

# Progetto Europeo AIR-BOX AUTOMOTIVE 2014

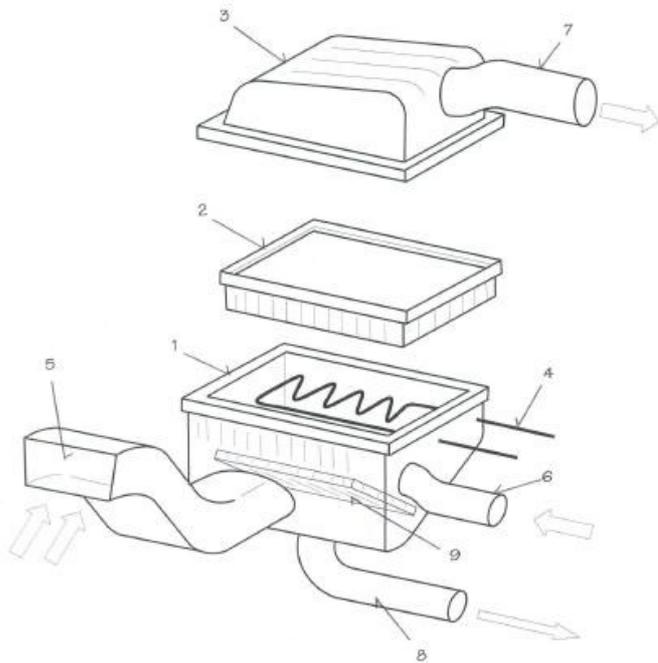
## AIR-BOX

(gruppo filtro aria perfezionato)  
per motori EURO 6

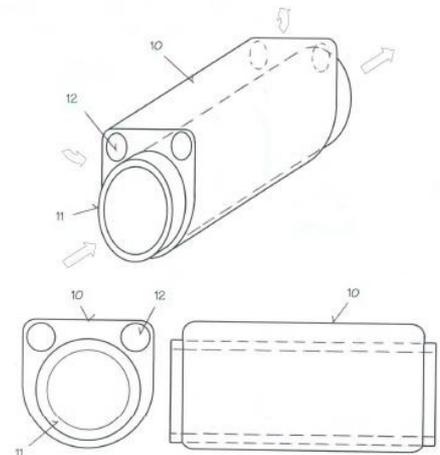
**APPARATO AIR-BOX**  
per la riduzione dei NOx e del CO<sub>2</sub>  
e per l'incremento delle prestazioni del motore

mediante l'abbassamento della temperatura e dell'umidità dell'aria  
da immettere nella camera di combustione del motore

Studio di ricerca e di tecnologia meccanica riguardante AIR-BOX AUTOMOTIVE  
indirizzato per tutti i veicoli dotati di motore a combustione interna



adattabile su tutti i veicoli a motore a combustione interna



manicotti di collegamento con  
intercapedine

Fondazione OSF  
Via de la Comina 25  
33170 PORDENONE (UD) Italy  
<http://iefp.fondazioneosf.it/>



[info@fondazioneosf.it](mailto:info@fondazioneosf.it)  
[info@delnegro.eu](mailto:info@delnegro.eu)

# **AIR-BOX**

(gruppo filtro aria perfezionato)

**per motori EURO 6**

**Premessa**

**Studio e obiettivo della ricerca**

**NOx e CO<sub>2</sub>**

**Test-drive e Telemetria – su motori EURO 6**

**Emissioni inquinanti e rilevazione “buchi di erogazione”**

**Condizioni ambientali e Prestazioni motore**

**Progettazione e Prototipazione**

**Fondazione OSF**  
Via de la Comina 25  
33170 PORDENONE (UD) Italy  
<http://iefp.fondazioneosf.it/>



[info@fondazioneosf.it](mailto:info@fondazioneosf.it)

[info@delnegro.eu](mailto:info@delnegro.eu)

## Premessa

E' noto che la potenza erogabile da un motore a combustione interna è influenzata, in modo significativo, dai fattori ambientali quali la pressione, la temperatura e l'umidità dell'aria, in quanto ne modificano il coefficiente di riempimento.



