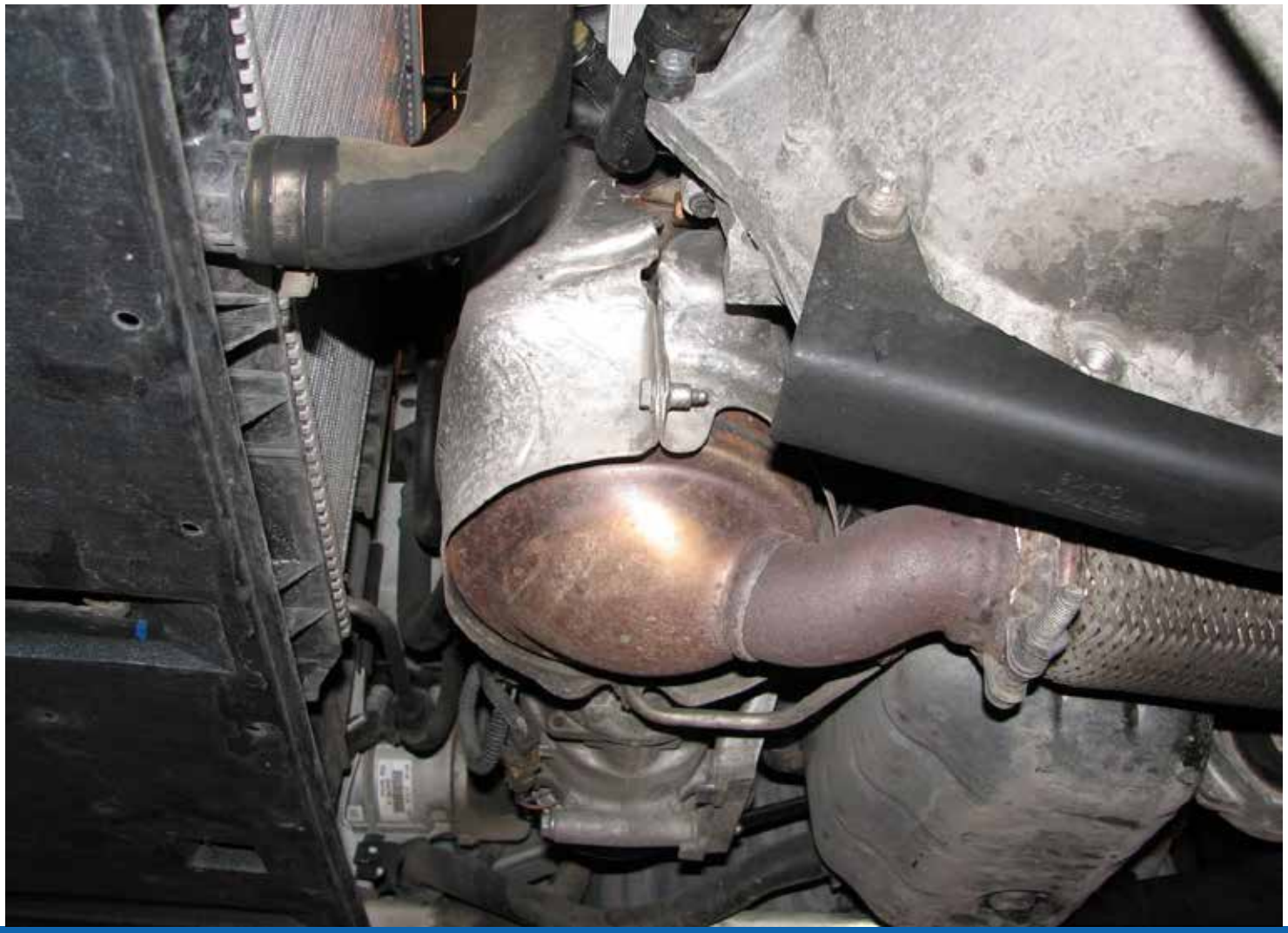
G4C

Corsi di formazione per autoriparatori
Manuale ALLIEVO

Catalizzatori e filtri antiparticolato euro6



www.texaedu.com

TEXA EDU

INDICE

1. ANALISI DEI GAS DI SCARICO 5
1.1 Residui della combustione 6
1.1.1 Anidride Carbonica CO_2 6
1.1.2 Ossigeno O_2 6
1.1.3 Idrocarburi incombusti HC 7
1.1.4 Monossido di Carbonio CO 7
1.1.5 Ossidi di Azoto NO_x 9
1.1.6 Particolato 9
1.1.7 Altri elementi 9
2. NORMATIVE PER IL CONTROLLO DEGLI INQUINANTI E SISTEMA EOBD 11
2.1 La Normativa 14
2.1.1 Procedure di controllo 15
2.1.2 Attivazione della spia di malfunzionamento (MIL) 16
2.1.3 Memorizzazione del codice di guasto 16
2.1.4 Prova del sistema OBD 16
2.1.5 Scan Tool 17
2.1.6 Disattivazione della spia MIL 18
2.1.7 Cancellazione di un codice di guasto 18
2.1.8 I codici di guasto 18
2.1.9 Modalità di accensione della spia MIL 19
2.2 Strategia di controllo del Sistema OBD nei motori ad accensione comandata 21
2.2.1 Controlli OBD sul Catalizzatore 21
2.2.2 Controlli OBD sulla Sonda lambda 22
2.2.3 Controlli OBD sul sistema Aria secondaria 23
2.2.4 Controlli OBD sul sistema di sfiato aria del serbatoio 24
2.2.5 La diagnosi delle perdite 24
2.2.6 Identificazione delle mancate accensioni 25
