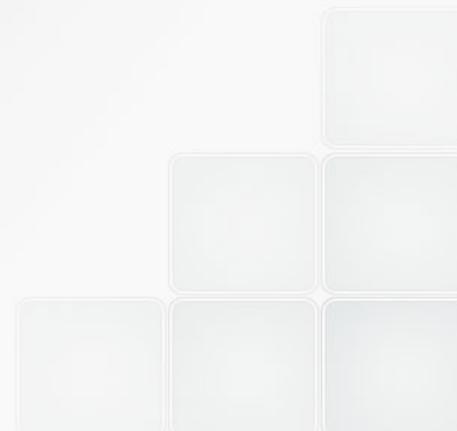




MHYBUS: verso una mobilità de-carbonizzata

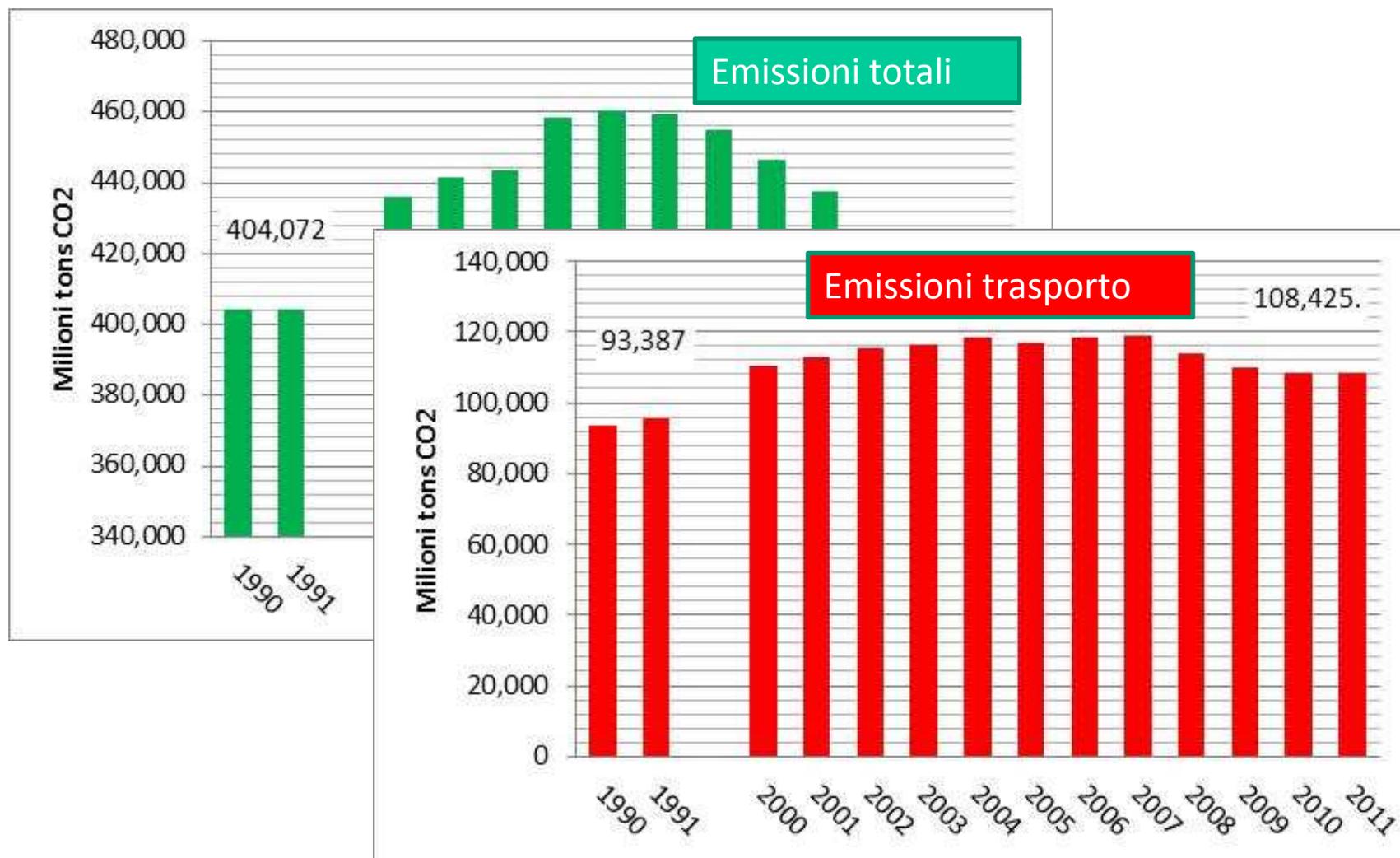
Antonino Genovese

Bologna 19/12/13



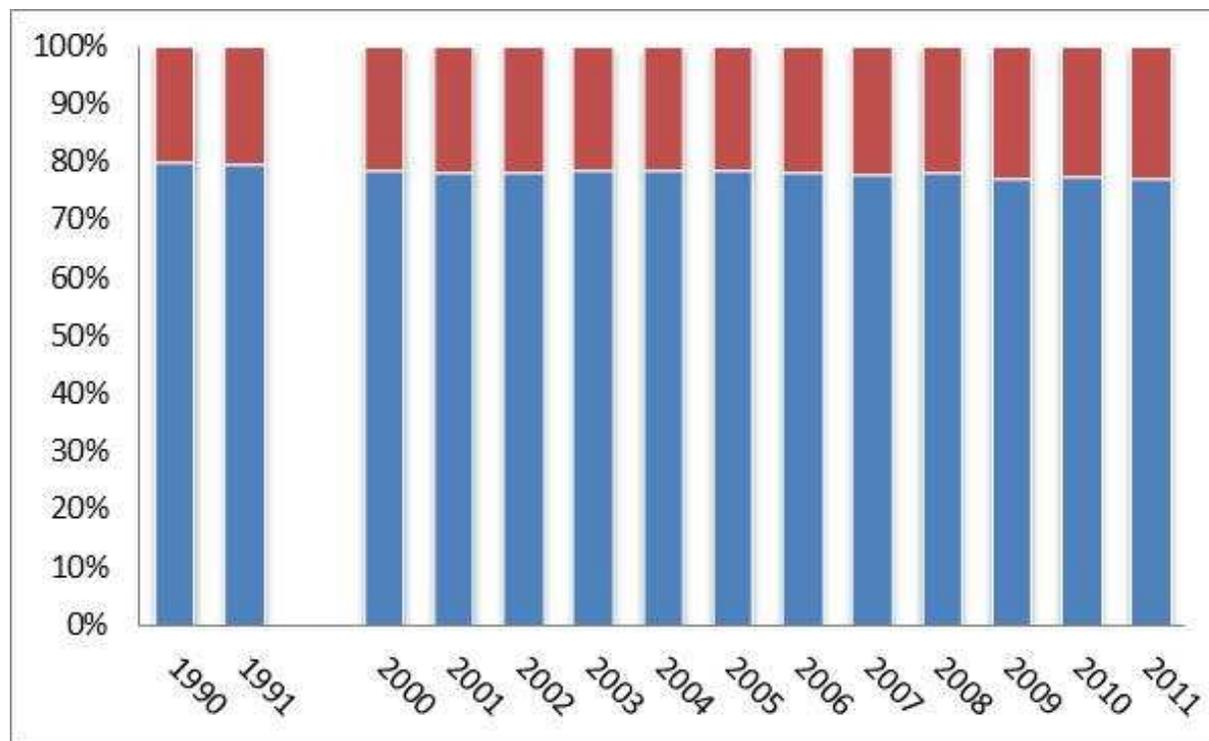


Le emissioni di CO2 in Italia





Le emissioni di CO2 in Italia da trasporto

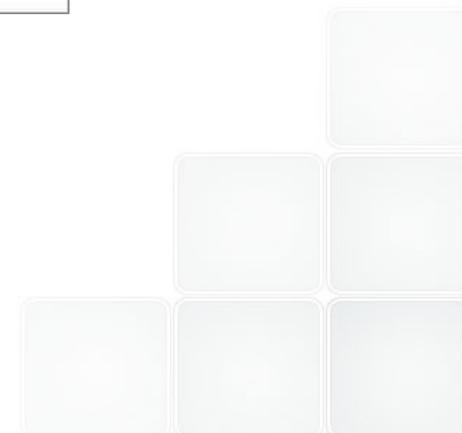


Emissioni da trasporto

1990 → 25.1 %

2011 → 29.6%

93% causato dal trasporto su gomma



Le emissioni di CO₂ in Italia da trasporto

Cosa fare per ridurre le emissioni ?

