

# PIANO ENERGETICO E AMBIENTALE DEL COMUNE DI PERUGIA

## III FASE - PIANO DEFINITIVO

### SCHEDA TECNICA B4) SISTEMI DI TRAZIONE ALTERNATIVI B4.b) MOTORI IBRIDI

#### STATO DELL'ARTE

##### Generalità

Il veicolo ibrido è così definito perché caratterizzato dalla presenza a bordo di due (o più) sorgenti di energia, in genere un convertitore di energia primaria (motore a combustione interna, turbogas, cella a combustibile, motore elettrico) ed uno (o più) sistemi di accumulo, la cui contemporanea presenza assolve a varie funzioni. Prima di tutto, la presenza dell'accumulo offre la possibilità di recuperare l'energia dissipata durante le frenate, con risparmi dell'ordine del 20%, almeno per un uso prevalentemente urbano, caratterizzato da frequenti stop-and-go, che è quello predominante per alcune tipologie di veicoli (Citycar, furgoni per consegna a domicilio, autobus, camion per la nettezza urbana). Inoltre, l'accumulo permette di separare le due funzioni di conversione dell'energia e di generazione di potenza alle ruote, funzioni che in un veicolo tradizionale devono essere soddisfatte contemporaneamente dal motore termico, che quindi lavora a regime variabile seguendo la variabilità dei carichi imposti dalla guida. Lasciando al motore termico principalmente la funzione di conversione dell'energia, si ottiene un miglior funzionamento sia del termico stesso, che viene ottimizzato per una ristretta regione di funzionamento, sia della propulsione (generazione di potenza) che può essere gestita in modalità solo elettrica, o termica o accoppiata, in funzione della configurazione del veicolo e delle necessità di marcia. Infine le batterie danno la possibilità di percorrere tratte limitate in solo elettrico, con una flessibilità di impiego maggiore sia rispetto al veicolo convenzionale che a quello elettrico puro, che rimane inaccettabilmente limitato nell'autonomia nella maggior parte degli usi, rimanendo quindi un veicolo di nicchia.

Normalmente il motore a benzina entra automaticamente in funzione nelle velocità superiori ai 40 km/h al di sotto del quale invece, lavora il motore elettrico. In questo modo non si consuma benzina nel ciclo urbano poiché alimentate da speciali batterie elettriche che si ricaricano durante il movimento e le lunghe tratte. Con l'utilizzo del motore elettrico in città si riduce ad un decimo le emissioni inquinanti migliorando quindi la qualità dell'aria respirata da tutti [1].

##### Classificazione

La classificazione generalmente adottata per i veicoli ibridi comprende tre tipi: gli ibridi in serie, quelli parallelo e quelli di tipo *split o dual mode*, che si differenziano in rapporto alle modalità di accoppiamento del motore termico e del motore elettrico di trazione, con la trasmissione alle ruote. Per di più, un particolare tipo di ibrido parallelo è denominato "ibrido minimo", il quale può essere considerato il frutto della naturale evoluzione del motore a combustione interna.

##### Ibridi serie:

Negli ibridi in serie la coppia alle ruote è fornita dal solo motore elettrico, così come avviene nei veicoli elettrici a batteria. Motogeneratore (o altro tipo di generatore avanzato) e batteria sono in parallelo elettrico e nella marcia a potenza ridotta il sistema di generazione alimenta il motore elettrico e, se c'è un margine, ricarica contemporaneamente anche le batterie. Queste ultime, in numero ridotto rispetto ad un veicolo elettrico puro, restituiscono a loro volta l'energia, integrando la potenza del generatore quando sono richiesti spunti di potenza. Il generatore può essere così dimensionato in base alla potenza media richiesta, una frazione della potenza massima sulla quale va invece dimensionato il motore elettrico di trazione. Anche le batterie vanno dimensionate in base della potenza aggiuntiva necessaria per alimentare il motore durante gli spunti di potenza e non in base all'autonomia richiesta, come nei veicoli elettrici puri. Il funzionamento a regime ottimale del gruppo di generazione consente così un livello molto ridotto di emissioni nocive, che si annullano poi quando il veicolo marcia con la sola energia accumulata dalle batterie. Con quest'ultima modalità di utilizzo, però, l'autonomia è minima (20-30 Km.), a causa del ridotto numero di batterie installate. Nonostante la prima configurazione degli ibridi sia stata proprio quella "serie" e, a partire dai primi anni '70, i maggiori progressi siano stati ottenuti in questo campo, l'applicazione di questa tipologia rimane tipica e ristretta comunque ai veicoli con disponibilità di spazio a bordo e margini di peso per l'installazione di generatore e pacco batterie, come autobus e furgoni.

