KIT SOSPENSIONI PER SUZUKI SV 650 (I PARTE)

Il resoconto del montaggio di un kit sospensioni di derivazione WP e la decisione di modificarlo per un uso stradale durante l'installazione. I problemi affrontati e i risultati

Testi e foto: Davide Migliorini

La Suzuki SV 650 S, prima e seconda serie, si presenta come un'ottima moto per un uso a tuttotondo, parca nei consumi e nei costi di gestione, ben rifinita ed adattabile a molte taglie di piloti: una moto intelligente ed efficiente, un prodotto insomma che promette (e mantiene) divertimento e soddisfazione per tutti.
Uno dei difetti dell'allestimento di serie per questa moto, quando impiegata da utenti di taglia europea, è il comparto sospensioni: progettata, con ogni probabilità, per un pilota medio di circa 65 kg "in ordine di marcia", non appare in grado di offrire il meglio di sé se condotta da un pilota di 180 cm ed 85 kg circa. Se a questi 85, aggiungiamo quelli dovuti ad un abbigliamento invernale completo, e magari a un piccolo zainetto, i 100 kg aggiunti a bordo non sono una chimera e, in queste condizioni, la moto standard lavora inesorabilmente con le sospensioni a finecorsa.
Sulle versioni ad iniezione (dal giugno 2003) i tecnici giapponesi sono intervenuti inserendo, su una struttura geometricamente analoga al modello precedente, molle di sospensioni leggermente più rigide, con un piccolo miglioramento.

Nonostante i commenti sopra accennati, ormai universalmente riconosciuti poiché formulati, in modo più o meno simile da diverse fonti, il progetto di Suzuki, è di un certo spessore: per gli amanti della tecnica troviamo di serie soluzioni e materiali di tutto rispetto per telaio e forcellone (in alluminio), sospensione posteriore con leveraggio progressivo, caratteristiche non sempre presenti su altre concorrenti di cilindrata media. Avendo ben chiari, prima dell'acquisto, i (molti) punti di forza ed i (pochi) punti deboli della SV 650, si è deciso da subito, acquistando questa moto, che si sarebbe intervenuti sul comparto sospensioni. La pianificazione per tale modifica è stata fatta pensando alla possibilità di installare gli elementi più raffinati possibile per un uso stradale, che non precludessero, anzi invogliassero, ad un uso anche in pista, preventivando quindi tutto il tempo necessario per gli aggiustamenti opportuni.

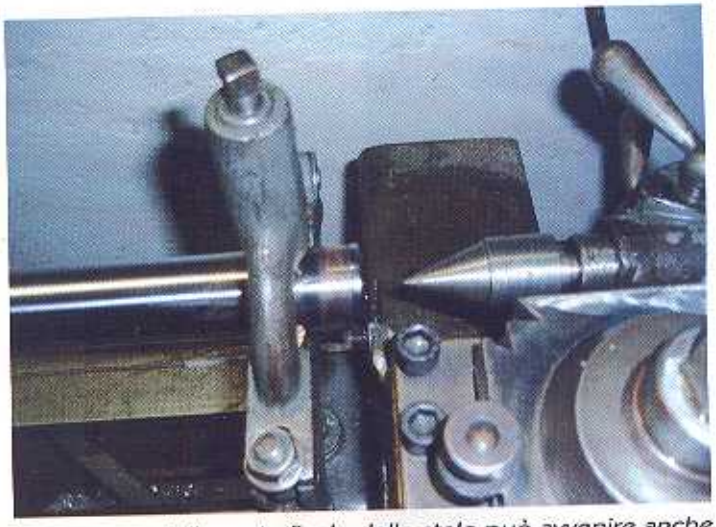
COME SONO COSTRUITE LE SOSPENSIONI DI SERIE E COSA OFFRE IL MERCATO DEI KIT

Imputata numero uno della eccessiva cedevolezza della moto di serie è la forcella anteriore, dalle peraltro oneste prestazioni, che è stata criticata da molti forse perché il buon bilanciamento della moto permetterebbe più di quanto la forcella stessa consente. Tuttavia, come vedremo meglio in seguito, per il tramite inoltre dei dati raccolti dal nostro sistema di acquisizione (cui daremo ampio spazio nella seconda parte di questo articolo), anche il monoammortizzatore posteriore risulta non efficiente a sufficienza, soprattutto se sollecitato dal peso di chi scrive.
I motivi di questi limiti sono da ricercarsi nelle ovvie economie fatte per contenere il prezzo di acquisto della motocicletta, che pertanto offre una forcella anteriore con un sistema idraulico "tradizionale", ove lo smorzamento è ottenuto facendo passare l'olio attraverso una serie di fori di un flauto fissato inferiormente al fodero.
Questo dispositivo è collocato internamente allo stelo e fissato al piedino del fodero. Il flauto superiormente è il punto di battuta della molla principale ma costituisce, nella sua parte inferiore, il vincolo per la molla di finecorsa di estensione. Questo tipo di struttura si rivela affidabile, leggero ed economico, indicato per motociclette di basso costo e di prestazioni non eccessive; non ha bisogno di grossa manutenzione e non ha componenti critiche nella sua costruzione.
Durante la compressione della forcella, la riduzione di volume che opera lo stelo scendendo nel fodero forza l'olio a salire dall'esterno del flauto verso il suo interno, defluendo quindi dalla parte inferiore del fodero

Prima di togliere gli steli dalla piastra inferiore, allentare i tappi superiori di chiusura delle forcelle; questi possono poi essere rimossi in maniera decisamente più agevole nelle operazioni al banco.

Vuotare l'olio in un apposito recipiente, rimuovere il parapolvere e l'anello elastico ferma paraolio. Si faccia attenzione poiché durante lo svuotamento dell'olio usciranno dallo stelo il disco per il registro esterno del precarico (nelle versioni della II serie del vecchio modello), il distanziale per la molla, una rondella di appoggio e la molla. Si può ora allentare la vite inferiore di fissaggio del flauto e passare alla scomposizione dello stelo. Il flauto è asportabile facilmente con un po' di fantasia o più rigorosamente utilizzando gli attrezzi Suzuki 09940-34520 e 09940-34531.

Con dei piccoli colpi secchi in serie è possibile estrarre lo stelo unitamente alle boccole DU, al distanziale, al paraolio.



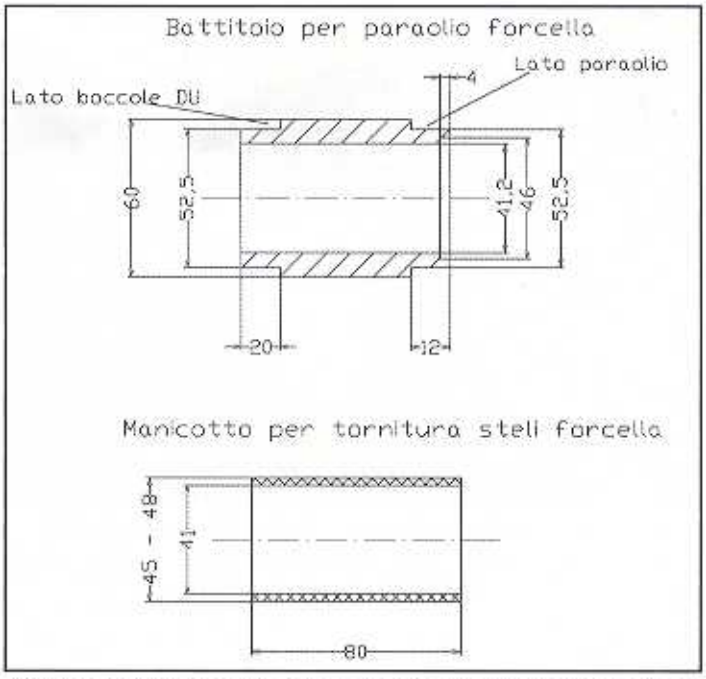
La tornitura della parte finale dello stelo può avvenire anche utilizzando, come in questo caso, una lunetta, avendo comunque cura di operare in maniera che lo stelo ruoti, a contatto con i pattini in bronzo, su una parte non destinata allo scorrimento nelle boccole; è necessario lubrificare durante le lavorazioni lo stelo e lavorare con un regime del tornio non molto elevato.

verso l'interno dello stelo. La laminazione che l'olio subisce passando attraverso i fori costituisce la rigidezza idraulica in compressione. Il problema di base di questa soluzione nasce però con il movimento di estensione. In questo caso l'olio non viene spinto ma aspirato in direzione contraria al moto prima descritto: l'aumento di volume che si genera nella parte bassa del fodero per il moto di allontanamento dello stelo, aspira l'olio dall'interno dello stelo verso la parte bassa del fodero, facendo defluire il fluido attraverso gli stessi fori di prima. In un classico smorzatore idraulico posteriore, ad esempio, tanto in estensione quanto in compressione il fluido è sempre spinto, nel passaggio attraverso agli organi di taratura, da una riduzione di volume, mai aspirato e contemporaneamente sottoposto a sforzi. Lo stesso accade in pratica in tutte le cartucce idrauliche presenti nelle forcelle anteriori, costituite da un sistema asta - pistone idraulico - cartuccia con olio, quasi analoghe ad un corpo ammortizzante posteriore "classico".