### FIAT 500 L

Motore 1.4 16v Benzina  
**EURO 6**

Potenza max 95 cv a 6000 rpm  
Coppia max 127Nm a 4500 rpm

### Ripresa 40 – 100 Km/h (in IV marcia)

Umidità 81% Temp. 27 C°		<b>20,40 sec.</b>
Umidità 39% Temp. 29 C°		<b>18,40 sec.</b>
Umidità 75% Temp. 10 C°		<b>17,90 sec.</b>

Nel riquadro qui sopra riportato si possono chiaramente notare le diverse prestazioni rilevate in base alle variazioni delle percentuali di umidità e delle temperature dell'aria destinata alla camera di combustione.

Le centraline elettroniche dei nuovi motori **EURO 6** elaborano molteplici dati risultanti dalla combustione del motore termico e ne modificano in modo significativo il rapporto stechiometrico (aria / combustibile) variando la mappatura del motore al fine di limitare le emissioni inquinanti (NOx - CO<sub>2</sub>) con un conseguente calo delle prestazioni del motore stesso.

Pertanto diventa rilevante, al fine di poter ottenere le migliori performance per un motore a combustione interna, poter disporre di miscele ricche di ossigeno aventi basse temperature e con altrettante basse percentuali di umidità dell'aria da destinare alla camera di combustione al fine di limitare le emissioni inquinanti..

In mancanza delle ideali condizioni ambientali è possibile modificare i parametri temperatura e umidità dell'aria con un apposito apparato AIR-BOX in grado di creare un ambiente per ottimizzare il comburente destinato alla combustione.

Fondazione OSF  
Via de la Comina 25  
33170 PORDENONE (UD) Italy  
<http://iefp.fondazioneosf.it/>



[info@fondazioneosf.it](mailto:info@fondazioneosf.it)  
[info@delnegro.eu](mailto:info@delnegro.eu)

## **Studio e obiettivo della ricerca**

Nell'ambito dei programmi formativi e dei progetti europei della Fondazione OSF si è affrontato lo studio delle emissioni inquinanti (in particolar modo dei NOx e del CO<sub>2</sub>) oltre che al rendimento termico dei motori a combustione interna, utilizzati nei vari settori dell'automotive.

In questi ultimi anni nella ricerca di abbattere i consumi e di migliorare le prestazioni sono stati modificati i rapporti stechiometrici (utilizzando miscele "magre") e i valori della compressione dei cilindri (mediante turbine di nuova generazione) al fine di ridurre i consumi e migliorare le prestazioni.

L'utilizzo di miscele "magre" e le maggiori compressioni nella camera di combustione hanno determinato un inevitabile innalzamento della temperatura dei gas nei cilindri generando in particolar modo i nocivi ossidi di azoto NOx.

Le sempre più severe normative sull'inquinamento hanno determinato (nei motori turbo compressi) l'introduzione del circuito (EGR) di ricircolo dei gas di scarico in modo tale da abbattere l'emissioni degli ossidi di azoto (NOx).

Infatti gli ossidi di azoto (**NOx**) si formano quando avviene un elevata temperatura nella camera di combustione (generalmente oltre i 1200 gradi C°) e l'introduzione nel ciclo di combustione di una parte del flusso dei gas di scarico (5 ÷ 15 % di tali gas combusti) permette di abbassare la temperatura con la conseguente diminuzione degli ossidi di azoto (NOx) prodotti.

In questa fase però le prestazioni del motore diminuiscono in quanto viene generalmente ridotto anche il flusso di carburante in modo proporzionale alla percentuale dei gas di scarico reintrodotti nel ciclo di combustione.

<p><b>Fondazione OSF</b> Via de la Comina 25 33170 PORDENONE (UD) Italy <a href="http://iefp.fondazioneosf.it/">http://iefp.fondazioneosf.it/</a></p>		<p><a href="mailto:info@fondazioneosf.it">info@fondazioneosf.it</a> <a href="mailto:info@delnegro.eu">info@delnegro.eu</a></p>
---	---	--

## NOx e CO<sub>2</sub>

In generale i motori a combustione interna producono principalmente monossido di carbonio (CO), anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), ossidi di azoto (monossido NO e biossido NO<sub>2</sub>, globalmente indicati come **NOx**), oltre agli idrocarburi derivanti dalla parziale combustione del combustibile (genericamente indicati come HC).

