



## L'evoluzione della tecnica procede incessante con miglioramenti e innovazioni che interessano tutti gli aspetti della moto.

Per avere un'idea dei risultati basta constatare **come nel corso degli anni si abbassino i tempi sul giro** nei vari circuiti. Di particolare interesse sono le superbike, perché molto vicine alle sportive stradali sia a livello motoristico che a livello di parte ciclistica. In quest'ultima **spiccano i freni, arrivati a uno stadio di evoluzione**

**straordinario**, e oggi in grado di fornire prestazioni impensabili fino a non molti anni fa.

È quindi interessante osservare quali cambiamenti hanno interessato di recente gli organi che costituiscono gli impianti frenanti delle superbike e delle sportive di serie e come hanno consentito di ottenere gli attuali risultati.

Le **MotoGP** impiegano dischi e pastiglie in carbonio e pinze particolari e quindi, pur costituendo un formidabile pinnacolo tecnologico, sono legate meno direttamente con i modelli stradali.

Questo è il primo articolo di una serie di tre, che si susseguiranno con cadenza settimanale. Il prossimo riguarderà la **parte pratica**, ovvero i criteri per la scelta dei componenti e l'importanza di un perfetto "accordo" tra la pompa e le pinze.



*Questo disco di una superbike è caratterizzato da una fascia frenante di altezza inferiore (30 mm) rispetto a quella delle sportive stradali (34 mm). Lo spessore però è nettamente maggiore, e sui circuiti più gravosi per i freni (come Imola e Donington) può arrivare fino a 7,1 mm.*

Per ottenere una superiore potenza frenante la strada più logica è quella di adottare **dischi di maggior diametro**.

Questa soluzione comporta però anche degli svantaggi. Aumentano infatti le masse non sospese e cresce il momento di inerzia dei dischi. Per limitare l'incremento di peso si può **ridurre l'altezza radiale** della fascia

frenante, ma si tratta comunque di una strada percorribile solo fino a un certo punto (anche perché in questo modo si riduce la capacità termica della fascia stessa). Nei freni delle superbike tale altezza è minore, rispetto a quella adottata nei modelli di serie.

È importante evitare che il disco possa raggiungere una **temperatura troppo elevata**, che potrebbe avere conseguenze deleterie per quanto riguarda il grip delle pastiglie e soprattutto determinare un notevole rischio di distorsioni. Questo problema può essere allontanato aumentando la capacità termica della fascia, cosa che si ottiene incrementandone lo spessore.

Per avere un'idea di quanto ciò sia importante, si pensi che se in identiche condizioni di impiego un disco spesso **4 mm** raggiunge **550 °C**, uno da 6 mm arriva invece a 320 °C.

Un maggiore spessore causa però un aumento del peso e quindi anche del **momento di inerzia**; a pari velocità di rotazione, il momento angolare risulta pertanto maggiore e questo ha conseguenze negative sulla guida (minore maneggevolezza, peggiore reattività). Gli effetti sono notevolmente inferiori a quelli derivanti da un aumento di peso delle ruote o degli pneumatici, ma comunque possono essere non del tutto trascurabili.



*Questa è la più recente pinza monoblocco Brembo per superbike. Realizzata all'insegna della massima rigidità abbinata a un peso contenuto, è ad attacco radiale e ha pistoni da 30/34 mm e un offset di 21 mm.*

Dunque occorre adottare la soluzione complessivamente più vantaggiosa ai fini delle prestazioni, evitando però che ciò possa peggiorare la guidabilità in misura degna di nota.

Per illustrare bene la situazione è interessante osservare come si sono orientati nelle loro scelte i piloti delle superbike, partendo dalle misure impiegate ieri e oggi e confrontandole con quelle adottate per le sportive di serie più performanti.

Negli anni recenti **il diametro dei dischi è passato da 320 a 328 mm**; nelle ultime stagioni diversi protagonisti del mondiale superbike hanno optato per dischi da **336 mm**, oggi utilizzati dalla totalità dei partecipanti.

Nelle ultime due annate sportive **Brembo ha lavorato sullo spessore** della fascia, la cui **altezza radiale è di 30 mm**, per ottenere il miglior compromesso possibile.

