



Proyecto FIA

“Seguridad en Motocicletas Ligeras”



SISTEMAS DE FRENADA EN MOTOCICLETAS LIGERAS

(Clase L3e-A1)

Enero de 2014

Contenido:

1. Elección de vehículos.....¡Error! Marcador no definido.
 2. Objeto y condiciones del ensayo.....¡Error! Marcador no definido.
 3. Resultados¡Error! Marcador no definido.
 4. Conclusiones.....¡Error! Marcador no definido.
- Anexo: Datos técnicos y evaluación subjetiva.....¡Error! Marcador no definido.**

0. Introducción

En el marco del proyecto FIA "Light Motorcycle Safety", en el que colaboran los automóviles club de Italia (ACI), Alemania (ADAC), Eslovenia (AMZS) y Cataluña (RACC), el día 25.10.2013 se realizaron ensayos de frenada con cinco motocicletas ligeras en el centro de conducción segura de Kempten (Alemania). La intención ha sido determinar, en base a mediciones realizadas durante muchas frenadas, el rendimiento y la operabilidad de diversos sistemas de frenado de motocicletas de hasta 125 cm³ (clase L3e-A1). El objetivo de este estudio es poder ofrecer a legisladores y usuarios de vehículos de dos ruedas motorizadas, recomendaciones básicas sobre sistemas de frenada convencionales, combinados y con sistema antibloqueo (ABS) en motocicletas ligeras.

1. Elección de vehículos

Para la elección de las motocicletas ligeras se tuvo en cuenta la oferta actual de modelos de la clase L3e-A1 y todos los diferentes sistemas de frenado disponibles. Para los ensayos se han utilizado cinco vehículos con combinaciones de sistemas de frenado representativos. Los modelos y sistemas de frenada con los que van equipados son los siguientes:

	Marca	Modelo	Equipamiento/sistema de frenado
1	PIAGGIO	Fly 125	Scooter con ruedas de 12 pulgadas y sistema de frenado convencional de dos canales
2	HONDA	SH Mode 125	Scooter con rueda delantera de 16 pulgadas y sistema de frenado combinado (Combined Brake System CBS)
3	PEUGEOT	Satelis 125 Urban	Scooter con rueda delantera de 14 pulgadas, ABS y sistema de frenado combinado
4	YAMAHA	X-Max 125	Scooter con rueda delantera de 15 pulgadas y ABS convencional de dos canales
5	KTM	Duke 125	Supermoto con ABS convencional de dos canales

Tabla 1: Selección de vehículos

Los datos técnicos más importantes de los vehículos se encuentran indicados en el anexo.

2. Objeto y condiciones del ensayo

Se han evaluado las deceleraciones medias en el rango de velocidad de 60 a 1 km/h en un total de 251 frenadas de pánico en distintas superficies. Además se han evaluado de manera subjetiva la estabilidad de conducción y la operabilidad de los frenos durante las maniobras de frenada.

Las maniobras de frenada se han realizado sobre superficie de asfalto seca, parcialmente sucia y mojada. La superficie sucia representa lo que se conoce como doble salto del coeficiente de fricción.

Los pruebas las realizaron un piloto del ADAC y un piloto (instructor de seguridad) del automóvil club de Eslovenia (AMZS). Cada motorista realizó por lo menos cinco frenadas con cada vehículo sobre todas las superficies. Para documentar las pruebas para la campaña de la FIA, todas las frenadas fueron grabadas mediante tres cámaras de video. Las mediciones se realizaron con soporte GPS diferencial (V-Box de Racelogic). Como valor base se utiliza la deceleración media alcanzada durante todas las frenadas. Esto permite la proyección de frenadas a velocidades de hasta 100 km/h. Véase también la tabla 3.

El coeficiente de fricción en asfalto seco es de aproximadamente 0,8 a 0,9, mientras que en mojado el valor de fricción es de aproximadamente 0,65 a 0,75. El asfalto sucio (salto del coeficiente de fricción) fue simulado con una superficie de arena de cuarzo de aproximadamente 0,8 m de largo. Esta superficie se situó en el centro de la sección de frenada. Para el coeficiente de fricción para esta superficie de arena de cuarzo se utilizó el valor de 0,4 a 0,5.