Esaminando i principali prodotti inquinanti emessi da un motore a combustione interna durante il suo funzionamento troviamo:

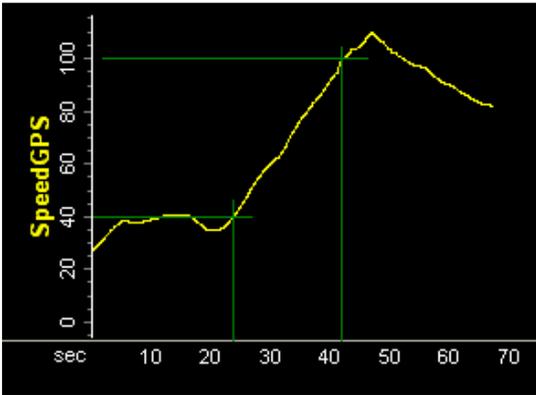
Prodotto inquinante	Aumenta	Diminuisce
CO <sub>2</sub>	Con miscele "grasse" La quantità di CO <sub>2</sub> aumenta rapidamente all'arricchirsi della miscela.	Con miscele "magre" che si ottiene con l'aumento della densità dell'aria presente nella miscela  Lo smagrimento della carburazione porta però un inevitabile innalzamento della temperatura della combustione ( <i>con il conseguente aumento dei NOx</i> )
NOx	Con miscele "magre" le quali portano ad un inevitabile innalzamento della temperatura di combustione (oltre i 1200 gradi C°)  Con il surriscaldamento del motore dovuto ad elevate temperature di esercizio come ad esempio viaggiare con giri motore sostenuti e/o con accelerazioni decise oltre che ad elevate temperature ambientali che non permettono il regolare raffreddamento del motore stesso.	Con miscele "grasse"  Con la temporanea diminuzione della potenza massima del motore  Nei motori turbo compressi con il ricircolo dei gas combusti nei condotti di aspirazione, miscelando il 5 ÷ 15 % di tali gas combusti (prelevati dai condotti di scarico) alla miscela introdotta nella camera di combustione (tramite <b>EGR</b> ). Chiaramente il ricircolo viene escluso e/o limitato quando non necessario; ad esempio quando la camera di combustione non raggiunge elevate temperature di esercizio: utilizzando per esempio miscele (aria / combustibile) nel complesso fredde che permettono minori temperature di combustione.

Come sopra evidenziato si può notare il compromesso che si deve sottostare per ottenere un sostanziale abbassamento delle emissioni inquinanti tra CO<sub>2</sub> e NOx.

Infatti se aumentiamo la densità dell'aria (miscele "magre") otteniamo minor CO<sub>2</sub> però ci sarà il conseguente aumento dei NOx per via dell'innalzamento della temperatura di combustione del motore, a meno che non si intervenga modificando il parametro della densità e della temperatura della miscela aria/combustibile come di seguito evidenziato.

<p><b>Fondazione OSF</b> Via de la Comina 25 33170 PORDENONE (UD) Italy <a href="http://iefp.fondazioneosf.it/">http://iefp.fondazioneosf.it/</a></p>		<p><a href="mailto:info@fondazioneosf.it">info@fondazioneosf.it</a> <a href="mailto:info@delnegro.eu">info@delnegro.eu</a></p>
---	---	--

**Test-drive e Telemetria – su motori EURO 6**

Motore / Veicolo	Test-drive	Telemetria
<p>FIAT <b>500 L</b></p> <p>Motore 1.4 16v Benzina <b>Euro 6</b></p> <p>Potenza max 95 cv a 6000 rpm Coppia max 127Nm a 4500 rpm</p> <p>Questo motore è caratterizzato da un rendimento volumetrico particolarmente elevato in tutto l'arco di funzionamento</p> 	<p><b>accelerazione</b> 40-100 Km/h</p> <p><b>in IV marcia</b> con partenza da 1500 rpm che corrispondono a circa 36 Km/h</p> <p>e poi rilevazione dati dagli effettivi 40 km/h</p> <p>Test-Drive: - con motore caldo - con motore <b>surriscaldato</b></p>	<p><b>Telemetria GPS</b> <i>STARLANE DigiRace-MMX Athon XS/SP</i></p> <p>Grafico relativo al test-drive con Umidità 39% e Temp. aria 29 C°</p> 

<p><b>Fondazione OSF</b> Via de la Comina 25 33170 PORDENONE (UD) Italy <a href="http://iefp.fondazioneosf.it/">http://iefp.fondazioneosf.it/</a></p>		<p><a href="mailto:info@fondazioneosf.it">info@fondazioneosf.it</a> <a href="mailto:info@delnegro.eu">info@delnegro.eu</a></p>
---	---	--

**Emissioni inquinanti e prestazioni del motore****Test-drive accelerazione in IV marcia (40-100 Km/h)**FIAT **500 L**Motore 1.4 16v Benzina 95cv **EURO 6**

