

# Il Futuro dell'Auto

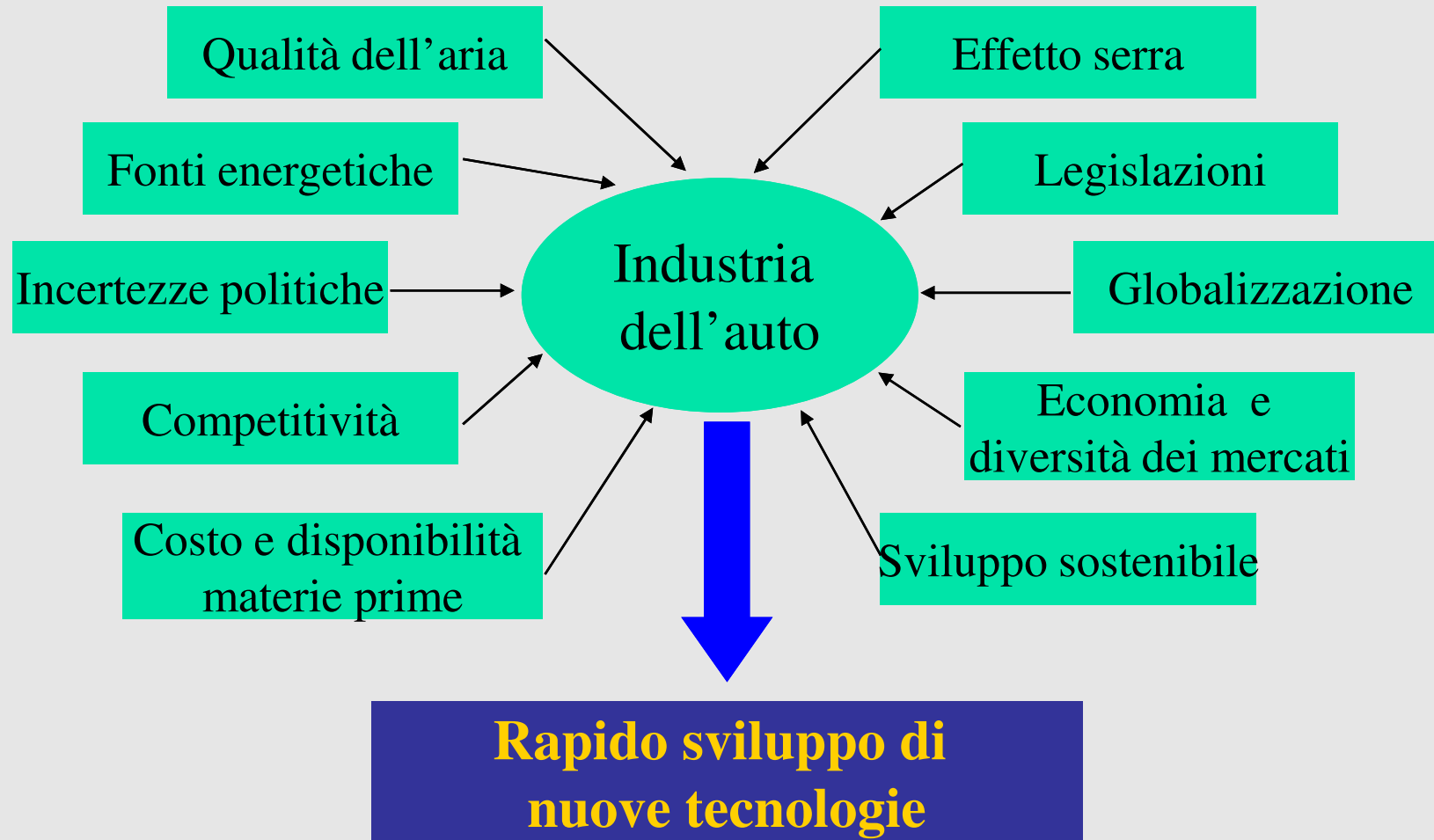
ENEA – XV E.P.  
Emissioni da trasporto su strada

Ing. Francesco Caracciolo  
UNRAE

Roma, 29/04/2010

---

# Industria dell'auto



## Rapido sviluppo di nuove tecnologie

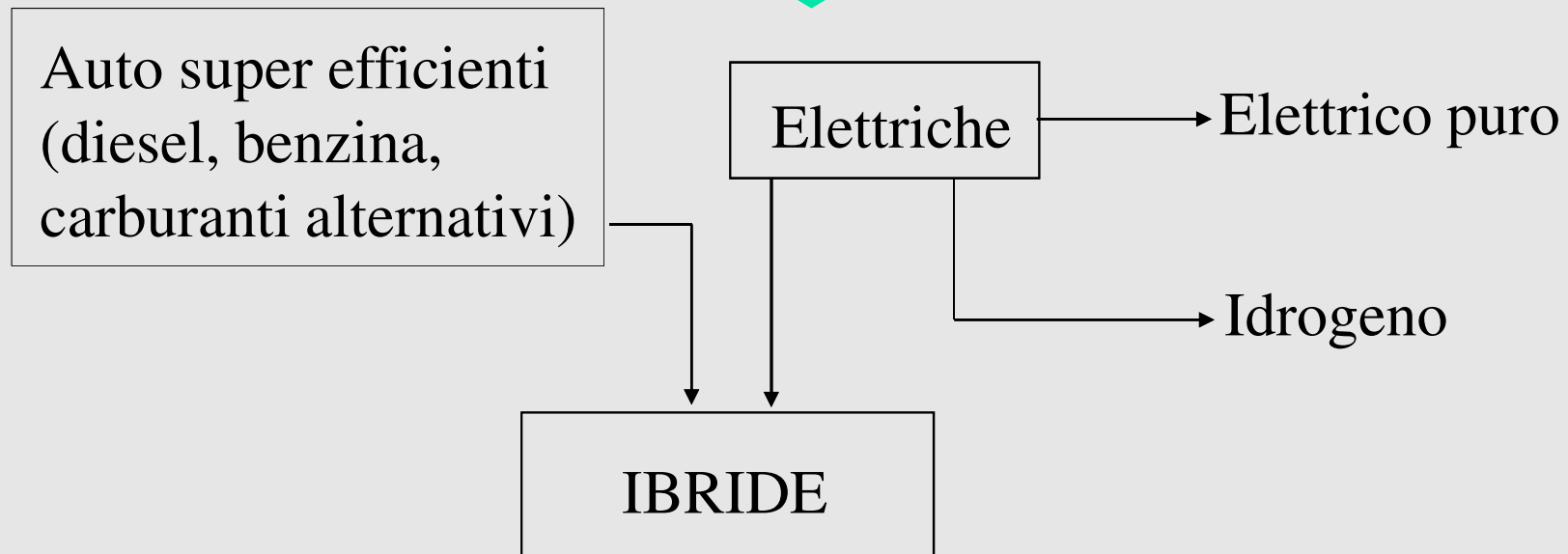
Auto super efficienti  
(diesel, benzina,  
carburanti alternativi)

