

L'EVOLUZIONE DELL'AUTO FRA TECNICA E DESIGN

di **Sandro Colombo**

Convegno del Collegio degli Ingegneri di Verona

Verona, 30 ottobre 2001

Questo intervento intende analizzare le linee fondamentali di sviluppo di un veicolo che, partendo dalle premesse anticipatrici di alcune menti illuminate giunto a diventare nel corso del XX secolo il mezzo motorizzato più diffuso per la mobilità individuale e una realtà imprescindibile della nostra vita quotidiana.

Non è facile affrontare un tema così vasto in breve tempo. I pericoli infatti sono due: quello di sembrare troppo superficiali e generici per chi già conosce l'argomento e quello di sembrare troppo astrusi per persone che hanno una conoscenza superficiale della tecnica automobilistica.

L'automobile si presenta all'inizio del secolo XX con due connotazioni ben distinte: una derivante dallo sviluppo dei quadricicli di origine motociclistica che sono nati dall'idea del conte **De Dion** del 1893 e l'altra fatta da grandi vetture che sono vere e proprie carrozze senza cavalli, delle quali conservano ancora i nomi (landeau, tonneau, phaeton ecc.), con una particolare propensione a mascherare nelle forme esterne ogni presenza del motore.

I motori disponibili all'inizio del secolo vanno dal monocilindrico o dal bicilindrico per i quadricicli ai quattro cilindri di grande cilindrata unitaria per i veicoli di maggiori dimensioni. I regimi di rotazione massimi sono attorno ai 1000 giri/min e le potenze sono dell'ordine dei 5 CV/litro.

Lo sviluppo del nuovo mezzo è particolarmente rapido anche oltre Atlantico e lo testimonia il Salone dell'Auto tenutosi nel novembre 1900 al Madison Square Garden di New York con il patrocinio dell'Automobile Club of America che vede la presenza di 300 tipi di automobili e di 48.000 visitatori. Partendo da questa situazione analizzeremo lo sviluppo dell'auto nel secolo appena concluso suddividendolo in tre periodi: il primo dall'inizio del secolo alla prima guerra mondiale, il secondo relativo agli anni fra le due guerre ed il terzo dalla fine degli anni Quaranta ai nostri giorni.

1 - Dal 1900 alla prima guerra mondiale

In questo inizio del secolo assistiamo a una sorprendente quantità di proposte innovative dovute, oltre che alla fertile intraprendenza dei tecnici, anche alla mancanza di quei condizionamenti derivanti da soluzioni consolidate che si faranno sentire sempre di più negli anni successivi.

Nel campo dei propulsori, sussiste ancora un'incertezza su quale sarà il

motore del futuro fra i nuovi motori a combustione interna, il motore elettrico, detentore fra l'altro del record mondiale di velocità ad oltre 105 km/h con la "Jamais Contente" del barone Jenatzy nel 1899, e quello a vapore, che conta ancora molti sostenitori. Ma, abbastanza presto, ci si accorge che è il nuovo motore a combustione interna ad offrire le migliori prospettive di sviluppo, soprattutto in termini di peso e di autonomia di marcia.

Bastano infatti pochi anni per assistere anche alla sua evoluzione in termini di layout. In aggiunta ai più diffusi quattro cilindri, abbiamo nel 1906 l'offerta dei primi sei cilindri da parte di alcune ditte americane, fra le quali la Pierce-Arrow e la Ford, e, dello stesso anno anche il prototipo di un otto cilindri a V della Marmon raffreddato ad aria con blocco in lega leggera. Nel 1908, viene presentato il primo V8 di serie da parte della francese De Dion e, nel 1912, la **Packard** americana introduce il primo dodici cilindri di serie, il Twin-Six con pistoni in lega leggera. Decisivi in questi anni per i progressi dei motori, sono il magnete ad alta tensione introdotto da Bosch nel 1902 ed il rapido perfezionamento dei carburatori a getto comparsi la prima volta per opera di Maybach nel 1892. L'avviamento elettrico del motore lo troviamo di serie per la prima volta, su una Cadillac nel 1912.

Per quanto concerne la trasmissione, l'albero cardanico e la coppia conica finale, introdotti da **Louis Renault** con un brevetto del 1898, vanno progressivamente sostituendo alla trasmissione a catena e già nel 1902 l'olandese Spyker presenta la prima vettura a quattro ruote motrici. Gli pneumatici, introdotti negli anni Novanta del XIX secolo, hanno ormai largamente sostituito le fasce di gomma piena e vengono prodotti con vari tipi di battistrada.

La frenatura a tamburo agisce sulle sole ruote posteriori. La prima vettura di serie che risolve il problema di conciliare la frenatura anteriore con la necessità di sterzata delle ruote, l'**Isotta Fraschini** del 1910 che, per l'anno successivo, ritorna alla sola frenatura posteriore.

Sempre per quanto riguarda la sicurezza, da segnalare l'inizio dell'adozione di fari elettrici, che avviene nel 1905 su alcune vetture americane e quella dei tergicristalli introdotti con comando a mano nel 1912.

Importante, per quanto riguarda i telai, la rapida sostituzione delle iniziali strutture in legno con quelle in acciaio.

Anticipazioni e stile

Fra le anticipazioni troppo premature per trovare terreno di applicazione, abbiamo un servosterzo elettrico introdotto dalla Columbia su un camion nel 1902, l'antifurto sul sistema di accensione offerto come optional dalla **Cadillac** nel 1904, una vettura a trazione idrostatica della **Panhard** nel

1906 e, sempre da parte dell'americana Columbia, nel 1908, la vettura "Gasolect" nella quale il motore aziona un generatore elettrico che alimenta motori elettrici posti nelle singole ruote.

Per quanto concerne lo stile, il fatto più importante, in relazione anche alle aumentate potenze dei motori, è costituito dalla presenza dominante del radiatore, prima nascosto assieme al motore o montato lateralmente, che ora campeggia sul frontale della vettura con cofani che ne seguono la linea e che diventano l'elemento essenziale della nuova forma dell'auto sottolineando con la loro lunghezza la potenza dei motori che nascondono.

Del 1912 è la prima vettura da turismo aerodinamica, con carrozzeria a goccia, fatta realizzare alla carrozzeria Castagna dal milanese Conte Ricotti nel 1912 su telaio Alfa Romeo.

Ma il fatto più importante del decennio è la comparsa della **Ford Modello T** nel 1908, una vettura che è l'espressione di un nuovo modo di costruire e di vendere l'automobile. Semplicità costruttiva e di funzionamento, assoluta affidabilità, leggerezza, potenza sufficiente in ogni occasione e costo di esercizio molto basso sono i cardini del successo di una vettura che all'inizio degli anni Venti costituiva la metà di tutte le vetture in circolazione nel mondo.

