


POLITECNICO
MILANO 1863

 **CITTÀ STUDI**
CAMPUS SOSTENIBILE



**Le principali opportunità offerte
dalle auto elettriche**

Prof. Mario GROSSO
Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale

18 settembre 2023

DAI RIFIUTI ALLA MOBILITÀ, PERCHÉ?



**DOVE VANNO
A FINIRE
I NOSTRI
RIFIUTI?**

La scienza di riciclare, gestire, smaltire gli scarti

Mario Grosso
Maria Chiara Montani

ZANICHELLI

➔



**L'ULTIMA
AUTO
A BENZINA**

La mobilità sostenibile per il XXI secolo

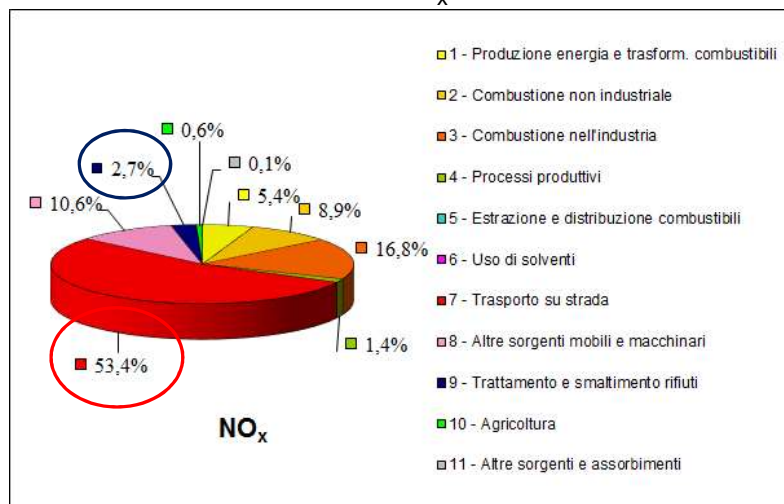
Mario Grosso

ZANICHELLI

 POLITECNICO MILANO 1863M. Grosso

DAI RIFIUTI ALLA MOBILITÀ, PERCHÉ?

Ripartizione delle emissioni di NO_x in Lombardia nel 2014



(Fonte: INEMAR ARPA LOMBARDIA)

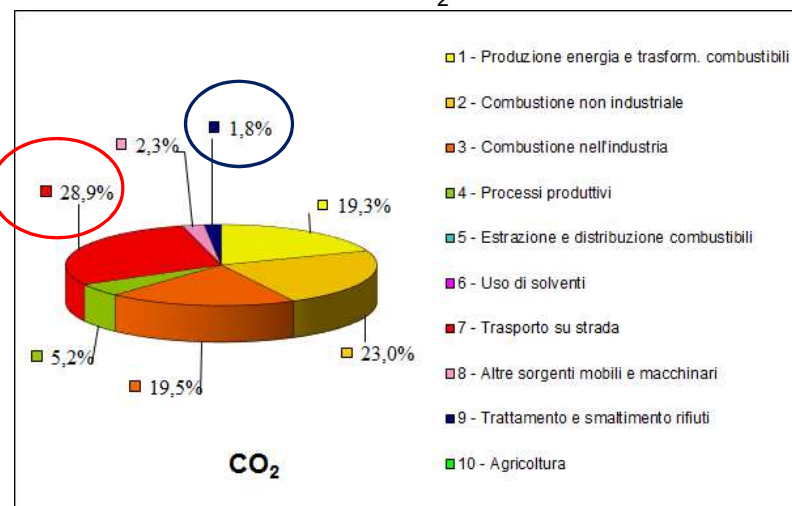


POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso

DAI RIFIUTI ALLA MOBILITÀ, PERCHÉ?

