

# ¿VELOCIDAD GRATIS?

Velocidad gratis (*free speed* que dirían los anglosajones) es el concepto que resume el artículo que a continuación vamos a desarrollar. Repasaremos los conceptos básicos que afectan a la velocidad a la que somos capaces de ir en la bici con el objetivo de dar unas cuantas ideas sobre cómo podemos ir más rápido sin que suponga más esfuerzo.

**Yago Alcalde Gordillo** *Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Máster en Alto Rendimiento Deportivo. Entrenador Nacional de Ciclismo – [www.ciclismoyrendimiento.com](http://www.ciclismoyrendimiento.com)*

Una de las palabras que más de moda está en el ciclismo y sobre todo en el triatlón es la «aerodinámica». Ahora mismo, hasta un gel o una barrita son «aeros» ¿no? Todas las marcas de bicis, ropa o componentes se esfuerzan por convencernos de que sus productos son los mejores en el túnel del viento, regalando velocidad o ahorrando vatios por doquier. ¿Qué hay de cierto en todo esto? ¿Merece la pena invertir en otras ruedas o en otro casco? Realmente no son respuestas fáciles, puesto que todo lo relacionado con el movimiento del aire cuando choca con un objeto en movimiento es un complejo problema que los ingenieros están continuamente estudiando. Por eso cada año surgen novedades al respecto. Y es normal que el triatleta pueda estar un poco confundido al respecto, ya que el casco que hace unos meses era el más rápido ahora resulta que es de los peores...Lo bueno es que los fundamentos físicos que afectan al flujo del aire siempre son los mismos.

Una de las primeras cosas que conviene saber es que el comportamiento del aire contra el que chocamos no siempre es igual. La resistencia aerodinámica con la que nos enfrentamos no es una fuerza constante, sino que aumenta de forma exponencial con la velocidad. Esto significa que a medida que tratamos de ir más rápido, la resistencia que

debemos vencer cada vez es mayor. La cantidad de potencia que debemos generar para acelerar la bici es equivalente al cubo de la velocidad, es decir, que si quisiéramos ir el doble de rápido, necesitaríamos una potencia ocho veces mayor. Y es por este motivo por el que la optimización aerodinámica es tan importante. Entre otras cosas, porque la forma en que nos coloquemos contra el aire va a determinar en gran medida nuestra resistencia aerodinámica, y por ende, nuestra velocidad. Un buen ejemplo de esto es la velocidad que llegan a alcanzar las bicis carenadas en las que el ciclista va tumbado. ¡El record del mundo está en 133km/h! Se alcanzan esas velocidades únicamente porque la aerodinámica de la bici es mucho mejor que la que tenemos en nuestras bicis convencionales. De esta forma, sabemos que rodando a más de 35km/h la diferencia entre ir en una posición típica de ruta (manos en las manetas) y una buena posición aerodinámica (en una cabra o bici equipada con manillar de triatlón) puede suponer un ahorro de hasta 100w para ir a la misma velocidad.

Sin querer entrar en muchos tecnicismos, es interesante conocer que otras variables además de la velocidad influyen sobre la resistencia aerodinámica que nos frena cuando vamos pedaleando. La resistencia aerodinámica se compone de cuatro componentes:

- Tamaño o área frontal expuesta al aire. A mayor superficie expuesta mayor resistencia.
- Forma: En función de la forma que tenga nuestro cuerpo o los elementos de la bici, el flujo de aire contra el que chocamos se comportará de diferentes formas. Y aquí es donde entra en juego el diseño de componentes aerodinámicos, en los que básicamente se juega con el diseño que hace que el viento pase de la forma más rápida y con las menores turbulencias. Por poner un ejemplo, sabemos que la resistencia de una bola de 1cm de diámetro frente a una bola del mismo diámetro (misma área frontal) pero con forma alargada puede ser hasta un 50% menor.
- Densidad del aire. La presión atmosférica, la temperatura y la humedad tienen un efecto directo sobre la resistencia aerodinámica.
- La velocidad.