Le corse

Non possiamo chiudere la panoramica di questo primo periodo senza accennare alla grande diffusione raggiunta in questi primi anni dalle competizioni automobilistiche. Oltre alle gare su lunghe distanze che culminano con la **Pechino-Parigi** del 1907, abbiamo la nascita delle prime gare in circuito con la **Coppa Gordon Bennett** che, nel 1900, è la prima competizione secondo una formula basata sul peso. Nel 1906, abbiamo il primo **G.P. dell'Automobile Club di Francia** sul circuito della Sarthe vicino a Le Mans e nello stesso anno si corre in Sicilia la prima **Targa Florio**. Del 1907 è la costruzione del primo autodromo con curve sopraelevate, quello di Brooklands in Inghilterra. Nel 1909 nasce quello di Indianapolis.

Formule spesso assurde regolano le competizioni di questo inizio di secolo con una prima suddivisione fra le "vetturette", con un massimo di due cilindri, e le altre vetture da competizione.

Nella formula libera è una continua rincorsa all'incremento delle cilindrata. La Blitzen Benz, una vettura da competizione che batte il record mondiale di velocità nel 1909 e lo migliora nel 1911 alla media di 228 km/h, record che rimarrà valido fino al 1922, ha un motore di 21,5 litri di cilindrata, che sviluppa 200 CV a 1650 giri/min.

Nel 1912 la Peugeot indica una nuova strada con una vettura dotata di un

motore con distribuzione bialbero e quattro valvole per cilindro, raggiungendo potenze dell'ordine dei 20 CV/litro.

L'idea di questo motore viene presentata dal pilota italiano Zuccarelli e dai piloti francesi Goux e Boillot agli uffici tecnici Peugeot che la respingono. Non così la direzione della Società francese, che assume, per svilupparla, l'ingegnere svizzero Ernest Henry. Durante la sua preparazione, questo gruppo di lavoro era stato battezzato dagli uffici tecnici Peugeot con l'epiteto di "charlatans", ma i fatti dovevano dar presto ragione al gruppo con la vittoria nel G.P. dell'A.C.F. del 1912 con Boillot e, l'anno successivo, con quella ad Indianapolis di Emil Goux.

2 - L'automobile fra le due guerre

Alla ripresa produttiva dopo la prima guerra mondiale, nella produzione di serie europea la maggioranza dei motori di serie sono a quattro cilindri con cilindrata comprese fra 1,5 e 3 litri e con potenze specifiche attorno ai 12 CV/litro a regimi di rotazione attorno ai 2000-2500 giri/min. In quella americana le cilindrata sono decisamente più elevate e mediamente attorno ai 4 litri. Dominano comunque quantitativamente i motori a valvole laterali rispetto a quelli a valvole in testa e le caratteristiche geometriche sono ancora caratterizzate da corse relativamente lunghe in rapporto all'alesaggio.

Fra i nuovi schemi costruttivi introdotti negli anni Venti, sono da segnalare i motori Lancia a V stretto e l'inizio della diffusione di motori di serie con distribuzione ad asse a camme in testa come avviene sull'otto cilindri della Lancia Trikappa del 1922 e, nelle Alfa Romeo, a partire dalla sportiva 6 cilindri RL consegnata ai clienti nel 1927.

Gli anni Trenta vedono una crescente diffusione in Europa dei motori a valvole in testa ed un sensibile incremento nei regimi di rotazione.

Nel 1932, l'americana Pierce-Arrow introduce le punterie con ricupero idraulico del gioco e nel 1936 è la Mercedes, con il modello 260D, a proporre la prima vettura con motore Diesel.

Nel 1939, i motori per autovetture hanno potenze medie dell'ordine dei 25 CV/litro a regimi fra 3000 e 3500 giri/min, praticamente il doppio di quelle dell'inizio degli anni Venti. L'aumento è dovuto, in gran parte, al progressivo passaggio dalle valvole laterali alle valvole in testa, all'aumento del rapporto di compressione conseguente a questo cambiamento e reso possibile da carburanti con più elevato numero d'ottano e all'aumento dei regimi di rotazione consentito da miglioramenti nei materiali e nei sistemi di lubrificazione.

Cambi e ruote

Nel campo della trazione, i cambi passano da tre a quattro marce. Nel 1928 l'inglese Alvis produce la prima vettura di serie a trazione integrale, la 12/75, mentre Citroen nel 1934 lancia in grande serie la trazione anteriore. Compiono le prime vetture con sospensioni anteriori indipendenti, e ancora una volta è la Lancia, con la Lambda del 1922, una delle prime in questo campo.

Le ruote passano rapidamente dal tipo "artiglieria" con razze in legno al tipo a raggi, molto più leggero, o a quello con disco centrale pieno, in lamiera.

I primi ammortizzatori idraulici a leva, i Luvax, vengono prodotti in serie alla fine degli anni Venti mentre quelli telescopici appaiono dopo i brevetti Monroe del 1933. Nello stesso anno, sono disponibili negli USA i primi servosterzi di serie.

La frenatura integrale si generalizza in Europa a partire dai primi anni Venti mentre in America già nel 1918 c'era stata la presentazione dei primi freni idraulici sviluppati da Malcom Loughhead, freni che verranno introdotti dal 1920 su alcune vetture di serie USA con il marchio Lockheed.

In Europa, nel 1919, la Hispano-Suiza è la prima ad introdurre la frenatura meccanica integrale con servo assistenza su una vettura di serie mentre il primo servo freno a depressione della Westinghouse appare nel 1928.

Fra le altre innovazioni che concernono la sicurezza segnaliamo l'adozione di serie di indicatori di direzione nel 1921 sull'americana Leland Lincoln, quella dei tergicristalli elettrici, di serie in America dal 1923, quella delle luci di arresto, sempre negli USA nel 1925 e quella dei vetri di sicurezza nel 1938.

Le prime radio di bordo prodotte dalla Marconi sono state montate sulle Daimler nel 1922.

Autostrade e design per l'aerodinamica

Nel 1924, viene inaugurato il primo tratto dell'autostrada Milano-Laghi a tre corsie, due di marcia ed una centrale per il sorpasso alternato. E' la prima autostrada nel mondo e sarà seguita in Italia, prima della guerra, dai collegamenti di Milano con Torino, Bergamo, Brescia, dalla Camionale per Genova e dalla Padova-Venezia mentre l'unico Paese a sviluppare una grande rete autostradale prima del conflitto è la Germania.

Nel campo del design, il periodo viene considerato altamente significativo. Sulla scorta dell'esperienza americana, negli anni Venti, la vettura si alleggerisce anche visivamente con un sensibile abbassamento della linea di cintura rispetto al cofano motore. Inoltre, entrano nel panorama con connotazioni in grande evoluzione due settori: quello delle vetture sportive

e quello delle auto di classe. Nelle prime l'allungamento del passo e l'abbassamento delle sovrastrutture ne accentua la snellezza e un nuovo slancio viene anche dall'inclinazione all'indietro dei parabrezza.

