

# **LA SOSPENSIONE E L'AMMORTIZZATORE**

- 1 - SOSPENSIONE
- 2 - TIPI DI SOSPENSIONI
- 3 - SOLLECITAZIONI SU VETTURA
- 4 - ELEMENTI DELLA SOSPENSIONE
- 5 - TIPI DI AMMORTIZZATORI
- 6 - L'AMMORTIZZATORE NELLA SOSPENSIONE
- 7 - REAZIONI DELL'AMM.RE E MEZZI DI CONTROLLO
- 8 - DESCRIZIONE DELL'AMMORTIZZATORE
- 9 - PROVE QUALITATIVE
- 10 - AMMORTIZZATORE A GAS
- 11 - VALVOLE LAMELLARI
- 12 - DIFETTI SU STRADA
- 13 - COMPORTAMENTO SU STRADA
- 14 - DEFINIZIONE DELLE CARATTERISTICHE DI SMORZAMENTO
- 15 - RACCOMANDAZIONI

## 1 SOSPENSIONE

- La sospensione nel contesto della vettura é un organo molto importante in quanto conferisce alla stessa STABILITA', SICUREZZA E COMFORT.

- Senza le sospensioni la vettura non sarebbe guidabile per l'impossibilit  di controllo delle "MASSE SOSPENSE TELAIO E SCOCCA" soprattutto considerando la velocit  di esercizio su strada e la necessit  di ottenere COMFORT.

- L'architettura delle vetture di serie, per anni,   stata impostata con uno schema "tradizionale" consolidato con motore anteriore e trazione posteriore.

- L'evoluzione tecnica legata alla necessit  di conferire alla vettura sicurezza, abitabilit , accessibilit  e lo sfruttamento spazio-volume nonch  la riduzione dei costi, ha reso obbligatorio, sulla maggioranza dei modelli, variare lo schema precedente su motore e trazione anteriore unitamente all'utilizzo di nuove soluzioni di sospensione.

- Con la soluzione a trazione anteriore si sono dovuti risolvere problemi tecnici di notevole difficolt  conseguente allo scarico a terra di elevate coppie motrici senza perdere aderenza in accelerazione e controllo guida.

- Con questa premessa sono stati ripresi schemi di sospensioni quali il MC.PHERSON, soprattutto nell'avantreno, brevettato nel 1950.

- Entrambe le soluzioni Tradizionale e Mc Pherson (M.P.) presentano qualche condizione a sfavore sia dal punto di vista strutturale che per il controllo della geometria della sospensione nell'arco della sua escursione.

- Il successo del Mc Pherson, nelle sospensioni ANTERIORI,   dovuto ad una migliore nazionalizzazione degli ingombri in senso trasversale e maggior semplicit  costruttiva quindi a minori costi.

- Per l'affermarsi di questa soluzione si sono dovuti attendere progressi tecnologici sui materiali e soluzioni tecniche tali da superare gli aspetti critici che il progetto aveva inizialmente.

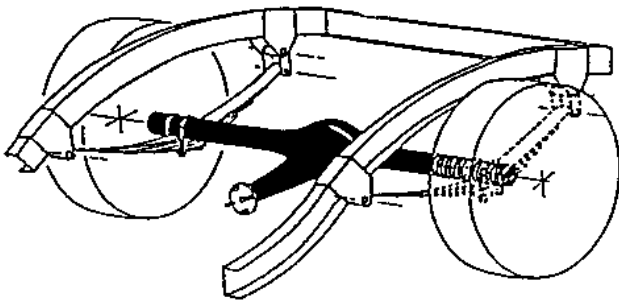
- L'impiego del Mc Pherson   stato esteso in alcuni casi oltre che alla sospensione anteriore anche a quella posteriore, con l'intento di eliminare l'effetto sottosterzo connaturato nella soluzione a trazione anteriore ; la pratica ha confermato che questo tipo di impiego   sovradimensionato, quindi eccessivo e che con una migliore distribuzione dei pesi e delle soluzioni tecniche si poteva limitarlo.

- La soluzione non Mc Pherson la chiameremo TRADIZIONALE - I tipi di sospensioni impiegate risultano:

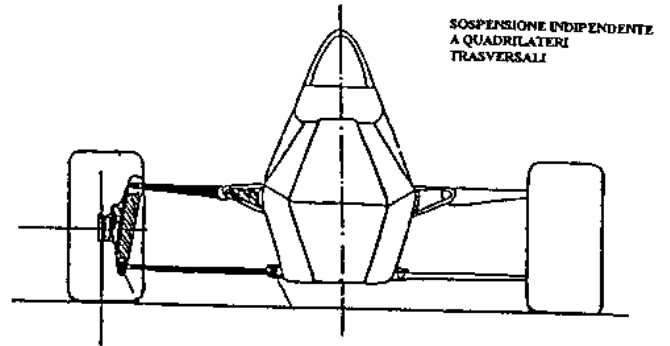
N°	SOSPENSIONE E TIPO	ANT.	POST.
1	RETROTRENO A RUOTE INDIPENDENTI	-	X
2	RETROTRENO A RUOTE SEMI-INDIPENDENTI	-	X
3	RETROTRENO AD ASSALE RIGIDO	-	X
4	SOSPENSIONI MC PHERSON	X	X
5	RETROTRENO CON BRACCI MULTIPLI	-	X
6	RUOTE INDIPENDENTI A QUADRILATERI DEFORMABILI	X	X
7	RETROTRENO CON BRACCI E TRANTI MULTIPLI	-	X
8	RETROTRENO RIGIDO CON TRAZIONE	-	X
9	RETROTRENO CON BRACCI TRIANGOLARI	-	X
10	RETROTRENO CON PONTE DE DION	-	X

## 2 TIPI DI SOSPENSIONE

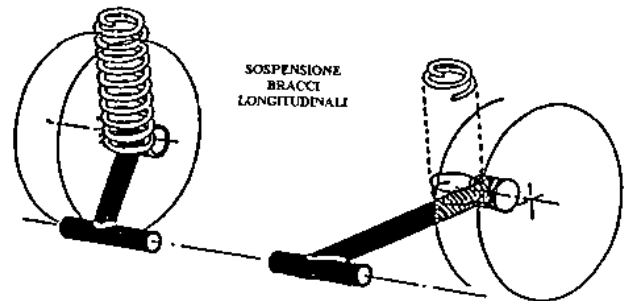
### SCHEMI



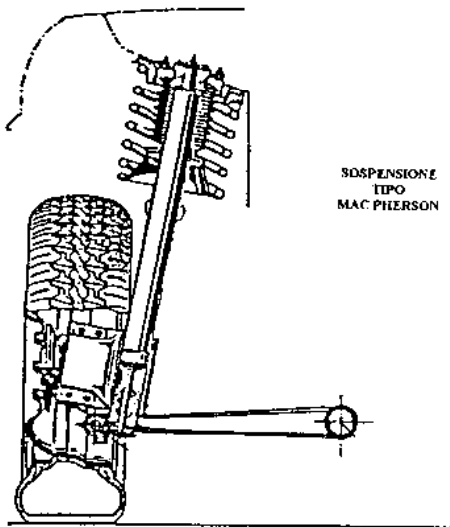
ASSALE RIGIDO



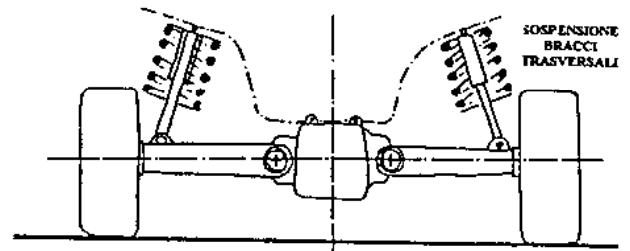
SOSPENSIONE INDIPENDENTE  
A QUADRILATERI  
TRASVERSALI



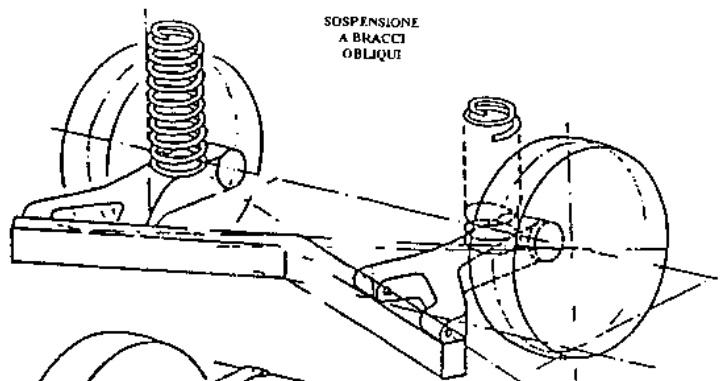
SOSPENSIONE  
BRACCI  
LONGITUDINALI



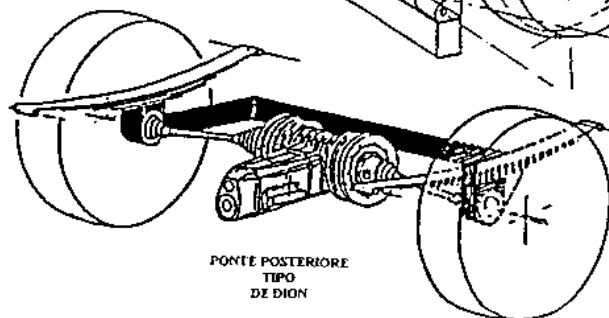
SOSPENSIONE  
TIPO  
MAC PHERSON



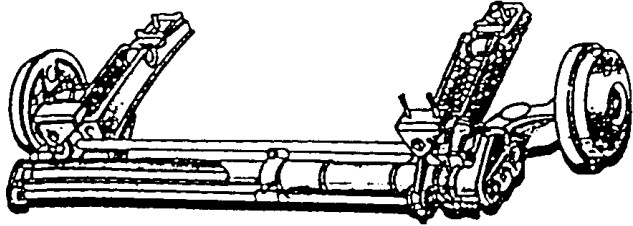
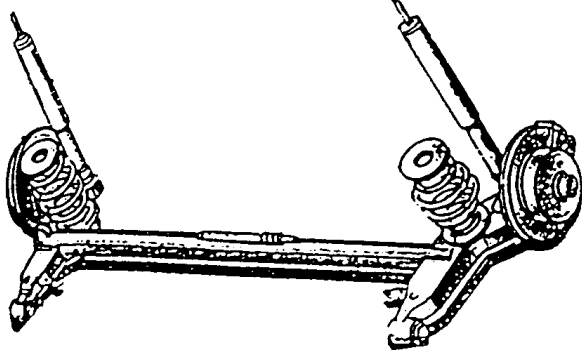
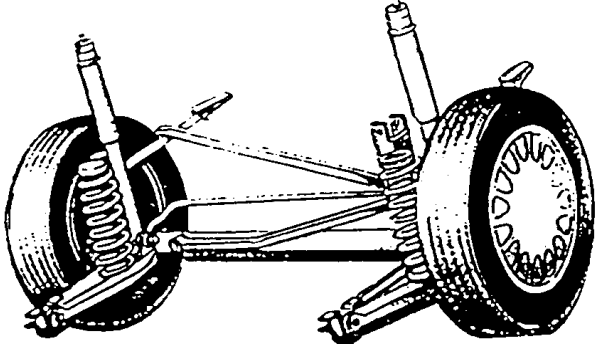
SOSPENSIONE  
BRACCI  
TRASVERSALI

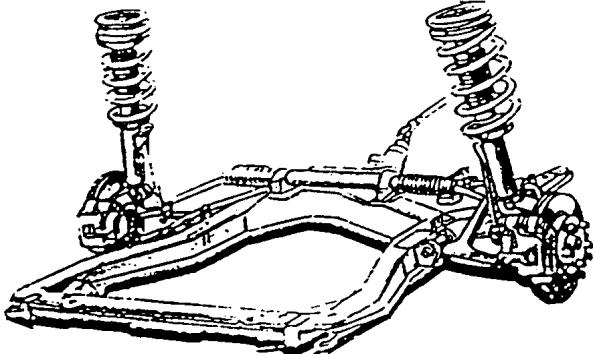
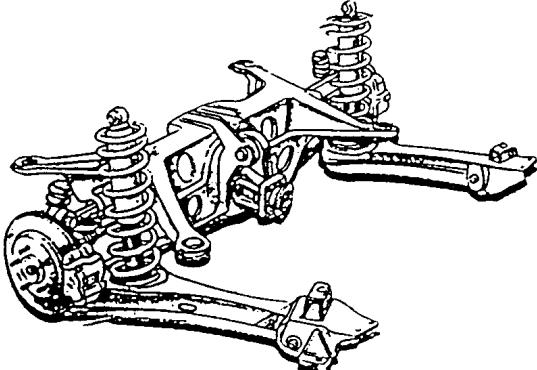
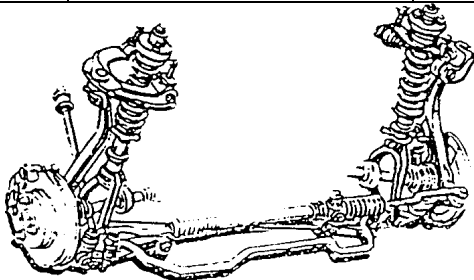


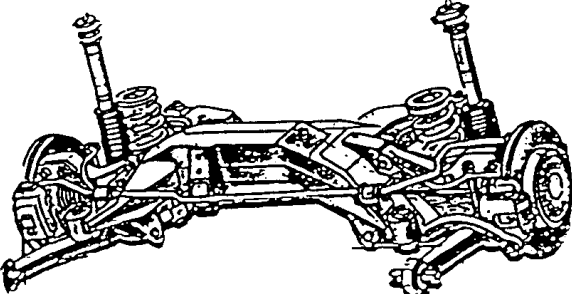
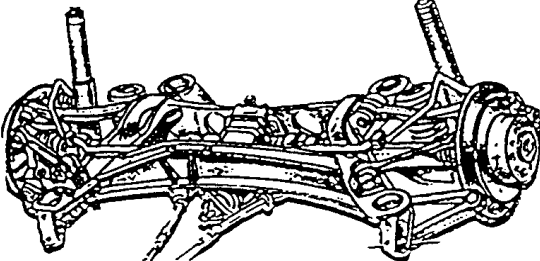
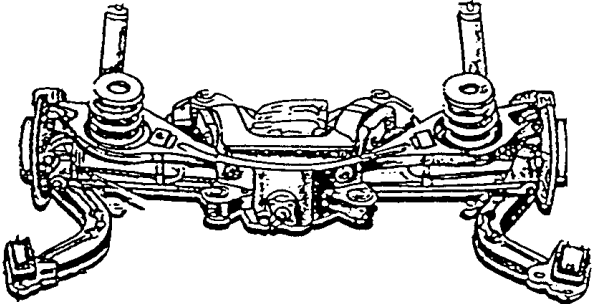
SOSPENSIONE  
A BRACCI  
OBLIQUI

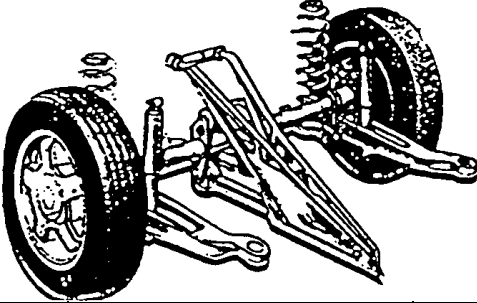
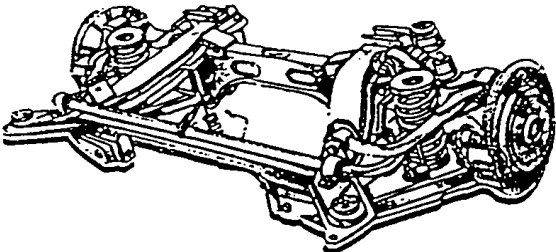
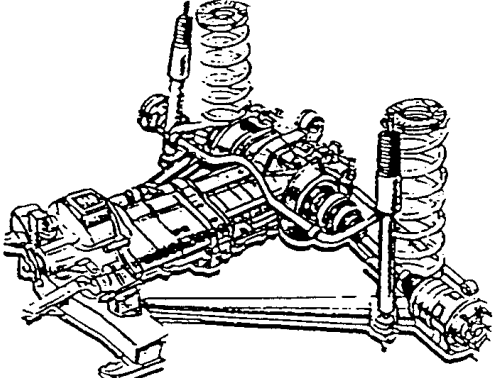


PONTE POSTERIORE  
TIPO  
DE DION




TIPI DI SOSPENSIONE	LE DIVERSE ARCHITETTURE	COME VANNO SU STRADA	PREGI E DIFETTI
<p><b>CON LE RUOTE POSTERIORI INDIPENDENTI</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- PEUGEOT 205</li> <li>- CITROEN BX</li> <li>- RENAULT CLIO</li> <li>- FIAT TIPO</li> <li>- PEUGEOT 405</li> </ul>			
	<p>SOSPENSIONE POSTERIORE A RUOTE INDIPENDENTI DESTINATA A VETTURE A TRAZIONE ANTERIORE. I BRACCI HANNO DISEGNO A L E SONO INFULCRATI PER IL LATO BREVE A UNA STRUTTURA DI ANCORAGGIO FISSATA ALLA SCOCCA. RUOTE PERPENDICOLARI AL PIANO STRADALE</p>	<p>SOSPENSIONE CHE ASSICURA BUON CONFORT E MARCIA SICURA E AFFIDABILE IN RETTILINEO. IN CURVA, CON TARATURE NORMALI, INDUCE UN COMPORTAMENTO SOTTO STERZANTE CON ACCENTUATO CORICAMENTO LATERALE.</p>	<p>SOSPENSIONE DI COSTO CONTENUTO, CHE SOTTRAE UN'ALIQUOTA CONTENUTA DI VOLUME UTILE ALL'INTERNO DELL'AUTO E CHE HA MASSE E INERZIE CONTENUTE, MA CHE RICHIEDE ESECUZIONE DEI BRACCI BEN STRUTTURATA AL FINE DI POTER TENERE I CARICHI LATERALI.</p>
<p><b>RETRUTRENO DEL TIPO SEMI-INDIPENDENTE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- OPEL VESCRA 1.4</li> <li>- VW GOLF</li> <li>- FIAT UNO</li> <li>- RENAULT 21</li> <li>- FORD FIESTA</li> </ul>			
	<p>SOSPENSIONE POSTERIORE A RUOTE SEMI-INDIPENDENTI DESTINATA A VETTURE A TRAZIONE ANTERIORE. I BRACCI VENGONO MONTATI INFULCRATI ALLA SCOCCA E QUINDI CONGIUNTI DA UNA TRAVE TRASVERSALE DOTATA DI UN CERTO GRADO DI FLESSIBILITA' ALLE FORZE TORSIONALI.</p>	<p>CONDIVIDE CON LA SOLUZIONE PRECEDENTE LA GEOMETRIA A RUOTE SEMPRE PERPENDICOLARI; QUINDI CONFERMA LE BUONE CARATTERISTICHE DI CONFORT E STABILITA', MA CON TENDENZA A RIDURRE IL SOTTOSTERZO.</p>	<p>SOLUZIONE DI DIFFUSIONE CRESCENTE PERCHE A UN COSTO CONTENUTO FA CORRISPONDERE TUTTA UNA SERIE DI VIRTU' NEL SENSO DEL CONFORT E DELLA NEUTRALITA' DI RISPOSTE DELL'AUTOTELAIO. OLTRE A CIO' SI DIMOSTRA SENZ'ALTRO BUONA LA TENUTA AI CARICHI TRASVERSALI.</p>
<p><b>L'ASSALE DEL RETROTRENO E' RIGIDO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- SAAB 9000</li> <li>- ALFA 33</li> <li>- VOLVO SERIE 400</li> <li>- SEAT MARBELLA</li> <li>- SAAB 900</li> </ul>			
	<p>SOSPENSIONE POSTERIORE DESTINATA A VETTURE A TRAZIONE ANTERIORE COSTITUITA DA UN ELEMENTO TUBOLARE CHE CONGIUNGE DIRETTAMENTE I MOZZI DELLE RUOTE ED E' TENUTO NELLA CORRETTA POSIZIONE DA BRACCI LONGITUDINALI PIU' BARRE PANHARD, O DA BALESTRE.</p>	<p>DI MASSA RELATIVAMENTE CONTENUTA, E GEOMETRIA FISSA CON RUOTE, IN GENERE, PERPENDICOLARI AL TERRENO. DISCRETE LE CARATTERISTICHE DI CONFORT MENTRE IL SOTTOSTERZO SI AVVERTE ABBASTANZA ACCENTUATO.</p>	<p>AI LIMITI DI MODULABILITA' TIPICI DI TUTTI I SISTEMI A GEOMETRIA FISSA, IN QUANTITA' SUPERIORE ALLA SOLUZIONE PRECEDENTE, RISPETTO ALLA QUALE NON HA CAPACITA' AUTONOMA DI CONTENIMENTO DEL SOTTOSTERZO. HA IL DIFETTO DI ESSERE PIUTTOSTO INGOMBRANTE.</p>