2.2.7 Diagnosi del sistema di iniezione (Fuel system) 26
2.2.8 Altre verifiche 27
2.3 Strategia di controllo del Sistema OBD nei motori diesel 27
2.3.1 Controlli OBD sulla regolazione dell'inizio iniezione 27
2.3.2 Controlli OBD sul ricircolo gas di scarico 28
2.3.3 Identificazione delle mancate accensioni 29
2.3.4 Controlli OBD sulla regolazione della pressione sovralimentazione 29
2.3.5 Altre verifiche 29
3. CONTROLLO DELLE EMISSIONI NEI MOTORI AD ACCENSIONE COMANDATA 30
3.1 Convertitori catalitici 30
3.1.1 Catalizzatore ossidante 31
3.1.2 Catalizzatore riducente 32
3.1.3 Catalizzatori a tre vie 32
3.2 La sonda lambda 33
3.2.1 Sonda Lambda al Biossido di Zirconio 34
3.2.2 Sonda Lambda al Titanio (Resistiva) 37
3.2.3 Sonda Lambda Planare 39
3.2.4 Sonda Lambda Universale (Lineare o A Banda Larga) 40
3.3 Regolazione della miscela attraverso le diverse sonde 43
3.3.1 Fattore Lambda 44
3.3.2 Coefficiente Lambda 44
4. CONTROLLO DELLE EMISSIONI NEI MOTORI AD ACCENSIONE PER COMPRESSIONE 46
4.1 Interventi sul motore 46
4.1.1 Il sistema Multijet 47
4.1.2. Emissioni, Consumi e Rumore di combustione 47
4.2 Interventi sui gas di scarico 48
4.2.1 Marmitte catalitiche ossidanti 48
4.2.2 Filtri per il particolato 48
4.2.3 Trattamento degli NOx 59
4.2.4 Sistema EGR 60