Ripartizione delle emissioni di CO₂ in Lombardia nel 2014

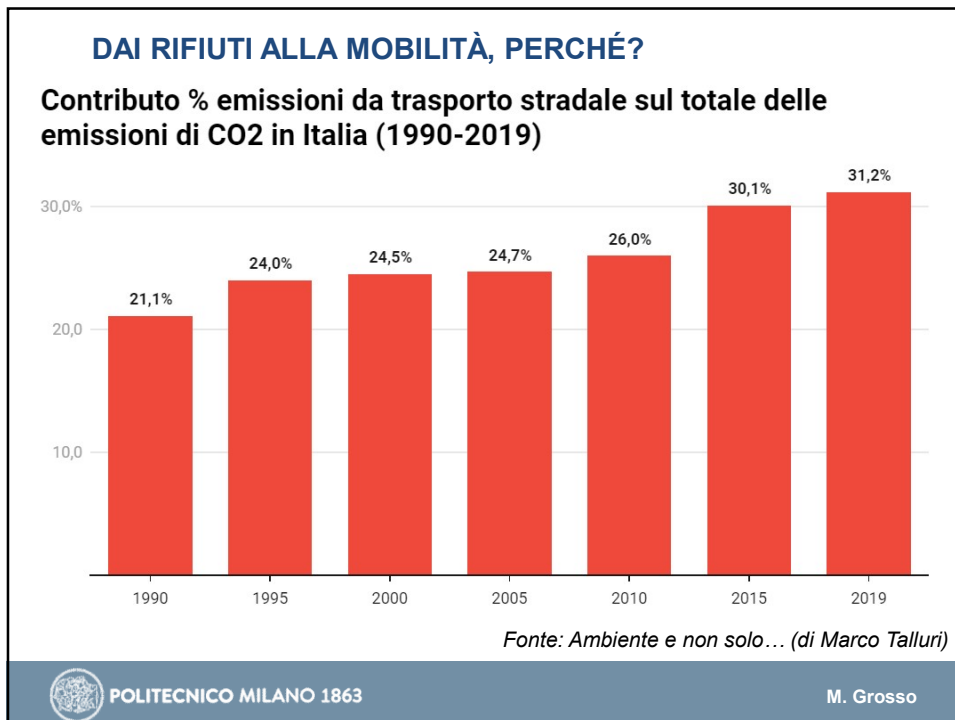
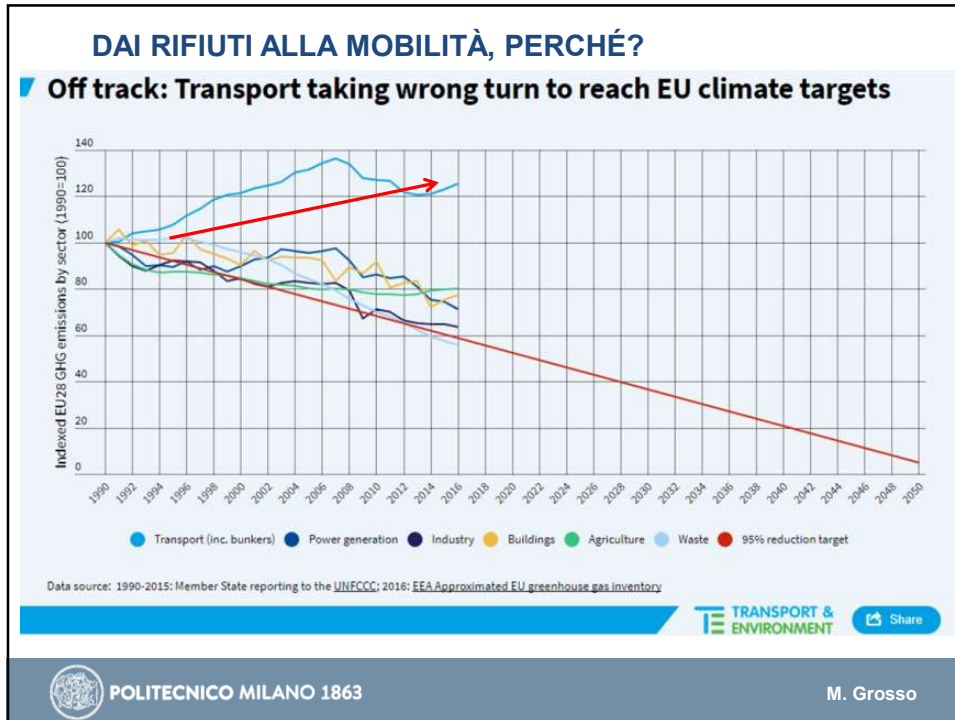


(Fonte: INEMAR ARPA LOMBARDIA)



POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso



UN PO' DI AUTOBIOGRAFIA...

Pensieri in bicicletta

Mobilità sostenibile, intermodalità, racconti di viaggio




POLITECNICO MILANO 1863
M. Grosso

UN PO' DI AUTOBIOGRAFIA...

Basta una presa!

Posted on August 21, 2018 by Mario

Immaginate di soggiornare presso un appartamento di vacanza al mare e che il vostro ospite vi dia la possibilità di fare il pieno di benzina o gasolio all'auto mentre è parcheggiata. Impossibile, a meno che sia un dipendente di una raffineria che si porta a casa tutte le sere una tanica di carburante trafugato...