Nelle moto di **serie** si adottano **diametri di 320 e di 330 mm** e l'altezza della fascia è di **34 mm**.

Dove le superbike si differenziano in misura ancora maggiore è a livello di **spessore** della fascia frenante, arrivato a **ben 7,1 mm** (dopo essere stato per diverso tempo di 6 e quindi di 6,5 mm), **contro i 5 mm** generalmente adottati dalle sportive stradali.

Per quanto riguarda i diametri dei pistoni delle pinze delle superbike, nel corso degli anni si è passati **da 32/36 a 34/38 mm** per arrivare infine a **30/34 mm**.

Sui modelli di serie, dopo che a lungo è stata preferita la soluzione che prevedeva un diametro massimo di 34 mm, negli ultimi tempi si è optato per pinze monoblocco Brembo **M50** oppure **Stylema** con quattro pistoni da 30 mm, oppure pinze 27/30 mm o 32/32 mm.

Nelle **pompe** delle **superbike** il pistoncino era da 19 mm ma in seguito si è passati agli attuali **18 mm** (e non mancano i piloti che preferiscono scendere a 17 mm). In quelle delle sportive **stradali** generalmente il pistoncino è da 15 - 17 mm.

Dopo aver parlato del rapporto fra corse e produzione di serie, affrontiamo il secondo argomento di questa serie dedicata agli impianti frenanti di ultima generazione.

Se è vero che con l'avanzamento della tecnica gli spazi di arresto oggi sono straordinariamente ridotti, è anche vero che la potenza frenante non è tutto!

Occorre poter utilizzare nella maniera più conveniente le straordinarie prestazioni fornite dai moderni impianti frenanti, in modo da poter gestire al meglio la frenata in qualunque situazione. Entrano cioè in gioco, in aggiunta alla massima forza frenante che le ruote sono in grado di trasmettere al suolo, altri fattori di importanza fondamentale.

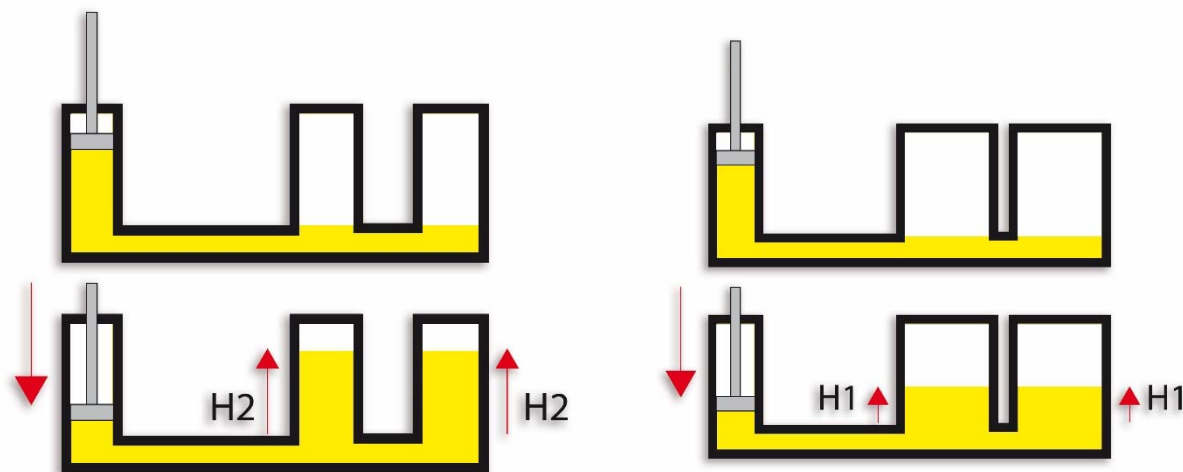
Si tratta della **prontezza** della risposta all'azionamento della leva, della **modulabilità**, del **feeling** trasmesso

al pilota, dell'**uniformità** della azione frenante e del **bite iniziale**, senza dimenticare la **resistenza** al fading e lo **sforzo** richiesto alla mano.