ESERCIZI 67
NORME DI SICUREZZA E DI COLLAUDO DELLE APPARECCHIATURE 69
Materiali Utilizzati 69
Prodotti Diagnosi 69
Simulatori didattici 69
Vetture utilizzate 69
ESERCITAZIONE N°1 "MISURA DEL SEGNALE CORRETTO DI UNA SONDA LAMBDA AL BIOSSIDO DI ZIRCONIO O RESISTIVA" 71
ESERCITAZIONE N°2 "MISURA DEL SEGNALE DI UNA SONDA LAMBDA A VALLE DEL CATALIZZATORE" 74
ESERCITAZIONE N°3 "PROVA MISURA DEL SEGNALE DELLE SONDE A MONTE E A VALLE DEL CATALIZZATORE" 76
ESERCITAZIONE N°4 "TEST EOBD SCAN TOOLS" 78
ESERCITAZIONE N°5 "ANALISI GAS DI SCARICO" 80

Legenda:

Attenzione

Informazioni/Note

Preview

1. ANALISI DEI GAS DI SCARICO

In ambito motoristico il termine gas di scarico si riferisce ai gas prodotti dalla combustione della miscela aria-carburante.
In condizioni ottimali di combustione questi gas sono costituiti esclusivamente da biossido di carbonio (CO_2), vapore acqueo (H_2O) e azoto (N_2).
In realtà le condizioni di combustioni non sono mai ottimali, ed il carburante mai "puro", quindi anche i gas di scarico si arricchiscono di sostanze indesiderate e tossiche dette per l'appunto gas inquinanti.
Ne consegue che analizzando gli elementi che troviamo allo scarico, utilizzando un analizzatore gas di scarico, possiamo risalire ad eventuali problemi presenti sul veicolo.
Una delle condizioni fondamentali affinchè la combustione sia ottimale è molto importante che ci sia un corretto rapporto fra aria e carburante, rapporto che prende il nome di "Rapporto Stechiometrico".
Facendo alcuni esempi, sono necessari 14,7 kg di aria per bruciare 1 kg di benzina o 34 kg per 1 kg di idrogeno.
I motori a ciclo Otto raggiungono il massimo della potenza con una miscela più «ricca» del 10%, ossia con una quantità d'aria inferiore del 10%, rispetto a quella stechiometrica.
Il minimo consumo di carburante si ottiene invece con miscele mediamente più «magre» del 10%, ossia con eccesso d'aria.
Quindi quando abbiamo un corretto dosaggio tra massa aria e massa combustibile, abbiamo la cosiddetta combustione stechiometrica.

$$\alpha_{st} \frac{aria}{combustibile}$$

La combustione stechiometrica è una reazione chimica in cui i reagenti sono il carburante e l'aria e i prodotti sono acqua e anidride carbonica.
La benzina e gli altri combustibili derivati dal petrolio sono miscele dei vari idrocarburi. Gli idrocarburi sono dal canto loro costituiti da carbonio (C) e da idrogeno (H).
Nella tabella che segue vengono riportati i rapporti stechiometrici di alcuni combustibili.

COMBUSTIBILE	FORMULA CHIMICA	$\alpha_{st} \frac{aria}{combustibile}$
butano	$C_4 H_{10}$	15,43
pentano	$C_5 H_{12}$	15,38
esano	$C_6 H_{14}$	15,26
eptano	$C_7 H_{16}$	15,10
ottano	$C_8 H1_8$	15,05
benzene	$C_6 H_6$	13,21
toluene	$C_7 H_8$	13,42
xline	$C_8 H_{10}$	13,52
acetilene	$C_2 H_2$	13,39
alcool etilico	$C_2 H_5 OH$	8,96
alcool metilico	$C_3 OH$	6,46
benzina normale		14,7
benzina super		14,6

Tabella 1: Rapporto aria/benzina stechiometrico di alcuni combustibili

Per quanto riguarda il gasolio è bene sottolineare che questo viene bruciato con eccesso di aria, in quanto al rapporto stechiometrico la scarsa miscelazione aria/gasolio porterebbe ad un elevata quantità di incombusti.