Con un'auto elettrica invece la situazione è molto differente. Innanzitutto prima di partire per una nuova destinazione è opportuno verificare la disponibilità di punti di ricarica. Sono numerosi i siti e le app che consentono di farlo, ma naturalmente quando si tratta di postazioni di ricarica pubblica si affronta sempre

Al capolinea

Posted on July 19, 2018 by Mario

Stupisce constatare la leggerezza e disinvoltura di chi ancora oggi, nel 2018, si accinge ad acquistare un nuovo veicolo alimentato a combustibili fossili. Non fosse altro che per lo spauracchio di probabili limitazioni sempre più stringenti al loro utilizzo negli anni a venire (non solo all'estero, ma anche a Milano, come dichiarato dal Sindaco Sala).

La tecnologia fossile è ormai giunta al capolinea, come i vari scandali sulle emissioni hanno ampiamente dimostrato, e come argenterò nel dettaglio nel mio prossimo libro di imminente pubblicazione.



Un'auto elettrica è meglio di un'auto a benzina?

Posted on March 9, 2023 by Mario



Bye bye oil

Posted on November 5, 2016 by Mario



Più di tre anni di esperienza e oltre 50000 km percorsi totalmente in elettrico sono il presupposto per affrontare il grande salto e affrancarsi dal fossile. La differenza tra un mezzo elettrico e uno convenzionale è abissale, e si fa sempre più fatica ad accettare l'impatto e l'inefficienza di questi ultimi. In questi tre anni abbiamo assistito anche al "Dieselgate", che è


POLITECNICO MILANO 1863

UN PO' DI SCIENZA...





POLITECNICO
MILANO 1863





e-MOD

**Electric MObility
Development in Italy:
a multidisciplinary
evaluation**

TEAM:
Awaz Alfadil
Claudio Giuseppe Carnabuci
Gregorio Cioppa
Federico Consonni
Emanuela Di Carlo
Qianqian Li

<http://www.asp-poli.it/courses-and-projects/successful-projects/>



POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso

UN PO' DI SCIENZA...

CLIMALTERANTI.IT

| | | | | | | |
|------|-----------|-------------------|----------------|--------------|----------|--------|
| HOME | CHI SIAMO | SOSTENITORI | I NOSTRI LIBRI | NETIQUETTE | CONTATTI | PREMIO |
| LINK | DIDATTICA | REALCLIMATE - ITA | RECENSIONI | TUTTI I POST | FAQ | |

Notizie e approfondimenti sul clima che cambia Posts RSS Comments RSS

Il ruolo della mobilità elettrica nella riduzione delle emissioni di gas climalteranti



Più di vent'anni fa a Torino era possibile [prendere a noleggio gratuitamente una FIAT Panda Elettra per muoversi per la città](#). Ricordo un breve giro su questa curiosa automobile a due soli posti, visto che tutta la parte posteriore era occupata da pesanti batterie al piombo, e dove tutto il resto della meccanica era invariato rispetto alla versione tradizionale. Era infatti dotata di cambio e frizione, elementi totalmente inutili con un motore come quello elettrico, che dispone di una coppia costante a tutti i regimi di utilizzo, e fino dall'inizio del movimento.

Poi più niente, sia per il problema non ancora del tutto risolto dell'accumulo dell'energia, sia per uno scarso interesse ad investire da parte delle case automobilistiche (generalmente piuttosto tradizionaliste e più inclini ad ottimizzare tecnologie esistenti che ad avventurarsi verso qualcosa di completamente innovativo), sia per una probabile azione di lobby avversa da parte delle compagnie petrolifere (si veda il film "Chi ha ucciso l'auto elettrica?").



Strumenti informatici e progetti per l'ambiente e il territorio.

Cerca

COMMENTI RECENTI

claudia ponti su [Le ondate di calore sono causate dal cambiamento climatico?](#)

Fabio Vomiero su [Le ondate di calore sono causate dal cambiamento climatico?](#)

Rassegna stampa settembre 2019 | [CDCA su Le ondate di calore sono causate dal cambiamento climatico?](#)



POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso

MOBILITÀ CICLABILE ED ELETTRICA

Due interpreti diversi e attori fondamentali della mobilità sostenibile!



Sinergie intermodali...