Temperatura acqua 90°

Aria	1° Accelerazione 40-100 Km/h	2° Accelerazione 40-100 Km/h	<b>Note</b> (riferite alla 2° accelerazione)
Temp. <b>34 C°</b> Umidità <b>54%</b>	<b>19,21 sec</b>	<b>20,69 sec.</b> <b>Emissioni inquinanti consistenti</b>	<i>L'elevata temperatura dell'aria destinata al motore fa aumentare inevitabilmente la temperatura di combustione, a questo punto la centralina elettronica modifica la mappatura del motore al fine di poter limitare le emissioni inquinanti (rilevate anche nel catalizzatore)</i> <i>La modifica dei parametri della mappatura della miscela aria / combustibile determina un inevitabile calo di prestazioni.</i>
Temp. <b>27 C°</b> Umidità <b>81%</b>	<b>20,40 sec.</b>	<b>20,30 sec.</b> <b>Emissioni inquinanti medie</b>	il motore riscaldandosi ulteriormente raggiunge un miglior rendimento permettendo di evaporare al meglio l'umidità presente nell'aria. Questo fattore migliorativo si noterà in tutti i TEST-DRIVE ove è presente un elevata % di umidità nell'aria
Temp. <b>10 C°</b> Umidità <b>75%</b>	<b>18,20 sec.</b>	<b>17,90 sec.</b> <b>Emissioni inquinanti moderate</b> <b>accelerazione regolare e VELOCE</b>	la bassa temperatura dell'aria permette un elevata densità di ossigeno con un notevole miglioramento delle prestazioni Inoltre, vista la bassa temperatura, il motore potendosi meglio riscaldare raggiunge un miglior rendimento, permettendo di evaporare al meglio l'umidità presente nell'aria, ottenendo una migliore accelerazione Questo si noterà anche nei dati test in seguito riportati
<b>Differenze</b>	<b>2,20 sec.</b>	<b>2,79 sec.</b>	

Nel riquadro sopra riportato si nota chiaramente come la temperatura e l'umidità dell'aria determinano in modo rilevante le prestazioni del motore. Inoltre effettuando di seguito un secondo immediato test di accelerazione si può anche qui chiaramente notare come il surriscaldarsi del motore determina una variazione delle performance del motore stesso.

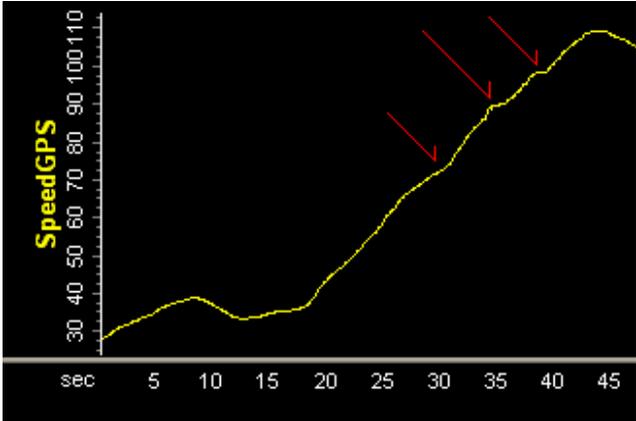
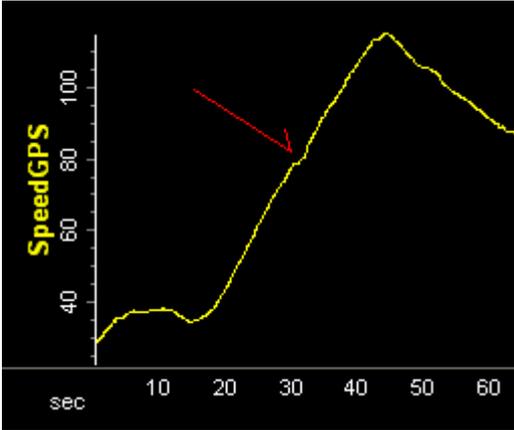
Non è sufficiente avere solo una bassa temperatura ma è necessaria anche una bassa % di umidità nell'aria per ottenere il massimo del rendimento per un motore a combustione interna.

Inoltre destinando al motore aria fresca è possibile modificare il rapporto stechiometrico della miscela aria/combustibile potendo ottenere miscele "magre" con minori consumi senza peggiorare le emissioni inquinanti.