## **(segue stato dell'arte)**

### Ibridi parallelo:

Negli ibridi parallelo, sono previste due distinte motorizzazioni, una termica e l'altra elettrica. Il motore termico è collegato alla trasmissione mediante una frizione elettromagnetica e consente quindi la propulsione diretta del veicolo, con un migliore rendimento energetico rispetto all'ibrido serie (la catena dei rendimenti è più corta). In aggiunta, una o più macchine elettriche, anch'esse inseribili e disinseribili in vari modi nella trasmissione, svolgono le funzioni di propulsione e/o generazione. Nel funzionamento in ibrido, pertanto, c'è un parallelo meccanico tra i due motori, le cui coppie si sommano in una coppia risultante alle ruote pari a quella richiesta dal guidatore. E' possibile anche la marcia con il solo motore elettrico (a potenza ridotta) oppure la ricarica delle batterie, con il motore termico che, trascinando quello elettrico oppure collegato ad un secondo motore elettrico, funziona contemporaneamente da motore di trazione e da motogeneratore. I livelli di emissione sono superiori rispetto all'ibrido serie, ma rimangono comunque ridotti in virtù del funzionamento del motore termico a regime quasi ottimale. Nella configurazione "parallelo", è sufficiente adottare un motore elettrico di potenza ridotta fino al 30-40% della potenza complessiva richiesta, poiché la restante potenza è fornita direttamente dal motore termico. Infatti questa soluzione è stata sviluppata proprio per l'ibridizzazione di autovetture, per le quali la configurazione serie era, per così dire, meno "automobilistica". I vantaggi dell'ibrido parallelo sono la maggiore potenza specifica e la maggiore compattezza rispetto al serie, oltre ad un rendimento teoricamente migliore nell'uso autostradale, dove è possibile la marcia a regime ottimale con il solo motore termico.

### Ibridi "dual mode":

Gli ibridi di tipo "dual mode" sono veicoli a quattro ruote motrici, con due sistemi di trazione indipendenti, uno termico ed uno elettrico, utilizzati separatamente o contemporaneamente. Tale configurazione è scarsamente seguita dalle case automobilistiche perché a fronte di una grande elasticità di funzionamento è fortemente penalizzata dai pesi e dagli ingombri di due motorizzazioni indipendenti. Inoltre l'impatto ambientale nel caso di funzionamento del solo motore termico è pari a quello di un veicolo convenzionale. Applicazioni in questo senso sono state sviluppate solo a livello prototipale dalle case automobilistiche.

### Ibrido minimo o "mild hybrid":

Si sta infine diffondendo l'ibrido minimo che è un ibrido parallelo concettualmente molto semplice, motorizzato da un "power pack" costituito da un motore a combustione interna accoppiato, direttamente oppure tramite una frizione elettromagnetica, con una macchina elettrica abbastanza piccola (circa 10 kW per una vettura media). Quest'ultima lavora come motore sia in sostituzione del motorino di avviamento che per l'integrazione di coppia durante le fasi di accelerazione; funziona da generatore per ricaricare le batterie durante la marcia normale, sostituendo l'alternatore, e per il recupero dell'energia in fase di frenata. Il sistema, grazie al motore a combustione interna, garantisce contemporaneamente un'elevata autonomia e consumi ridotti in autostrada. In città il contenimento dei consumi e delle emissioni è dovuto al sistema di recupero in frenata ed alla funzione di integrazione di coppia, che permette una migliore gestione del motore a combustione. Gli ibridi di tipo minimo sono perciò una naturale evoluzione delle motorizzazioni tradizionali e sono quindi caratterizzati, rispetto a quelli del tipo serie, da una migliore adattabilità del sistema a veicoli già in produzione, di cui costituiscono pertanto versioni speciali.

