

# Peugeot 407 HDi: aggressiva ma non sull'ambiente

L'ultima berlina francese delinea nuovi standard per la compatibilità ambientale e per la sicurezza attiva e passiva. Le qualità stradali ed un equilibrato uso dell'elettronica valorizzano il comportamento dinamico e il confort senza perdere di vista il rispetto per l'uomo e la natura

Anthony McLooba



Una moderna 407, progettata con elevati criteri di rispetto per l'ambiente, in posa davanti a un antico mulino a vento, simbolo di una saggezza nell'uso delle risorse naturali che la cultura contadina già aveva valorizzato. [cortesia Giovanni Massini]

Negli anni '70 negli Stati Uniti d'America e, in particolare, in California, videro la luce le prime normative per il controllo dell'inquinamento causato dagli automezzi. Non c'è da stupirsi, se si pensa che all'epoca gli USA detenevano la più alta densità di vetture in rapporto alla popolazione, e per giunta, complice un bassissimo costo del combustibile, caratterizzate da consumi specifici elevatissimi. La legislazione californiana ha ispirato, con gli opportuni adattamenti, quella europea, che è stata anticipata solo da Svizzera e Giappone. Dopo l'introduzione del catalizzatore e l'abolizione della benzina additivata con piombo te-

traetile e tetrametile, il vero «giro di vite» è arrivato il 1 gennaio 2001 con l'applicazione degli standard noti come Euro 3, cui seguirà nel 2005 il livello Euro 4, ancora più esigente e restrittivo; ma si parla già di nuovi standard (Euro 5) che imporranno limiti sulle emissioni inquinanti ad oggi tecnicamente insuperabili. Tra le Case costruttrici c'è chi si accontenta di attenersi, come doveroso, alle date di entrata in vigore delle normative; poche Case, fra cui Peugeot, le anticipano, immettendo sul mercato vetture in grado di rispettare limiti che dovranno ancora entrare in vigore. È accaduto quando Peugeot, per prima, ha introdotto sulla 307 il

filtro anti particolato («FAP») pur non avendone bisogno per rientrare nei limiti Euro 3, già ampiamente superati. Ora con la 407, si ripete la storia, infatti è in grado, nelle versioni diesel, di ottemperare anticipatamente alle normative Euro 4 con un nuovo filtro anti particolato di seconda generazione.

Ma tutto il ciclo produttivo della vettura è stato oggetto di attenzioni specifiche: dal 2002, infatti, il peso finale dei rifiuti non rigenerabili dopo la demolizione della vettura non deve superare il 10% del totale, ed oltre alla conseguente scelta di materiali facilmente riciclabili, devono essere pianificate - e fornite ai demolitori - schede specifiche illustranti anche le migliori modalità di disassemblaggio. I Centri di produzione debbono ottenere la certificazione ISO per quel che attiene i consumi energetici, il fabbisogno d'acqua e le emissioni inquinanti; Cadmio, Cromo esavalente, Mercurio e Piombo sono già banditi dai materiali impiegati. Fra questi ultimi, è da notare come acciaio e alluminio impiegati nella 407 siano già provenienti per il 50% dal riciclaggio, oltre a circa il 30% della ghisa; le moderne tecnologie di controllo garantiscono ai materiali di riciclaggio prestazioni meccaniche e qualità al di sopra degli standard più restrittivi.

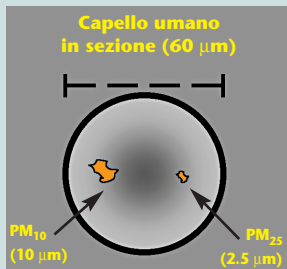
## Struttura, telaio, dispositivi di sicurezza

La vettura, disegnata da Gerard Weltèr, ha dimensioni medio-gandi (4,67 x 1,81 m, con un passo di 2,72 m) e rappresenterà la capostipite di una nuova generazione di vetture immediatamente riconoscibili, con tratti stilistici vagamente... felini. La lunghezza «importante» ha favorito la definizione di forme molto aerodinamiche, con coda corta e tronca e cofano lungo e affusolato che si raccorda senza soluzione di continuità con il padiglione; è intuibile il vantaggio in termini di silenziosità di marcia (anche quella percepita all'esterno) e di consumi di carburante nei trasferimenti autostradali. Sviluppata sulla piattaforma destinata alle vetture PSA Peugeot Citroën di gamma media e alta, la 407 è stata progettata con una particolare attenzione alla sicurezza attiva connessa al comporta-