L'impiego sul "circuito idraulico" standard di olio troppo denso potrebbe, al limite, rendere eccessiva la frenatura in compressione e comunque insufficiente quella in estensione in quanto l'olio, prima di tutto, deve fluire attraverso gli stessi passaggi sia in una direzione sia in quella opposta. Un aspetto tutt'altro che secondario è che il lubrificante, se sottoposto a sforzi di trazione (cioè quando "aspirato" verso il basso dai movimenti di estensione), ten-

Asportando il cono interno è ora possibile installare la cartuccia idraulica.

In questa immagine vediamo il battitoio per le boccole DU ed il paraolio (autocostruito in ottone, in alternativa rif. attrezzo Suzuki 09940-52861) ed il tampone in PVC, utilizzato per stringere lo stelo nel tornio.



Schemi degli elementi autocostruiti al tornio per effettuare tutte le operazioni descritte nell'articolo.

Modalità di utilizzo del battitoio autocostruito per l'inserimento delle boccole DU.

Lo stesso battitoio, impiegato dall'altro lato per inserire i paraolio.

de a cavitare o, in ogni caso, ad inglobare parte dell'aria presente nella forcella, perdendo momentaneamente in densità e viscosità e peggiorando ancora la frenatura in estensione. Si sottolinea, poi, che gli oli di tipo ATF (Automatic Trasmission Fluid, fluidi per trasmissioni automatiche), basi per i fluidi delle sospensioni, risentono delle variazioni della temperatura esterna tanto più quanto la loro viscosità è elevata. L'incongruenza, quindi, di usare un olio estremamente viscoso è che in condizioni invernali o di pioggia la frenatura idraulica aumenta rispetto alle giornate di alta temperatura esterna, quando però i pneumatici possono garantire la massima aderenza.

Smontando la forcella di serie si nota un'elevata cura nella costruzione di tutti i componenti interni sopra descritti, a testimonianza di un'ottima industrializzazione, anche per una soluzione semplice ed economica. Le molle, tanto la principale quanto quella di finecorsa, sono pallinate; l'unico particolare stonato, a nostro parere, è la fascia sintetica di tenuta tra flauto e interno stelo (elemento fondamentale per un buon funzionamento idraulico del circuito), costruita in maniera tale da assicurare una scarsa tenuta idraulica.

Il monoammortizzatore posteriore di serie, da una prima sensazione, confermata poi dall'acquisizione dati, se regolato con un precarico tale da mantenere in ordine di marcia un assetto corretto (sempre con il peso di chi scrive in abbigliamento invernale) arriva ad avere, specialmente verso il finecorsa di estensione, zone di funzionamento ove lo smorzamento garantito dalla componente idraulica non è del tutto adeguato. In pratica, con ogni probabilità vista l'elevata energia residua nella molla (per via, come detto, dell'elevato precarico impartito), in frenata o in uscita da buche si hanno fastidiose oscillazioni e rimbalzi attorno al punto di massima estensione, non controllabili dalle capacità smorzanti dell'idraulica interna.

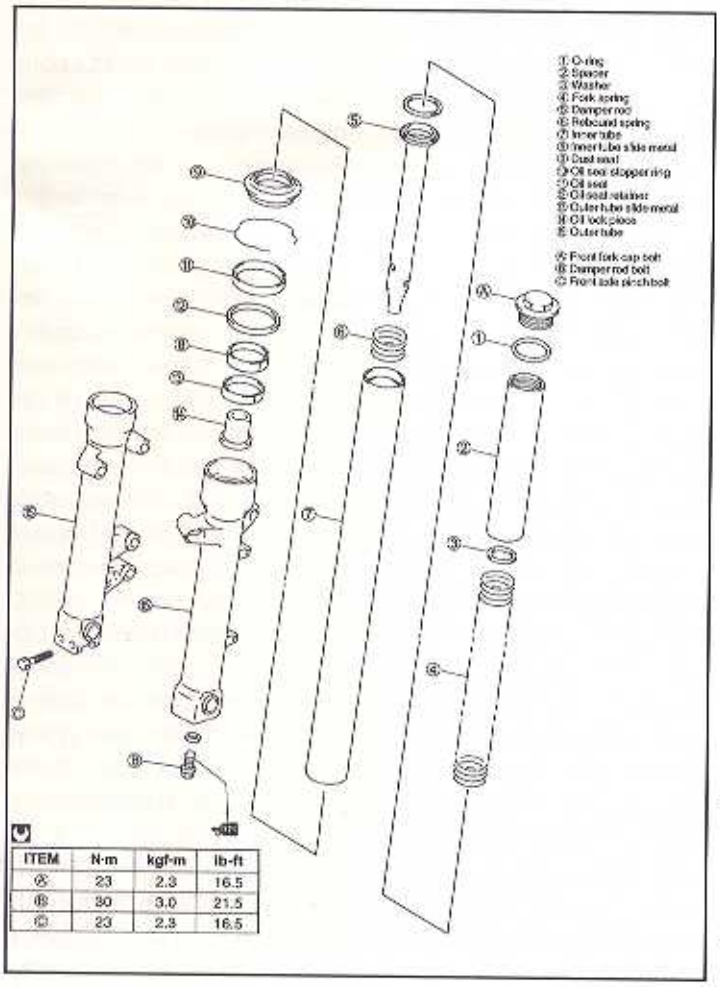
Riassumendo: le sospensioni di serie, se sollecitate, come nel nostro caso, da un utente di taglia generosa, non permettono su strada una guida 'da riferimento'; anzi, i frequenti movimenti non ben controllati, con le reazioni brusche che ne possono nascere, mal si sposano al carattere mite e docile della moto e alle geometrie statiche di interasse, inclinazione forcella, avancorsa statica dichiarate.

Come già più volte ribadito sulle pagine di Moto Tecnica: un conto sono i dati tecnici dichiarati, un altro sono i reali comportamenti del veicolo in ordine di marcia.

Per ovviare a questi problemi, ancora più evidenti nell'uso sportivo, ove la SV non si tira indietro, molti costruttori, nonché preparatori di sospensioni propongono le loro modifiche: in genere tutti hanno a catalogo almeno un kit composto da una coppia di molle di differente rigidezza, unitamente ad un diverso olio idraulico per le sospensioni anteriori. Per il posteriore troviamo quasi sempre almeno un monoammortizzatore ad emulsione (con regolazione dell'estensione sul piedino), oltre ad altri prodotti più raffi-

Nella foto qui sopra vediamo i componenti interni originali della forcella; l'esploso qui sotto, inoltre, si riferisce alla versione precedente della stessa forcella, che non ha il sistema di precarico molla. Nella vista esplosa questi i vari componenti: 2 - Distanziale molle, 3 – Rasamento, 4 – Molla principale, 5 – Flauto idraulico, 6 – Molla di finecorsa estensione, 7 – Stelo di forza, 9 – Parapolvere, 10 – Anello di sicurezza paraolio, 11 – Paraolio, 12 – Distanziale boccole fissa, 8 – Boccola DU mobile (stelo), 13 – Boccola DU fissa (stelo), 14 – Tampone idraulico olio, 15 – Fodero. Coppie di serraggio: A (tappi superiori) 23 Nm, B (viti fissaggio flauto o cartuccia; cambiare le rondelle morbide) 30 Nm; C (vite perno stelo destro) 23 Nm. Viti non in figura: perno ruota 65 Nm, viti pinze freno 39 Nm, viti piastre forcella 23 Nm. Livello olio: 102 mm forcella originale Suzuki, 140 mm forcella con kit Andreani.