Oltre a quanto viene fatto dal costruttore dell'impianto, ci sono alcuni interventi che possono essere effettuati dagli utenti per ottimizzare la situazione. Alcuni sono migliorativi in assoluto e riguardano l'acquisto e il montaggio delle pinze e delle pompe più performanti reperibili in commercio. Quelle adottate di serie infatti sono decisamente valide, ma **per un impiego molto sportivo** o addirittura pistaiolo ce ne possono essere altre che consentono di ottenere prestazioni superiori.

Per quanto possano essere eccellenti individualmente, a livello di dimensionamento le **pompe e le pinze devono essere correttamente accordate tra loro** e quindi vanno considerate le une in funzione delle altre. In altre parole, la pompa non deve essere né troppo grande né troppo piccola in relazione alle pinze montate sulla moto, e viceversa. Il rapporto tra le dimensioni di questi due componenti influenza infatti tanto l'incremento della forza che, partendo dalla leva, viene trasmessa ai pistoni della pinza quanto la corsa della leva stessa.

Una pompa di diametro troppo grande rispetto a quello dei pistoni della pinza determina una **eccessiva aggressività**. La leva compie una corsa ridotta e può tendere addirittura a "fare muro"; inoltre aumenta la forza che si deve esercitare su di essa.



Al contrario, una pompa di diametro troppo piccolo rispetto a quello dei pistoni della pinza causa una corsa della leva molto lunga, con una **eccessiva modulabilità**, fino a diventare "spugnosa".

Ipotizziamo di mantenere invariato il diametro della pompa e di montare pinze con pistoni di diametro maggiore. Poiché una stessa corsa determina lo spostamento di un eguale volume di liquido, a un identico movimento della leva corrisponde adesso un minore movimento dei pistoni. Perché lo spostamento di questi ultimi sia eguale a quello che avevano con le pinze originali, la **corsa della leva deve essere maggiore**. La pompa cioè risulta ora piccola rispetto alla pinza; per rimettere le cose a posto occorre sostituirla con un'altra più grande.

In linea orientativa, se la moto è dotata di un **doppio disco**, con pistoni delle **pinze** del diametro di **32 mm** o maggiore, è indicata una **pompa da 19 mm**. Con pinze invece da 30 mm (o meno), è OK una pompa da 17 mm.

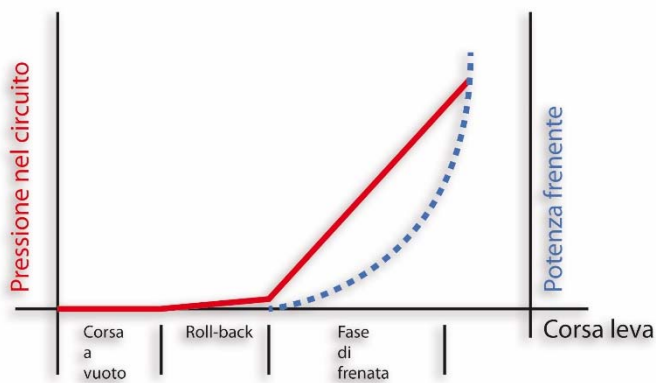
Se si impiega un solo disco, con una pinza di dimensioni analoghe è indicata una pompa da 15 mm. In caso di **pinze flottanti** (con due pistoni collocati dallo stesso lato) vanno bene pompe con diametro di 15 o 17 mm se si montano due dischi; se invece ce ne è uno solo, è in genere adatta una pinza da 14 mm.

Altri interventi, mediante i quali si può migliorare ulteriormente la situazione, sono oggi possibili grazie alla disponibilità di **nuove pompe Brembo**, che permettono una regolazione fine delle modalità di risposta e di intervento dei freni.



*La pompa Brembo RCS Corsa Corta, presentata di recente, consente al pilota di regolare sia il rapporto di leva che la corsa a vuoto, in modo da adattarle*

Quando si aziona la leva, la prima fase del movimento è costituita dalla **corsa a vuoto**, che di norma varia da qualche decimo di millimetro a circa due millimetri. Il pistoncino della pompa si sposta fino a chiudere il foro di alimentazione; il liquido non viene messo in pressione e quindi non viene esercitata alcuna azione frenante.