# FAP, il filtro anti particolato «firmato»

Il motore a gasolio deve il suo successo ai favoroli consum ispecifici. Le sem pre pù restrittive nom ative antinquinam ento hanno evidenziato il suo talone d Achille: il «particolato», con battuto efficacem ente dalle nuove tecnologiche

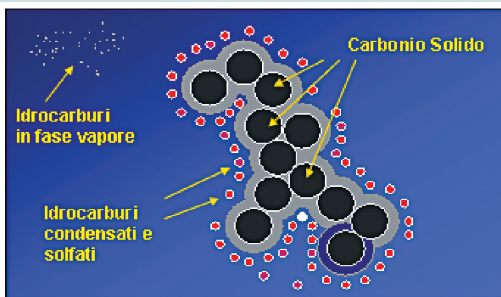
Il termine «particolato» indica l'insieme di particelle solide e liquide generate dal processo di combustione e portate in sospensione dai gas di scarico. Sono costituite da carbonio, su cui si condensano idrocarburi provenienti dal carburante e dal lubrificante. Le loro ridotte dimensioni, tra 0,1 e 1 *micron* (un millesimo di millimetro), le rendono pericolose facilitandone l'in-



Confronto sulla dimensione del particolato rispetto a quella del capello umano

però solo attraverso il filtraggio. Questa tecnica di eliminazione, già da tempo applicata in impianti industriali fissi e sui veicoli pesanti, è stata, grazie al gruppo PSA Peugeot Citroën con il FAP (Filtro Anti Particolato), applicata sulle autovetture sviluppando un processo di rigenerazione del filtro che ne rende pratico l'utilizzo per l'utente.

Il FAP è un vero e proprio filtro meccanico: inserito nell'impianto di scarico integrato dalla marmitta catalitica, è costituito da un supporto monolitico a base di carburo di silicio, con all'interno una serie di canali entro i quali viene intrappolato il particolato. La quantità residua emessa - anche della frazione più piccola - si riduce a circa un millesimo. L'accumulo del particolato provoca, dopo un chilometraggio legato allo stile di guida (mediamente 400-500 km), il progressivo intasamento del filtro. Questo stato viene rilevato attraverso un sensore di pressione differenziale che confronta i valori a monte e a valle del filtro. La rigenerazione brucia periodicamente il particolato accumulato, la cui combu-



- Particelle sferiche di carbonio (diametro 0,01-0,08 mm) si combinano a formare agglomerati di particolato (diametro 0,05-1 mm) con adsorbimento di idrocarburi.
- Idrocarburi adsorbiti sulla superficie delle microsferi.
- Particelle liquide di idrocarburi condensati.
- Solfati (SO<sub>2</sub>).

