

## **PASSATO E PRESENTE DELL'AUTO ELETTRICA**

Moderatore: Sandro Colombo; Partecipanti: Franco Maggolini, Enrico De Vita, Marco Zampolli; Franco Di Blasi  
Milano, Museoscienza, 26 maggio 1997

### *ALESSANDRO COLOMBO*

L'occasione di questa Tavola Rotonda sull'auto elettrica è dovuta alla presentazione, che poi faremo, di due volumi nei quali il nostro Consigliere **Franco Di Blasi** ha raccolto tutto ciò che è stato pubblicato in questi ultimi anni sull'auto elettrica. Oggi vedremo il suo "compendio" di un secolo di pubblicistica italiana e straniera, "**TES 97 = Trazione Elettrica Stradale**". Si tratta di un'opera che costituisce una importante documentazione di base che sarà disponibile per la nostra Associazione e per tutti gli studiosi.

Prima di cominciare voglio presentarvi i nostri ospiti che compongono la Tavola Rotonda. L'Ing **Enrico De Vita**, giornalista prima di Quattroruote e adesso di AN, che della difesa del consumatore ha fatto uno scopo di vita, ed esperto di auto elettriche: ha contagiato anche il figlio, che ha iniziato a correre nelle gare organizzate da Quattroruote, e ha terminato pilotando la macchina di Bertone che ha conquistato un record mondiale sulla pista di Nardò, superando i 300 km/h. **Franco Maggolini**, nostro socio e consigliere del RIVES, Registro Italiano Veicoli Elettro Solari, che riassumerà la storia dell'auto elettrica fin dalle origini e parlerà di un fondo che l'AISA ha presso l'Istituto Lombardo - Accademia di Scienze e Lettere, che comprende i disegni dei progetti Turinelli, che come sapete era un ingegnere milanese che si è occupato a lungo dell'auto elettrica. Poi, il Dott **Franco Di Blasi**, che come ho detto, ha compilato i volumi che oggi presentiamo, e l'Ing **Marco Zampolli**, della Edison Termoelettrica, che ci presenterà la batteria Zn-Aria.

### *ENRICO DE VITA*

"La storia dell'auto elettrica diventa cronaca". Sì, cronaca. Parliamo del periodo che va dal 1985 ad oggi. Si può dire che l'era nuova dell'auto elettrica, perché di ere ce ne sono state tante, parte dal 1985, forse dal momento in cui si è disputata in Svizzera la gara "Tour de sol", una gara riservata a veicoli "ricaricati" con energia solare; ricaricati significa che non dovevano portarsi necessariamente a bordo i pannelli fotovoltaici ma bastava che all'arrivo della tappa avessero una stazione di ricarica con energia solare. Il problema era quindi ecologico, di ambiente: non si voleva usare energia prodotta con altri sistemi. È l'inizio di un'era nuova, perché il problema di gestire

potenze così limitate, correnti così basse, ha dato lo spunto a una trasformazione radicale dell'auto elettrica; è vero che negli anni precedenti, già nel '78/'79 erano stati provati e utilizzati nelle vetture elettriche motori diversi da quelli tradizionalmente impiegati per ottanta anni, cioè diversi dall'elettrico a corrente continua eccitato in serie o separatamente.

L'Alfa Romeo aveva provato una Alfa 33 ibrida, con un asincrono con azionamento a inverter perché l'elettronica che risale agli anni 70 risale anche alle conquiste spaziali, aveva permesso di controllare anche correnti alternate in veicoli piccoli; però era tutta tecnologia derivata dall'industria, quindi era pesante, era a basso rendimento, era sicuramente molto costosa.

Il "Tour de sol" forse ha dato quell'avvio a passare a motori più leggeri, a utilizzare anche motori sincroni, quindi usare encoder oltre che inverter, a miniaturizzare anche l'elettronica e soprattutto a elevare il rendimento.

Questa è una prima spinta nata in Europa, però la vera spinta come influenza sulla comunicazione è giunta dall'Australia nell'87 con il "Solar Challenge", la gara vinta dalla General Motors, quindi con tanta tecnologia e che aveva in sé quei connotati di idealismo, di mistero, che dal continente australiano profondo 3000 km, da percorrere senza una goccia di benzina, con lo strumento di ricarica a bordo in diretta, ovvero tanto ti dà il sole tanto va alle ruote; il limite erano 8 mq di superficie dei pannelli solari, limite che dà luogo a una potenza effettiva, diretta, variabile fra 800 e 1300 watt; c'erano da gestire 1300 watt, diciamo poco meno di due cavalli, per muovere un veicolo, sfida ritenuta impossibile da scienziati solo due anni prima; in realtà nell'87 si è visto che un veicolo, ovviamente ultraleggero, ma ottimizzato anche nella leggerezza e nei rendimenti, poteva dar luogo a velocità di 67 km/h di media in un percorso di 3.000 km.

Quella gara è giunta oggi alla quarta edizione, abbiamo superato i 90 di media e toccato con veicoli autonomi, quindi senza ricarica esterna, una velocità superiore a 120 km/h. Ovviamente oltre che a ridurre l'energia necessaria per avanzare a quella velocità si è ottimizzato il rendimento interno, arrivando a motori elettrici con rendimenti del 96-97%, a elettroniche di gestione di pari valore come rendimento e a un'infinità di altre sofistiche.

Questo vale per quanto riguarda la goccia, la scintilla per l'opinione pubblica e per la comunicazione, forse per l'Europa, però, il rinnovo degli studi e delle ricerche dell'auto elettrica da parte delle grandi case è arrivato nell'88, quando "Quattroruote" mi concesse il grandissimo onore di disputare in Italia un Gran Premio che ha avuto un riscontro di stampa e di televisione decisamente elevato, elevatissimo per l'epoca, elevatissimo per lo sforzo fatto da Quattroruote e da noi, che però se posizionate bene cronologicamente ciò che è venuto dopo vedete che è l'inizio dei prototipi progettati da tutte le case europee, tutti innovativi.

Tutte le case europee da allora ad oggi - tranne SAAB e SEAT - hanno prodotto fior di ricerche nel campo elettrico, alcune già erano attive, però con prodotti decisamente tradizionali, motori con corrente continua e chopper, che avevano qualche componente elettronico, la parte totalmente nuova dell'auto elettrica, che non è ancora tutta investigata, non è ancora tutta completata oggi, è datata 1988. Vediamo quali sono i prototipi che ho visto, ho guidato e che non vi descriverò perché li conoscete benissimo; vi darò invece di ciascuno le mie sensazioni oggettive, da tecnico, che mi hanno colpito e che ho visto migliorare di prototipo in prototipo.