- Miscele meno ricche di combustibile o con maggior quantità d'aria vengono dette **magre:** esse possono essere bruciate e l'aria in eccesso la si ritrova non modificata nei prodotti della combustione.
- Miscele meno ricche di aria o con maggior quantità di combustibile vengono dette **grasse**: possono essere bruciate, ma c'è insufficiente ossigeno per ossidare totalmente il carbonio e l'idrogeno del combustibile in CO_2, H_2O. I prodotti saranno quindi una mistura di CO_2 e H_2O ed una mistura di monossido di carbonio e idrogeno o addirittura azoto.

Dato che non sempre è facile conoscere i prodotti della combustione e, siccome il rapporto stechiometrico è influenzato dalla composizione chimica del carburante (ciò vale in special modo per la benzina), è più spesso comodo parlare di rapporto di miscela e collegarlo al rapporto ste-

preview

TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – ZE03010101500_2009 – Rev.02

chiometrico di miscela mediante il rapporto di equivalenza Φ o ricchezza relativa:

$$\varnothing \quad \frac{\alpha}{\alpha_{st}}$$

Nella figura seguente viene riportato l'andamento dei prodotti della combustione in funzione del rapporto relativo aria/combustibile che rappresenta l'inverso del rapporto di equivalenza.

$$\lambda = \Phi$$

Il rapporto relativo aria/combustibile viene ancora una volta indicato con la lettera Lambda e il valore 1 corrisponde ad un rapporto aria/combustibile stechiometrico.

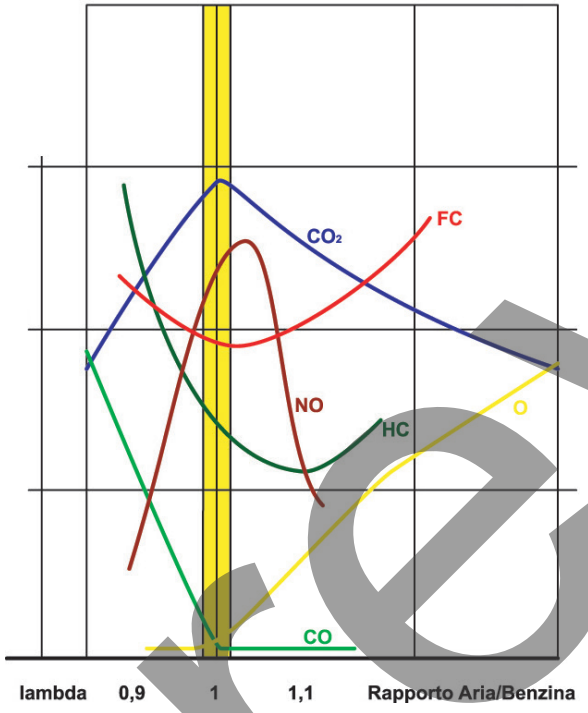


Figura 1: Diagramma delle quantità di inquinanti presenti allo scarico in funzione del rapporto aria/combustibile. F.C. corrisponde al consumo carburante

1.1 Residui della combustione

I principali residui della combustione sono:

- anidride Carbonica/Biossido di carbonio;
- ossigeno;
- idrocarburi incombusti;
- monossido di carbonio;
- ossidi di azoto.