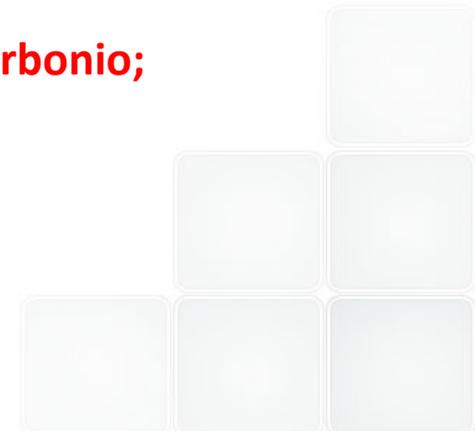
- **Migliorare l'intensità energetica (energia/pax-km) favorendo lo spostamento modale**
: - traffico privato + trasporto pubblico

favorendo una minore congestione della rete e un alto tasso di occupazione dei veicoli.

- **Migliorare le prestazioni in consumo dei mezzi (aumento dell'efficienza del sistema di propulsione)**
trazione ibrida o elettrica

- **Decarbonizzare : utilizzo di combustibili a basso contenuto di carbonio;**

Ridurre il quantitativo di carbonio ossidabile nella combustione





La decarbonizzazione con il metano

Le emissioni stechiometriche di CO2 dipendono dal contenuto di Carbonio nel combustibile:



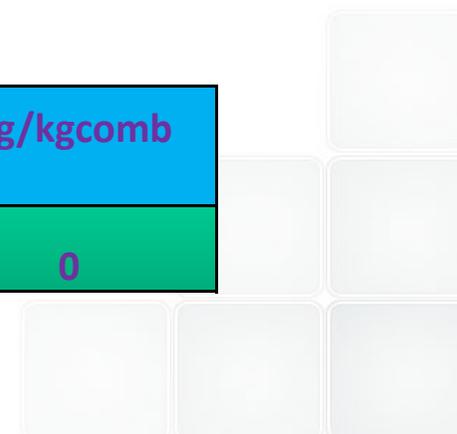
$$kg\ CO_2 = kg\ comb * \%C * 44/12$$

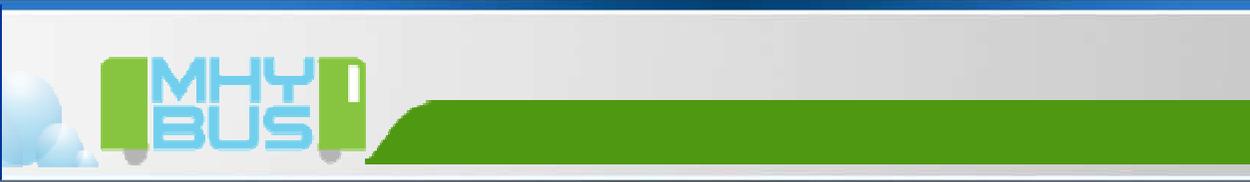
	% C in massa	CO2	kg/kgcomb
benzina	86	2.38 kg/l	3.216
diesel	86	2.65 kg/l	3.118
gpl	82	1.61 kg/l	3.038
metano	75	2.75 kg/kg	2.750



$$kg\ CO_2 = 0$$

	%C in massa	CO2	kg/kgcomb
Idrogeno	0	0 kg/kg	0



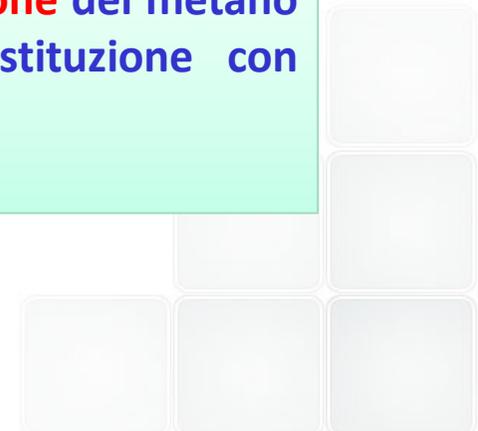


Il futuro CO₂ free è basato sull'utilizzo di H₂ (con emissioni nulle di CO₂ se l'idrogeno proviene da fonti rinnovabili).

In attesa che maturino le tecnologie per un uso efficace dell'idrogeno nelle FC una nuova possibilità è offerta dalle **miscele di idrogeno e metano**.

Queste miscele sono state spesso definite come **"il ponte"** grazie al quale sarà fattibile la transizione verso una economia basata sull'idrogeno

Riduzione delle emissioni di CO₂ tramite ulteriore **decarbonizzazione** del metano riducendo il carbonio presente nel combustibile tramite sostituzione con idrogeno.



Idrometano : quale formulazione ottimale

Vantaggi dell'idrogeno :

- migliore velocità di combustione
- migliore efficienza della combustione
- riduzione delle emissioni di CO₂
- riduzione dei consumi energetici



Svantaggi dell'idrogeno :

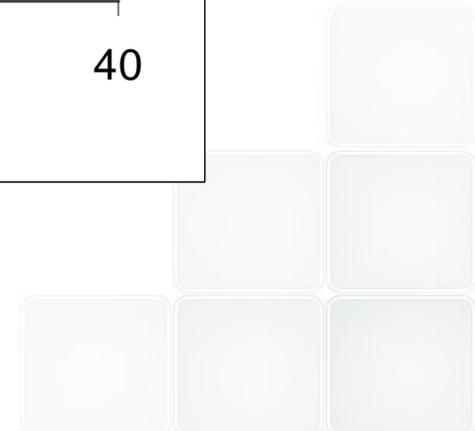
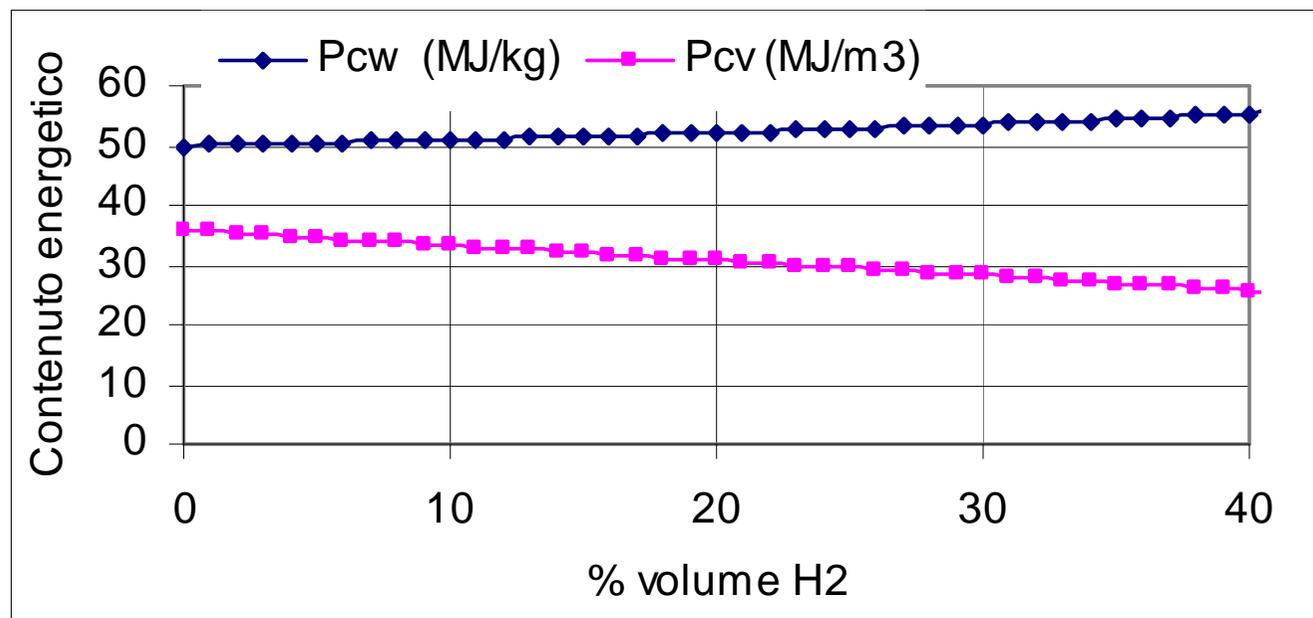
- aumento della T di combustione
- incremento delle emissioni di NO_x
- maggiori oneri energetici per produzione H₂