## **Esperienze**

Da alcuni anni le aziende municipalizzate per i trasporti pubblici di alcuni grandi città italiane (Genova, Terni, Torino, Ferrara, Roma) stanno adottando, in via sperimentale, veicoli ibridi nella flotta aziendale. Le esperienze tecniche sono affiancate da indagini di natura socio-economica tese alla valutazione della convenienza economica di tale sistema di propulsione, nonché del grado di soddisfazione degli utenti attivi e passivi.

## **Costi**

Sul mercato, al 2010, esistono 34 tipologie di auto ibride, molte delle quali hanno un costo superiore a 50.000 €. I prezzi variano comunque tra i 21.951 euro della Honda CR-Z 1.5 i-VTEC S ai 112.691 euro della BMW Active hybrid 7 (fonte Quattro Ruote).

## **Legislazione**

Numerosi provvedimenti sono stati emanati dagli organi legislatori (statali, regionali, comunali) a partire dal 1982 al fine di incentivare e sostenere la trazione elettrica ed ibrida.

Il D.M. 27/3/88 "Mobilità sostenibile nelle aree urbane" sostiene l'introduzione incentivata di veicoli elettrici nei parchi veicoli delle Amministrazioni pubbliche e dei Gestori pubblici e privati di servizi pubblici, unitamente alla promozione e diffusione dei veicoli elettrici a due ruote da parte dei privati.

La legge 18/6/88 n.194 "Interventi nel settore dei trasporti" (artt.5 e 6) autorizza il reperimento di risorse finanziarie per l'acquisto di bus e natanti elettrici e stabilisce che almeno il 5% delle risorse debba essere indirizzato ai bus a basso impatto ambientale.

## (segue stato dell'arte)

La legge 9/12/88 n.426 "Nuovi interventi in campo ambientale" (art.4) riguarda il reperimento di risorse utili al finanziamento di veicoli a basso impatto ambientale nei Comuni con almeno 25.000 abitanti e nelle zone a rischio ambientale.

La Legge 1999 sulla rottamazione dei ciclomotori e motoveicoli privati destina contributi ai veicoli elettrici a due e tre ruote e ai quadricicli elettrici leggeri.

Il D.M. 21/12/2000 "Programmi radicali per la mobilità sostenibile" prevede l'erogazione di contributi ai comuni per progetti riguardanti sistemi di trasporto pubblico o per servizi di pubblica utilità con veicoli elettrici e ibridi delle categorie M2,M3,N2, veicoli a 2 e 3 ruote, quadricicli.

D.M. 5/4/2001 "Contributi diretti ai cittadini per l'acquisto di veicoli elettrici, a metano, a gpl e per l'installazione di impianti a metano e gpl"

D.M. Servizio IAR del 21/12/2000 "Programmi radicali per la mobilità sostenibile"

La Legge Finanziaria 2001 include interventi attinenti direttamente o indirettamente all'incentivazione di veicoli a basso impatto ambientale (per gli approfondimenti si veda la scheda B1e).

Inoltre per chi intende comprare un'auto a metano, ibrida o elettrica riceverà ben 3.000 euro, tale contributo è cumulabile con i bonus rottamazione. Il Decreto Legge (ancora in via di sviluppo) comprende anche i bonus per l'acquisto di veicoli commerciali a GPL e metano, il cui valore andrà dai 1.000 ai 4.500 euro, a seconda dell'alimentazione e delle dimensioni [2].

## RISVOLTI ENERGETICI, AMBIENTALI E SOCIO-ECONOMICI

### Consumi

In un veicolo la richiesta di energia durante le fasi di marcia (percorso prevalentemente extraurbano) dipende: dalle resistenze aerodinamiche e da quelle di rotolamento dei pneumatici, dagli attriti degli organi meccanici. Mentre in accelerazione (percorso prevalentemente urbano) dipende anche dall'inerzia del veicolo. La ripartizione dell'energia che arriva alle ruote dipende poi dal valore relativo delle diverse resistenze in gioco. Per un percorso composto da 4 km in urbano e 6 km in extraurbano l'energia necessaria per accelerare è pari al 35% dell'energia che complessivamente arriva alle ruote. Considerando invece un ciclo composto dalla sola parte urbana il 50% dell'energia che arriva alle ruote è necessaria per accelerare. In un ibrido, avente rendimento di generazione dell'energia elettrica del 70% nel recupero in frenata e del 70% di carica e scarica delle batterie (complessivamente del 49), l'energia restituita al motore in fase di accelerazione è il 49% di quella resa disponibile dalla frenata e ¼ circa (il 49% del 50%) dell'energia necessaria a muovere il veicolo sul ciclo urbano. Per prove su strada il fabbisogno effettivo, al netto dei recuperi, si è ridotto a 1,4 kWh/km (il 22% in meno) a fronte di un fabbisogno energetico medio, al lordo dei recuperi di energia, pari a 1,8 kWh/km. A parità di condizioni un motore motori a benzina di 1660 cc consuma 8,6 l/100 km, un ibrido in serie 6 l/100 km e motore ibridi in parallelo 6,9 l/100 km [3]. Dati relativi ai consumi dell'Honda Insight dichiarano 3,6 l/100 km (urbano) [4].