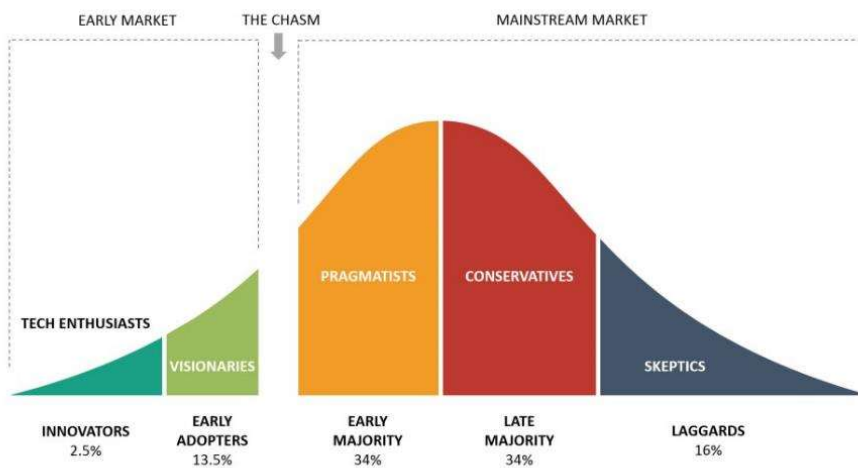


POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso

MOBILITÀ ELETTRICA

A che punto siamo?



POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso

LA MOBILITA' ELETTRICA

- Riduzione degli impatti locali
 - ✓ Qualità dell'aria → emissioni allo scarico ed **evaporative**
 - ✓ **Materiale particolato** → **consumo dei freni**
 - ✓ Impatto acustico
 - ✓ **Isola di calore urbana**
- Riduzione delle emissioni globali? (analisi del ciclo di vita)
 - ✓ **Energia elettrica utilizzata per la ricarica**
 - ✓ **Produzione** e riciclo delle **batterie**
 - ✓ **Dimensione** della batteria

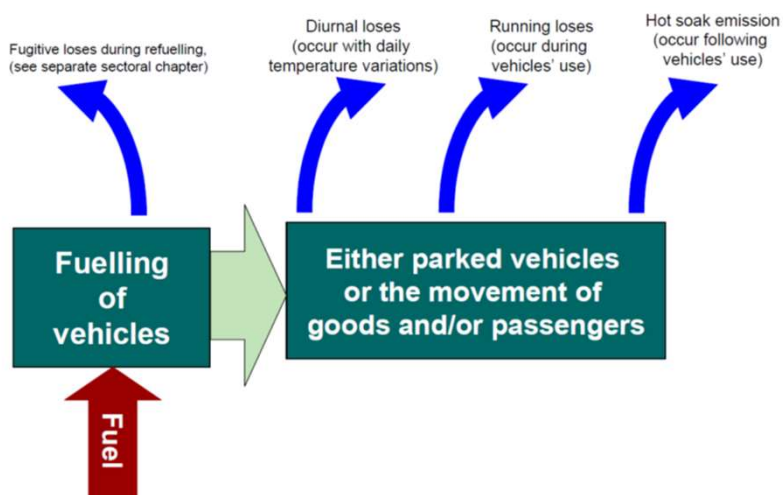


POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso

LA MOBILITA' ELETTRICA

Emissioni evaporative dai veicoli a benzina (*Fonte: EEA*)



POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso

RIDUZIONE DEGLI IMPATTI LOCALI

Fattori di emissione medi da traffico in Lombardia nel 2014 per tipo di veicolo - public review

| Tipo di veicolo | Consumo specifico | SO ₂ | NO _x | COV | CH ₄ | CO | CO ₂ | N ₂ O | NH ₃ | PM2.5 | PM10 | PTS |
|---|-------------------|-----------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------------|------------------|-----------------|-------|-------|-------|
| | g/km | mg/km | mg/km | mg/km | mg/km | mg/km | g/km | mg/km | mg/km | mg/km | mg/km | mg/km |
| Automobili | 55 | 1,0 | 433 | 36 | 9,2 | 442 | 167 | 5,9 | 13 | 28 | 40 | 53 |
| Veicoli leggeri < 3.5 t | 79 | 1,5 | 864 | 59 | 4,3 | 434 | 237 | 7,9 | 2,8 | 60 | 77 | 94 |
| Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus | 203 | 4,0 | 5.572 | 256 | 43 | 1.408 | 612 | 22 | 5,4 | 169 | 218 | 276 |
| Ciclomotori (< 50 cm ³) | 21 | 0,4 | 142 | 3.651 | 78 | 6.535 | 68 | 1,0 | 1,0 | 69 | 75 | 81 |
| Motocicli (> 50 cm ³) | 33 | 0,6 | 156 | 1.116 | 97 | 6.302 | 102 | 2,0 | 2,0 | 25 | 31 | 37 |
| Veicoli a benzina - Emissioni evaporative | | | | 136 | | | | | | | | |