Quale % di H₂ è favorita ?



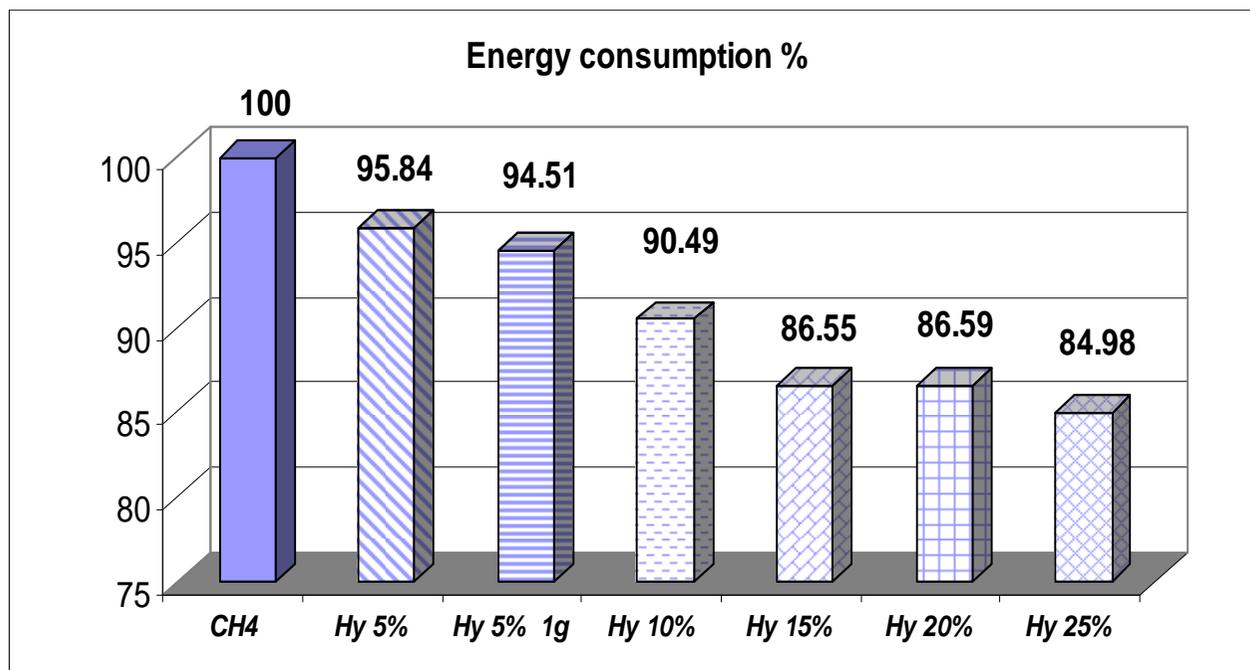
Idrometano : quale formulazione ottimale

All'aumentare dell'idrogeno nella miscela, mentre l'energia per unità di peso cresce, l'energia per unità di volume diminuisce, e quindi si riduce sia potenza massima che autonomia.



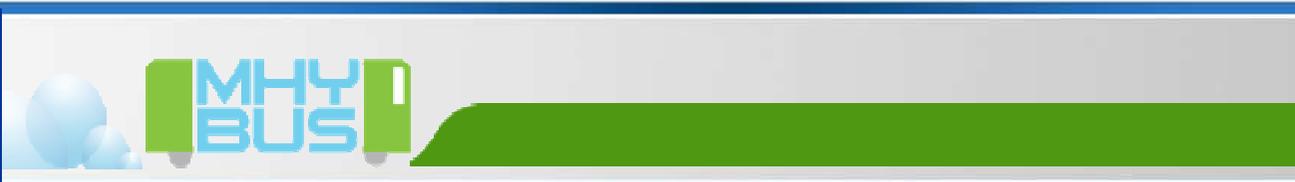


Quale % di idrogeno ?



Risultati del progetto IDROMETANO

Percentuale scelta: 15%



MHYBUS - I partner del progetto



Regione Emilia-Romagna - D.G. Reti infrastrutturali, logistica e sistemi di mobilità



Consorzio tra RER, Università, Enti di ricerca, Camera di Commercio, Associazioni d'impresa per promuovere azioni per lo sviluppo del sistema produttivo regionale



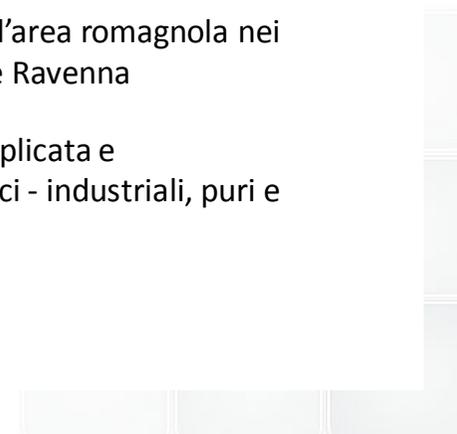
Ente per le nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente - Centro Ricerche Casaccia (Roma)

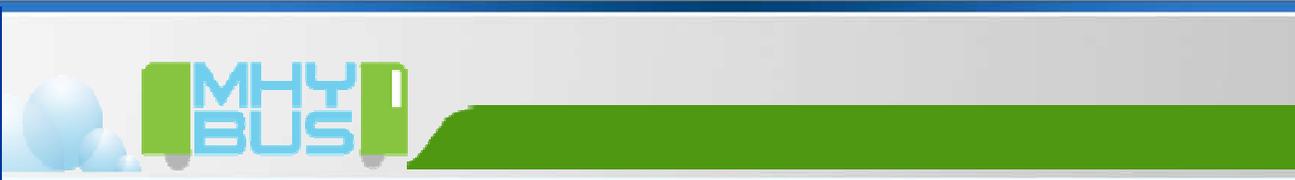


Società di trasporto pubblico dell'area romagnola nei territori di Cesena, Forlì, Rimini e Ravenna



