



PRECARGA - LA PREGUNTA DEL MILLÓN

Veamos si podemos aclarar de una vez por todas, una cuestión que parece muy sencilla pero que a la par genera muchísima confusión y controversia entre la inmensa mayoría de moteros.

Y esa pregunta es:

¿La precarga cambia la dureza de las suspensiones?

Ya os anticipo que la respuesta no es ni muchísimo menos tan sencilla como muchos de vosotros podáis pensar de antemano. Seguidamente vamos a ver si somos capaces de explicaros esta cuestión desde **Novatech Suspensiones:**

Si de entrada estáis pensando que meter o quitar *precarga* a un muelle lineal no modifica su dureza o constante elástica es decir, no lo hace ni más duro ni más blando, estáis en lo cierto.

La precarga no modifica la dureza de un muelle lineal.

Lo que hace la *precarga* es cambiar la altura de trabajo de las suspensiones, elevando o bajando la masa suspendida es decir, modificando la altura de la moto y entre otras cosas, no se os olvide, **transfiriendo pesos** del eje delantero al trasero o del trasero al delantero como veremos más adelante.

Pero la precarga si que incrementa la fuerza necesaria para empezar a comprimir la suspensión.

Pero aquí no acaba la cosa... La **clave** entre estas dos afirmaciones es que, una vez el peso de la moto ha **empezado** a comprimir las suspensiones, horquillas y amortiguador, asentándolas en su sitio, más precarga no significa más fuerza para iniciar el movimiento. Así pues:

Una cosa es la fuerza que tenemos que vencer antes de que los muelles empiecen a moverse y otra muy distinta la dureza de los propios muelles.

Dos muelles, uno mucho más blando que el otro, pueden ejercer la misma fuerza inicial cuando se montan en cualquier amortiguador, todo dependerá de la precarga que les hayamos metido a cada uno de ellos. Sin embargo, a partir de ahí y una vez el peso de la moto haya empezado a comprimir la suspensión, el amortiguador, sea el delantero o el trasero se comportará de una manera totalmente diferente en cada caso. Cuando la moto empiece a rodar, el muelle demasiado blando, hará que la suspensión delantera o trasera parezca *blandiblub*, haciendo que la moto se mueva demasiado y que las suspensiones se hundan muchísimo más que con el muelle más consistente, con el consiguiente peligro de hacer topes. De aquí que:

Otra de las claves estriba en comparar la moto parada (en estático) y en marcha (dinámicamente hablando).

Lo más importante es que no confundamos la dureza de los muelles con la dureza de las suspensiones.

La dureza de los muelles determina el recorrido efectivo de las suspensiones arriba y abajo dinámicamente hablando (extensión y compresión)... y se mide en Kilos por milímetro o Newton por milímetro (De aquí el Sag Dinámico).

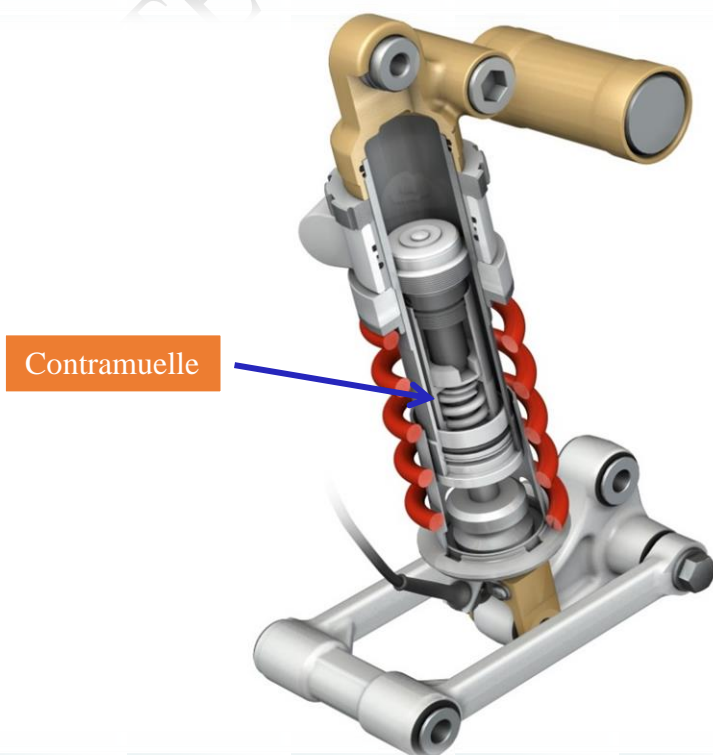
La dureza de las suspensiones viene determinada por la tensión o precarga de los muelles (a muelles iguales claro)... y se mide en Newton o Kilos (Kgf) a secas. (De aquí el Sag Estático).

