



PROSPECTIVA

ISSN: 1692-8261

rprospectiva@gmail.com

Universidad Autónoma del Caribe
Colombia

Frajja B., Iskandar

Estudio de la aerodinámica en los vehículos

PROSPECTIVA, vol. 4, núm. 2, julio-diciembre, 2006, pp. 66-70

Universidad Autónoma del Caribe

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=496251108011>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Estudio de la aerodinámica en los vehículos

Iskandar Fraija B.*

**Ingeniero Mecánico, Universidad del Norte, Magíster en Ingeniería de Automoción, Universidad Politécnica de Madrid, Profesor Catedrático Universidad Autónoma del Caribe. Grupo interdisciplinario e interinstitucional de investigación en Ingeniería Mecánica con énfasis en la preservación del medioambiente.
E-mail: Iskandar.fraija@uautonoma.edu.co*

RESUMEN

El estudio de la aerodinámica vehicular pretende dar a conocer el conjunto de acciones y efectos que ejerce el aire sobre los vehículos en movimiento y la manera de optimizarlos. En tal sentido, se identificarán las diferentes acciones aerodinámicas que se ejercen sobre los vehículos cuando sobre este actúan flujos interiores y exteriores de aire así como las fuerzas aerodinámicas que actúan sobre este y la influencia de los factores geométricos de la carrocería que contribuyen en la disminución o aumento de su resistencia al avance. Se determinarán las ecuaciones que gobiernan la aerodinámica y los diferentes ensayos que se realizan sobre túneles de viento.

PALABRAS CLAVES

Aerodinámica, Leyes de Newton, Mecánica de fluidos.

INTRODUCCION

La aerodinámica es la ciencia que estudia los flujos de aire. Tiene una influencia determinante en el diseño de los automóviles, pues gracias a ella se puede reducir el consumo de combustible y mejorar el comportamiento direccional a velocidades elevadas.

Un vehículo tiene una buena aerodinámica cuando ofrece la menor resistencia posible al aire. La resistencia que opone un vehículo al aire se expresa según el coeficiente de resistencia aerodinámica o "Cx".

Un valor de Cx igual a 1 es el que opone una superficie plana enfrentada contra el aire. Cuanto menor sea el Cx de un vehículo mejor será su aerodinámica. El valor de 0,30 corresponde a un buen coeficiente aerodinámico y es el equivalente al de una gota de agua, por lo que en una época se trató de calcar esta forma en el diseño de la carrocería de los vehículos.

Los pequeños apéndices de un automóvil, como los espejos retrovisores, antenas, molduras o manillas, repercuten negativamente en la aerodinámica, por lo que son objeto de estudio especial en esta materia.

La incorporación de spoilers y alerones permiten evitar un efecto de fluctuación en cualquiera de los ejes de un automóvil cuando se rueda a velocidades elevadas, momento en el que las fuerzas aerodinámicas

se modifican ostensiblemente.

Los fabricantes de todo el mundo invierten mucho tiempo y dinero en pruebas y prototipos para lograr un vehículo que conjugue la estética con la ingeniería para poder entregar un producto apetecible y económico en consumo, costos que hacen parte del valor final del carro.

Cuando se invento el automóvil solo se pensaba en este como un medio de transporte, y las velocidades conseguidas solo dependían de la cilindrada y la potencia de su motor. A finales del siglo XIX y principios del siglo XX, la preocupación de los fabricantes de estaban centrados en el desarrollo y optimización de los componentes mecánicos de un automóvil (Motor y transmisión); sin embargo, la estética también jugaba un papel fundamental ya que los vehículos consistían en un chasis precario sobre el cual se montaba el motor, la transmisión y las tres o cuatro ruedas con su respectivo sistema de dirección. Todo esto se mataba con una carrocería a la moda, generalmente diseñada por carroceros, con un fin más estético que ingenieril. En el diseño de un automóvil moderno interviene de manera fundamental la forma de su carrocería, que influye tanto en el aprovechamiento de la potencia que desarrolla el motor como en la estabilidad del vehículo a elevadas velocidades. Los cálculos para obtener los mejores resultados pertenecen a la