TIPI DI SOSPENSIONE	LE DIVERSE ARCHITETTURE	COME VANNO SU STRADA	PREGI E DIFETTI
<p><b>IL DIFFUSORE AVANTRENO MC PHERSON</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- FIAT TIPO</li> <li>- OPEL KADETT</li> <li>- BMW SERIE 5</li> <li>- LANCIA THEMA</li> <li>- ALFA ROMEO 164</li> </ul>			
	<p>SOSPENSIONE ANTERIORE A RUOTE INDIPENDENTI CHE E' STATA STUDIATA PER VETTURE SIA A TRAZIONE ANTERIORE SIA POSTERIORE, CON BRACCIO TRIANGOLARE INFERIORE ED ELEMENTO VERTICALE AMMORTIZZANTE CHE ASSICURA LA GUIDA VERTICALE ALLA RUOTA.</p>	<p>SOLUZIONE DIFFUSISSIMA CHE ASSICURA UNA BUONA RISPOSTA DELL'AVANTRENO, CON CONTROLLO CORRETTO DELLA SUA DIREZIONALITA' MA CHE LAMENTA UN CONTROLLO SOLO PARZIALE DELLA PROGRESSIONE DELLA GEOMETRIA.</p>	<p>LA CAPACITA' DI CONTROLLO DELLA GEOMETRIA PER TUTTO L'ARCO DELLA ESCURSIONE DELLA RUOTA E' OTTENIBILE SOLO CON ARTIFIZI CHE NE INTACCANO LA SOSTANZIALE SEMPLICITA'. UNI SUO ASPETTO POSITIVO E' L'OTTIMO RAPPORTO FRA COSTO E PRESTAZIONI. BUON COMFORT.</p>
<p><b>RETROTRENO CON BRACCI MULTIPLI</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- VOLVO 960 (BERLINA)</li> <li>- VOLVO 760 (ULT. SERIE)</li> </ul> <p>SI TRATTA DI UNA SOLUZIONE CHE CARATTERIZZA ALCUNE VETTURE DELLA CASA SVEDESE</p>			
	<p>SOSPENSIONE A RUOTE INDIPENDENTI EPR ASSALE POSTERIORE PROPULSIVO ARTICOLATA SU UNA COMBINAZIONE DI BRACCI LONGITUDINALI, BRACCI TRASVERSALI E PUNTONI DIAGONALI, PER UN TOTALE DI SEI, CHE VENGONO INFULCRATI A UN SOLIDISSIMO SUB-TELAIO.</p>	<p>CONTROLLO TOTALE DELLA PROGRESSIONE GEOMETRICA PER TUTTO L'ARCO DI ESECUZIONE DELLA RUOTA GRANDE STABILITA', PRECISIONE DI RISPOSTA DEL RETROTRENO E RECUPERO DELL'ASSETTO NELLA FASE DI RIALLINEAMENTO.</p>	<p>SOLUZIONE CERTAMENTE COSTOSA E, IN PARTE, INGOMBRANTE, MA DI NOTEVOLE PREGIO ED EFFICACIA, IN GRADO DI ASSICURARE A UNA VETTURA DI GROSSA TAGLIA COME LA 960 VOLVO DOTI DI AGILITA' E PRECISIONE DI COMPORTAMENTO DA AUTENTICA VETTURA SPORTIVA</p>
<p><b>INDIPENDENTI A QUADRILATERI DEFORMABILI</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- HONDA CRX (ANTERIORE)</li> <li>- HONDA HSX (ANT. POST.)</li> <li>- FERRARI 348 (ANT. POST.)</li> <li>- CHEVROLET CORVETTE (ANT. POST.)</li> <li>- NISSAN PRIMERA (ANT.)</li> </ul>			
	<p>SOSPENSIONE A RUOTE INDIPENDENTI UTILIZZABILE SIA ANTERIORMENTE SIA POSTERIORMENTE, PER ASSI MOTORI E NON. NELLA FORMA ORIGINALE, CHE RITROVIAMO NELLE VETTURE SPORTIVE, VENGONO UTILIZZATI DUE BRACCI TRIANGOLARI IN POSIZIONE SOVRAPPOSTA.</p>	<p>E' INCONTESTABILMENTE UNA DELLE SOLUZIONI PIU' VERSATILI E RAFFINATE PER L'ECCELLENTE CONTROLLO DELLA PROGRESSIONE GEOMETRICA NE DERIVA UNA RISPOSTA CHE RISULTA SEMPRE MOLTO PRECISA E IMMEDIATA.</p>	<p>SA ASSICURARE SIA GRANDE STABILITA' SIA ELEVATA MANEGGEVOLEZZA IN VIRTU' DEL COSTANTE E COMPLETO CONTROLLO DELL'ASSETTO GEOMETRICO DELLE RUOTE. NELLE VARIANTI PER TRAZIONI ANTERIORI E' IN GRADO DI LIMITARE I FENOMENI DI SOTTOSTERZO DI POTENZA.</p>

TIPI DI SOSPENSIONE	LE DIVERSE ARCHITETTURE	COME VANNO SU STRADA	PREGI E DIFETTI
<p><b>IL RETROTRENO PIU' RAFFINATO HA 7 BRACCI</b></p> <p>- BMW 850i QUANDO NON CI SINO PROBLEMI DI COSTO, I TEDESCHI DIMOSTRANO DI POSSEDERE UNA TEORICA DAVVERO INSUPERABILE.</p>			
	<p>LA BMW HA SVILUPPATO PER LA SUA AMMIRAGLIA, IL LUSUOSO COUPE' 850i, LA PIU' RAFFINATA ED ELABORATA SOSPENSIONE MULTI-LINK REALIZZATA FINO AD OGGI ED ARTICOLATA SU BEN SETTE BRACCI, CHE COMPENDONO INTERCONNESSIONI ANCHE IN SENSO VERTICALE.</p>	<p>STABILITA' ASSOLUTA, GRANDE COMFORT ED ESTREMA NEUTRALITA' DI COMPORTAMENTO IN CURVA. GUIDA PRECISA, IMMEDIATA, AGILE E SICURA CON QUALSIASI TIPO DI CARICO. RIALLINEAMENTO PRONTO E MOLTO SICURO.</p>	<p>IL MULTIBRACCI BMW E' TALMENTE EFFICACE E SICURO CHE QUALCUNO E' ARRIVATO A LAMENTARSI DEL FATTO CHE COSI' FINISCE PER "UCCIDERE" LA GUIDA CREATIVA. LA MIGLIORE DIMOSTRAZIONE CHE L'ARCHITETTURA PIU' TRADIZIONALE ANCORA AVEVA MOLTO IN SERBO.</p>
<p><b>TANTI BRACCI ASSICURANO IL CONTROLLO</b></p> <p>- MERCEDES 198) - MERCEDES 200-300 ANCHE IN QUESTO CASO IS TRATTA DI UN'ARCHITETTURA PERFEZIONATA, ESCLUSIVA DELLA MERCEDES.</p>			
	<p>E' STATA LA PRIMA DELLE SOSPENSIONI POSTERIORI MULTIBRACCI DETTE MULTI-LINK, IMPIEGA UNA COMBINAZIONE DI BRACCI LONGITUDINALI E DI PUNTONI TRASVERSALI E OBLIQUI CHE CONSENTONO DI OTTENERE UN CONTROLLO TOTALE DELL'ASSETTO DELLA RUOTA.</p>	<p>GRANDE STABILITA' E COMPORTAMENTO MOLTO PRECISO E AFFIDABILE IN RETTILINEO E IN CURVA, SOSTANZIALMENTE NEUTRO. ECCELLENTE CONTROLLO DELL'ASSETTO POSTERIORE IN TUTTE LE PIU' SVARIATE CONDIZIONI DI CARICO.</p>	<p>SOLUZIONE COSTOSA, MA MOLTO EFFICACE, SIA PER QUANTO RIGUARDA LE CARATTERISTICHE DI GUIDABILITA' SIA PER QUANTO RIGUARDA IL COMFORT. EFFETTO BINARIO ANCHE NELLA GUIDA AGGRESSIVA UNA SUA CARATTERISTICA E' L'ECCELLENTE TENUTA AI CARICHI TRASVERSALI.</p>
<p><b>BRACCI TIRATI E BRACCI TRASVERSALI</b></p> <p>- BMW NUOVA SERIE 3 SOLTANTO IL PIU' RECENTE MODELLO DELLA CASA BAVARESE HA QUESTO PARTICOLARE TIPO DI RETROTRENO A RUOTE INDIPENDENTI.</p>			
	<p>LA BMW HA SVILUPPATO, PER LO SPIDER Z1 E PER LE NUOVE SERIE 3, UNA SOSPENSIONE POSTERIORE BASATA SU DUE BRACCI TIRATI INTEGRATI DA BRACCI TRASVERSALI E PUNTONI. I BRACCI TIRATI VENGONO INFULCRATI IN POSIZIONE PERPENDICOLARE ALL'ASSE VEICOLO.</p>	<p>GRANDE STABILITA' E COMPOSTEZZA DI REAZIONI AL RETROTRENO, PRONTO RECUPERO DELL'ASSETTO IN RIALLINEAMENTO; CONTENIMENTO DEL CORICAMENTO IN CURVA CONFERENDO COSI' UNA MAGGIORE AGILITA' E MANEGGEVOLEZZA.</p>	<p>COMPORTAMENTO MOLTO NEUTRO IN ACCELERAZIONE E IN RILASCIO. ASSETTO DELLE RUOTE SEMPRE PERPENDICOLARE AL SUOLO, OTTIMO CONTROLLO DELLE SPINTE TRASVERSALI SULLA SOSPENSIONE POSTERIORE. PRESENTA UN NEO NON SECONDARIO: IL SUO COSTO ELEVATO.</p>





TIPI DI SOSPENSIONE	LE DIVERSE ARCHITETTURE	COME VANNO SU STRADA	PREGI E DIFETTI
<p><b>RETROTRENO DI TIPO RIGIDO CON TRAZIONE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- VOLVO 960 S.W.</li> <li>- VOLVO 940</li> <li>- ALFA ROMEO SPIDER</li> <li>- CADILLAC BROUGHAM</li> <li>- CHEVROLET CAMARO</li> </ul>			
	<p>ASSE TUBOLARE RIGIDO CHE CONGIUNGE I MOZZI DELLE RUOTE E PORTA RACCHIUSI AL SUO INTERNO I SEMIASSI, E' POSIZIONATO E GUIDATO DA BRACCI LONGITUDINALI, PUNTONI DI REAZIONE E, IN MOLTI CASI (NON IN QUELLO DELLE VETTURE VOLVO) DA BARRA PANHARD.</p>	<p>E' LA SOSPENSIONE POSTERIORE PIU' SEMPLICE IN CASO DI ASSALE PROPULSIVO. TENUTA DI STRADA ACCETTABILE, MA CHE PUO' DIVENTARE CRITICA SE SI SUPERANO CERTI LIMITI. QUALCHE REAZIONE SI HA RILASCIANDO IN CURVA.</p>	<p>MASSA (E QUINDI INERZIA) ELEVATA, CHE LIMITA IL COMFORT E AMPLIFICA LE REAZIONI SU FONDO IRREGOLARE IN QUANTO UNA RUOTA INFLUENZA L'ALTRA ESSENDO PROPULSIVE E INTERCONNESSE. COSTO CONTENUTO. UNA "SPECIE" DA CONSIDERARE IN VIA DI ESTINZIONE.</p>
<p><b>RETROTRENO CON BRACCI TRIANGOLARI</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- PEUGEOT 605</li> <li>- PORSCHE 944</li> <li>- PORSCHE CARRERA 2</li> <li>- MERCEDES S</li> <li>- BMW SERIE 7</li> </ul>			
	<p>SOSPENSIONE A RUOTE INDIPENDENTI PER ASSALE POSTERIORE CON TRAZIONE O SENZA. I BRACCI SONO DI DISEGNO TRIANGOLARE CON LA BASE DI INFULCRAMENTO LARGA IN MODO DA POTER FRONTEGGIARE SIA LE COPPIE LONGITUDINALI CHE QUELLE TRASVERSALI E MOTRICI.</p>	<p>L'EFFICACIA DEL SISTEMA DIPENDE DALL'ANGOLO DELL'ASSE DI INFULCRAMENTO DEI BRACCI RISPETTO AL SENSO DI MARCIA. IL BUON COMFORT SI ABBINA AL CONTROLLO DELL'ASSETTO POSTERIORE NON SEMPRE OTTIMALE.</p>	<p>IL SISTEMA DELLA PEUGEOT 605 INTEGRA I BRACCI TRIANGOLARI CON ALTRI PUNTONI ED E' MOLTO EFFICACE; LO STESSO VALE PER GLI ALTRI ESEMPLI, MA SE LA COSTRUZIONE GEOMETRICA NON E' CORRETTA, SI POSSONO REGISTRARE DELLE REAZIONI NEGATIVE AL RETROTRENO.</p>
<p><b>IL FAMOSO RETROTRENO DE DION</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ALFA 75</li> <li>- ALFA COUPE' SZ</li> <li>- ASTON MARTIN VIRAGE</li> <li>- ASTON MARTIN LAGONDA</li> </ul>			
	<p>CONSIDERATO DA MOLTI COME LA SOSPENSIONE POSTERIORE OTTIMALE, CONSTA DI DUE STRUTTURE, UNA ANTERIORE A V E UNA POSTERIORE A U, CHE, TRAMITE DEGLI SNODI, GUIDANO L'ESCURSIONE VERTICALE DELLE RUOTE MANTENENDOLE PERPENDICOLARI AL SUOLO.</p>	<p>IL DE DION ASSICURA GUIDA MOLTO PRECISA CON QUALSIASI CARICO, SOPRATTUTTO SU FONDO REGOLARE E ASCIUTTO. LA STABILITA' E' MOLTO ELEVATA ANCHE A FRONTE DI UN MARCATO CORICAMENTO DELLA VETTURA IN CURVA.</p>	<p>E' UNA SOLUZIONE MOLTO COSTOSA, CHE OCCUPA PARECCHIO SPAZIO E CHE HA UNA MASSA, E QUINDI INERZIE, RILEVANTI CHE ANNULLANO LA TEORICA SUPERIORITA' DI QUESTA SOSPENSIONE QUANDO SI ABBIA A VIAGGIARE SU FONDO IMPERFETTO O BAGNATO.</p>

SCEMI IMPOSTAZIONE	IL TIPO DI ARCHITETTURA	I VARI PREGI
--------------------	-------------------------	--------------

VETTURA	E DIFETTI	
<p><b>TUTTO DIETRO CON MOTORE A SBALZO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- PORSCHE CARRERA 2</li> <li>- VW MAGGIOLINO</li> <li>- ALPINE RENAULT V6 T</li> <li>- CHEVROLET CORVAUS</li> </ul>		
	<p>IL MOTORE E' POSTO A SBALZO SULL'ASSALE POSTERIORE CON CAMBIO E DIFFERENZIALE IN BLOCCO. ARCHITETTURA ATTUALMENTE ADOTTATA SOLO DALLA PORSCHE PER LE VETTURE DELLA SERIE "911".</p>	<p>SE SUPPORTATA DA UNA GEOMETRIA DELLE SOSPENSIONI POSTERIORI CHE LIMITA IL NATURALE SOVRASTERZO E' UN'ARCHITETTURA CHE ASSICURA MANEGGEVOLEZZA SUPERBA, COME LA MAGNIFICA "CARREPA 2" DIMOSTRA.</p>
<p><b>TUTTO AVANTI CON MOTORE TRASVERSALE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- LANCIA DEDRA</li> <li>- FIAT UNO</li> <li>- CITROEN XM</li> <li>- ALFA 164</li> </ul>		
	<p>MOTORE ANTERIORE TRASVERSALE A SBALZO OLTRE L'ASSE ANTERIORE, CAMBIO IN SEQUENZA CON IL MOTORE E IN BLOCCO CON IL DIFFERENZIALE. E' OGGI L'ARCHITETTURA CERTAMENTE PIU' DIFFUSA.</p>	<p>LO SBALZO LIMITATO CONTIENE L'EFFETTO POLARE ANTERIORE, MA LA TRAZIONE ANTERIORE INDUCE UGUALMENTE UNA CERTA TENDENZA AL SOTTOSTERZO. UN ALTRO ASPETTO POSITIVO E' LA GRANDE RAZIONALITA' DI UTILIZZO DEI VOLUMI.</p>
<p><b>TUTTO AVANTI CON MOTORE A SBALZO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- AUDI 80</li> <li>- AUDI 90</li> <li>- ALFA 33</li> <li>- RENAULT 21 TURBO</li> </ul>		
	<p>IL MOTORE E' IN POSIZIONE LONGITUDINALE E PER POTER RICORRERE ALLA TRAZIONE ANTERIORE BISOGNA CHE SIA TOTALMENTE A SBALZO, CON IL CAMBIO IN SEQUENZA E IN BLOCCO COL DIFFERENZIALE.</p>	<p>IL MOTORE A SBALZO CREA UN FORTE MOMENTO POLARE CHE ACCENTUA LA TENDENZA AL SOTTOSTERZO CHE E' CARATTERISTICA CONNATURALE ALLE VETTURE A TRAZIONE ANTERIORE. D'OBBLIGO LA CORREZIONE DI GEOMETRIA ANTERIORE.</p>

SCEMI IMPOSTAZIONE VETTURA	IL TIPO DI ARCHITETTURA	I VARI PREGI E DIFETTI
----------------------------	-------------------------	------------------------



<p><b>MOTORE AVANTI E CAMBIO AL RETROTRENO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ALFA 75</li> <li>- PORSCHE 944</li> <li>- ALFA COUPE' SZ</li> <li>- PORSCHE 928</li> </ul>		
	<p>IL MOTORE E' IN POSIZIONE ANTERIORE LONGITUDINALE, L'ALBERO DI TRASMISSIONE PRENDE IL MOTO DIRETTAMENTE IN USCITA DAL VOLANO E LO TRASMETTE QUINDI AL CAMBIO IN BLOCCO CON IL DIFFERENZIALE.</p>	<p>ARCHITETTURA MOLTO RAFFINATA IN RAGIONE DELL'OTTIMO BILANCIAMENTO DEI PESI. MA FA REGISTRARE UNA SERIE DI CONTROINDICAZIONI; E' COSTOSA, SOTTRAE PIU' SPAZIO DI QUELLA CLASSICA E RICHIEDE RINVII DEL CAMBIO PIU' LUNGH.</p>
<p><b>MOTORE DAVANTI E TRAZIONE AL RETROTRENO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- MERCEDES 200-300</li> <li>- OPEL OMEGA</li> <li>- FORD SIERRA</li> </ul>		
	<p>MOTORE ANTERIORE IN POSIZIONE LONGITUDINALE CON CAMBIO IN SEQUENZA CHE PRENDE IL MOTO DEL VOLANO E LO TRASMETTE POI ALL'ALBERO DI TRASMISSIONE E QUINDI AL DIFFERENZIALE.</p>	<p>ARCHITETTURA CLASSICA, CHE, PER OTTENERE UN CORRETTO BILANCIAMENTO DEI PESI, RICHIEDE CHE IL MOTORE SIA COLLOCATO QUANTO PIU' POSSIBILE OLTRE L'ASSE ANTERIORE. ANCHE DI FRONTE ALLE PIU' MODERNE E' ANCORA VALIDA.</p>
<p><b>MOTORE CENTRALE TRASVERSALE E TRAZIONE DIETRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- HONDA NSX</li> <li>- FERRARI 308</li> <li>- LOTUS ESPRIT</li> <li>- TOYOTA MR 2</li> </ul>		
	<p>IL MOTORE CENTRALE DAVANTI ALL'ASSE POSTERIORE E' DISPOSTO TRASVERSALMENTE, HA IL CAMBIO IN SEQUENZA E TRASMETTE IL MOTO AL DIFFERENZIALE TRAMITE DUE INGRANAGGI.</p>	<p>CON TALE ARCHITETTURA SI REALIZZA UN'OTTIMA DISTRIBUZIONE DEI PESI ASSOCIATA A UNA MIGLIORE UTILIZZAZIONE DELLO SPAZIO RISPETTO A QUELLA CON MOTORE LONGITUDINALE RISPETTO A CUI PRESENTA UNA PIU' COMPLESSA TRASMISSIONE.</p>
<p><b>CON IL MOTORE CENTRALE LONGITUDINALE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- FERRARI 348</li> <li>- LAMBORGHINI DIABLO</li> <li>- MASERATI CHUBASCO</li> <li>- DE TOMASO PANTERA</li> </ul>		
	<p>IL MOTORE E' IN POSIZIONE CENTRALE; DAVANTI ALL'ASSE POSTERIORE ED E' ORIENTATO SECONDO L'ASSE LONGITUDINALE DEL VEICOLO. IL CAMBIO E' IN SEQUENZA, A SBALZO OLTRE L'ASSE POSTERIORE.</p>	<p>E' L'ARCHITETTURA ORMAI CLASSICA PER LE SPORTIVE DI RANGO. RIDUCE L'ABITABILITA' MA REALIZZA LA SEQUENZA CINEMATICA PIU', LOGICA FRA IL MOTORE, IL CAMBIO E IL DIFFERENZIALE. OTTIMO IL BILANCIAMENTO COMPLESSIVO.</p>

### 3 SOLLECITAZIONI SULLA VETTURA

- Le sollecitazioni dinamiche della vettura sono di due tipi:

- A - Indotte dal fondo stradale
- B - indotte dalle condizioni di marcia

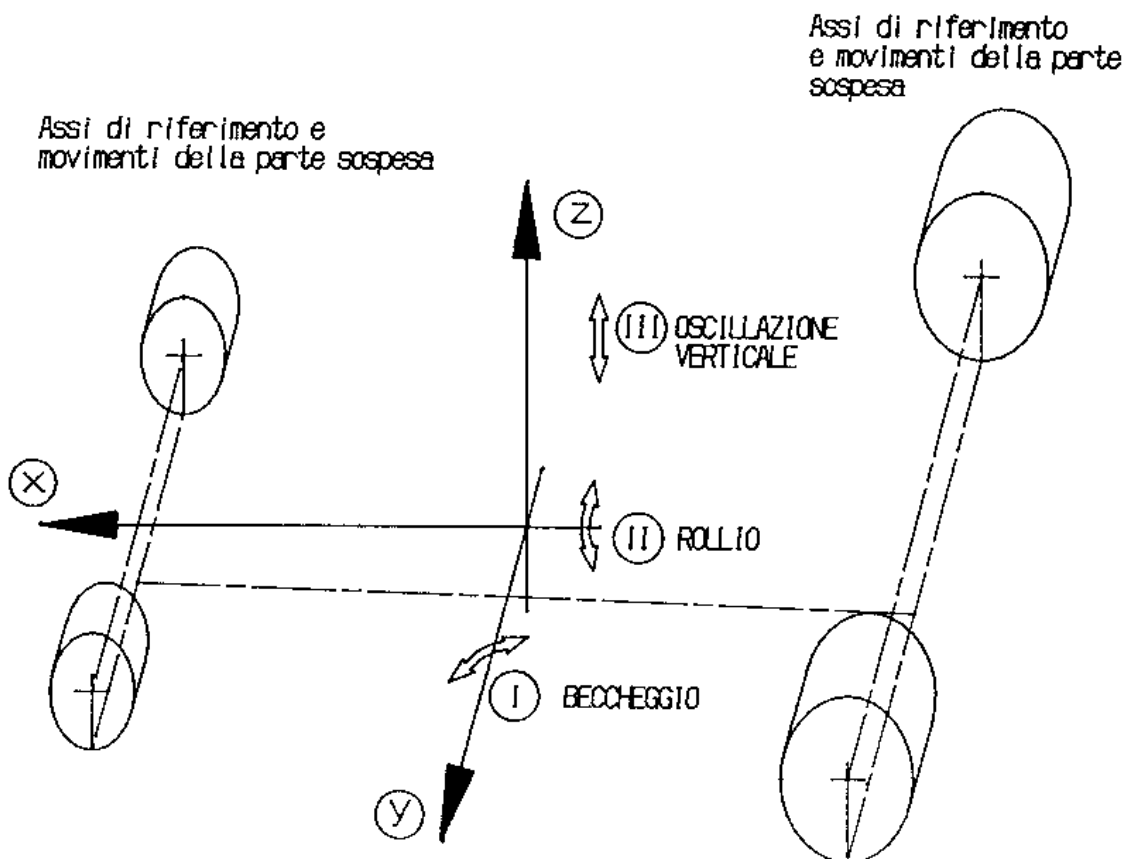
- Nel caso "A" l'ammortizzatore, ha un comportamento che potremmo definire di tipo "**PASSIVO**" in quanto le sue caratteristiche di smorzamento permettono il filtraggio e l'assorbimento delle alte sollecitazioni indotte dal fondo stradale.

- Il risultato di questo lavoro viene definito **COMFORT** in quanto il buon funzionamento dell'ammortizzatore permette il **FILTRAGGIO** delle sollecitazioni indotte dalla strada sotto forma di assenza di rumorosità e vibrazioni all'**INTERNO DELLA VETTURA** e limitazione delle oscillazioni del corpo vettura.

- Nel caso "B" l'ammortizzatore pur essendo per sua natura un dispositivo "passivo", ha un comportamento funzionale di tipo "**ATTIVO**" in quanto le sue caratteristiche di smorzamento condizionano i movimenti della vettura in marcia.

- I tipi di movimenti della vettura sono rappresentati nella figura sottostante e si riassumono in:

- **BECCHEGGIO**
- **ROLLIO**
- **OSCILLAZIONE VERTICALE**



**-I) BECCHEGGIO:**

oscillazioni intorno all'asse trasversale della vettura (movimenti in frenata ed in accelerazione, innalzamento anteriore contemporaneo all'abbassamento posteriore e viceversa).

**- II) ROLLIO:**

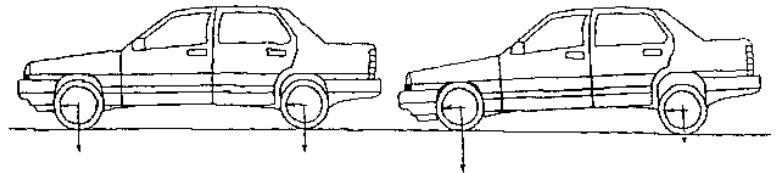
oscillazione intorno all'asse longitudinale della vettura (movimento indotto prevalentemente dalle manovre di sterzata).

**- III) OSCILLAZIONE VERTICALE: (POMPAGGIO)**

movimento sull'asse verticale dell'intera cassa vettura (movimento verso l'alto o verso il basso a seconda che l'ostacolo incontrato sia una cunetta o un avvallamento della strada).

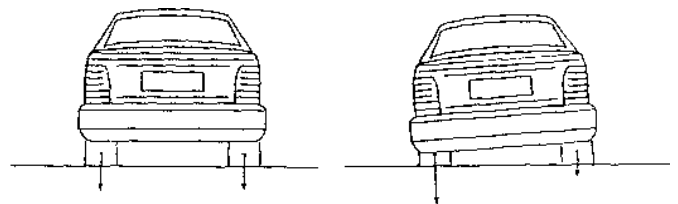
- I fenomeni di **BECCHEGGIO** danno origine ad un trasferimento di carico tra asse anteriore ed asse posteriore vettura che si manifesta in frenata ed in accelerazione, mentre il trasferimento di carico risulta **TRASVERSALE** nel caso del **ROLLIO** che si manifesta in curva per effetto della forza centrifuga.

- La conseguenza di uno scarso smorzamento o sbilanciamento degli ammortizzatori si riflette sulla **STABILITA' DELLA VOSTRA VETTURA** e sulla **TENUTA DI STRADA** (perdita di **ADERENZA** dei pneumatici).



Per attenuare i suddetti fenomeni gli ammortizzatori devono presentare caratteristiche di smorzamento tali da bilanciare i movimenti dell'asse anteriore e posteriore sia in fase di estensione che in fase di compressione in modo da stabilizzare la vettura in tutte le condizioni.

(BECCHEGGIO)

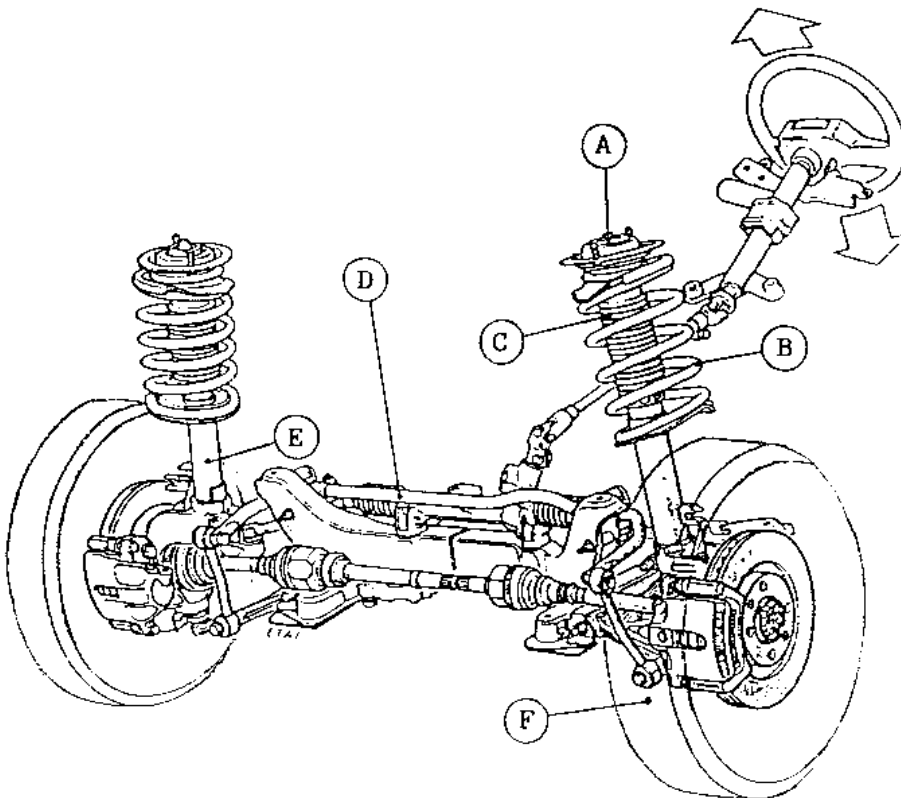


(POMPAGGIO)

(ROLLIO)

## 4 ELEMENTI DELLA SOSPENSIONE

- A - TASSELLO
- B - MOLLA ELICOIDALE
- C - TAMPONE LIM. CORSA
- D - BARRA ANTIROLLIO
- E - AMMORTIZZATORE
- F - PNEUMATICO



- Nella figura sono rappresentati i principali elementi di una sospensione che possono essere presenti tutti od in parte in funzione del tipo impiegato.

- Si descrive la funzionalità dei singoli componenti anche se è difficile scindere le singole caratteristiche in quanto ciascuna concorre con le altre ad ottenere una prestazione definita.

- E' importante notare come le prestazioni cambino anche in funzione della collocazione geometrica nell'ambito della sospensione, ad esempio se la molla è fissata sulla metà del braccio inferiore della sospensione la flessibilità deve essere ridotta rispetto a quella che avrebbe se fosse posta a lato della ruota, in quanto la corsa di lavoro è minore.

## A - TASSELLO ATTACCO AMMORTIZZATORE

- La produzione WAY-ASSAUTO di ammortizzatori viene integrata da prodotti in gomma-metallo specifici per le sospensioni "TASSELLI ATTACCO AMMORTIZZATORE".

- Nella sospensione insieme all'ammortizzatore è abbinato un tassello in gomma con smorzamento elastico avente la funzione prioritaria di filtrare tutte le vibrazioni che potrebbero essere trasmesse dall'ammortizzatore alla scocca.

- L'attacco ammortizzatore essendo un elemento elastico non deve compromettere l'assetto vettura in tutte le condizioni di lavoro; quindi è molto importante nella fase di progettazione definire l'insieme dello smorzamento idraulico ammortizzatore e delle caratteristiche elastiche del tassello in modo da ottimizzare il comfort vettura e da non compromettere la tenuta di strada.

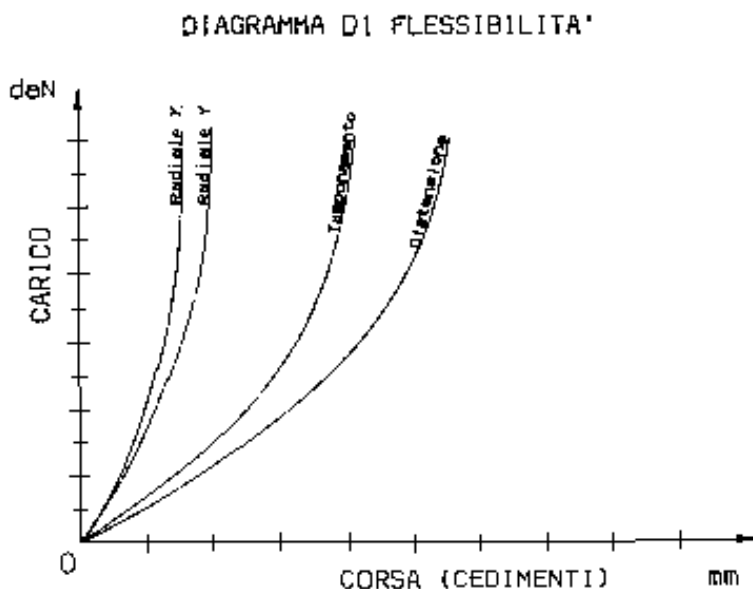
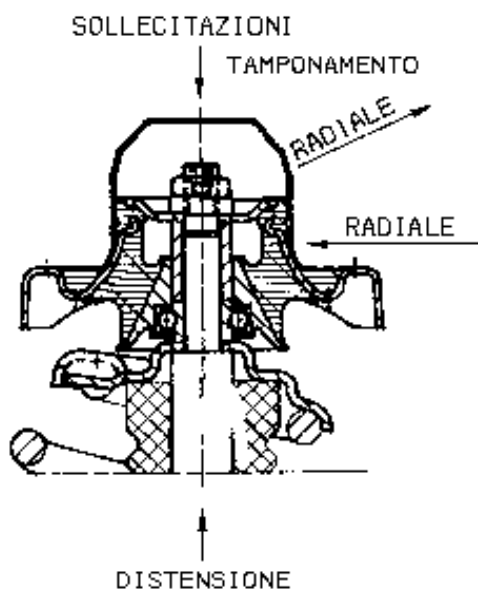
- Nella sospensione, l'ammortizzatore ed il tassello, pur essendo essi componenti strettamente legati tra loro, svolgono due funzioni differenti.

- Le sollecitazioni a piccole corse sono trasmesse al tassello elastico e le relative vibrazioni sono "ASSORBITE" dal tassello stesso, mentre per spostamenti più elevati interviene l'ammortizzatore ed il tassello assume la funzione di FILTRO aggiuntivo.

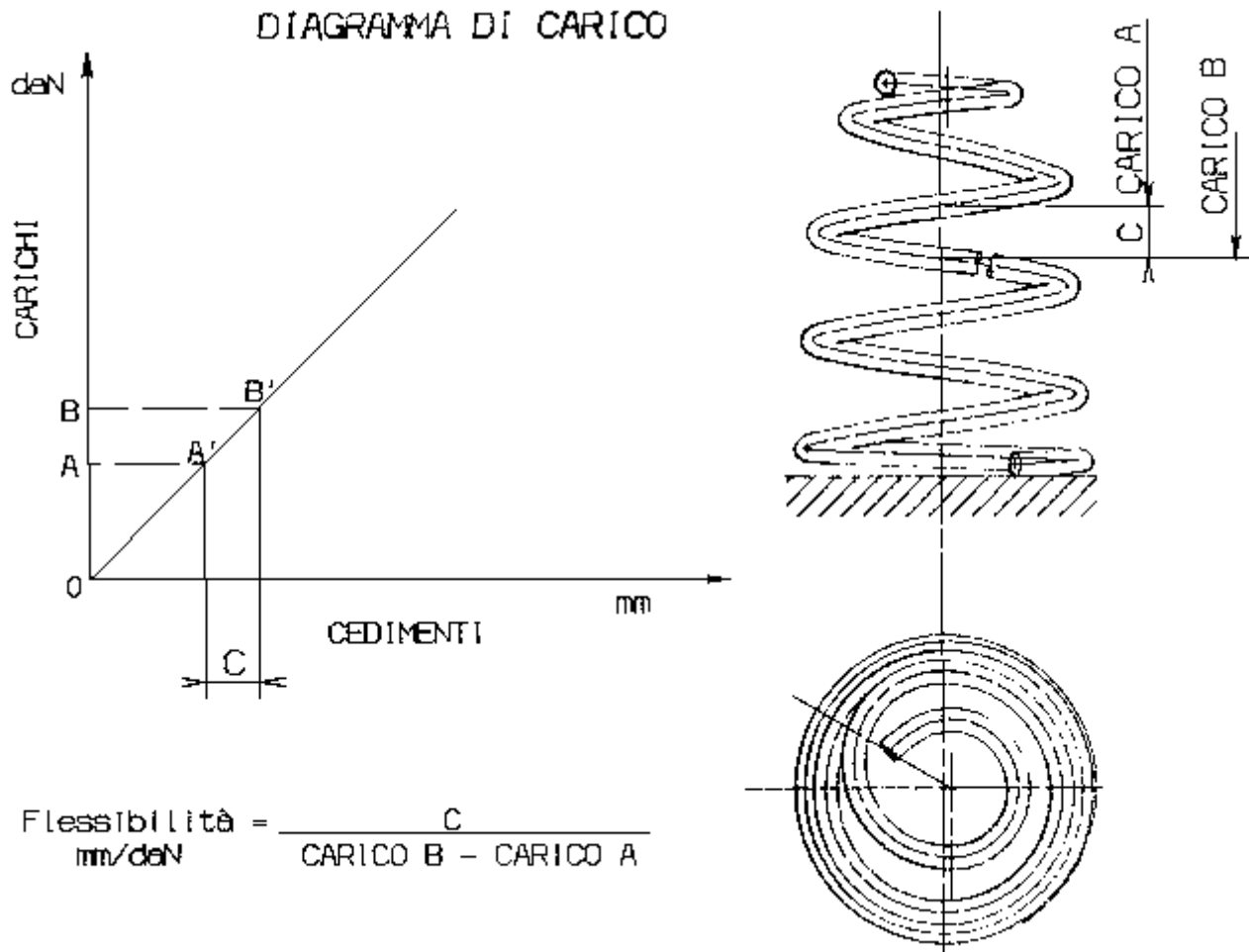
- Nella progettazione del TASSELLO ATTACCO AMMORTIZZATORE oltre che allo smorzamento delle vibrazioni si deve considerare l'Handling vettura per cui occorre siano definite FLESSIBILITA' differenti a seconda della direzione dei carichi: frenata, accelerazione, curva, scuotimenti verticali.

- La forma geometrica, in genere molto varia, con la quale viene definito il tassello deve essere progettata in modo da ottenere le flessibilità ottimali (di solito non lineari).

Flessibilità radiale - longitudinale e trasversale  
Flessibilità verticale - tamponamento e distensione



## B - MOLLE ELICOIDALI



- La funzione delle molle (o delle balestre) è quella di sostenere il peso della vettura e di mantenerla ad altezza prefissata da terra (assetto vettura = carico).

- Le molle possono essere di varia forma oltre che dimensione (cilindriche, coniche, progressive), l'elemento che le caratterizza è la **FLESSIBILITA'**, determinata dal diametro del filo, dall'avvolgimento, e dal numero di spire.

- **LA FLESSIBILITA'** è la caratteristica che comporta la variazione di assetto/altezza da terra della vettura in base al carico.

- Vi sono impieghi in cui è necessario adottare molle a **FLESSIBILITA'** VARIABILE ottenuta modificando opportunamente il passo delle spire sulla lunghezza della molla.

- La posizione della molla ed il suo carico influenzano anche la resistenza al **ROLLIO** ed è intuitivo che con molle di flessibilità ridotta, montate vicino alle ruote sul M.P., la resistenza al rollio sia più alta rispetto a quella con molle più flessibili montate più vicine all'asse della vettura.

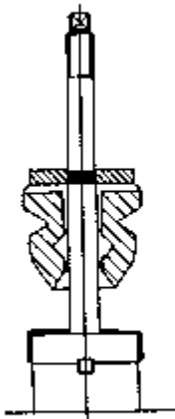
## C - TAMPONE LIMITATORE CORSA SULL'AMMORTIZZATORE

- Per addolcire gli urti di fine corsa sugli ammortizzatori vengono impiegati tamponi **LIMITATORI** che grazie ad opportuni dimensionamenti di forma possono graduare l'impatto permettendo un irrigidimento progressivo della sospensione.

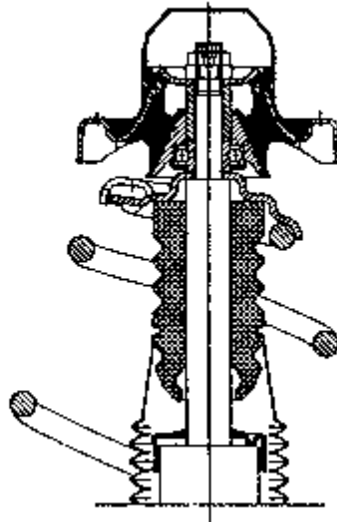
- Nelle situazioni più sollecitate vengono impiegati speciali elastomeri anziché gomma naturale.

- In assenza di tamponi su ammortizzatori vengono applicati su telaio vettura specifici limitatori corsa della sospensione.

