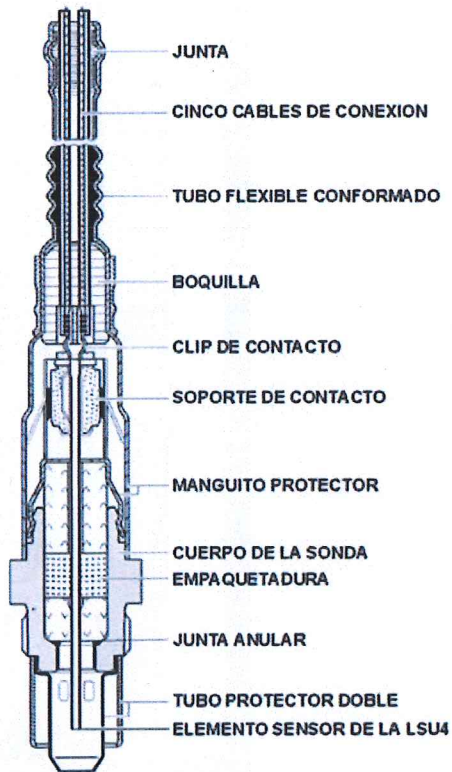


Gráfica Sonda Lambda Titanio de 5 voltios



# 1. Sonda de Dióxido de Banda Ancha

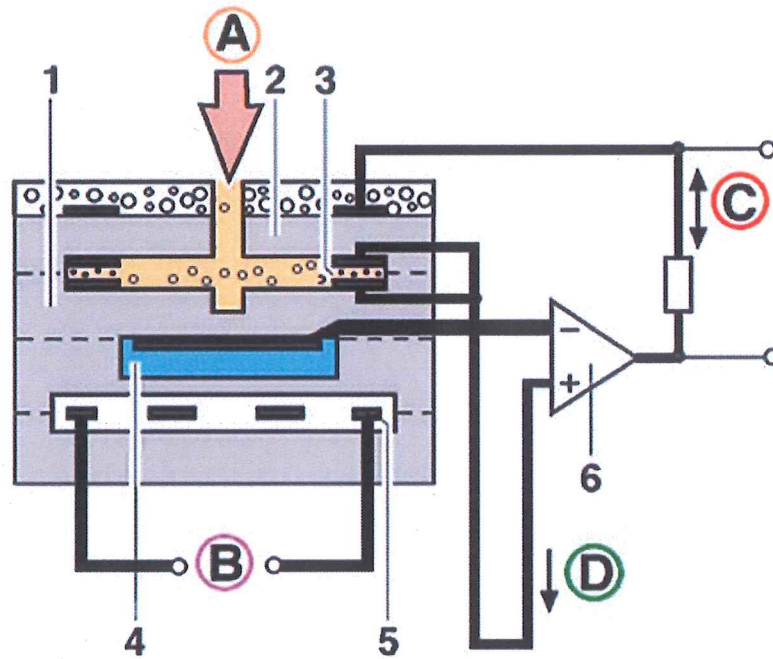




- La sonda lambda de banda ancha posee 6 cables.
- Tiene la capacidad de medición de mezclas muy ricas y muy pobres.
- Ofrece una señal lineal en función de la mezcla.
- Gracias a esto, la unidad conoce no solo si la mezcla es pobre o rica sino, cuanto de pobre o rica.
- Existen varios modelos aunque el funcionamiento es igual.





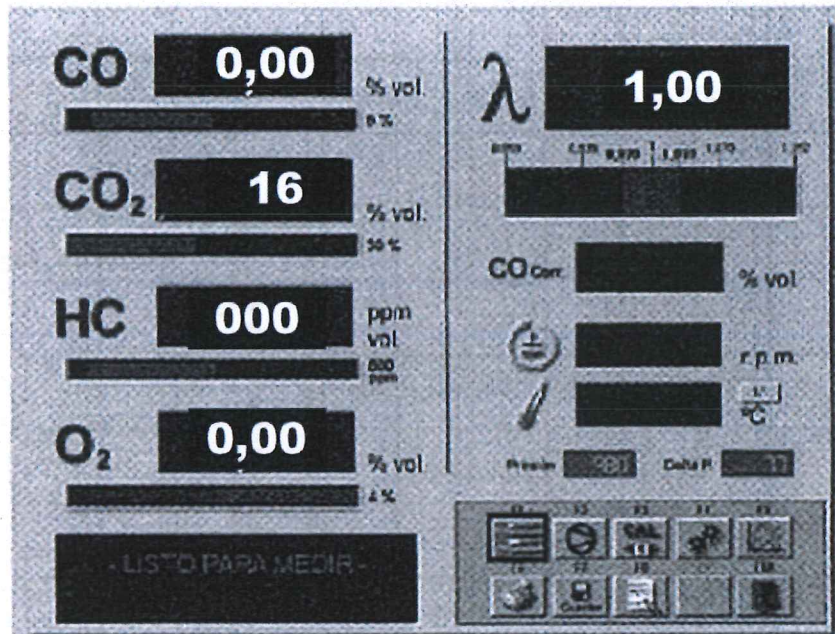


# Analizador de gases de escape

## Ejemplos de lecturas de gases



# Valores correctos



MODULO 1  
Gases de escape



Departamento de Formación

Lumaso Formación

## Nota importante

- ✓ Los gases medidos en el tubo de escape tras el catalizador no son reales.
- ✓ Deben medirse delante del catalizador.
- ✓ Para ello practicar un agujero para introducir la sonda.
- ✓ La sonda del analizador no puede aspirar aire atmosférico.
- ✓ Tras la prueba tapar el agujero ( tornillo con tuerca remachable ).