(Fonte: INEMAR ARPA LOMBARDIA)



POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso

RIDUZIONE DEGLI IMPATTI LOCALI

Fattori di emissione medi da traffico in Lombardia nel 2014 per tipo di combustibile - public review

| Combustibile | Consumo specifico | SO ₂ | NO _x | COV | CH ₄ | CO | CO ₂ | N ₂ O | NH ₃ | PM2.5 | PM10 | PTS |
|--------------|-------------------|-----------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------------|------------------|-----------------|-------|-------|-------|
| | g/km | mg/km | mg/km | mg/km | mg/km | mg/km | g/km | mg/km | mg/km | mg/km | mg/km | mg/km |
| benzina | 55 | 1,1 | 146 | 450 | 34 | 1.863 | 169 | 2,8 | 30 | 21 | 35 | 50 |
| diesel | 69 | 1,4 | 1.052 | 39 | 3,7 | 221 | 207 | 9,0 | 1,6 | 50 | 63 | 79 |
| GPL | 56 | 0,0 | 77 | 43 | 4,0 | 645 | 167 | 3,6 | 10 | 17 | 31 | 46 |
| metano | 71 | 0,0 | 146 | 51 | 100 | 641 | 197 | 2,0 | 20 | 17 | 31 | 46 |

↑
Biometano

(Fonte: INEMAR ARPA LOMBARDIA)



POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso

L'AUTO ELETTRICA E' IL VERO "GAME CHANGER"

Non più miglioramenti incrementali (Euro 1,2,3,...6,7)
ma una rivoluzione a 360 gradi, in termini di:

- ✓ **Efficienza** di utilizzo dell'energia
- ✓ Possibilità di alimentazione con **energia rinnovabile**
- ✓ Possibilità di supporto/**integrazione con la rete elettrica**
- ✓ Possibilità di **ricarica wireless**, anche in movimento
- ✓ Sfruttamento dei **tempi morti** di inutilizzo del veicolo
- ✓ **Miglioramento** delle prestazioni ambientali complessive **nel tempo**

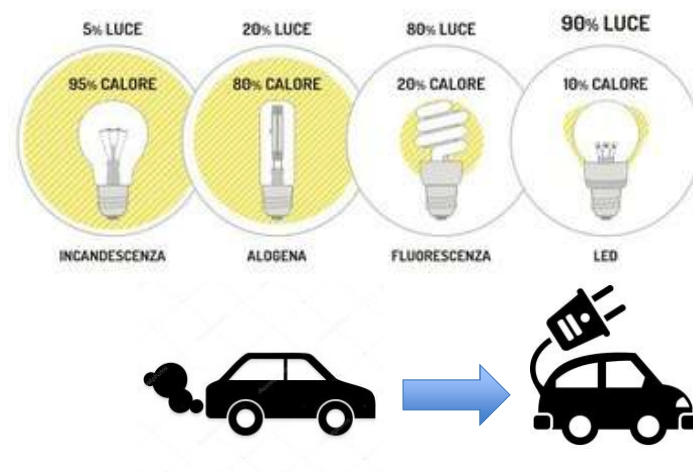


POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso

L'AUTO ELETTRICA E' IL VERO "GAME CHANGER"

Efficienza di utilizzo dell'energia



POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso

L'AUTO ELETTRICA E' IL VERO "GAME CHANGER"

Efficienza di utilizzo dell'energia

☰ CRONOLOGIA DI GUIDA

AGGIORNATO A 30-mag-2022 21:04 ↻

REGISTRI DI GUIDA VALUTAZIONE ECO-DRIVE SIMULAZIONE COSTO ELETTRICITÀ

📅 DATI DA magg 30, 22 ▾

| | |
|------------------------------|-------------|
| Distanza percorsa | 98.7 km |
| Consumo medio | 0.11 kWh/km |
| Consumo di energia elettrica | 10.6 kWh |

= 1 litro di gasolio

POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso

L'AUTO ELETTRICA E' IL VERO "GAME CHANGER"