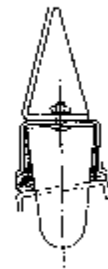
AMM.RI TRADIZIONALI



AMM.RI MC PHERSON



TAMPONE TELAIO



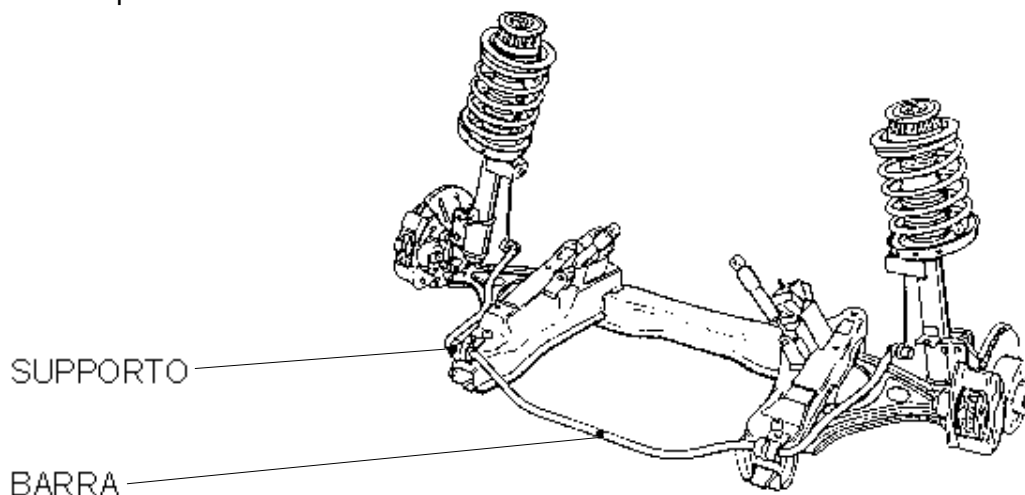
## D - BARRE ANTIROLLIO O BARRE STABILIZZATRICI

Le barre antirollio consistono in un collegamento elastico tra due sospensioni montate sullo stesso asse anteriore o posteriore.

- Sono realizzate mediante una barra di torsione collocata alle estremità alle sospensioni; in questo modo un movimento contrapposto delle sospensioni si traduce in una torsione della barra stessa che si oppone a tali movimenti.

- L'effetto della barra è quello di offrire una adeguata resistenza al **ROLLIO** che si genera normalmente in curva sulla sospensione anteriore ed un po' meno su quella posteriore permettendo anche opportune correzioni a fenomeni di sovra o sottosterzo in curva.

- Le barre sono montate su appositi supporti in modo che durante la loro rotazione non si generino rumorosità per l'eccessivo attrito.



## E - AMMORTIZZATORI

- Il compito degli ammortizzatori è quello di **ASSORBIRE** la maggior parte dell'energia, accumulata dalla molla compressa, durante la fase di **DISTENSIONE** della sospensione, in modo da non dar luogo ad una successione di oscillazioni del corpo della vettura.

- Lo smorzamento in compressione dell'ammortizzatore ha il compito di frenare la velocità di movimento della ruota durante l'urto contro un ostacolo.

- La descrizione dell'ammortizzatore e della sua funzionalità viene dettagliata nei capitoli 6 e 7.

## F - PNEUMATICO

- Per definizione, il **PNEUMATICO** è l'insieme che permette di mantenere un cuscino d'aria fra il veicolo ed il suolo

### - RUOLI

Deve svolgere contemporaneamente le seguenti funzioni:

- portare un carico;
- mantenere una traiettoria;
- trasmettere un moto.

- In funzione dell'azione delle ruote rispetto al terreno e della relativa reazione di questo ultimo, il veicolo può muoversi, dirigersi, arrestarsi.

- Il suolo, che costituisce l'elemento permanente di riferimento, qualunque sia la sua natura, deve essere in stretta relazione con le ruote.

- In base a questa relazione veicolo-suolo, il pneumatico non è dunque un accessorio, piuttosto un organo di sicurezza attivo soprattutto considerando che è un ottimo elemento di sospensione.

- Il pneumatico è anche uno degli organi del veicolo meno protetti e spesso più trascurati dall'utilizzatore.

- Poiché il comportamento dinamico di un veicolo dipende in gran parte da quello dei pneumatici è indispensabile dare a questi ultimi l'attenzione che l'importanza del loro ruolo esige.

### - QUALITA' PARTICOLARI RICHIESTE AI PNEUMATICI:

- **Tenuta di strada**, che può essere migliorata mediante:

- riduzione della deriva
- profilo e composizione della fascia battistrada
- importanza e forma di impatto con il suolo (migliore ripartizione della pressione unitaria)
- uniformità e precisione di fabbricazione (diminuzione dello squilibrio, della concentricità)
- rispetto delle regole da parte del guidatore (pressione, conformità di equipaggiamento, conformità ed uniformità di carico, ecc.).

**Comfort**, che può essere aumentato mediante:

- miglioramento della struttura della carcassa
- scelta dei materiali
- aumento dei volumi d'aria

**Rumorosità**, ridotta da:

- qualità della mescola del battistrada
- disegno della fascia battistrada (sculture e passi variabili)
- architettura del pneumatico

- L'inefficienza dell'ammortizzatore obbliga gli altri elementi della sospensione ad un lavoro aggiuntivo.

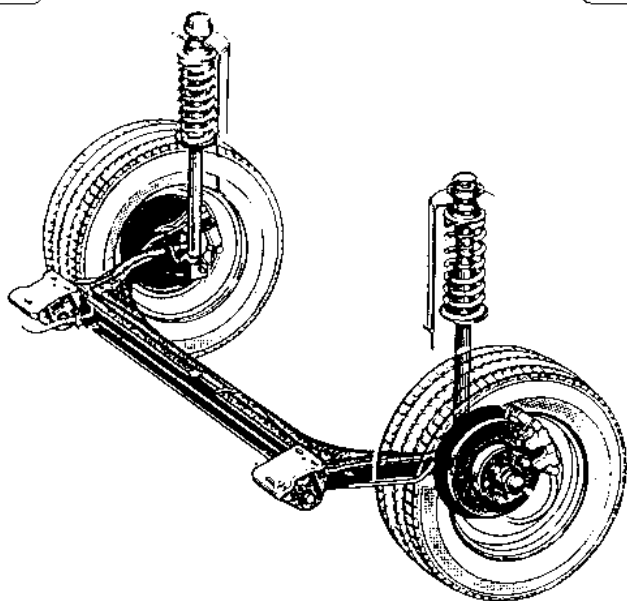
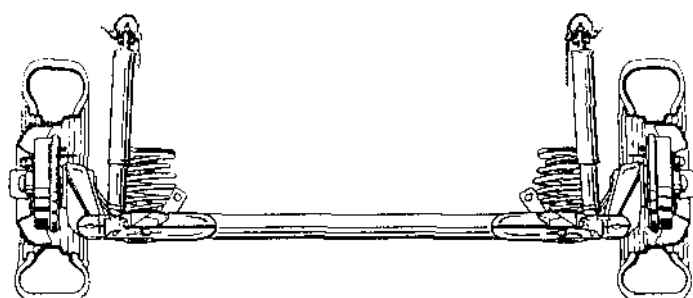
- Tale condizione si evidenzia con una maggiore ed irregolare usura dei pneumatici che si manifesta con una scalinatura (da non confondere con un'usura più generalizzata dovuta alla campanatura/incidenza).



## 5 - TIPI DI AMMORTIZZATORI

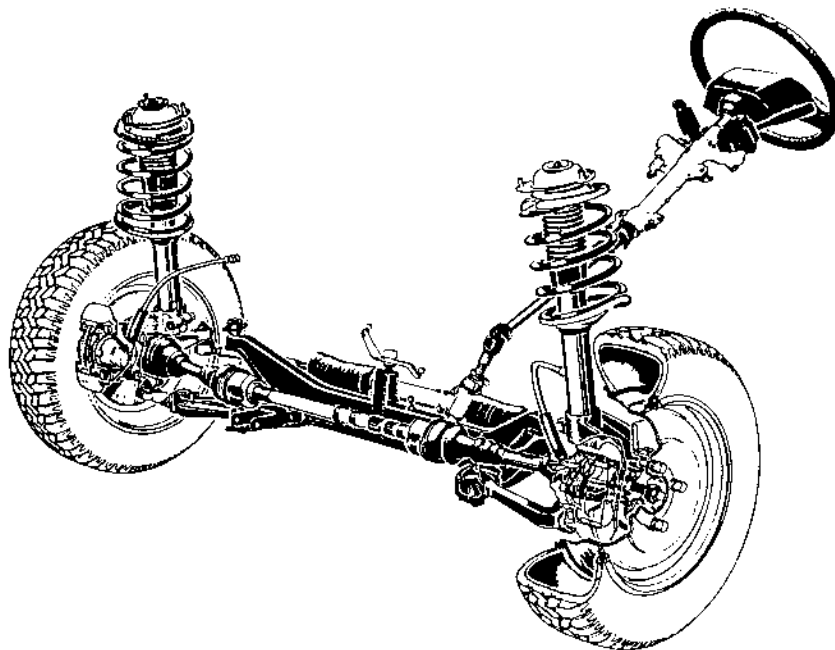
### TRADIZIONALE

- L'ammortizzatore tradizionale presenta caratteristiche strutturali non portanti e forme costruttive relativamente semplici.



## MC- PHERSON

- Il Mc Pherson presenta caratteristiche strutturali portanti idonee a rapportare sollecitazioni significative avendo i punti di attacco agganciati al fusello ruota ed alla scocca.



## 6 - L'AMMORTIZZATORE NELLA SOSPENSIONE

- L'ammortizzatore viene inserito come elemento smorzante atto a contrastare la molla e svolge due funzioni distinte:

- Frena i movimenti della ruota opponendosi alle inerzie delle masse non sospese (tenuta di strada) e frena i movimenti della scocca, opponendosi all'inerzia delle masse sospese (comfort di marcia).

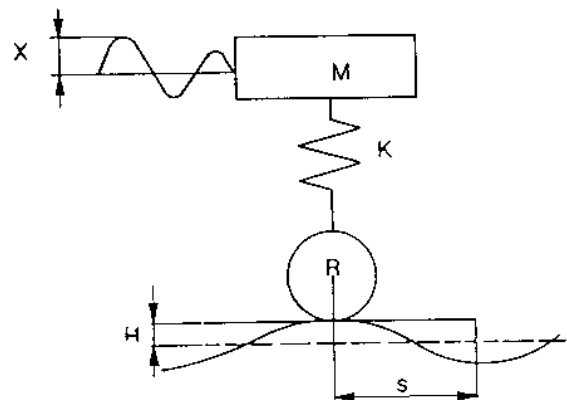
- Queste due esigenze sono talvolta in contrasto fra loro e soltanto con particolari leggi di frenatura si può ottenere un buon compromesso.

- Ai fini della **tenuta di strada** ovvero del contatto ruota-terreno, lo smorzamento deve essere elevato, per il **comfort** è necessario ridurre la rumorosità e le vibrazioni dovute al fondo stradale nonché le oscillazioni della scocca: il primo obiettivo si persegue con una curva di frenatura poco frenata alle basse velocità, il secondo con una curva abbastanza rigida.

- Occorre altresì ricordare che un'ulteriore condizione viene imposta nella fase di compressione dell'ammortizzatore: la reazione da questo sviluppata deve essere debole per non sollecitare eccessivamente gli organi della sospensione quando si superano rapidamente gli ostacoli, considerando che la velocità verticale della ruota imposta dal profilo stradale, può diventare molto elevata.

- Quindi i sistemi per ridurre queste fonti di disagio sono contrastanti soprattutto se riferiti a quelli legati alla tenuta di strada, ne consegue che la scelta risulta una soluzione di compromesso, che tiene conto delle condizioni stradali, dell'azione svolta dai tasselli elastici che collegano ammortizzatore e scocca, nonché della diversa frequenza del veicolo vuoto ed a pieno carico.

Fig. 1



Una sospensione senza ammortizzatore può essere rappresentata come nella fig. 1.

Si tratta di un sistema elastico, che oscilla con frequenza propria  $f_n$ , dipendente dalla massa sospesa  $M$  e dalla rigidità  $K$  della molla. La ruota, seguendo il profilo del terreno, riceve degli impulsi di frequenza  $f$ , dipendente dalla velocità del veicolo, il legame fra  $f_n$ ,  $f$  e l'ampiezza d'oscillazione di  $M$ , definita mediante un opportuno coefficiente  $Y$ , rappresentata dal grafico di fig. 2 dove:

$$Y = \frac{X}{H} = \frac{1}{1 - (f/f_n)^2}$$

Si rileva chiaramente che per i valori di  $f$  prossimi a  $f_n$   $Y$  aumenta, quindi aumenta l'ampiezza delle oscillazioni. Nel caso limite in cui  $f=f_n$  ( $f/f_n=1$ ; condizione di risonanza)  $Y$  assume valore teoricamente infinito. Di conseguenza si può concludere che esiste un campo di funzionamento entro il quale il comfort di marcia è fortemente compromesso.

- L'altro aspetto da considerare è che i sobbalzi della ruota e del telaio, unicamente alle oscillazioni della massa sospesa, determinano variazioni notevoli della pressione di contatto fra

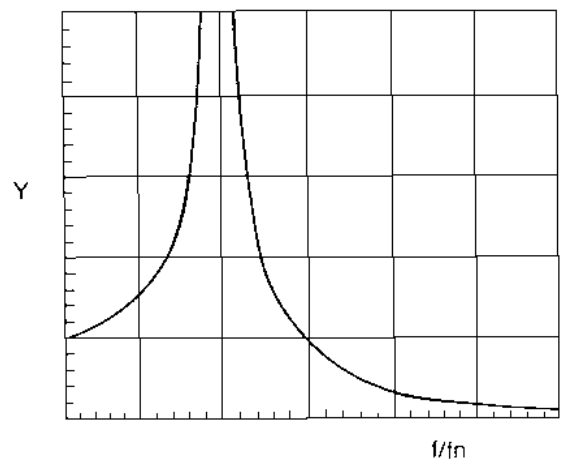


Fig. 2

pneumatico e terreno, per cui l'ampiezza di oscillazione della ruota può assumere per brevi istanti valori talmente elevati da ridurre a zero l'aderenza delle ruote al fondo stradale.

- Si rende pertanto necessaria l'aggiunta al sistema sopra menzionato di un elemento frenante atto a ridurre l'entità delle oscillazioni alla frequenza propria  $f_n$  e nel suo intorno, introducendo nel sistema, prima esclusivamente elastico, un coefficiente di smorzamento  $S$ , cioè l'ammortizzatore che assorbe tutte le oscillazioni residue

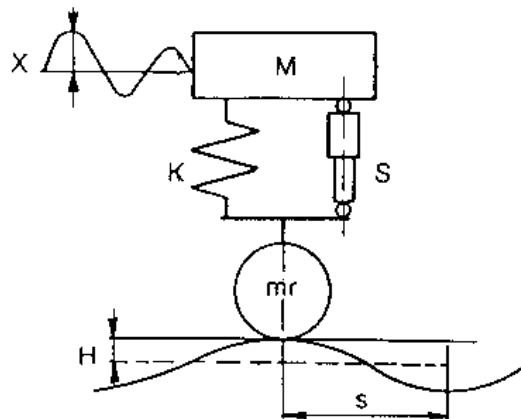
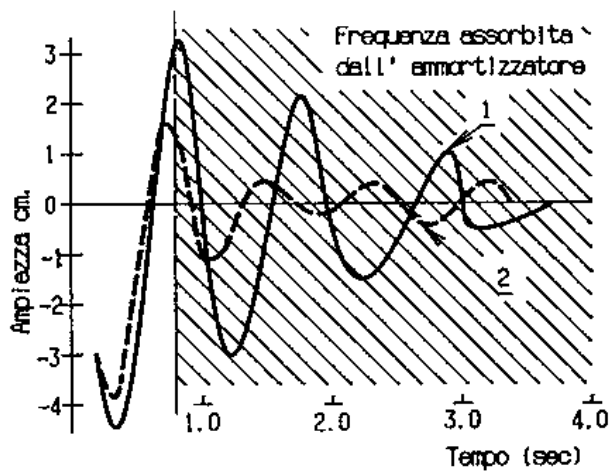


Fig. 3

Schede e formule per spiegare in termini scientifici perché si rende necessario un elemento frenante atto a ridurre l'entità delle oscillazioni. Si introduce nel sistema, dunque, il coefficiente di smorzamento.

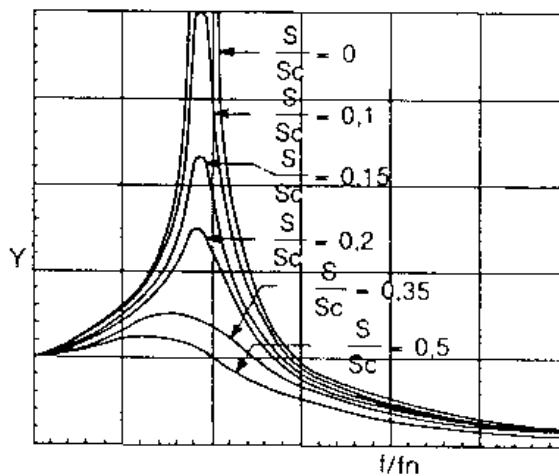


Fig. 4

$S$  = Coefficiente di smorzamento  
 $S_c$  = Smorzamento critico =  $2 \sqrt{VM \cdot K}$

Lo smorzamento critico è quello che fa compiere al sistema una sola oscillazione smorzata.

- Nella pratica questo elemento è un ammortizzatore disposto in parallelo alla molla di sospensione secondo lo schema riportato nella fig. 3. Nella fig. 4 è rappresentato il comportamento del coefficiente smorzante  $Y$ .

- In questo modo viene contrastata la variazione di lunghezza della molla e vengono assorbite le asperità del terreno quando il pneumatico non è in grado di farlo.

- Attualmente si impiegano solamente ammortizzatori idraulici, il cui funzionamento è basato sulla resistenza che il fluido di lavoro (olio) incontra nell'attraversare passaggi calibrati e valvole opportunamente tarate.

- Facendo riferimento al tipo più diffuso, il modello bitubo a doppio effetto, si può dire che nelle parti essenziali L'AMMORTIZZATORE è costituito da un corpo cilindrico formato da due tubi coassiali, di cui quello interno ha la funzione di cilindro di lavoro (sempre pieno d'olio) mentre quello esterno (mai completamente pieno) costituisce un serbatoio per l'olio di riserva (fig. 5).

- Un terzo tubo, esterno agli altri due, ha la funzione protettiva nei confronti dello stelo (copripolvere).

- Il corpo cilindrico è chiuso superiormente dall'insieme formato da boccola e guarnizione a tenuta d'olio.

- Attraverso quest'ultima scorre lo stelo, collegato superiormente al telaio e inferiormente allo stantuffo, sul quale sono disposte le valvole di distensione e di compensazione. Lo stantuffo divide il cilindro di lavoro in due camere.

- Quest'ultimo è chiuso nella parte inferiore dalle valvole di compressione e di aspirazione, che permettono lo scambio di olio con la riserva, mentre il corpo cilindrico nel suo insieme è chiuso da un tappo sul quale è posto l'attacco alla ruota.

- Gli ammortizzatori possono essere inseriti nelle sospensioni come elementi separati oppure possono costituire parte integrante delle stesse.

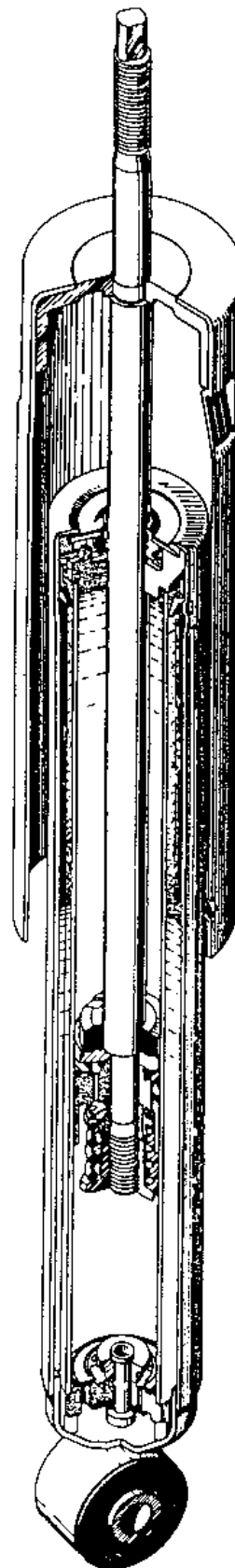


Fig. 5

- Appartengono alla prima categoria gli ammortizzatori tradizionali (fig. 6), che hanno unicamente funzione smorzante; appartengono alla seconda i montanti Mc Pherson (fig. 7), i quali, pur mantenendo il principio di funzionamento idraulico, sono concepiti come organi strutturali della sospensione stessa.

- Nel caso specifico della sospensione anteriore il montante Mc Pherson agisce anche come organo sterzante. Per queste ragioni la sua costruzione è particolarmente robusta e la sua configurazione più complessa di quella dell'ammortizzatore tradizionale.