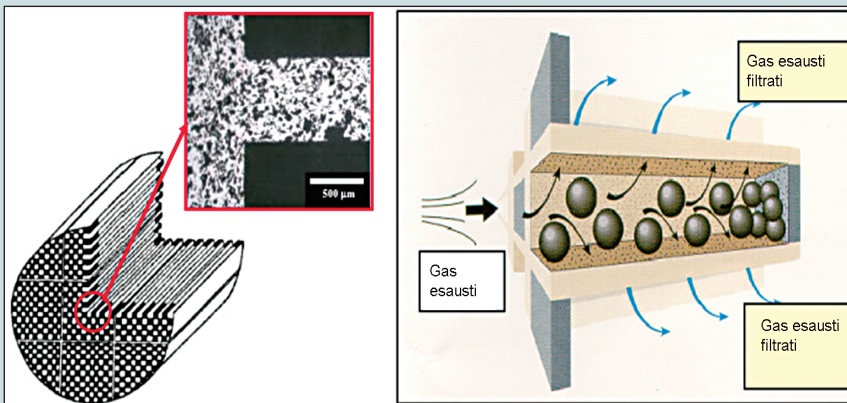
COSTITUZIONE DEL PARTICOLATO

stione avviene spontaneamente, in presenza di ossigeno, ad una temperatura di 550 °C. Ma la temperatura normale dei gas di scarico nella circolazione in città si aggira sui 150 °C; perciò il sistema d'iniezione, durante la fase rigenerativa, attiva allo scopo un'iniezione supplementare (esattamente una post-iniezione dopo il PMS o *punto morto superiore*) che crea una post-combustione nel cilindro e determina un aumento della temperatura dei gas di scarico di 200 °C. Una post-combustione complementare generata da un catalizzatore ossidante posto a monte del filtro FAP innalza ulteriormente la temperatura di altri 100 °C, sino dunque a 450 °C all'entrata nel catalizzatore, temperatura

avviene spontaneamente, in presenza di ossigeno, ad una temperatura di 550 °C. Ma la temperatura normale dei gas di scarico nella circolazione in città si aggira sui 150 °C; perciò il sistema d'iniezione, durante la fase rigenerativa, attiva allo scopo un'iniezione supplementare (esattamente una post-iniezione dopo il PMS o *punto morto superiore*) che crea una post-combustione nel cilindro e determina un aumento della temperatura dei gas di scarico di 200 °C. Una post-combustione complementare generata da un catalizzatore ossidante posto a monte del filtro FAP innalza ulteriormente la temperatura di altri 100 °C, sino dunque a 450 °C all'entrata nel catalizzatore, temperatura

| Norma  | Entrata in vigore | Ciclo      | Limiti di emissione [g/km] [Emendamento 70/220/EEC] |    |                 |                    | Particolato |
|--------|-------------------|------------|---|----|-----------------|--------------------|-------------|
|        |                   |            | CO  | HC | NO <sub>x</sub> | HC+NO <sub>x</sub> |             |
| Euro 2 | 01.10.1996        | NEDC       | 1.00  | -  | -               | 0.70               | 0.080       |
| Euro 3 | 01.01.2001        | NEDC 2.000 | 0.64  | -  | 0.50            | 0.56               | 0.050       |
| Euro 4 | 01.01.2006        | NEDC 2.000 | 0.50  | -  | 0.25            | 0.30               | 0.025       |

Autoveicoli per trasporto persone con motorizzazione a gasolio



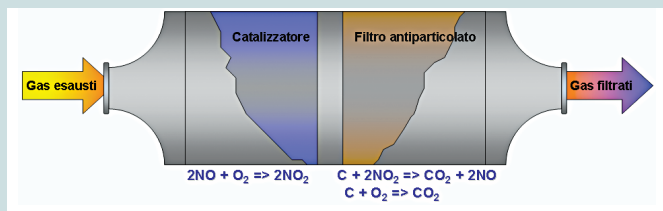
Canali interni al FAP dove viene intrappolato il particolato

mento dinamico. Per migliorare la precisione di guida e l'assorbimento delle asperità, le sospensioni sono basate su un complesso avantreno con soffice doppio triangolo con perno disaccoppiato, e per il retrotreno, una configurazione a bracci multipli connessa a una traversa in lega leggera. Elettissima la rigidità torsionale della scocca, non solo per garantire una più corretta geometria di movimento delle sospensioni, ma anche per migliorare il comportamento in caso d'urto. A tal fine, la struttura anteriore del telaio incorpora una nuova linea di propagazione degli sforzi detta