MODULO 1  
Gases de escape



Departamento de Formación

Lumaso Formación



## RESULTADO:

Revisar el tiempo de inyección, si es bajo puede ser a causa de alta presión de gasolina, entrada de gasolina indebida; inyectores defectuosos.

Si el tiempo de inyección es alto, revisar sensores de dosado, si están correctos, revisar las alimentaciones de la unidad, si están en orden; sustituir la unidad de control



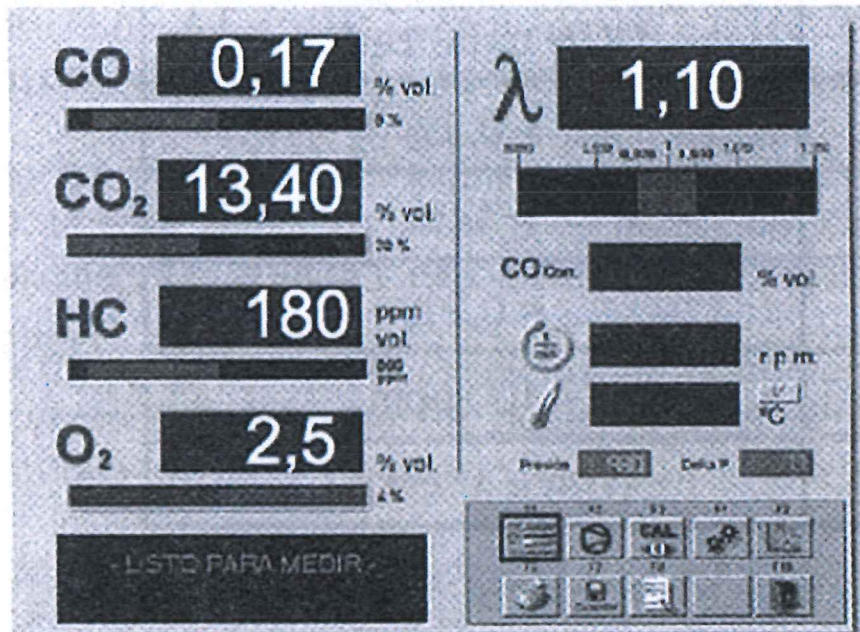
## Nota importante

- ✓ Cuando existe mezcla rica la sonda lambda mide 0,8 V.
- ✓ Si el valor de la sonda es estable en cualquier valor superior a 0,5 Voltios estará indicando mezcla rica.
- ✓ Si por el contrario el valor es estable entre 0,5 y 0 voltios la unidad entenderá que la mezcla es pobre y alargará el tiempo de inyección.
- ✓ Antes de sustituir los inyectores se dará masa al cable de la sonda lambda para ver si la unidad enriquece aun mas ( si lo hace la unidad estará correcta ).
- ✓ Si la unidad no enriquece estará defectuosa...



# EJEMPLO N°3

MODULO 1  
Gases de escape

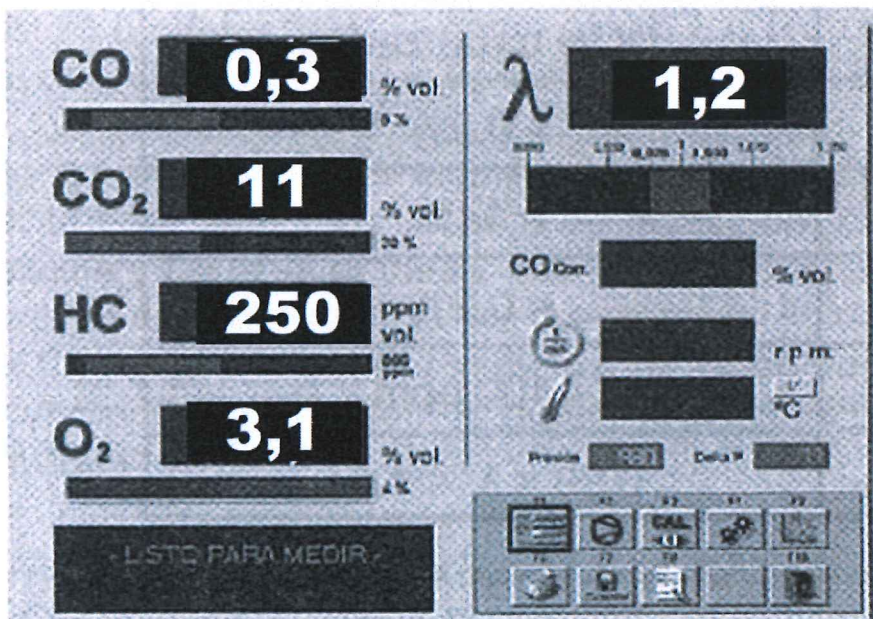


Departamento de Formación

Lumasa Formación

# EJEMPLO N°4

MODULO 1  
Gases de escape



Departamento de Formación

Lumasa Formación



## MEZCLA :

Revisar tiempo de inyección si es alto o normal.

1. Si tiene baja presión:

- Toma de aire.
- Inyectores defectuosos.

3. Si el tiempo de inyección es bajo, revisar sensores de dosado. Si están correctos, revisar las alimentaciones de la unidad. Si están en orden, sustituir la unidad de control.



## Nota importante

- ✓ Antes de sustituir la unidad verificar la sonda lambda.
- ✓ También se debe comprobar la integración lambda.
- ✓ Para ello se realizara la prueba con una pila de 1,5 voltios.
- ✓ Se enriquecerá y se empobrecerá para establecer el correcto funcionamiento de la unidad.
- ✓ Siempre que exista un exceso de oxigeno en el escape la sonda lambda marcara mezcla pobre ( entre 0 y 0,5 voltios).
- ✓ Esto es valido para tomas de aire en la admisión, escape o un fallo de combustión ( encendido o motor ).