Ammortizzatore tradizionale

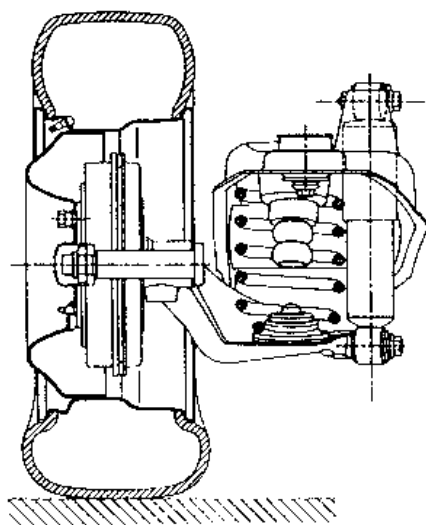


Fig. 6

Ammortizzatore Mac Pherson

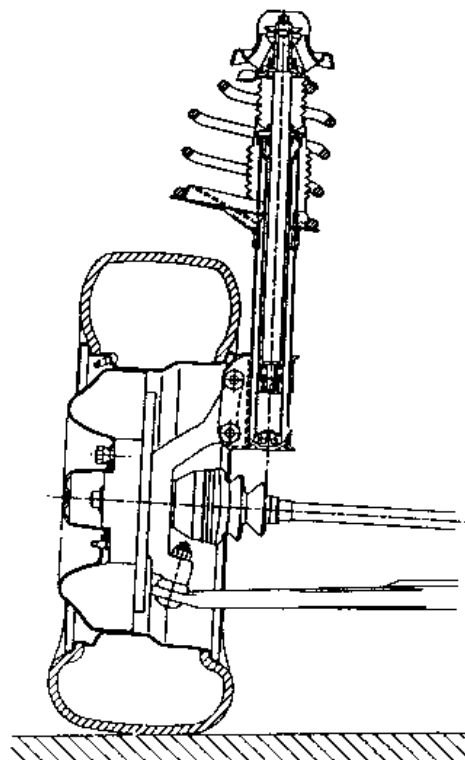


Fig. 7

Si è detto che l'ammortizzatore oggi più in uso è del tipo a doppio effetto. Ciò vuoi dire che l'azione smorzante nei confronti della molla si svolge sia quando questa si allunga che quando si contrae.

A questi moti fanno riscontro due fasi di funzionamento: DISTENSIONE (RIMBALZO) e COMPRESSIONE.

I tipi di ammortizzatori costruiti coprono pressoché totalmente tutti gli impieghi automobilistici, industriali, speciali quali mezzi ferroviari e militari per un totale di circa 2500 tipi diversi.

#### DIMENSIONI DELLA GAMMA DELLA NOSTRA PRODUZIONE

		CILINDRO DIAM. Mm.							
		27	32	38	45	54	60	65	90
M.P.	STELO DIAM. mm.	18 - 20	20 - 22	25 - 28	-	-	-	-	70
TRAD.	STELO DIAM. mm.	11	11 - 14	16	16 - 20 22 - 22,2 25	16 - 20 22 - 22,2 25	42,4	25 - 45	-

## 7 - REAZIONI DELL'AMM.RE E MEZZI DI CONTROLLO

La caratteristica dinamica di un ammortizzatore viene definita attraverso la valutazione della sua capacità frenante. Il ciclo di funzionamento è caratterizzato da due fasi: Distensione e Compressione.

La prima coincide con l'alleggerimento dinamico della sospensione e determina l'allungamento dell'ammortizzatore; al contrario, un sovraccarico della stessa comporta una contrazione dell'elemento frenante.

Al fine di rilevarne le caratteristiche l'ammortizzatore viene sollecitato dinamicamente simulando le condizioni d'impiego mediante speciali macchine prova, che permettono di valutare le prestazioni del prodotto confrontando i dati acquisiti rispetto ai limiti di progetto.

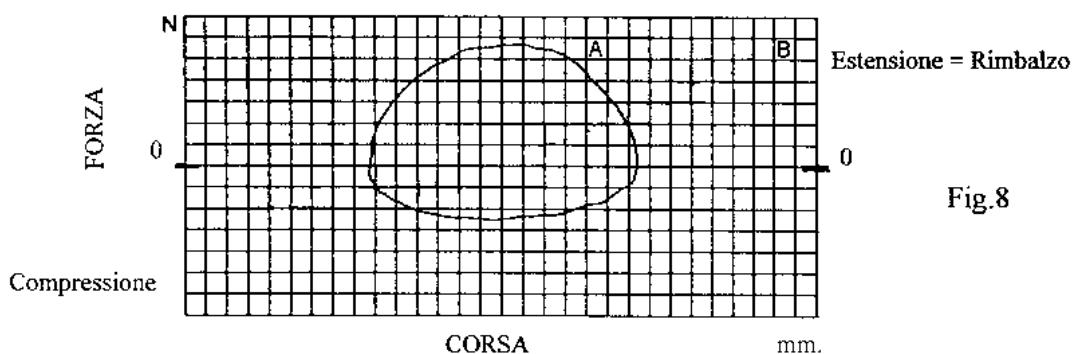
I test, ai quali viene sottoposto l'ammortizzatore prevedono cicli di prova in regime sinusoidale a velocità diverse; i valori di reazione vengono registrati e confrontati con soglie pre-impostate per la determinazione della conformità.

Il comportamento funzionale dell'ammortizzatore viene evidenziato attraverso la realizzazione di diagrammi forza-spostamento fig. 8 oppure sforzo-velocità fig. 9.

I picchi di reazione in Distensione ed in Compressione associati alla velocità medie calcolate nelle due fasi, permettono per ciascuno dei cicli previsti nel test di ottenere un diagramma denominato Curva, Caratteristica che definisce la reazione dell'ammortizzatore in funzione della velocità relativa fra i due attacchi.

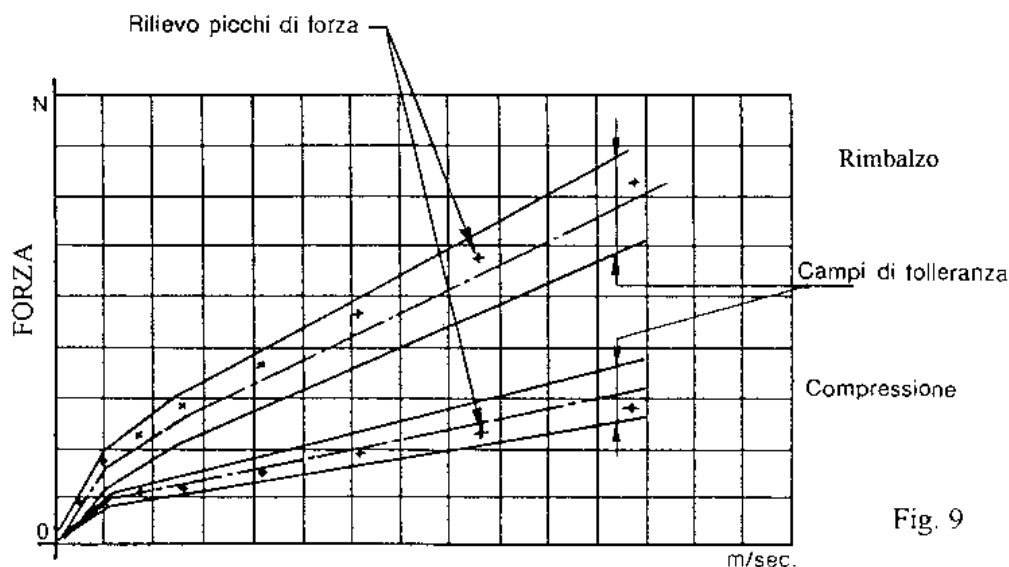
### RILIEVO SFORZI-SPOSTAMENTI

(ad una velocità di prova)



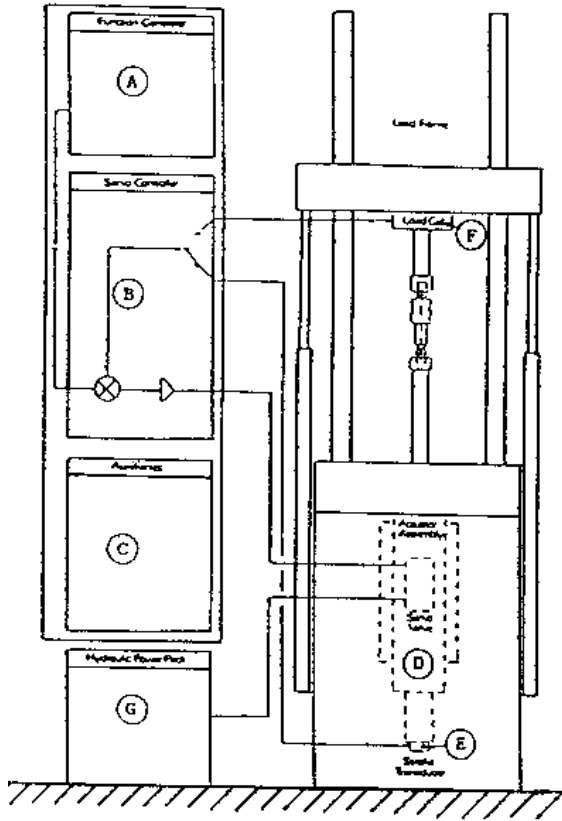
### RILIEVO SFORZI-VELOCITA'

(picco di forza a più velocità)



## STRUMENTO DI CONTROLLO

Lo strumento di controllo in grado di simulare il comportamento su strada valutando le fasi di DISTENSIONE (RIMBALZO) e di COMPRESSIONE è rappresentato in fig. 10



- A - Generatore di funzioni
- B - Servocontrollo
- C - Analizzatore per il calcolo delle forme d'onda da generare l'acquisizione dei dati e l'esecuzione dei grafici
- D - Attuatore oleodinamico con controllo in spostamento o in forza
- E - Trasduttore di spostamento e velocità
- F - Cella di carico
- G - Generatore idraulico

Fig. 10

## LE VALVOLE NELL'AMMORTIZZATORE

Nella figura 11 sono rappresentate le due fasi abbinata al funzionamento delle relative valvole: DISTENSIONE (rimbalzo ed aspirazione) COMPRESSIONE (compressione e compensazione)

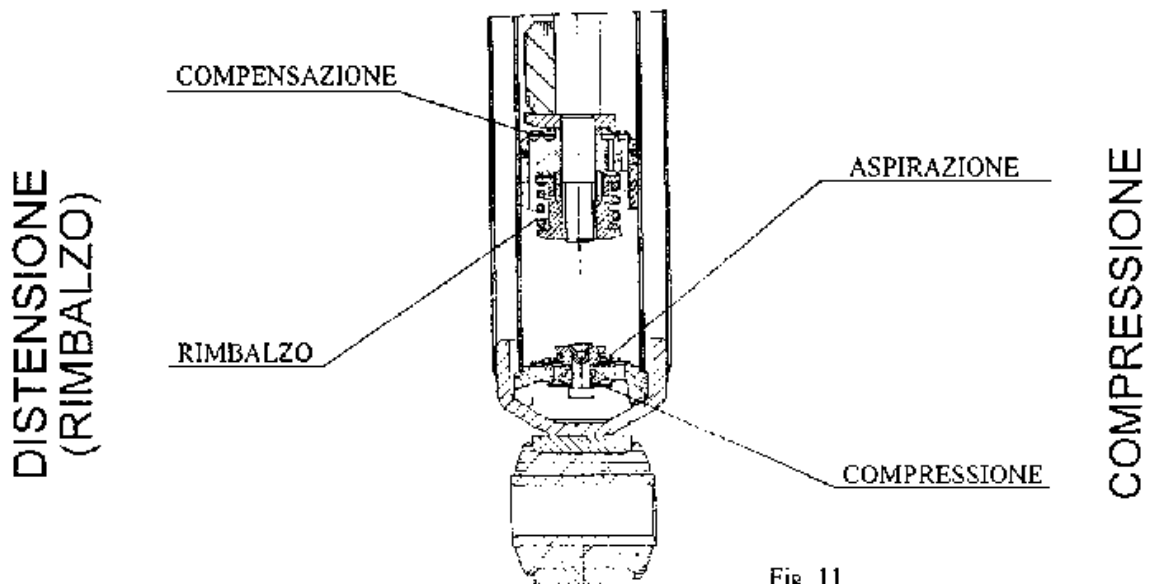


Fig. 11

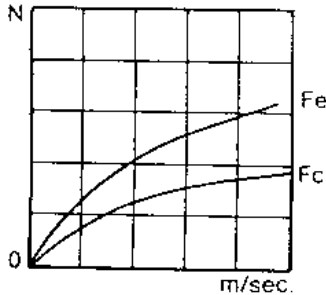


- Il comportamento dinamico dell'ammortizzatore viene schematizzato nelle curve di frenatura relative alle due fasi: la variazione della forza smorzante è in funzione della velocità relativa degli attacchi.

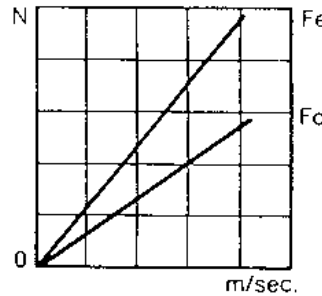
- L'andamento può essere degressivo, (fig. 12) lineare (fig. 13) o progressivo (fig. 14).

Fr = Forza in distensione (rimbalzo)

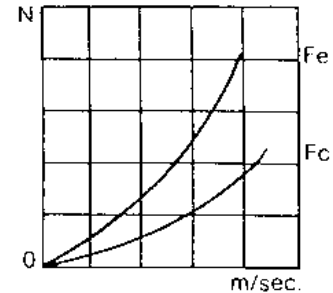
Fc = Forza in compressione



(Degressivo)  
Fig. 12



(Lineare)  
Fig. 13



(Progressivo)  
Fig. 14

### FASE DI DISTENSIONE (RIMBALZO)

- L'ammortizzatore si distende. L'olio nella camera di lavoro superiore agisce sulla valvola di rimbalzo e passa in quella inferiore. Lo stantuffo, spostandosi verso l'alto, crea una depressione che richiama olio dalla riserva attraverso la valvola di aspirazione.

- L'olio che dalla riserva passa nel cilindro è pari al volume dello stelo che fuoriesce.
- Le valvole di compressione e di compensazione rimangono chiuse.

### FASE DI COMPRESSIONE

- L'ammortizzatore si contrae. Iniziando il movimento di discesa dello stantuffo, l'olio che si trova nella camera inferiore agisce sulla valvola di compensazione e passa in quella superiore. Però, a causa dello stelo che entra nel cilindro, una parte di questo fluido attiva la valvola di compressione ed esce nella riserva.

- Le valvole di distensione e di aspirazione rimangono chiuse.
- Il comportamento dell'ammortizzatore è schematizzato nelle curve di frenatura relative alle due fasi, ottenute rappresentando la variazione della forza smorzante in funzione della velocità relativa degli attacchi.

- L'andamento di queste curve può essere degressivo, lineare o progressivo (fig. 12-13-14).

- Convenzionalmente, però si preferisce rappresentare la curva di rimbalzo nel semipiano positivo della forza, quella di compressione nel semipiano negativo (fig. 15).

- Questo diagramma viene denominato "Curva Caratteristica" dell'ammortizzatore in F/V (forza/velocità) (fig. 15) ed è rilevato mediante un apposito strumento di controllo in grado di simulare il funzionamento (Fig. 10).

- Un altro tipo di rappresentazione è dato dal diagramma F/S (forza/spostamento) (fig. 16), in cui la frenatura è rilevata al variare della corsa dello stelo mediante un sistema computerizzato in coordinate X-Y, imponendo all'ammortizzatore un movimento sinusoidale con corsa e frequenze fisse.

- E' importante osservare che questi diagrammi non sono indipendenti poiché il primo viene ottenuto considerando i valori F e V di picco da una serie di diagrammi F/S ricavati a frequenze diverse.

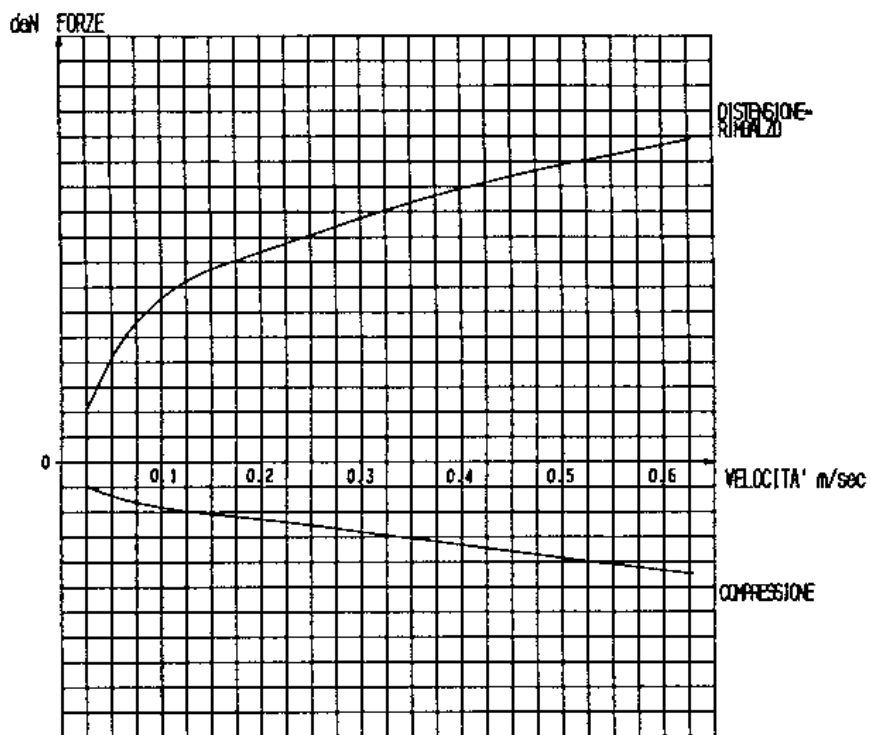


Fig. 15

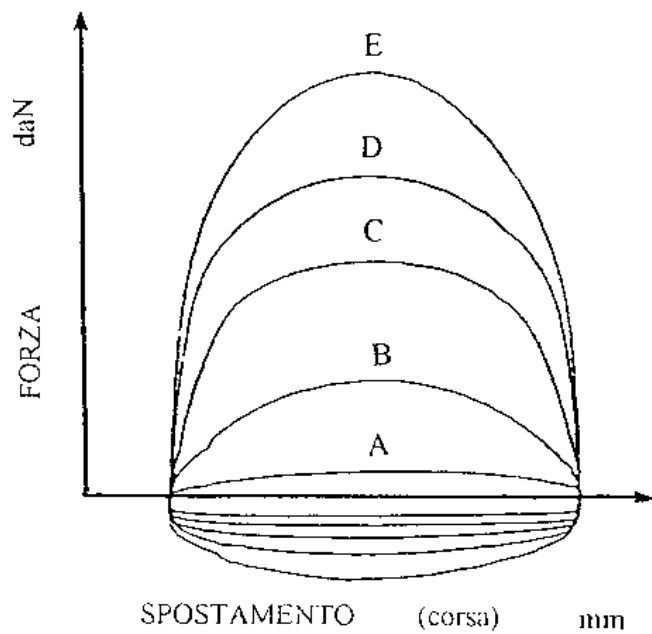


Fig. 16

A - B - C - D - E = Velocità di prova  
 Ampiezza curva = carico max

## 8 - DESCRIZIONE DELL'AMMORTIZZATORE

### I COMPONENTI DEL MONTANTE TELESCOPICO (MC PHERSON)

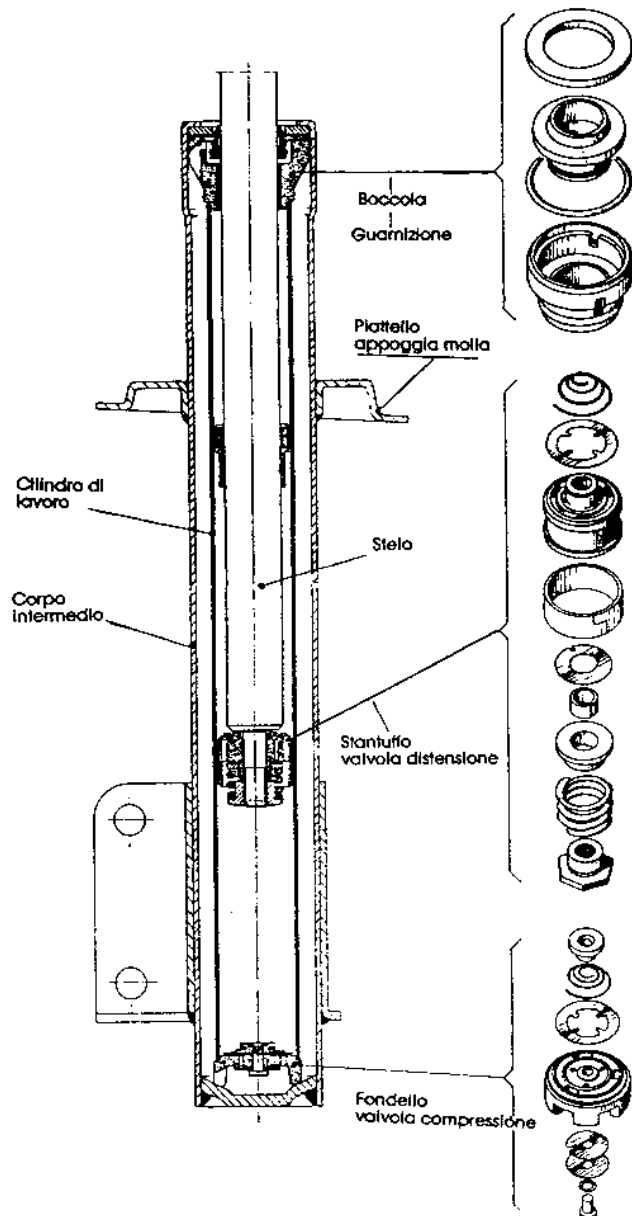


Fig. 17

### DESCRIZIONE DELL'AMMORTIZZATORE

Tenendo presente quanto descritto precedentemente riportiamo una sintetica descrizione dei vari elementi che compongono l'ammortizzatore in fig. 17 un Mc Pherson ed in fig. 18 un Tradizionale.

