

**Recomendaciones y algunos datos adicionales respecto de los sistemas de freno más comunes empleados en bicicletas:**

La eficacia de un sistema de freno depende, entre otras variables, de:

- 1) La configuración geométrica del sistema de freno;
- 2) El tipo de material (acero o aluminio) y el estado superficial de las llantas;
- 3) La oscilación radial y lateral de las llantas;
- 4) El alargamiento, la longitud y la disposición de los cables de freno;
- 5) El rozamiento entre cables y fundas.

En relación a la geometría de los sistemas de freno existentes, los denominados frenos a **herradura** (Figura 1), constituyen el sistema más tradicional.



Figura 1: sistema de freno a herradura.

Los sistemas de freno llamados **Cantilever** (Figura 2) comenzaron a sustituir los frenos a herradura a partir del año 1980. Su empleo demandó la inclusión en las horquillas de un nuevo elemento: el pivote para cada balancín de freno.



Figura 2: sistema de freno Cantilever.

A partir del año 1996, comenzó a difundirse rápidamente un nuevo sistema de freno con muy buen rendimiento, denominado **V-Brake** (Figura 3), que también requiere de los pivotes antes mencionados.



Figura 3: sistema de freno V-Brake.

Nota: se entiende por rendimiento de un sistema de freno, a la capacidad que el mismo posee de cumplimentar los requisitos de las pruebas de frenado.

Otro sistema de freno muy empleado y tradicional, es el sistema denominado a **varilla** (Figura 4), utilizado habitualmente en las bicicletas llamadas inglesas.



Figura 4: sistema de freno a varilla.

Entre los sistemas de freno más comunes usados en bicicletas, el más conocido en la actualidad, corresponde al sistema de freno **contrapedal** (Figura 5), aplicado a las ruedas traseras de las bicicletas denominadas playeras.



Figura 5: sistema de freno contrapedal.

A los efectos de conocer como influye la geometría del sistema de freno, sobre la performance obtenida en pruebas de frenado, y dada la Norma IRAM 40020, que fija los requisitos de seguridad para bicicletas de uso público, y que, en el caso de los sistemas de freno establece que

- se deben realizar pruebas de frenado empleando sólo el sistema de freno trasero y en otro caso, ambos sistemas de freno (delantero y trasero).
- las pruebas deben efectuarse en condiciones de frenado en seco y en húmedo.
- en las pruebas de frenado en seco, la bicicleta debe alcanzar una velocidad de 25 km/h para poder aplicar los frenos y
- la distancia máxima de frenado para pruebas en seco, deberá ser 7m cuando se emplean los dos sistemas de freno y 15m cuando sólo se usa el freno trasero.

Se presentan, a modo de comparación, en la tabla siguiente, los valores experimentales de las distancias de frenado promedio y sus desvíos estándar  $\sigma(\%)$ , en pruebas de frenado en seco, para los diferentes sistemas de freno mencionados:

Tabla I: Distancias de frenado para los diferentes sistemas de freno  
(Fuente: INTI-MECANICA)

Sistemas de freno	Distancias límites (m)	Distancia (m) y desvío con Herradura	Distancia (m) y desvío con Cantilever	Distancia (m) y desvío con V-Brake	Distancia (m) y desvío con varilla	Distancia (m) y desvío con contrapedal
Delantero y trasero	7	10,9 ± 27%	9,4 ± 29%	4,7 ± 21%	6,5 ± 21%	5,5 ± 11%
Sólo trasero	15	25,6 ± 39%	26,5 ± 33%	10,4 ± 22%	14,0 ± 23%	8,2 ± 5%

Del análisis de estos resultados, se concluye que, sólo los sistemas de freno

- V-Brake,
- contrapedal combinado con un freno delantero a herradura o V-Brake y
- a varilla,

verifican las distancias máximas de frenado establecidas en la Norma de referencia.

Otro comentario interesante, surge al examinar, para cada clase de freno, el desvío estándar. De alguna manera, el desvío estándar se relaciona con la regulación de los sistemas de freno. Esto es, a mayor desvío estándar, el sistema presenta peor regulación. En este sentido, los sistemas de freno pueden ser clasificados según:

Mejor regulación: contrapedal.

Regulación media: V-Brake y varilla.

Peor regulación: herradura y Cantilever.

Otras recomendaciones y comentarios adicionales, son los siguientes:

Si bien la Norma IRAM 40020 establece, para los sistemas de freno cuyas zapatas (patines) se aplican a las paredes laterales de las llantas, una oscilación lateral máxima de 2mm, es evidente que, cuanto menor sea este valor, más próximas a las paredes de las llantas, pueden ubicarse las zapatas de freno, mejorando la eficiencia de frenado del sistema.

Inclusive, la utilización de llantas con superficies de contacto torneadas, mejora significativamente la capacidad de frenado de la bicicleta, aunque justo es decir, con una disminución de la vida útil de las zapatas.

En las bicicletas con cuadro dama, el cableado del sistema de freno trasero es más largo respecto del caso cuadro varón. Esta situación, hace que las bicicletas dama tengan baja performance, en términos relativos, en las pruebas de frenado, salvo aquellas que emplean sistemas de freno V-Brake.

Para aquellas bicicletas que emplean sistemas de freno a cable, con el objeto de minimizar el rozamiento entre los cables de freno y fundas, que siempre se traduce en una pérdida de rendimiento de frenado, es indispensable la lubricación de los cables de freno con un aceite liviano.

Finalmente, en la tabla siguiente, se establecen las ventajas, desventajas y recomendaciones técnicas para los sistemas de freno citados en este artículo:

Tabla II: Ventajas, desventajas y recomendaciones para los distintos sistemas de freno (Fuente: INTI-MECANICA)

Sistema de freno	Ventajas	Desventajas	Recomendaciones
Herradura	- No posee.	- NO cumple los requisitos de frenado. - Requiere aplicar mucha fuerza sobre la palanca de freno.	- Sólo puede ser usado como sistema de freno delantero cuando se combina con una masa contrapedal.
Cantilever	- No posee.	- NO cumple los requisitos de frenado. - Requiere aplicar mucha fuerza sobre la palanca de freno. - Cuando la bicicleta no posea guardabarros, en el caso de cortarse o desprenderse el cable vertical de freno, el cable puente, bloquea el giro de la rueda (muy peligroso en el caso que sea la rueda delantera).	- NO adquirir bicicletas con este sistema de freno.
V-Brake	- Cumple los requisitos de frenado. - Requiere aplicar poca fuerza sobre la palanca de freno.	- No posee.	- Dada la capacidad de frenado del sistema V-Brake, hay que tener especial cuidado con el ajuste del freno delantero. En el caso que bloquee la rueda delantera, puede aparejar un serio accidente.
Varilla	- Cuando se emplean con llantas de aluminio o de acero moleteadas, cumple los requisitos de frenado. - Requiere aplicar poca fuerza sobre la palanca de freno.	- Es un sistema de difícil regulación.	- Utilizar llantas de aluminio o de acero con superficies moleteadas, para el contacto con las zapatas de freno.
Contrapedal	- Los sistemas de freno contrapedal que se aplican a la rueda trasera, cumplen los requisitos para las pruebas de frenado.	- No posee.	- Si una bicicleta con freno contrapedal, corta la cadena, se queda sin transmisión. Entonces, por seguridad del usuario es OBLIGATORIO que dispongan de un sistema de freno delantero.

Artículo redactado por Daniel Martínez Krahmer y revisado por Carlos Sacavini.