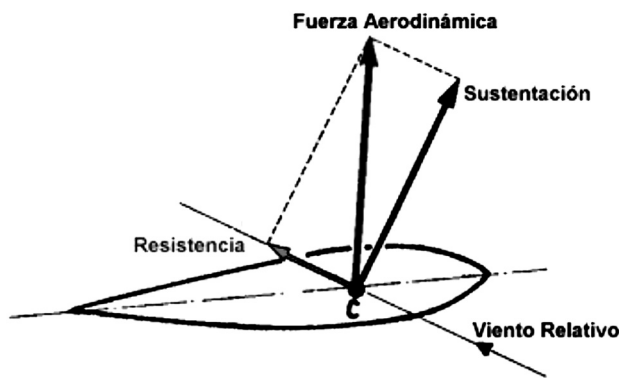
aerodinámica.

DESARROLLO

La aerodinámica vehicular tiene por objeto el conjunto de acciones y efectos que ejerce el aire sobre el vehículo en movimiento, así como la forma de lograr que estos sean los mas favorables posibles.

En un vehículo, la fuerza aerodinámica es generada cuando una corriente de aire fluye sobre y por debajo de este. La Fuerza Aerodinámica es la resultante de dos fuerzas que desempeñan un papel importantísimo, estas son, la sustentación y la resistencia al avance.

Figura No 1 Perfil de ala.

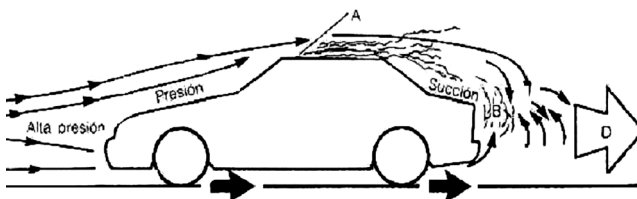


DESCOMPOSICIÓN DE LA FUERZA AERODINÁMICA

Dentro del estudio de la aerodinámica vehicular se tienen dos tipos de flujos los cuales tienen incidencia sobre el desempeño final del automóvil:

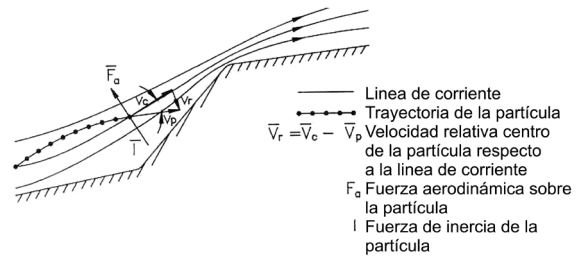
a) Flujo de aire exterior al vehículo: Este flujo de aire actúa sobre la superficie exterior produciendo zonas de presión, depresión y rozamiento e influyendo no solo en el avance final del vehículo por la resistencia aerodinámica generada, sino también por los esfuerzos que se generan sobre las llantas y a elevadas velocidades sobre la estabilidad direccional del mismo.

Figura No 2. Flujo exterior de aire.



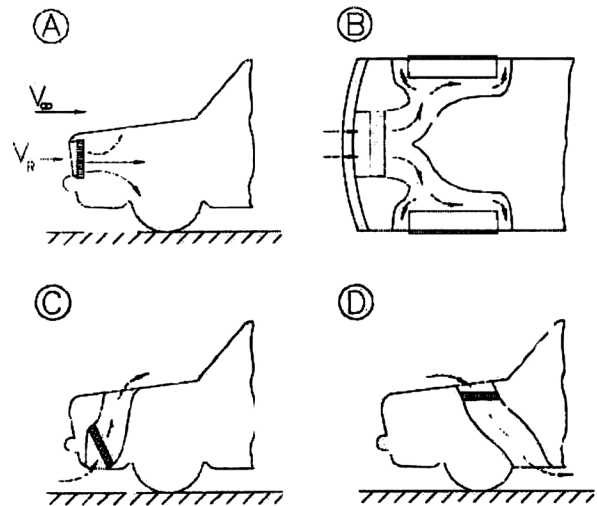
Adicionalmente, las partículas que viajan con la corriente de aire se adhieren a la superficie exterior de la carrocería y cristalería, generando suciedad con detrimento de la visibilidad y seguridad en la conducción por perdida de visibilidad.

