

# SOTTO SHOCK

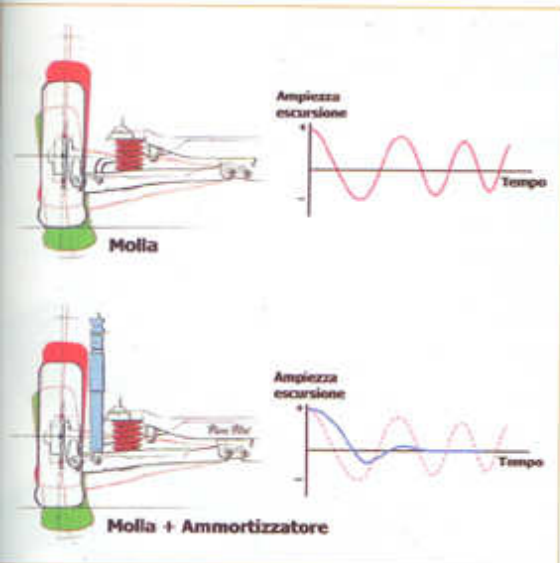
► Ammortizzatori

L'ammortizzatore: cosa fa e perché. Dal principio di funzionamento allo schema di base, dalle valvole interne alle tarature di questo componente fondamentale per l'handling e la sicurezza

TESTI E DISegni DI Piero Plimi

↳ L'organo principale della sospensione è la molla, o un altro elemento elastico che svolge la sua funzione come la barra di torsione o la balestra, poiché collega le ruote alla scocca e la sostiene. Tuttavia essa non può

garantire il comfort, la tenuta a strada e la stabilità senza l'aiuto di un ammortizzatore montato in parallelo. La molla infatti "assorbe" l'energia dovuta alle sollecitazioni stradali e poi la restituisce, dissipandone solo una piccola porzione. Ciò determina una



**FIGURA 1** La molla non può arrestare efficacemente le oscillazioni della sospensione senza un ammortizzatore montato in parallelo. Quest'ultimo è un vero e proprio "freno" che dissipa l'energia e riporta rapidamente il sistema in "posizione di riposo". La taratura dell'ammortizzatore regola la velocità con cui si muove la sospensione, mentre l'ampiezza dell'escursione dipende dalla rigidità della molla.

una serie di oscillazioni della sospensione che pregiudica la sicurezza di marcia e la qualità della vita a bordo come mostra

**Figura 1.** L'ammortizzatore è chiamato a smorzare rapidamente questo "effetto yo-yo", assorbendo l'energia e riportando l'elemento elastico nella "posizione di riposo" originaria. In altre parole questo elemento svolge la funzione di "freno" della sospensione, poiché dissipa l'energia e contrasta energeticamente ogni suo movimento. Pertanto, la velocità con cui si muove la sospensione è regolata dalla taratura dell'ammortizzatore, mentre l'ampiezza dell'escursione dipende dalla rigidità della molla.

**Masse sospese e non sospese**  
Il compito dell'ammortizzatore è più impegnativo di quello che pensi: quando l'auto è in movimento non resta mai ferma e può essere sollecitata dal basso che dall'alto. Infatti, proprio come la molla, un'estremità ancorata al gruppo ruota e l'altra alla carrozzeria che ovviamente sono pesi molto diversi. Il pneumatico insieme comprende per il pneumatico, il cerchio, la pinza (disco, pinza e pastiglie)

e il mozzo ruota, mentre la scocca include la restante meccanica e gli occupanti del veicolo. Per non fare torto a nessuno, il peso delle sospensioni che si trovano nel mezzo (molle, ammortizzatore, bracci e semiassi) viene suddiviso in maniera equa e sommato alle due masse principali cui sono ancorate