A igualdad relativa de los hidráulicos (capacidad de amortiguación), si la moto lleva montados muelles más duros es decir, con mayor constante elástica, por supuesto que las suspensiones se notan más duras... pero no al revés, si las suspensiones se notan más duras ello no implica que los muelles sean o tengan que ser más duros, ya que con mayor precarga se obtiene un efecto similar...aunque no siempre deseable.

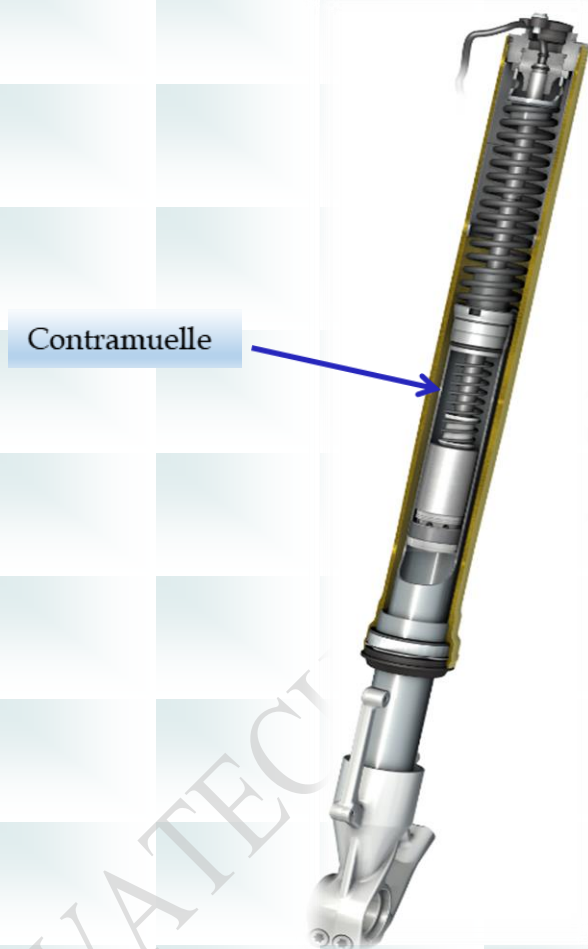
Entre otras cosas, meter precarga:

- 1) “No comprime” más los muelles de la suspensión una vez el peso de la moto está sobre el suelo (a no ser que hubiésemos metido tanta precarga que la suspensión estuviese completamente estirada).
- 2) Hace que la moto suba o baje asentándose a mayor o menor altura pero a nivel práctico, “no cambia” el recorrido efectivo de la suspensión.
- 3) Hace que el Sag Estático y Dinámico disminuyan (la moto se hunde menos).
- 4) Disminuirá el recorrido negativo disponible y aumentará el recorrido positivo a nuestra disposición (la suma de recorrido negativo + recorrido positivo = el recorrido total de la suspensión en cada eje).
- 5) En general, “aumenta” la probabilidad de hacer topes en extensión y disminuye la posibilidad de hacer topes en compresión.
- 6) Transfiere mas peso de un eje a otro de la moto es decir, quita peso en un eje y lo mete en el otro (a no ser que actuemos en ambos ejes al unísono).
- 7) Hace que la fuerza requerida para empezar a comprimir las suspensiones o “fuerza de rotura” sea mayor.
- 8) Cambia las cotas geométricas (geometrías) de la moto cambiando su comportamiento dinámico.