Società di produzione, ricerca applicata e commercializzazione di gas tecnici - industriali, puri e medicinali





Motore al banco pronto per le prove
Bologna 19/12/13

SAE J1939 Settings

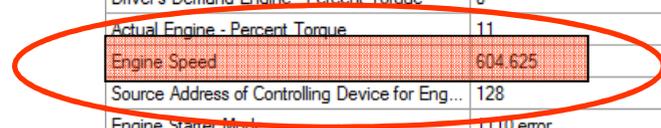
SAE J1939 Settings

ECU n.: 00 - Engine #1

Interface: CAN-USB, PCAN RS232, PCAN-USB

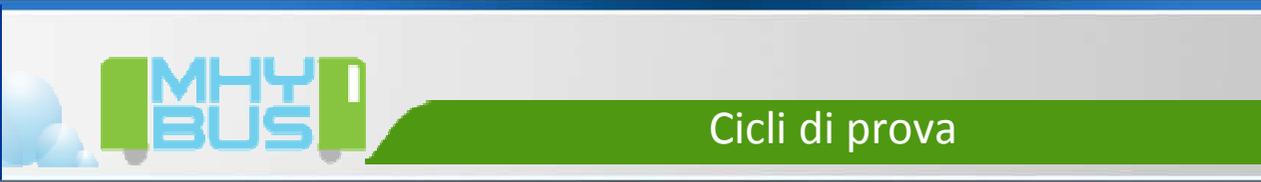
Buttons: Save Settings, Connect, Disconnect, Read, Read Continuously, Exit

Parameter Name	Parameter Value	Units
Time:	16.22.26.824	Time
PGN: F004	Electronic Engine Controller 1 (EEC1)	
Engine Torque Mode	0000	bit
Actual Engine - Percent Torque High Resolut...	1.875	%
Driver's Demand Engine - Percent Torque	0	%
Actual Engine - Percent Torque	11	%
Engine Speed	604.625	rpm
Source Address of Controlling Device for Eng...	128	SA
Engine Starter Mode	1110 error	bit
Engine Demand - Percent Torque	NA	%

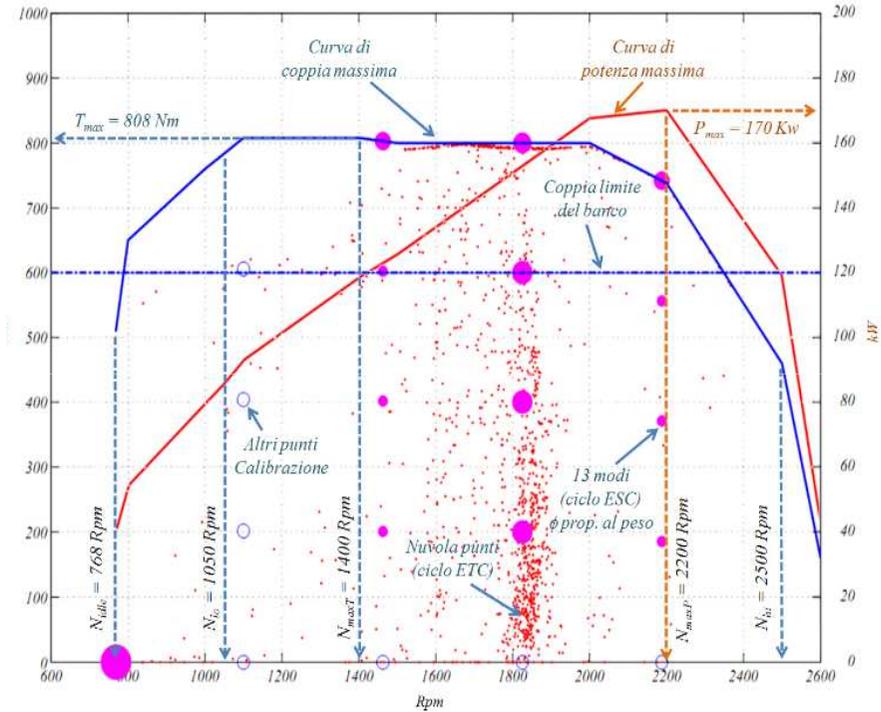
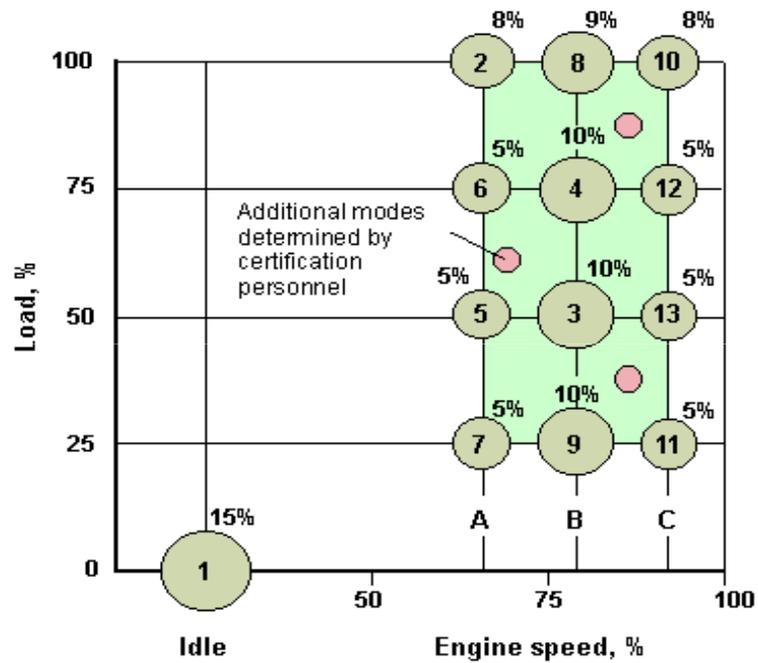


Messaggi CAN bus
del motore

- F003 Electronic Engine Controller 2
- F004 Electronic Engine Controller 1
- FECA Active Diagnostic Trouble Codes
- FEDF Electronic Engine Controller 3
- FEE3 Engine Configuration 1
- FEEE Engine Temperature 1
- FEFF Engine Fluid Level/Pressure 1
- FEF1 Cruise Control/Vehicle Speed
- FEF2 Fuel Economy (Liquid)
- FEF6 Intake/Exhaust Conditions 1