Nelle seconde, alla ricerca della purezza di linee che caratterizza vetture europee come Rolls Royce, Hispano Suiza e Isotta Fraschini, con superfici a leggera bombatura raccordate fra loro da raggi ridotti, fanno riscontro le linee più tondeggianti dei modelli americani.

Ma è soprattutto negli anni Trenta che appaiono vetture che costituiscono una vera rivoluzione delle forme tradizionali. In parte tutto questo è anche una conseguenza del fatto che ormai le Case costruttrici realizzano al loro interno l'insieme della vettura e che ai carrozzieri esterni sono rimaste solo quelle che appunto verranno chiamate "fuoriserie" con maggiori libertà di interpretazione.

Un esempio tipico di integrazione fra forme di carrozzeria e disposizione degli organi meccanici nella produzione di serie quello dato dalla Citroen a trazione anteriore dove la mancanza dell'albero di trasmissione porta all'abbassamento del fondo scocca e, di conseguenza, della massa dell'intera vettura rispetto al terreno.

Fra le grandi vetture di prestigio la **Bugatti Royale**, benchè costruita in soli sette esemplari, è un monumento all'automobile degli anni Trenta mentre negli Stati Uniti, superata la crisi del 1929, finanzieri e divi del cinema trovano le loro vetture di prestigio nelle altrettanto monumentali 16 cilindri Cadillac, 12 cilindri Packard, Pierce-Arrow e Lincoln e nella potente Duesenberg J, vetture ricche di cromature e con grandi pneumatici a fascia bianca.

Gli anni Trenta sono anche quelli della prima ventata di aerodinamica che influenzerà non solo alcune vetture di grande prestigio ma anche, in alcuni dettagli più di stile che di sostanza, le piccole utilitarie.

Gli studi sull'aerodinamica delle vetture sono condotti in Europa dagli austriaci **Edmund Rumpler** e **Paul Jaray**, dai tedeschi **Wunibald Kamm** e **Reinhard Koenig-Fachsenfel** e dal francese **Jean Andreau**, con realizzazione di prototipi provati nelle gallerie del vento con risultati sorprendenti. Anche Pininfarina realizza un'interessante Aprilia aerodinamica da competizione con la collaborazione di tecnici aeronautici.

Ma quella che troviamo in alcune vetture di gran classe e poi anche in molti dettagli di vetture di serie del periodo è un'aerodinamica di moda. E' un'ispirazione al fatto aerodinamico per creare linee nuove che rompono con la tradizione, con parafranghi a goccia, calandre fortemente inclinate all'indietro e cofani sfuggenti. Anche la piccola Topolino, come molte altre vetture del momento, ne subisce l'influenza nella calandra inclinata e nell'inclinazione del posteriore. In America, la prima vettura aerodinamica di

serie è la Chrysler Airflow della seconda metà degli anni Trenta, della quale sono state riprese recentemente le linee per un modello rievocativo. Al momento della sua presentazione, l'impatto negativo su un pubblico abituato a forme tradizionali è stato talmente forte da richiedere non pochi ritocchi per renderla accettabile.

Le corse e le grandi marche

Le corse, negli anni Venti, vedono il ritorno a vetture di proporzioni più contenute con il varo della nuova Formula due litri nel 1922, l'anno nel quale, in soli 110 giorni, cinquemila uomini realizzano il nuovo autodromo di Monza. La Formula vede inizialmente la supremazia della **Fiat** con il Modello 804-404, dotato di un motore sei cilindri bialbero, che si classifica ai primi due posti nel G.P. dell'A.C.F. disputato presso Strasburgo con Bordino e Felice Nazzaro e vince il G.P. d'Italia a Monza sempre con Bordino.

L'anno successivo, la Fiat è la prima ad introdurre la sovralimentazione nei motori da competizione con un compressore volumetrico a palette sulla sua 8 cilindri 805-405, che ripete la vittoria sul circuito di Monza.

Ritiratasi la Fiat dalle competizioni, è l'**Alfa Romeo**, che dalla Fiat ha preso il progettista **Vittorio Jano**, a dominare nei due anni successivi con motori da 155 CV a 5500 giri /min.

Dopo alcuni anni di predominio **Bugatti** e il passaggio dell'Alfa Corse alla Scuderia Ferrari, vengono alla ribalta le tedesche **Mercedes** e **Auto Union**, quest'ultima con un rivoluzionario motore posteriore a 16 cilindri.

Il potente schieramento tedesco, agevolato da finanziamenti governativi che vedono nelle sue affermazioni una delle armi della propaganda nazionalsocialista, domina in tutte le competizioni europee ed il potente spiegamento di mezzi non lascia scampo che a qualche exploit delle Alfa Romeo dovuto al grande talento di campioni come **Tazio Nuvolari**. Poi anche il mantovano, come già Varzi, passa all'Auto Union.

La Mercedes W 154-M163, che domina l'ultimo anno della formula tre litri nel 1939, ha un motore sovralimentato da 485 CV a 7800 giri/min e quindi una potenza specifica di oltre 160 CV /litro.

In alcune competizioni particolarmente veloci (Avus, Tripoli) fanno la loro comparsa in corsa vetture con accentuate carenature aerodinamiche.

Le vetture da record

Ma le forme aerodinamiche trovano la loro maggiore espressione nelle speciali vetture da record che si contendono il primato assoluto. Gli anni che vanno dal 1927 al 1939 costituiscono l'epoca d'oro di questa lotta per la ricerca dell'uomo più veloce del mondo. Dopo i 281 km/h raggiunti il 2 gennaio 1927 dal Blue Bird di **Malcom Campbell** sulla spiaggia di Pendine

nel Galles, l'inglese **Henry Segrave** raggiunge, sulla spiaggia di Daytona, Florida, 328 km/h con la Sunbeam 1000 HP dotata di due motori d'aviazione a 12 cilindri di ben 45 litri di cilindrata complessiva. In un meeting a Daytona, nel 1928, Campbell si riprende il record con una media di 333 km/h, ma Segrave con una nuova Sunbeam più snella, a ruote scoperte, il Golden Arrow, porta il record nel 1929 a oltre 372 km/h. Dopo un fallimento della nuova Sunbeam Silver Bullett con motore da 4000 CV è ancora Campbell con un rinnovato Blue Bird dotato di motore Napier Lion da 1450 CV a sfiorare a Daytona i 400 km/h nel 1931 e a superarli, con oltre 408 km/h, l'anno successivo.

Il Blue Bird conclude la sua lunga avventura nel 1935 superando le faticose 300 miglia orarie con un record a 486,4 km/h a Bonneville, Utah.