Efficienza di utilizzo dell'energia

| | Direct electrification | | Hydrogen | | Power-to-liquid (diesel) | | Power-to-liquid (petrol) | | |
|--|--|---------|----------|---------|--------------------------|---------|--------------------------|---------|--|
| | 2020 | 2050 | 2020 | 2050 | 2020 | 2050 | 2020 | 2050 | |
| Well to tank | 100% renewable electricity | | | | | | | | |
| | Electrolysis | | 76% | | 76% | | 76% | | |
| | CO ₂ air-capture and FT-synthesis | | 72% | | 72% | | 72% | | |
| | 94% | | 89% | | 55% | | 55% | | |
| Transportation, storage and distribution | | 94% | | 68% | | 55% | | 55% | |
| Fuel production efficiency | | 94% | | 68% | | 55% | | 55% | |
| Tank to wheel | Charging equipment | | 95% | | 95% | | 95% | | |
| | Battery charge efficiency | | 95% | | 95% | | 95% | | |
| | H ₂ to electricity conversion | | 54% | | 36% | | 30% | | |
| | Inversion DC/AC | | 95% | | 95% | | 95% | | |
| Engine/motor efficiency | | 95% | | 95% | | 95% | | | |
| Overall efficiency | | 77% 81% | | 33% 42% | | 20% 22% | | 16% 18% | |

Notes: To be understood as approximate mean values taking into account different production methods. Hydrogen includes onboard fuel compression. Excluding mechanical losses.

POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso


L'AUTO ELETTRICA E' IL VERO "GAME CHANGER"

Efficienza di utilizzo dell'energia

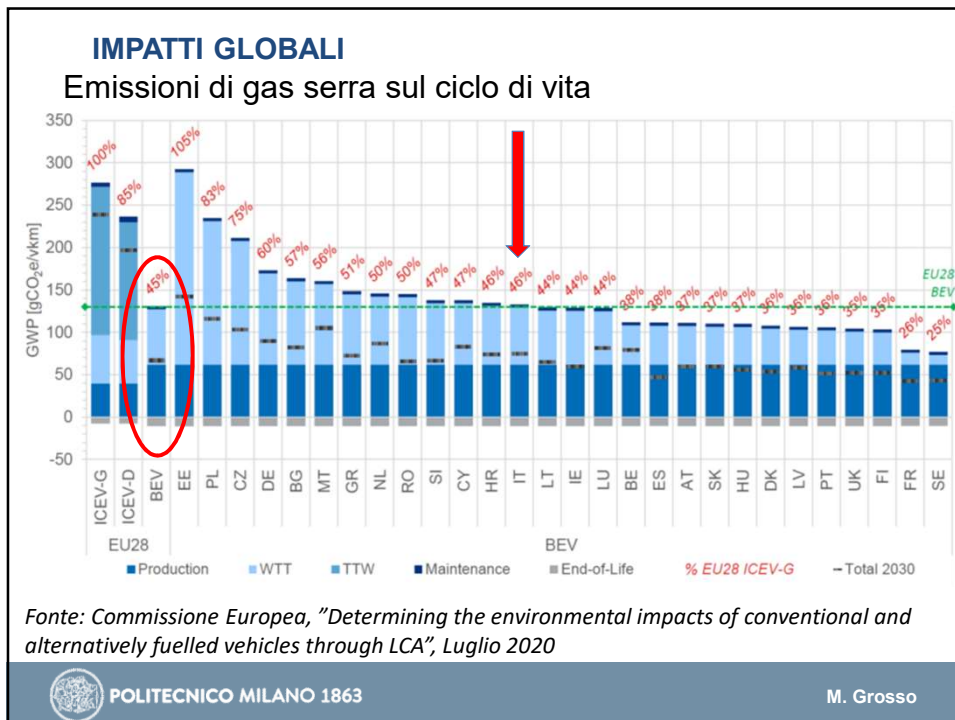
→ la rigenerazione in frenata e in discesa