La entrada a la sección de ensayo se realizó a una velocidad de aprox. 65 km/h. En el punto establecido, los pilotos accionaron ambos frenos con la intensidad máxima



Fig. 1: Un centro de gravedad alto, una distancia entre ejes corta y poco peso incrementan la tendencia al vuelco: Las superbikes generalmente son más sensibles que los scooters.

valorada como segura por el piloto, hasta la parada completa de la motocicleta. En caso que la rueda delantera estuvieran a punto de bloquearse o ante un posible vuelco del vehículo, la fuerza de frenada se reducía de forma dosificada, para volverse a incrementar en cuanto se podía.

La evaluación tiene en cuenta la deceleración media dentro del rango de velocidad de 60 km/h a 1 km/h. En consecuencia, si la frenada se realiza sin inconvenientes, el accionamiento inicial del freno, y los posibles movimientos del vehículo poco antes o al detenerse, no se tienen en consideración.

Para que la habitual dispersión de los resultados habituales en frenadas en serie no se reflejen en los valores promedios, se han eliminan la mejor y peor frenada para calcular la media.

Hay que tener presente que a realización de las pruebas, así como la determinación de la distancia de frenada y la deceleración difieren de los estándares y requerimientos (ECE-R 78 Directiva 93/14/CEE), por las condiciones locales de la pista de ensayo que no cumplen con los estándares y requerimientos, y por tanto no se puede establecer correlación con estas normativas. Independientemente de ello, incluso con condiciones de contorno distintas, todos las motocicletas mejoraron las deceleraciones mínimas de $6,43 \text{ m/s}^2$ en superficie seca requeridas por las normativas. Por ello se parte de una conformidad las normativas de todos los sistemas de frenado.



Fig. 2: La suciedad en la carretera se simula con una superficie cubierta de arena de cuarzo. Sin ABS los pilotos generalmente se quedan por debajo de las deceleraciones máximas alcanzables para evitar el bloqueo de la rueda delantera. El ABS ofrece la posibilidad de lograr el máximo.

3. Resultados

La tabla 2 muestra una vista general de las deceleraciones medias obtenidas. Los mejores y peores valores sobre las distintas superficies se han marcado en verde o rojo, respectivamente.

Los datos en las columnas “Media Piloto 1”, “Media Piloto 2” y “Diferencia entre pilotos” indican el rendimiento de los sistemas de frenado sobre las distintas superficies y la reproducibilidad de las frenadas conseguidas por los distintos pilotos. Los datos en la columna “Media de ambos Pilotos” se pueden considerar como características del rendimiento de los frenos independientemente del piloto. Los datos sobre la deceleración en la columna “Media todas las superficies” indican el rendimiento total, independientemente de la superficie, de los distintos tipos de motocicletas y sus sistemas de frenado.

En base a estos resultados de las pruebas, se observa que

- con el tipo de motocicleta con ruedas pequeñas (Piaggio Fly 125 con ruedas de 12 pulgadas) y sistema de frenado convencional de dos canales sin ABS, se logran las deceleraciones más bajas sobre cualquier superficie (media de $6,8 \text{ m/s}^2$). Comparado con el mejor tipo de motocicleta con sistema de frenado combinado con ABS (Peugeot Satelis 125), con el que se alcanzaron deceleraciones medias de $8,6 \text{ m/s}^2$ (considerado como el 100%), el sistema de frenos básico deceleró menos de un 70% ¹.
- el tipo de motocicleta con sistema de frenado ABS–CBS (Peugeot Satelis 125) logra las mejores deceleraciones en todas las superficies. La deceleración media de $9,31 \text{ m/s}^2$ alcanzada sobre superficie seca está muy cerca del límite superior físico para vehículos motorizados de dos ruedas, que se puede establecer en aproximadamente 10 m/s^2 .
- todas las motocicletas con ABS consiguen una deceleración media, sobre todas las superficies, superior a 8 m/s^2 . Las deceleraciones medias de los scooters sin ABS quedan claramente por debajo de este valor, con $6,8$ y $7,6 \text{ m/s}^2$.
- el tipo de motocicleta con CBS simple y ruedas grandes (Honda SH 125 Mode, rueda delantera de 16 pulgadas) consigue deceleraciones claramente mayores sobre superficie seca, que el scooter con ruedas pequeñas y sistema de frenado