Il seguito della lotta per il primato passa ad altri due inglesi, **George Eyston** e **John Cobb**: quest'ultimo supera, nel 1939, a Bonneville la barriera dei 600 km/h con la spettacolare media sui due passaggi di 634,38 km/h.

3 - Dal secondo dopoguerra ai nostri giorni

La lunga guerra passata ha avuto modo di esaltare anche in queste dure circostanze la vitale importanza dell'automobile. I due esempi più rappresentativi sono quello della popolare **Jeep** della Willys per gli alleati e, per le truppe tedesche, quello di una serie di veicoli derivati dallo schema concepito per quella che, solo dopo la guerra, sarà la vettura del popolo.

Ora, se per quanto riguarda i periodi più lontani e meno noti ci siamo dilungati con dettagli a nostro avviso importanti per comprendere meglio la portata dell'evoluzione dell'automobile, per quanto riguarda quest'ultimo periodo, che per molti di noi riguarda completamente, o almeno parzialmente, esperienze vissute, procederemo maggiormente a grandi linee.

Innanzitutto diremo che i fatti più importanti che hanno caratterizzato questo periodo sono sei:

- Il boom della motorizzazione popolare in Europa negli anni del dopoguerra con piccole vetture che hanno caratterizzato la produzione fino alla metà degli anni Sessanta.
- Il fenomeno Mini e la generalizzazione della trazione anteriore.
- La crisi energetica dell'inizio anni Settanta.
- L'ingresso dell'elettronica nelle costruzioni automobilistiche.
- Le legislazioni sull'inquinamento ambientale,
- Le legislazioni sulla sicurezza.

Ognuno di questi fatti ha influito sia sui motori che sulle parti meccaniche, ed anche sul design, in modo talvolta determinante.

La ripresa del secondo dopoguerra

A fronte di un'America che ha continuato la sua produzione e non ha subito distruzioni, l'Europa alla fine della guerra si trova con un parco estremamente ridotto di mezzi motorizzati e con la maggior parte delle industrie danneggiate dai pesanti bombardamenti. L'Italia è una delle prime a reagire, ma il ridotto potere d'acquisto consente al massimo il motorino ausiliario da applicare alla bicicletta, lo scooter o la moto.

È la disponibilità di un modello popolare come la **Fiat Topolino** ad alimentare la ripresa automobilistica. Lo stesso accade in Francia con vetture elementari e di facile costruzione come la **Citroen 2 CV**.

In Germania, dove le distruzioni sono state più massicce, la ripresa è più lenta e saranno alcune piccole microvetture, come l'italiana Isetta adottata dalla BMW, ed altre ancor più spartane, i primi nuovi mezzi a quattro ruote del dopoguerra, in attesa del Maggiolino.

A fronte di una preoccupazione primaria che è quella di arrivare a produrre regolarmente in periodi in cui scarseggiano i materiali e le forniture di componenti, l'evoluzione passa in seconda linea e per qualche anno le caratteristiche di motori e telai non differiscono sostanzialmente da quelle d'anteguerra.

Nelle piccole cilindrate, sulla scia della Volkswagen, si diffonde il motore posteriore. La Fiat 600, la Nuova 500 e la Renault 4 CV ne sono alcuni esempi significativi.

Con l'inizio degli anni Cinquanta, si generalizza la scocca portante con l'inglobamento dei passaruote nel corpo vettura e, con il ritorno progressivo della tranquillità e del benessere, inizia anche un rinnovo delle linee delle vetture di maggior cilindrata in parte influenzate, come per la Fiat 1400, da linee americaneggianti.

In un panorama abbastanza omogeneo, sorprendono, in Europa, alcune vetture rivoluzionarie, e non solo dal punto di vista dello stile. Ne citeremo alcune a titolo di esempio.

La prima, che tarda ad essere compresa dal grande pubblico, è la **DS Citroen** la cui linea, dovuta all'italiano Flaminio Bertoni, interpreta in modo più funzionale i canoni aerodinamici d'anteguerra con una modernità di vedute non comune, oltre a essere anche ricca di nuovi contenuti tecnologici ad iniziare dai freni a disco e dalle rivoluzionarie sospensioni idropneumatiche.

Le seconde, sogno irraggiungibile della maggior parte degli italiani, sono le splendide berlinette sportive fatte da alcuni nostri carrozzieri, in particolare quelle su meccanica **Ferrari**.

La terza, pure portata sugli scudi da brillanti vittorie sportive che segnano il

ritorno della stella a tre punte, è la **Mercedes 300 SL** che sorprende per le sue porte ad ala di gabbiano oltre che per una linea originale, curata in ogni dettaglio ed estremamente bassa, per il motore montato in posizione quasi orizzontale.

La quarta è il coupé **Porsche** visto come filiazione sportiva e supporto tecnico-pubblicitario dello schema Volkswagen.

La quinta, più abbordabile, è la **Giulietta Sprint** di Bertone che appaga il sogno di molti italiani per la vettura sportiva unitamente alla Giulietta Spider Pininfarina.

Nei motori di grande serie, nel corso degli anni Cinquanta, non abbiamo modifiche rivoluzionarie. Il miglioramento dei carburanti porta ad un aumento dei rapporti di compressione e le nuove bronzine a guscio sottile, introdotte dalla Vandervell, migliorano le durate. Nei motori delle vetture tendenzialmente sportive si ha un incremento del numero dei diffusori dei carburatori tendendo verso alimentazioni singole per ogni cilindro.

Le potenze specifiche medie dei motori alla fine degli anni Cinquanta si collocano attorno ai 40-45 CV/ litro a regimi attorno ai 5000 giri/min per quelli destinati a motori di grande serie ed ai 60-70 CV/l a regimi attorno ai 7000 giri/min per quelli di vetture sportive.

Da segnalare, in campo motoristico, la comparsa di vetture sperimentali con motorizzazione costituita da turbine a gas da parte di molte case europee ed americane ad iniziare dall'inglese **Rover**. I consumi proibitivi le faranno rimanere allo stadio di prototipi.

E' interessante ricordare che già in questo periodo non mancano studi sulla sicurezza. Nel 1950, la Mercedes brevetta una struttura differenziata della scocca con una parte rigida centrale e quelle di estremità deformabili per l'assorbimento degli urti. Nel 1956, in America, viene organizzata dal Colonnello John Stapp, un esperto in tema di sollecitazioni sopportabili negli urti dal corpo umano, la prima Stapp Car Crash Conference sui traumi da urti nelle collisioni automobilistiche.

La fine degli anni Cinquanta segna anche una svolta decisiva nell'automobile americana con la comparsa delle Compact Car, in netta antitesi con le lunghe e pesanti forme delle scocche che caratterizzano il grosso della produzione americana.