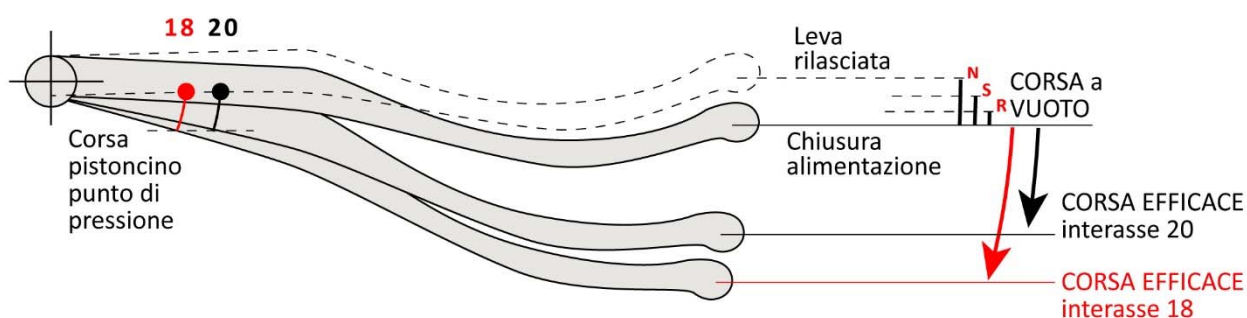


La seconda fase del movimento consente la “ripresa” dello spostamento dei pistoni della pinza dovuti al **roll-back** (con questo termine si indica lo spostamento dei pistoni, dell’ordine di qualche decimo di millimetro, dovuto alla elasticità degli elementi di tenuta che, dopo la frenata, li riportano leggermente indietro rispetto al disco). Durante questa fase le pastiglie vengono riportate a contatto col disco; non viene ancora esercitata alcuna azione frenante.

La **terza fase** è quella utile, durante la quale ha luogo la frenata. Al crescere della forza con la quale si tira la leva aumenta la potenza frenante.

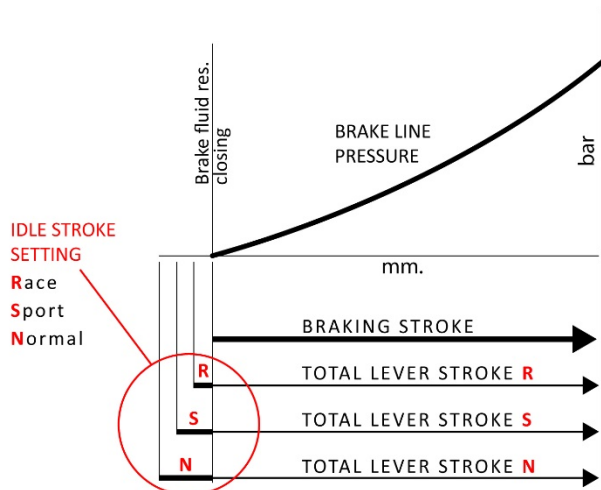
Alle ben note pompe Brembo **RCS** a interasse variabile si è di recente aggiunta la 19 RCS Corsa Corta, che consente ancora maggiori possibilità di regolazione, grazie alle quali il pilota può ottimizzare i più importanti parametri di intervento del sistema frenante in modo da adeguarli alle sue esigenze (e ai suoi gusti). La **prima regolazione** è quella della distanza tra la leva e la manopola; è opportuno che essa venga effettuata con i guanti che si indossano durante la guida e non a mani nude.

La **seconda regolazione riguarda l'interasse**, ovvero la distanza tra il fulcro della leva e il punto di applicazione della forza al pistoncino della pompa. Modificandola cambia il movimento della leva necessario per ottenere uno stesso spostamento del pistoncino (e quindi per muovere un eguale volume di liquido). Aumentando l'interasse si ha un maggiore movimento del pistone e quindi migliorano la reattività e la prontezza. Al contrario, un minor interasse corrispondono una minore aggressività e una migliore modulabilità della frenata.



La terza **regolazione**, e si tratta di una innovazione di notevole portata, riguarda la **corsa a vuoto**. È possibile variare la distanza tra l'elemento di tenuta primario del pistoncino della pompa e il foro di alimentazione. In tal modo cambia lo spostamento che il pistoncino deve compiere per passare dalla posizione di riposo al punto nel quale inizia l'azione frenante.