«linea bassa», che integra la classica linea «alta» formata dai longheroni. La dissipazione dell'energia sviluppata in un eventuale urto è così gestita per due terzi dalla linea alta e per un terzo da quella bassa. Viene perciò ripartita meglio l'energia di impatto e si ottiene una vettura rigida, condizione indispensabile per la protezione dei passeggeri nel caso di un urto frontale ad alta velocità, ma anche sufficientemente «cedevole» per garantire la protezione dei pedoni. Un peculiare sistema di fissaggio del motore alla culla, detto «impattatore», limita l'arretramento del gruppo moto-

re-cambio nell'abitacolo. La struttura di quest'ultimo è ovviamente rigida quanto possibile alla luce delle tecnologie attualmente a disposizione, sia con l'utilizzo di lamiere ad alto limite elastico che di barre e profili specifici di irrigidimento nelle portiere, i montanti e i longheroni longitudinali. L'impianto frenante è completato ovviamente dall'ABS, con gestione integrale della frenata su ogni singola ruota e ripartizione automatica tra gli assali anteriore e posteriore (REF), abbinato ad un nuovo sistema che rende indipendente il controllo della frenata delle

# PSA Peugeot Citroën che pulisce il diesel



Reazioni chimiche che avvengono all'interno del catalizzatore ossidante (a sinistra) e del FAP (a destra)

però non sufficiente ad innescare la combustione del particolato. Per abbassare la soglia di rigenerazione, il carburante è additivato in piccolissima quantità con Eolys, un prodotto a base di ossido di Cerio (detto comunemente *cerina*), che riduce la temperatura di combustione del particolato da 550 °C a 450 °C. La vettura perciò cela un serbatoio di Eolys da 5 litri (ora sufficiente per 120.000 km, nelle prime versioni per 80.000 km), dal quale l'additivo viene prelevato e miscelato al gasolio attraverso un elettroiniettore «pilotato» dalla corretta centralina.

La rigenerazione completa si compie in due o tre minuti e si effettua ogni 400-500 km senza che il conducente se ne accorga grazie a sofisticate tecniche di gestione della coppia motrice, che altrimenti aumenterebbe. Il particolato alla corretta temperatura reagisce con ossigeno (O<sub>2</sub>) e biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), ossidandosi e producendo anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) e monossido di azoto (NO). Il biossido di azoto necessario deriva dalle reazioni di ossidazione che avvengono nel catalizzatore posto a monte del filtro antiparticolato.

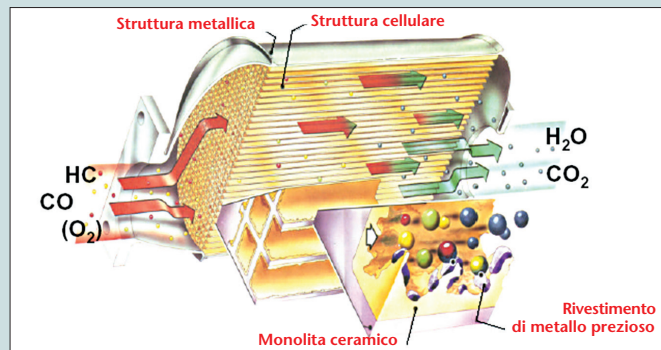
Il catalizzatore ossidante tratta poi gli idrocarburi incombusti (HC), il monossido di carbonio (CO) e il monossido di azoto (NO), convertendoli in acqua (H<sub>2</sub>O), anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) e biossido di azoto (NO<sub>2</sub>).

Contestualmente al rifornimento dell'additivo, è prevista la rigenerazione totale del filtro. Il sistema FAP dunque comprende:

- un «filtro» meccanico in carburo di silicio, accoppiato ad un catalizzatore «ossidante» per innalzare di circa 100 °C la temperatura dei gas di scarico, ed un sensore di pressione differenziale fra i due estremi del filtro per segnalare l'intasamento;
- un sistema di controllo elettronico integrato con il calcolatore di iniezione del sistema Common Rail, che gestisce la fase di rigenerazione pilotando la post-iniezione per innalzare di circa 200 °C la temperatura dei gas di scarico;
- un sistema di additivazione del carburante con ossido di Cerio, contenuto in un serbatoio supplementare. Questo additivo, a