### Emissioni

Il monitoraggio delle emissioni dei veicoli ibridi serie prodotti da Altra S.p.A., effettuato da ENEA [4], ha evidenziato un dimezzamento delle emissioni rispetto all'alternativa convenzionale, a fronte di consumi all'incirca uguali, che scontano però l'assenza, sulla maggioranza dei veicoli, di un sistema automatico di gestione e controllo. Per i dati relativi alla produzione Honda Insight, sono dimostrati livelli di emissione particolarmente bassi: i valori di CO, idrocarburi e NO<sub>x</sub> sono inferiori ai limiti previsti dalla EU2005, mentre il valore di circa 80 g/km CO<sub>2</sub> è tra i più bassi in assoluto tra i veicoli attualmente sul mercato. L'auto è dotata di un convertitore catalitico che assorbe direttamente gli NO<sub>x</sub>.

Come tutte le automobili ibride è dotata di due motori, uno termico a benzina ed un altro elettrico. Il propulsore termico è il i-VTEC SOHC da 1,3 litri, realizzato in lega d'alluminio. Il motore elettrico da 14 CV è integrato nel sistema IMA della Insight. In determinate condizioni di guida (ad esempio a basse velocità) il sistema IMA attiva il funzionamento del solo motore elettrico. Oltre al motore elettrico il sistema IMA della Insight comprende il pacco di batterie e una unità IPU (Intelligent Power Unit) per recuperare l'energia cinetica prodotta in frenata o decelerazione. Le batterie sono collocate sul pianale posteriore del veicolo [5]. Studi più generali riportano l'analisi comparata delle emissioni delle principali tipologie di combustione (tabella 1):

|                         | CO <sub>2</sub> | HC        | NO <sub>x</sub> | CO        |
|-------------------------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|
| Motori a benzina        | 205 g/km        | 0.16 g/km | 0.11 g/km       | 1.70 g/km |
| Motori ibridi serie     | 142 g/km        | 0.01 g/km | 0.02 g/km       | 0.08 g/km |
| Motori ibridi parallelo | 163 g/km        | 0.10 g/km | 0.06 g/km       | 1.08 g/km |

Tab. 1: Analisi comparata delle emissioni delle principali tipologie di combustione

## (segue risvolti energetici, ambientali e socio-economici)

Per ciò che riguarda il confronto delle emissioni di CO<sub>2</sub> rispetto ai veicoli tradizionali, si è visto dalla tabella che le soluzioni con motori ibridi comportano delle quote di emissioni minori anche in relazione al tipo di tecnologia utilizzata. Si può prendere come riferimento un particolare ciclo standard di funzionamento del motore (60% urbano) e confrontare le emissioni di un motore tradizionale con una soluzione a motore ibrido che presenti delle emissioni di CO<sub>2</sub> medie rispetto alla soluzione "serie" e "parallelo". Si riscontra che le emissioni medie per i veicoli ibridi risultano di circa 59 grammi di CO<sub>2</sub> emessa per far percorrere ad un passeggero un chilometro (**59gCO<sub>2-eq</sub>/kmp**) contro i circa 164 grammi che si emettono con i veicoli attuali. Oltre la Prius e la Insight esiste anche la Volkswagen L1 che è un'ibrida in grado di percorrere 100 chilometri con 1,49 litri di gasolio. La L1 pesa appena 380 chili (la scocca è in carbonio) e può raggiungere i 160 km/h emettendo solo 39 g/km di CO<sub>2</sub> (grazie ad un cx da favola 0,195). Inoltre si devono considerare anche la Serie 7 e la X6 in versione ActiveHybrid che grazie ad un piccolo tre cilindri diesel ed un potente elettrico consuma molto meno di una Mini (90 g/km di CO<sub>2</sub>) [6]. In generale le auto ibride hanno un rendimento paragonabile a qualsiasi altra auto in quanto il motore elettrico può essere affiancato a qualsiasi altro motore. I due motori, controllati da apposita centralina elettronica, operano in perfetta sintonia. Utilizzando in città il solo motore elettrico (di una Prius per esempio) che percorra 25mila km all'anno si possono evitare 1.000 chilogrammi di CO<sub>2</sub> rispetto ad analoga vettura alimentata a benzina o diesel di pari dimensioni, peso e potenza [7]. In tabella 2 sono riportati le percentuali di riduzione delle emissioni con l'utilizzo di un autobus ibrido.