La Mini e gli anni Sessanta

L'inizio degli anni Sessanta vede l'esplosione del fenomeno **Mini**, la vetturetta di Alec Issigonis presentata nel 1959, la prima ad utilizzare lo slogan "piccola fuori e grande dentro".

Il segreto, oltre che nella trazione anteriore, indispensabile per avere un pianale libero, sta nella disposizione trasversale del motore e nel

piazzamento delle ruote alle estremità che, oltre ad aumentare lo spazio interno, permette di avere, anche con una vettura di piccole dimensioni, un passo ragionevole che consente un buon controllo della marcia.

Anche le particolari sospensioni, prima con tamponi in gomma e poi interconnesse con il brevetto Hydralastic, sono studiate per contenere al massimo la loro ingerenza all'interno della vettura.

Le doti di tenuta di strada sono sorprendentemente superiori a quelle delle molte piccole vetture in circolazione e sono documentate da brillanti risultati in competizioni prestigiose, come il Rally di Montecarlo, anche contro vetture di grande cilindrata.

L'estrema razionalità dell'idea porta ad una rivoluzione della maggior parte delle vetture di piccole dimensioni con una conversione generale alla trazione anteriore.

Wankel e gli altri motori

Per quanto riguarda i motori, la novità maggiore degli anni Sessanta costituita dalla comparsa nel 1963 della prima vettura mossa da motore rotativo tipo **Wankel** prodotta dalla tedesca **NSU**. Con una sapiente politica di concessione delle licenze, molte delle più grandi Case costruttrici del mondo sono state interessate al nuovo tipo di propulsore, presentato per la prima volta nel 1954. Nonostante tutto questo, il nuovo motore non avrà il successo sperato soprattutto per le sopravvenute disposizioni in materia di emissioni che il Wankel non sarà in grado di rispettare a causa della cattiva forma delle sue camere di combustione.

Da segnalare anche la comparsa di unità ad asse a camme in testa nel campo della grande serie, come nel caso della Fiat, e le apparizioni di sistemi di accensione "transistorizzata", che rappresentano il primo ingresso dell'elettronica in campo motoristico.

Nel campo delle trasmissioni, oltre alla diffusione della trazione anteriore, dobbiamo segnalare la prima comparsa di cambi automatici del tipo con cinghia e pulegge a diametro di avvolgimento variabile realizzato sulla olandese Daf. Sulle ruote si assiste ad un allargamento delle sezioni degli pneumatici, ormai tutti del tipo Tubeless, con una sempre maggiore diffusione dei tipi con carcassa radiale. I freni a disco diventano di serie su molte vetture, in particolare sulle ruote anteriori.

Nel campo dello stile, la contestazione studentesca della fine degli anni Sessanta porta alla moda delle auto "anti-auto", modelli spogli che sembrano voler negare il fascino borghese dell'automobile come segno di successo. Fra queste la **Citroen Dyane**, un'auto che faceva venire il dubbio che fosse prodotta già in sede con la decalcomania circolare del sole che ride e la scritta "Energia atomica? No grazie!". Entrano in questa fascia di

vetture anche la **Renault R4** e pure la Mini si difende, almeno fino a quando non diventa la vettura di città delle signore.

Nel campo delle vetture di prestigio, la moda è per le **Jaguar** che costituiscono da noi il traguardo del professionista affermato che è passato attraverso le Giuliette e le Giulie. La forma ha il segno della grande tradizione inglese e il fascino è notevole, anche se l'affidabilità meccanica non sempre è all'altezza della situazione.

Gli effetti della crisi energetica

La crisi energetica del 1973 segna una svolta decisiva nell'automobile. Il richiamo da parte dell'OPEC a un possibile esaurimento delle fonti di energia più rapido del previsto, poi rivelatosi infondato o comunque rapidamente dimenticato, porta a un riesame del prodotto automobile in tema di riduzione dei consumi che va dalla diminuzione dei consumi specifici dei motori a quella delle resistenze passive incontrate dalla vettura nel suo movimento (aerodinamica e rotolamento).

Per la riduzione dei consumi specifici si opera sulle camere di combustione e sui condotti per facilitare la miscelazione e garantire un funzionamento con miscele sempre più magre, anche se questo si rivelerà poi in contrasto, almeno in un primo tempo, con le esigenze di riduzione delle emissioni, per le quali la composizione ideale della miscela quella stechiometrica.

Ma si opera anche nel senso di ridurre le perdite per attrito meccanico passando a bielle più lunghe, che diminuiscono la spinta laterale del pistone, e a una riduzione del numero e dello spessore dei segmenti. Studi approfonditi vengono fatti anche sui lubrificanti.

Il traguardo impossibile, ma significativo, tenendo conto delle forti perdite dovute al raffreddamento, è quello del motore adiabatico, senza cessione di calore all'esterno, ma, ovviamente, questo significa un fortissimo innalzamento delle temperature interne che non può essere affrontato con materiali tradizionali: inizia così la sperimentazione di materiali ceramici.

Sono soluzioni che verranno in parte realizzate solo per esigenze particolari come quelle dei motori dei carri armati che, per motivi di vulnerabilità, non possono permettersi grandi aperture di ventilazione.

Per quanto riguarda la riduzione delle resistenze che si oppongono al moto, una vera ricerca aerodinamica ha finalmente inizio con risultati notevoli abbassando in poco tempo il valore del coefficiente di resistenza aerodinamica, noto come C_x , da valori medi attorno allo 0,45 a valori che vanno da 0,30 a 0,35 e con punte decisamente più basse su alcune vetture sportive. E' una ricerca che non coinvolge solo la forma generale del veicolo, ma si occupa anche dello studio di tutti i dettagli con risultati spesso sorprendenti.

Per la riduzione dell'attrito al rotolamento, si opera soprattutto sugli pneumatici con la generalizzazione dell'impiego dei radiali.

Negli Stati Uniti, dove i consumi delle vetture sono particolarmente elevati, il governo stabilisce nel 1975 norme relative ai consumi in città e su autostrada per le vetture di ogni Casa costruttrice, valutati globalmente attraverso una media ponderale di quelli dei diversi modelli prodotti. Questi valori vengono distinti dalla sigla C.A.F.E. (Company Average Fuel Economy). Vengono definiti i "Fleet economy levels" e quelli stabiliti già nel 1977 per l'inizio degli anni 80 danno valori di 22 mpg nell'81, di 24 nell'82, di 26 nell'83 e di 27 nell'84.

In altre parole, nel periodo considerato, i consumi medi delle flotte dei diversi costruttori dovranno scendere da 10,7 a 8,75 litri/100 km. Sono valori che sembrano elevati a noi europei, ma non semplici da raggiungere con le grandi vetture americane.