Figura No 3. Transporte de partículas.



b) Flujo de Aire interior al vehículo: En lo referente a la circulación del aire interior en los vehículos,

Figura No 4. Flujo Interior de Aire.



Tenemos que este flujo se presenta por dos necesidades críticas: la refrigeración del motor y la aireación del habitáculo de pasajeros, prevaleciendo el primero por las nuevas tendencias de fabricación de motores de mayor potencia, motores mas compactos y por la reducción de las superficies abiertas para entradas de aire.

La resistencia aerodinámica al avance, C_x , es la variable más importante en el estudio de la aerodinámica de los vehículos, ya que del diseño de los vehículos se pueden obtener algunos beneficios adicionales como lo son la reducción en consumo de combustible y confort, entre otros.

La resistencia aerodinámica total viene dada por la suma de las resistencias debidas al rozamiento y a la presión.

$$R_{ax} = R_{ar} + R_{ap}$$

$$R_{ax} = (2R_{ax}/(\rho AV^2)) + (2(P-P_{\infty})/\rho V^2)$$

Figura No 5. Resistencia debida al rozamiento.

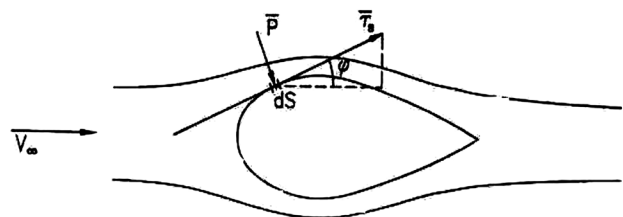
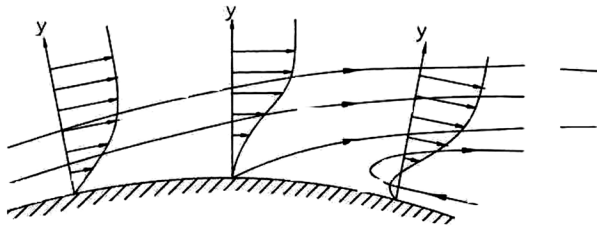


Figura No 6. Resistencia debida a la presión.



La contribución de las diferentes resistencias a la total varía de unos vehículos a otros; se pueden ofrecer los siguientes valores que solo pueden considerarse como orientativos:

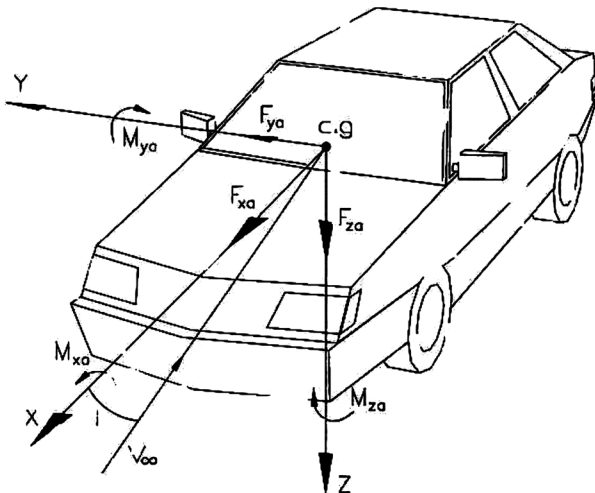
Tabla No 1. Contribución de resistencias.

Resistencia de presión	> 70%
Resistencia de rozamiento	< 10%
Resistencia de densidad	> 10%
Resistencia Interna	≈ 10%

ACCIONES AERODINAMICAS SOBRE LOS VEHICULOS.