| Agenti inquinanti | Riduzione percentuale autobus ibrido % [g/km] |
|-------------------|---|
| HC                | 87  |
| CO                | 88  |
| NOx               | 60  |
| Particolato       | 79  |

Tabella 2: Confronto emissioni inquinanti [8]

### Aspetti socio-economici

Il costo di un veicolo ibrido è pari a circa 3 volte un veicolo tradizionale di pari prestazioni; le esperienze condotte in Italia per quanto riguarda l'adozione di flotte di bus ibridi da parte delle maggiori aziende municipalizzate risultano incoraggianti da punto di vista dell'accettazione degli utenti e dei cittadini. Le problematiche ambientali sembrano sollecitare l'attenzione e la preoccupazione dei cittadini, unitamente ai problemi di sicurezza stradale, congestione del traffico, impatto visivo e consumo energetico. L'introduzione degli ibridi non ha, di per sé, determinato un apprezzabile spostamento modale verso il trasporto pubblico, ma ha contribuito a migliorarne l'immagine, fattore importante per un recupero di competitività di questa modalità di trasporto. Gli utenti si dichiarano molto soddisfatti anche delle condizioni di comfort offerte. La quasi totalità degli autisti trova molto facile la guida dei veicoli ibridi, con una più elevata fluidità di guida e riduzione del rumore; per contro lamenta assenza di freno motore al rilascio dell'acceleratore e alcune difficoltà con lo sterzo. Le varie categorie si mostrano favorevoli a che le aziende intraprendano iniziative a favore dell'ambiente. Sulla medesima linea si pongono i risultati derivanti dalla sperimentazione FLEETS (Friendly Low Energy and Environmental Transport Systems) della propulsione ibrida condotta dalla ATC di Terni, in collaborazione con l'Azienda Altra S.p.A. e con il monitoraggio scientifico dell'ENEA (progetto co-finanziato dall'U.E).

Si deve ricordare inoltre che con le auto ibride non si riducono le performance di guida (per velocità medio – alte o per lunghi tragitti funziona il motore a benzina). Nei tratti urbani il motore elettrico entra automaticamente in funzione per basse velocità (inferiori ai 40 km/h) senza consumare benzina quindi. Infine un'ulteriore vantaggio è che non ci si deve preoccupare di ricaricare la batteria in quanto si ricarica automaticamente attraverso l'impianto frenante a recupero d'energia (cioè ogni volta che si frena un sistema trasforma l'attrito in energia elettrica per la batteria) oppure tramite il generatore di bordo mentre si cammina a qualsiasi velocità. Le auto ibride hanno gli stessi standard di sicurezza delle versioni a benzina e la batteria dura molto di più delle normali batterie delle automobili. Quando scariche, dopo anni di utilizzo, possono comunque essere ricaricate senza doverle sostituire. Poiché inoltre il veicolo può comunque muoversi anche senza batteria è impossibile di trovarsi in panne a causa della batteria scarica. Presentano i vantaggi di:

1. Ridurre i consumi urbani di carburante in questo modo migliora il rendimento del carburante;
2. Ridurre le emissioni di gas di scarico nelle zone urbane, migliorando la qualità dell'aria.

Le automobili ibride sono già commercializzate da molti anni ma non tutti i produttori hanno accettato questa sfida [1].