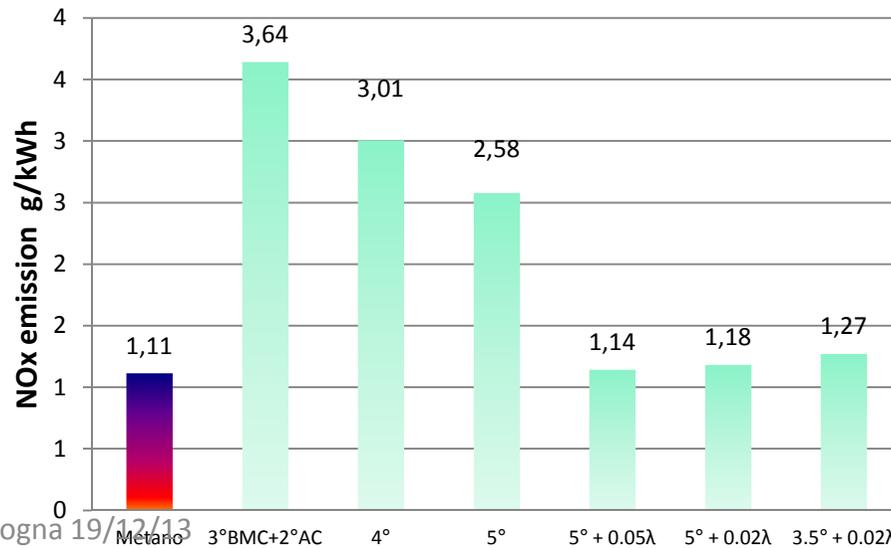
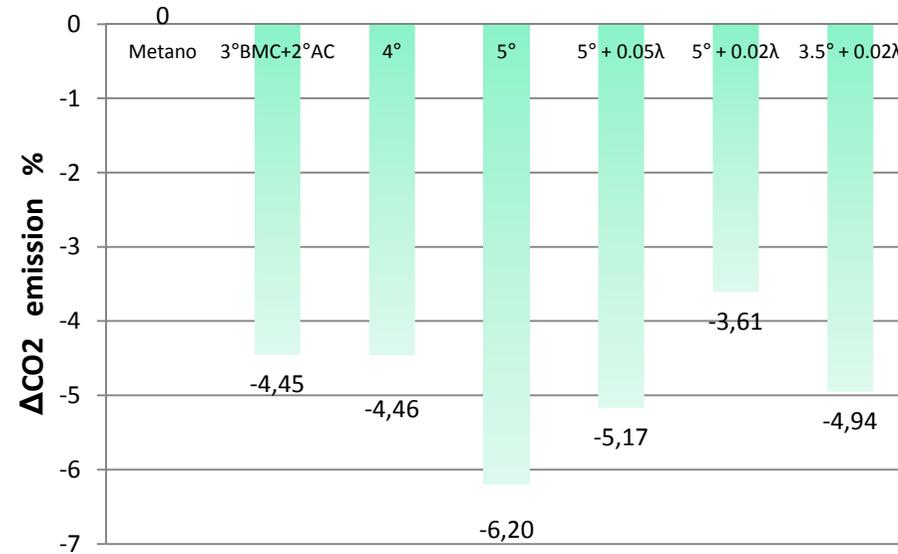


Cicli di prova

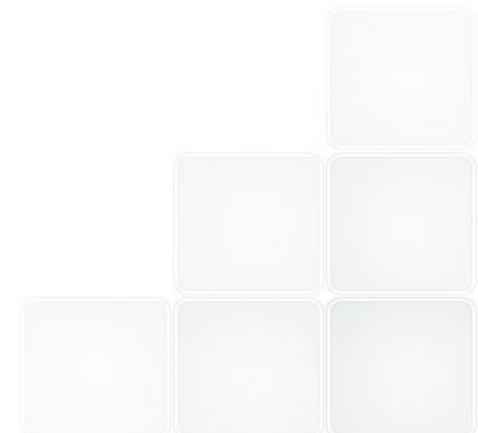


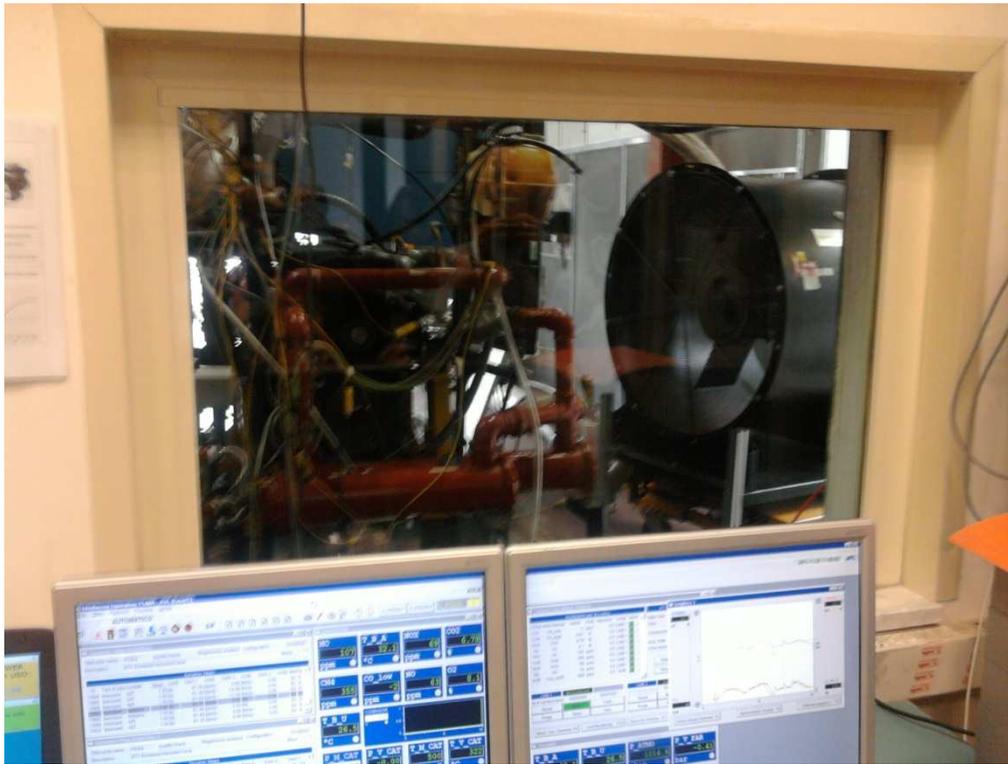
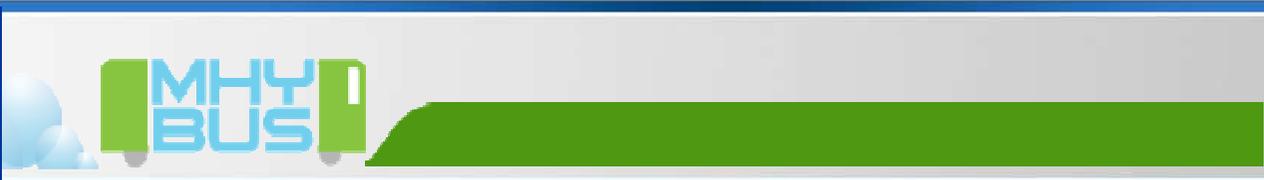


5.03% riduzione teorica con 15% di H2



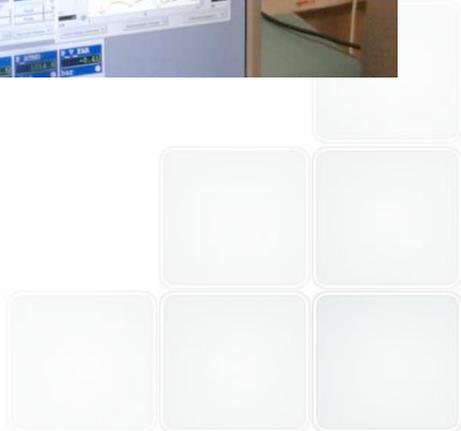
Bologna 19/12/13

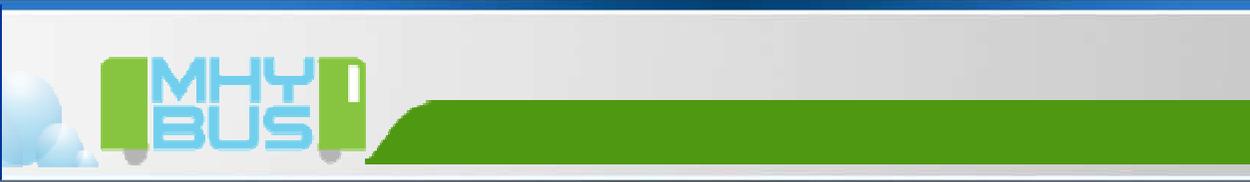




- Test per emissione e coppia (11/2011 e 11/2013)