I componenti interni della forcella dopo l'installazione del kit Andreani-WP: si nota molto bene il complessivo della nuova cartuccia idraulica.



ITEM	N·m	kgf·m	lb·ft
A	23	2.3	16.5
B	30	3.0	21.5
C	23	2.3	16.5

nati con serbatoio separato del gas e 3, 4 o addirittura 5 regolazioni (alle tre classiche che sono precarico molla, idraulica in compressione, ed estensione si possono aggiungere l'interasse variabile e la regolazione della compressione idraulica in due campi velocità di escursione). Nel seguito cerchiamo di segnalare i vari kit che abbiamo trovato sul mercato, commercializzati da preparatori italiani o proposti da costruttori esteri, sperando di non tralasciare nessuno.

WP (www.wp.nl distribuiti in Italia da Andreani Group www.andreanigroup.com) molle anteriori a costante elastica lineare; a listino anche un kit per inserire una cartuccia idraulica completa all'anteriore (installazione non reversibile con la configurazione originale), diverse soluzioni tecniche per il mono posteriore, kit messi a punto principalmente per un uso sportivo.

Öhlins (www.ohlins.com distribuiti in Italia da Motorquality www.motorquality.it) molle anteriori a costante elastica lineare, diverse soluzioni tecniche per il mono posteriore, kit messi a punto principalmente per un uso sportivo.

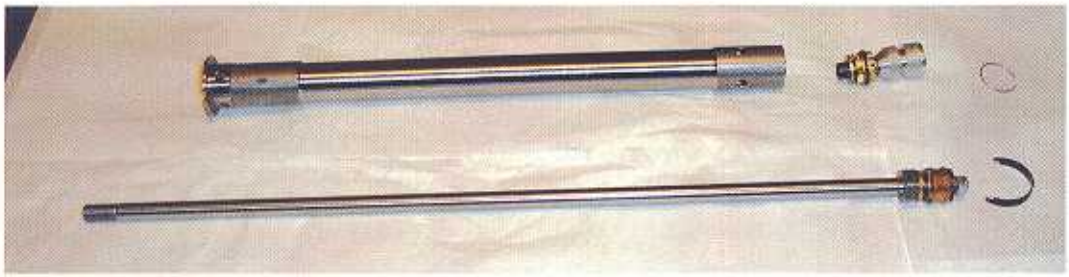
K Service (www.k-service.it) molle a costante elastica lineare, un kit di idraulica regolabile in compressione dall'esterno (installazione reversibile con la configurazione originale), diverse soluzioni per il mono posteriore, disponibilità nell'installazione, revisione e messa a punto di kit di sospensioni.

Bitubo (www.bitubo.com) molle anteriori a costante elastica lineare e non lineare, diverse soluzioni tecniche per il mono posteriore.

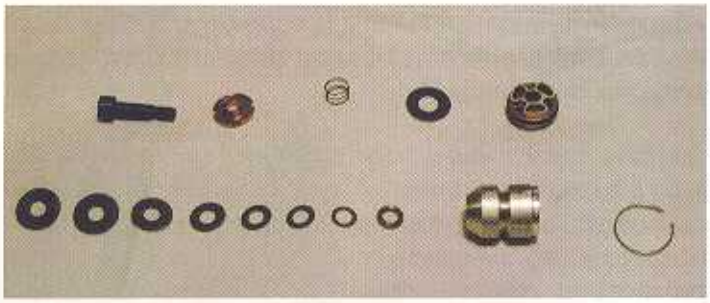
Wilbers (www.wilbers.de distribuiti in Italia da Rinolfi www.rinolfi.it) molle anteriori a costante elastica lineare e non lineare, diverse soluzioni tecniche per il mono posteriore.

FG Special Parts (www.fgspecialparts.it) molle anteriori a costante elastica lineare, possibilità di modifica al flauto idraulico standard, diverse soluzioni tecniche per il mono posteriore, kit messi a punto principalmente per un uso stradale.

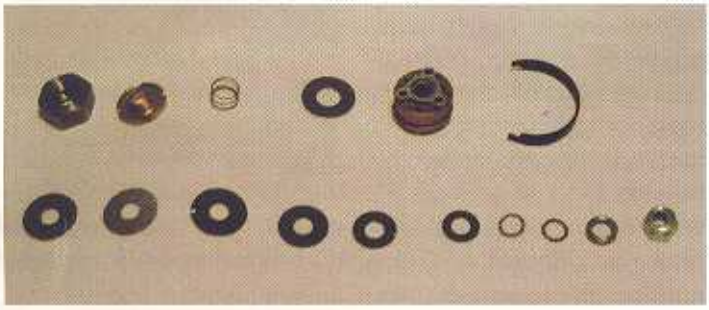
Hyperpro (www.hyperpro.com distribuiti in Italia da Avia Racing www.aviaracing.it) molle anteriori a costante elastica non lineare, diverse soluzioni tecniche per il mono posteriore, molle a costante elastica non lineare per il monoammortizza-



In senso orario, partendo dall'alto, i componenti interni della cartuccia Andreani Group: il corpo esterno della cartuccia, in acciaio, il pistone fisso di compressione, l'anello in acciaio di ritegno del pistone fisso, la banda di tenuta in PVC per il pistone mobile, lo stelo mobile con il pistone di estensione. Le molle di contrasto di finecorsa del kit (qui non presenti) vanno semplicemente infilate lungo lo stelo idraulico: in condizioni di lavoro saranno compresse tra la parte superiore interna della cartuccia ed il dado di fermo del pistone idraulico.



I componenti del pistone di compressione: la valvola di riempimento, il pistone fisso, la piramide delle lamelle, il sistema di fissaggio del gruppo pistone - cartuccia al fondo del fodero.



I componenti del pistone di estensione: la valvola di riempimento, il pistone mobile e la sua fascia di tenuta, fisso, la piramide delle lamelle.

tore posteriore originale, kit messi a punto principalmente per un uso stradale.

Mupo (www.mupo.it) molle anteriori a costante elastica lineare, interessante valvola a lamelle da inserire in serie al flauto standard per regolare il flusso idraulico dell'olio (installazione rapida e reversibile con la configurazione originale, rimangono concettualmente i problemi relativi alla corsa di estensione dovuti all'aspirazione di olio attraverso la valvola), diverse soluzioni tecniche per il mono posteriore.

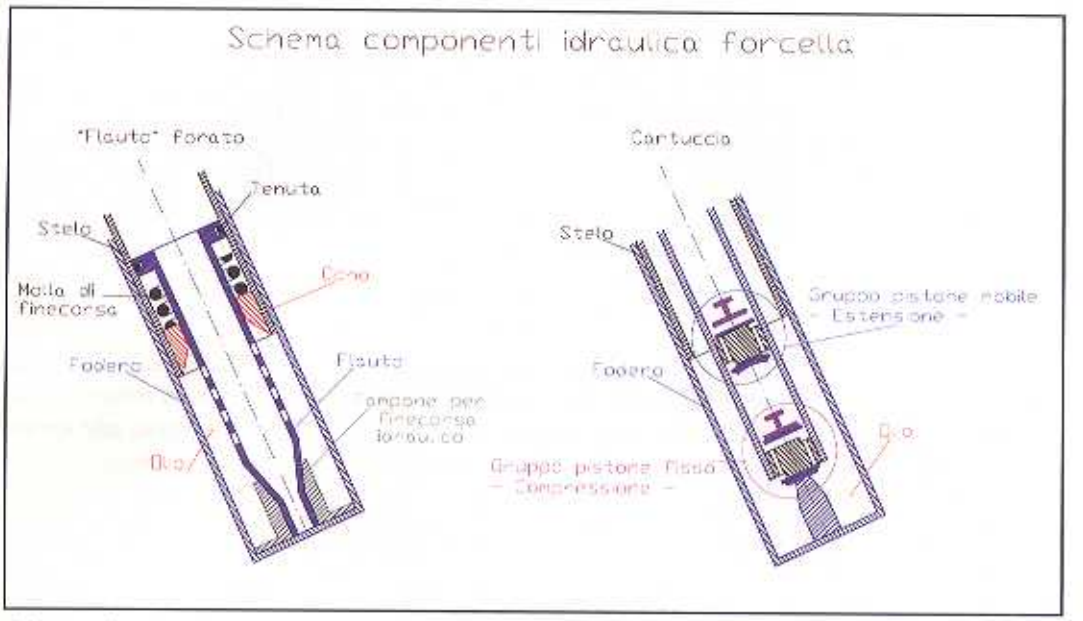
Oram (www.oramitalia.com) molle a costante elastica lineare, diverse soluzioni per il mono posteriore, disponibilità nell'installazione, revisione e messa a punto di kit di sospensioni.