## (segue prospettive di sviluppo)

### Produzione

I progressi avuti nella tecnologia dei motori per trazione automobilistici e nell'elettronica di potenza potrebbe consentire lo sviluppo di ibridi di serie con pesi e rendimenti comparabili a quelli parallelo. In particolare, grazie alla maggiore regolarità di funzionamento del motogeneratore completamente svincolato dalla trasmissione l'adozione di queste nuove soluzioni comporta per il serie il vantaggio di raggiungere livelli di emissione non consentiti con la vecchia tecnologia. L'ibrido serie, in aggiunta, anticipa una delle configurazioni possibili del veicolo con cella a combustibile e stoccaggio dell'idrogeno a bordo, in forma liquida o gassosa, con il quale le emissioni in futuro si annulleranno. Se si impiega al posto del motogeneratore una Fuel-Cell, si sostituisce la combustione con un processo di ossidazione controllata dell'idrogeno a bassa temperatura, e quindi non vengono emessi inquinanti ma solo vapor d'acqua, producendo l'energia elettrica con un rendimento superiore al 50%.

La normativa europea sui limiti alle emissioni inquinanti di CO<sub>2</sub> e polveri sottili è sempre più stringente (commercializzazione a livello Euro 5 entro il 2009; Euro 6 per il 2014/15 ma già si parla di un livello intermedio "Euro 5+" per il 2011) quindi l'attenzione si sposta sulla produzione di serie e le case costruttrici si trovano a dovere operare scelte strategiche a livello tecnologico, industriale e commerciale. Toyota che realizza veicoli ibridi già dal 1997 ha raggiunto un milione di vetture ibride vendute nel 2007. La General Motors ha realizzato il concept Flextrema (propulsione termica ed elettrica in serie e non in parallelo) che sarà sul mercato nel 2011 e ha aperto una nuova divisione (Envi) che sarà dedicata sviluppo delle auto ibride ed elettriche. Interessante sarà vedere come le reti di vendita e assistenza si adatteranno alla diffusione di questi veicoli e delle nuove tecnologie, ai nuovi fabbisogni informativi, alla gestione e riciclaggio delle parti sostituite, ai diversi piani di manutenzione, alle nuove attrezzature per la diagnosi e l'esecuzione degli interventi di riparazione. Si assisterà alla nascita di corner elettrici nelle nostre concessionarie o saranno sviluppate reti dedicate [9]. È chiaro comunque come le auto ibride ed elettriche stiano prendendo sempre maggiore spazio nel mercato. Dal convegno del 2009 "Auto elettrica e infrastruttura: prospettive, sfide e opportunità", organizzato da Anie (Federazione Nazionale Imprese Elettrotecniche ed Elettroniche), Anfia (Associazione Nazionale Fra Industrie Automobilistiche) e Cei-Cives (Commissione Italiana Veicoli Elettrici Stradali a Batteria, Ibridi e a Celle a combustibile) è emerso come, in Europa, il mercato delle ibride-elettriche sia destinato a crescere nei prossimi 5-10 anni raggiungendo una quota di mercato del 20-25%. Facendo un'analisi più dettagliata si prevede che le auto elettriche costituiranno il 10% del parco auto (nel giro di dieci anni), mentre le auto ibride entro 5 anni il 10-15% del parco circolante in Europa. Il maggiore ostacolo alla diffusione di questi sistemi rimangono comunque le infrastrutture, servono infatti notevoli investimenti per sviluppare un'infrastruttura capace ed efficiente destinata alla ricarica delle vetture e per riconvertire le reti di manutenzione e assistenza dei veicoli [10].

. In tabella 3 sono riportate le caratteristiche di alcune tipologie di veicoli ibridi in commercio.

| Veicolo          | Tipo di veicolo       | Potenza      | Electrified by                   |
|------------------|-----------------------|--------------|----------------------------------|
| IVECO City Class | Hybrid bus            | 130 / 150 kW | ALTRA (Genoa) Italy              |
| IVECO Europolis  | Electric / Hybrid bus | 70 / 140 kW  | ALTRA (Genoa) Italy              |
| FIAT Scudo       | Hybrid transporter    | 15 / 30 kW   | Micro-Vett (Imola) Italy         |
| FIAT Ulisse      | Hybrid van            | 15 / 30 kW   | Micro-Vett (Imola) Italy         |
| YANGZHOU Bus     | Hybrid bus            | 30 / 60 kW   | JIANGSU Univ. (R.P. of China)    |
| City car         | Hybrid City car       | 15 / 30 kW   | Lombardini (Reggio Emilia) Italy |