Elettriche

Elettrico puro

Idrogeno

IBRIDE



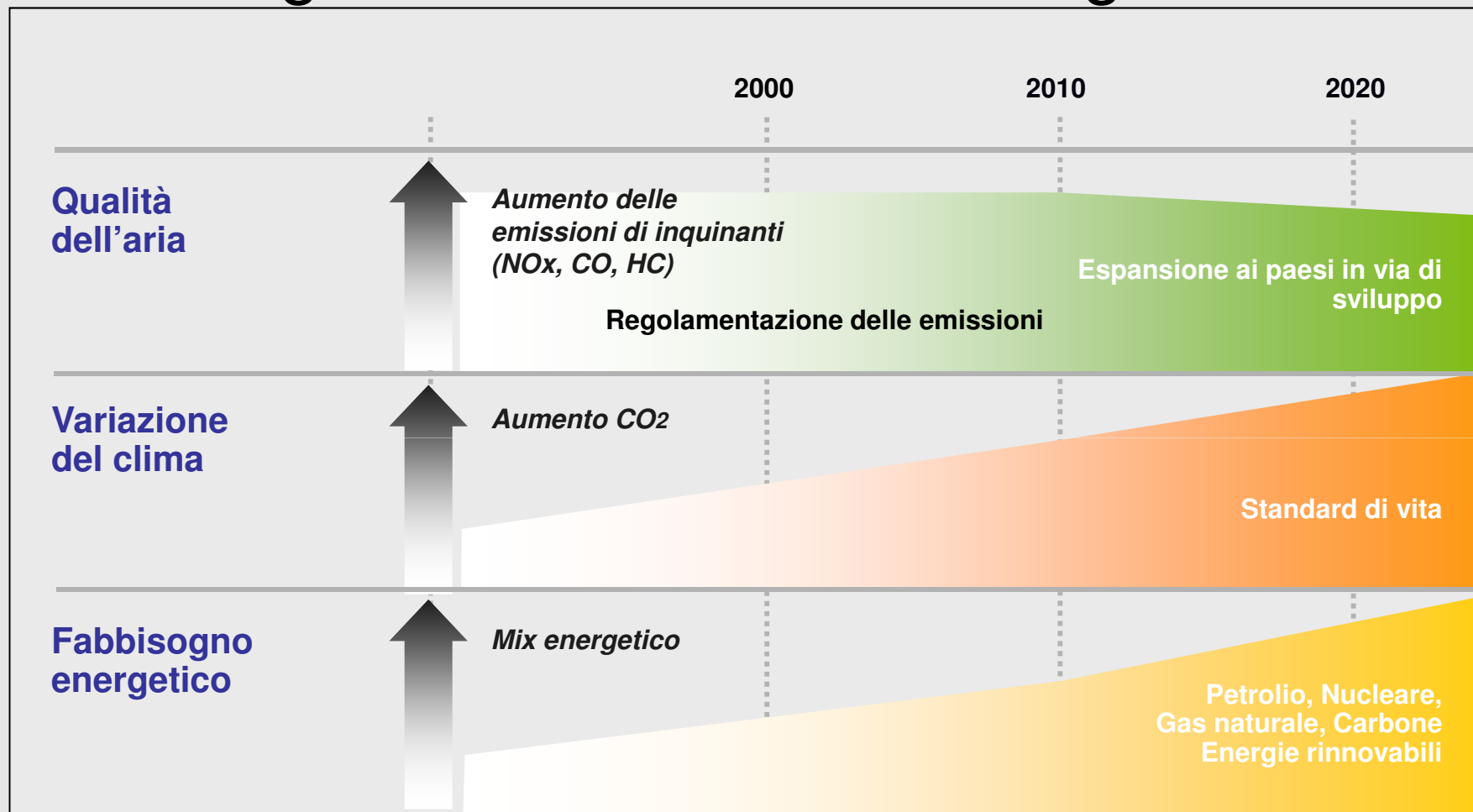
# Sommario

- Le emergenze ambientali ed energetiche
- Lo sviluppo tecnologico nel breve termine
  - Motori a combustione interna
  - Combustibili/vettori energetici alternativi
  - Auto elettriche
  - Trazione ibrida
- Conclusioni

# Sommario

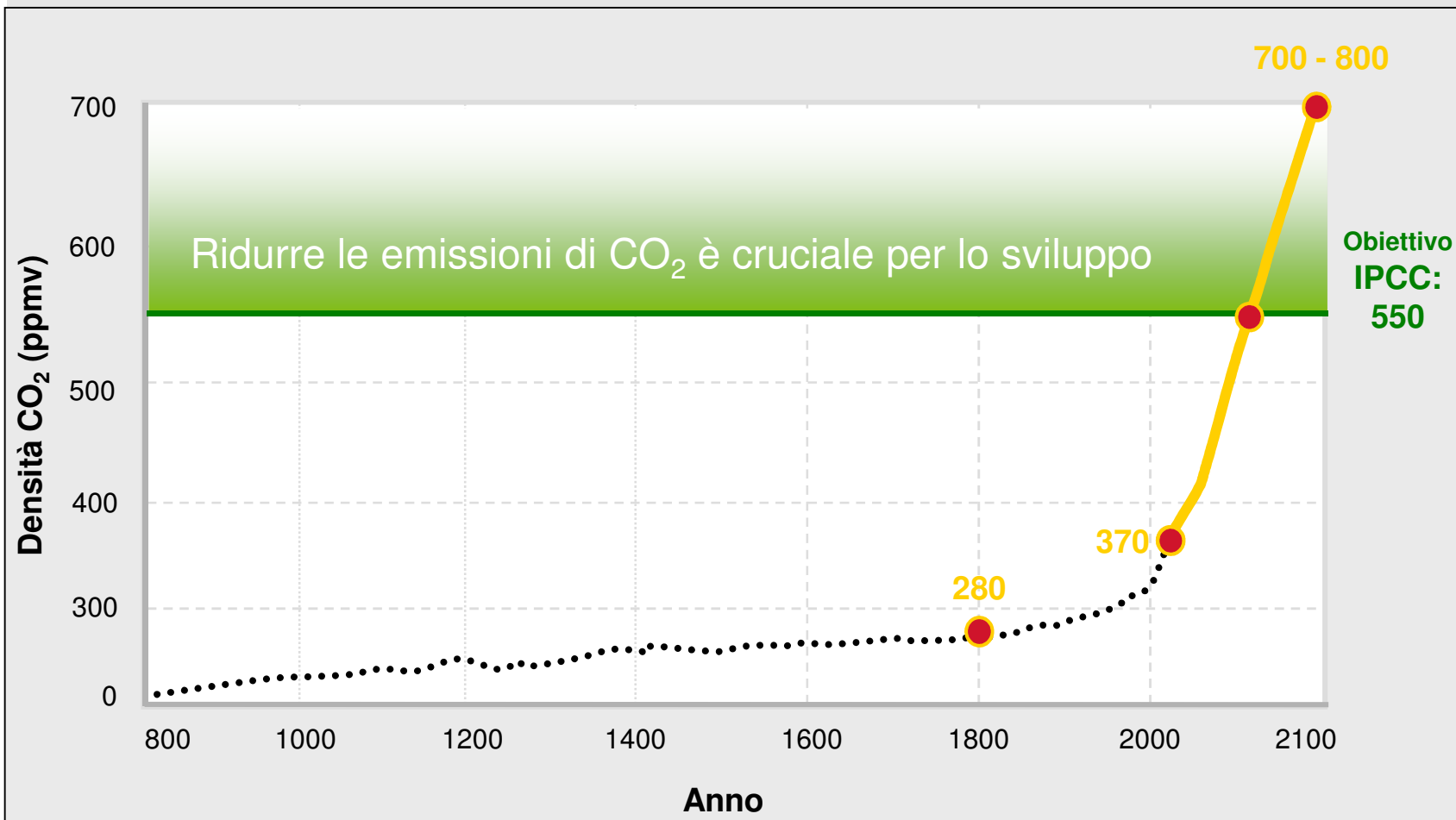
- ***Le emergenze ambientali ed energetiche***
- Lo sviluppo tecnologico nel breve termine
  - Motori a combustione interna
  - Combustibili/vettori energetici alternativi
  - Auto elettriche
  - Trazione ibrida
- Conclusioni