Il registro può essere collocato in tre posizioni. A quella indicata con la lettera R (race) corrisponde la corsa a vuoto minima; si ha cioè la **massima prontezza** di risposta all'azionamento della leva. Con la lettera N (normal) viene indicata la posizione in corrispondenza della quale si ha la corsa a vuoto maggiore; ciò determina una **migliore modulabilità** ovvero un "attacco" della frenata più dolce. La terza posizione è la S (sport), che fornisce una prontezza intermedia tra le altre due.



L'importanza di questa regolazione non deve essere sottovalutata. Lo dimostra anche il fatto che i piloti delle **MotoGP** impiegano pompe con corse a vuoto personalizzate e accuratamente calibrate, con variazioni dell'ordine del centesimo di millimetro!

*Schema delle tre diverse corse a vuoto ottenibili con la pompa RCS Corsa Corta. Il grafico mostra come aumenta la pressione nel circuito idraulico durante la corsa efficace della leva.*

Tutti sanno che durante l'uso i freni si scaldano, dato che convertono l'energia di movimento in calore. Forse però non a tutti è chiaro quanto siano grandi le potenze in gioco, a quali temperature arrivino i dischi e che decelerazioni vengano raggiunte.

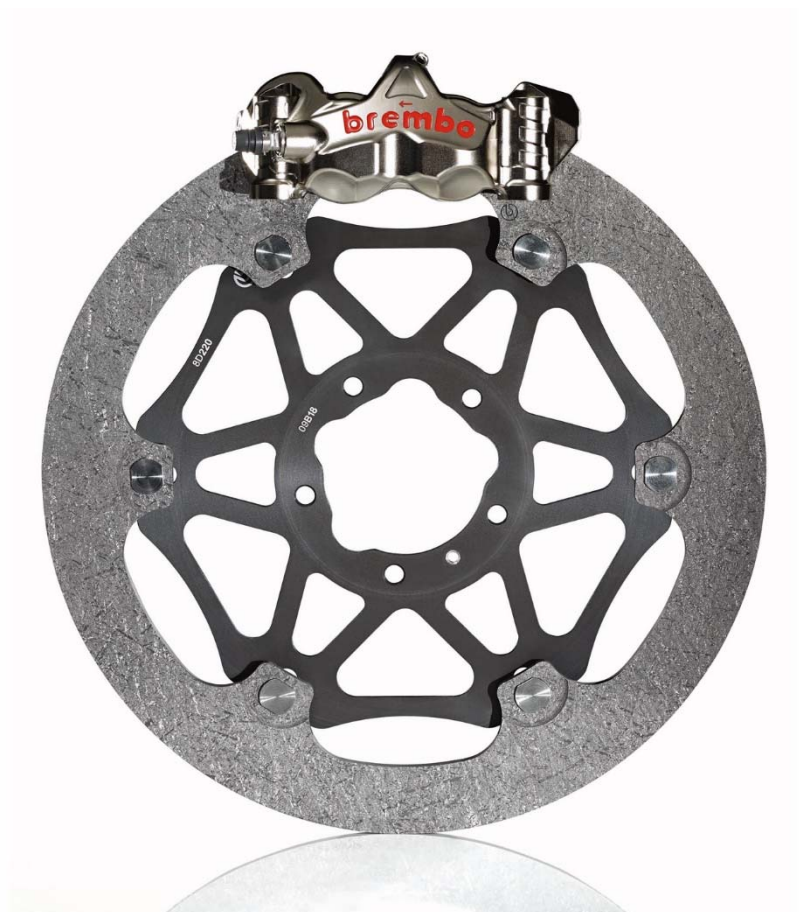
Per dare un'idea della situazione, niente di meglio che riportare una serie di parametri significativi e confrontare mediante alcuni **valori numerici** ciò che accade nelle **Superbike**, nelle **MotoGP** e, a titolo indicativo, nelle vetture di **Formula Uno**.

Occorre ricordare che le superbike sono molto vicine alle moto di serie di prestazioni più elevate, ovvero alle 1000 supersportive a quattro cilindri, mentre le MotoGP se ne distaccano per l'impiego di dischi e pastiglie in carbonio e di pinze monoblocco.