convencional. Llama la atención, sin embargo, que ambos pilotos valoran y utilizan el potencial del sistema de frenada de manera muy distinta.

- las desviaciones porcentuales de las deceleraciones medias de los pilotos en los vehículos con ABS son inferiores al 5%. Esta diferencia tan pequeña indica que con estos vehículos es posible lograr deceleraciones fácilmente reproducibles al realizar una frenada en seco. Se percibe que la influencia del piloto tiene menor importancia si la motocicleta está equipada con tecnología ABS.

La evaluación de las series de maniobras individuales de frenada también muestra que ambos pilotos consiguieron deceleraciones de más de 8 m/s^2 ya en las dos primeras maniobras usando motocicletas con ABS. Esto demuestra que los sistemas ABS transmiten una gran sensación de seguridad y que no requieren largos periodos de aprendizaje.

La columna “Mejor Frenada” muestra la mejor frenada conseguida por cada piloto sobre la superficie y vehículo indicados. Esto indica el potencial máximo del sistema de frenado correspondiente con las condiciones especificadas. Dado que con frenadas en serie los resultados están sometidos a oscilaciones, estos valores tienen un valor secundario.



Fig. 3: Sobre suelo mojado las diferencias entre frenos convencionales y sistemas con ABS son mayores.

¹ Se presupone una deceleración mínima de 3 m/s^2 . En consecuencia, una deceleración de 3 m/s^2 corresponde al 0%. Superficies en las que sólo se pueden alcanzar deceleraciones máximas de 3 m/s^2 , pueden considerarse como lisas, y son utilizadas rara vez por PTWs.

Modelos	Sistema de freno	Superficie	Vista general deceleración de frenada [m/s ²]							
			Valores promedio de todas las frenadas							Mejor frenada
			Media de ambos pilotos	Potencial de rendimiento ¹⁾ en comparación con el mejor en %	Media Piloto 1	Media Piloto 2	Diferencia ambos pilotos en %	Media todas las superficies	Potencial de rendimiento 1) en comparación con el mejor en %	
PIAGGIO Fly 125	Scooter sin ABS sin CBS	Seco	7,33	68,6%	7,77	6,89	12,1%	6,80	68,4%	8,24
		Salto coef. Fricción	6,85	76,6%	6,48	7,22	10,8%			8,11
		Mojado	6,23	60,3%	6,32	6,15	2,6%			8,11
HONDA SH Mode 125	Scooter sin ABS con CBS	Seco	7,99	79,1%	8,60	7,39	15,2%	7,59	82,5%	9,43
		Salto coef. Fricción	7,99	99,4%	7,78	8,20	5,2%			8,43
		Mojado	6,78	70,6%	6,90	6,67	3,3%			7,51
PEUGEOT Satelis 125	Scooter con ABS con CBS	Seco	9,31	100,0%	9,23	9,39	1,8%	8,56	100,0%	9,7
		Salto coef. Fricción	8,02	100,0%	7,84	8,20	4,5%			8,59
		Mojado	8,36	100,0%	8,29	8,43	1,7%			9,02
YAMAHA X-Max 125	Scooter con ABS sin CBS	Seco	8,51	87,4%	8,40	8,63	2,7%	8,07	91,2%	9,35
		Salto coef. Fricción	7,78	95,3%	7,71	7,86	2,0%			8,11
		Mojado	7,92	91,8%	7,83	8,01	2,2%			8,66
KTM Duke 125	Supermoto con ABS sin CBS	Seco	8,33	84,5%	8,20	8,46	3,1%	8,02	90,2%	8,72
		Salto coef. Fricción	7,58	91,2%	7,52	7,64	1,5%			7,88
		Mojado	8,14	95,9%	7,99	8,29	3,7%			8,7

Mejor valor

Peor valor

Valor de referencia

1) Se presupone una deceleración mínima de 3 m/s². En consecuencia, una deceleración de 3m/s² corresponde a 0%. Superficies, en las que que sólo se logran deceleraciones máximas de 3 m/s², se pueden considerar como lisas y son utilizadas rara vez por PTWs.