Bologna 19/12/13





CO2 e consumi

Risultati al banco con ciclo ETC

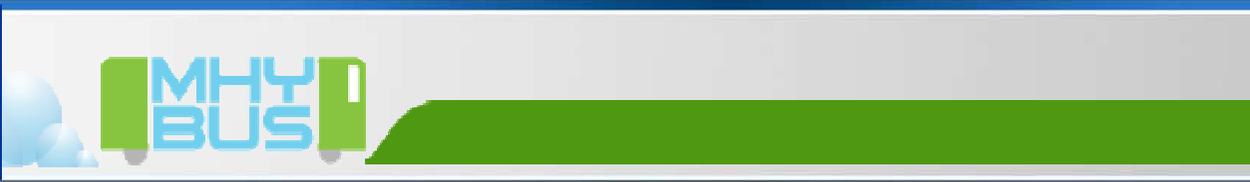
DATA	FUEL	CO	NOx	PT	THC	BSFC	CO2
		g/kWh					
22/11/2011	CNG	0.01	1.44	nn	2.96	265	697
22/11/2011	CH4/15%H2	0	1.41	nn	2.28	244	649
02/12/2013	CH4/15%H2	0	1.58	nn	2.65	242	645

8 % 7 %

Riduzione % consumi

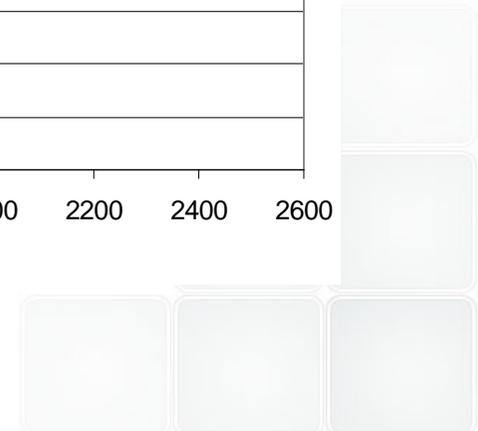
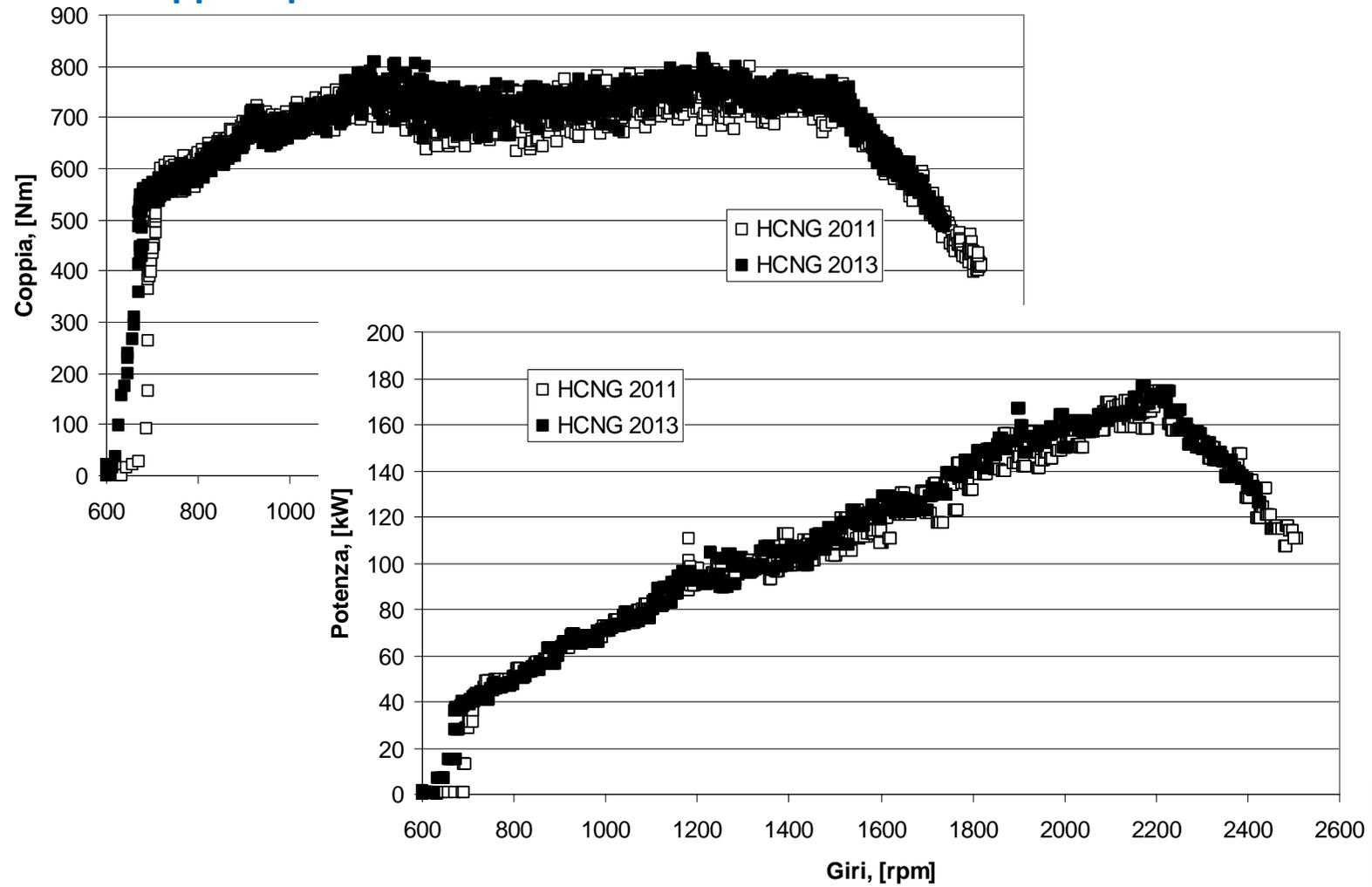
5.03% riduzione teorica con 15% di H2