Arriva l'elettronica

L'avvento dell'elettronica nell'auto che si diffonde sempre più rapidamente nel corso degli anni Settanta si sviluppa su due direttrici:

- La disponibilità di nuovi strumenti di indagine nel calcolo e nella strumentazione resa possibile dai mezzi di tipo informatico.
- La disponibilità di apparecchiature di nuova concezione da montare sul motore o sulla vettura.

Le prime applicazioni si estendono all'accensione e all'iniezione intravedendo immediatamente, anche se la realizzazione avverrà in un secondo tempo, la possibilità di sinergie fra i due sistemi utilizzando gli stessi sensori e un coordinamento fra le memorie.

Per dare una sensazione di questa rivoluzione diciamo che mentre l'unico controllo della variazione dell'anticipo di accensione era affidato da tempo immemorabile a due masse centrifughe con una possibile correzione sommaria attraverso la depressione nel condotto di aspirazione, ora possiamo disporre di un intero piano quotato che ottimizza il valore dell'anticipo di accensione in funzione del regime e del carico del motore. Ma ancora più radicale è il cambiamento nei sistemi di alimentazione dove si passa dal cacciavite di sostituzione del getto nei carburatori ad elettroiniettori pilotati in modo da erogare la giusta quantità di carburante in ogni condizione di esercizio del motore.

E per valutare questa giusta quantità si passa presto sulle vetture da sistemi indiretti di calcolo a sistemi diretti con misuratori di portata.

Ma è altrettanto ovvio che tutto questo è stato possibile perché sistemi altrettanto sofisticati di ricerca hanno consentito di valutare attentamente le reali esigenze del motore per costruire quella mappa che deve poi pilotare

gli iniettori, mentre in precedenza ci si doveva accontentare di valutare a posteriori, attraverso un esame della colorazione del piede dell'isolante delle candele, se una carburazione era magra o grassa.

Un altro campo di intervento abbastanza immediato dell'elettronica è quello della frenatura con i sistemi antisbandamento in frenata, che tengono conto delle reali condizioni di aderenza incontrate contemporaneamente dalle quattro ruote per evitare il bloccaggio di una o più di esse. Studiati dalla Mercedes nel 1970, trovano una prima applicazione di serie sui veicoli industriali negli Stati Uniti, dove sono resi obbligatori nei primi anni Settanta. Per la sua applicazione su vetture bisogna attendere l'ABS Bosch alla fine degli anni Settanta. Anche in questo caso, ci si rende comunque conto immediatamente che gli stessi sensori possono essere utili per un controllo antisbandamento in accelerazione su terreni con scarsa aderenza e nascono i sistemi ASR.

Seguire passo a passo gli sviluppi dell'elettronica sarebbe troppo lungo. Ritourneremo sull'argomento parlando di altre sue applicazioni nelle conclusioni finali sull'automobile negli anni 2000.

Le norme anti-inquinamento

Per quanto concerne l'inquinamento ambientale, apposite norme restrittive trovano applicazione per la prima volta negli Stati Uniti nel 1968 sulla spinta del governo della California, dove il numero delle vetture circolanti e particolari caratteristiche ambientali favoriscono la formazione dello smog.

In Europa, la legislazione è abbastanza lenta a seguire, con qualche eccezione come Svezia e Svizzera, mentre la sua applicazione è rapidissima in Giappone dove le necessità di importazione negli Stati Uniti non ammettono dilazioni.

Se le prime raccomandazioni possono essere ottemperate con sistemi di iniezione del carburante e controlli accurati della messa a punto dei motori, il loro inasprimento porta subito a capire che in tempi brevi non è possibile riuscire ad ottemperare alle norme agendo solo sulla combustione o con iniezione d'aria negli scarichi per completarla, ma è necessaria un'azione di post-trattamento dei gas di scarico con un catalizzatore che riattivi la combustione dei gas incombusti.

L'operazione di catalisi deve essere controllata da una sonda che legga il contenuto di ossigeno libero contenuto nei gas da trattare. Inoltre, i metalli nobili che fanno da catalizzatori non tollerano il piombo, contenuto in quantitativi non trascurabili nelle benzine del tempo per accrescere il numero di ottano.

Questo comporta il passaggio a benzine senza piombo, con una parziale riduzione iniziale delle prestazioni e con difficoltà di produzione e

distribuzione dei nuovi carburanti da parte delle case petrolifere.

Il tema della sicurezza

E veniamo così al problema della sicurezza. A quello che abbiamo già detto, dobbiamo aggiungere che, sempre negli Stati Uniti il problema diventa di grande attualità dopo la pubblicazione del libro di **Ralph Nader** "Unsafe at any speed" (insicura ad ogni velocità), nel quale si denunciano apertamente i problemi esistenti in fatto di sicurezza su molte vetture americane od importate negli USA.

Una presa di posizione immediata porta il Senato degli Stati Uniti a emanare nel 1966 il Safety Act. Nel 1967, esce sul Federal Register il primo pacchetto di 23 norme, che salgono in brevissimo tempo a 43 con la maggior parte di esse che deve essere introdotta già nel 1968.

E' comunque interessante ricordare, sempre per la serie "Nihil sub sole novi", che il primo brevetto su un sistema di cinghie per vincolare una persona alla vettura è del francese Lebeau nel 1903 e che le prime cinture a tre punti per autovetture risalgono al 1956 e sono il risultato degli studi di Nils Bohlin, pioniere della sicurezza in Volvo, e di Bertil Aldman.

Il primo obbligo di cinture di sicurezza sugli autoveicoli viene emesso in Australia, nello stato di Vittoria, nel 1970. La prima nazione a prescrivere su tutto il proprio territorio è sempre l'Australia nel 1972.

Ma, oltre che sullo studio dei sistemi di ritenzione e di protezione degli occupanti della vettura che porterà dalle cinture ai poggiatesta e agli airbag, è importantissimo il lavoro che viene svolto per il contenimento delle accelerazioni che si scaricano sugli occupanti della vettura durante l'urto, prendendo le mosse da quell'intuizione Mercedes che già abbiamo citato, con la previsione di una cellula di sicurezza centrale e zone deformabili anteriori e posteriori di assorbimento dell'urto.

Inizialmente tutto è il frutto di prove d'urto fatte contro barriera da vetture equipaggiate con manichini dotati di accelerometri con molte vetture distrutte per giungere a risultati soddisfacenti. Poi, come accade anche per l'aerodinamica delle vetture, gli sviluppi dei mezzi di calcolo permettono di giungere a verifiche di base attraverso simulazioni al computer, lasciando alle prove d'urto solo la verifica finale dei risultati.