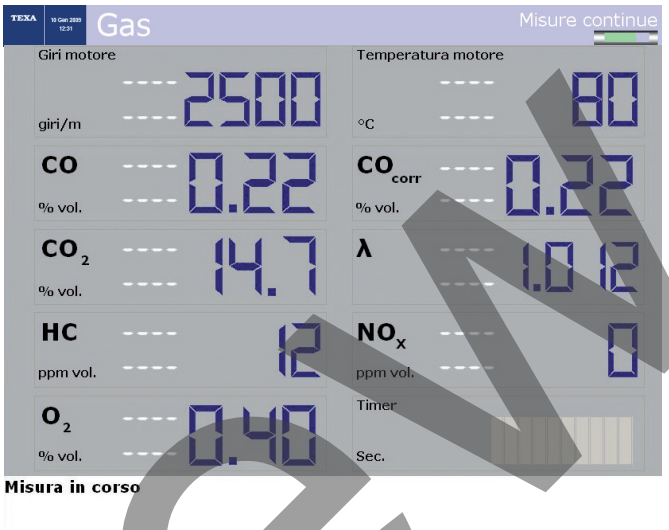


Figura 2: Misura dei contenuti dei gas di scarico con analizzatore GASBOX TEXA

1.1.1 Anidride Carbonica CO_2

L'anidride carbonica rappresenta il prodotto della combustione nella quale tutto il carbonio viene ossidato durante il processo di combustione. Come regola generale, maggiore è il valore di anidride carbonica migliore è l'efficienza del processo di combustione del motore. Al contrario, variazioni del rapporto aria/combustibile, mancate accensioni o problemi meccanici riducono la formazione di CO_2. Si deve ricordare che un processo di combustione ideale produce grandi quantità di anidride carbonica e acqua.

1.1.2 Ossigeno O_2

L'ossigeno invece provvede a dare una buona indicazione sul funzionamento del motore con miscela povera. Al crescere della percentuale di O2 infatti aumenta il rapporto aria/combustibile segno che la miscela si sta impoverendo. L'ossigeno quindi è l'opposto di CO, infatti O_2 è il parametro che individua un impoverimento della miscela mentre CO individua un arricchimento della miscela. Le cause che portano ad aumentare la quantità di ossigeno allo scarico sono:

- HC troppo alti (generati da mancate accensioni);
- immissioni indebite di aria all'aspirazione e allo scarico;
- miscele troppo magre;
- perdite sul sistema di scarico.

preview

 TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – ZE030101015OO_2009 – Rev.02

Il valore dell'ossigeno allo scarico è strettamente legato ad un altro parametro rappresentato dal fattore λ sul quale per normativa sono fissati dei limiti molto stretti e che individua l'elemento da controllare visto che limiti diretti sull'ossigeno non ci sono.

1.1.3 Idrocarburi incombusti HC

Sono inquinanti molto spesso prodotti da mancate accensioni. Controllando il diagramma in figura si nota come gli HC aumentino sia per miscele molto magre che per miscele molto ricche.
Questo perché per miscele troppo magre si scende sotto i valori di stabilità della combustione e quindi la combustione non avviene rilasciando i composti del combustibile allo scarico.
Per quanto riguarda invece le miscele troppo ricche il problema è simile poiché se si supera il valore limite massimo del rapporto aria/combustibile per far avvenire la combustione la miscela che si ottiene è inerte e non si ha combustione. Per valori inferiori a tale limite invece, la ridotta quantità di ossigeno fa si che una volta avvenuta la combustione di tutto l'ossigeno presente il combustibile residuo viene espulso allo scarico.
In dettaglio vediamo le cause più importanti che portano alla produzione di HC:

- guasto al sistema di iniezione (pressione benzina, circuito di alimentazione, ecc);
- miscela troppo magra (guarnizioni di tenuta dell'aspirazione non perfette, tenuta del meccanismo della valvola a farfalla difettosa);
- eccessiva diluizione con i gas di scarico (la miscela diventa inerte quando vi è immissione eccessiva di gas di scarico per problemi legati al sistema EGR);
- iniettori bloccati o sporchi;
- sistema di controllo a loop chiuso (sonda lambda) bloccato in miscela magra;
- errori nei segnali in ingresso alla centralina (carico motore, sensore temperatura acqua, posizione valvola a farfalla);
- problemi di tenuta delle valvole di scarico (incrostazioni sulle valvole, valvole o sedi valvole bruciate).