Tabla 2: Deceleraciones de frenada registradas

4. Conclusiones

En situaciones críticas, que pueden derivar en accidente, la eficacia del sistema de frenos de un vehículo puede no ser suficiente para evitar el accidente o minimizar sus consecuencias. A esta generalidad, en el caso de las motocicletas, hay que añadirle ciertos aspectos específicos.

Debido a las dimensiones del vehículo y a la especial posición del centro de gravedad, las deceleraciones máximas que pueden alcanzar las motocicletas son notablemente inferiores en comparación con turismos. Mientras que turismos modernos con sistemas de frenada estándar consiguen deceleraciones de 10 a 11 m/s² (lo que corresponde a una distancia de frenada de 35 a 38 m en una frenada en seco desde 100 km/h), el potencial de frenada de los mejores scooters sobre superficie seca sólo consiguen deceleraciones máximas de 9 a 9,5 m/s². Esto significa que en el caso de una frenada en seco paralela de un turismo y un scooter a 100 km/h, el scooter seguirá desplazándose a una velocidad residual de 30 a 35 km/h cuando el turismo ya se ha detenido.

Además de las peculiaridades dinámicas del frenado en seco de las motocicletas, que limita la deceleración de frenada por el peligro de vuelco, en el caso de frenos convencionales sin ABS también se pone en peligro la estabilidad en la conducción. El bloqueo de la rueda delantera puede producirse al inicio de la frenada, cuando aún no se ha desplazado la carga entre ruedas, y durante la frenada, cuando el coeficiente de fricción es bajo, lo que ocasiona la caída del vehículo.

Además, los pruebas de frenada han demostrado el bajo rendimiento de los frenos, especialmente en sistemas de frenada convencionales sin ABS en combinación con ruedas pequeñas (12 pulgadas). En comparación con sistemas de frenada combinados con ABS (ABS/CBS) los sistemas de frenada básicos sólo consiguen deceleraciones del 70%. Sobre superficies mojadas sólo se consiguen rendimientos del 60% respecto el mejor sistema. También tienen mucha influencia las ruedas pequeñas por los bajos momentos de inercia. La respuesta a la frenada es insuficiente y además, por precaución, los motociclistas no tienen confianza y no usan todo el potencial de frenada. La conclusión es que las scooters con ruedas pequeñas necesitan de un sistema antibloqueo (ABS). Además, los frenos del Piaggio Fly 125 tienen un punto de presión de frenada relativamente suave.