Cominciamo dalla BMW E1 che è stato, secondo me, il primo atto. BMW studiava già alcune Serie 3 elettriche; però quando ha costruito la E1 ha mostrato di aver compreso che l'auto elettrica urbana doveva "nascere" attorno alla batteria, essere progettata ex-novo attorno alla batteria: così ha fatto BMW: un telaio totalmente di alluminio, primo elemento caratteristico, ha usato un motore sincrono, lo ha posto sull'assale posteriore assieme al differenziale e al riduttore in blocco unico, dopo di che ha impiegato le batterie più avanzate disponibili all'epoca, le batterie sodio-zolfo; probabilmente a queste batterie si deve un fattore, un avvenimento che poi ha determinato la chiusura dello stabilimento della BMW Technik che produce queste vetture come prototipo e anche l'abbandono da parte di BMW: questa batteria una notte ha preso fuoco, si ritiene che sia stata proprio la causa che ha fatto incendiare l'intero stabilimento e la BMW E1 è andata distrutta nel suo unico esemplare marciante, mentre è rimasto il manichino per saloni. Abbiamo perso quello che, secondo me, è l'inizio dell'era nuova da parte delle case automobilistiche, era il prototipo più completo.

Dopo BMW viene la VCC, la Volvo Concept Car, un ibrido, cioè una vettura che ha due motori, uno termico e uno elettrico, in realtà quello termico è una turbina. Turbina che aveva come caratteristica innovativa quella di non avere il compressore assiale ma un compressore centrifugo, quindi molto compatto, molto ridotto tanto che era un progetto finanziato anche dal governo svedese per diventare un gruppo elettrogeneratore per imbarcazioni da diporto; una turbina destinata ad essere prodotta in serie, ma come tutte le turbine viaggia a velocità elevatissima, 90.000 giri; quindi il generatore accoppiato coassiale con la turbina viaggia anch'esso a 90.000 giri.

E' stato il primo alternatore funzionante a questo regime: sviluppa qualche cosa come 50 kW di potenza elettrica, quindi è qualcosa di totalmente innovativo, in più questo alternatore trifase da 50 kW diventava motorino di avviamento della turbina, capace di lanciare la turbina fino a 30.000 giri, di metterla in moto.

Di questa vettura la parte elettrica è abbastanza tradizionale; sorprende invece la gestione elettronica dell'energia, del complesso di energia a bordo, energie che andavano e venivano fra batteria,

alternatore, alternatore diventato motorino di avviamento e così via: è la prima vettura che mostra una gestione totalmente innovativa grazie all'elettronica dell'energia a bordo.

Parliamo di ibridi, di prototipi che necessariamente avevano determinate autonomie: BMW dichiarava 220 km con batterie sodio-zolfo, tutti hanno dichiarato un po' di più del vero; già 40/50 anni fa c'era chi dichiarava 100 km di autonomia a 50 all'ora, come la vettura di Mazzotti.

Le cose non sono migliorate: con batterie dello stesso tipo oggi si hanno le stesse autonomie, grosso modo; solo con batterie di tipo diverso, come sodio-zolfo, si è potuto quadruplicare questa autonomia; ho provato con la BMW, e non ho fatto più di 130 km nel traffico urbano. L'ibrido è a mio avviso una delle trovate, come ce ne sono state tante nella storia dell'automobile, dei tecnici che di fronte ai loro Amministratori Delegati, non riuscendo a superare un problema, lo bypassano con un'altra soluzione; la moda può aiutare a sviluppare e a introdurre queste altre soluzioni. Le quattro ruote motrici sono uno di questi modi per fare moda e bypassare un problema: oggi una buona trazione anteriore direi che evita l'uso di quattro ruote motrici con le sue penalizzazioni.

L'ibrido è forse - come la trazione integrale - un artificio per aggirare il problema della autonomia dell'auto elettrica, ancora molto limitata. Il giorno in cui avremo una batteria capace di darci 300 km, per esempio, l'ibrido non si farà più: considero gli ibridi come ottimi esercizi di ricerca, ma non veicoli elettrici destinati un giorno ad essere in produzione.

Andiamo avanti con la nostra disamina. Dopo la Volvo Concept Car, tralascio di parlare degli altri ibridi, perché questo era il più completo. Parlo invece della FIAT Downtown, che aveva come elemento innovativo per il '91, anno in cui è stata presentata, i motori calettati all'interno delle ruote, che però abbiamo già visto essere una soluzione ampiamente sperimentata: come sempre la tecnica a distanza di ottanta anni è capace di ripetersi tale e quale non inventando nulla, quello che c'è oggi di diverso è l'elettronica che non c'era ottanta anni prima, e ciò che consente l'elettronica.

I motori nelle ruote c'erano, FIAT ha utilizzato la stessa soluzione per poter dimostrare che il motore elettrico può girare anche a basso numero di giri, che l'elettronica è in grado di controllare il problema fondamentale dei motori elettrici, cioè il limitato numero di giri quando sono sulle ruote. Aveva di innovativo i tre sedili con la guida centrale, aveva dei costi, come tutti i prototipi, fuori della ragione, per cui non ha avuto seguito.

Abbiamo avuto però un altro avvenimento interessante negli anni che dal '90 si avvicinano ad oggi: Tutti e tre i grandi Carrozzeri italiani si sono cimentati nell'auto elettrica, da Giugiaro a Pininfarina a Bertone. Giugiaro ha lavorato con l'Ansaldo e con Genesis; ha disegnato proprio la Biga, che doveva essere la vettura razionale urbana, addirittura la

vettura utilizzabile da più persone, da utilizzare con card, con potenza molto limitata a bassissima velocità, veicolo concepito razionalmente per un uso razionale.

Pininfarina con la Ethos ha fatto ricorso ai motori brushless sincroni della Unique Mobility, azienda americana che nel frattempo si è specializzata nella produzione di motori ad altissimo rendimento sincroni e con gestioni elettroniche già industrializzate per auto elettriche.

Bertone ha fatto uno spider elettrico, la Blitz, che è una vettura nata per dimostrare che anche lo spider per le coste californiane o per le riviere può essere elettrico ed avere le doti di ripresa che possono accontentare chi ha manie velocistiche.

In realtà, in tutti questi prototipi si è sempre verificato che il problema fondamentale, il "buco", era il serbatoio di energia insufficiente; un buco che si può moltiplicare, può essere colmato per tre quarti con batterie innovative, che però non è l'unico limite dell'auto elettrica.

Proprio da questi prototipi si è scoperto che altri limiti dell'auto elettrica sono le diversità fra l'auto elettrica e l'auto termica. Per esempio, manca a bordo una sorgente di calore: in un veicolo termico che abbia 100 cavalli, sappiamo che nell'impianto di raffreddamento devo disperdere, grosso modo, altri 100 cavalli di energia termica; se ne utilizzo 20 devo disperderne grosso modo 20: una quantità analoga, che corrisponde a una quantità di calore immensa, gigantesca.

In un'auto elettrica non ho calore disponibile, se non a bassa temperatura; nell'auto termica l'ho a temperatura elevatissima e disponibile in quantità illimitata, al punto che devo buttarlo fuori. Riscaldare l'abitacolo di un'auto elettrica durante l'inverno è un grosso dispendio di energia se devo assorbirla dal pacco di batterie. Si è visto che questo è un limite che praticamente preclude l'uso dell'auto elettrica nelle località dove d'inverno si raggiungono basse temperature, a meno di non dotarla di riscaldatori alimentati anch'essi a combustibile.