# Le emergenze ambientali ed energetiche



Fonte: **Toyota Motor Corporation**

# Variazione del clima



Fonte: IPCC

# In particolare per la CO<sub>2</sub>

## EMISSIONI

### CO<sub>2</sub>: scenario di riferimento

#### Emissioni mondiali CO<sub>2</sub> - (800 Gt/anno)

Oceani	41,5 %
Vegetazione	27,0 %
Suolo	27,0 %
Emissioni antropogeniche	3,5 %
Combustione di biomasse	1,0 %

#### Emissioni antropogeniche\* CO<sub>2</sub> - (28 Gt/anno)

Centrali elettriche	25,0%
Riscaldamento domestico	23,0%
Combustione di biomasse	15,0%
Autocarri	6,0%
Autovetture	5,5%
Navigazione marittima e altro traffico	3,5%
Traffico aereo	3,0%
Altre industrie	19,0%

\* generate dall'uomo

Fonte: VDI Association of German Engineers

#### Le fonti di CO<sub>2</sub> in Europa

Produzione energia	39,0 %
Abitazioni	19,0 %
Industria	16,0 %
Aerei, camion, navi	14,0 %
Automobili	12,0 %

Fonte: Indagine Unione Europea





# Direttive Euro

## Emissioni gassose autoveature (Valori in g/Km)

Normative	CO		HC		NOx		HC e NOx		PM	Data	
	benzina	diesel	benzina	diesel	benzina	diesel	benzina	diesel	diesel	Omolog.	Immat.
<b>Euro 1</b> Direttiva 91/441-93/59	2,72	2,72	–	–	–	–	0,97	0,97	0,140	1.7.1992	1.1.1993
<b>Euro 2</b> Direttiva 94/12-96/69-98/77	2,20	1,00	–	–	–	–	0,50	0,70	0,080	1.1.1996	1.1.1997
<b>Euro 3 (*)</b> Direttiva 98/69A-2003/76A	2,30	0,64	0,2	–	0,15	0,50	–	0,56	0,050	1.1.2000	1.1.2001
<b>Euro 4</b> Direttiva 98/69B-2003/76B	1,00	0,50	0,1	–	0,08	0,25	–	0,30	0,025	1.1.2005	1.1.2006
<b>Euro 5</b> Regolamento 715/2007	1,00	0,50	0,1	–	0,06	0,18	–	0,23	0,005	1.9.2009	1.1.2011
<b>Euro 6</b> Regolamento 715/2007	1,00	0,50	0,1	–	0,06	0,08	–	0,17	0,005	1.9.2014	1.9.2015

(\*) dalla Direttiva Euro 3 sono stati resi più severi gli standard omologativi

CO = ossido di carbonio;  
HC+NOx = idrocarburi incombusti + ossido di azoto;  
PM = polveri sottili (PM10)

**CO<sub>2</sub>** Il biossido di carbonio, conosciuto anche come anidride carbonica, è una sostanza fondamentale nei processi vitali di piante e animali. È - dopo il vapore acqueo - il principale gas serra. Il biossido di carbonio è il risultato della combustione di un composto organico in presenza di ossigeno. Il CO<sub>2</sub> viene prodotto principalmente dalla produzione di ammoniaca e idrogeno; dalla combustione di carburanti carboniosi; come sottoprodotto della fermentazione e della produzione di fosfato di sodio; direttamente da pozzi naturali.

**PM<sub>10</sub>** Il PM<sub>10</sub> è il materiale presente nell'atmosfera in forma di particelle, il cui diametro medio è 10 µm (micron), pari a 10 millesimi di millimetro. Oltre a fonti naturali, quali erosione del suolo, eruzioni vulcaniche, pollini, sale marino, il PM<sub>10</sub> è generato da attività umane. Tra queste, la combustione, tra cui quella dei motori a scoppio (diesel in particolare), degli impianti di riscaldamento, delle attività industriali, e delle centrali termoelettriche. Inoltre il PM<sub>10</sub> è generato dall'usura di pneumatici, freni ed asfalto.

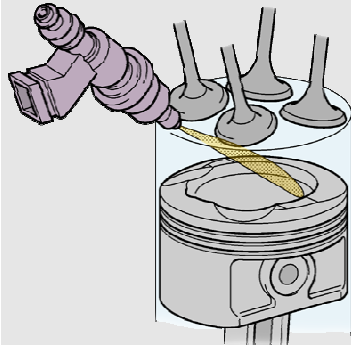
# Sommario

- Le emergenze ambientali ed energetiche
- ***Lo sviluppo tecnologico nel breve termine***
  - Motori a combustione interna
  - Combustibili/vettori energetici alternativi
  - Auto elettriche
  - Trazione ibrida
- Conclusioni

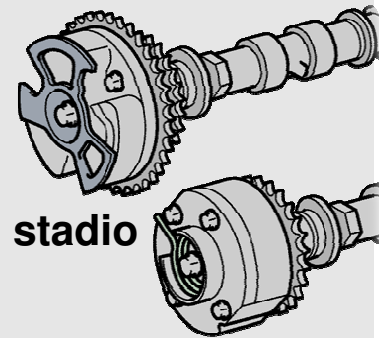
# Motori ad accensione comandata

- Il motore a benzina sta vivendo nuovamente un periodo di giovinezza, presentando indubbi vantaggi in termini di emissioni di particolato ( $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$ ,  $PM_1$ ) rispetto ai diesel.
- I miglioramenti saranno essenzialmente diretti a migliorarne il consumo specifico, la qualità delle emissioni e la guidabilità.
- La modalità di combustione assomiglierà sempre più a quella dei diesel

## Aree di sviluppo



- Fasatura ed alzata variabile della distribuzione
- Iniezione diretta o mista (diretta + indiretta)
- Turbocompressori a geometria variabile e doppio stadio anche su piccole cilindrata
- Down-sizing
- CHI (Controlled Auto Ignition)
- HCCI (Homogeneous Charge Compression Ignition)
- LTC (Low Temperature Ignition)

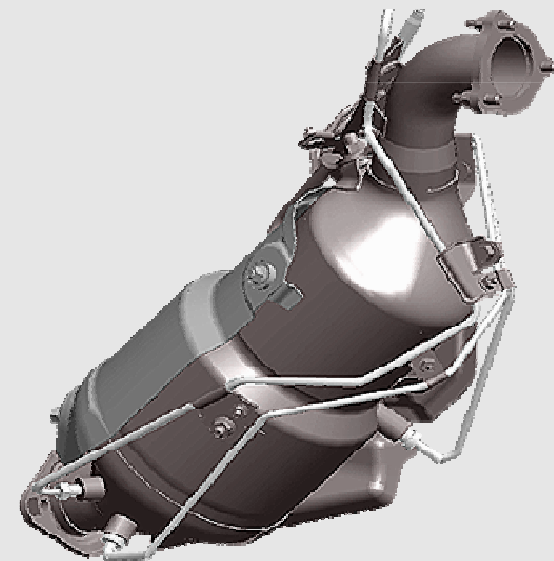


# Motori Diesel

- I motori diesel sono intrinsecamente più efficienti dei motori a benzina anche se la loro complessità e costo è destinata ad aumentare sempre più per rispondere alle normative del prossimo futuro.
- Le normative sulle emissioni Euro V ed, in futuro, Euro VI giocheranno un ruolo chiave nel definire le prospettive di vita dei motori diesel