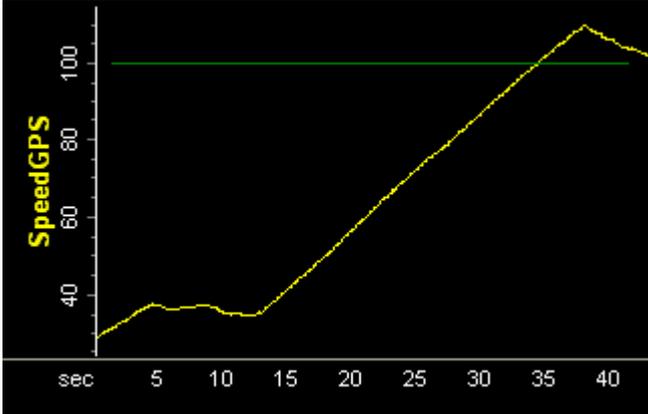
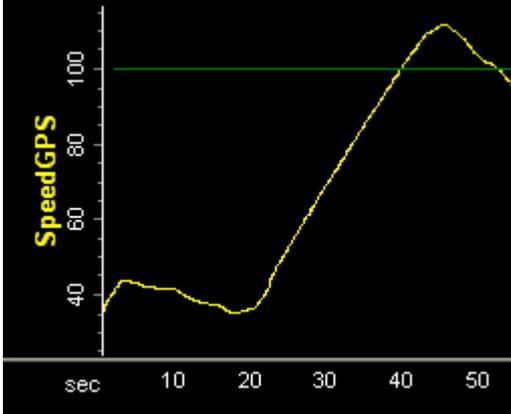
<b>Fondazione OSF</b> Via de la Comina 25 33170 PORDENONE (UD) Italy <a href="http://iefp.fondazioneosf.it/">http://iefp.fondazioneosf.it/</a>		<a href="mailto:info@fondazioneosf.it">info@fondazioneosf.it</a> <a href="mailto:info@delnegro.eu">info@delnegro.eu</a>
---	---	--

**Emissioni inquinanti e prestazioni del motore** (segue)

Con il surriscaldamento del motore (a temperature estive e primaverili) si possono notare i “**buchi di erogazione**” (evidenziati con le frecce rosse) determinati dalla centralina la quale modifica la mappatura del motore al fine di limitare le emissioni inquinanti. In questa critica fase le prestazioni diminuiscono anche in modo consistente con un evidente minor rendimento del motore termico.

Aria	1° Accelerazione 40-100 Km/h	2° Accelerazione 40-100 Km/h	Note
Temp. 34 C° Umidità 54%	<b>19,21 sec</b>	<b>20,69 sec.</b> <b>Emissioni inquinanti consistenti</b> <i>elevata temperatura nella camera di combustione</i>	<p>Con le frecce rosse si notano i “<b>buchi di erogazione</b>” determinati dalla centralina che modifica la mappatura del motore per limitare le emissioni inquinanti determinando un consistente calo delle prestazioni</p> 
Temp. 23 C° Umidità 63%	<b>19,31 sec.</b>	<b>19,10 sec.</b> <b>Emissioni inquinanti moderate</b> <i>Il surriscaldamento del motore permette di evaporare al meglio l'umidità presente nell'aria realizzando un minor tempo di accelerazione</i>	<p>Con la freccia rossa si nota il “<b>buco di erogazione</b>” determinato dalla centralina che modifica la mappatura del motore per limitare le emissioni inquinanti</p> 

**Emissioni inquinanti e prestazioni del motore** (segue)

Aria	1° Accelerazione 40-100 Km/h	2° Accelerazione 40-100 Km/h	<b>Note</b>
Temp. <b>18 C°</b> Umidità <b>92%</b>	<b>20,00 sec</b>	<p><b>19,90 sec.</b></p> <p><b>Emissioni inquinanti ridotte</b></p> <p><b>accelerazione regolare</b></p> <p><i>Il surriscaldamento del motore permette di evaporare al meglio l'umidità presente nell'aria realizzando un minor tempo di accelerazione</i></p>	<p>l'elevata % di umidità nell'aria determina purtroppo la diminuzione della densità di ossigeno la quale non permette di ottenere elevate prestazioni</p> 
Temp. <b>10 C°</b> Umidità <b>75%</b>	<b>18,20 sec.</b>	<p><b>17,90 sec.</b></p> <p><b>Emissioni inquinanti moderate</b></p> <p><b>accelerazione regolare e RAPIDA</b></p> <p><i>Il surriscaldamento del motore permette di evaporare al meglio l'umidità presente nell'aria realizzando un minor tempo di accelerazione</i></p>	<p>la bassa temperatura dell'aria permette un elevata densità di ossigeno con un notevole miglioramento delle prestazioni del motore</p> 