Ma non è questo l'unico limite; si è visto che l'auto elettrica non ha depressione, la depressione di un motore termico è quella che fa andare il servofreno: l'auto elettrica è molto più pesante di una termica, un servofreno è necessario così come è necessario un servosterzo: se si comincia a impiegare energia elettrica per muovere una pompa da depressione, una pompa per il servosterzo, il condizionatore e così via le cose si complicano. I giapponesi hanno lavorato molto a studiare questi aggregati dell'auto elettrica ovviamente aumentandone moltissimo l'efficienza e accontentandosi di ridurre le potenze e l'energia in gioco.

Così è nato, per esempio, dalla NISSAN, "FEV", un condizionatore, un riscaldatore per abitacolo che funziona a calore latente, per cui immagazzina il calore con pompa di calore, il calore delle batterie o del motore elettrico, poco calore dissipato, perché sappiamo che le

potenze in gioco sono esigue, e lo può riconsegnare tale e quale per riscaldare l'abitacolo.

Mercedes ha fatto uno splendido lavoro per quanto riguarda l'impianto di condizionamento di un suo prototipo che è la "Vision" Elettrica, che poi ha dato luogo alla classe A, nata come prototipo di vettura elettrica in cui si era studiata la sicurezza a bordo col pianale sdoppiato sopraelevato; ed era nata così proprio per far posto alle batterie sotto il pianale.

Andiamo avanti con i prototipi: ci sono Peugeot, Citroën e Renault, che hanno sviluppato prototipi e vetture di serie con un occhio molto accentuato alla produzione di serie, perché il governo francese ha finanziato questi studi e ha anche preteso che il veicolo prodotto fosse poi venduto: Renault, Citroën e Peugeot stanno vendendo in Francia, grosso modo arriveranno a 2.000 veicoli/anno che è il primo traguardo dal dopoguerra ad oggi di produzione che abbia un significato industriale.

Per questo, le scelte che hanno fatto non sono totalmente innovative: Peugeot conserva un motore a corrente continua però eccitato in maniera particolare; Renault è passato al sincrono, ma anche in questo caso i costi sono limitati. Il tutto è nato con un programma di Renault, sotto il nome "Elegie", che è terminato l'anno scorso, ha mostrato i risultati in gennaio e ha creato in fabbrica una rete di fornitori di Renault e anche di altre case che hanno preparato elementi piccoli, individuali: per esempio un convertitore DC/DC a bassissimo prezzo, di alta efficienza; per esempio, un carica batterie rapido che riesce in 20 minuti a dare alla batteria dal 70 al 75% della sua carica, di tipo domestico; per esempio altri misuratori del livello di carica a bordo che sono strumenti che, o sono embrionali e non servono, o sono molto sofisticati e hanno bisogno di elettronica e di computer e costano moltissimo: ecco, Renault è riuscita in questo miracolo di studiare gli aggregati, quindi sta nascendo l'auto elettrica di ricerca, a livello di soluzioni parziali.

Volkswagen ha lavorato moltissimo sull'auto elettrica fino al '90-'91 e poi ha smesso, per una decisione del suo Amministratore Delegato che è Piech, il nipote di Porsche, che evidentemente ha dimenticato che l'auto elettrica prodotta dal nonno, e che non vedendo, e direi con lungimiranza, nell'auto elettrica un prodotto capace di dare utili nel giro di 5 anni, alla maniera dei giapponesi ha detto basta, si cancella, non si fa e ha lasciato perdere.

Ha trascurato in sede di investimenti le ricerche spettacolose che Volkswagen ha fatto dall'85 in avanti fino al '92, producendo anche vetture decisamente innovative, studiando la batteria sodio-zolfo; anzi è quella che l'ha finanziata per la parte iniziale arrivando molto vicino alla produzione e facendo anche esperimenti sull'isola di Rugen, fornendo flotte di decine e decine di veicoli elettrici.

Fra le società che si sono cimentate in questi prototipi, bisogna segnalare la General Motors Europa - quindi la Opel - che lavorando su

quanto faceva dall'altra parte dell'oceano la casa madre, la GM USA, con la "Impact", ha introdotto innovazioni in campo europeo tutte degne di nota. La GM in America ha lanciato la "Impact", un progetto che risale agli anni '80. Infatti è dell'80 la mia prima intervista all'allora Presidente della GM, Smith, che promise che nell'82 avrebbe prodotto in serie una vettura elettrica della quale mi diede le caratteristiche e che sarebbe stata la Impact. Nel gennaio '90 il Presidente la presentò ufficialmente.

In America, per lavorare nel campo delle batterie si creò un consorzio, l'USAB, United States Advanced Battery Consortium, che riuniva gli sforzi e gli investimenti dei tre grandi, Ford, Chrysler e GM. Tutti e tre avevano lavorato attivamente proprio nel periodo in cui l'Italia e l'Europa erano tese, sull'inizio degli anni '80, a creare auto elettriche e veicoli commerciali leggeri elettrici. In realtà anche questo consorzio, che ha speso qualche cosa come 500 miliardi di lire in tre anni, ha indicato come unica soluzione industrialmente accettabile la batteria al piombo.

La Impact è nata con batteria al piombo; piombo avanzato, piombo speciale, ma nulla di più che piombo; quindi le energie in gioco sono limitate, il piombo da sempre riesce a dare teoricamente 40 Wh/kg; sappiamo che è in realtà un po' al disotto, sappiamo che dà 500 o 600 cicli di ricarica se tutto va bene, ma non dà ancora quello che ci si aspetta, che può far decollare l'auto elettrica.

La batteria sodio-zolfo è morta con l'abbandono da parte della ABB, Asea Brown-Boveri, dopo l'incendio della BMW, che lasciò perdere tutto. Era una batteria che prometteva molto bene perché le sue energie specifiche sono quadruple rispetto a quelle del piombo. E' rimasta la batteria nichel-cadmio, che ha lo svantaggio del costo, che è sei sette volte maggiore rispetto a quella al piombo: ha un'accusa da cui deve difendersi, quella di essere inquinante, un'accusa che viene fatta al metallo che impiega nell'interno; in realtà si tratta di un'accusa fantasma, perché non si può accusare un metallo di essere inquinante finché non ha inquinato, quindi è da rigettare l'accusa che una batteria sia inquinante se non ha inquinato, cioè se il metallo è in un contenitore e non viene disperso nell'ambiente potrebbe essere velenoso come sono velenose tutte le medicine o veleni che abbiamo in casa.

Queste accuse più o meno ricorrenti sono arrivate anche contro il piombo e le batterie al piombo, però si è visto che erano in realtà polemiche interne di varie industrie, di vari costruttori che temevano danni alla loro produzione.