## Aree di sviluppo

- Filtri antiparticolato 'closed loop'
- Catalizzatori anti NOx
- Ulteriore aumento della pressione di iniezione.
- Riduzione del rapporto di compressione
- Modulabilità dell'iniezione
- Controllo continuo dell'EGR
- Continua evoluzione dei turbocompressori.
- Down-sizing.
- CHI (controlled auto ignition)
- HCCI (homogeneous charge compression ignition)
- LTC (LOW temperature ignition)



Toyota D-CAT System

# Trasmissioni

- Trasmissioni a 6 o più marce in automatico ed in manuale
- Trasmissioni a variazione continua
- Doppia frizione

# Corpo vettura

- Aerodinamica
- Riduzione dei pesi
- Piattaforme

# Altro

- Elettronica di potenza
- Pneumatici a bassa resistenza di rotolamento
- Trattamenti avanzati gas combusti (catalizzatori DENOX / trappole o filtri antiparticolato)
- Recupero energia (dai gas di scarico / dalle frenate)

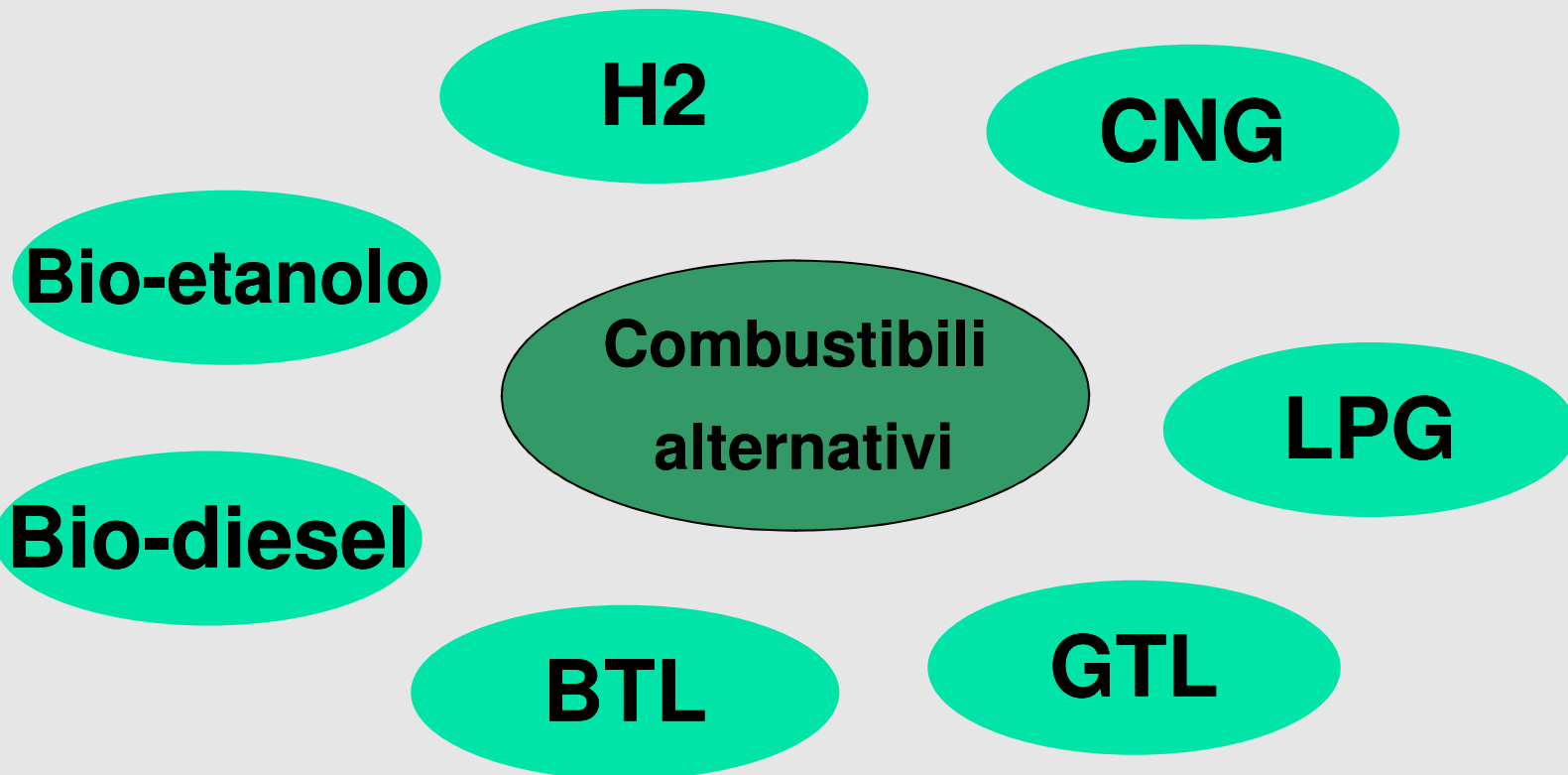
# Sommario

- Le emergenze ambientali ed energetiche
- Lo sviluppo tecnologico nel breve termine
  - Motori a combustione interna
  - **Combustibili/vettori energetici alternativi**
  - Auto elettriche
  - Trazione ibrida
- Conclusioni



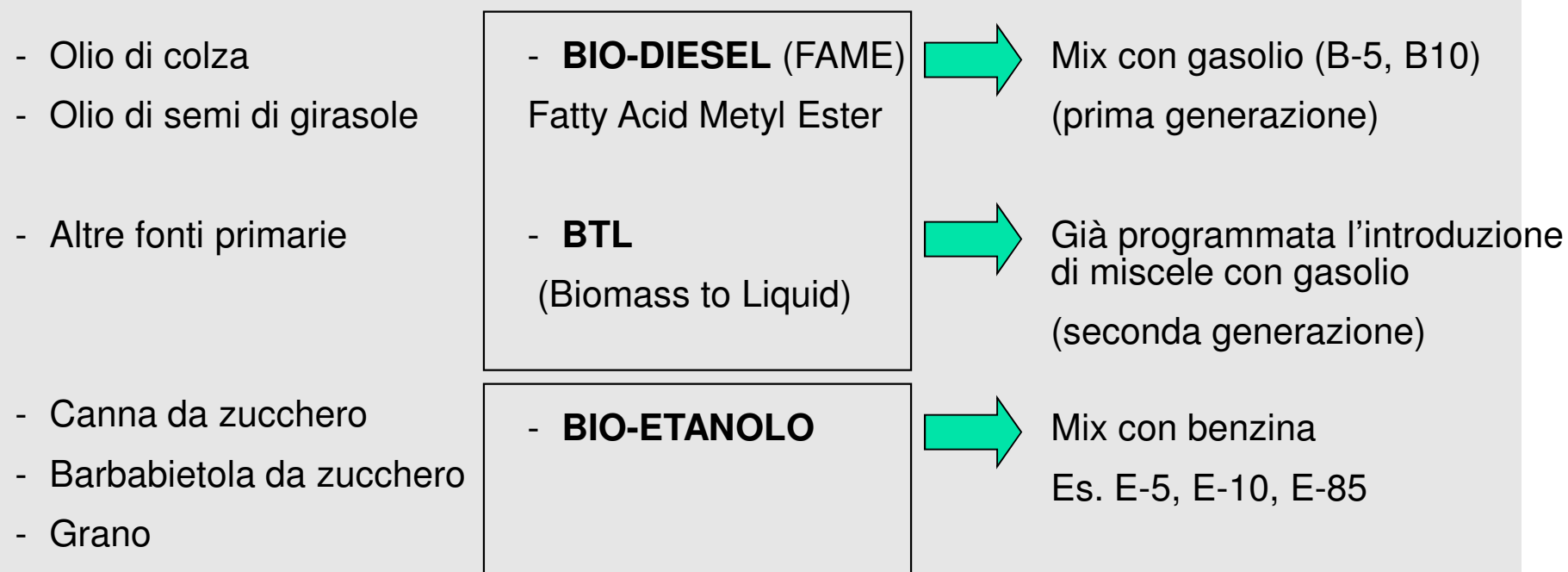
# Combustibili alternativi

- La ricerca si sta già orientando a 360° sullo studio di combustibili alternativi in grado di migliorare la qualità e quantità delle emissioni.