POLITECNICO MILANO 1863

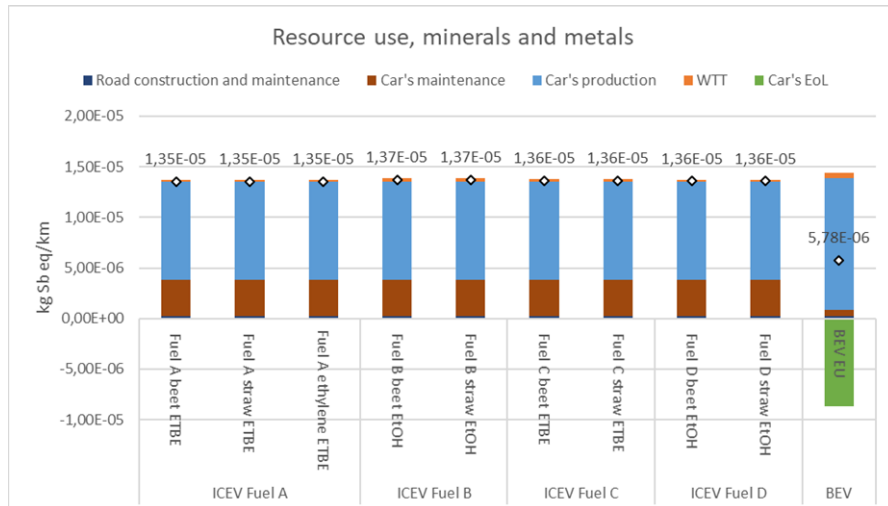


M. Grosso



IMPATTI GLOBALI

Utilizzo di risorse sul ciclo di vita



POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso

COME SI PRODUCE L'ENERGIA CHE ALIMENTA I VEICOLI ELETTRICI?

In Italia:

✓ **Caso base:** mix nazionale → 45% rinnovabile

Composizione del mix medio nazionale
utilizzato per la produzione dell'energia elettrica
impressa nel sistema elettrico italiano nei due
anni precedenti

| | Anno 2017 | Anno 2018 | Anno 2020 |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|
| Fonti rinnovabili | 36,42% | 40,83% | 45,04% |
| Carbone | 13,69% | 12,47% | 6,34% |
| Gas Naturale | 42,63% | 39,06% | 42,28% |
| Prodotti petroliferi | 0,76% | 0,54% | 0,48% |
| Nucleare | 3,62% | 4,11% | 3,22% |
| Altre fonti | 2,88% | 2,99% | 2,64% |

Fonte: bolletta di fornitura energia elettrica



POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso

COME SI PRODUCE L'ENERGIA CHE ALIMENTA I VEICOLI ELETTRICI?

In Italia:

- ✓ **Caso base:** mix nazionale → 45% rinnovabile
- ✓ **Caso migliore:** fotovoltaico/eolico/idroelettrico
- ✓ **Caso peggiore:** la componente fossile è quasi esclusivamente gas naturale ad alto rendimento (...il meno "sporco")
- ✓ Emissioni da pochi camini monitorati rigorosamente e in continuo vs. emissioni da milioni di tubi di scarico ad altezza strada e monitorati "come sappiamo" (revisione ogni 4/2 anni???... dieselgate...)

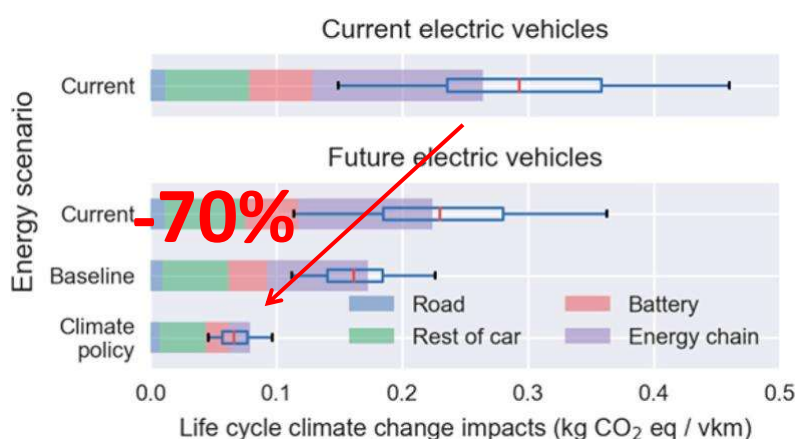


POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso

L'AUTO ELETTRICA E' IL VERO "GAME CHANGER"

Le prestazioni migliorano nel tempo



Cox et al., *Environmental Science & Technology*, 2018



POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso

LA GESTIONE DELLE BATTERIE USATE

Riutilizzo e riciclo



Fonte: Batteries on wheels: the role of battery electric cars in the EU power system and beyond (Enel et al.)



POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso

L'AUTO ELETTRICA E' IL VERO "GAME CHANGER"

Ricarica wireless?



POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso

E IL RISCHIO DI INCENDIO/ESPLOSIONE?