Parliamo dei giapponesi, che hanno fatto l'unica cosa a testa china che dovevano fare quando la California ha chiesto per il '98, quindi per l'anno prossimo, che il 2% della produzione dei grandi costruttori importatori in California fosse di auto elettriche. Questa richiesta in realtà oggi è stata dilazionata; quindi se arriveranno, arriveranno nel 2003; si doveva partire con un 2%, che significava per i produttori che

importavano 100.000 vetture venderne 2.000; si è arenata di fronte al fatto che anche coloro che erano pronti a venderne 2.000 in realtà non avevano 2.000 clienti pronti per acquistarle.

I giapponesi però hanno obbedito ai diktat del CARB, California Air Research Board, cioè un ente per l'aria pulita, che ha facoltà legislative in California, e hanno obbedito producendo il massimo di ciò che industrialmente poteva esser prodotto: sia Nissan che Honda che Toyota hanno mostrato tre vetture in grado di raggiungere 100 miglia cioè 160 km a velocità ovviamente ridotta, intorno ai 70 km/h in rettilineo senza agitazioni dovute al traffico, quindi nelle autostrade californiane, dotate di tutto, anche di condizionatore.

Ho provato queste vetture. C'è uno sforzo industrializzatore fuori del comune perché se aprite il cofano di queste vetture, sembra il cofano di un'auto moderna giapponese di lusso termica, perché è tutto già razionale, tutto studiato; in realtà nessuna di queste verrà prodotta in serie adesso; sono pronte per il futuro e hanno tutte batterie al piombo, hanno pacchi di batterie. intorno ai 600 chili, per poter fare quella autonomia.

La Impact GM è stata messa in vendita pochi mesi fa a un prezzo abbastanza limitato, però c'è un leasing molto costoso: in realtà all'utente, ai pochi utenti pionieri, costa 50.000 dollari, il prezzo di una vettura costosa e ha gli stessi valori di autonomia delle auto giapponesi, usa anch'essa batterie al piombo, ha tante cose innovative ma si è scontrata con la impossibilità di trovare pionieri sul mercato americano che in nome dell'ecologia versino 50.000 dollari per viaggiare diciamo per 100 km ad andatura tirata o 160 km se ci si limita a percorsi autostradali.

Per ultimo, vorrei parlare della ZER, che conosco da vicino e della quale è importante valutare la rottura che ha creato col passato. ZER è un veicolo da record e come tale ottimizzato; a 100 km/h assorbe la potenza di tre cavalli, quindi una potenza vicina a quelle delle auto solari, soltanto il 10% di più. I primi motori termici 100 anni fa sono partiti con potenze di tre/quattro cavalli, oggi in un'auto termica, una grossa Mercedes, troviamo motorini d'avviamento con la stessa potenza elettrica di quanto ZER ne impieghi per marciare a 100 all'ora o di quanto ne avessero i motori termici di 100 anni fa; oggi troviamo alternatori che danno 130/150 ampere che moltiplicati per i 14 volt, perché dobbiamo prenderli per intero, danno più di 2.500 watt elettrici. che corrispondono a ormai quasi quattro cavalli.

Sappiamo che il rendimento di alternatori usati dall'industria automobilistica oggi è del 50-55%, quindi in realtà le potenze meccaniche in gioco sono il doppio. Allora, se esaminiamo l'auto termica di oggi vediamo che ha degli aggregati elettrici, motorino d'avviamento e alternatori, che una volta erano il complessivo delle potenze termiche in gioco, ma che ancora oggi potrebbero essere sufficienti a viaggiare a certe velocità. ZER, vi ripeto, a 100 all'ora assorbe 3 cavalli, a 200 all'ora ne assorbe 18, a 300 all'ora assorbe 68



cavalli, la potenza che aveva la "Jamais Contente" che ha fatto 105 all'ora.

La ZER ha fatto 305 all'ora con la stessa potenza, entrambi a distanza di quasi 100 anni con batterie al piombo. Ovviamente, cambia tutto: cambia la gestione, ora elettronica; cambiano i materiali impiegati, cambia l'assorbimento, allora vuol dire che anche nell'auto termica di oggi, potremmo ottenere risultati eccezionali in termini di consumo se razionalizzassimo tutti gli assorbimenti.

Nel pensare alla ZER, alla parte di gestione di energia, quella che ha curato mio figlio, si discuteva con lui se conveniva fare come avevano fatto gli americani nei 9 prototipi che hanno costruito per battere il record, e partire da un peso ipotetico di telaio di 1000 kg e dire: per viaggiare a 360 all'ora, che era il target, con 1.000 kg di telaio che potenza devo dare, 175 cavalli; bene, a questo punto che batteria devo mettere per avere quella potenza; devi mettere qualche cosa come 2.000 kg di batteria, poi però ritorni indietro a pensare che i 2.000 kg di batteria aggiunti ai 1.000 del telaio devono accelerare se stesse fino a 360 e nell'accelerare si spende altra energia; allora aggiungi un altro pacco di batterie; poi ti salta la potenza del motore e cominci a pensare che va anche raffreddato con quelle potenze istantanee, quindi aggiungi degli impianti di raffreddamento; poi ti accorgi che i cavi elettrici per gestire quelle potenze hanno bisogno di sezioni elevatissime, perché le correnti salgono a 400/500 ampere; aggiungi peso; morale: alla fine, tutti e 9 i prototipi americani e giapponesi per i tentativi di record hanno superato i 4.400 chili perché a furia di iterare eccessivamente si arriva a superare le 4 tonnellate.

Trovi un equilibrio in alto, hai problemi di smaltimento di energia, hai problemi di interruttore, di interrompere queste correnti, di gestire queste energie, di gestire lo smaltimento dell'energia passiva cioè i raffreddamenti, e hai tanti problemi di affidabilità.

Nella ZER siamo partiti da un concetto nettamente opposto: il veicolo pesa zero, ZER significa, oltre che Zero Emission Record, che il veicolo deve pesare zero; dopo di che ci metto tante batterie quanto bastano a se stesse per essere accelerate fino a 360, e poi contiamo i rimasugli: il peso del motore, della trasmissione ecc., infatti si è arrivati a un pacco da 600 kg di batterie al piombo, che con 280 kg di tutto il resto, cioè motore, trazione ecc. dava luogo a 880 kg di veicolo: in questa maniera non solo si è fatto un veicolo capace di fare i 305 all'ora, li ha fatti in curva e corrispondono a 341, però è in grado di fare 360 all'ora, ma è stato capace anche, assorbendo così poco, di fare in un'ora il record di 200 chilometri, e quindi in

un'ora 200 km/h, e di fare questo pochi mesi fa: un percorso di 468 km a 120 di media, quindi introducendo un nuovo record di autonomia; in realtà è un record che può essere portato tranquillamente a oltre 600 km, perché è nato un inconveniente. Questo record è partito al mattino con una batteria che lo ha penalizzato. In realtà, si possono oggi superare i 600 km a oltre 120

km/h di media perché abbiamo migliorato tutto il resto.