Las acciones aerodinámicas pueden representarse por una resultante general de las fuerzas y momento resultante, aplicados al centro de gravedad del vehículo. Las componentes de fuerzas en dirección longitudinal, transversal y vertical pueden apreciarse en la figura adjunta.

Figura No 7. Fuerzas y Momentos.



Resistencia aerodinámica al avance

$$F_{xa} = \frac{1}{2} \rho C_x A_f V^2$$

Empuje Lateral Aerodinámico

$$F_{ya} = \frac{1}{2} \rho C_y A_f V^2$$

Sustentación aerodinámica:

$$F_{za} = \frac{1}{2} \rho C_z A_f V^2$$

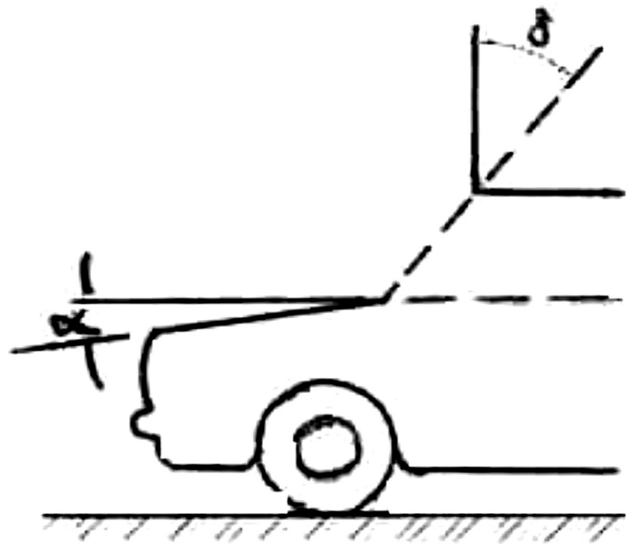
Estas fuerzas y momentos varían según el aporte dado por las siguientes disposiciones geométricas y elementos del vehículo:

Tabla No 2. Factores que afectan a Cx.

FORMA GEOMÉTRICA PARTE DELANTERA
PUNTO DE ESTANCAMIENTO
INCLINACIÓN CAPOT
INCLINACIÓN PARABRISAS DELANTERO Y TRASERO
FORMA GEOMÉTRICA PARTE TRASERA
EFFECTO DIFUSOR PARTE TRASERA
LATERALES DEL VEHICULO
BAJOS DEL VEHÍCULO
RINES (Flujos)
SPOILER DELANTERO Y TRASERO
ANGULO DE ATAQUE

Cada una de ellas influye en mayor o menor proporción al valor de Cx incidiendo de igual manera en el consumo de combustible y confort del vehículo. Como ejemplo podemos citar la influencia del ángulo de inclinación del capot y parabrisas delantero sobre la resistencia al avance:

Figura No 8. Incidencia del capot y parabrisas.