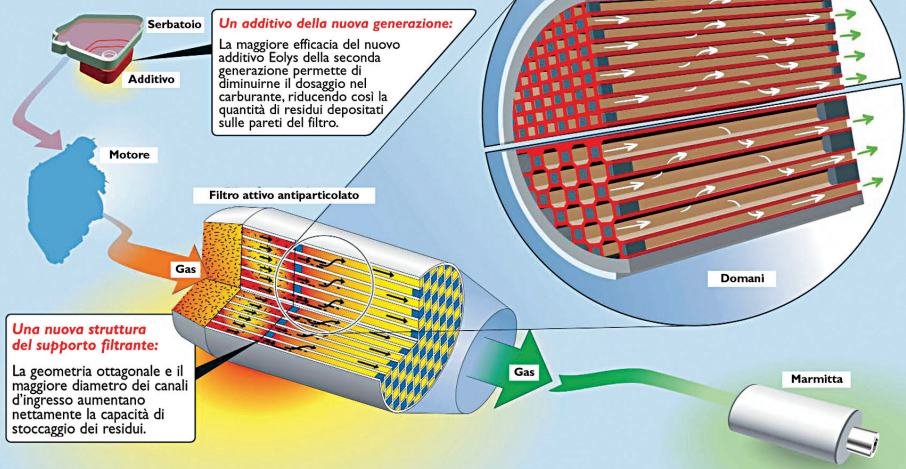
grande novità del sistema di rigenerazione, consente di bruciare il particolato ad una temperatura inferiore rispetto a quella naturale. Un iniettore, comandato da un processore specifico, sulla base del livello carburante nel serbatoio (informazione proveniente dal galleggiante) dosa la quantità di additivo da immettere nel serbatoio.

L'intera fase di rigenerazione del filtro antiparticolato è gestita dalla centralina d'iniezione, che attua la rigenerazione sulla base di parametri quantitativi provenienti dai sensori specifici descritti precedentemente.



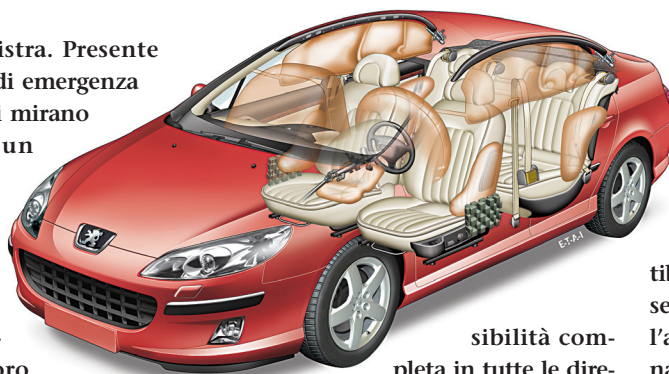
Funzionamento del catalizzatore ossidante posto a monte del FAP

**Presto non sarà più necessario effettuare la manutenzione del filtro antiparticolato. Un risultato ottenuto grazie al miglioramento dell'additivo e del supporto filtrante.**



ruote di destra e di sinistra. Presente l'assistenza alla frenata di emergenza (AFU). Questi dispositivi mirano non solo a garantire un comportamento dinamico affidabile per la normale utenza, ma anche a mettere a freno gli eccessi dei guidatori più «smaliziati» riportando l'auto (e la loro esuberanza) sui giusti binari.

Nell'abitacolo la ricerca di una corretta ergonomia è stata minuziosa, ottenendo un elevato confort generale e una vi-



sibilità completa in tutte le direzioni. Fra i dispositivi di sicurezza passiva in evidenza gli *airbag* dell'ultima generazione. Ben quattro proteggono il guidatore: frontale a due

stadi, con pressione e volume di apertura (42 o 83 litri) dosati in funzione della forza d'impatto e della morfologia del conducente; uno di 20 litri sotto il piantone dello sterzo (che è collassabile per 80 mm), a protezione di ginocchia e tibie; uno di 10 litri sul lato esterno del sedile, a salvaguardia del torace e dell'addome, combinato con uno a tendina di 23 litri, condiviso con il passeggero posteriore, a protezione della testa in caso di urto laterale. Il passeggero anteriore dispone di un *airbag* frontale con due generatori di gas (volume espanso

fisso di 120 litri, pressione adattata alla forza dell'urto), di un *airbag* laterale di 10 litri e da uno a tendina di 23 litri, che condivide con il passeggero posteriore. Per gli occupanti dei sedili posteriori, oltre a quello già citato a tendina si possono avere in opzione gli *airbag* laterali a protezione del torace. I poggiatesta anteriori, infine, sono di tipo «attivo» anti-colpo di frusta, e lavorano in sinergia con le cinture di sicurezza con pretensionatori pirotecnici e limitatori di sforzo oltre agli *airbag* frontali.