**Figura 2.** Ipotizzando che l'auto sulla bilancia faccia registrare 1.320 kg, ogni ammortizzatore è collegato da un lato ai 40 kg del gruppo ruota che poggia sul terreno, denominato "masse non sospese", mentre dall'altro al corpo vettura di 1.200 kg che non poggia direttamente al suolo, definito come "masse sospese". Ovviamente quello che era stato designato sommariamente "freno della sospensione" reagirà in modo diverso se sollecitato dai 40 kg del gruppo ruota oppure dalla porzione della vettura che grava su di esso, è mediamente di 300 kg (un quarto del peso della scocca) ma può diventare anche molto di più! Le spinte che arrivano dal basso sono rapide perché causate dalle irregolarità del fondo, dei veri e propri colpi dovuti a dossi e buche, invece quelle che arrivano dall'alto sono molto più lente perché dovute ai

movimenti della scocca durante le manovre: curve, frenate e accelerazioni. Quanto detto si può verificare sperimentalmente sollecitando una molla la cui estremità è fissata prima un peso piccolo e poi uno molto più grande. Nel primo caso le oscillazioni saranno veloci con un allungamento modesto della molla, mentre nel secondo saranno più lente ma con un'escursione assai maggiore. Tuttavia nell'architettura della sospensione in parallelo all'elemento elastico c'è l'ammortizzatore, che ne contrasta e ne rallenta i

movimenti. Se il suo grado di smorzamento fosse adeguato a controllare le escursioni lente, per quelle veloci si rivelerebbe eccessivo, arrivando quasi a bloccare la sospensione. Nel caso opposto, la sospensione risulterebbe troppo morbida durante i movimenti lenti. Ecco perché l'ammortizzatore deve essere realizzato al fine di reagire in modo diverso secondo il verso delle sollecitazioni.

"paga" proprio con l'energia da dissipare (sotto forma di calore). Ecco perché il calibro dei fori e la viscosità del fluido, stabiliscono il grado di smorzamento del dispositivo: l'olio denso che fluisce attraverso piccole cavità determina una vigorosa frenatura della sospensione, mentre se i fori sono più grandi la risposta è più blanda. Per caratterizzare meglio la risposta dell'ammortizzatore, alcuni

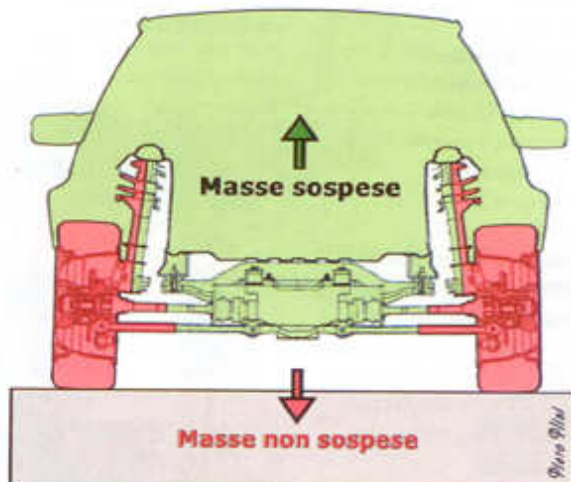
**La sospensione posteriore della 500 Abarth, allestita da Leone Motorsport per le gare CITE (Campionato Italiano Turismo Endurance).**



movimenti. Se il suo grado di smorzamento fosse adeguato a controllare le escursioni lente, per quelle veloci si rivelerebbe eccessivo, arrivando quasi a bloccare la sospensione. Nel caso opposto, la sospensione risulterebbe troppo morbida durante i movimenti lenti. Ecco perché l'ammortizzatore deve essere realizzato al fine di reagire in modo diverso secondo il verso delle sollecitazioni.