Il turbo e lo stile

Lasciando questi grandi temi per completare la nostra carrellata con altre informazioni, non possiamo non accennare ad un fenomeno che si verifica in campo motoristico negli anni Settanta, soprattutto in Europa, in netto contrasto con le buie previsioni ed i razionali provvedimenti adottati dopo la crisi energetica: l'ingresso del turbo nelle vetture di serie sulla spinta di

quanto portato in Formula Uno dalla Renault nel 1977, con potenze in netto aumento, ma anche con gli aumenti nei consumi e le complicazioni che ne seguono.

Sarà una moda di breve durata per i motori a benzina mentre contribuirà in modo determinante alla diffusione dei motori Diesel su vetture che, con turbo di piccole dimensioni, rapidi ad entrare in azione, acquistano quella brillantezza che mancava loro nel confronto con i motori ad accensione comandata.

Lo stile, negli anni Settanta, oltre a risentire, come abbiamo già detto, della lezione aerodinamica, segna anche negli Stati Uniti un netto passaggio a vetture di dimensioni più contenute. Quello che non era riuscito ai sostenitori delle Compact alla fine degli anni Cinquanta diventa una necessità sulla spinta delle leggi di riduzione dei consumi e contenimento emissioni.

Gli anni Settanta sono anche quelli dell'introduzione massiccia delle materie plastiche nelle costruzioni automobilistiche sotto le spinte della riduzione di peso da un lato e dei costi dall'altro. Con l'introduzione della plastica, diminuiscono le cromature e tutti gli altri elementi luccicanti che, per tanti anni, avevano avuto un'intensità proporzionale alle pretese della vettura.

Molti i miti che si avviano al tramonto: VW, 2 CV, R4 e Mini. I sostituti inizialmente mancano di personalità altrettanto spiccate.

Alla fine degli anni Settanta, inizia l'interesse verso i veicoli fuoristrada. Quelli che una volta erano destinati solo a questo scopo, tendono ad "imborghesirsi" dotandosi di un comfort che consente loro di essere usati anche come normali vetture stradali.

Le regole del mercato

I cambiamenti più evidenti degli anni Ottanta, oltre all'incremento sempre più vertiginoso delle applicazioni dell'elettronica e a inasprimenti delle norme sulla sicurezza e sulle emissioni, sono costituiti da condizionamenti imposti dal mercato. Le vetture perdono la loro identità.

Una volta con una vettura si identificava anche un preciso tipo di motore. Ora, sulla stessa scocca si montano più motori per soddisfare diverse esigenze. E questo è solo un preludio a quanto avverrà negli anni Novanta quando, per raggiungere segmenti di mercato fino allora trascurati, ogni Casa costruttrice tenderà ad ampliare il numero dei propri modelli. Per contenerne i costi nasceranno le cosiddette "piattaforme", che prevedono pianali e gruppi meccanici studiati in modo da poter dar luogo a veicoli distinti, come aspetto e finalità di impiego, che, per il contenimento dei costi, si avvalgono di queste basi comuni.

Gli anni Novanta vedono una estensione più globale del concetto di consumo energetico con un'ottica che non riguarda solo i consumi in

esercizio di una vettura, ma anche quello dell'energia globale spesa nel processo produttivo, partendo dalla raffinazione dei metalli. La spinta alla diminuzione di questo consumo energetico globale da un lato e i problemi connessi all'enorme quantità di vettura da rottamare dall'altro, portano d'attualità i processi di riciclaggio.

Il controllo delle emissioni

Per quanto concerne le emissioni, il problema si sposta su forme più generali che comprendendo, oltre agli ossidi di carbonio e azoto, agli idrocarburi incombusti e al particolato per i motori Diesel anche quello più complesso dell'anidride carbonica, prodotto finale di ogni forma di combustione.

Sotto questo punto di vista, se una riduzione può essere fatta contenendo le potenze o migliorando il basso rendimento termico dei motori, la vera soluzione sta nelle energie alternative.

La prima, quella dell'energia elettrica, nonostante notevoli progressi nel campo delle batterie, presenta ancora due grandi inconvenienti: la ridotta quantità di energia stoccabile a bordo con un peso che non penalizzi troppo le prestazioni e il tipo di energia impiegato per la produzione dell'energia elettrica necessaria per le ricariche. In un Paese come il nostro, dove la maggior parte dell'energia prodotta viene da centrali termiche, noi spostiamo semplicemente la fonte di inquinamento, ma a livello di ecosistema non cambia nulla, se non il fatto di evitare la concentrazione degli elementi nocivi nelle zone pi a rischio.

Una soluzione radicale è quella del passaggio alla combustione a idrogeno sia con motori tradizionali che con un suo impiego in celle combustibile. In questo caso, i problemi riguardano la sua produzione ed il suo stoccaggio a bordo ricordando che l'idrogeno liquido deve essere conservato ad una temperatura di $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$ e che altre forme di stoccaggio come quella attraverso idruri metallici consentono, per ora, autonomie molto limitate.

Per il momento, quindi, le vie più immediate per un contenimento dell'anidride carbonica sono quelle che prevedono un miglioramento del rendimento dei motori e un contenimento delle potenze impiegate diminuendo le resistenze passive, anche ricorrendo a vetture di dimensioni più contenute. Un primo obiettivo, quello simbolicamente rappresentato da un consumo di tre litri per cento chilometri perseguito da alcune aziende europee, ha visto risultati positivi.

Un altro miglioramento può derivare dall'utilizzo di carburanti come metano o propano che contengono meno carbonio, a parità di contenuto di idrogeno, rispetto alle benzine, mentre resta sempre d'attualità la corsa al miglioramento dei rendimenti con cessione di calore all'esterno

estremamente ridotta utilizzando materiali che consentano maggiori temperature interne di esercizio.

La sicurezza alla fine del secolo XX

In tema di sicurezza, oltre a norme più drastiche per quanto riguarda la sicurezza passiva, progressi notevoli sono stati fatti, sempre con l'ausilio dell'elettronica, nel campo della sicurezza attiva. Nel campo dei sistemi antisbandamento, ai sistemi ABS ed ASR si aggiungono i sistemi ESP (FDR per la Bosch), che controllano la sicurezza in curva attraverso sensori di imbardata (rotazione della vettura attorno all'asse di inerzia verticale) rivelando le deviazioni dalla traiettoria impostata attraverso la rotazione dello sterzo e intervenendo con frenate correttive della ruota anteriore esterna per allargare la traiettoria o della posteriore interna per chiuderla.

Sempre in tema di miglioramento della sicurezza attiva sono da citare la diffusione del controllo elettronico delle sospensioni, sia per quanto concerne il mantenimento di un assetto ideale che in termini di adattamento automatico della flessibilità degli organi elastici e del livello di smorzamento degli ammortizzatori in funzione della velocità della vettura e della natura del fondo stradale.