Rinaldi Sospensioni (www.rinaldisospensioni.it) molle anteriori a costante elastica lineare, diverse soluzioni tecniche per il mono posteriore. Lanci Suspension (www.lanci-suspension.com) molle anteriori a costante elastica lineare, un kit per inserire una cartuccia idraulica completa all'anteriore con regolazione dell'idraulica in estensione (di derivazione WP, installazione non reversibile con la configurazione originale), diverse soluzioni tecniche per il mono posteriore, kit messi a punto principalmente per un uso sportivo.

E ORA, COSA ACQUISTARE?

Per decidere cosa fare ci siamo dati alcune linee guida, che qui riportiamo per completezza. A ciascuno poi di darsi le proprie, e fare la sua scelta sulla base della lista di componenti disponibili che abbiamo dato sopra (o di una ancora più ampia...). La nostra idea di partenza è stata di scegliere, per il posteriore, un ammortizzatore dotato di quattro regolazioni e serbatoio separato del gas, ed all'anteriore di inserire una vera e propria cartuccia idraulica convenzionale, anche se questo avrebbe comportato una modifica non reversibile alla forcella. Per semplicità nella messa a punto (e per limitare anche eventuali nostri errori tecnici) abbiamo deciso di dare la preferenza, fin dove possibile, all'acquisto di un kit di sospensioni anteriore - posteriore provenienti dallo stesso costruttore; ed infine, di installare elementi con molle a costante elastica lineare. Il tutto dovrebbe consentire una guida stradale irreprensibile per l'utente 'robusto' (eventualmente dotato di ulteriore zavorra sul sellino del passeggero), e consentire senza troppi patemi d'animo la classica 'sparata' in pista estemporanea. Dopo una serie di riflessioni abbiamo scelto una soluzione ibrida: il kit completo WP-Andreani, composto all'anteriore dalla cartuccia idraulica completa, e da un monoammortizzatore posteriore dotato di quattro regolazioni (che poi avremo modo di descrivere), con destinazione pista, a cui abbiamo accoppiato un kit, per la sola sospensione anteriore, con destinazione più 'stradale', fornito da K-Service. Ovvio il riutilizzo del mono per l'uso 'stradale' previo adeguamento dei 'clicks'. Abbiamo scelto i primi elementi per la loro chiara derivazione sportiva, preventivando comunque del lavoro aggiuntivo, durante il montaggio del kit, per adattare il mono posteriore all'impiego anche stradale. In particolare, come vedremo, sarà necessario appunto andare a costruire alcuni particolari per poter rispettare l'altro requisito fondamentale: un'installazione senza variazioni apprezzabili della geometria statica della moto. Abbiamo poi puntato l'attenzione su un kit per il solo anteriore, che ci ha permesso di 'plasmare' l'indole della forcella della nostra SV attorno alla nostra idea di moto da strada; per questi componenti ci siamo rivolti alla K-service, cui abbiamo commissionato una cartuccia e una coppia di molle per la forcella che fossero intercambiabili con quelle del kit Andreani-WP, e la nostra scelta si è rivelata fortu-

Il semplice utensile in alluminio (autocostruito), indispensabile per allentare e serrare i dadi di fissaggio dei pistoni idraulici senza danneggiare le superfici del fermo inferiore del pistone fisso o dell'asta di forza.

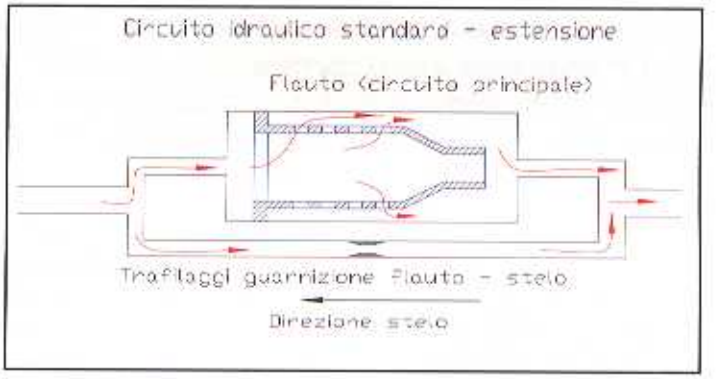


Schema funzionale dell'idraulica forcella prima e dopo le modifiche; per semplicità sono stati omessi alcuni particolari come le viti di fissaggio, l'asta idraulica, le molle principali. Come si può notare, il layout standard è notevolmente più semplice e leggero, anche se risulta praticamente privo di elementi tarabili su misura, a parte la molla principale.

nata, in quanto a professionalità e cortesia, si aggiunge anche la... comodità geografica! Ricapitolando; il kit WP (cartuccia forcella, molle e monoammortizzatore posteriore) è commercializzato da Andreani Group (Pesaro - PU - www.andreanigroup.com) che, presso la propria rete di vendita ed assistenza, a richiesta, può intervenire per personalizzare la taratura di ogni elemento in base alle richieste dell'utente finale. Il kit da noi scelto per un impiego stradale (cartuccia forcella, molle forcella) è stato commissionato "su misura" dalla K Service (Turbigo - MI - www.kservice.it), per risultare intercambiabile con il kit "Andreani – pista". La vicinanza della K-Service, cui abbiamo spesso rubato del tempo, e successive riflessioni, ci hanno poi portato ad allargare la lista della spesa ad ulteriori elementi, commercializzati dalla stessa K-Service.

DATI TECNICI DEL MONO POSTERIORE WP

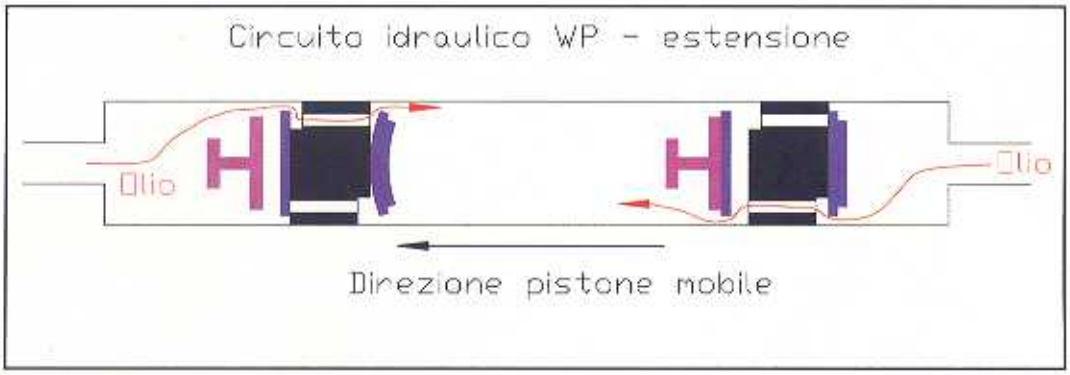
Tornando ora alle nostre sospensioni, il monoammortizzatore, nonostante sia un componente di derivazione strettamente sportiva, è un prodotto che può essere impiegato con soddisfazione anche per un uso stradale quotidiano, come negli intenti di questo lavoro. Il corpo di scorrimento principale è in acciaio, un po' tradizionale rispetto alle ultime tendenze racing ma ottimo per l'uso su strada in quanto assicura buona scorrevolezza e buona resistenza all'usura: il prezzo da pagare per questo materiale è qualche grammo in peso in più, comunque poco influente anche in un uso agonistico. Ad ogni modo, il nostro è dotato di regolazione precarico molla con ghiera filettata, smorzamento idraulico in estensione con 11 posizioni (standard a 4 dal tutto chiuso), smorzamento idraulico in compressione con 7 posizioni (standard a 3 dal tutto chiuso), interasse standard di 357 mm (regolabile per + 6 mm e - 9 mm). Il mono, nella configurazione del kit WP, è più lungo dell'elemento originale: e questo proprio allo scopo di variare molto l'assetto di guida, alzando il posteriore e rendendo più piccolo l'angolo di sterzo.