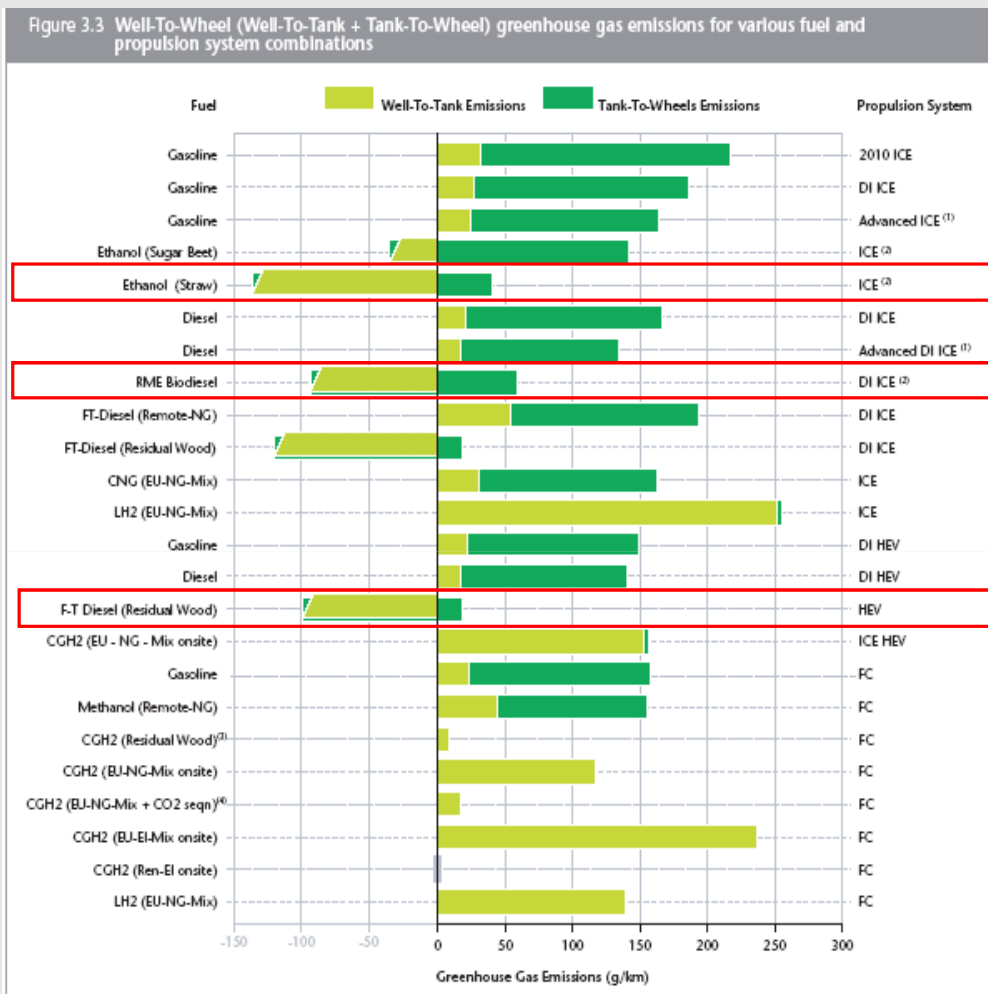


# Combustibili alternativi – Bio-combustibili

- Bio-combustibili = Alternative ai combustibili fossili
- Fonti primarie = Materie prime da cui ricavare i bio-combustibili



# Valutazione ambientale dei bio-combustibili



- Benzina
- Etanolo
- Diesel
- Bio-Diesel (1<sup>ma</sup> generazione)
- Gas Naturale/ GTL
- Bio-Diesel (2<sup>nda</sup> generazione) / BTL
- Gas
- Differenti tipi di ibrido
- Differenti tipi di Fuel Cells




L'etanolo da grano, il bio-diesel (prima e seconda generazione – da legno) posseggono, insieme con l'idrogeno da fonti rinnovabili, il maggior potenziale per contenere le emissioni di CO<sub>2</sub>

<sup>(1)</sup> Estimated by WVA <sup>(2)</sup> Estimated by BR from GM data <sup>(3)</sup> Net output from energy use in conversion process <sup>(4)</sup> Based on Hydro figures  
 Source: Sustainable Mobility Project calculations.

## Resa per ettaro delle fonti primarie del bio-diesel (litri/ettaro)

- Arachidi : 1.060
- Colza : 1.200
- Soia : 450
- Girasole : 950
- Mais : 170
- Jathropa : 1.600
- Cocco : 2.600
- Palma : 5.600
- Miscantus : 7.000
- Alghe : sperimentale

# Veicoli a bio-etanolo & Flex Fuel



## Necessary Modifications

(Otto Cycle Engines)

Ethanol Content in the Fuel	Carburetor	Fuel Injection	Fuel Pump	Fuel Pressure Device	Fuel Filter	Ignition System	Evaporative System	Fuel Tank	Catalytic Converter	Basic Engine	Motor Oil	Intake Manifold	Exhaust System	Cold Start System
≤ 5%	Not Necessary	Not Necessary	Not Necessary	Not Necessary	Not Necessary	Not Necessary	Not Necessary	Not Necessary	Not Necessary	Not Necessary	Not Necessary	Not Necessary	Not Necessary	Not Necessary
5 ~ 10%	Probably Necessary	Not Necessary	Not Necessary	Not Necessary	Not Necessary	Not Necessary	Not Necessary	Not Necessary	Not Necessary	Not Necessary	Not Necessary	Not Necessary	Not Necessary	Not Necessary
10 ~ 25%	Probably Necessary	Probably Necessary	Probably Necessary	Probably Necessary	Probably Necessary	Probably Necessary	Probably Necessary	Probably Necessary	Probably Necessary	Not Necessary	Probably Necessary	Probably Necessary	Probably Necessary	Not Necessary
25 ~ 85%	Probably Necessary	Probably Necessary	Probably Necessary	Probably Necessary	Probably Necessary	Probably Necessary	Probably Necessary	Probably Necessary	Probably Necessary	Probably Necessary	Probably Necessary	Probably Necessary	Probably Necessary	Not Necessary
≥ 85%	Probably Necessary	Probably Necessary	Probably Necessary	Probably Necessary	Probably Necessary	Probably Necessary	Probably Necessary	Probably Necessary	Probably Necessary	Probably Necessary	Probably Necessary	Probably Necessary	Probably Necessary	Probably Necessary