Per mantenere il controllo delle distanze in marcia o evitare anche piccoli urti durante le manovre di parcheggio sono stati sviluppati sensori di prossimità. Mentre, nel secondo caso, è una segnalazione acustica che avverte il guidatore, nel primo, quando la distanza scende al disotto del limite prefissato, i sistemi agiscono direttamente sulla coppia motrice o sui freni.

Credo sia importante a questo punto ricordare, non avendolo fatto prima, che molti di questi interventi sono stati resi possibili spezzando il vincolo rigido che da sempre trasferiva la volontà del guidatore dal pedale acceleratore alla farfalla di ingresso della miscela nel motore. Il taglio di questo vincolo ha portato il pedale acceleratore solo ad esprimere un'intenzione che, per essere attuata, ha bisogno del parere favorevole di sensori dell'elettronica di bordo, e a poter trasmettere volontà indipendenti da quella del guidatore, come, ad esempio, quelle che provengono dai sensori ASR in fase di accelerazione su strade con aderenza ridotta o quelle che provengono dai sensori di prossimità nel controllo della distanza di sicurezza.

Abbiamo accennato solo ai principali interventi dell'elettronica perché sarebbe troppo lungo dilungarsi in un'intera panoramica che spazia dalle trasmissioni codificate su un unico cavo per semplificare i cablaggi, alla regolazione automatica dei sedili, ai sensori di pioggia per l'azionamento dei tergicristalli o al controllo della climatizzazione, tanto per citarne qualcuna.

Design e uniformità

Dal punto di vista dello stile, i modelli sono aumentati in una tale proporzione che è difficile trovare criteri generali di classificazione.

L'opinione del grande pubblico è che con l'avvento della progettazione computerizzata molte vetture siano simili, se non uguali. Ma gli effetti dell'apparente uniformità, più che al computer, sono da attribuire ad altri fattori.

Il primo è quello di una sempre maggiore gabbia di prescrizioni legislative che impongono molti punti fermi nel design. Ma non sono indifferenti neppure i condizionamenti imposti dalla progettazione per piattaforme, alla quale abbiamo accennato in precedenza.

Certo che si vede tutto e il contrario di tutto anche nell'ambito interno di molte Case costruttrici, alla faccia di quel "family feeling" che dovrebbe far pensare immediatamente, al primo colpo d'occhio su una vettura, alla Casa costruttrice.

Questa caratteristica, infatti, se sapientemente filtrata attraverso i canoni dell'innovazione, costituisce un richiamo tutt'altro che trascurabile. Fra i pochi che tendono a mantenerlo dobbiamo citare le Case tedesche con Mercedes, BMW e Audi in primo piano, ed anche Volkswagen su alcune vetture come la Golf, mentre in Inghilterra sono Jaguar e Rover a mantenere il segno della tradizione.

F1 e alte prestazioni

La punta di diamante dello sviluppo in termini di prestazioni rappresentata, in campo sportivo dalle vetture di Formula che, negli anni Cinquanta, dopo il precedente dominio di Alfa Romeo e Ferrari vedono il ritorno della Mercedes con motori a distribuzione desmodromica alimentati a iniezione diretta di benzina e con vetture altamente aerodinamiche.

Nel 1959, è la piccola **Cooper** a motore centrale a sorprendere tutti battendo vetture con potenze decisamente maggiori. E' l'inizio di una rivoluzione irreversibile. Altri fatti importanti sono il passaggio dal telaio convenzionale alla monoscocca integrale operato da **Colin Chapman** sulla Lotus 25 del 1962 e la comparsa dei primi alettoni per aumentare l'aderenza attraverso un carico aerodinamico nel 1968.

Nel 1977, la Renault introduce il turbo e da allora le potenze aumentano in modo vertiginoso passando dai 320 CV/litro del 1977 ai 550 CV/litro di dieci anni dopo per i motori da gara ed agli oltre 800 CV/litro per quelli da qualifica per i quali la pressione di sovralimentazione non era soggetta a restrizioni.

Sempre a Colin Chapman è dovuta un'altra grande intuizione, quella

dell'effetto suolo, ottenuto creando una depressione sotto la vettura attraverso una particolare configurazione a Venturi del fondo scocca e sigillando lateralmente il tunnel con bandelle mobili, le cosiddette "minigonne".

Il ritorno ai motori aspirati dopo l'era turbo porta a una diminuzione delle potenze presto compensata da miglioramenti nel campo dell'aerodinamica, nonostante l'abolizione delle minigonne, e negli pneumatici con forti incrementi delle velocità in curva, che compensano le diminuzioni della velocità di punta.

I motori attuali, che hanno visto il ritorno della Ferrari ai vertici mondiali nell'ambito di motori da tre litri con un massimo di dieci cilindri, hanno potenze specifiche dell'ordine dei 270 CV/litro a regimi di rotazione di oltre 18.000 giri/min.

L'auto all'inizio del nuovo millennio

Prima di chiudere, facciamo una breve panoramica sull'auto all'inizio del duemila.

In campo motoristico, nei motori ad accensione comandata, si sono generalizzate le distribuzioni a quattro valvole e l'iniezione indiretta multipoint, mentre sono stati realizzati promettenti unità a iniezione diretta con pressioni dell'ordine dei 50 bar, che garantiscono una buona combustione in qualsiasi condizione di esercizio.

Le potenze specifiche medie, pur con le limitazioni imposte dai controlli delle emissioni, sono sempre attorno ai 50-60 CV/litro a 5000-5500 giri/min per le vetture da turismo ed ai 70-75 CV litro a 6000-6500 giri/min per le sportive con punte massime di 120 CV/litro a 8000-8500 giri/min per le supersportive.

Nel campo dei motori Diesel, i sistemi di iniezione "common rail" ed i moderni gruppi iniettore-pompa consentono un controllo elettronico del punto di iniezione e della dosatura e progressione delle quantità iniettate. Pressioni di 1500 bar stanno diventando normali nei sistemi "common-rail" annullando progressivamente le differenze esistenti rispetto ai sistemi con gruppi iniettore-pompa. Per le vetture con motore Diesel le potenze specifiche sono dell'ordine dei 50 CV/litro a 4000 giri/min per i motori aspirati e dell'ordine dei 60-70 CV/litro sempre a 4000 giri/min per quelli sovralimentati.

Nelle trasmissioni notiamo una maggiore diffusione anche in Europa di cambi automatici, ma sempre con possibilità di intervento manuale.

L'elettronica di bordo è maggiormente orientata verso sistemi di controllo globale e anche vetture di grande serie hanno un contenuto in termini di elettronica impensabile fino a qualche anno fa. L'obiettivo principale, quello

di una marcia completamente automatica della vettura, anche in termini di guida, è potenzialmente meno lontano di quanto si possa immaginare. Quelle che richiederanno più tempo saranno le infrastrutture necessarie per l'indispensabile attrezzamento delle sedi stradali.