## Condizioni ambientali e Prestazioni motore

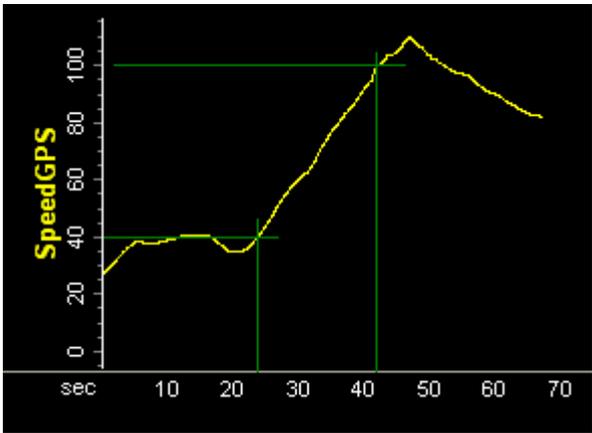
La potenza erogabile da un motore è influenzata, in modo significativo, dai fattori ambientali quali la pressione, la temperatura e l'umidità dell'aria, in quanto ne modificano il coefficiente di riempimento.

Infatti la massa d'aria che entra nei cilindri durante un ciclo varia in modo concorde alla densità dell'aria, la quale, a sua volta, aumenta la pressione, che, al contrario, diminuisce quando aumentano la temperatura e l'umidità.

In un motore aspirato, al diminuire della densità, diminuisce il coefficiente di riempimento e quindi il motore ha a disposizione meno ossigeno per la combustione, **con la conseguenza che risulta minore la benzina che può essere bruciata, ottenendo nel complesso minori prestazioni.**

**Pertanto, al contrario, aumentando la densità dell'aria, mediante l'abbassamento della temperatura e la contemporanea diminuzione dell'umidità dell'aria stessa si può ottenere un incremento di potenza per i motori a combustione.**

Al riguardo i tecnici della Fondazione OSF hanno effettuato molteplici test-drive in svariate condizioni ambientali e qui di seguito si riportano alcuni dati comparativi rilevati con telemetria GPS

<p><b>FIAT 500 L</b></p> <p>Motore 1.4 16v Benzina <b>Euro 6</b></p> <p>Potenza max 95 cv a 6000 rpm Coppia max 127Nm a 4500 rpm</p> <p>Questo motore è caratterizzato da un rendimento volumetrico particolarmente elevato in tutto l'arco di funzionamento</p>	<p><b>accelerazione</b> 40-100 Km/h in <b>IV marcia</b> con partenza da 1500 rpm che corrispondono a circa 36 Km/h e poi rilevazione dati dagli effettivi 40 km/h</p>	<p><b>Telemetria GPS</b> <i>STARLANE DigiRace-MMX Athon XS/SP</i></p> <p>Grafico relativo al test-drive con Umidità 39% e Temp. aria 29 C°</p> 
<p>Umidità aria <b>81%</b> Temperatura aria <b>27 C°</b></p>	<p><b>20,40 sec.</b></p>	
<p>Umidità aria <b>92%</b> Temperatura aria <b>18 C°</b></p>	<p>20,00 sec.</p>	
<p>Umidità aria <b>34%</b> Temperatura aria <b>36 C°</b></p>	<p>19,31 sec.</p>	
<p>Umidità aria <b>63%</b> Temperatura aria <b>23 C°</b></p>	<p>19,31 sec.</p>	
<p>Umidità aria <b>54%</b> Temperatura aria <b>34 C°</b></p>	<p>19,21 sec.</p>	
<p>Umidità aria <b>39%</b> Temperatura aria <b>29 C°</b></p>	<p><b>18,40 sec.</b></p>	
<p>Umidità aria <b>75%</b> Temperatura aria <b>10 C°</b></p>	<p><b>18,20 sec.</b></p>	