■ - Not Necessary      ■ - Probably Necessary

- **Sensori speciali** nel sistema di alimentazione per analizzare la miscela e controllare l'iniezione
- **Sensori allo scarico** per misurare il tenore di ossigeno e determinare il contenuto alcolico

# Idrogeno

Molti sono ancora i passi da compiere prima di poter giungere alla vettura ad idrogeno (H<sub>2</sub>)

- Tecnologia di produzione dell'H<sub>2</sub> economicamente ed ecologicamente sostenibile (well-to-wheel)
- Ricerca sui sistemi di stoccaggio dell'idrogeno
- Ricerca sulle celle a combustibile (miglioramento dell'affidabilità e riduzione dei costi)
- Rete distributiva



Stazione di distribuzione dell'Idrogeno - Yokohama

# Idrogeno

Metodi di produzione dell'idrogeno attualmente possibili o oggetto di ricerca

- Combustibili Fossili
  - Reforming metano o cracking di combustibili pesanti come il petrolio (attualmente ca. 90%)
  - Da processi di gassificazione del carbone o biomasse (ca. 7%)
- Elettrolisi
  - Energia elettrica prodotta utilizzando combustibili fossili
  - Energia eolica, geotermica, solare, correnti marine, maree, nucleare
- Processi fotobiologici
  - Batteri geneticamente modificati, in grado di produrre idrogeno dalle attività metaboliche usando luce solare
- Decomposizione di Biomasse
  - Attraverso l'utilizzo di batteri in grado di produrre idrogeno durante la decomposizione di una varietà di biomasse

# Idrogeno

Altro ostacolo all'introduzione delle vetture a celle a combustibile è rappresentato dalla modalità di stoccaggio dell'idrogeno a bordo

- Autonomia di esercizio
- Conformazione ed ingombro dei serbatoi
- Costo

- Gas compresso
- Idrogeno liquefatto
- Idruri metallici
- Idruri chimici
- Sodio Boroidruro
- Nanotecnologie
- Microsfere di cristallo
- Zeoliti
- On-board reforming



# Sommario

- Le emergenze ambientali ed energetiche
- Lo sviluppo tecnologico nel breve termine
  - Motori a combustione interna
  - Combustibili/vettori energetici alternativi
  - ***Auto elettriche***
  - Trazione ibrida
- Conclusioni

# Auto elettriche

## Vantaggi

- Zero emissioni durante l'uso
- Normative CO<sub>2</sub> ( fee parte da 20 € per grammo)
- Silenziosità (3-4 volte inferiore dell'auto tradizionale)
- In Italia le centrali elettriche, a parità di energia erogata, emettono circa 3 volte meno CO<sub>2</sub> e 5 volte meno inquinanti regolamentati)

## Barriere

- Autonomia
- Pesi delle batterie
- Tempi di ricarica
- Infrastrutture
- Costi

# Auto elettriche

## Stato dell' arte delle batterie

### *Cicli di ricarica*

	Oggi	Domani	Auton. Km
NI-CD	350	800	70/85
NA-NI-CL <sub>2</sub>	700	1.400	120/130
Ioni di Litio	600	1.200	150/190
Litio Polimeri	350/500	1.100	140/180

# Auto elettriche

## Tempi di ricarica

- 6 – 8 ore attraverso la rete elettrica domestica
- 20 – 30 minuti con appropriate stazioni di ricarica ( alto voltaggio / alto amperaggio)

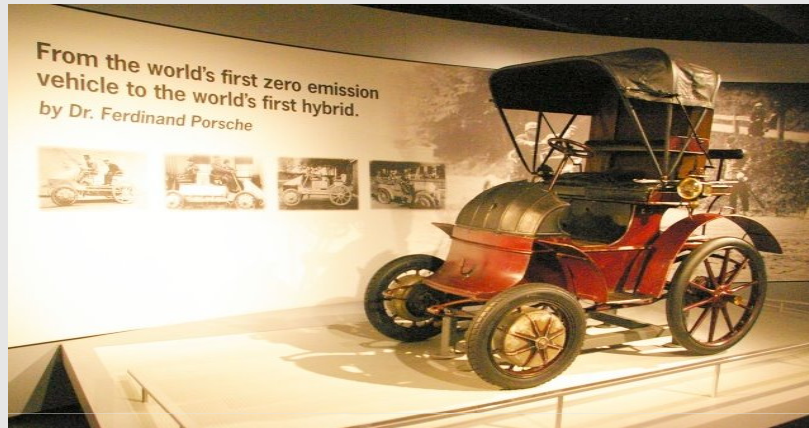
# Altri sistemi di accumulo dell'energia

- Supercondensatori
- Supervolani

# Sommario

- Le emergenze ambientali ed energetiche
- Lo sviluppo tecnologico nel breve termine
  - Motori a combustione interna
  - Combustibili/vettori energetici alternativi
  - Auto elettriche
  - **Trazione ibrida**
- Conclusioni