Tabella 3: Tipologie di veicolo e potenze di alcuni veicoli ibridi in commercio [11]

### Prestazioni

A differenza dei veicoli elettrici, i veicoli ibridi hanno già oggi un'autonomia energetica soddisfacente e livelli di inquinamento estremamente bassi. In generale, i sistemi di propulsione ibridi sono caratterizzati da un uso delle batterie diverso rispetto ai veicoli elettrici, dovendo queste svolgere essenzialmente una funzione di livellamento di carico più che di accumulo di energia; da qui scaturisce la necessità di unità ausiliarie di accumulo ad alta potenza specifica e alto rendimento di carica/scarica, per l'erogazione dei picchi di potenza (*buffer*). Le tecnologie candidate a svolgere questa funzione (oltre a batterie specifiche al Pb, Ni-idruri metallici, e al Litio) sono i volani elettromeccanici ed i supercondensatori; per entrambe le soluzioni, ed in particolare per i supercondensatori, sono ancora necessari studi approfonditi. Un sistema di propulsione ibrido "parallelo" con motore Diesel ad iniezione diretta di piccola cilindrata potrebbe consentire in futuro l'effettivo raggiungimento dell'obiettivo dei 3 litri/100 km; infatti i vantaggi del Diesel ad iniezione diretta si aggiungono alle potenzialità di riduzione dei consumi del sistema ibrido parallelo (stimata attorno al 20%), che ingloba i benefici offerti dalla trasmissione ottimizzata, dalle modalità di *stop & start* e dal recupero dell'energia cinetica.

## ATTUABILITÀ NEL TERRITORIO COMUNALE

La riorganizzazione della mobilità perugina ruota attorno a una maggiore sostenibilità ambientale e quindi a un innalzamento della qualità della vita, obiettivi che possono essere raggiunti tramite l'utilizzo di veicoli privati a minor impatto ambientale. Al comune sono state affidate in comodato d'uso gratuito, le chiavi di un nuovo veicolo Honda a propulsione ibrida (elettrica e benzina), mentre altre due auto sono state affidate alla Regione dell'Umbria e Provincia di Perugia. Inoltre nel regolamento di polizia municipale sono previste agevolazioni alle auto ibride per l'accesso al centro storico in quanto Perugia è stata una delle prima città ad aver aderito al protocollo per la riduzione del PM10 [15].

Secondo uno studio della Regione Emilia Romagna [16], al 2020 circa il 20% del parco auto potrebbe essere costituito da veicoli ibridi. Nel Comune di Perugia si ipotizza che al 2020 vi saranno un numero annuo di nuove immatricolazioni di auto ibride pari a quelle dei veicoli a metano (circa 325).

## NOTE

### Riferimenti:

- [1] <http://www.ecoage.it/automobili-ibride-faq.htm>
- [2] Incentivi auto 2010: pronto il decreto con bonus dimezzati
- [3] [www.crt.unige.it/electric city/](http://www.crt.unige.it/electric city/);
- [4] [www.ecotrasporti.it](http://www.ecotrasporti.it)
- [5] Auto ibride: Honda Insight al Salone di Detroit
- [6] Auto ibride elettriche Francoforte la rivoluzione verde. Settembre 2009
- [7] Auto Ibride: una tonnellata in meno di CO2. Giugno 2007
- [8] Il ruolo dei veicoli elettrici ed ibridi per il trasporto individuale e collettivo: tecnica ed ambito di utilizzo
- [9] Autovetture ibride: diffusione e prospettive. Settembre 2007
- [10] Ibride ed elettriche nel 2020 costituiranno il 25% del mercato
- [11] Auto elettrica e infrastrutture: prospettive, sfide e opportunità
- [12] Trend globali. Automobile ibrida o elettrica?
- [13] Toyota e l'Ambiente
- [14] Incentivi auto commisurati ai livelli di CO2 emessi
- [15] [www.comune.perugia.it](http://www.comune.perugia.it)
- [16] Regione Emilia Romagna - Assessorato mobilità e trasporti: "Piano regionale integrato dei trasporti - 2010-2020 Un sistema integrato di mobilità per una regione efficiente, vivibile e sostenibile - Quadro conoscitivo - Allegato n° 9 - Impatto e contesto ambientale".