Si además la moto lleva los amortiguadores montados mediante bieletas o con un cierto ángulo con respecto a la vertical, cuando metemos precarga y por lo tanto, cambiamos la **longitud y la posición en la que opera el propio amortiguador, modificaremos también la sensación de “dureza” de la suspensión** que percibe el piloto pero, no porque el muelle en si se endurezca, sino debido al cambio en el “**efecto palanca**” entre la tasa de movimiento que el muelle permite al amortiguador y el juego de vaivén vertical producido en el eje de rueda (velocidad de subida y bajada de la rueda trasera) es decir, cambia el punto de apoyo vertical de la palanca que ejerce el basculante sobre la rueda trasera, variando la sensación de dureza en la suspensión.



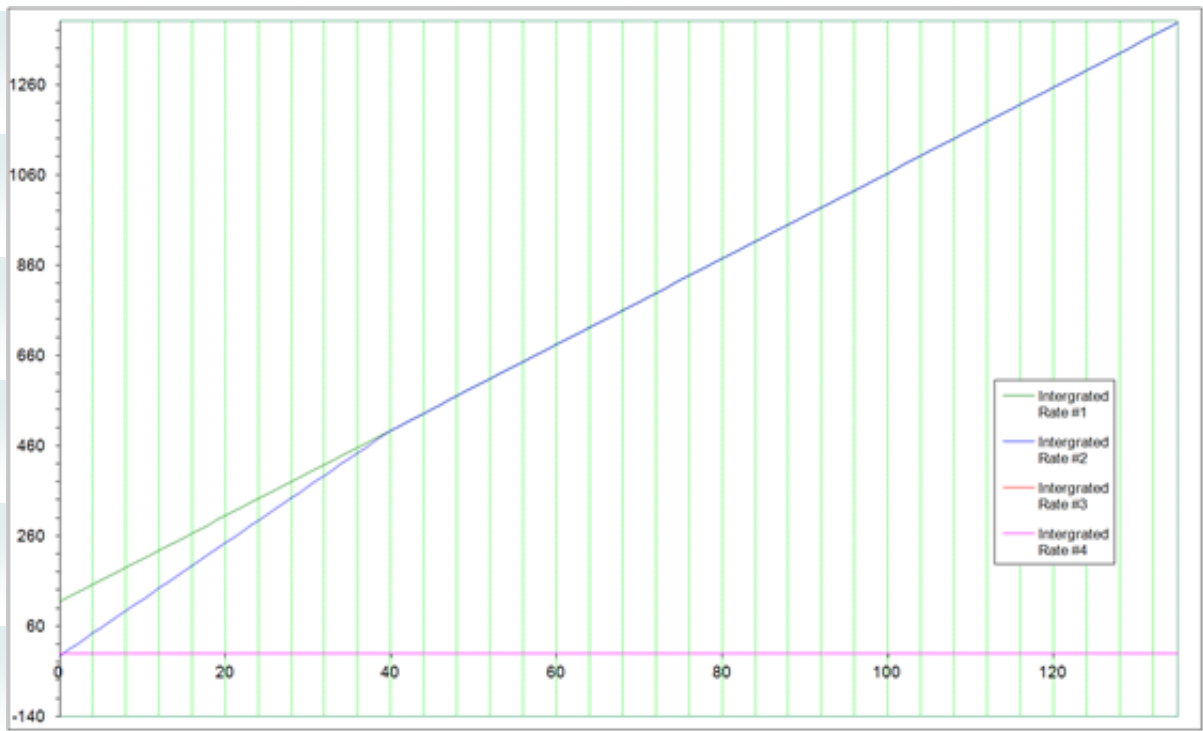
Otra de las razones por la que los fabricantes utilizan mucho hoy día los **contramuelles internos** o muelles negativos sobre todo en las horquillas de la moto, es precisamente para **evitar** lo que comentamos en el punto 7) anterior, por ejemplo, cuando la rueda y el neumático delantero despega y apenas roza el asfalto en fuertes aceleraciones a la salida de curva o en recta... y las horquillas están trabajando en la parte superior de su recorrido o incluso se encuentran haciendo topes en extensión (totalmente estiradas), los dos pequeños contramuelles interiores ayudarán mucho a reducir la fuerza para empezar a comprimir las horquillas y permitirán aterrizar al neumático de nuevo sobre el asfalto haciendo que este siga la superficie con mayor capacidad de absorción, aplomo y estabilidad... sin tantos movimientos de vaivén de la dirección de la moto (shimmies).