## ¿Aerodinámica para todos?

Es frecuente que algunos ciclistas de menor nivel puedan pensar que como su velocidad media no es muy elevada la influencia de la aerodinámica es mucho menor que en ciclistas que quedan en los grupos delanteros. Están equivocados. Podemos decir que la optimización aerodinámica es igual de importante para los dos, e incluso un poco más

**Tiempo en recorrer 40km en función de la potencia desarrollada y el coeficiente aerodinámico**

	Cda	Velocidad	Tiempo	Mejora
<b>Ciclista 1: pedalea a 200w</b>	0,27	35,7km/h	1h7'13"	1'39"
	0,25	36,3km/h	1h5'34"	
<b>Ciclista 2: pedalea a 300w</b>	0,27	41,6km/h	57'41"	1'20"
	0,25	42,6km/h	56'20"	

Tabla 1.

para el ciclista más lento. ¿Cómo se explica esto? La respuesta es que como el ciclista más lento tarda más en recorrer una distancia x, tiene más tiempo para estar aprovechándose de esa mejoría. En la tabla 1 podemos ver un pequeño ejemplo de dos ciclistas que mueven 200 y 300w respectivamente mientras recorren 40km. Como se puede ver, una mejora del 5% en la resistencia aerodinámica hace que el ciclista más lento ahorre más tiempo que el más rápido.

**La posición del ciclista**

Sabemos que el cuerpo del ciclista significa en torno a un 70% de la resistencia total, por lo que a la hora de plantearnos una mejora

aerodinámica prestar atención a la posición del ciclista es lo más práctico, efectivo y barato. Los principios para adoptar una posición más aerodinámica están más o menos claros: se trata de reducir al máximo el área frontal del ciclista, es decir, que el aire se encuentre con la menor cantidad de superficie. Para conseguirlo, lo más efectivo es tratar de juntar al máximo los brazos y bajar al máximo la posición de la espalda. Pero claro, no hace falta explicar que llega un punto en el que la aerodinámica se choca frontalmente con la

comodidad y el concepto de «sostenibilidad» de la posición. No nos sirve de nada adoptar una posición que por muy aerodinámica que sea nos provoque dolores y molestias que nos impidan rendir al 100%. Es frecuente ver triatletas que en aras de optimizar su aerodinámica no son capaces de mantener la posición acoplada durante el tiempo que dura su prueba. Por este motivo, una de las mejores inversiones puede ser acudir a un experto en biomecánica y aerodinámica con el objetivo de buscar un buen compromiso entre aerodi-

**A la hora de plantearnos una mejora aerodinámica prestar atención a la posición del ciclista es lo más práctico, efectivo y barato.**



Foto cedida por Multipower.

námica y comodidad. En muchas ocasiones, la optimización aerodinámica no se consigue simplemente bajando el apoyo de los brazos sino tratando de esconder la cabeza del ciclista y experimentando con diferentes posiciones de los brazos. Estas mejoras no solo afectan al sector ciclista, ya que el hecho de ahorrar energía e ir más cómodos va a permitir al triatleta llegar más entero al sector de la carrera. Por experiencia propia así como basándonos en referencias de otros colegas, el porcentaje de mejora aerodinámica que se suele conseguir a base de modificar la posición del ciclista está entre un 3 y un 7%. Como es lógico, el margen de mejora es realmente variable entre unos ciclistas y otros en función de la posición original de referencia. Hay ciclistas que son conscientes de la importancia aerodinámica y ya han tratado de optimizarla y sin embargo hay otros que simplemente se han dejado llevar por la comodidad o no han querido o sabido cómo mejorar su posición. Como es lógico, la optimización

**La posición más rápida siempre tiene que ser una posición sostenible durante el tiempo que dure la competición.**

aerodinámica siempre debe ir íntimamente ligada a la comodidad de la misma, basándonos en que la posición más rápida siempre tiene que ser una posición sostenible durante el tiempo que dure la competición. Al respecto, es muy importante diferenciar la posición que se puede buscar en un contrarrelojista de la que debe llevar un triatleta que se enfrenta en solitario a 180km de bicicleta. Una ventaja del trabajo de optimización aerodinámica en velódromo respecto al túnel del viento es que en el velódromo el ciclista está pedaleando de verdad, y por lo tanto, será capaz de aportar mucha más información en cuanto a sus sensaciones de comodidad en las diferentes posiciones. Igualmente, los que se obtienen son más reales que los del túnel del viento en cuanto a que tiene en consideración la posición real del ciclista cuando pedalea, ya que en el túnel del viento la posición siempre va a ser más estática que la real.