# Lohner Porsche 1899

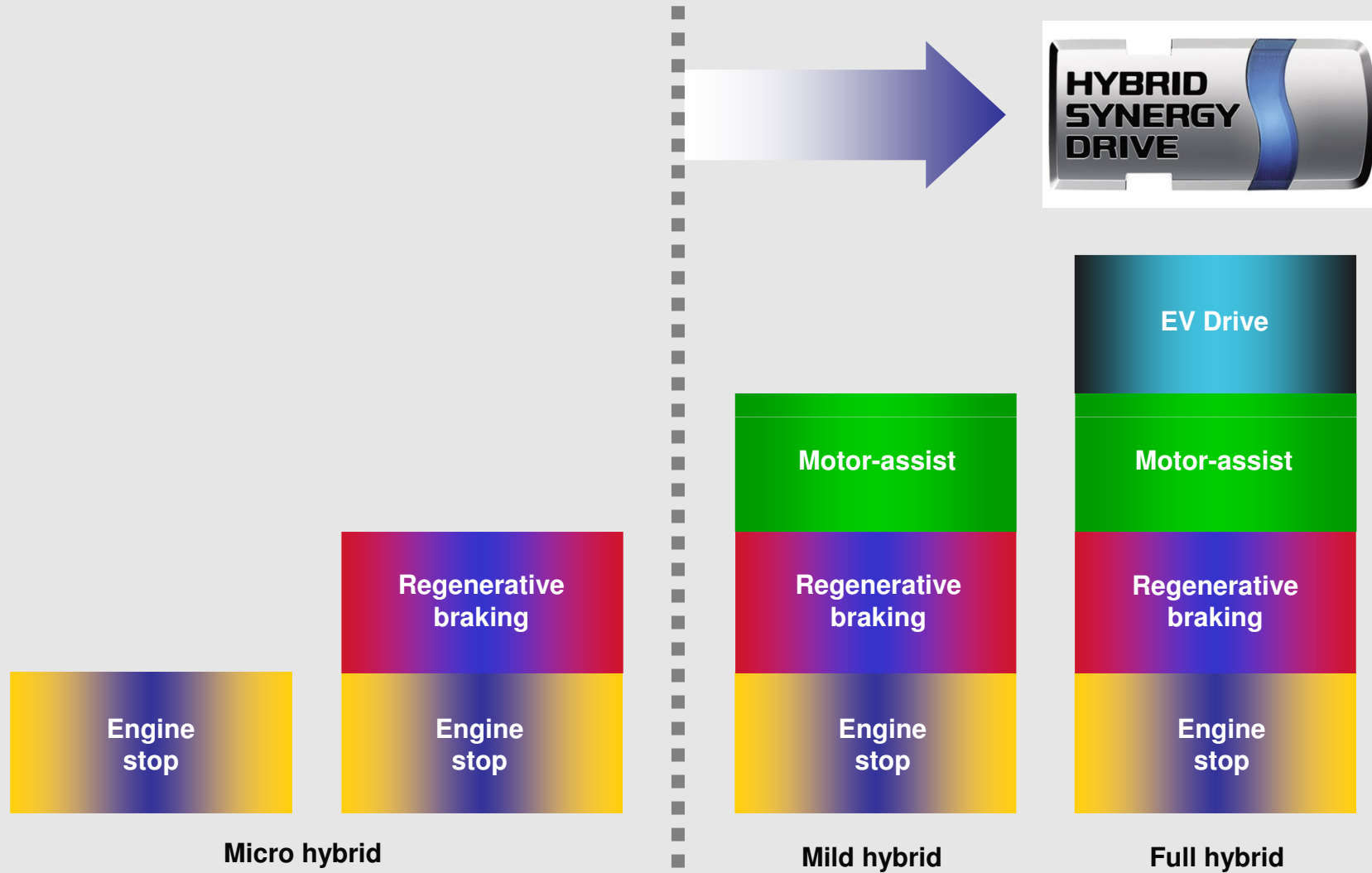


Prima vettura ibrida

Motori elettrici nelle ruote



# Sistemi a trazione ibrida elettrica

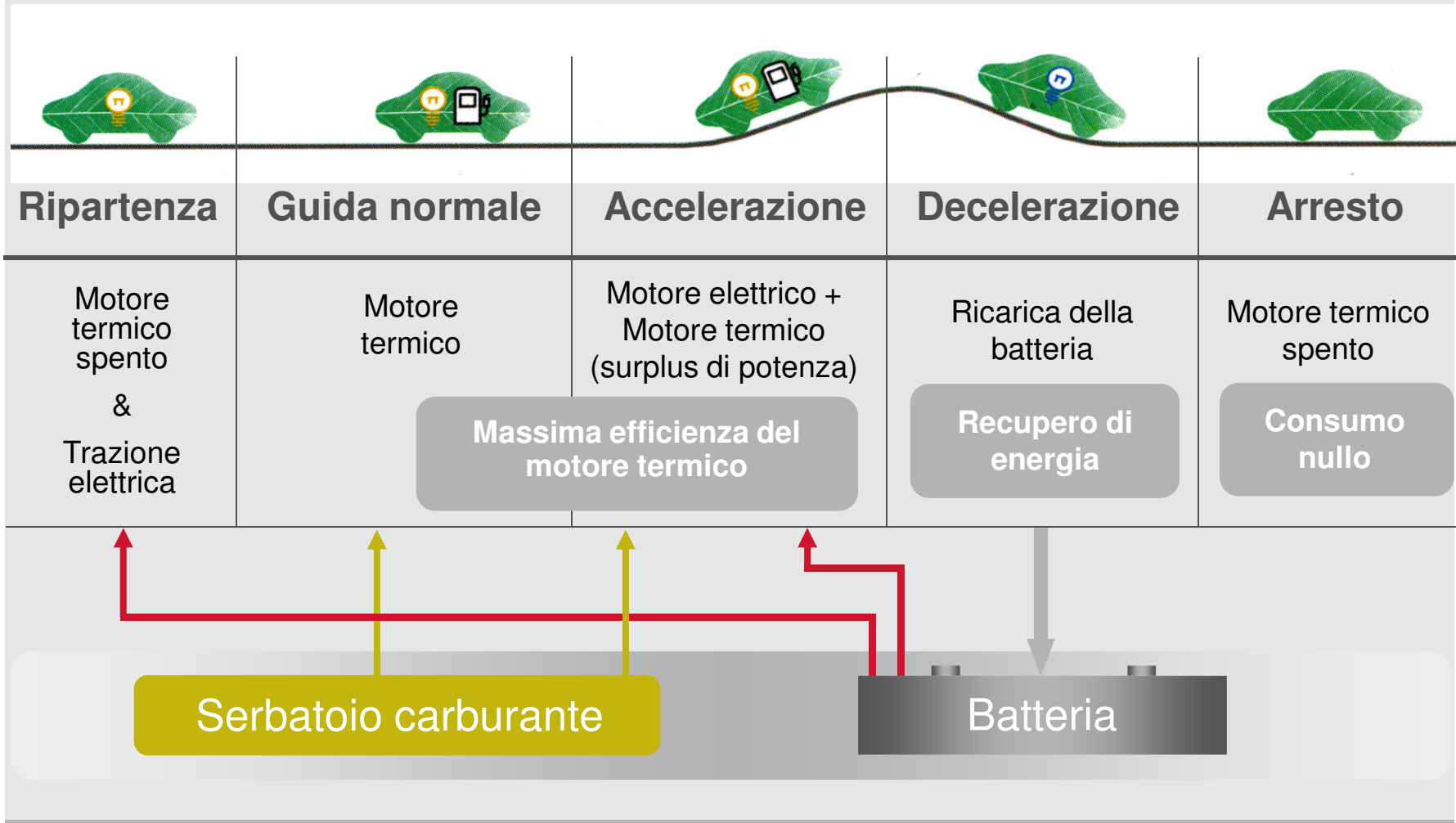




# Veicoli ibridi elettrici

- Definizione di veicolo ibrido
  - Dotato come minimo di due sistemi di propulsione o sorgenti di energia
- Definizione di veicolo ibrido elettrico
  - Dotato di motore elettrico più motore termico
- Tre tipologie
  - Veicoli ibridi paralleli
    - › Un motore elettrico e un motore a combustione interna forniscono trazione alle ruote
  - Veicoli ibridi in serie
    - › Ruote condotte da un motore elettrico
    - › Energia da una batteria o da un generatore condotto da un motore a combustione interna
  - Ibridi combinati
- Diversi livelli di ibridizzazione (da “mild” a “strong”)