Muchas veces parece que las horquillas no tengan precarga vistas desde afuera cuando la tuerca de precarga está al mínimo sin embargo, aunque no podáis verlo, ambos pares de muelles internos (muelles principales y contramuelles) se encuentran precargados el uno contra el otro. La cuestión es que en estas circunstancias puede ocurrir que si intentáis reducir el Sag metiendo precarga, la suspensión delantera se endurezca sensiblemente ya que en este caso si que varía la constante elástica combinada de ambos muelles.

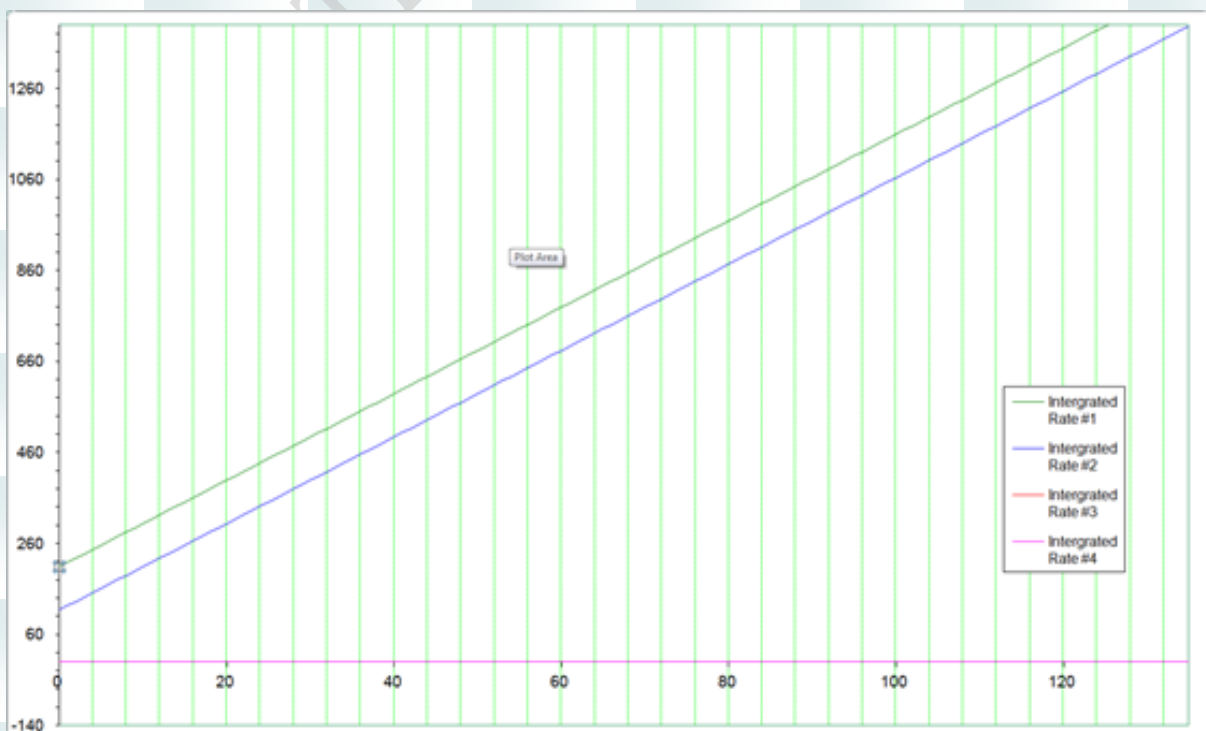
Si observáis el gráfico que os ponemos a continuación, veréis dos muelles... ambos son de 9,5 N/mm y están instalados en las horquillas con una precarga inicial de 12 mm. El muelle que representa la línea azul muestra el efecto de utilizar un contramuelle de 3 N/mm con 40 mm de recorrido total frente a la línea verde que muestra un muelle de horquilla sin contramuelle. Como podéis ver en el eje vertical de la gráfica (eje de ordenadas), la fuerza que se necesita para **empezar** a comprimir la suspensión es menor que la del muelle sin contramuelle ¿Lo veis? Sin embargo, el muelle combinado con el contramuelle (línea azul) es algo más duro que el verde en los primeros 40 mm de recorrido de las

horquillas (de la suspensión) donde ambos muelles, principal y contramuelle, trabajan juntos.