Schema idraulico forcella Suzuki con i passaggi olio nel movimento di estensione. Concettualmente il non trascurabile trafilaggio dalla tenuta flauto stelo è da considerarsi come un circuito in parallelo a quello principale: va in saturazione (cioè è da considerarsi chiuso) alle alte velocità di escursione. Il moto di compressione fa muovere l'olio in direzione opposta a quanto indicato.

MODIFICHE ALL'ANTERIORE: DUE KIT, DUE ANIME

Il kit WP, da noi scelto per l'uso più 'racing', è stato sviluppato principalmente per un utilizzo in pista, ma contiene molti particolari facilmente reperibili, in diametri standard, per poter essere revisionato o tarato nuovamente secondo le richieste dei piloti, necessità del tracciato o altro. Il pistone di compressione (quello fisso) è costruito con criteri aggiornati, e permette di sfruttare quasi al massimo l'area libera interna alla cartuccia idraulica (diametro interno 20 mm); non è presente un foro di bypass di minimo, che permetterebbe a piccole portate di olio di passare liberamente e quindi rende la sospensione più libera sulle piccole asperità. Il pistone mobile



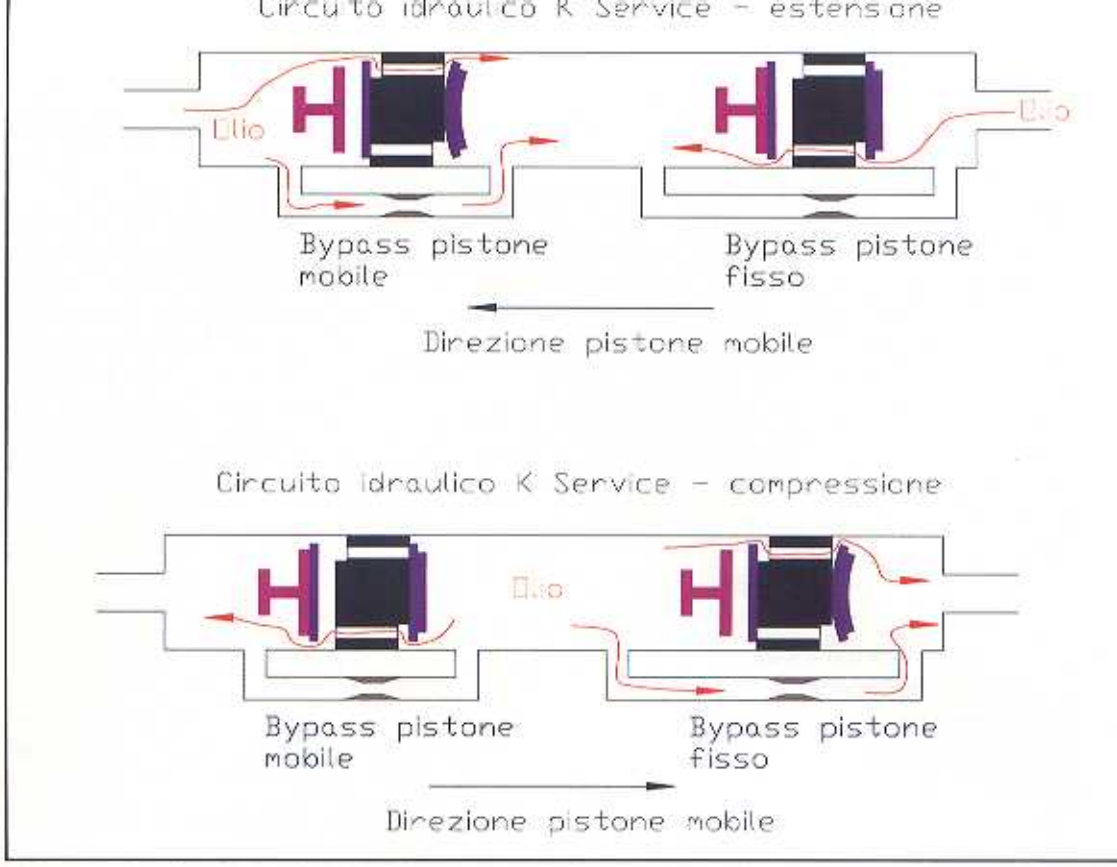
Schema idraulico cartuccia Andreani Group standard: durante il movimento di estensione la riduzione di volume al di sopra del pistone mobile forza l'olio a fluire attraverso alle lamelle di regolazione; contemporaneamente l'aumento di volume all'interno della cartuccia aspira l'olio dalla parte bassa del fodero all'interno della cartuccia stessa. I sistemi di riempimento non offrono mai apprezzabile resistenza al passaggio di olio.

di estensione, invece, appare di ottimo materiale e finitura costruttiva, anche se un po' sorpassato nella progettazione.
Dato il peso corporeo "in ordine di marcia" di chi userà la moto, le molle forcella fornite con il kit Andreani-WP sono (k = 8,3 N/mm) adeguate all'impiego pistaiolo.
Nelle varie operazioni di adattamento, si è trovato che la molla di finecorsa, poi, è libera di scorrere nella cartuccia: per limitare l'usura dell'asta idraulica e annullare il rumore prodotto da questa mobilità è necessario ricostruire il dado presente sull'asta interna predisponendo un opportuno alloggiamento per la molla di finecorsa.
Il kit K Service, da noi scelto per un utilizzo più stradale della SV e cronologicamente messo a punto in un secondo tempo, è stato sviluppato in base alle nostre specifiche richieste, su misura, dalla K Service stessa. Esso ha la medesima configurazione di quello prima descritto, con le seguenti differenze: sia il pistone di compressione che quello di estensione offrono passaggi di bypass ed hanno ovviamente costruzione differente, specialmente il pistone di estensione appare più grande e con lamelle di diversa foggia. Sulla base delle nostre richieste è stato approntato proprio per essere intercambiabile con quello di Andreani: oggi in pista, domani in ufficio...
In termini di molle, quelle con rigidezza di 8,3 N/mm sono state la base di partenza che ha permesso di valutare la scelta di molle a costante elastica leggermente superiore (8,8 N/mm) per questo secondo kit, specializzato per uso stradale. Ricordiamo che l'impiego turistico in coppia era contemplato negli obiettivi di questo lavoro... Infine, la molla di contrasto di finecorsa ha rigidezza piuttosto cedevole, pari a 26,5 N/mm. A completare il kit, due bei tappi con la regolazione che forniscono la registrazione del precarico molla con un pomello esterno, e, dulcis in fundo, forniscono la predisposizione per un eventuale registro idraulico in estensione.