#### Tubo copripolvere

E' il più esterno dei tre tubi coassiali degli ammortizzatori tradizionali e svolge essenzialmente funzione protettiva nei confronti dello stelo.

#### Corpo intermedio

E' un contenitore, il quale genera con il cilindro di lavoro un'intercapedine che costituisce un serbatoio per l'olio di riserva e per lo smaltimento del calore.

#### Cilindro di lavoro

E' il più interno dei tre tubi coassiali e contiene i gruppi valvolari attraverso i quali fluisce l'olio.

#### Boccola guida stelo

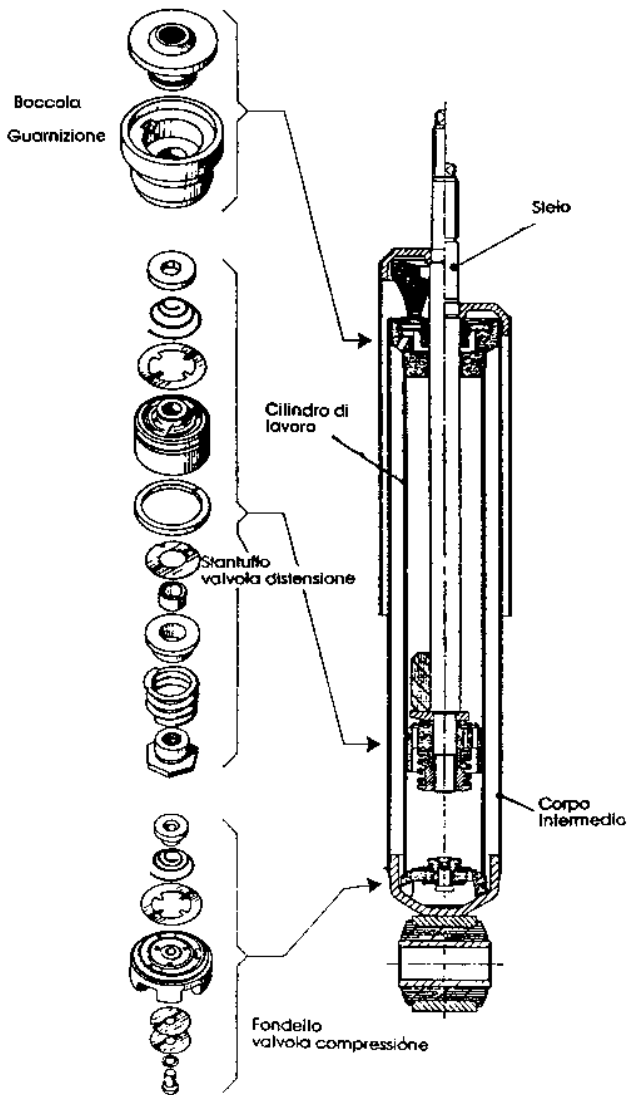
Chiude superiormente il gruppo cilindro di lavoro-corpo intermedio. Attraverso di esso scorre lo stelo.

#### Guarnizione stelo

E' posta in corrispondenza della boccola ed impedisce la fuoriuscita dell'olio durante il funzionamento del sistema. Un esempio di gruppo boccola-guarnizione per ammortizzatori tradizionali è rappresentato nella fig. 23, mentre nella fig. 24 si riporta una delle soluzioni per Mc Pherson.

## AMMORTIZZATORE TRADIZIONALE

Fig. 18



### Stelo

Sostiene lo stantuffo e svolge essenzialmente funzione strutturale, variando il suo diametro in relazione alla sollecitazione a cui è sottoposto. All'estremità superiore è collegato al telaio mediante un opportuno attacco (fig. 25), che può esser costituito da un codolo filettato oppure da un occhio.

### Tamponi limitatosi corsa

Possono essere presenti anche due tamponi. Il primo è posto immediatamente sopra lo stantuffo ed interviene, in fase di distensione, per evitare l'urto dello stesso contro la boccola l'altro all'esterno dell'ammortizzatore che assorbe gli urti di tamponamento in compressione evitando "fine corsa" rigidi o meccanici.

Nei montanti Mc Pherson il tampone interno è collocato sullo stelo, ad una certa distanza dallo stantuffo ed è un limitatore corsa in distensione; per limitare la corsa in compressione, in genere, viene collocato nella sospensione.

### Stantuffo

E' fissato alla parte inferiore dello stelo.

Su di esso sono disposte le valvole di rimbalzo (sotto) e compensazione (sopra). Durante la fase di distensione l'olio che si trova nella camera A del cilindro è costretto a fluire attraverso una serie di fori, ricavati nella zona centrale dello stantuffo stesso, ed agire sulla valvola di rimbalzo, raggiungendo la camera B. (fig. 19)

La valvola è costituita da una serie di dischi.

La loro flessione rende la curva caratteristica di frenatura di tipo lineare.

FASE DI DISTENSIONE

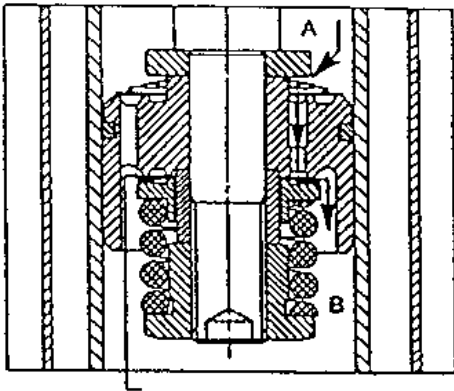
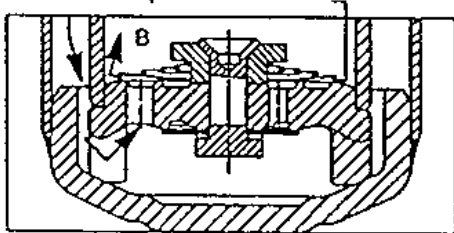


Fig. 19

Valvola di distensione

Valvola di aspirazione



FASE DI COMPRESSIONE

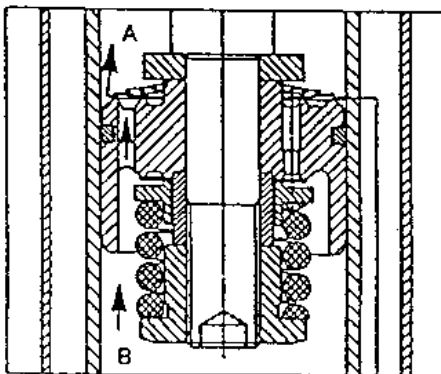


Fig. 21

Valvola di compensazione

Valvola di compressione

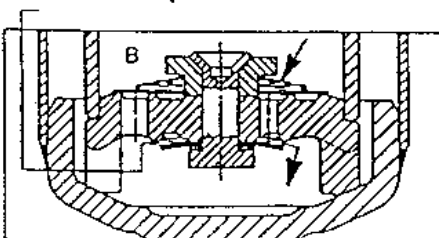


Fig. 22

All'aumentare del flusso dell'olio alla reazione dei dischi

subentra la reazione della molla elicoidale precaricata.

Questa soluzione è utilizzata sia su ammortizzatori tradizionali che su montanti Me Pherson.

In generale si può dire che, qualora la valvola di rimbalzo sia composta da più dischi, contrastati da una molla precaricata, la frenatura è generata sia dal disco di minimo (che è sempre il primo della serie e dotato di passaggi liberi), che dal comportamento elastico degli altri dischi e dalla reazione della molla.

Questi elementi vengono attivati in successione al crescere della velocità di funzionamento dell'ammortizzatore; ne consegue che la curva sul diagramma forza-velocità può presentare rami con diversa inclinazione.

La valvola di compensazione, invece, agisce durante la fase di compressione.

E' generalmente costituita da una membrana flottante, mantenuta in posizione di chiusura da una molla precaricata. Quando inizia il movimento di discesa dello stantuffo l'olio, che si trova nella camera B, passa attraverso una serie di aperture, disposte esternamente rispetto ai fori e solleva la membrana dello stantuffo vincendo la reazione della molla conica Fig. 21. Un eventuale apertura eccessiva della valvola è impedita da un apposito disco limitatore.

Nella fig. 22 è rappresentata la valvola di compressione con dischi incastrati. Il passaggio dell'olio passa dalla camera B all'esterno del cilindro cioè nel corpo agendo su dischi che in genere sono ad incastro.

### Fondello

Chiude inferiormente il cilindro di lavoro e permette, grazie ad apposite aperture, la comunicazione fra questo e la riserva di olio nel corpo.

Su di esso sono presenti le valvole di compressione (sotto) e di aspirazione (sopra). Durante la fase di distensione lo stantuffo, spostandosi verso l'alto, crea nella camera B una depressione, richiamando olio dalla riserva attraverso la valvola di aspirazione, costituita da una membrana flottante mantenuta in posizione di chiusura da una molla precaricata.

L'olio attraversa una serie di aperture disposte sulla parte più esterna del fondello. Durante la fase di compressione, invece, viene attivata la valvola omonima, composta da una serie di dischi incastrati, il primo dei quali è ancora un disco con passaggi di minimo.

Un'altra configurazione è quella caratterizzata dalla presenza di una molla elicoidale precaricata e destinata ad applicazioni particolarmente gravose.

Anche in questo caso la frenatura è generata inizialmente dal disco di minimo, quindi, con l'aumentare della velocità dagli elementi successivi, per cui il diagramma è caratterizzato da diverse zone con differenti inclinazioni della curva.

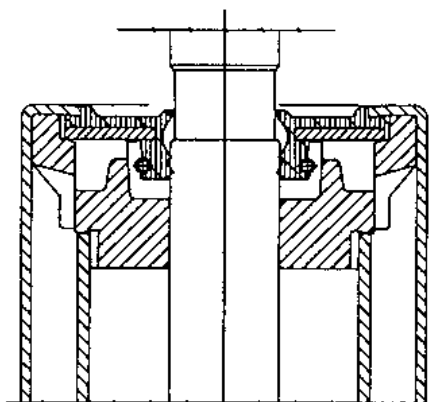
### Tappo

Chiude inferiormente il gruppo formato da cilindro di lavoro e dal corpo intermedio.

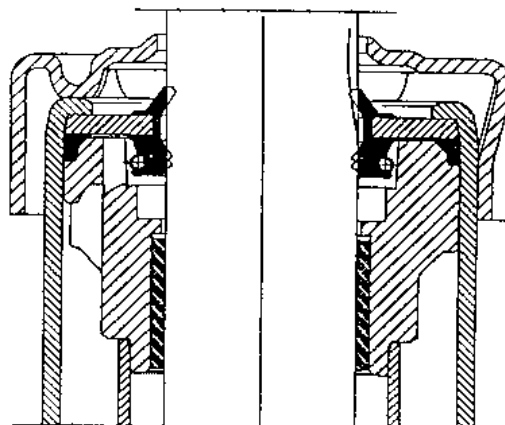
Su di esso, nel caso dell'ammortizzatore tradizionale, è sistemato l'attacco inferiore, normalmente collegato al ponte o ai bracci della sospensione. Il tipo più usato è quello ad occhiello.

## GRUPPO DI CHIUSURA SUPERIORE

Ammortizzatori tradizionali  
Fig. 23

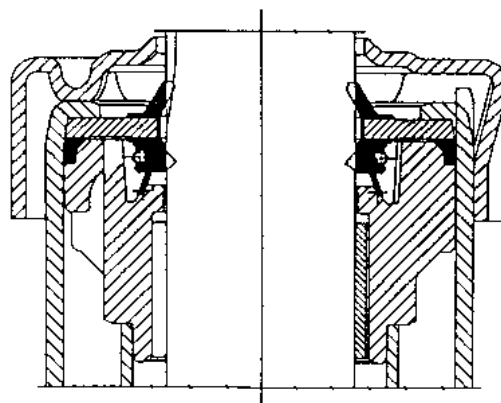
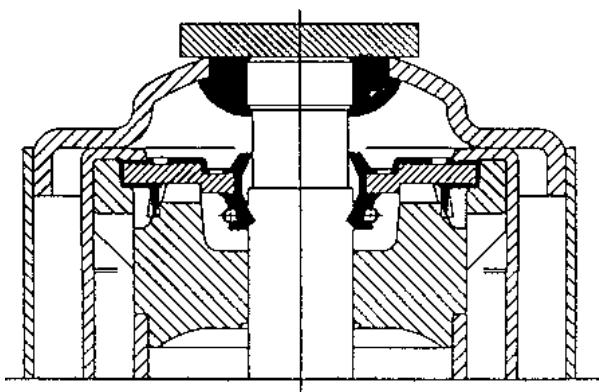


Ammortizzatori Mc Pherson  
Fig. 24



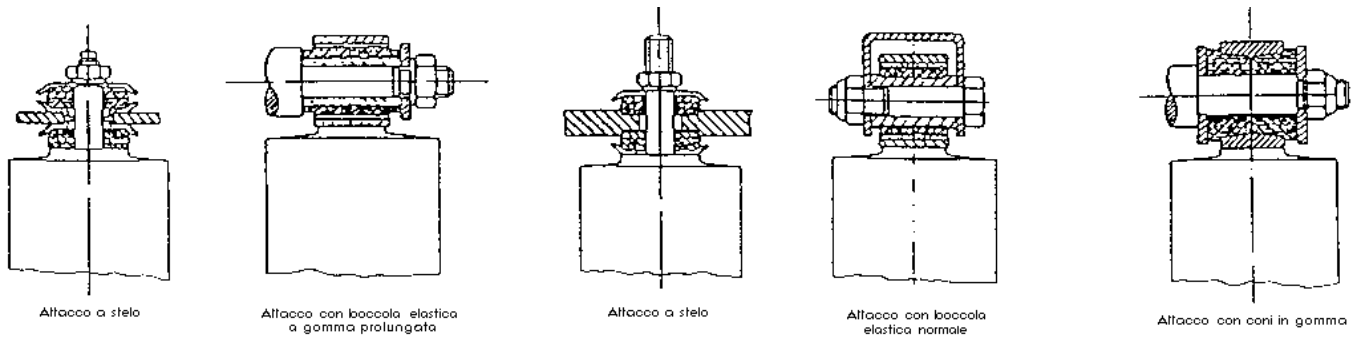
### SOLUZIONE STANDARD

### SOLUZIONE PRESSURIZZATA



### Ammortizzatori Tradizionali: Attacco alla carrozzeria

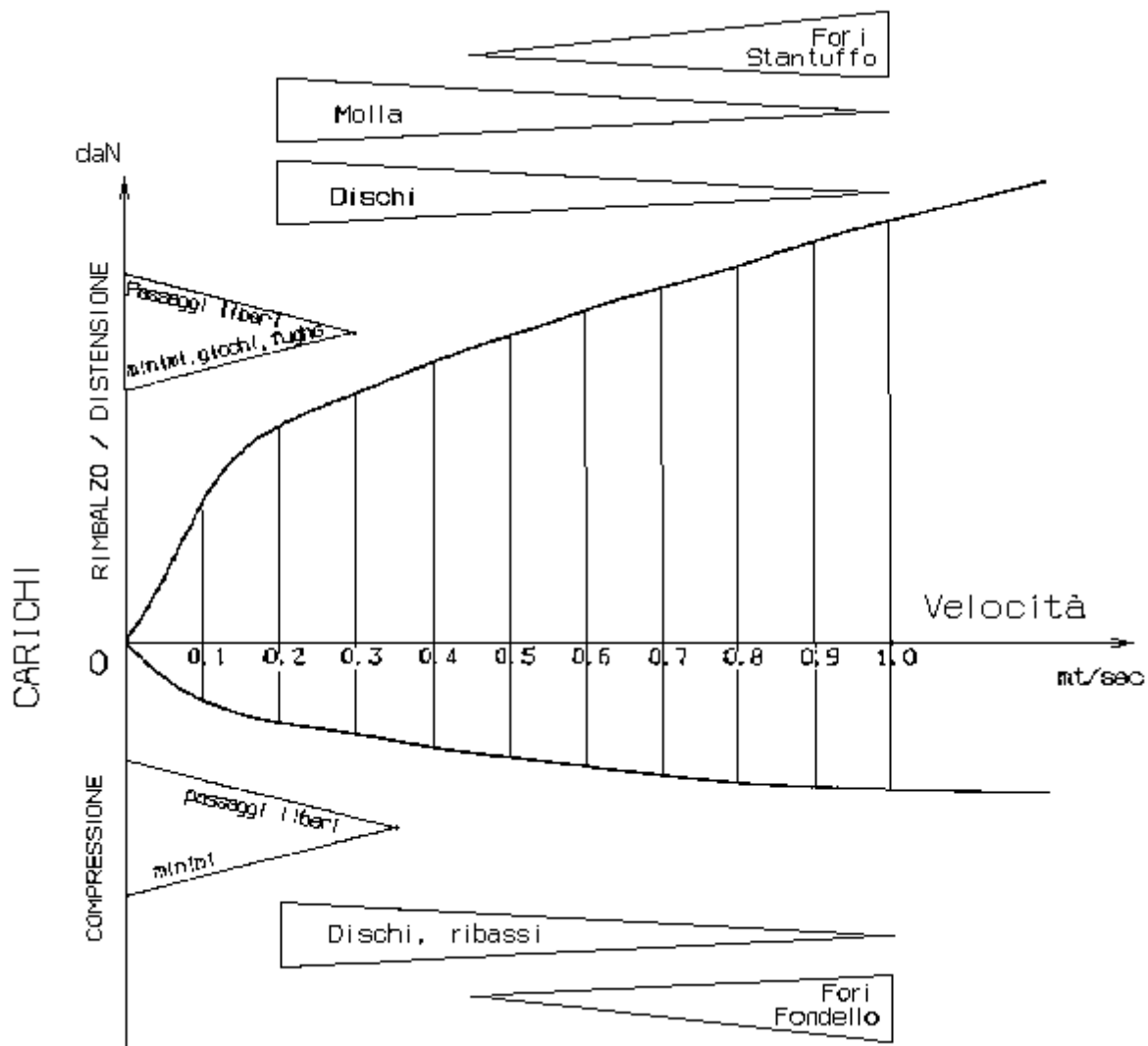
Fig. 25



### COMPORAMENTO DEI PARTICOLARI IN RELAZIONE ALLA CURVA DI FRENATURA

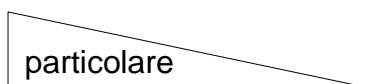
Per comprendere l'influsso e l'interazione dei principali particolari nel realizzare la curva di frenatura si riportano i sottostanti diagrammi suddivisi per soluzioni valvolari, con le ripartizioni dei contributi dei vari elementi valvolari.

## AMMORTIZZATORI CON VALVOLE A DISCHI INCASTRATI



Legenda grafica

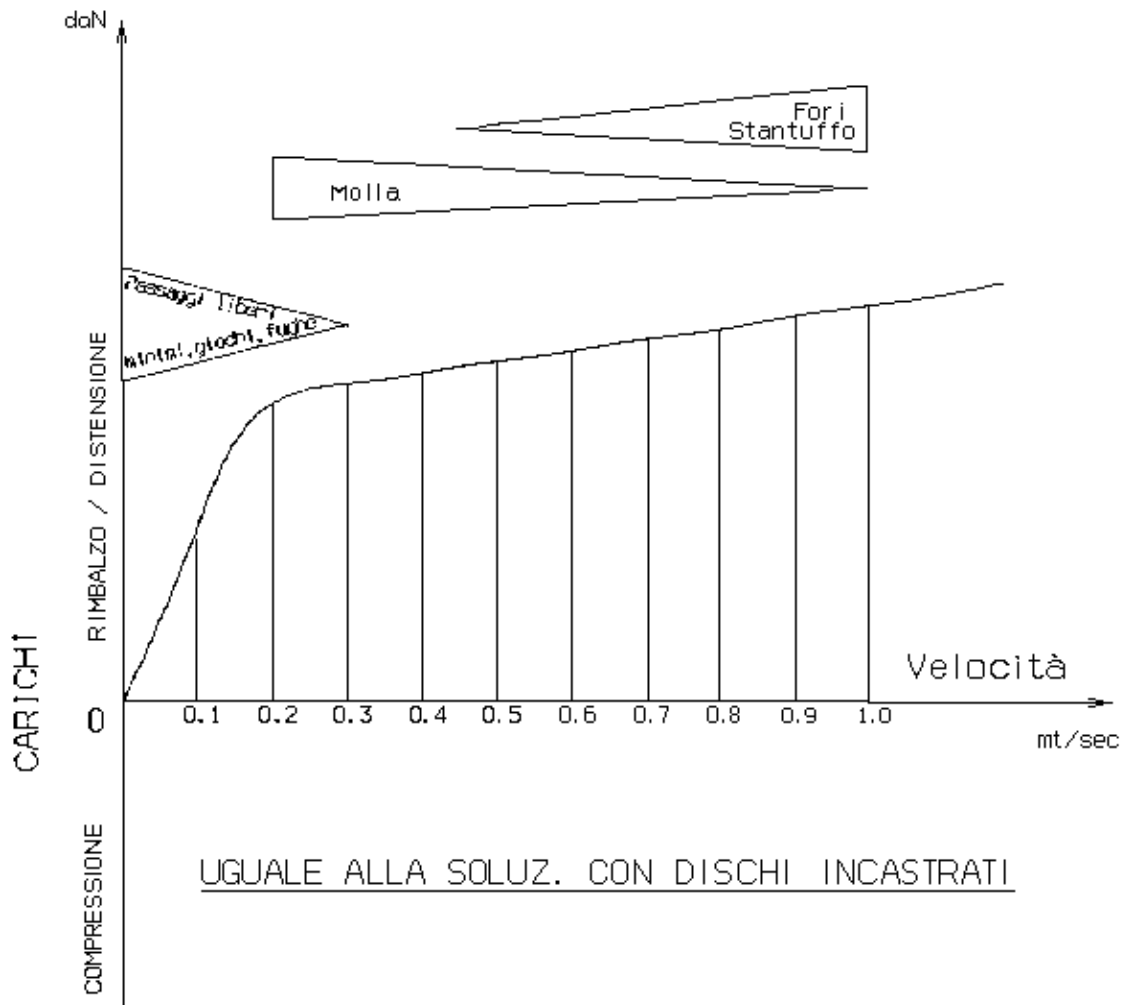
massima influenza



minima influenza

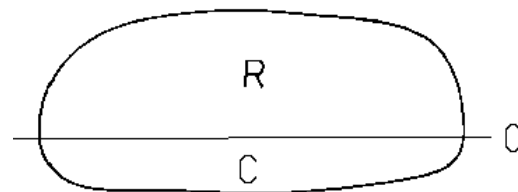


## AMMORTIZZATORI CON VALVOLA AD ELEMENTI FLOTTANTI

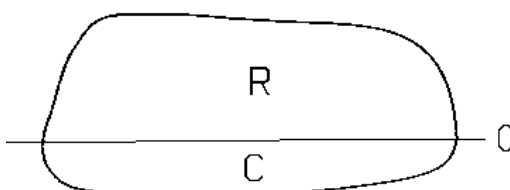


**DIAGRAMMA FORZE/SPOSTAMENTI EVIDENZIA LA DIFFERENZA FRA LE DUE SOLUZIONI (sulla velocità di 0,314 mt/sec)**

### I VALVOLE A DISCHI INCASTRATI



### II VALVOLE AD ELEMENTI FLOTTANTI



## 9 - PROVE QUALITATIVE

Quando la progettazione del sistema è terminata, prende avvio la fase di messa a punto e collaudo su vettura.