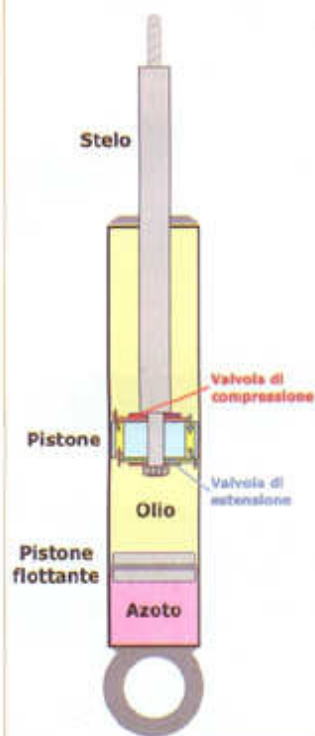
### Dentro l'ammortizzatore

L'ammortizzatore ha uno schema di base molto semplice (a sinistra della **Figura 3**), costituito da un cilindro sigillato

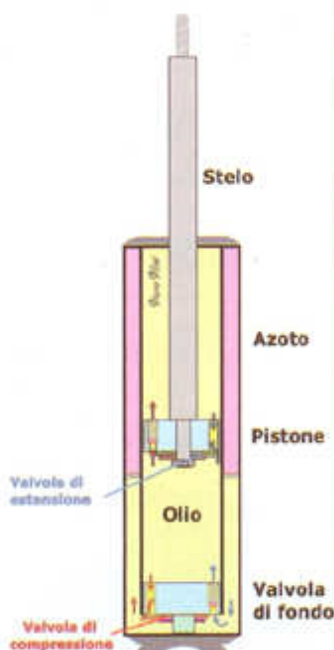


**FIGURA 2** Alle estremità delle sospensioni si trovano le masse non sospese (il pneumatico, il cerchio, i freni e il mozzo ruota) colorate in rosso e quelle sospese (l'intera scocca) colorate in verde. Il peso delle sospensioni (molle, ammortizzatore, bracci e semiassi), invece, è ripartito equamente e sommato alle due masse principali.

### Ammortizzatore monotubo a gas



### Ammortizzatore bitubo a gas



**FIGURA 3** Il calibro dei fori sul pistone, la taratura delle valvole e la viscosità dell'olio stabiliscono il grado di smorzamento dell'ammortizzatore. Nonostante la sua maggiore complessità l'ammortizzatore bitubo, a destra, è il più diffuso, poiché il maggiore numero di valvole permette di calibrare meglio la taratura in compressione e in estensione.

L'ammortizzatore posteriore bitubo a bassa pressione (3-8 bar), regolabile separatamente in compressione ed estensione, che fa parte del kit KW Variante 3 testato sulla Peugeot 207 (vedi Elaborare n° 133).

caratterizzare la risposta nelle varie condizioni di funzionamento.

#### Gas

Nelle due famiglie, monotubo e bitubo, il volume della camera non occupato dall'olio è destinato all'azoto; ecco perché vengono definiti ammortizzatori oleopneumatici, idropneumatici o "a gas". Il gas inerte viene usato perché si espande meno in presenza di calore di quanto faccia l'aria e scongiura anche il pericolo di ossidazione.

Inoltre, l'azoto è

performance dipendono soprattutto dai materiali impiegati, dalla precisione delle lavorazioni meccaniche e dal tipo di impiego dell'ammortizzatore.

#### Verso e tarature

Quando una forza esterna fa "chiudere" la

passaggi dell'olio sono regolati da valvole sensibili al verso (in compressione o in estensione) e alla pressione del fluido, di cui ci occuperemo in seguito. Gli ammortizzatori sono in genere idraulici a gas (bassa o alta pressione, monotubo o bitubo) ma ne esistono anche di più complessi, come quelli ad aria o a controllo elettronico.

#### Monotubo e bitubo

Lo schema elementare appena illustrato è relativo all'ammortizzatore monotubo, a sinistra nella **Figura 3**, che successivamente si è evoluto in bitubo (disegno a destra), dove le camere che ospitano l'olio sono due: separate e coassiali. In questa versione una valvola (quella di estensione) è posta sul pistone, mentre l'altra (di compressione) si trova alla