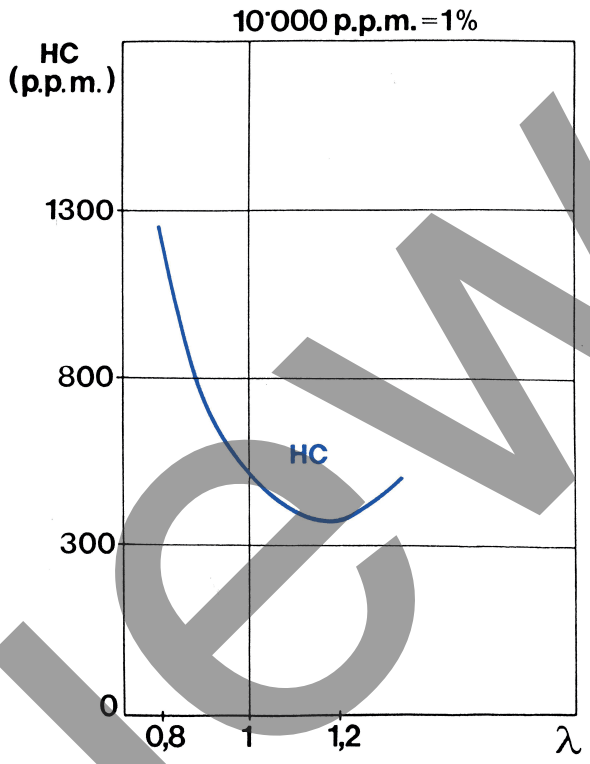


Figura 3: Diagramma degli HC in funzione del rapporto di dosatura

- Fasatura di accensione errata (errati tempi di accensione, errati segnali di ingresso alla centralina);
- eccesso di gas di blow-by (problemi di tenuta delle guarnizioni di tenuta, o problemi sulle pareti dei cilindri);
- insufficiente compressione nel cilindro;
- depositi carboniosi sulle valvole di aspirazione.

1.1.4 Monossido di Carbonio CO

Alti livelli di monossido di carbonio sono causati da tutto ciò che produce un arricchimento della miscela rispetto al valore ideale. Le cause principali sono:

- eccessiva pressione del carburante sugli iniettori;
- rottura del diaframma del regolatore di pressione carburante;
- perdite di combustibile dagli iniettori;
- malfunzionamento del sistema EVAP;
- contaminazione del combustibile nel carter;
- valvola o tubo flessibile tappato del ritorno carburante;
- sistema di controllo a loop chiuso (sonda lambda) bloccato in miscela ricca;

preview

- errati segnali in ingresso alla centralina (carico motore, sensore temperatura acqua, posizione valvola a farfalla).