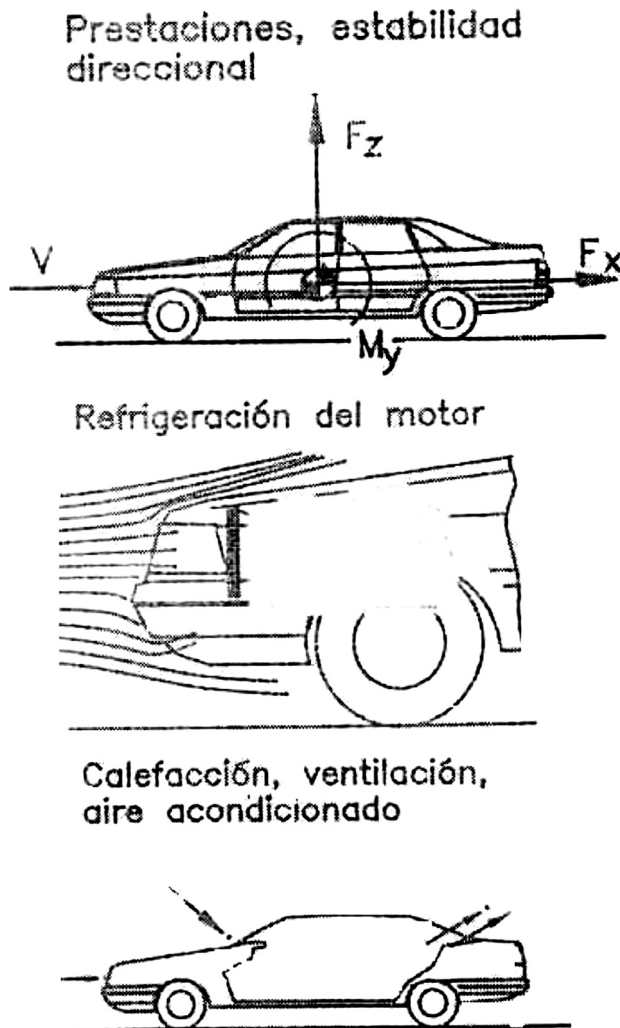
Un ángulo de capot elevado ayuda a suavizar el flujo del aire disminuyendo la resistencia aerodinámica pero con la limitante de valor máximo por el requerimiento de la disponibilidad de espacio para los componentes internos al motor.

De igual manera, un ángulo de parabrisas elevado disminuye notoriamente la resistencia aerodinámica pero en detrimento de la seguridad del conductor por la penetración de mayor rayos solares y una disminución de la altura del techo hacia el diseño final.

ENSAYOS AERODINAMICOS

En mecánica de los fluidos, aerodinámica, etc., la complejidad de las ecuaciones matemáticas hace todavía hoy imposible su tratamiento completo en problemas prácticos. Además, existen parámetros que por su naturaleza son claramente experimentales. Es necesario por lo tanto contar con medios que hagan posible el estudio de estos fenómenos de una manera económica y fiable. El túnel de viento es la herramienta adecuada para la verificación, estudio y desarrollo de técnicas y procedimientos, así como de teorías, con la finalidad de entender el comportamiento de cuerpos o masas de aire en movimiento.

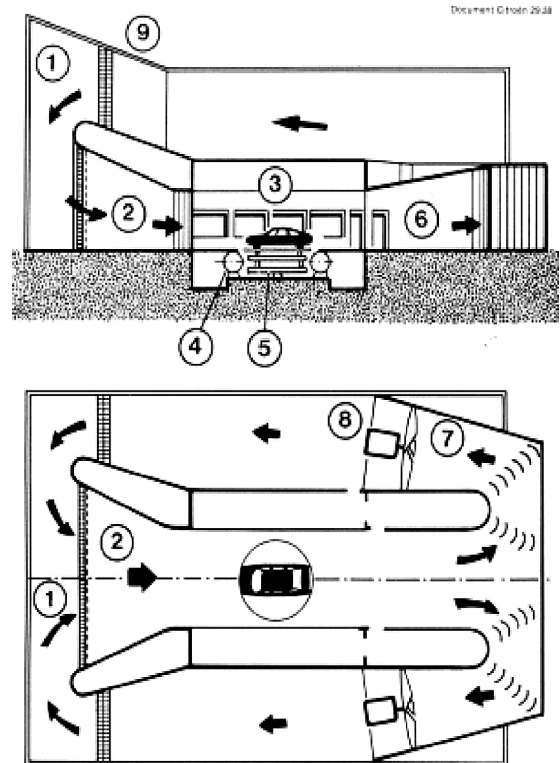
Es innumerable la cantidad de ejemplos donde se hace necesario el conocimiento del comportamiento de aire en presencia de otros cuerpos, haciendo imprescindible su estudio por la vía de túneles de viento. Las posibilidades de visualización del movimiento del fluido, como así también la posibilidad de proponer experiencias, le otorgan además calidades educativas importantes para el estudio de cada uno de los siguientes conceptos:



Aunque hay muchos tipos de túneles de viento, por lo general pueden definirse como conductos que llevan en alguna parte de su trayecto un ventilador accionado por un motor, que se encarga que el aire fluya de manera constante; usualmente las aspas del ventilador son diseñadas, según el tipo de túnel que se vaya a construir, de manera similar a como se hacen las de los aviones.