INSTALLAZIONE DELLE SOSPENSIONI: "BOLT ON", SE SI VA IN PISTA

Le foto di queste pagine ritraggono la sequenza di operazioni necessarie per l'installazione del kit Andreani per la forcella anteriore. Tale kit, pur prevedendo interventi abbastanza drastici, si può ritenere 'pronto all'installazione'. C'è però da dire che, dati i nostri scopi, con il kit fornito da Andreani sono occorse alcune operazioni preliminari, che hanno appesantito la sequenza di montaggio: operazioni che però si sono rivelate imprescindibili perché il nostro intento era anche quello di operare delle verifiche 'scientifiche' (fin dove possibile...).
Prima di effettuare lo smontaggio completo della forcella abbiamo provveduto quindi a misurare, in più punti, quote riconducibili alla lunghezza standard degli steli forcella. Dalle nostre misure risulta che il kit Andreani-WP propone un accorciamento dell'avantreno (da noi valutato in circa 4 mm), che bisticcia con il nostro scopo, che, lo ricordiamo, è quello di confrontare le soluzioni 'di serie' e 'kittate' sulla base però di quote ciclistiche invariate (o meglio, variate il meno possibile). Abbiamo quindi costruito degli opportuni rasamenti, posizionandoli sotto alla cartuccia, per riportare la lunghezza della forcella allo stesso valore di quello standard. Chiaro che questa modifica è ininfluente sulla funzionalità: se in futuro sentiremo la necessità di abbassare l'avantreno, potremo sempre sfilare gli steli nelle piastre, portando l'avantreno a lavorare nelle condizioni proposte con il kit Andreani-WP "factory". Notiamo inoltre che, sempre nell'ottica di realizzazione di un kit di sospensioni sportive, la cartuccia idraulica WP porta la corsa utile positiva della sospensione dai 130 mm della struttura di serie a circa 121 mm, valore comunque più che sufficiente anche per un impiego stradale. Risulta quindi chiaro che il kit modifica non solo la sospensione in sé e per sé, ma anche l'assetto della motocicletta, esaltandone la connotazione sportiva.
Torniamo ora alle operazioni da compiere. Per installare il kit WP occorre tornire la parte finale degli steli, per rimuovere un componente interno: si tratta del cono che nella configurazione originale lavora in abbinamento al flauto forato. Per effettuare questa procedura è necessario scomporre completamente la forcella, eliminando quindi i paraolio originali. Per l'installazione del kit, quindi, è necessario anche l'acquisto di una coppia di paraolio forcella (cod. Suzuki 51153-14F00, misure 41 53 8/10,5) e di un apposito battitoio per il corretto rimontaggio delle boccole DU e dei nuovi paraolio. Per tornire il bordino dello stelo, abbiamo anche costruito un piccolo tubo in PVC, tagliato longitudinalmente per serrare lo stelo nelle griffe del tornio senza rigare la superficie cromata. Lo stelo nel tornio ruoterà, inevitabilmente, con una certa eccentricità: eliminando il bordino ribadito con un'operazione di sfacciatura, non abbiamo creato lavorazioni tali da compromettere il profilo tecnico dello stelo stesso. In conclusione, per il tipo di mdifiche richieste, oltre al materiale, in ogni caso vanno aggiunte la disponibilità di un tornio, la possibilità di costruire almeno il distanziale in materiale morbido per il serraggio, il bat-

titoio per il montaggio dei paraolio, i distanziali di 4 mm ed, ovviamente, i due paraolio nuovi.
Al posteriore le operazioni sono più semplici; per la loro descrizione rimandiamo alla seconda parte di questo articolo. Accenniamo peraltro al fatto che si è dovuto anche in questo caso eseguire alcune modifiche; infatti, l'interasse dell'elemento originale vale 335 mm, contro i 351 mm (con l'interasse al minimo) del WP. Abbiamo quindi costruito una nuova forchetta inferiore, specifica per il monoammortizzatore WP che però riporta la nuova sospensione a lavorare nelle condizioni di quella originale. Ovviamente, con l'utilizzo di quest'ultima il retrotreno si innalza di almeno 30 mm, portando la moto all'assetto, decisamente più sportivo, cui mira il Kit WP-Andreani. E' bene ora ricordare, ancora una volta, che le operazioni aggiuntive descritte (le misure, i rasamenti, la nuova forchetta) si sono rese indispensabili per poter confrontare il comportamento della moto (anche con l'ausilio dei sistemi di acquisizione dati), alla luce del funzionamento delle nuove sospensioni, a parità di assetto, dato che uno dei primi obiettivi di questo lavoro era proprio verificare la portata dell'intervento anche tramite strumenti di misura oggettivi. Chiaramente, se il vostro obiettivo è al contrario semplicemente divertirvi in pista, l'unica complicazione è legata alla necessità delle lavorazioni meccaniche; per il resto, una volta che i componenti siano stati installati, basterà... darci del gas! Non ci dilunghiamo sull'installazione del secondo kit per l'anteriore, poiché esso è stato realizzato proprio per essere intercambiabile a questo appena descritto.



Schema idraulico cartuccia K Service: concettualmente simile alla precedente, ha dei passaggi di bypass, opportunamente posizionati nell'idraulica dei pistoni, in modo da creare, in pratica, un circuito per le basse velocità di escursione. Quindi appunto alle velocità di escursione inferiori la resistenza offerta all'olio dal bypass è inferiore a quella del circuito con le lamelle; viceversa, per le alte velocità dove, di fatto, il foro di bypass si comporta come un passaggio chiuso. Ovviamente, la piramide delle lamelle, impegnata nei due pistoni solo per i movimenti di scuotimento a velocità medie ed alte, e non più per tutta la gamma di velocità, ha composizione completamente differente dall'altra cartuccia. Purtroppo non siamo in grado di mostrarvi le immagini relative a questi componenti.

IMPRESSIONI DI GUIDA ED UTILIZZO

Innegabile il miglioramento nella guida, grazie alla nuova funzionalità idraulica dei comparti sospensioni. La forcella anteriore, sulle prime, sembra quasi eccessivamente solida, in realtà il feeling è causato soprattutto dal "ricordo" della precedente idraulica, assolutamente in crisi sotto il peso della nostra persona. Nell'impiego a velocità stradali, anche in piega e su asfalti sconnessi, il rigore dell'andatura è innegabile, non si avverte alcun segno di instabilità, con un ottimo miglioramento rispetto alla unità standard. Queste sensazioni valgono per entrambi i kit provati.
Il mono posteriore, con ogni probabilità anche grazie ai 3 mm di innalzamento che impartisce al posteriore, permette una guida leggermente più rapida, senza però stravolgere le caratteristiche di buona stabilità intrinseche di questa moto. La sensazione, in parte suffragata dall'acquisizione dati, è che il posteriore abbia una rigidezza idraulica in compressione un po' troppo elevata, anche con i registri al minimo, per un uso stradale: senz'altro quando revisioneremo questo elemento effettueremo le modifiche del caso per portarlo ad un comportamento un po' più turistico di quanto non offra al momento. La dinamica della moto, in ogni condizione, è estremamente positiva; e questo lo si verifica 'a pelle', con una banale prova su strada, o meglio ancora, su pista. Il nostro scopo era però quello di andare più a fondo, installando un sistema di acquisizione dati sulla nostra SV, ed operando una serie di misure, anche se, purtroppo, solo su strada.
Parallelamente, sempre con la collaborazione di Andreani Group, abbiamo potuto eseguire la misura del comportamento dell'idraulica del monoammortizzatore, sia di quello di serie appena smontato dalla nostra SV650, sia del nuovo mono WP, facendo uso dei banchi prova sospensioni disponibili a Pesaro; e vi renderemo ampio conto dei risultati di tutto ciò nella seconda parte di questo articolo, in un prossimo numero di Moto Tecnica; per il momento, ci godiamo la mi-

LA LISTA DELLA SPESA E DEI TEMPI:	
Kit cartuccia idraulica anteriore (molla esclusa) - ANDREANI GROUP	210,00 €
Olio forcella SAE 5W (1 l) - WP	18,60 €
Molle forcella (k = 8,3 N/mm) - WP	144,00 €
Monoammortizzatore per SV 650 S 2002 (4681/5, 4 regolazioni) - WP	852,00 €
Paraolio originali (cod. 51153-14F00, misure 41 53 8/10,5, 2 pz.) - Suzuki	28,00 €
Pistoncini idraulici di estensione, lamelle, molle di contrasto finecorsa - K Service	75,00 €
Molle forcella (k = 8,8 N/mm) K Service	120,00 €
Tappi per precarico molla regolabile esternamente e predisposizione per registro idraulico di estensione - K Service	195,00 €
Costruzione staffe per sensori, installazione e taratura sistema di acquisizione dati	5,0 ore
Operazioni aggiuntive al tornio: costruzione di battitoio per boccole – paraolio in ottone, distanziale tubolare in PVC, tornitura fondo steli, costruzione dadi aste cartucce idrauliche con ritegno molla di finecorsa	7,0 ore
Costruzione forchetta monoammortizzatore (in acciaio) con geometrie per assetto stradale	2,5 ore
Smontaggio sospensioni stradali, revisione e rimontaggio con kit sospensioni	3,5 ore

I prezzi sopra esposti si intendono di listino (riferiti all'Aprile 2004, IVA inclusa, montaggio escluso); segnaliamo che per chi volesse acquistare il kit completo Andreani-WP (molle anteriori WP e kit cartuccia) esso è disponibile a 310 euro, sempre IVA compresa. I tempi sopra elencati non considerano le operazioni di misurazione e disegno tecnico dei componenti da realizzare con le lavorazioni meccaniche.

gliorata guidabilità della moto, ora finalmente a punto anche sotto il "dolce" peso di chi scrive...