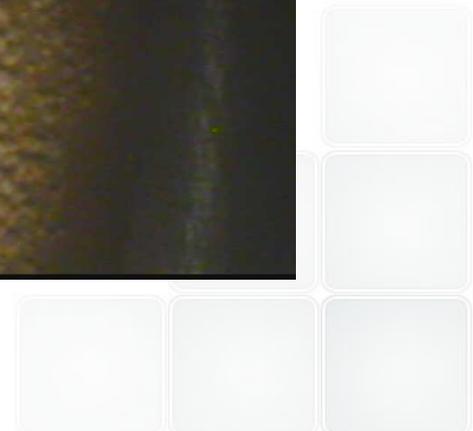
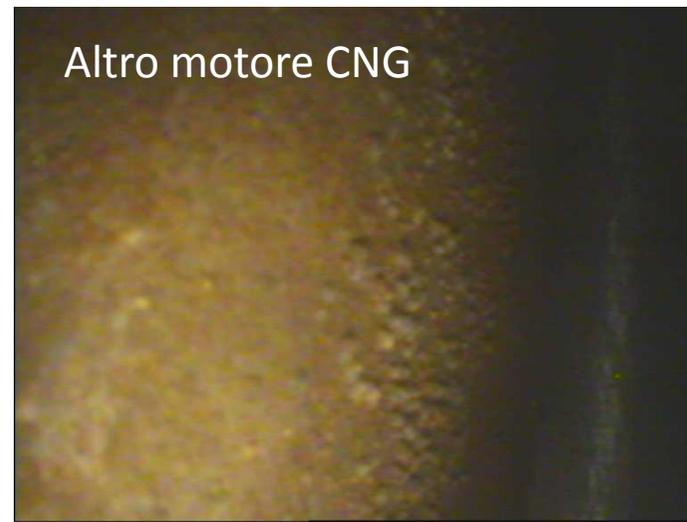
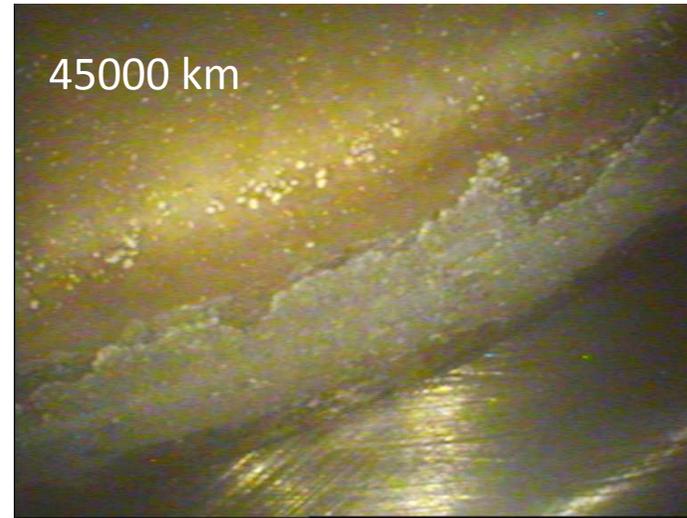
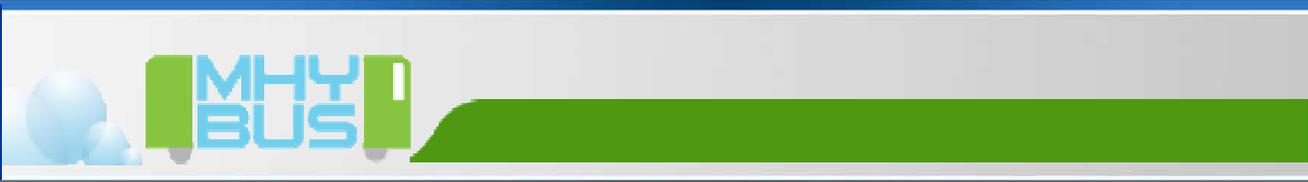


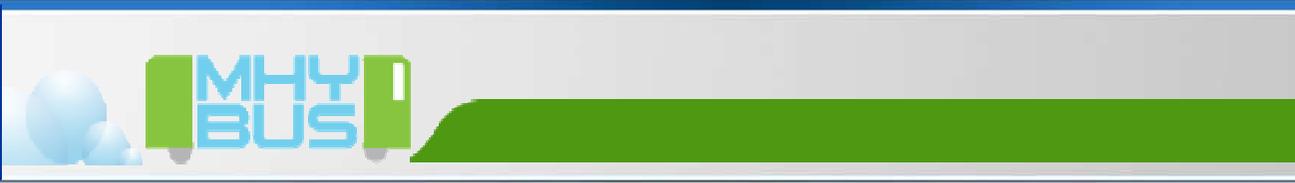


Curve di coppia e potenza

Risultati al banco con ciclo ETC







Le particelle allo scarico, che la bibliografia scientifica attribuisce quasi interamente alla presenza di olio in camera di combustione nel caso di motori alimentati a GN a carica omogenea, essendo risultate quasi sempre e per tutte la distribuzione dimensionale (da 5 a 1000 nm) spesso al di sotto dei limiti inferiori di sensibilità dell'analizzatore, indicano indirettamente un ottimo stato di conservazione del motore, che non presenta quindi significative rientranze di olio in camera di combustione.

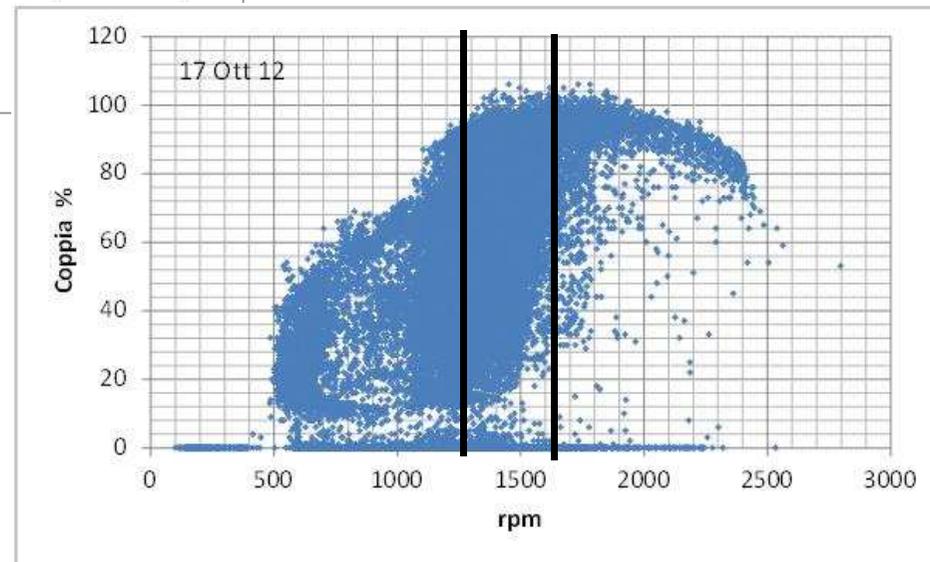
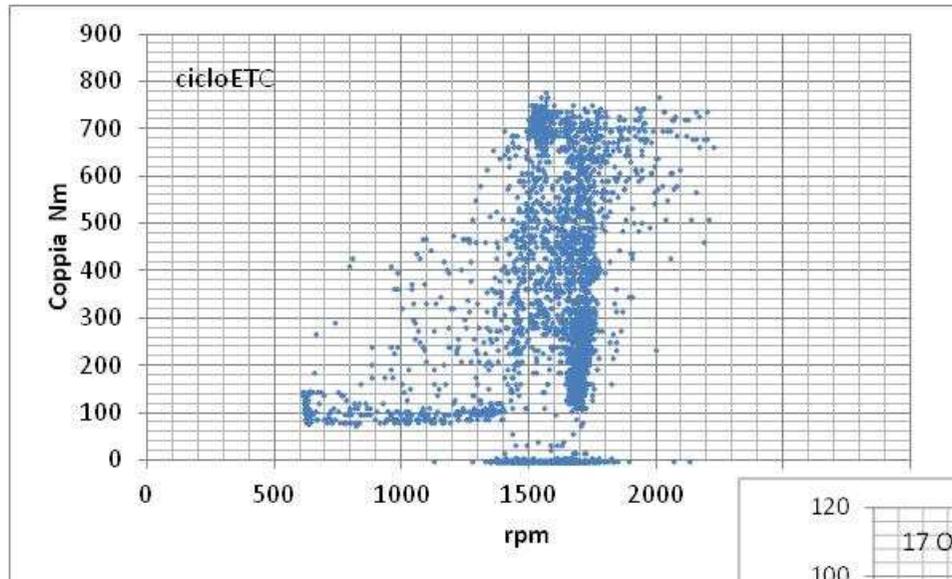
Le incrostazioni visibili con l'esame endoscopico in camera di combustione sono risultate del tutto paragonabili a quelle di un altro propulsore heavy duty alimentato anche esso con GN e miscele GN/H₂, che con la tecnologia stechiometrica e catalizzatore a tre vie ha sempre dato luogo a basse emissioni sul ciclo ETC.