Si inizia realizzando degli esemplari di pre-serie, che vengono affidati ai laboratori per essere sottoposti ad una serie di prove:

- funzionali
- strutturali
- affidabilità/durata

Le prime servono a verificare il buon funzionamento del sistema; le seconde a determinare la resistenza alle sollecitazioni e le ultime a valutarne la durata; le verifiche si effettuano utilizzando macchine speciali in grado di simulare le condizioni estreme di funzionamento che si realizzano durante l'impiego su vettura.

I valori da attribuire ai vari parametri sono contenuti in uno specifico capitolato, ottenuto integrando i dati basati sia sull'esperienza del Costruttore di autoveicoli che sulla nostra.

Naturalmente il ciclo di prove non è lo stesso per tutti i tipi di ammortizzatori, varia a seconda che si tratti di modelli tradizionali o di montanti Mc Pherson, avendo questi ultimi anche funzione di organi portanti quindi sottoposti a prove molto più impegnative.

Le prove funzionali più importanti riguardano la verifica della frenatura di massima, la verifica dell'entità degli eventuali fenomeni di cavitazione, il rilevamento degli attriti, il comportamento a temperature estreme, la tenuta delle guarnizioni; fra quelle strutturali si ricordano le prove relative ai collegamenti, alla rottura dello stelo, alla piegatura del codolo di attacco; fra le prove di affidabilità quelle di durata al banco in monofrequenza e in bifrequenza.

I risultati dell'intero ciclo di prove vengono riportati su diagrammi, costituendo una vera e propria "cartella clinica" dell'ammortizzatore, da cui è possibile ricavare indicazioni sulle eventuali modifiche da apportare.

Il giudizio definitivo sulla validità delle soluzioni adottate viene emesso soltanto al termine delle prove su strada, nel corso delle quali l'ammortizzatore è provato sul veicolo al quale è destinato. Queste vengono fatte nell'ottica Cliente, per cui interviene tutta la sensibilità dei piloti collaudatori nel percepire i differenti comportamenti del prodotto nelle più disparate condizioni d'impiego, dalla marcia su sterrato a quella su autostrada.

Le valutazioni ed i pareri che ne derivano costituiscono il nuovo input su cui lavorare per raggiungere il miglior compromesso fra sicurezza e comfort della vettura.

A tale scopo disponiamo di automezzi attrezzati come laboratori mobili, con i quali è possibile intervenire subito sui prototipi, modificandone le caratteristiche di smorzamento e consentendo un rapido confronto fra le soluzioni sperimentate per raggiungere lo standard ottimale.

Fino ad ora si è parlato di prove funzionali, strutturali, di affidabilità su veicolo, che riguardano il sistema completo ed i singoli componenti.

Oltre ad esse esistono le prove qualitative, il cui scopo è quello di verificare la qualità dei materiali e dei componenti impiegati.

Come si può rilevare, l'ammortizzatore, prima di essere considerato operativo e deliberato per la produzione in serie, viene sottoposto a severi controlli che consentono fornire tutte le garanzie necessarie alla sicurezza ed al comfort degli occupanti.

## 10 - AMMORTIZZATORE A GAS (PRESSURIZZATO)

Il nostro obiettivo è quello di rendere minimo il divario fra funzionamento reale ed il teorico del sistema.

Una delle soluzioni adottate a questo scopo è la pressurizzazione, consistente nell'introduzione di gas a bassa pressione (azoto) all'interno della camera anulare di riserva dell'olio (fig. 26).

Prima di parlare di ammortizzatori pressurizzati, però, è opportuno accennare al fenomeno della cavitazione, probabilmente il più serio inconveniente nel comportamento di un ammortizzatore.

Essa si manifesta con un funzionamento a vuoto durante l'inversione del moto oppure con un'attenuazione della forza smorzante; la sua entità cresce con l'aumentare della velocità di funzionamento, che determina anche un maggiore anticipo nel suo insorgere.

Diverse sono le cause che concorrono ad innescare il fenomeno; ma quella principale è sicuramente la difficoltà di riempimento del cilindro di lavoro nella fase di distensione del sistema.

Occorre altresì rilevare che l'olio contenuto nella riserva subisce una considerevole azione di scuotimento, quando l'ammortizzatore è in funzione a frequenze elevate, con conseguente aumento della temperatura, quindi diminuzione di viscosità e liberazione di aeriformi (aria o gas) eventualmente in esso disciolti, tali gas, entrando nel cilindro di lavoro insieme all'olio e all'aria che penetra attraverso la boccola durante la discesa dello stantuffo, influenzano negativamente la frenatura.

Ci si può rendere conto anche visivamente del fenomeno, mediante il rilevamento della forza smorzante che si effettua in laboratorio con un'apposita macchina di prova, che correla su un diagramma le coordinate forza e spostamento (corsa dell'ammortizzatore) tra inizio e fine prova dopo una particolare sollecitazione.

La cavitazione si manifesta nella fase di compressione ed è rilevabile nella parte inferiore del grafico stesso, seguendo la curva in senso orario, quando l'andamento è irregolare con una evidente concavità, tanto maggiore è questa deformazione e tanto più intenso è il fenomeno.

Osservando i diagrammi illustrati, è possibile confrontare il comportamento di un modello non pressurizzato (fig. 27) con uno pressurizzato (fig. 28) in cui il miglioramento è evidente, infatti non si rilevano pressoché spostamento di frenatura tra inizio e fine prova.

La cavitazione è presente in tutti gli ammortizzatori e non è totalmente eliminabile, per cui l'obiettivo è quello di mantenerla al livello più basso possibile.

Si può concludere quindi che si ricorre alla pressurizzazione, per attenuare la tendenza dell'olio a trattenere e successivamente a liberare aeriformi; questo miglioramento può essere attuato sia su ammortizzatori tradizionali che su montanti Mc Pherson.

La prima cosa che si rileva su di un ammortizzatore pressurizzato è una limitata reazione elastica dello stelo che se compresso tende a fuoriuscire lentamente.

L'entità massima della pressurizzazione deve essere contenuta entro precisi limiti per evitare qualche condizionamento sulla sospensione in quanto il valore della sua reazione contrasta con il cedimento della molla.

Affinché la pressurizzazione possa far sentire i suoi benefici effetti, la costruzione dell'ammortizzatore viene modificata, introducendo una valvola unidirezionale, che in questo caso permette una separazione fra olio ed il gas, in due zone distinte e comunicanti a senso unico.

Nell'ammortizzatore pressurizzato la pressione del gas viene esercitata sul pelo libero dell'olio della riserva del corpo e non sulla parte superiore del gruppo boccola, in particolare sulla zona dove lo stelo esce dalla stessa per permettere che l'olio fuoriuscente attraverso il gioco tra boccola e stelo possa rientrare nella riserva.

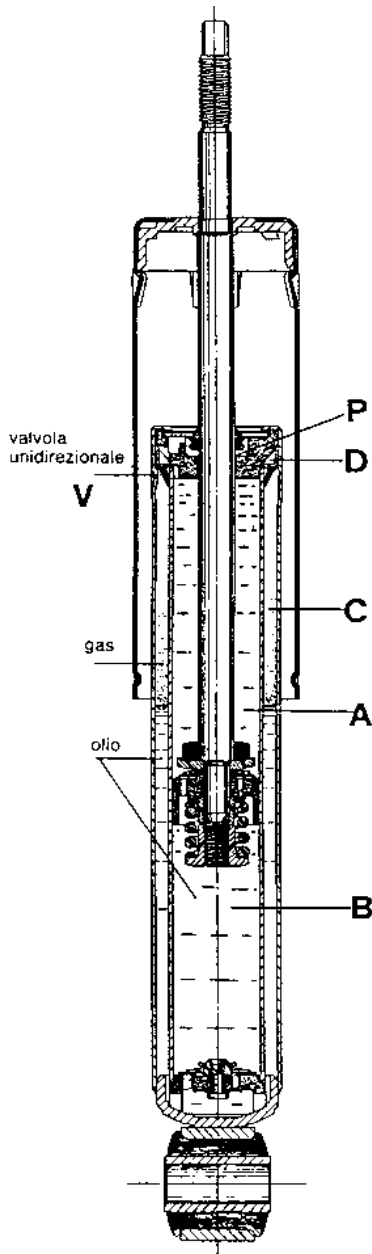
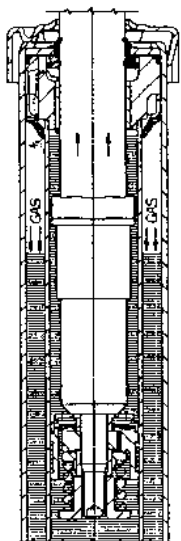


Fig. 26



Affinché questa condizione possa avvenire, senza che la pressione del gas si eserciti superiormente alla boccola, viene sistemata nella camera anulare, inferiormente alla boccola stessa, una valvola unidirezionale V, la quale permette all'olio di scendere senza lasciare introdurre aria.

Per comprendere meglio il funzionamento dell'ammortizzatore pressurizzato, è opportuno considerarlo nel suo utilizzo, supponendo che si trovi già in condizioni di regime.

### Fase di distensione

Quando l'ammortizzatore si allunga, l'olio posto sopra lo stantuffo (zona A) è in pressione.

Nella zona B viene aspirato l'olio dalla camera anulare.

L'olio che si trova in quest'ultima viene favorito ad entrare nel cilindro di lavoro della pressione a gas presente al di sopra del pelo libero.

Naturalmente la quantità d'olio che fluisce è pari al volume di stelo che fuoriesce.

Nella zona A l'olio in pressione passa al di sotto dello stantuffo man mano che questo sale.

Una piccola parte, però, fluisce attraverso la boccola guida dello stelo nel pozzetto P e traboccando al di sopra della valvola unidirezionale V.

In questo modo aumenta il valore della pressione nella zona D, finché l'olio non riesce ad aprire V, passando nella parte sottostante.

Il funzionamento regolare del sistema è basato essenzialmente sulla tenuta della valvola V, la quale deve permettere il passaggio del fluido (olio e gas) soltanto dalla zona D alla C.

### Fase di compressione

Lo stantuffo, scendendo, crea nella camera A una pressione inferiore a quella esistente nella zona C.

L'olio passa in parte nella riserva ed in parte nella zona A, se non ci fosse la valvola unidirezionale, nella zona D si avrebbe la stessa pressione presente nella C, per cui il gas verrebbe aspirato attraverso il gioco fra stelo e boccola, nella zona A, impedendo l'insorgere di una adeguata depressione in A rispetto a B.

Ciò impedirebbe un sufficiente riempimento della zona A da parte dell'olio che deve attraversare lo stantuffo.

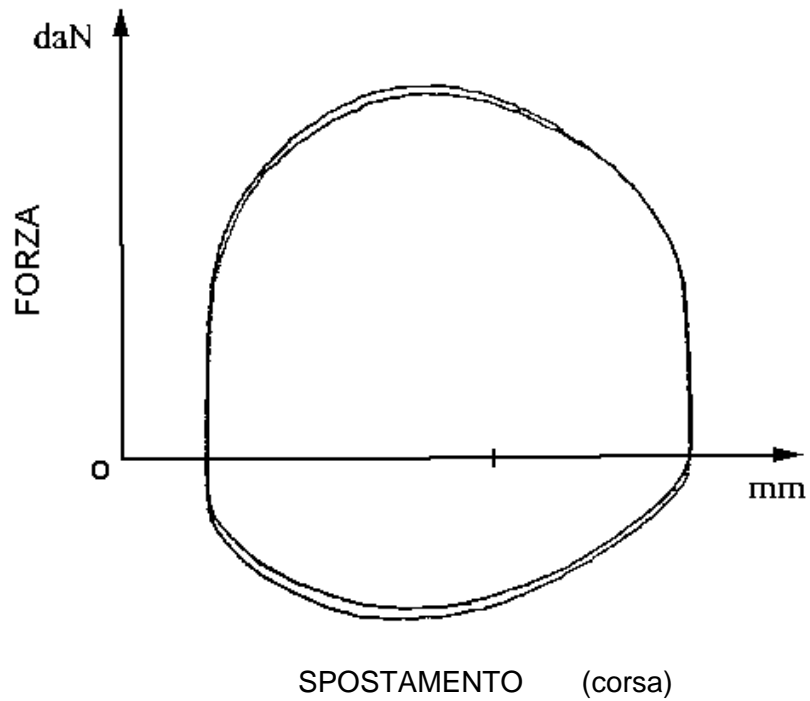
La pressurizzazione consente di ottenere ottime prestazioni anche in condizioni di servizio particolarmente severe, in cui un ammortizzatore allestito normalmente sarebbe non altrettanto efficiente (vedi valutazione pag. 37).

Come si può constatare, quindi, una modifica costruttiva di entità limitata permette di intervenire sensibilmente al fini del buon funzionamento dell'ammortizzatore, per cui essa è divenuta standard sulla quasi totalità dei modelli prodotti.

## DIFFERENTI REAZIONI SFORZI-SPOSTAMENTI TRA AMMORTIZZATORI PRESSURIZZATI E NON

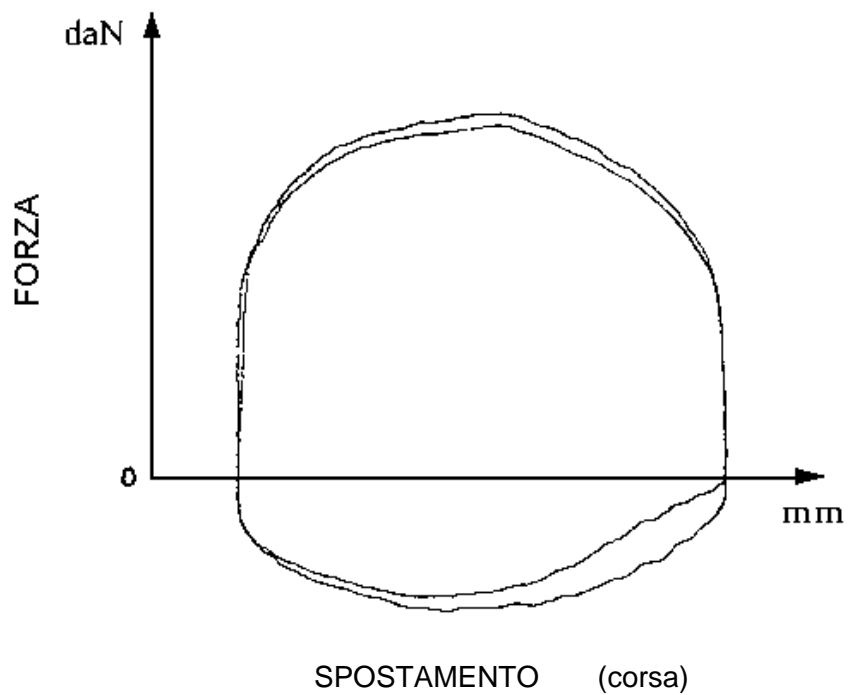
AMMORTIZZATORE PRESSURIZZATO

Fig. 27



AMMORTIZZATORE NON PRESSURIZZATO

Fig. 28



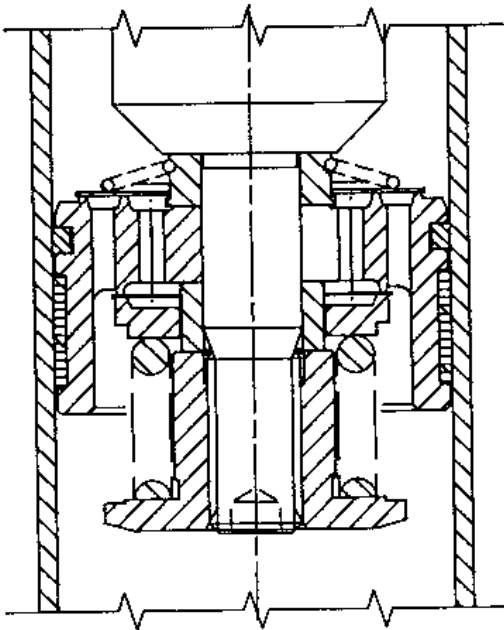
## VALUTAZIONE SULLE PRESTAZIONI DELLA PRESSURIZZAZIONE

VALUTAZIONE	EFFETTO	MIGLIORAMENTO
<b>PREGI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Facilità di riempimento cilindro di lavoro</li>   <li>- Riduzione della cavitazione</li>   <li>- Riduzione del soffio idraulico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eliminazione del vuoto del mattino</li>   <li>- Prontezza di risposta idraulica</li>   <li>- Mantenimento costante delle reazioni al variare del tempo e delle temperature</li>   <li>- Soffio funzionale delle valvole ai R ed in C</li>   <li>- Tambureggiamento</li> </ul>
<b>DIFETTI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resa più esasperante la tenuta della guarnizione</li>   <li>- Maggiore effetto attrito della guarnizione</li>   <li>- Eccessiva pressurizzazione</li>   <li>- Peggiora il comfort sul medio ruvido con difficoltà di spunto</li> </ul>	

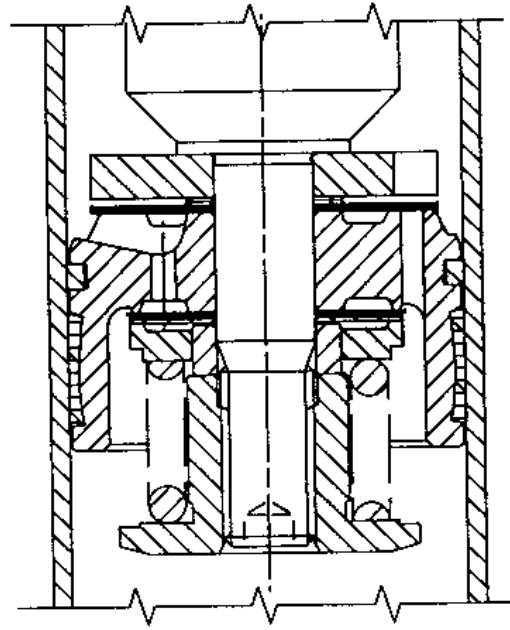
## 11 - VALVOLE LAMELLARI

- La soluzione delle valvole lamellari è stata introdotta recentemente per rispondere a svariate nuove necessità di prestazione della sospensione che richiedono all'ammortizzatore valori di reazione in compressione decisamente maggiori rispetto allo standard previsto nei tipi con valvole ad elementi flottanti.