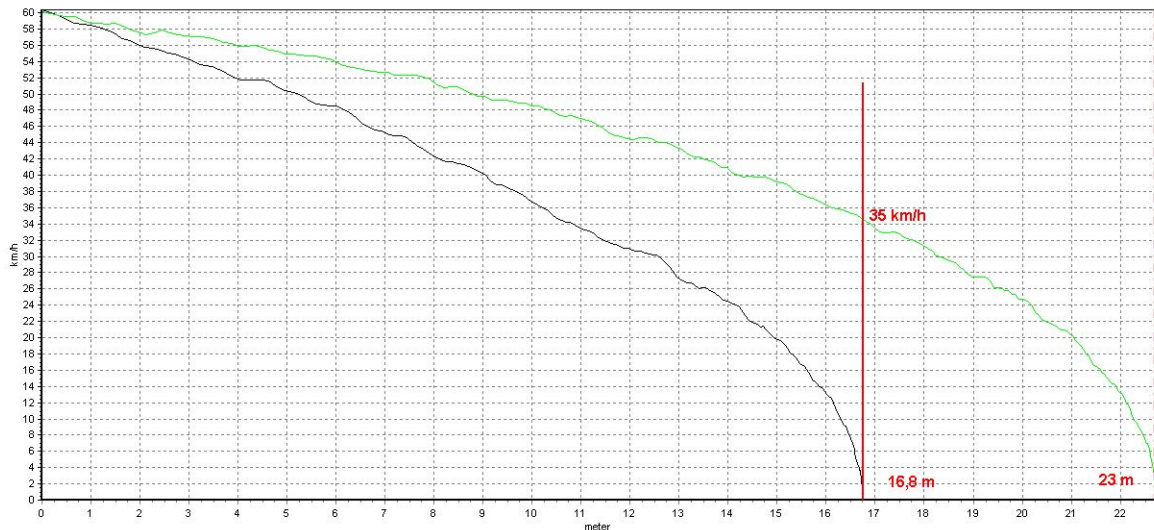


Fig. 4: Comparación ejemplar de las frenadas con sistema de freno convencional (verde) y con ABS (negro) sobre suelo mojado. El vehículo con ABS se detiene después de casi 17 m. En este punto el vehículo con freno convencional sigue teniendo una velocidad residual de aprox. 35 km/h, y se detiene completamente después de aprox. 23 m.

La respuesta es significativamente mejor con el sistema CBS de la Honda SH Mode 125. El sistema de freno combinado permite una regulación relativamente buena de la presión de frenado gracias a que se actúa simultáneamente en ambos frenos. Es en la superficie con doble salto de coeficiente de fricción cuando las ruedas grandes permiten mayor tiempo de reacción del piloto ante la tendencia al bloqueo de la rueda de delante. No obstante, en asfalto mojado, el accionamiento del freno es más precavido, lo que sólo permite un rendimiento de alrededor el 70% del mejor rendimiento. El uso efectivo del CBS requiere de entrenamiento y acostumbrarse. También llama la atención la diferencia entre los rendimientos de frenada de ambos pilotos, que sobre superficie seca es del 15%.

En todos los vehículos con sistemas de frenado con ABS, las diferencias específicas entre pilotos son muy pequeñas, dentro de un rango de 1,5 a 5%. Esto demuestra, que los sistemas ABS no sólo permiten un mejor rendimiento durante la frenada, sino una mejor reproducción de buenos rendimientos de frenada. Con el ABS se logra la deceleración máxima posible, independientemente de la situación, si el piloto utiliza la función ABS de manera consciente.

El referente en sistemas de frenada con función de asistencia es la combinación entre ABS y CBS. Garantiza un aprovechamiento óptimo del coeficiente de fricción entre neumáticos y suelo, independientemente de las costumbres individuales del piloto en caso de frenadas de emergencia y en seco, ayudando así a evitar accidentes o reduciendo sus consecuencias.

Para demostrar la importancia de altas deceleraciones y resp. cortos recorridos de frenada, en la siguiente tabla 3 se muestran los recorridos de frenada derivados de las deceleraciones medidas con diferentes velocidades (60, 80 y 100 km/h) y las velocidades residuales con las que los vehículos con mayores recorridos de frenada siguen desplazándose después de que el vehículo mejor frenado se haya detenido completamente.

Conclusión: Las pruebas de frenada demuestran claramente las menores prestaciones de los sistemas de frenada convencionales, con freno de disco pequeños, ruedas pequeñas y sin ABS, que aún se utilizan en la actualidad. En el tráfico actual, en el que la mayoría de vehículos están equipados con potentes y asistidos



Fig. 5: Con agarre firme y la ayuda del ABS se puede lograr la mejor deceleración, independientemente de la superficie.

sistemas de frenada, los sistemas simples son un peligroso anacronismo. Sólo por sus características, los vehículos motorizados de dos ruedas están en desventaja frente a los demás vehículos. Por ello es muy importante encontrar la solución técnica óptima para motocicletas ligeras, en forma de sistemas de frenado potentes CON ABS. Obviamente los usuarios de vehículos motorizados de dos ruedas también tienen que formarse en el frenado con ABS para aprovechar todo su potencial. Por otro lado, esta formación necesaria sólo es útil si se realiza con motocicletas con ABS.