## ¿En qué componentes merece más la pena gastar el dinero y hasta qué punto merece la pena la inversión?

### Las ruedas

Sí, está claro que a todos nos gusta cómo queda la bici con ruedas de perfil. Aparte de estar más chula la bici, ¿es realmente más rápida? ¡Pues sí! Es cierto que cuanto más perfil tenga una rueda más rápida es. Por ese motivo la rueda más rápida es la lenticular. Los motivos son bastante evidentes, ya que cuanto más perfil tenga la rueda menos sitios encuentra el viento para hacer recovecos. Por desgracia, las ruedas de perfil tienen el inconveniente del viento lateral, que provoca un efecto vela y hace que la bici se vuelva inestable. Por este motivo no se utilizan ruedas lenticulares en la rueda delantera y se evitan en la trasera cuando se prevén situaciones de elevado viento lateral. La elección del perfil es personal de cada uno en función de las zonas donde vaya a utilizarla. ¿Cuánto tiempo ahorramos con una rueda de perfil respecto a una rueda convencional? Según varias fuentes, con unas ruedas de 50-60mm de perfil se ahorra entre un minuto y un minuto y medio en 40 kilómetros, es decir, una diferencia interesante si pensamos en lo que puede suponer en distancias Ironman o medio Ironman. En términos de coeficiente aerodinámico estamos hablando de una reducción del Cda entre el 2 y el 3%. Las diferencias que puede haber entre unas ruedas y otras a igualdad de perfil son realmente pequeñas. La principal diferencia es la altura del perfil. Para encontrar las diferencias que hay entre unas marcas y otras el único recurso que tenemos es la búsqueda por internet en webs especializadas.

### El casco

Los cascos aero también suponen un gran quebradero de cabeza para muchos ciclistas. ¿Son eficientes? Sí, y mucho. Lo que ya es un poco más difícil de saber es el modelo que mejor le puede ir a cada uno, ya que la posición de la cabeza, el cuello y la espalda de cada uno son diferentes, y por lo tanto, el casco irá más o menos integrado. En cualquier caso, es bueno saber que cualquier casco aero moderno siempre nos hará ganar tiempo respecto a un casco convencional lleno de agujeros. ¿Cuánto tiempo ahorramos con un casco aero? En general, con un casco aero se miden mejoras en torno a un 5% o incluso algo más. Trasladado a tiempo ahorrado en 40 kilómetros nos situamos entre los dos y los dos minutos y medio. Respecto a los cascos, es muy importante valorar la comodidad de los mismos así como la ventilación que puedan tener, ya que en días muy calurosos pueden suponer un pequeño problema. Aportan buenas soluciones los que disponen de ventanitas de ventilación que podemos abrir cuando circulemos a baja velocidad.

### Botes

Otro elemento a tener en cuenta es dónde situamos los botes en la bicicleta. Está comprobado que la posición más aerodinámica es llevar el bidón en posición horizontal entre los brazos. A continuación, lo más ventajoso es llevarlo detrás del sillín. Y las peores posiciones son en el tubo diagonal y en el tubo del sillín. En estos casos, siempre se optimiza con botes que tengan diseños aerodinámicos, es decir, que sean más planos que los botes redondos tradicionales. Las mejoras que se obtienen pueden llegar a ser significativas: en torno a los 30 segundos de mejora en 40 kilómetros entre un bote entre los brazos y uno en el tubo de la bici. Es un detalle que es fácil de optimizar sin que suponga un gran desembolso de dinero.

### Otros detalles

Además de los componentes que ya hemos repasado (posición del ciclista, ruedas, cascos y botellas), hay otros detalles de la bici que también cuentan aunque en menor escala a la hora de optimizar la aerodinámica:

- El cuadro de la bici. Sabemos que todas las marcas tratan de decir que su cuadro es el más aerodinámico. Es cierto que existen diferencias entre unos cuadros y otros, pero la verdad es que no son abismales. Es un componente muy pequeño de la aerodinámica total como para que las diferencias sean muy significativas entre cuadros de la misma categoría.
- Neumáticos. Existen algunas diferencias en el coeficiente de rozamiento entre unos neumáticos otros. No está de más consultar en internet los últimos estudios publicados.
- La ropa. En general, debemos evitar las arrugas de la ropa, puesto que suponen un aumento en la resistencia aerodinámica. Debemos elegir prendas que vayan lo más ceñidas al cuerpo que podamos. De nuevo, un pequeño detalle a tener en cuenta.
- Herramientas, comida y repuestos. Es frecuente ver a triatletas que llenan la bici de bolsas o «cosas» a base de cinta aislante. Es preferible que lo que llevemos esté lo más escondido que podamos o que las bolsas que utilicemos vayan cuanto más integradas al cuadro mejor. Incluso el dorsal, será más aerodinámico si en vez de ir flameando buscamos una forma de colocarlo más estático.