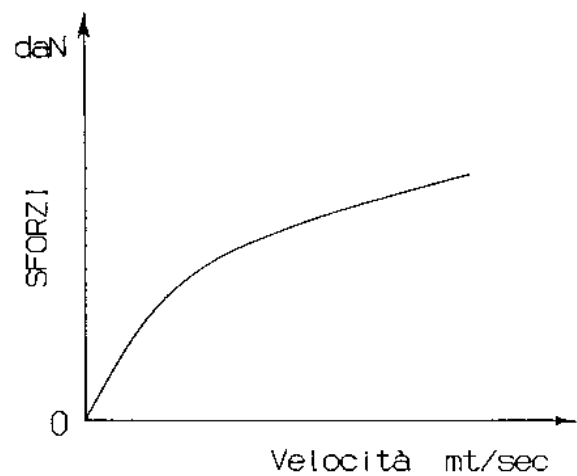
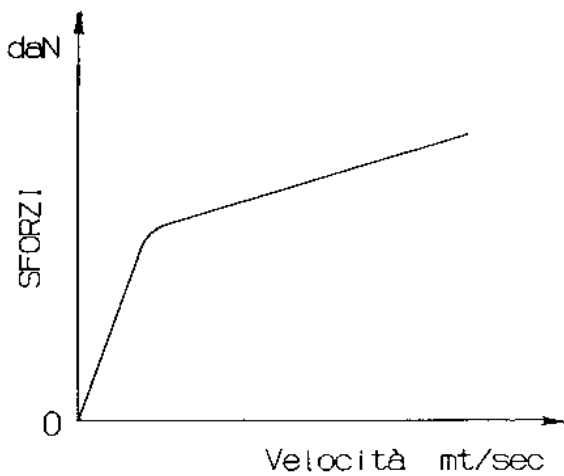
VALVOLE AD ELEMENTI FLOTTANTI



VALVOLE LAMELLARI



La variata concezione della valvola di **compensazione** e di **rimbalzo** con l'introduzione di dischi incastrati anziché l'impiego di molle ad elementi flottanti ha permesso di ottenere un andamento più lineare della curva di frenatura e maggiormente progressivo senza la forma a gomito tipica delle soluzioni con valvole ad elementi flottanti.

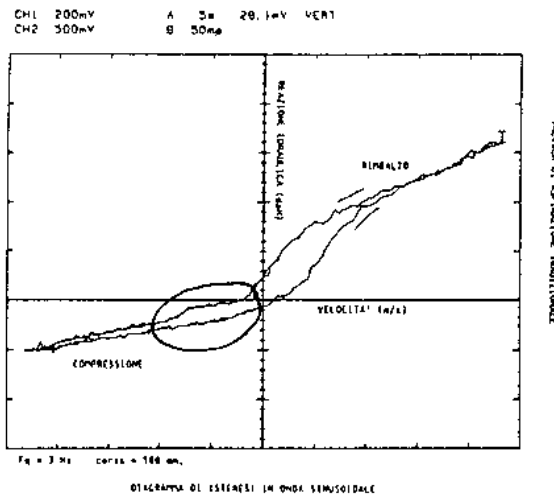


- Inoltre la soluzione lamellare presenta una minore instabilità all'inversione di moto, cioè una risposta idraulica più pronta e più vicina alle condizioni di miglior rispondenza agli aspetti funzionali della vettura.

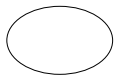
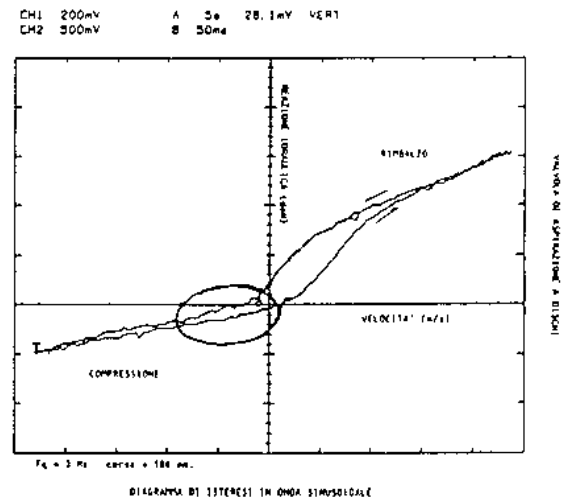
- Un metodo per valutare la differenza di risposta idraulica durante la fase di apertura della valvola comparata con la fase di chiusura è il diagramma d'isteresi.

## VALVOLA DI COMPENSAZIONE

### SOLUZIONE FLOTTANTE



### SOLUZIONE A DISCHI



Differenze comportamentali

### - VANTAGGI DELLA SOLUZIONE

- Maggiore prontezza
- Silenziosità del gruppo sospensione
- Maggiore comfort
- Minor possibilità di cavitazione

### - SVANTAGGI

- Difficoltà costruttive



## 12 - DIFETTI SU STRADA

- La casistica dei difetti rilevati sull'ammortizzatore come funzionamento su vettura si può ricondurre alle seguenti famiglie:

PERDITE D'OLIO - Difetti di tenuta delle guarnizioni  
- Difetti di superficie dello stelo  
- Usure di funzionamento

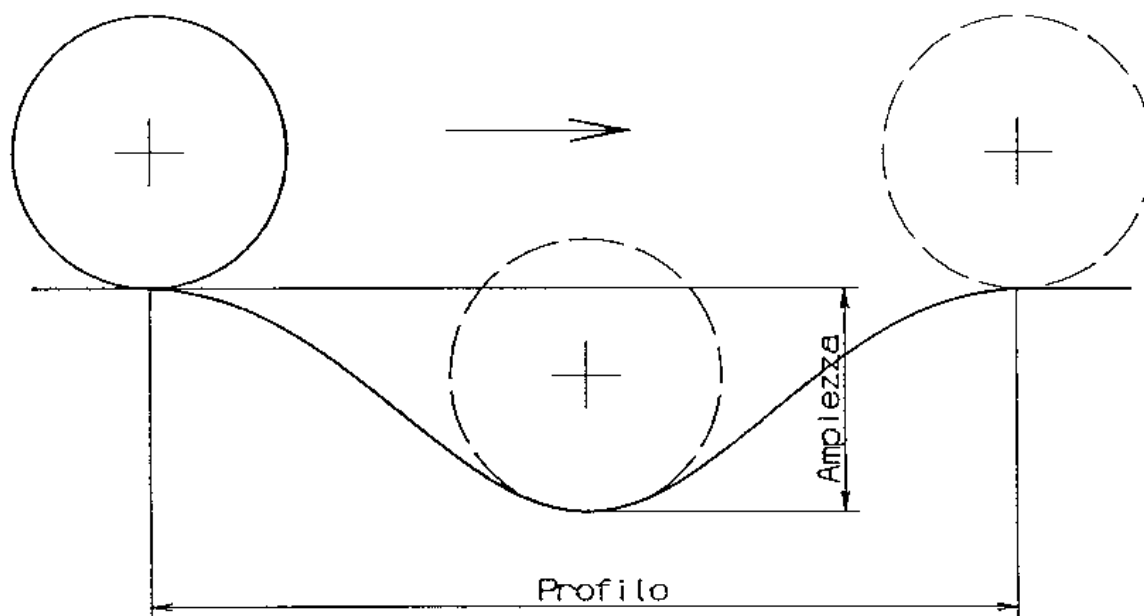
RUMOROSITA' - Soffio idraulico (su frenature alte in R e in C)  
- Tambureggiamento (vuoti e difetti d'inversione nelle fasi, scompensi idraulici)  
  
- Male del mattino (tendenza a scaricarsi del circuito idraulico quando l'ammortizzatore è in posizione di riposo Vuoti idraulici (incostante riempimento del cilindro per mancata tenuta delle valvole)

TENUTA DI STRADA- Sbanda in curva  
- Inefficiente  
- Irregolare

Sono modi di attribuzione diversi di uno stesso difetto riconducibile ad una SIGNIFICATIVA riduzione delle REAZIONI DI FRENATURA.

## RAPPRESENTAZIONE DELLE CORSE DI LAVORO IN FUNZIONE DELLE VELOCITA' VETTURA.

- Rappresentando il profilo stradale con un avvallamento si sono analizzate le corse di lavoro e le velocità di spostamento.



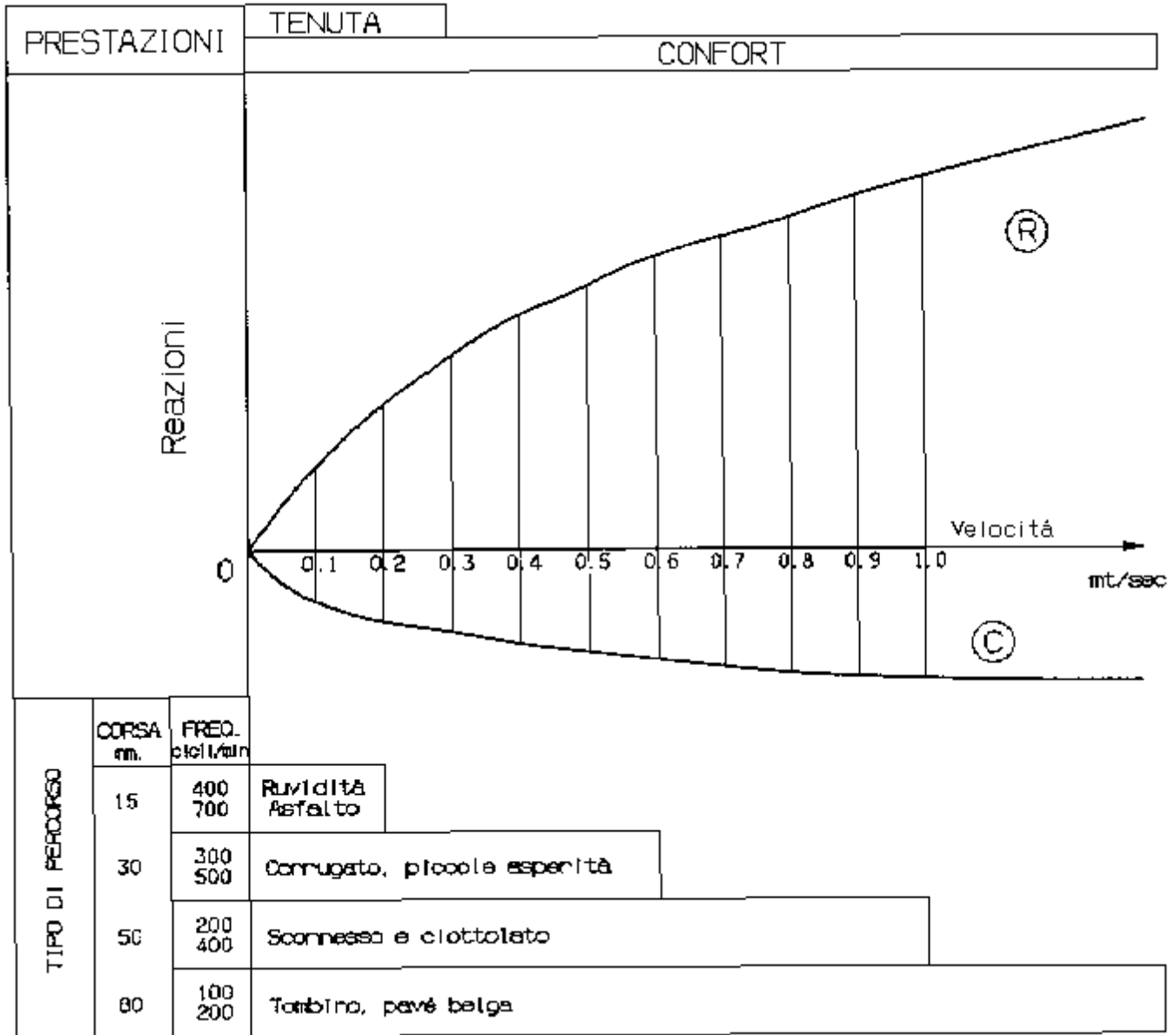
$$Y = \frac{\text{Ampiezza} \times \pi \times \text{Vel. vettura}}{3600 \times \text{Profilo}}$$

	VELOCITA' VETTURA Km/ora	AMPIEZZA CUNETTA mm	PROFILO mm	SIMULAZIONE	VEL. SPOSTAM. AMM. IN R. (indicativi) Y (mt/sec.)
AUTOSTRADA	80	200	4000	CUNETTA	0,35
	150				0,65
SCONNESSA	30	40	1000	TOMBINO	1,04
	60			BUCHE	2,08

### 13 - COMPORTAMENTO DELL'AMMORTIZZATORE SU STRADA

- L'ammortizzatore ha un differente comportamento funzionale secondo il tipo di percorso effettuato che si traduce in variazioni di corsa e frequenza di funzionamento, quindi velocità lineare; per meglio rappresentare la condizione si riporta un diagramma sforzi - velocità tipico raffrontato al tipo di percorso, alle prestazioni ed alle condizioni di lavoro.

- i valori sotto riportati sono indicativi.



### 14 - DEFINIZIONE DELLE CARATTERISTICHE DI SMORZAMENTO

La nascita di un nuovo modello di vettura è generata, nella maggior parte dei casi, dalla necessità di soddisfare le esigenze del mercato in continua evoluzione sia dal punto di vista estetico (nuove linee e forme di carrozzeria) che funzionale (prestazioni, consumo, affidabilità e tipo di utenza).

Il tempo che intercorre tra la decisione di creare un nuovo modello e il suo lancio sul mercato può variare tra alcuni mesi, nei casi di restyling più o meno “pesanti”, ed alcuni anni per la progettazione e la realizzazione di una vettura completamente nuova.

Nel primo caso gli interventi sono limitati a modifiche di un modello esistente con piccoli ritocchi all'estetica, all'arricchimento degli accessori ed alla correzione di alcuni fattori che l'utenza ha evidenziato come non graditi o inefficienti; potremmo dire che si tratta di una ottimizzazione della vettura dopo il primo e prolungato “assaggio” della clientela.

Nel secondo caso, si tratta di creare un modello che ha come base la vettura che dovrà essere sostituita nel segmento attuale di mercato, ma con caratteristiche innovativi in termini estetici e funzionali.

Ma il giudizio definitivo sulla validità delle soluzioni adottate viene dato soltanto al termine della prova su strada, nel corso delle quali l'ammortizzatore è provato sul veicolo al quale è destinato. Queste vengono fatte nell'ottica del Cliente, per cui interviene tutta la sensibilità dei piloti collaudatori nel percepire i differenti comportamenti del prodotto nelle più disparate condizioni d'impiego.

Nell'illustrare la procedura per la definizione delle caratteristiche di smorzamento degli ammortizzatori prenderemo in considerazione il caso di vettura nuova in quanto più complessa e significativa.

Possiamo semplificare le fasi di lavoro in tre stadi:

- Prima fase: vettura “muletto”

La vettura (MUETTO) è allo stadio preliminare ed utilizza parte dei componenti opportunamente modificati della vettura che andrà a sostituire nel segmento del mercato.

L'ammortizzatore è stato definito come progetto strutturale (NT o tradizionale) e dimensionale (ingombri, corse di lavoro, geometrie, ecc.)

- Seconda fase: vettura “prototipo”

La vettura (PROTOTIPO) è definita al 90% di tutti i componenti e quindi significativa del futuro modello.

In base alle prove effettuate nella fase precedente viene confermato o modificato il progetto dell'ammortizzatore (strutturale/dimensionale).

Vengono completate le prove di affidabilità su vettura di tutti componenti.

- Terza fase: vettura “preserie”

La vettura (AVANSERIE/PRESERIE) è stata realizzata sulle linee pilota di produzione e definita al 99%.

Sono ottimizzati tutti gli elementi (ammortizzatori compresi) e confermati i dati delle prove d'affidabilità.

Ad ognuna di queste fasi corrisponde una serie di prove su vettura per la messa a punto delle tarature degli ammortizzatori.

Le prove sono condotte presso le strutture di Sperimentazione del Cliente (Stabilimenti, Settori di sperimentazione, Pista di prova) utilizzando i nostri Laboratori Mobili (furgoni attrezzati con banchi e macchine di prova), in collaborazione con i tecnici di prove su strada delle vetture del Cliente.

Vengono scelti i percorsi ritenuti espressivi per il tipo ed il modello di vettura ed il tipo d'utenza previsto (parametri che sono identificati come “profilo di missione” e su questi percorsi sono fatte le prove in collaborazione modificando le tarature degli ammortizzatori fino al raggiungimento del comportamento desiderato della vettura nelle diverse condizioni di sollecitazione).

## **CONDIZIONI SIGNIFICATIVE PER LA VALUTAZIONE DEL COMFORT:**

Fondo stradale con diversi tipi di ruvidità, ostacoli in positivo e negativo, avvallamenti e cunette di diversa forma e grandezza, giunzioni e rattoppi stradali, pavé leggero e pesante, rotaie e traversine, rumorosità propria e di rotolamento pneumatico.

## **CONDIZIONI SIGNIFICATIVE PER LA VALUTAZIONE DELL'HANDLING:**

Movimenti del corpo vettura in frenata, accelerazione in curve di vario raggio affrontata a diverse velocità, comportamento della vettura nelle manovre di sorpasso e rientro in situazioni normali e di

scarto veloce, prontezza di risposta della vettura in sterzata in marcia, fenomeni di sotto/sovrasterzo di potenza e in rilascio acceleratore.

- Al termine delle prove, gli ammortizzatori che equipaggiano la vettura di prova, sono calibrati come "NOMINALI", inviati al laboratorio del Cliente per la certificazione della curva caratteristica e archiviati come pezzi campione.

- Sulla curva rilevata (media dei due pezzi) sono applicati in via provvisoria i campi di tolleranza previsti dal capitolato o dalle specifiche del Cliente.

- Presso i laboratori WA si procede all'allestimento di altre serie d'ammortizzatori per la conferma delle curve a PARITA' DI ELEMENTI VALVOLARI al fine di filtrare possibili criticità sia di funzionamento che di ripetibilità delle curve nella produzione di grande serie e di fare una prima valutazione delle possibili dispersione valori.

Nel caso si riscontrassero sensibili differenze o difficoltà di ripetibilità delle curve si procede alla variazione d'elementi valvolari, se le variazioni non influiscono sul comportamento della vettura nelle condizioni in cui è stata deliberata.

Se si ipotizza che le variazioni sugli elementi valvolari possano ripercuotersi in modo negativo sul comportamento della vettura, si richiede al Cliente di modificare la curva (o il campo di tolleranza) oppure di verificare su vettura gli ammortizzatori con elementi valvolari modificati.

## 15 -RACCOMANDAZIONI

### RACCOMANDAZIONI PREVENTIVE DI MANTENIMENTO

- Al fine di salvaguardare l'efficienza e la durata dell'ammortizzatore si consigliano alcune norme precauzionali quali:

- Non lubrificare **MAI** le guarnizioni dell'ammortizzatore.

- Non confondere tracce di perdite effettive di olio (che richiedono la sostituzione dell'ammortizzatore) con la presenza di antirombo; se vi sono perdite devono essere localizzate vicino alla guarnizione nella parte alta del corpo e presentare untuosità al tatto.

- Controllare con chiave manualmente il bloccaggio dei dadi.

- Controllare pressione ed usura dei pneumatici; nel caso di consumo anomalo far verificare la convergenza.

Il consumo imputabile all'ammortizzatore è riconoscibile dalla presenza di una scalinatura nel battistrada del pneumatico e non da un'usura generalizzata.

- In presenza di rumorosità che si possono attribuire all'ammortizzatore verificare l'assenza di parti mobili o contatto con la carrozzeria (bloccaggio della ruota di scorta, chiavi di servizio non alloggiare correttamente, contatti del filo cavo freno, staffe supporto marmitta, ecc.).

- Nel caso di interventi di saldatura ad arco evitare nel modo più assoluto ponti elettrici tra stelo ed ammortizzatore.

- Nel caso di interventi su vetture non danneggiare lo stelo trattenendolo con pinze o chiavi autobloccanti.

## RACCOMANDAZIONI NELLE SOSTITUZIONI AMMORTIZZATORE

- Con la sostituzione degli ammortizzatori su vettura occorre vengano eseguite alcune regole base per ottenere un proficuo intervento per cui si consiglia di valutare i seguenti punti:

- Verificare corrispondenza del codice originale con quello a catalogo ricambi.
- Valutare l'integrità degli altri componenti della sospensione quali:
  - Gommini di attacco - assenza di usure ed eccessivo invecchiamento.
  - Tassello elastico di attacco - assenza di zone di scollaggio e vistose screpolature.
  - Tamponi esterni Mac Pherson (di colore nero)
    - assenza di peciosità o rammollimento della superficie di contatto con lo stelo.
    - assenza di bave interne al tampone
  - Soffietto - integrata ed assenza di deformazioni che creino sfregamenti

- Azionare per alcuni cicli manualmente l'ammortizzatore non pressurizzato, a pieno riempimento, e mantenerlo verticale fino al montaggio su vettura.

- Sostituire i dadi di bloccaggio nel Mac Pherson oppure verificare l'assenza di spanamenti dal filetto ed integratà fascetta in nylon autobloccante.

- Chiudere i dadi di bloccaggio con chiave dinamometrica a coppia prescritta; per i tradizionali il bloccaggio degli attacchi deve essere effettuato in condizioni statiche (con vettura a vuoto appoggiata).

- Lubrificare gli snodi nei punti di strisciamento ove prescritto dalla manutenzione preventiva.

- Per la sospensione Mac Pherson controllare sempre la convergenza dopo la sostituzione ammortizzatori.

- Controllare la pressione dei pneumatici.

- Controllare i bloccaggi di altre parti filettate per eliminare i casi di rumorosità per allentamenti

su:

Attacco a stelo

Viti di serraggio tassello

Viti per biellette-puntoni

Attacchi vari sul telaio

- Controllare assenza di particolari mobili nel vano baule.