Cosa ci aspetta nel futuro? Ci aspettano le batterie nichel-idruri metallici, che sono vicine alla produzione industriale, non le abbiamo ancora su veicoli di serie, abbiamo le nichel-cadmio; si sperimenta la ZEBRA, (Zero Emission Battery Research Activity), che è una batteria nichel-cloruro di sodio e che ha le caratteristiche di quella sodio-zolfo; è calda come quella e sembra stia dando risultati in termini di affidabilità molto soddisfacenti, sono in tanti a lavorarci, si attendono le litio-polimeri, che sono le batterie del futuro; sappiamo che nei telefonini sono presenti entrambe le batterie che vi ho citato; non sono ancora in dimensioni tali da essere impiegate nell'automobile; abbiamo le zinco-aria, ma per le zinco-aria abbiamo qui con noi chi ci può parlare molto più profondamente.

#### *MARCO ZAMPOLLI*

Mi occupo per conto della Edison Termoelettrica dell'impiego delle batterie Zn-Aria su veicoli elettrici. La Edison, ben nota come produttrice di energia elettrica, è impegnata da qualche anno in un programma abbastanza ambizioso di diversificazione delle proprie attività, tutte situate nel settore energetico: entrare nel settore specifico dell'accumulo elettrico. E' così nata una apposita divisione "Sistemi di accumulo", con il suo Centro di Ricerca e Sviluppo di Trofarello (Torino), acquisito all'inizio del 1993, quando hanno avuto inizio lo studio e lo sviluppo del "sistema" batteria Zn-Aria, del quale è capofila la "Electric Fuel Ltd" di Gerusalemme.

La scelta di una batteria di tipo a combustibile, che Edison preferisce definire a ricarica meccanica, per l'unicità di questa caratteristica, è parsa opportuna perché offre la possibilità di una risposta più immediata alle esigenze di veicoli stradali puliti, cioè non inquinanti, nei confronti degli autoveicoli con motore termico, responsabili di una quota non trascurabile dell'inquinamento gassoso delle città.

Cercherò di spiegare la natura particolare della nostra batteria e le conseguenti sue esigenze, diverse da quelle delle batterie tradizionali

Il confronto fra autoveicolo a motore termico e veicolo con tecnologia Zn-Aria risulta da: consumo di carburante da un lato e scarica della batteria dall'altro; poi rifornimento di carburante contro sostituzione automatizzata degli elettrodi esausti. Se si sale a monte, alla raffineria per produzione di carburante corrisponde l'impianto di rigenerazione centralizzato degli elettrodi scarichi, secondo lo schema degli impianti pilota realizzati fino ad oggi. La frequenza dei rifornimenti dipende ovviamente dall'autonomia e, per la Zn-Aria, essa arriva, su city car e veicoli commerciali sperimentati in percorsi extraurbani, vicino ai 300 km, mentre per uso urbano si può contare su una autonomia di 250 km.

Vediamo ora il metodo di ricarica, nel raffronto fra autoveicoli elettrici dotati di batteria convenzionale, e rispettivamente di Zn-Aria. Nel caso di quest'ultima, supposta già realizzata una adatta rete di stazioni di

ricarica, dopo una sosta di pochi minuti per la sostituzione degli elettrodi il veicolo riprende subito la marcia con disponibilità della massima autonomia. Per gli accumulatori convenzionali la ricarica completa richiede alcune ore con il caricabatterie domestico o quello di bordo collegato alla linea monofase (caso più comune).

La batteria Zn-Aria può essere formata da moduli di 66 celle, dimensione ora abbandonata per la rapida evoluzione prodottasi a favore di una configurazione di 132 celle per veicoli leggeri (Marbella, Panda, Ducato) e di 264 celle per veicoli commerciali. Fra questi ultimi vi saranno nel corso di quest'anno i furgoni postali della città di Brema. Infatti in Germania è in corso di evoluzione un progetto del Bundespost per l'elettificazione della sua flotta e nell'ambito di esso la Electric Fuel Ltd ha costruito un impianto di capacità adeguata all'esercizio di una sessantina di veicoli Mercedes e Opel dotati di batteria Zn-Aria, destinati a un test operativo, al quale guardano con interesse anche gli svedesi.

La batteria è formata da una serie di celle, che non mi è possibile trattare più a fondo in questa sede, le quali nella configurazione minima di un gruppo di 22 formano un blocco. Sei blocchi formano una batteria da 132 celle e dodici blocchi una batteria da 264 celle. Le celle funzionano con elettrolito alcalino. L'anodo di Zn si ossida durante la scarica (con produzione di calore) ed è attraversato da un passaggio per l'aria di reazione: questo è il cuore della batteria. E' un elettrodo in matrice carboniosa semi-permeabile che da un lato consente il passaggio dell'aria e dall'altro impedisce l'uscita dell'elettrolito (idrossido di potassio).

Per funzionare la batteria necessita di dispositivi ausiliari e relativa elettronica di controllo, che provvedono al dosaggio dell'aria e anche al raffreddamento dell'elettrolito mediante pompa di circolazione e radiatore esterno, per mantenere la temperatura a circa 50°C. La macchina per la sostituzione degli elettrodi è un robot capace di cambiare in 10-15 minuti gli elettrodi della batteria in modo automatico. Una ipotetica flotta è opportuno sia dotata almeno di una macchina di questo tipo.

L'impegno maggiore di tutto il ciclo è costituito dall'impianto di rigenerazione degli elettrodi mediante processo di riduzione (chimica) dell'anodo da riportare a Zn metallico. Le sezioni dell'impianto sono quattro: frantumazione, dissoluzione, separazione elettrochimica, dosaggio e pressatura degli anodi.

A fronte di queste implicazioni abbiamo importanti vantaggi:

Percorrenza e economia: la potenza specifica della batteria Zn-Aria, di gran lunga superiore a quella delle batterie tradizionali, porta il peso a 1/6 rispetto alle batterie al Pb e il volume a 1/3: nel progetto Marbella con metà peso rispetto al Pb, la percorrenza extraurbana è risultata di 300 km.

La batteria Zn-Aria non soffre la perdita di capacità in funzione del regime di scarica, cioè si dispone all'incirca della stessa capacità sia

scaricando in tre ore o in sei ore, a parte i limiti di temperatura. Questo importante vantaggio ha anche il pregio di consentire in modo semplice il conteggio dell'energia consumata.

Sicurezza: Per la Zn-Aria è da escludere l'incendio, a parte l'impiego di materiali ignifughi, poiché l'arresto del suo funzionamento, in caso di qualunque incidente, interrompe il passaggio dell'aria.

Temperature: Anche molto basse non impediscono un funzionamento corretto, poiché la reazione di ossidazione dello Zn è accompagnata da produzione di calore.

Durata: Risulta da prove di laboratorio, equivalenti a quelle di percorrenze stradali di 100.000 km.

Costi: Da dati stimati, in proiezione, su 10.000 autoveicoli si individua un costo paragonabile a quello della gestione a benzina con possibilità di riduzione, procedendo al di là della soglia di 10.000 veicoli.