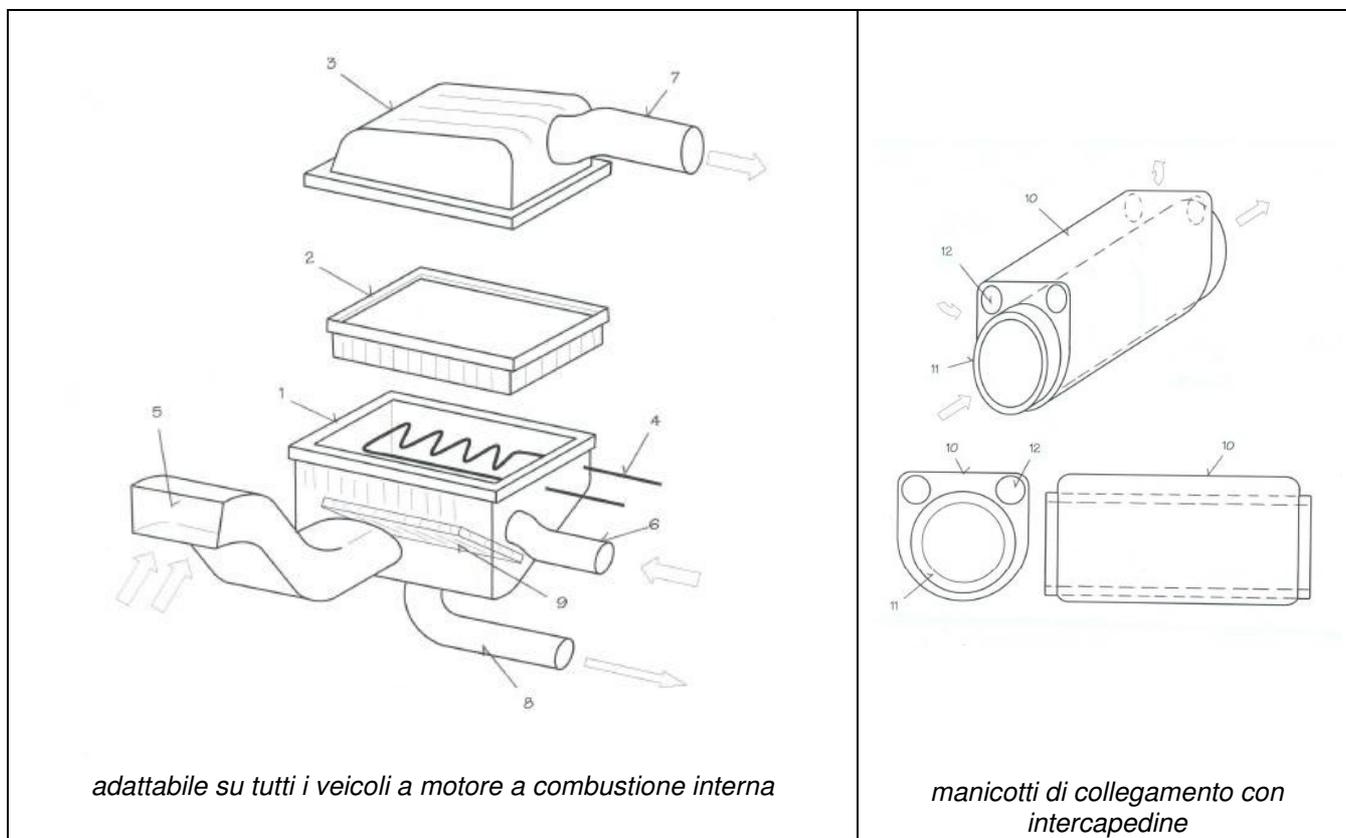
Si può notare che per ottenere buone prestazioni non è sufficiente poter disporre di una ridotta temperatura dell'aria ma anche di una bassa percentuale di umidità (v. umidità 39% e Temp 29 C°) La differenza rilevata è molto chiara. Oltre due secondi in meno che a 100 Km/h corrispondono a circa 65 metri di differenza (oltre mezzo campo di calcio) per raggiungere la stessa velocità.