## Análisis de componentes

Una vez hayamos optimizado nuestra posición, ya podemos empezar a pensar en las mejoras que podemos obtener a base de optimizar el resto de componentes que están expuestos al aire: el cuadro de la bici, las ruedas, el casco, los bidones, las bolsas (herramientas y/o comida) o incluso el dorsal. ¿En cuál de estos componentes es más rentable invertir nuestro dinero? ¿Cuánta velocidad me van a aportar o cuántos vatios puedo ahorrar yendo a la misma velocidad? La respuesta la podríamos encontrar analizando los datos obtenidos en el túnel del viento que los fabricantes o las revistas especializadas publican. Pero lo cierto es que la aplicación de estos datos no es una tarea sencilla principalmente por tres motivos:

1. En general, los datos que se obtienen en el túnel del viento se refieren a la resistencia que ese producto tiene en condiciones aisladas, es decir, que no tiene en

cuenta el resto de componentes que rodean a esa pieza en el mundo real. Veamos un par de ejemplos. Un casco en la cabeza de un maniquí no se va a comportar igual en la cabeza cualquier triatleta, ya que la posición de la cabeza respecto a la espalda puede ser muy diferente entre unos ciclistas y otros. Y el casco que puede ser muy aerodinámico para uno puede que no lo sea para otro. Otro ejemplo puede ser una rueda, que puede tener un comportamiento diferente en función del neumático que lleve o la forma del cuadro o de la horquilla.

2. Los datos que se obtienen en el túnel del viento se refieren a aire «limpio» es decir, un aire que no se ha contaminado por las otras partes que lleva la bici. Por este motivo, los datos que se obtienen no son todo lo significativos que parecen, ya que el impacto real es menor al ir integrados en el conjunto bici-ciclista. Para entenderlo, basta con pensar la resistencia que puede

tener una rueda trasera de forma aislada en un túnel de viento o situada en su sitio real en la bici. Efectivamente hay ruedas mejores y peores, pero las ganancias de forma aislada no son realmente extrapolables al mundo real.

3. Para conseguir un buen nivel de precisión, los tests en el túnel del viento se suelen hacer a una velocidad estándar de 48km/h. A menos velocidad, los sensores no llegan a tener suficiente sensibilidad. Como ya hemos visto que la resistencia aerodinámica aumenta exponencialmente con la velocidad, no podemos basarnos en los datos obtenidos a 48km/h en términos absolutos, solo en porcentaje de mejora.

Con todo esto no queremos decir que no se puedan obtener interesantes mejoras con unos u otros componentes, ni mucho menos. Solo queremos que el lector sepa interpretar los datos de resistencia aerodinámica que los fabricantes publican teniendo en cuenta cómo se obtienen esos datos. Es obvio que el empleo de componentes aerodinámicos nos va a hacer más rápidos, pero lo interesante es saber cuánto más rápido y a cuántos euros nos sale. Por estos motivos, la única forma de hacerse una buena idea de la interacción de los diferentes componentes es analizar la resistencia aerodinámica del ciclista en conjunto e ir introduciendo las diferentes variables: casco, ruedas, ropa, posiciones corporales... Esto es posible hacerlo en un túnel de viento o en un velódromo cerrado gracias a sistemas de análisis aerodinámico como Alphamantis. La metodología de trabajo se basa en medir el coeficiente aerodinámico inicial (Cda) e ir viendo cómo se modifica en función de los cambios posturales o de los componentes que se quiera comparar: cascos, ropa, botellas, posición del acople, etc.

### Todo suma

Como hemos podido ver, la optimización aerodinámica consiste en ir sumando detalles. Un 3% de aquí, un 5% de allá, un 2% de esto y un 1% de lo otro. Al final, podemos conseguir mejoras cercanas al 10% por poner un ejemplo. Y un 10% menos de tiempo en 180km puede ser un buen puñado de minutos de manera «gratuita». ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■



## BIBLIOGRAFÍA

GOURLEY, JIM. Faster. 2013. Velopress. [www.aeroweenie.com](http://www.aeroweenie.com)  
RETÜL UNIVERSITY. Positioned For Speed Course Manual.  
THE WIN TUNNEL. [www.youtube.com](http://www.youtube.com)