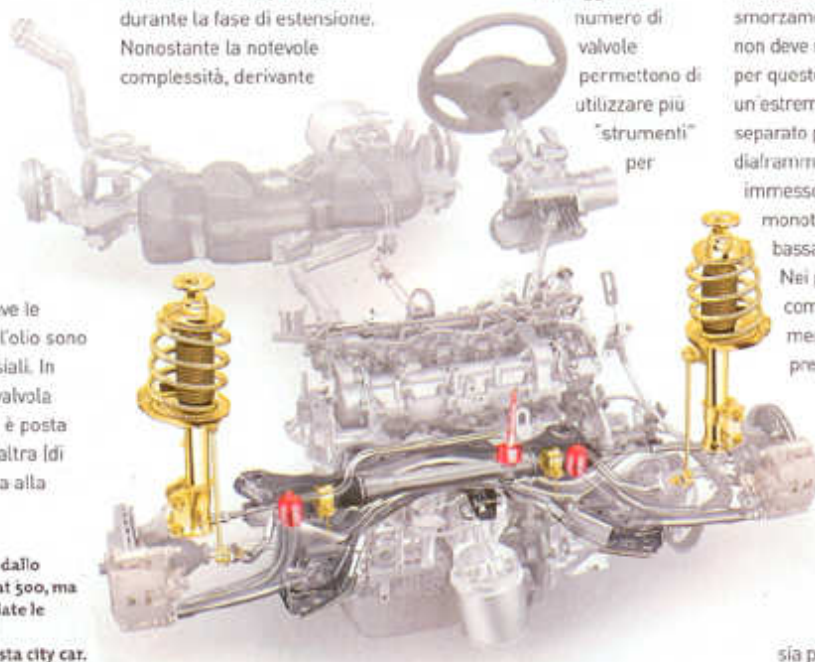
base dell'ammortizzatore, per permettere il passaggio dell'olio da un serbatoio all'altro (con l'ausilio di altre valvole unidirezionali secondarie). La seconda camera, detta di riserva, è esterna a quella principale e ospita gran parte del fluido nella fase di compressione, cedendolo di nuovo alla camera di lavoro durante la fase di estensione. Nonostante la notevole complessità, derivante

dal maggior numero di componenti, la soluzione bitubo è prevalentemente impiegata perché le diverse sezioni di passaggio dell'olio e il maggiore numero di valvole permettono di utilizzare più "strumenti" per

impresso a una pressione superiore a quella atmosferica per innalzare la temperatura d'ebollizione dell'olio per evitare che la formazione di schiuma ed eventuali variazioni di fluidità riducano il vigore dello smorzamento. Il gas compresso non deve mischiarsi al liquido, per questo motivo è confinato a un'estremità della camera o separato per mezzo di un diaframma. L'azoto può essere

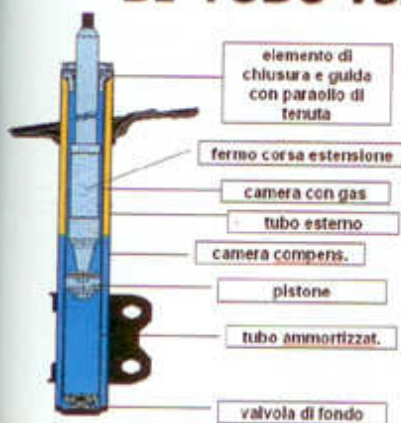
impresso nella camera del monotubo o del bitubo a bassa o ad alta pressione. Nei primi in genere viene compresso tra i 4 e i 6 bar, mentre in quelli ad alta pressione si oltrepassano i 10 bar ma si arriva persino a valori di 40 bar! Il modello più comune è il bitubo a gas con bassa pressione; tuttavia ciò non significa che la soluzione monotubo sia peggiore, poiché le

sospensione deve vincere la forza della molla, mentre quando la sospensione si "apre" il compito viene agevolato dalla molla (che è sempre precaricata) e dunque spinge per estendersi. L'ammortizzatore si oppone a queste variazioni ma nel primo caso la sua azione si somma a quella dell'elemento elastico, mentre nel secondo avviene il contrario. Per questo motivo viene tarato in modo che in compressione l'azione di smorzamento risulti minore che in estensione. La **Figura 4** in alto mostra cosa succede quando la sospensione viene sollecitata dal basso, cioè dalla massa non sospesa che "copia" le asperità della strada. In questo caso la molla e l'ammortizzatore devono controllare efficacemente brevi escursioni a elevata frequenza. Nel disegno in basso, invece, è la porzione di massa sospesa che grava sulla ruota a comprimere la sospensione; si tratta di un movimento molto più ampio e lento che sollecita la molla e l'ammortizzatore a bassa frequenza. Dunque la risposta dell'ammortizzatore deve tenere conto anche del tipo di sollecitazione, rapida con piccole portate d'olio o lenta con flussi decisamente maggiori.