Rispetto dell'ambiente: Nel proprio ciclo vitale la Zn-Aria è costantemente esente da qualunque emissione nociva, anche nella fase rigenerativa, poiché il relativo impianto è predisposto a ciclo chiuso.

Sperimentazione su strada: Il prototipo impiegato, vettura termica trasformata in elettrica all'origine, dotato di batteria Zn-Aria da 132 celle è stato la prima vettura-studio della Edison è con essa si è giunti a percorrere 300 km con una carica. La batteria di 132 celle, pesante 210 kg, ausiliari compresi, eroga una potenza costante di 7,5 kW con valore di picco di 18 kW. L'energia immagazzinata è di 37,5 kWh e quindi l'energia specifica è di circa 180 Wh/kg, valore assai interessante se confrontato con il Pb.

I risultati raggiunti dalla Edison in questo progetto sono stati conseguiti lavorando a piene risorse, finanziando quasi completamente la ricerca, salvo quanto pervenuto dalla partecipazione al progetto europeo "Thermis".

Edison crede in questo progetto e spera vengano superate le limitazioni tecniche tuttora esistenti, augurandosi di trovare chi voglia associarsi al suo programma.

#### *FRANCO DI BLASI*

Ringrazio l'Ing Sandro Colombo per aver voluto inserire in questa Tavola Rotonda sia la presentazione della mia raccolta "TES '97", cioè un compendio sulla Trazione Elettrica Stradale fino a tutto il 1996, sia la consegna dei volumi, che conclude la riunione.

Prima di trattare dei contenuti, mi sembra necessario un cenno sull'origine di questo lavoro, che ha parecchi precedenti, non tutti automobilistici, del mio proposito di riunire documentazione varia di un dato tipo, in fascicolo o volume, per una agevole consultazione.

Alla documentazione sul veicolo elettrico stradale che raccolsi prima e durante la guerra 1939-1945, andava aggiungendosene altra più recente da giornali e riviste, con un crescendo di interesse per gli aspetti ecologici ed una esperienza familiare con la ZELE 1000, la

piccola due posti elettrica di Zagato, dei primi anni Settanta.

Dalla passione per questi problemi nacque la decisione di dare carattere sistematico alla raccolta dei documenti e, poco dopo l'inizio, visto l'impegno di energie e di tempo, si impose il proposito di rendere partecipi anche altri della possibile utilità documentale del lavoro, ai fini di una più sicura conservazione e di una più ampia utilizzazione dei testi tratti dalla pubblicistica italiana e straniera, in assenza (per quanto finora noto) di altra pubblicazione similare.

Seguì un periodo di ricerche bibliografiche con prolungata assiduità alle biblioteche e di intese con amici appassionati a questi stessi problemi, entro e fuori dell'AISA. Individuai i centri di conservazione, diciamo istituzionale, della futura raccolta nella Commissione Italiana Veicoli Elettrici Stradali, la CIVES (costituitasi nel 1979) e nel RIVES, cioè il Registro Italiano Veicoli Elettro Solari.

Dai soci AISA, al corrente dell'iniziativa, ebbi aiuti anche spontanei attestanti la cordialità dei rapporti all'interno dell'Associazione, e ricevetti anche richieste del mio compendio. Li ringrazio per la fiducia e per l'incoraggiamento ad un impegno di non breve durata.

Passiamo ora ai contenuti. Oltre al grosso nucleo storico, il mio personale interesse - considerata la mia preparazione di base - era ed è rivolto alle molte novità provenienti dal campo chimico, novità capaci di rinnovare il veicolo elettrico e, più precisamente, le pile a combustibile, i nuovi polimeri conduttori per le batterie e per i non meno utili supercondensatori, i nuovi materiali per strutture più leggere, la captazione dell'energia solare ed altri ancora.

Dalla ricerca che si sta compiendo in questi particolari settori uscirà ciò che oggi è atteso da tutti, grandi costruttori e aspiranti utenti, per costruire la vera vettura elettrica o meglio i diversi suoi tipi secondo la tecnologia prescelta.

A questa importante fase è dedicato quasi tutto il secondo volume della "TES '97", mentre il primo, di pari mole, tratta ampiamente delle origini e dello sviluppo dei veicoli elettrici fino alla crisi dell'energia (guerra del Kippur, 1973) proseguendo con la cronaca fino ad oggi. La raccolta, costituita da fotocopie (A4) degli originali, è divisa in 10 capitoli e i primi 3 costituiscono il primo volume con 1156 pagine (cioè 538 fogli) mentre il secondo ne ha 1106, risultando un totale di 2262 pagine. 128 pagine (5,65%) sono lasciate bianche per gli aggiornamenti.

Quanto alla provenienza, gli articoli ed estratti in lingua italiana sono ovviamente la maggioranza: fra le riviste è in testa *Quattroruote*, seguita da *Auto Italiana*, *Motor Italia*, *L'Elettrotecnica*, *ATA*, *La Chimica* e *l'Industria*, *Auto Tecnica*, *Auto Elettrica*, mentre fra i quotidiani prevale il *Corriere della Sera*. La presenza del francese è solo su 104 pagine, mentre all'inglese contribuiscono numerosi articoli di *Automotive Engineer* (dal 1960 ad oggi), uno solo di *Automobile Quarterly*, nonché alcuni articoli di *La Chimica* e *l'Industria* e gli atti

del seminario de L'Aquila.

Gli atti ufficiali raccolti sono tre Rendiconti dell'Associazione Elettrotecnica Italiana (A.E.I.) degli anni 1928, 1936 e 1940 e quelli dei Convegni ENEL-CIVES di Roma del 1980, di Montecatini del 1982, dell'Autodromo di Monza del 1992 e del Seminario Internazionale dell'Università de L'Aquila del 1996.

La mole della documentazione per quanto considerevole non è priva di lacune malgrado l'impegno della completezza, non sempre attuabile nella misura desiderata. Certo la quantità di informazioni e di indicazioni aiuta ad acquisire quanto non direttamente offerto.

In ogni modo per mantenere viva l'attualità del compendio è necessario un aggiornamento periodico: è il consiglio che do agli amici qui presenti, Prof Edoardo Rovida, Franco Maggiolini del RIVES, nonché Pietro Menga del CIVES, a ciascuno dei quali consegno subito una copia della "TES '97" aggiornata ad aprile 1997.