Para lograr una mayor seguridad vial para motocicletas ligeras en ciudad, los potentes sistemas de frenado con ABS deben tener mayor prioridad.

De forma transitoria, un sistema CBS correctamente configurado puede mejorar la frenada y efectividad de la maniobra de frenada considerablemente. Sin embargo, cuando se trata de la estabilidad de conducción, sólo el sistema ABS es capaz de impedir la pérdida del control sobre el vehículo y, posiblemente, la caída.

Modelos	Sistemas de frenada	Superficie	Cálculo aproximado					
			Distancia de frenada/velocidades residuales					
			recorridos de frenada [m] desde km/h y velocidades residuales [km/h]					
			60 km/h	Velocidad residual	80 km/h	Velocidad residual	100 km/h	Velocidad residual
PIAGGIO Fly 125	Scooter sin ABS sin CBS	Seca	18,9	27,7	33,7	36,9	52,6	46,1
		Salto coef. fricción	20,3	22,9	36,1	30,6	56,4	38,2
		Mojada	22,3	30,3	39,6	40,3	61,9	50,4
HONDA SH Mode 125	Scooter sin ABS con CBS	Seca	17,4	22,6	30,9	30,1	48,3	37,6
		Salto coef. fricción	17,4	3,6	30,9	4,8	48,3	6,0
		Mojada	20,5	26,1	36,4	34,7	56,9	43,4
PEUGEOT Sateles 125 <i>(Referencia)</i>	Scooter con ABS con CBS	Seca	14,9	0,0	26,5	0,0	41,4	0,0
		Salto coef. fricción	17,3	0,0	30,8	0,0	48,1	0,0
		Mojada	16,6	0,0	29,5	0,0	46,1	0,0
YAMAHA X-Max 125	Scooter con ABS sin CBS	Seca	16,3	17,6	29,0	23,4	45,3	29,3
		Salto coef. fricción	17,8	10,3	31,7	13,7	49,6	17,1

		Mojada	17,5	13,8	31,2	18,4	48,7	23,0
KTM Duke 125	Supermot o con ABS sin CBS	Seca	16,7	19,5	29,6	26,0	46,3	32,4
		Salto coef. fricción	18,3	14,1	32,6	18,8	50,9	23,5
		Mojada	17,1	9,8	30,3	13,0	47,4	16,3

Tabla 3: Recorridos de frenada y velocidades residuales registrados y calculados.

Para la comparativa de los distintos rendimientos de frenada se utiliza la distancia de frenada y la velocidad residual del vehículo con el peor freno en comparación con el vehículo con el mejor sistema de frenada que sirve de referencia, y se encuentra montado en el Peugeot Satelis 125. Como ejemplo se utiliza la comparación entre la Piaggio Fly 125 y la Peugeot Satelis 125 sobre superficie seca con una frenada desde los 80 km/h (valores en rojo y subrayados). Tras una frenada en seco desde los 80 km/h la Peugeot se detiene completamente tras 26,5 m, la Piaggio tras 33,7 m. En el punto, en el que la Peugeot ya está detenido, la Piaggio sigue avanzando con una velocidad residual de 36,9 km/h. Esta sería la velocidad con la que la Piaggio colisionaría contra un obstáculo, delante del cual la Peugeot se hubiese detenido.