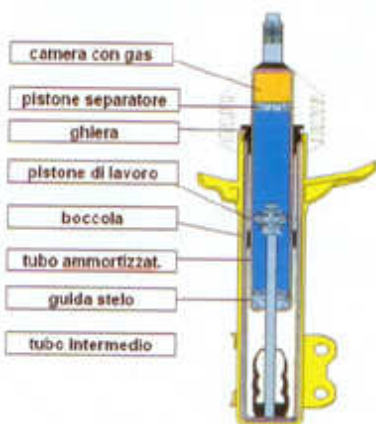


La nuova Ford Ka nasce dallo stesso progetto della Fiat 500, ma nella foto sono evidenziate le sospensioni sviluppate appositamente per questa city car.

## BI-TUBO vs. Mono-tubo



Sistema Bi-tubo tradizionale

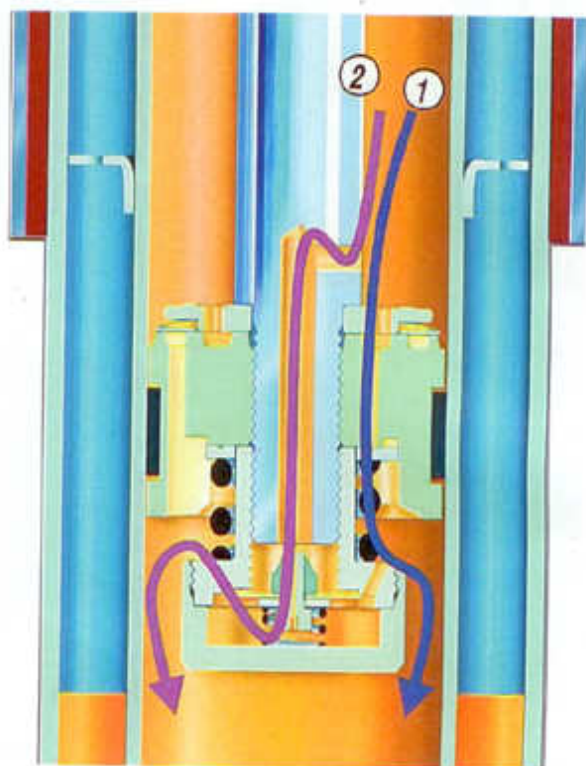


Sistema Mono-tubo Bilstein Up-side-down

Sopra, un ammortizzatore bi-tubo tradizionale (a sinistra) a confronto con un sistema mono-tubo Bilstein "Up-side-down", nel quale lo stelo è fissato in basso.

Analizziamo l'architettura dell'ammortizzatore monotubo di **Figura 3**, tenendo presente che lo stesso avviene nel bitubo anche se le valvole sono

posizionate diversamente. Il primo problema, quello del verso di applicazione della forza, viene risolto brillantemente dotando lo stantuffo di valvole unidirezionali: una entra in gioco solo quando la sospensione si comprime, mentre l'altra quando si estende. Per raggiungere lo scopo prefissato le due valvole sono tarate in modo diverso: quella di estensione garantisce uno smorzamento da 2 a 4 volte più efficace di quella in compressione (valori indicativi per vetture stradali o sportive ma non per quelle da competizione). In genere le valvole unidirezionali (soprattutto in compressione) sono capaci di aumentare lo smorzamento quando il pistone deve spostare rapidamente grandi volumi d'olio. Nello schema semplificato ogni valvola è fermata da due sottili lamine metalliche sovrapposte; la prima a ridosso del pistone ha un diametro maggiore, svolge il lavoro ordinario inflettendosi poco e rallentando efficacemente i flussi meno intensi. Quando le portate d'olio che attraversano il pistone sono rilevanti, la prima lamella s'inarca di più trovando la