Si ringraziano per la cortese collaborazione Mirco Ferri (Andreani Group - Pesaro, assistenza tecnica); Mauro Codini (K Service -Turbigo, Mi, messa a punto forcella ed assistenza tecnica); Agostino Bassi (Bassi Moto - Novara, manuale di officina e ricambi originali Suzuki); Antonio Giorgetti (lavorazioni meccaniche e montaggio sospensioni); Gianluca Gazzotti, Emanuele Rosati, Walter Airoldi, Simone Lanfranchini (costruzione elementi vari alle macchine utensili).

DUE CONTI CON LE MOLLE ANTERIORI

Sulle molle, nei dialoghi in pista o al bar, se ne sentono di tutti i colori, specialmente, ed è ovvio, se si parla di una motocicletta. Il problema di base delle sospensioni di una moto è che, generalmente, il pilota ha una massa non trascurabile rispetto a quella del veicolo: in questo caso, confrontando i dati rilevati con il peso dichiarato del mezzo, il pilota in "allestimento test invernale" aggiunge più del 50% della massa iniziale del veicolo, una quota non certo trascurabile. In un'auto di media-grossa cilindrata, ad esempio, (poniamo circa 1500 kg a vuoto), anche un pilota di taglia robusta (diciamo qualcosa più di 100 kg, abbigliamento compreso) costituisce un aggravio di peso tra il 6% e il 7% circa, quota senz'altro meno influente: per questo si intuisce come, moto per moto e pilota per pilota, le sospensioni possano risentire più o meno prima di tutto dei kg oltre che dello stile di guida.

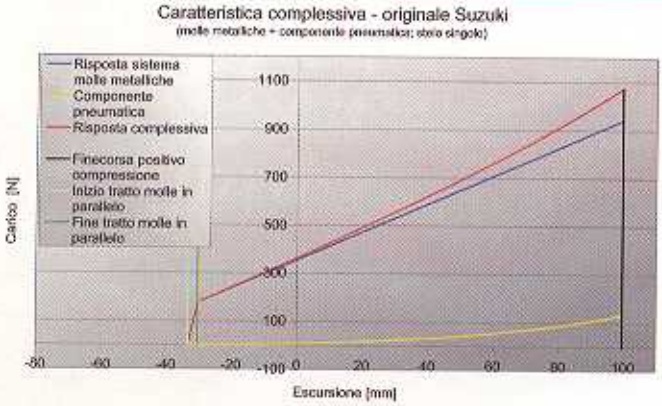
In prima approssimazione va considerato che, tanto per le molle anteriori quanto per quelle posteriori, andrebbero impiegati degli elementi che, in condizioni di guida richiedano quanto meno precarico possibile, pur garantendo un negativo (SAG) ottimale. Per l'anteriore possiamo indicare in circa 10 mm il precarico massimo suggeribile; se è necessario più precarico per quel pilota, sarà consigliabile anche provare la sostituzione della molla con una più rigida. Spiegazioni più rigorose su queste valutazioni possono essere trovate nei manuali citati a fine articolo.

Per ogni singola scelta di molla anteriore abbiamo costruito dei grafici con x positiva dal punto di partenza della forcella a pilota in sella: tutte le molle, quindi, si incrociano nello stesso punto con x = 0 e Y = 363 N, corrispondente in questo caso al carico statico assiale sullo stelo della forcella a moto a terra e pilota in assetto di guida. I punti a x negativa rappresentano tutte quelle condizioni in cui la sospensione anteriore si sta alleggerendo e, quindi, essendo basso il carico verticale ruota – terreno, sarà anche bassa la conseguente aderenza pneumatico – terreno (esempio: uscita da una buca, uscita di curva in accelerazione, etc.).

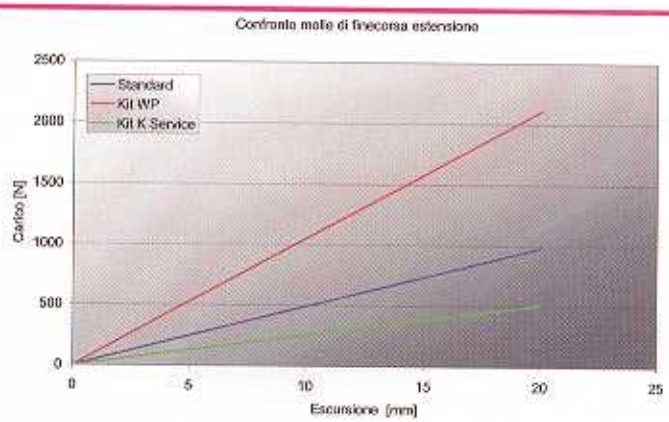
L'area sottesa alle caratteristiche elastiche corrisponde all'energia di deformazione accumulata dalla molla: come si può vedere, una molla più cedevole conserva maggiore energia elastica proprio nei punti a x negativa, rendendo cioè potenzialmente più rapida la risposta della molla nei transitori di perdita di aderenza. Da questa prima valutazione, quindi, si può capire come possa essere utile, caso per caso, scegliere una molla ottimale in funzione del pilota che userà quella moto: i gusti e le necessità del tracciato, poi, faranno propendere per una serie di scelte in genere poco distanti da quelle individuabili con questa prima approssimazione. La molla di contrasto di finecorsa, poi, ha un ruolo fondamentale: registrato il precarico iniziale della molla principale, per una certa corsa iniziale le due molle (di contrasto e principale) lavorano in parallelo.

Si faccia attenzione a non farsi ingannare dalla configurazione delle molle all'interno di gruppi elastici – ammortizzanti (costato anche al sottoscritto diverse ore per la digestione grafica del problema): le due molle lavorano in parallelo e non in serie. Se lavorassero con configurazione in serie (entrambe le molle sono sottoposte alla stessa forza), la costante elastica equivalente del sistema di molle sarebbe inferiore alla molla più tenera e risulta dalla equazione (1).

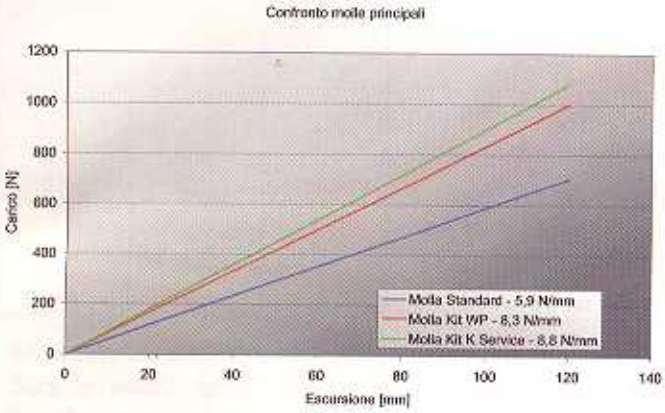
In realtà la configurazione è tale per cui le molle sono sot-



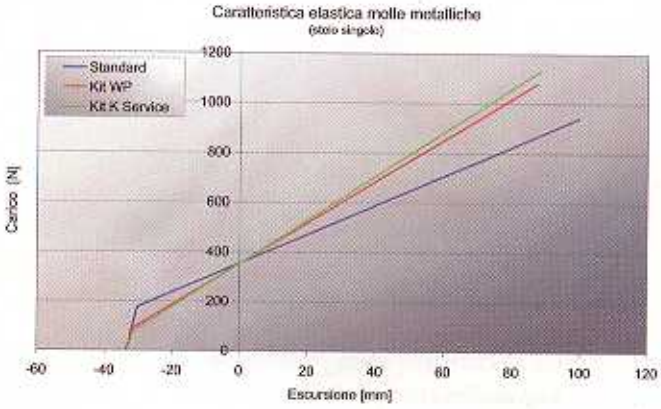
Schema del comportamento delle molle metalliche e della componente pneumatica, complessivamente, nell'installazione standard. Il tratto di negativo a pilota in sella della sospensione (qui rappresentato con x negative) è quello coinvolto negli alleggerimenti della ruota (esempio uscita di curva o da una buca); come ci si poteva aspettare, in una forcella a steli tradizionali l'effetto aggiunto della componente pneumatica di compressione dell'aria interna allo stelo è modesto.