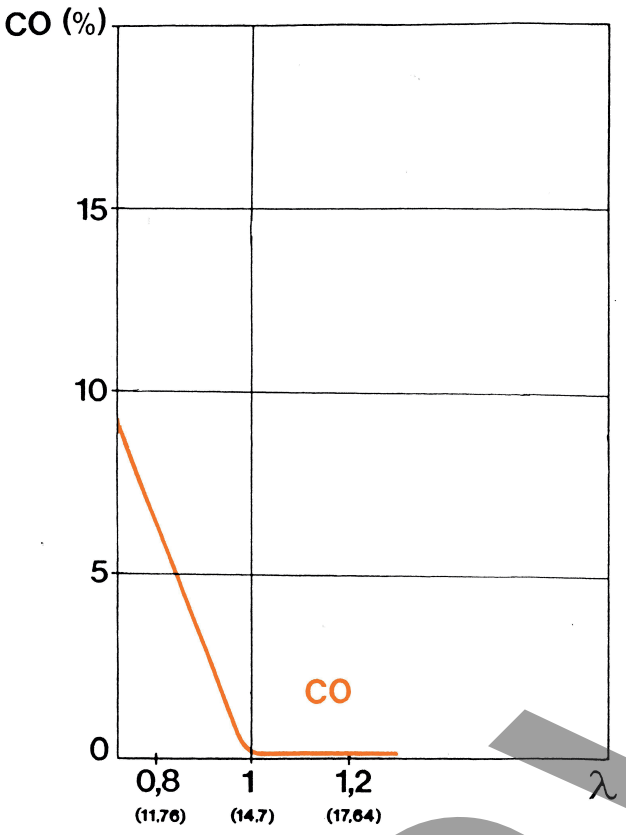


Figura 4: Diagramma di CO in funzione del rapporto di dosaggio

Si deve notare poi che aumenti di emissioni di CO producono riduzioni di emissione di NOx. Non è raro infatti che riparazioni di guasti su CO portino ad un aumento di NOx. In alcune normative antinquinamento vengono fissati dei limiti di emissioni non sul CO ma sul CO corretto (vedi ad esempio i limiti di legge delle emissioni inquinanti di ciclomotori e motocicli).

*Il **CO corretto** è il risultato di un calcolo matematico che è in grado di riconoscere se i gas prelevati dallo scarico della vettura presentano una diluizione con aria ambiente. Questo sta ad indicare che lungo il condotto di scarico vi sono problemi di tenuta tramite i quali si ha un'infiltrazione di aria. Il valore del CO "corretto" è definito secondo la formula:*

$$COcorr. = Num * CO/(CO + CO_2)$$

da "assumere nel caso in cui la somma di CO e CO_2 sia inferiore a 15; diversamente si assume come risultato della prova quello indicato dallo strumento" (Circolare 22 maggio 1995, n 55/1995 del ministero dei Trasporti e della Navigazione). Nel caso di funzionamento ottimale il valore percentuale del CO corretto eguaglia quello del CO.

Riportiamo un esempio di calcolo del CO corretto per un'autovettura in ordine:

% vol CO = 0,56

% vol CO2 = 14,30

CO_{corr} = 0,56

Supponiamo ora che vi sia una diluizione d'aria del 20%:

% vol CO = 0,45

% vol CO2 = 11,50

CO_{corr} = 0,57

Tabella 2

Il valore di Num dipende dalla tipologia di combustibile impiegato come specificato nella tabella.

Combustibile	Num
Benzina	15
GPL	14
Metano	12

Tabella 3: Fattori di moltiplicazione per il CO Corretto in funzione del combustibile

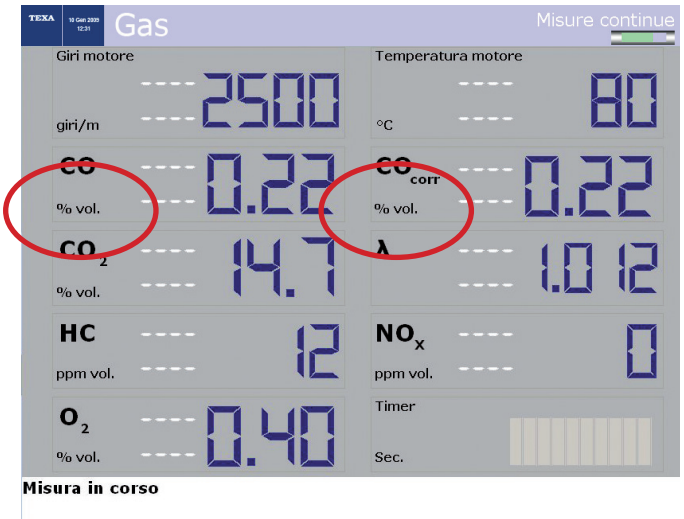


Figura 5: Misura del CO e COcorretto con analizzatore di scarico GASBOX TEXA

Preview

 TEXA S.p.A. - Copyright © Tutti i diritti riservati. Immagini e testi di proprietà di TEXA S.p.A. vietata la riproduzione – anche parziale - e la divulgazione non autorizzata – ZE030101015000_2009 – Rev.02