Ecco come funziona l'ammortizzatore Koni FSD (vedi foto della sezione a pag. 90) che regola il flusso idraulico in funzione della frequenza anziché della portata d'olio. Alle basse frequenze la "frenatura" è determinata dal flusso principale (1) e rimane la più alta possibile per migliorare la tenuta di strada. Alle alte frequenze invece, una valvola lascia accesso ad un flusso parallelo (2) di olio idraulico che diminuisce lo smorzamento dell'ammortizzatore e migliora il comfort.

resistenza della seconda lamella, più robusta, che aumenta lo smorzamento della taratura standard e risolve il secondo problema. Per quanto semplice, questo schema permette di realizzare un dispositivo sensibile sia al verso sia alla pressione dell'olio che fluisce nel pistone. Inoltre, differenziando il diametro dei fori e realizzando vari tipi di lamelle (modificando diametro, spessore, forma o aggiungendone delle altre), si possono calibrare con buona precisione i vari gradi di smorzamento. Per affinare le tarature si può agire anche sulla viscosità dell'olio ma solo entro certi limiti, poiché una densità elevata del fluido non consente all'ammortizzatore di estendersi completamente durante una serie di ripetute sollecitazioni, col rischio di un blocco temporaneo della

sospensione. Il mercato del tuning offre una vasta gamma di ammortizzatori con regolazione esterna solo in estensione o in entrambi i versi. I più specialistici, dedicati alle competizioni, forniscono altre due tarature aggiuntive per lo smorzamento alle alte velocità della compressione e dell'estensione, ma per la guida sportiva e i track day forse sono un po' troppo... anche perché con tante possibili regolazioni si rischia di perdere il bandolo della matassa!

### Gli specialisti

WEISS  
www.weiss.it



C.O.M.A.R. SPORTLINE  
www.comarsport.com



NTP  
www.ntp.it



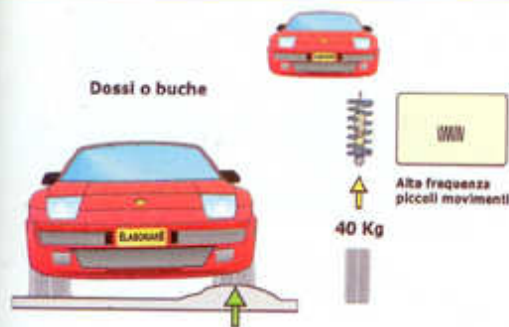
V-MAXX SUSPENSION  
www.vmaxx.it



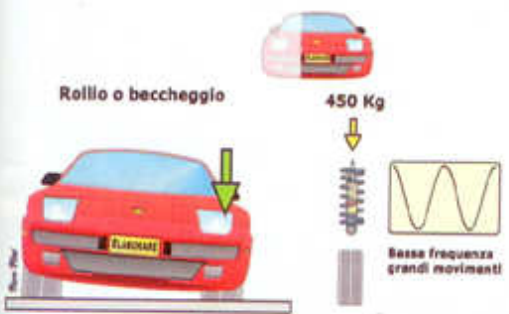
E.M.A. MOTORSPORT  
www.emamotorsport.com



### Dossi o buche



### Rollo o beccheggio



**FIGURA 4** Sopra, quando la sospensione viene sollecitata dalle masse non sospese (cioè dal basso), l'ammortizzatore deve smorzare brevi escursioni a elevata frequenza; invece quando viene sollecitata dall'alto (massa sospesa) deve contrastare un movimento molto più ampio e lento (bassa frequenza). Alla taratura delle valvole di compressione e di estensione è affidato il compito di contrastare efficacemente sia le piccole portate d'olio dei movimenti rapidi, sia quelle maggiori causate dai movimenti più lenti. In ogni caso lo smorzamento degli ammortizzatori stradali o sportivi è più vigoroso in estensione che in compressione.