- ✓ Non vi è alcuna evidenza statistica di una maggiore propensione all'incendio delle auto elettriche rispetto a quelle termiche (più di 150 casi al giorno!)
- ✓ E' tuttavia diverso il meccanismo che porta alla combustione della batteria al litio e l'evolversi della combustione stessa.
- ✓ Servono dunque accorgimenti e istruzioni specifiche su come estinguere questo genere di incendi



di prof. OSCAR BRIGITTO
UFFICIO 02.0315000.05-11-2018

Ministero dell'Interno

DIPARTIMENTO DEI VIGILI DEL FUOCO, DEL SOCCORSO PUBBLICO E DELLA DIFESA CIVILE
DIREZIONE CENTRALE PER LA PREVENZIONE E LA SICUREZZA TECNICA

"...allo stato attuale non risulta che i veicoli elettrici presentino un livello di rischio di incendio o di esplosione maggiore rispetto ai veicoli tradizionali. Inoltre le stazioni di ricarica delle batterie risultano presentare rischi di natura prettamente elettrica"



POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso

E IL RISCHIO DI INCENDIO/ESPLOSIONE?

CAR FIRES BY VEHICLE TYPE



| Rank and Fuel Type | Fires (per 100k Sales) | Total Fires |
|--------------------|------------------------|-------------|
| 1 Hybrid | 3,474.5 | 16,051 |
| 2 Gas | 1,529.9 | 199,533 |
| 3 Electric | 25.1 | 52 |



POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso

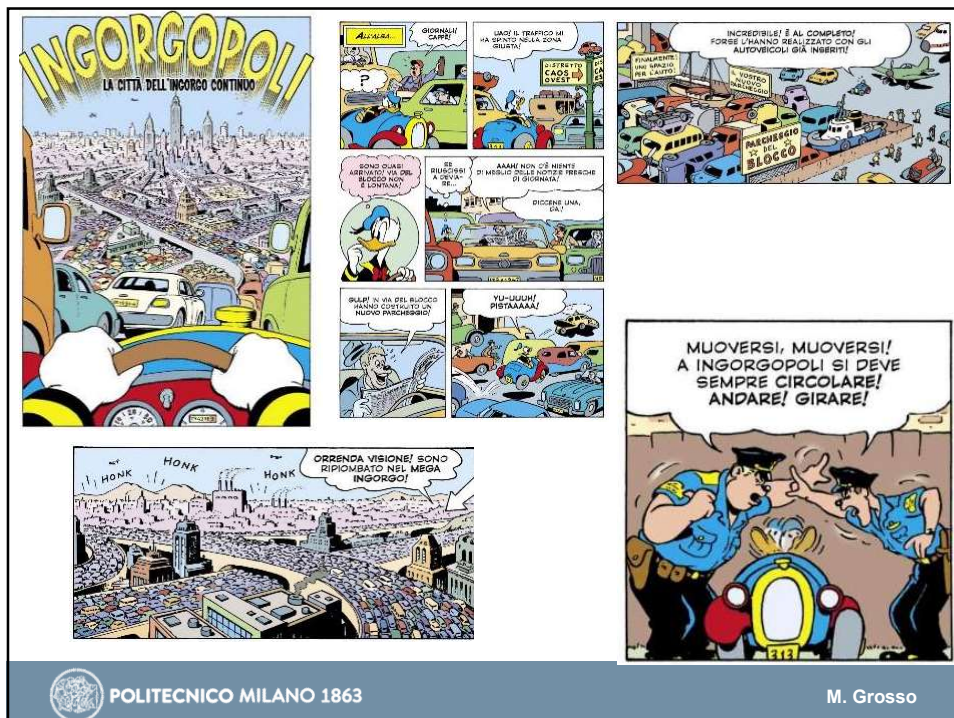
MESSAGGI CONCLUSIVI

- ✓ L'auto elettrica può contribuire a risolvere molti problemi ambientali, ma non tutti
- ✓ Il suo sviluppo deve essere indissolubilmente legato alla transizione verso le energie rinnovabili
- ✓ Per sua natura dovrebbe essere associata ad un utilizzo più intelligente e razionale dell'auto (*cambiamento comportamentale*)
- ✓ E' necessario un forte ridimensionamento dell'uso dell'auto privata, soprattutto in città. E lo si può fare già oggi!



POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso



POLITECNICO MILANO 1863

M. Grosso

Grazie per
l'attenzione!



POLITECNICO MILANO 1863

ZANICHELLI

M. Grosso