Confronto tra le caratteristiche elastiche delle molle di contrasto a fine corsa estensione: notiamo come K Service proponga una molla di finecorsa molto tenera, anche più di quella standard. Questo ha lo scopo di rendere progressivo l'accostarsi ai punti con minor carico a terra del pneumatico.



Confronto tra le caratteristiche elastiche delle molle principali: la differenza tra quelle K Service, nonché WP rispetto a quella standard può sembrare elevata, ma è, a nostro parere, dello stesso ordine di grandezza della differenza tra il nostro peso e quello dello smilzo pilota che sembrerebbe essere stato preso a modello da Suzuki.



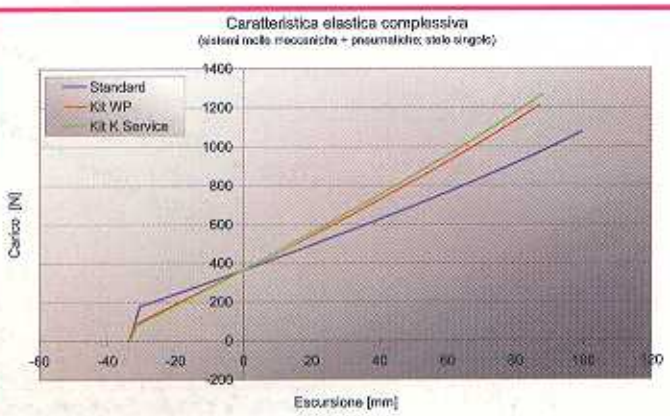
Confronto tra le caratteristiche elastiche delle sole molle metalliche. Abbiamo riportato i grafici in maniera tale da evidenziare la stessa distribuzione tra corsa positiva e corsa negativa a pilota in sella (SAG rider); nel nostro caso non è stato possibile regolare realmente la sospensione originale in questo modo, a causa della corsa limitata del registro del precarico molla.

toposte allo stesso spostamento (cioè in parallelo), almeno fino a quando non c'è disimpegno della molla di finecorsa: la costante elastica equivalente del sistema di molle sarà semplicemente la somma delle due costanti elastiche, (e molto maggiore del valore precedente). Si noti, in particolare, però che il punto attorno a cui la molla di contrasto lavora insieme alla principale è quello caratterizzato da condizioni di basso carico a terra del pneumatico: si osserva come sia utile, ai fini del feeling con l'avantreno nelle condizioni limite, avere una molla di contrasto quanto più possibile cedevole. Riportiamo, nella tabella riassuntiva, i rapporti tra la rigidezza della molla di finecorsa e la molla principale scelti dalle tre soluzioni esaminate (Standard Suzuki, Kit WP Standard, taratura personalizzata K Service), evidenziando anche il valore degli errori.

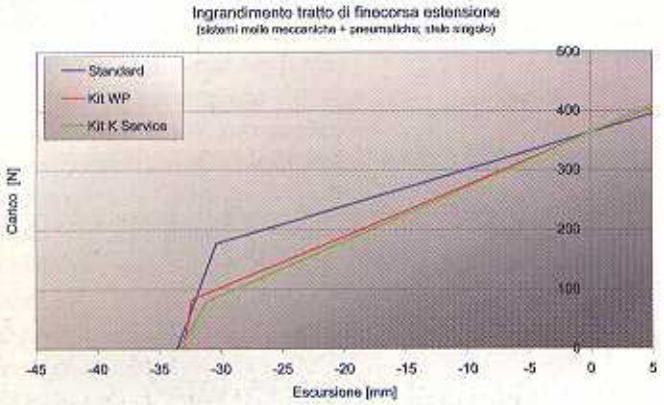
Equazione 1:

$$k_{eq} = \frac{1}{\left(\frac{1}{k_{principale}} + \frac{1}{k_{finecorsa}}\right)}$$

Altri fattori da considerare riguardano lo sfruttamento del materiale delle molle e la reattività, grandezza definita come il rapporto tra la costante elastica (convertita da N/mm in N/m) e la massa della molla (convertita da g in kg). Questo aspetto su moto stradali dotate di masse non sospese non trascurabili è di secondaria importanza: risulta interessante, invece, nelle applicazioni racing. Il suo valore, comunque, ci può dare, se confrontato con il valore relativo alla molla di



Confronto tra le risposte complessive dei diversi sistemi di molle: si noti la leggera concavità delle curve, caratteristica dell'effetto della componente pneumatica.



Confronto tra le risposte complessive dei diversi sistemi di molle con ingrandimento del comportamento a finecorsa di estensione. La regolazione con molto precarico di una molla eccessivamente tenera (caso molla originale) in generale è da ritenere non molto efficiente. Notevole, quindi, il miglioramento di questo tratto con il kit WP e forse ancora di più con la soluzione K Service.

	Standard Suzuki	Kit WP Standard	Taratura K Service
Molla principale			
Lunghezza libera [mm]	320	370	305
Diametro esterno [mm]	35	35	35
Diametro filo [mm]	4,6	5	5
N° di spire attive	27,5	27,8	25,5
Peso [g]	361	414	382
Costante elastica [N/mm]	5,9	8,3	8,8
"Reattività" molla [N/m su kg]	16305	20141	23113
Carico elastico per spira [(N/mm)/ spira]	0,214	0,300	0,346
Massa per spira [g/spira]	13,1	14,9	15,0
Molla di contrasto finecorsa			
Lunghezza libera [mm]	25	25	28
Diametro esterno [mm]	35,3	19,4	15,5
Diametro filo [mm]	3,8	3,5	2
Costante elastica [N/mm]	49,1	105,5	25,5
Peso [g]	30	18	7
Costante elastica molla di finecorsa costante elastica molla principale	8,3	12,6	2,9
Rigidezza equivalente molle a funzionamento "in parallelo" [N/mm]	54,9	113,8	34,3
Rigidezza equivalente molle a funzionamento "in serie" [N/mm] - Valore errato	5,3	7,7	6,6

Riassunto delle caratteristiche geometriche ed elastiche delle molle anteriori da noi verificate. Come si può vedere, per le molle principali tutti e due i kit (WP e K Service) propongono soluzioni più sostenute rispetto alle molle originali, tanto per rigidezza quanto per "reattività"; si nota un peso un po' superiore delle proposte di WP. La molla di finecorsa K Service è più lunga di quella del kit WP ma i mm eccedenti sono stati impiegati per ancorarla saldamente al nuovo dado di ritegno, evitando che potesse muoversi libera nella cartuccia.

serie, un indice della maggiore o minore propensione alla velocità di reazione della molla. In genere, quindi, se si desidera una sospensione più reattiva non andrà solo scelta una molla più rigida ma anche, se possibile, posta l'attenzione alla massa complessiva della molla, in maniera da ridurre l'inerzia allo schiacciamento dell'elemento elastico. La caratteristica elastica assiale di una molla ad elica (il k in N/mm di schiacciamento di nostro interesse), per pari materiale di costruzione, è rappresentata dalla relazione espressa nell'equazione (2).

Equazione 2

$$k \propto \frac{d^4_{filo}}{i_{spire\ utili} \cdot D^3_{molla}}$$

In altre parole, una volta determinate le caratteristiche elastiche necessarie per il nostro scopo, possiamo ottenere il risultato secondo una combinazione infinita di diametro del filo, diametro di avvolgimento, numero delle spire utili. Ad esempio, fissati numero di spire utili e diametro esterno della molla, variando il diametro del filo possiamo avere una molla più o meno rigida e, parallelamente, meno o più pesante. Per valutare quanto è sfruttato il materiale costituente la molla, possiamo valutare tanto il peso per spira attiva (più una spira singola è pesante, meno sarà sfruttato il materiale) quanto (in special modo) la "quota di costante elastica" per spira (più è alta, più sarà sfruttato il materiale e, quindi, più sarà leggera la molla a pari costante elastica complessiva). Per il riassunto dei risultati ed il commento, caso per caso, rimandiamo alle tabelle ed ai grafici relativi.