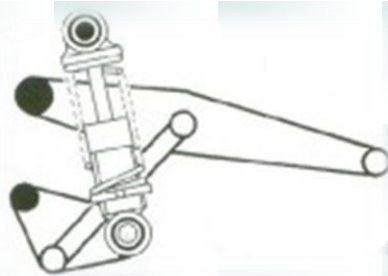
En el gráfico que sigue a continuación, hay dos muelles, ambos de una dureza de 9,5 N/mm sin contramuelle ninguno de los dos. El muelle azul tiene 10 mm de precarga inicial frente al muelle verde que le hemos metido 20 mm de precarga inicial. De nuevo, como podéis observar, la fuerza inicial o de rotura requerida para empezar a comprimir el muelle (los amortiguadores) aumenta cuanto más precarga añadamos sin embargo, la dureza o constante elástica de ambos muelles (representada por las pendientes de ambas rectas) es exactamente la misma.

En ambos casos, una vez vencida la fuerza de rotura por el propio peso de la moto, la suspensión trabajará prácticamente la misma distancia en un caso que en el otro con el piloto a bordo pero, la moto con el muelle verde más precargado instalado en la suspensión se asentaría más arriba... la moto estará más alta.



Como vimos anteriormente, si le metemos precarga al muelle estamos imprimiendo una fuerza fija de “X” N/mm a lo largo de todo el recorrido de la suspensión que no tiene nada que ver con la propia dureza o constante elástica de los muelles en si... Una vez vencida dicha fuerza inicial “X” por el propio peso de la moto + piloto, si no cambiamos nada mas, las suspensiones trabajaran dentro del mismo rango efectivo debido a las fuerzas que entran a las ruedas (irregularidades del asfalto) sin embargo, cuando la moto en movimiento haga que las suspensiones se extiendan por completo - y eso ocurre con más asiduidad de la que creemos – a estas les volverá a costar más empezar a comprimirse a mayor precarga de los muelles, lo cual transferirá al motorista una sensación de mayor dureza por parte de las suspensiones.

En el caso de los *telelever - paralever* de BMW por ejemplo, el cambio en la dureza de la suspensión debido al efecto de la precarga es mucho más sutil que en otro tipo de motocicletas que por ejemplo monten horquillas convencionales delante y bieletas en el amortiguador trasero.



¿Que ocurre pues si solo precargamos el muelle del amortiguador trasero de la moto?

Aparte de todo lo que hemos dicho ya más arriba, al subir la moto de atrás solamente, también hay una transferencia de peso del piloto y de la masa suspendida de la moto hacia el eje delantero de la misma y esta situación también cambia la fuerza (el peso) que actúa sobre los muelles de las horquillas aumentándola y sobre el muelle del amortiguador trasero, disminuyéndola.

Siempre que haya un cambio de pesos por una rotación longitudinal alrededor del centro de gravedad de la moto, los muelles se comprimirán de manera distinta en ambos ejes, lo cual también afectará a la dureza que percibe el piloto por parte de las suspensiones.

Un Refrán Motero:

“Cuando veas que tienes necesidad de meterle precarga y precarga al muelle, ve pensando en cambiarlo”.

Muchas veces meter precarga en los muelles originales sobre todo, en vez de mejorar, lo que hace indirectamente es empeorar las cosas... El mejor muelle -o muelles- es aquel que con la menor precarga posible, permite a cada eje de la moto asentarse en el ***Punto de Equilibrio*** ideal entre recorrido negativo y recorrido positivo de las suspensiones, delantera y trasera equilibrando ambos ejes de la moto por igual... Luego, una vez en marcha, ya se harán los ajustes finos y sutiles necesarios en cuanto a precarga en función de lo que nos indique el testigo de recorrido montado en la horquilla delantera y mediante la relación de medidas entre Sag Estático y Sag Dinámico atrás.

Saludos cordiales desde ***Novatech Suspensiones***.