*SANDRO COLOMBO*

Complimenti all'autore. Sia per rimediare alle lacune sia per continuare impegniamo fin da ora l'Ing Di Blasi alla compilazione del terzo volume. Ora darei spazio alle domande e agli interventi

*GIORGIO VALENTINI*

Vorrei aggiungere qualche considerazione a quanto ci ha esposto con molta completezza l'amico De Vita, circa le ultime applicazioni. Io mi occupo di vetture elettriche al CRF, Centro Ricerche Fiat, quindi posso aggiungere qualche elemento interessante e qualche considerazione che ho fatto personalmente, che forse non sempre coincide con le strategie della Fiat

Prima di tutto devo dirvi che l'esperienza Downtown è decisamente superata dall'esperienza ZIC (Zero Impact Car), vettura poco nota perché il Centro Ricerche non la ha pubblicizzata; però se ne può parlare. I motori ruota, come è stato detto e spiegato, sono di vecchissima data, sono stati

superati poi dalle idee che ulteriormente vennero introdotte nella trazione elettrica; il motore ruota lento non si giustifica anche per ragioni costruttive e di architettura della vettura. Oggi si tende a costruire motori brushless ad altissima velocità. Costa molto meno un motore leggero ad altissima velocità più un riduttore che non un motore ruota; questo devo dire subito della Downtown. Ho guidato a lungo la Downtown e bisogna dire che le prestazioni ci sono. E' stato un progetto fatto e realizzato in tempi molto brevi, mentre la ZIC è stata costruita in tempi più lunghi e pensata abbastanza a lungo. La ZIC utilizza motori brushless a corrente alternata a oltre 10.000 giri, con inverter e controllo a riluttanza variabile: questo è l'orientamento che tutti penso utilizzeranno in futuro. Come ha detto De Vita, ci sono due problemi: uno è la ricerca, l'altro sono le poche esperienze,

diciamo in commercio, dove si cerca di utilizzare metodi e costruzioni piuttosto note e di basso costo; ancora oggi, le auto trasformate da vetture di serie in auto elettriche utilizzano motori a corrente continua e chopper, cioè il sistema che, per esempio, si usa nei carrelli elevatori.

La ZIC è stata anche progettata e disegnata per la riduzione di massa; è stata una esperienza interessante sia dal punto di vista dei materiali adottati che per il controllo del sistema di trazione. Come ha detto De Vita: alla trazione elettrica va accompagnata tutta una utilizzazione del veicolo, altrimenti il problema di massa diventa critico.

L'esperienza ZIC fatta con 3, 4 serie di batterie, ci ha fatto arenare di fronte ai costi. Il futuro è difficile; si auspica che sia rapido, ma pensiamo che il futuro delle batterie, dal punto di vista industriale, sia piuttosto lento perché i costi sono ancora molto elevati.

In CRF si è utilizzato prima il piombo gel nelle versioni più sofisticate (Sonnenschein), poi il piombo gel più avanzato della Horizon, che aggiunge un buon 30% alla potenza delle tradizionali, cioè dai 30 si è passati ai 40 Wh/kg; si è passati, poi, al sodio-zolfo; le batterie al sodio-zolfo e agli idruri metallici richiedono una costante temperatura tra 270 e 300 gradi con un consumo di circa 70 watt continui, problema non semplice dal punto di vista della gestione della batteria; si è accantonato il sodio-zolfo e si è passati al sodio cloruro di nichel e successivamente al nichel-idruri metallici e direi che i risultati sono sensibilmente migliorati: è un passo avanti. Certo la massa della batteria rappresenta un problema delicato; oggi si stanno utilizzando gli idruri metallici che in questo momento vanno meglio.

Sicuramente, il futuro è nel litio-carbone, nel litio-polimeri cui hai accennato; però si parla di industrializzazione intorno al 2010, non prima; la Sony se ne sta occupando, partendo dalle batterie che si usano nelle videocamere.

In attesa dell'alleggerimento delle batterie noi siamo convinti che il futuro prossimo sarà quello delle vetture ibride, ma non quelle giustamente citate da De Vita: le vetture ibride parallele con motori termici potenti risolvono il problema dell'aver lanciato questo messaggio, anche perché le prestazioni sono impressionanti. Ho guidato la macchina con 40 kW elettrici più altri 50 kW termici e quando li metti in parallelo è un mostro; non è questo l'orientamento del futuro; il futuro è il cosiddetto APU, cioè Auxiliary Power Unit, una unità da 4 a 7 kW; con un generatore ad alta velocità. Questa unità termica può essere ottimizzata dal punto di vista delle emissioni perché ha due regimi soli, cioè il minimo e la carica; a questo punto si può mappare, diciamo così, molto meglio di quanto non si faccia con la trazione tradizionale, quindi con emissione bassa, consumi specifici bassi, serve per ridurre la massa delle batterie, che comunque è un elemento che concorre ai consumi, si dimezzano le masse delle batterie. Questo pensiamo sia il futuro per le city car.

Il problema del veicolo elettrico è anche un problema di costi: la

batteria, la sua durata e quindi la rigenerazione sono molto costosi per l'utenza.

L'altro problema è quello energetico: la vettura elettrica deve soprattutto risolvere i problemi di inquinamento concentrato, e quindi le vetture elettriche in città si giustificano; vedi il problema dello ZEV (Zero Emission Vehicle) in California, che però già sta facendo un po' marcia indietro verso ULEV (Ultra Low Emission Vehicle) cioè il contenimento a bassissima emissione dannosa.

Il problema energetico globale non lo si risolve perché, per ora, l'energia termica consumata nel veicolo elettrico è pari a quella dei veicoli con motore termico, a meno che non si parli di nucleare: ma qui in Italia non si può parlare di nucleare.

#### *MENGA*

Faccio parte della CIVES; Commissione Italiana Veicoli Elettrici Stradali. Ci si è concentrati in questa nostra tavola rotonda sugli aspetti tecnologici. Oggi ci sono tutte le conoscenze per realizzare veicoli elettrici a basse prestazioni con autonomia dell'ordine del centinaio di km; esistono in commercio; le esperienze fatte con la ZIC o con altri veicoli hanno dimostrato che con batterie di tipo tradizionale il centinaio di km è raggiungibile già oggi.

C'è una prospettiva di ulteriore evoluzione tecnologica, se verrà la batteria potente. Mi occupo di batterie da circa 25 anni, non sono ottimista sul fatto che venga disponibile a livello industriale nel giro di 10 o 15 anni. La zinco-aria che ci è stata presentata è un'opzione interessante, possibile, potrebbe avere uno sbocco concreto per quanto riguarda i veicoli che hanno percorrenze di 300 km: come i taxi, gli autobus. Una infrastruttura complessa e costosa si giustifica con la produzione di questo tipo, al quale Edison Termoelettrica guarda con molta attenzione.

Però al di là di questo, batterie in grado di portare ad autonomie di questo tipo senza forti problemi infrastrutturali, come la batteria litio-polimeri, non saranno pronte tra 10 o 20 anni a livello industriale, perché non sono ancora risolti i problemi di base.

Espongo una considerazione in via astratta, provocatoria: abbiamo un automezzo che ha dei vantaggi in termini ambientali, anche se non risolve in modo radicale il problema energetico in senso lato, abbiamo delle possibilità di utilizzo che sono compatibili con le modeste prestazioni di oggi; nel 90% dei casi le percorrenze urbane sono al di sotto dei 60 km giornalieri; con un veicolo da 100 km si soddisfa quasi tutta la circolazione urbana.