<p><b>Fondazione OSF</b> Via de la Comina 25 33170 PORDENONE (UD) Italy <a href="http://iefp.fondazioneosf.it/">http://iefp.fondazioneosf.it/</a></p>		<p><a href="mailto:info@fondazioneosf.it">info@fondazioneosf.it</a> <a href="mailto:info@delnegro.eu">info@delnegro.eu</a></p>
---	---	--

## Progettazione e Prototipazione

# AIR-BOX

(gruppo filtro aria perfezionato)



Gli studi per la riduzione delle emissioni inquinanti e per il miglioramento delle prestazioni del motore a combustione interna, come in precedenza evidenziati, si sono indirizzati per la progettazione e per la successiva prototipazione di un apposito apparato AIR-BOX che possa:

- **ridurre la formazione delle emissioni inquinanti (NOx e CO<sub>2</sub>)**

- **e migliorare le prestazioni e le performance del motore**

La soluzione è l'ottimizzazione del comburente mediante l'abbassamento della temperatura e dell'umidità dell'aria (in un apposito apparato AIR-BOX) che permette di ottenere miscele fresche e ricche di ossigeno per l'immissione nella camera di combustione del motore.

Inoltre sono stati progettati anche nuovi **manicotti con intercapedine** per il collegamento dell'apposito apparato AIR-BOX agli elementi dei motore. Questi particolari manicotti hanno lo scopo e la funzione (in base al tipo di motore aspirato/sovralimentato) di:

- favorire il mantenimento della temperatura nel passaggio dell'aria fresca indirizzata al motore
- raffreddare ulteriormente il circuito di ricircolo dei gas di scarico e la stessa valvola EGR per l'abbattimento dei **Nox**
- raffreddare l'apparato di sovralimentazione turbo per limitare l'aumento della temperatura dell'aria durante la compressione.

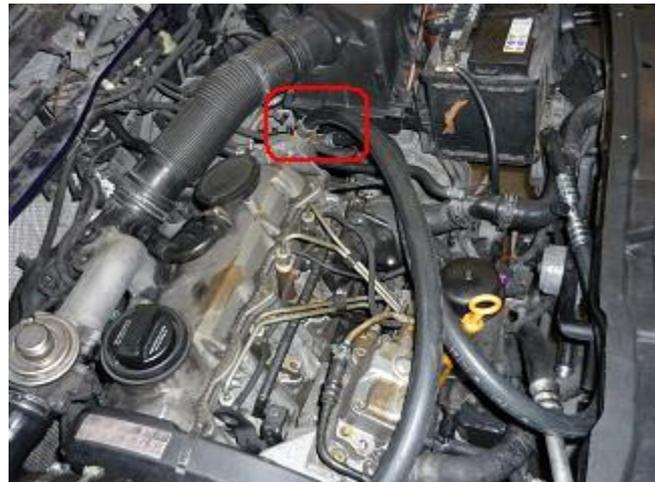
Fondazione OSF  
Via de la Comina 25  
33170 PORDENONE (UD) Italy  
<http://iefp.fondazioneosf.it/>



[info@fondazioneosf.it](mailto:info@fondazioneosf.it)  
[info@delnegro.eu](mailto:info@delnegro.eu)

**Progettazione e Prototipazione** (segue)

Qui di seguito vengono illustrate (su uno dei motori banco prova diesel) alcune delle prime fasi della progettazione e alloggiamento prototipazione di un apposito apparato filtro AIR-BOX collegato all'impianto del condizionatore dell'autovettura.

		
<p><b>AIR-BOX</b> Nel quale viene alloggiato un evaporatore sotto il filtro dell'aria</p>	<p><b>AIR-BOX</b> con evaporatore predisposto per i collegamenti all'impianto clima dell'autovettura</p>	<p><b>AIR-BOX</b> con evaporatore collegato all'impianto del condizionatore dell'autovettura questo permette di abbassare la temperatura dell'aria e l'umidità dell'aria stessa (anche in inverno)</p>

Con questo studio la Fondazione OSF ha messo in evidenza la possibile realizzazione di un apposito apparato AIR-BOX (predisposto di EVAPORATORE) per ridurre la formazione degli ossidi di azoto **NOx** e del **CO<sub>2</sub>** (tramite l'abbassamento della temperatura e dell'umidità del comburente aria)

e nel contempo poter migliorare il rendimento termico dei motori a combustione interna

mediante l'incremento della **densità dell'ossigeno** che può essere introdotta nei cilindri (ottenuta anche in questo caso con la riduzione della temperatura e dell'umidità dell'aria tramite apposito apparato AIR-BOX).

<p><b>Fondazione OSF</b> Via de la Comina 25 33170 PORDENONE (UD) Italy <a href="http://iefp.fondazioneosf.it/">http://iefp.fondazioneosf.it/</a></p>		<p><a href="mailto:info@fondazioneosf.it">info@fondazioneosf.it</a> <a href="mailto:info@delnegro.eu">info@delnegro.eu</a></p>
---	---	--