### Motorizzazioni ecologiche

Per la 407 sono state previste inizialmente cinque motorizzazioni, tutte a quattro valvole per cilindro, abbinate a cambi meccanici a 5 e 6 marce, o automatici a 4 o 6 rapporti.

La gamma benzina parte da un 1,8 litri 16V con valvola a farfalla motorizzata (l'acceleratore è gestito da una centralina elettronica che dosa le repentine aperture e chiusure della farfalla che sono - nei propulsori a benzina - fonte di inquinamento) con una potenza massima di 85 kW (circa 117 cv) ed una coppia di 160 Nm. Disponibile anche un 2,2 litri 16V anch'esso con valvola a farfalla motorizzata, che eroga fino a 116 kW (circa 160 cv) ed una coppia di 217 Nm, ed infine un esuberante V6 di tre litri di cilindrata 24V da 155 kW (circa 211 cv), con coppia di 290 Nm.

Benché i propulsori a benzina si siano



Cambiano i tempi e le tecnologie, ma la ricerca aerodinamica nel design di una vettura è certamente parente dei sofisticati studi per migliorare l'efficienza dei generatori eolici. Il fine è sempre quello di ridurre le emissioni di gas-serra

rivelati alquanto «puliti» e dal buon rendimento termodinamico, a nostro avviso più interessanti sul piano ambientale - per via dei migliori consumi specifici - sono le due motorizzazioni diesel HDi, dotate entrambe di *common rail* di seconda generazione e completate dall'innovativo filtro attivo anti particolato FAP, ancora più evoluto di quello visto inizialmente su 607 e Citroën C5, e che rende la vettura già in linea con le normative antinquinamento Euro 4.

Già la versione da 1,6 litri di cilindrata eroga 80 kW (circa 110 cv) a 4.000 giri/min ed ha una coppia di 240 Nm che possono diventare 260, grazie all'«overboost» che aumenta temporaneamente la pressione di sovralimentazione. Raffinato nell'architettura a sedici valvole,

dispone di uno scambiatore aria/aria, di un turbocompressore a geometria variabile e di un sistema Common Rail di ultima generazione, con pressione di iniezione di 1.600 bar; è abbinato ad un cambio meccanico a cinque marce. Di fatto, i valori di potenza, coppia e prestazioni, sono a livello di un due litri turbodiesel della scorsa generazione, ma con consumi più bassi. Il nuovo 2 litri 16V, dalla struttura simile, eroga sino a 100 kW (circa 136 cv) e 320 Nm (340 Nm grazie all'«overboost») a 4.000 giri/min e viene proposto in abbinamento ad un cambio meccanico a sei marce oppure automatico/sequenziale tipo «Porsche Tiptronic» a quattro rapporti.

Il nuovo filtro anti particolato FAP di seconda generazione permette di procrastinare la sostituzione sino a circa 120.000 km durante le normali operazioni di manutenzione; durante la vita operativa è gestito da un software che, tenendo conto del tipo di guida e delle condizioni di circolazione, determina il momento migliore per effettuare la rigenerazione (che avviene in modo non percepibile dal guidatore). Una spia sul cruscotto segnala un'eventuale anomalia di funzionamento. Le emissioni garantite da questo filtro sono così contenute, che sia la regione Emilia Romagna che la città di Bolzano esentano dalla circolazione a targhe alterne o dal blocco totale della circolazione, in momenti di grave inquinamento, le Peugeot dotate di FAP.



La 407 in versione SW garantisce, circa a parità di ingombri, una capacità di carico superiore, riducendo ancora il rapporto carico utile/consumi. Il tetto in cristallo rende particolarmente luminoso l'abitacolo e invita ad una guida rilassata e sicura. [cortesia Peugeot]

Anthony McLooba