# Perchè gli ibridi sono efficienti



# Alcune Ibride

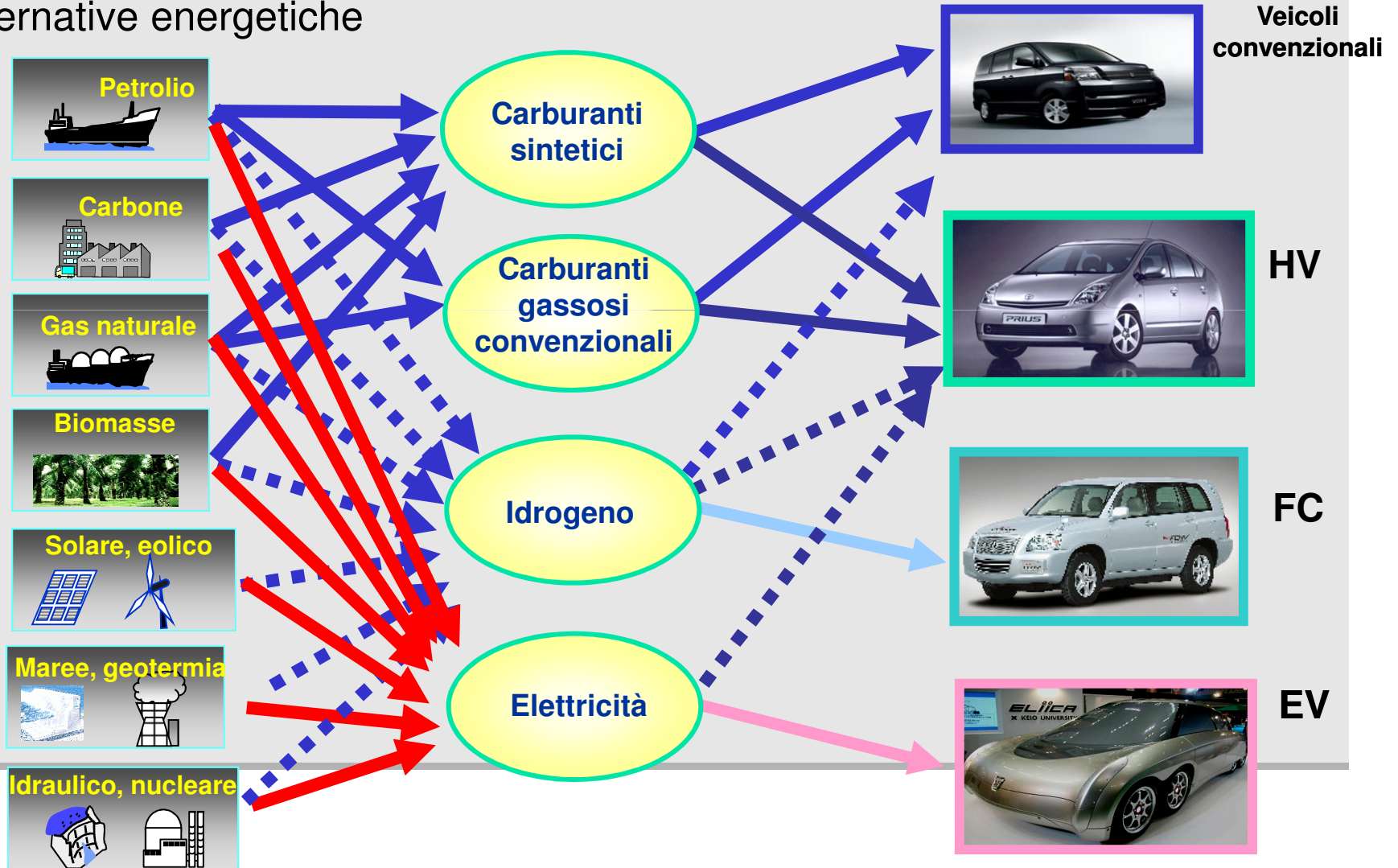
- Toyota (11 modelli)
- Lexus (3 modelli)
- Porsche Cayenne Hybrid – Panamera
- Audi Q7
- Hyundai Havante Sedane LPG Hybrid
- Gruppo PSA Diesel Hybrid

Tutte le Case stanno sviluppando soluzioni ibride

# Possibile abbinamento a combustibili diversi

La tecnologia ibrida consente la diversificazione delle fonti energetiche

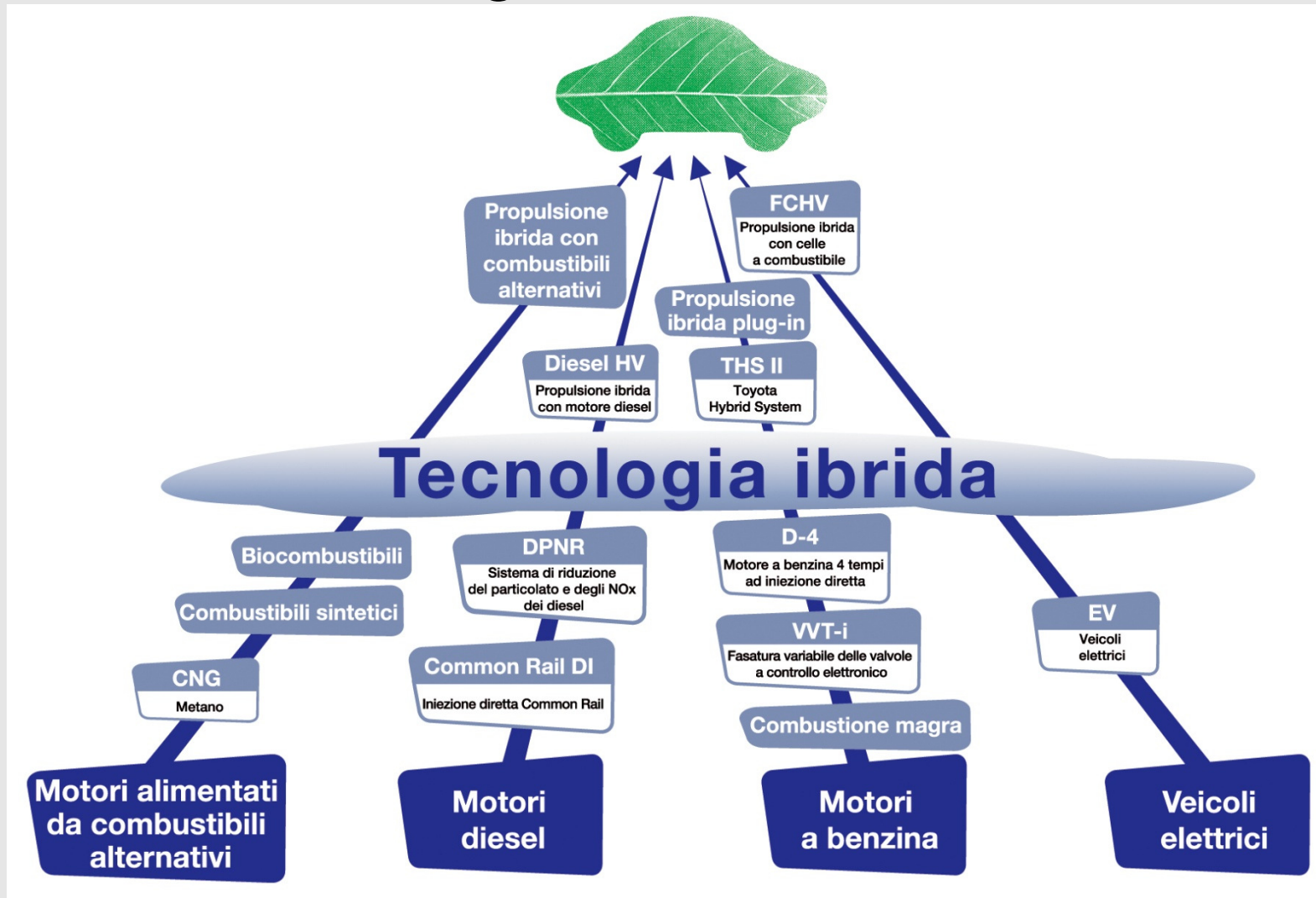
Alternative energetiche



# Sommario

- Le emergenze ambientali ed energetiche
- Lo sviluppo tecnologico nel breve termine
  - Motori a combustione interna
  - Combustibili/vettori energetici alternativi
  - Auto elettriche
  - Trazione ibrida
- **Conclusioni**

# La vettura ecologica del futuro



# Conclusioni

Ritengo che a breve/medio termine non ci sarà una soluzione unica ma, in linea di massima, la ricerca si orienterà su:

- Riduzione delle dimensioni e dei pesi
- Sviluppo degli attuali propulsori per ottimizzare consumi ed emissioni
- Utilizzo di carburanti alternativi
- Sviluppo delle auto ibride/elettriche
- Sviluppo del vettore idrogeno

# Il Futuro dell'Auto

Ing. Francesco Caracciolo  
UNRAE

Grazie per l'attenzione

Roma, 29/04/2010