E' un problema culturale; la capacità di far accettare un mezzo povero come seconda, terza, quarta vettura, che non deve confrontarsi con l'auto tradizionale. Sarebbe un anello in un sistema integrato di trasporti; la cui dimensione permetterebbe di abbattere i costi.



*SANDRO COLOMBO*

Non si tratta di problema culturale, ma di problema tecnico. E' la legislazione che lo rende tecnico: non possiamo fare un veicolo che non ottemperi le norme sul crash, che non ottemperi tutto quello che viene richiesto normalmente ad ogni autovettura. Le attuali auto elettriche hanno prestazioni inferiori a quelle a benzina e costano il doppio. Il costo è un problema di quantità, ma al di sopra di un certo livello. Oggi la base per portare a questo livello non c'è.

*LANDSBERG*

Sono d'accordo col Presidente e mi considero un utente. Quello che dice il signore obbliga la gente ad avere la seconda macchina, ma bisogna anche ricordare che con l'avvento dell'automobile, e l'America insegna, la maggior parte della gente non abita più nei centri, ma a 30, 40 e anche 100 km dai grossi centri e tutti i giorni, o molto spesso, fa un tragitto di oltre 100 km. A Milano continua a ridursi la popolazione, mentre al di fuori aumenta; si vorrebbe obbligare la gente alla seconda macchina, perché ci vuole sempre l'auto termica per fare i viaggi lunghi, e dove mettiamo il doppio delle macchine che ci sono oggi ?

*DE VITA*

L'obiezione dello spazio direi che forse non vale, perché di spazio ce n'è tanto. In America hanno cinque automobili a testa e il posto l'hanno trovato. Noi non abbiamo costruito i garage. Abbiamo sbagliato, hanno sbagliato i nostri politici e non stiamo qui adesso a giustificarli, tutt'altro.

A Rio de Janeiro, già nell'80, la legge obbligava gli appartamenti nuovi ad avere tanti posti auto indipendenti quante erano le camere da letto. Questo basta a dire quanto erano più avanzati di noi. Il problema dell'auto elettrica in nome della cultura lo vedrei in questo modo: non può essere superato con un problema di cultura, perché la cultura alla gente non la si vende né la si impone; è vero che se fosse diversa la cultura si potrebbero avere tanti pionieri che comprano auto a idrogeno. Purtroppo non è così.

Il problema va impostato in un altro modo. E' possibile, industrialmente, quindi con vantaggi economici, introdurre un nuovo mezzo di trasporto che non dobbiamo chiamare automobile, che non dobbiamo omologare come automobile, che lasciamo parcheggiata in file di venti in certe piazze delle città, dove la gente possa con una card prenderle e girare per un'ora e mezzo, tre ore, non inquinando, a velocità uguale a quella degli altri utenti del traffico cittadino e riconsegnandola dove vuole.

Questo è oggi possibile tecnicamente per quanto riguarda le prestazioni del veicolo, è conveniente economicamente per chi vi fa ottenere un'omologazione al di fuori delle regole, creando una nuova

categoria di veicoli. La gente li userà se ha dei vantaggi in termini di comodità, comfort e anche economia. Quindi tutto deve costare poco. Si diffonderà senz'altro questo nuovo metodo di trasporto. Se non ci sono questi vantaggi, la cultura e le leggi non servono.

#### *DOMANDA*

Il desiderio di vedere realizzati questi programmi e questi sogni mi attira decisamente. Sarò imbarazzato quando qualche ambientalista mi verrà a chiedere come risolveremo il problema dell'accantonamento e del recupero o riciclaggio delle batterie, il giorno che avremo un numero consistente di mezzi a batteria.

#### *DE VITA*

Come ho detto prima, il verbo "inquinare" è fasullo; l'aggettivo "inquinante" lo è ancora di più: finché non collego l'azione dello sparpagliamento di un prodotto nell'ambiente. Se dico: il piombo è inquinante, devo aver tritato il piombo, fatto polvere e disperso nell'aria o per terra, e qualcuno deve utilizzare quell'aria. Non posso dire: il cadmio è inquinante se obbligo chi vende batterie al cadmio a ritirare vecchi contenitori di batterie esauste col vecchio cadmio.

Se faccio questo, e lo impongo per legge, il cadmio non circolerà. Non posso dire che l'inchiostro che tengo in casa nello scaffale è inquinante; certo nel momento in cui una goccia di inchiostro va nella bottiglia di champagne io ho inquinato perché non separo più le cose: l'inquinamento è miscela di due cose, una utile con un'altra dannosa, inseparabili: ma se sono tenute separate non ho inquinato, quindi è falso l'aggettivo che i verdi usano e abusano di inquinante.

E' un aggettivo che noi tecnici dovremmo riposizionare: non ha inquinato ancora, quindi non è inquinante. Basta chiedere una legge che autorizzi la vendita di batterie al piombo, al cadmio, quello che vuoi, solo in cambio del riciclaggio del vecchio contenitore: basta, non si inquina più, non esiste problema

#### *MARIO BONIFACIO*

Sono Bonifacio, RIVES, Registro Italiano Veicoli Elettrici, nonché delegato della CSAI per le auto elettriche. Ieri c'è stata la prima gara del campionato italiano e del campionato europeo. Le auto elettriche, confrontate con le termiche, hanno spiccato tempi delle 1600 gruppo N, come d'altra parte si era già visto nelle precedenti gare degli anni passati.

Queste macchine non sono costruite con grandi ricerche, dietro ci sono persone normali, ingegneri, non c'è il Centro Ricerche Fiat; l'abbiamo visto in anni passati ma poi non l'abbiamo più visto. E' significativa questa constatazione. Io abito 25 km fuori Milano, uso tutti i giorni un'auto elettrica, faccio 25 km andare e tornare, non ho nessun problema da diversi anni, con una Torpedo che poi è l'unica auto più o

meno vendita di serie.

*MARCO ZANNONI*

Sono architetto, e faccio sull'auto elettrica una considerazione brevissima da un punto di vista professionale. Mi sembra importante considerare che forse l'automobile elettrica deve far assolvere una necessità, che è quella di rivisitare il modo abitativo contemporaneo, perché il problema che nasce nelle città non è tanto nel fatto che sono, almeno a mio giudizio, meno abitate in quanto la popolazione si porta all'esterno, ma in quanto fino ad oggi l'automobile si è infilata nelle città che esistevano già.

Quindi uno dei motivi di ricerca su un'automobile elettrica, o su un mezzo di trasporto alternativo, è di pensarlo con lo sviluppo che adesso ha la città, non pensare un oggetto che si deve infilare in un sistema che già vive per conto proprio, pensare un oggetto che sia complementare a questo sistema.

L'elettricità è una forma alternativa di alimentazione, ma è l'oggetto automobile che deve riinfilarsi in un tessuto che ormai gli è estraneo; non che uno si debba adattare all'altro, ma insieme si devono sviluppare per risolvere una serie di problemi che sono sotto gli occhi di tutti.