Anexo: Datos técnicos y evaluación subjetiva

PIAGGIO Fly 125



Datos técnicos	PIAGGIO Fly 125
Cilindrada [cm ³]	124
Potencia [kW]	8,9
Peso en vacío [kg]	132
Diámetro de frenos delanteros [mm]	Freno de disco 220
Diámetro de frenos traseros [mm]	Freno de disco 220
Sistema de frenos	Freno convencional de dos canales sin ABS
Tamaño rueda delantera	12 pulgadas
Tamaño rueda trasera	12 pulgadas
Distancia entre ejes [mm]	1340

Evaluación subjetiva:

Punto de presión:	Punto de presión impreciso, poco claro
Respuesta:	Respuesta poco clara y en consecuencia sensación de inseguridad. Especialmente sobre superficies en mal estado es necesario proceder con mucho cuidado y moderación. Este comportamiento es reforzado por las ruedas pequeñas que tienen muy poco momento de inercia.
Efecto de los frenos:	Efecto moderado, sólo suficiente, considerando el estado actual de la técnica.
Fuerza de las manos:	Se requiere una fuerza relativamente alta en las manos
Comportamiento de regulación del ABS:	-
Conclusión:	Los frenos del Piaggio Fly transmiten, en combinación con las ruedas pequeñas, una sensación poco segura. Para una operación efectiva y controlada se necesita de mucha práctica y de mucha fuerza en las manos. Cuando la situación respecto al coeficiente de fricción no está clara, es difícil controlar una posible tendencia al bloqueo de las pequeñas ruedas. El rendimiento de frenado es como mucho suficiente considerando las posibilidades actuales. Al frenar con rueda trasera bloqueada, el vehículo se vuelve inestable, aunque controlable.

HONDA SH Mode 125



Datos técnicos	HONDA SH Mode 125
Cilindrada [cm ³]	125
Potencia [kW]	8,4
Peso en vacío [kg]	116
Diámetro de frenos delanteros [mm]	Freno de disco 220
Diámetro de frenos traseros [mm]	Freno de tambor 130
Sistema de frenos	Single CBS, sin ABS
Tamaño rueda delantera	16 pulgadas
Tamaño rueda trasera	14 pulgadas
Distancia entre ejes [mm]	1305

Evaluación subjetiva:

Punto de presión:	Punto de presión algo blando, especialmente para el freno de
-------------------	--

	la rueda trasera.
Respuesta:	El freno se puede controlar adecuadamente gracias al CBS. Con el freno izquierdo se puede generar una fuerza de frenado básica mientras que con el freno derecho se dosifican los frenos adicionalmente. La gran rueda delantera permite un buen control de los frenos antes del límite de bloqueo, manteniendo un coeficiente de fricción constante.
Efecto de los frenos:	Buen efecto de los frenos gracias al CBS con sólo accionar el freno izquierdo. Efecto satisfactorio al utilizar ambos frenos, claramente mejor que en el Piaggio Fly 125.
Fuerza de las manos:	Fuerza de las manos requerida satisfactoria
Comportamiento de regulación del ABS:	-
Conclusión:	Tras un breve tiempo de práctica, el CBS de Honda transmite confianza y posteriormente una buena respuesta. El efecto de los frenos es satisfactorio. A pesar de ello sigue habiendo un poco de inseguridad sobre superficies con coeficiente de fricción bajo. El rendimiento de frenado y la capacidad de control del scooter de Honda son mejores que los del Piaggio Fly 125. El vehículo permanece estable dentro del límite de bloqueo y la tendencia a levantarse de la rueda trasera se puede controlar adecuadamente.

PEUGEOT Satelis 2 125i RS Urban ABS/SBC



Datos técnicos	PEUGEOT Satelis 2 125i RS Urban ABS/SBC
Cilindrada [cm ³]	125
Potencia [kW]	10,3
Peso en vacío [kg]	160
Diámetro de frenos delanteros [mm]	Freno de disco 260
Diámetro de frenos traseros [mm]	Freno de disco 210
Sistema de frenos	Sistema de frenos integral SBC con ABS
Tamaño rueda delantera	14 pulgadas
Tamaño rueda trasera	13 pulgadas
Distancia entre ejes [mm]	1500

Evaluación subjetiva:

Punto de presión:	Punto de presión claro y notorio, poco cambio al utilizar el
-------------------	--