In quanto alle monoposto di Formula Uno, nel considerare i valori qui riportati occorre tenere presente che i dischi (in carbonio) hanno dimensionamenti molto diversi da quelli adottati in campo moto (basta pensare allo spessore: ben 32 mm contro 8 mm) e sono autoventilanti.

Inoltre, ci sono quattro punti di appoggio al suolo, con impronte a terra di considerevoli dimensioni (le moto ne hanno due soltanto con impronte di estensione molto ridotta). Il carico statico gravante su ogni ruota è maggiore e poi c'è l'apporto dell'aerodinamica.

E il trasferimento di carico in frenata è limitato dati il notevole interasse e la ridotta distanza dal suolo del baricentro. Infine è anche interessante osservare che non c'è un servofreno (a differenza di quanto accade nelle auto di serie) e che il comando è a pedale e non a leva piazzata sul manubrio, cosa che consente al pilota di esercitare uno sforzo molto elevato.



Per le MotoGP la Brembo produce dischi in carbonio del diametro di 340 mm e dello spessore di 8 mm, che vengono abbinati a pinze monoblocco ricavate dal pieno.

Nulla meglio dei numeri mostra come stanno le cose, ed ecco pertanto quelli più significativi.

Date le straordinarie sollecitazioni termiche che i freni devono sopportare, cominciamo con le temperature. Nelle moto del mondiale **superbike** i valori più elevati che i dischi possono raggiungere sono all'incirca di **600 – 610 °C**; qualche anno fa si arrivava attorno a 560 °C.

Per i dischi in **carbonio** delle MotoGP le cose stanno diversamente: il range di funzionamento infatti va **da 200 °C a ben 800 °C**. Per le **pastiglie** i valori massimi sono dell'ordine di **400 °C** nelle superbike e di **800 °C** nelle MotoGP.

In quanto alle **pinze**, le massime temperature possono raggiungere all'incirca i 180 °C, con picchi addirittura prossimi a **200 °C**, nelle superbike, mentre nelle sportive stradali in genere si può arrivare dalle parti di 120 °C e solo in casi eccezionali, ovvero nell'impiego più esasperato, ci si può avvicinare a 150 °C.

Tra lo sforzo alla **leva** e la pressione nel circuito idraulico, e quindi la forza con la quale le pastiglie serrano il disco, c'è un rapporto diretto.

Nelle **MotoGP** lo sforzo raggiunge valori massimi dell'ordine di soli **6-7 kg**, sufficienti ad assicurare **decelerazioni** che possono anche essere di circa **1,6 g**. (nei modelli di serie si arriva dalle parti di 1,2-1,3 g e nelle superbike a circa 1,5 g). A Portimao c'è una staccatona durante la quale la velocità passa **da 305 a 119 km/h in 3,9 secondi**, con una decelerazione che è appunto di 1,5 g.

Ben diversi sono i valori in gioco per le monoposto di **Formula Uno**. Nella frenata più impegnativa del circuito di Singapore sul pedale agisce una forza di **141 kg** e la decelerazione raggiunge i **4,8 g**. E' bene tener presente che alla forza esercitata dal pilota si somma, andando a scaricarsi sul pedale, il "peso" della gamba dovuto alla forte decelerazione. Ad Austin a un certo punto si passa **da 320 a 87 km/h in 2,99 secondi** con una decelerazione di 4,7 g.

In questa staccata la **potenza frenante** in gioco è di ben **2.600 cv**, un valore di oltre due volte e mezzo superiore alla cavalleria erogata dalla power-unit... Nelle moto da competizione il rapporto tra la potenza frenante e quella prodotta dal motore è più o meno analogo.

In quanto alla pressione **nel circuito idraulico** di comando dei freni, mentre nelle superbike oggi si raggiungono valori massimi di **12 – 15 bar** (alcuni anni fa si arrivava a 8-12), nelle F1 si va ben oltre. Con forze al pedale dell'ordine di 150 kg si va dalle parti di **75 bar** e non si tratta dei valori più alti che vengono raggiunti nel corso della stagione...