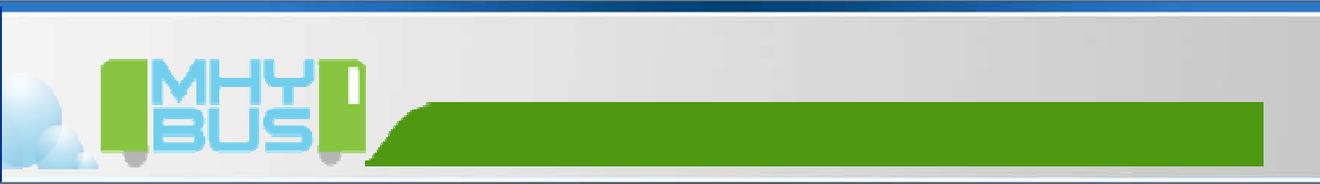
Le prestazioni meccaniche ed emissive sono sostanzialmente identiche ed indicano un normale stato delle condizioni del motore dopo 45.000 km.





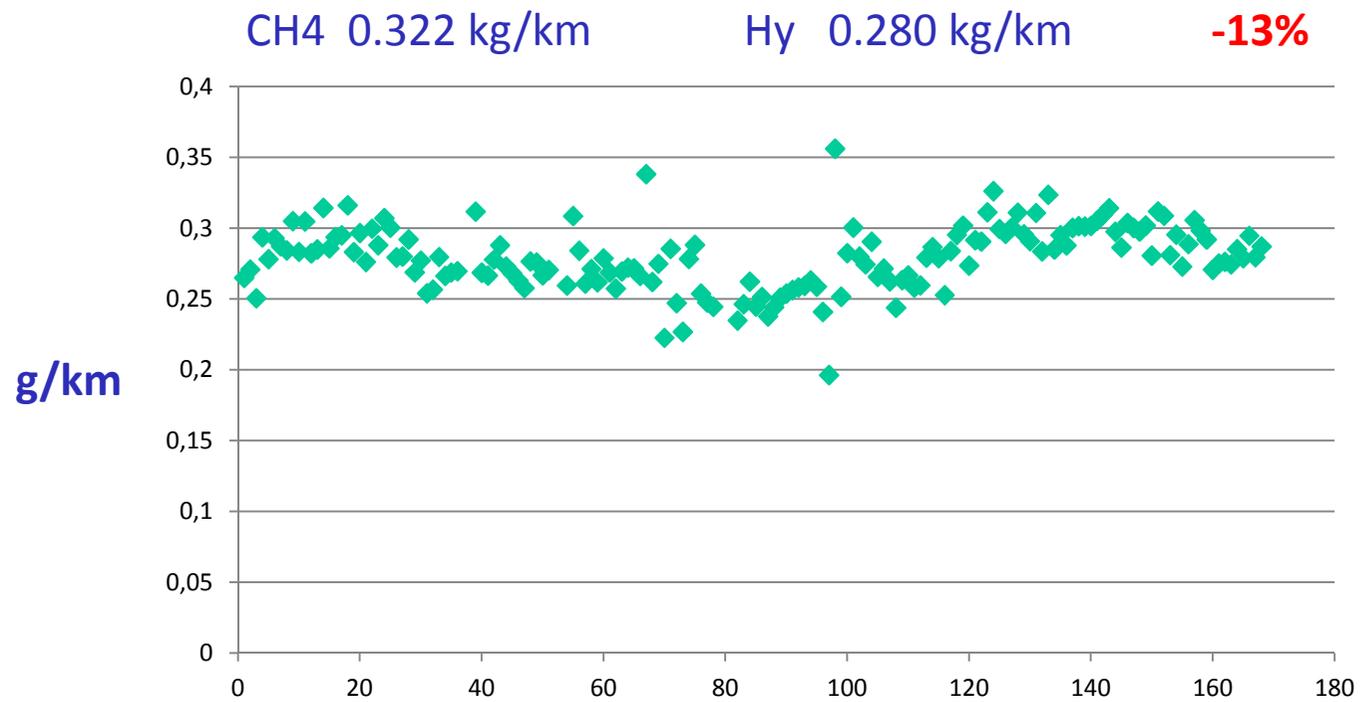
Punti di lavoro reali ed ETC



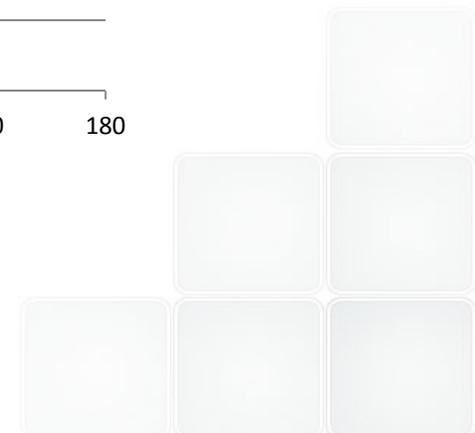


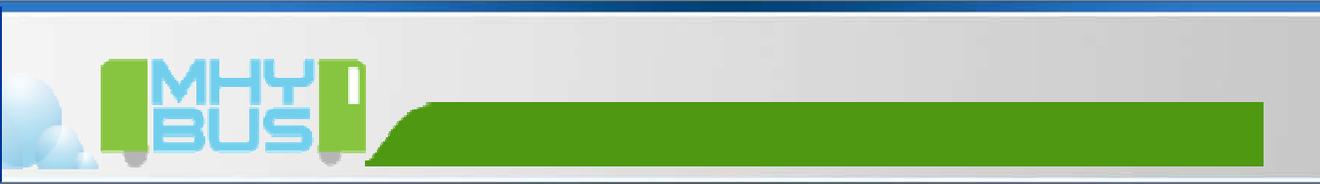
CO2 e consumi

Risultati su strada



Consumi da gennaio 2013 a settembre 2013





CO2 e consumi

Risultati su strada

CH4 0.8855 kg/km

Hy 0.752 kg/km

-15%

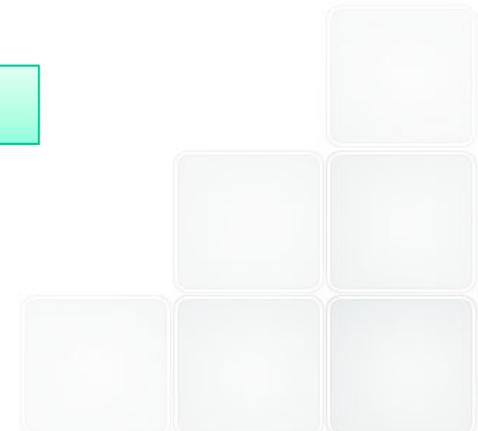
28 tons di CO2 su 38500 km → - 5.6 tons CO2

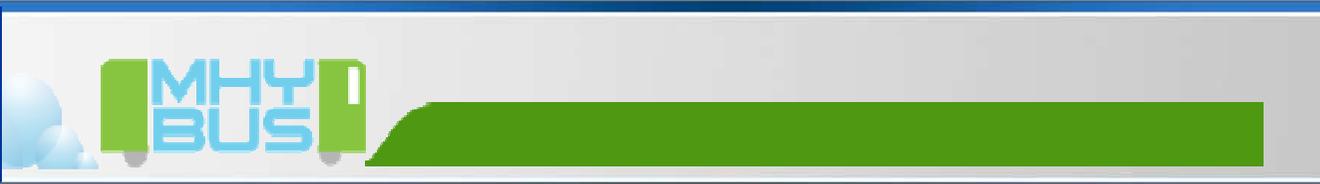
Produzione H2 da SR con emissione CO2

Well-to-Wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context, WELL-TO-TANK Report Version 2c, March 2007

-7.9%

- 5.6 tons CO2 → - 2.7 tons CO2





Grazie per l'attenzione

antonino.genovese@enea.it

Bologna 19/12/13