	ABS.
Respuesta:	Buena respuesta, frenos dosificables de forma precisa. Tanto frenos como ABS transmiten una sensación buena y segura.
Efecto de los frenos	Excelente efecto de los frenos dentro de los límites físicos, el CBS presta apoyo al gran efecto del freno incluso cuando sólo se acciona un freno.
Fuerza de las manos	Se necesita poca fuerza en las manos.
Comportamiento de regulación del ABS	ABS de regulación fina, con reacciones notables pero no incómodas del vehículo.
Conclusión:	El ABS con el sistema de frenos integral SBC trabaja de manera excelente y permite el uso seguro y decidido de los frenos desde la primera frenada. El ABS regula de manera precisa con sólo pocas oscilaciones en la deceleración. El sistema en general es actualmente uno de los mejores sistemas de frenadas para scooters. El vehículo siempre permanece estable.

YAMAHA X-Max 125 ABS



Datos técnicos	YAMAHA X-Max 125 ABS
Cilindrada [cm ³]	125
Potencia [kW]	10,4
Peso en vacío [kg]	176
Diámetro de frenos delanteros [mm]	Freno de disco 267
Diámetro de frenos traseros [mm]	Freno de disco 240
Sistema de frenos	ABS
Tamaño rueda delantera	15 pulgadas
Tamaño rueda trasera	14 pulgadas
Distancia entre ejes [mm]	1545

Evaluación subjetiva:

Punto de presión:	Punto de presión claro
-------------------	------------------------

Respuesta:	Respuesta buena, aunque algo áspera
Efecto de los frenos	Buen efecto de los frenos dentro de los límites físicos. Si se acciona solamente el freno de la rueda trasera la distancia de frenada se alarga ya que no es un sistema combinado.
Fuerza de las manos	Se necesita mucha fuerza en las manos.
Comportamiento de regulación del ABS	El ABS no regula de manera muy fina, largas fases con deceleración reducida, por ello las reacciones del vehículo se notan claramente. La frecuencia de regulación del ABS genera deceleraciones medias, por debajo del valor óptimo (véase también la comparación con el Peugeot).
Conclusión:	El sistema de frenado de dos canales del Yamaha X-Max 125 permite frenar de forma segura desde el principio sobre cualquier superficie, sin necesidad de mucho tiempo para acostumbrarse. Hasta la activación del ABS se necesitan fuerzas de frenado relativamente altas. El ABS no trabaja de manera muy fina, se notan claramente los movimientos del vehículo. El vehículo permanece estable en todas las frenadas.

KTM Duke 125 ABS



Datos técnicos	KTM Duke 125 ABS
Cilindrada [cm ³]	125
Potencia [kW]	11
Peso en vacío [kg]	135 kg
Diámetro de frenos delanteros [mm]	Freno de disco 300
Diámetro de frenos traseros [mm]	Freno de disco 230
Sistema de frenos	ABS
Tamaño rueda delantera	17 pulgadas
Tamaño rueda trasera	17 pulgadas
Distancia entre ejes [mm]	1367 +/- 15

Evaluación subjetiva:

Punto de presión:	Se nota claramente el punto de presión.
-------------------	---

Respuesta:	El freno responde rápidamente, buena respuesta a lo largo de toda la frenada, largos recorridos del muelle ofrecen una clara sensación de la intensidad de frenado.
Efecto de los frenos	Buen efecto del freno dentro de los límites físicos, el freno especialmente grande de la rueda delantera es muy efectivo, aunque el rendimiento general del freno se ve limitado por el dimensionado del vehículo (riesgo de vuelco).
Fuerza de las manos	Se necesita algo de fuerza en las manos.
Comportamiento de regulación del ABS	El ABS regula de forma relativamente discreta y sin molestar.
Conclusión:	El sistema de frenos de dos canales del KTM Duke 125 permite frenar con seguridad sobre todas las superficies. El dimensionado específico del vehículo (poco peso, centro de gravedad alto con una distancia entre ejes relativamente corta) genera, sobre todo hacia el final de la frenada, una clara tendencia al levantamiento de la rueda trasera, que es necesario controlar cuando la deceleración es alta. A pesar de ello la estabilidad del vehículo prácticamente no se ve mermada por ello.