Para simular las condiciones reales, es necesario simular las condiciones atmosféricas. Estas se caractericen por un grado bajo de turbulencia (definida como perturbaciones alrededor de un valor medio de velocidad de el aire). Se impone por lo tanto la necesidad de contar con un túnel que produzca aire en condiciones similares de turbulencia, es decir, con niveles relativamente bajos de la misma. Los túneles de viento constan de varias partes. La parte de interés para la experimentación es la sección de pruebas, que debe ser transparente para permitir la observación y la filmación, en ella se instala el modelo del vehículo o forma cualquiera, y diferentes aparatos que midan las fuerzas que experimenta este y las condiciones del aire que atraviesa esta sección.

Figura no 10. Túnel de ensayos del St-Cyr Aerotechnical Institute



1. Cámara de estabilización
2. Chorro de aire
3. Túnel de prueba
4. Roller bench
5. Dinamómetro de aire
6. Difusor central
7. Difusores Laterales

8. Motor – ventilador
9. Intercambiador de calor

Resulta de interés que la sección de pruebas sea de menor área que el resto del túnel, puesto que por conservación de caudal genera una velocidad mayor cerca del modelo; ahorrando energía en el ventilador, que genera el mismo efecto en la sección de pruebas con una potencia menor, que además reduce las pérdidas por fricción en las paredes y codos del túnel.

Como una reducción brusca en el área de la sección genera desprendimientos y turbulencias, en la entrada de esta se coloca un cono que reduce de manera gradual el área, al que se le denomina contracción, de manera similar, al acabar la sección de pruebas hay un tramo denominado difusor, encargado de aumentar el área y disminuir la velocidad del aire. Aunque las velocidades con que se experimenta en los túneles de viento varían dentro de un amplio rango, solo se considerarán las menores a 360 MPH, denominadas subsónicas, donde la compresibilidad del aire es despreciable. La atracción de los túneles de viento radica en que no es necesario someter a experimentación el prototipo sino a un modelo a escala que guarde parecido aerodinámico. Para conocer las fuerzas que se aplican al caso real, en un túnel subsónico, debe existir una similitud geométrica, lo que hace que ambos tengan la misma escala de longitudes, tiempo y fuerzas. El tamaño del modelo define en muchos casos el tamaño de la sección; en teoría sería ideal que la sección tuviera el mayor ancho posible, sin embargo, por razones económicas, es aceptable que la envergadura del modelo sea como máximo cuatro quintas partes del ancho de la sección.

Dentro de las variaciones en los túneles de viento, la principal diferencia es la posibilidad de la recirculación del aire. Los túneles de viento pueden ser de circuito abierto donde el aire que entra vuelve a salir o de circuito cerrado, donde el aire realiza siempre el mismo recorrido. Un túnel del primer tipo tiene la ventaja de ser relativamente más barato en su construcción, pero requiere de más

aire disponible, más energía y hace más ruido.

Los túneles de viento no van dirigidos exclusivamente al diseño de aeronaves, sino también al de automóviles, bicicletas, edificios, a simular la propagación de incendios y de contaminantes atmosféricos. Para los resultados de las pruebas no sólo se usan sensores, también se usan sustancias que sirven para visualizar el flujo, como es el caso de los túneles de humo o túneles en los que se utiliza agua con jabón para marcar líneas y trayectorias en el fluido. En la siguiente figura, se pueden apreciar las líneas del flujo de aire en pruebas de túnel aerodinámico con base en estas técnicas.

Figura no 11. Pruebas en túneles con sustancias.



CONCLUSIONES

La resistencia al avance de un vehículo se ve afectado por factores inherentes a la geometría de su diseño exterior de carrocería y de componentes externos que lo conformen los cuales, dependiendo de la aplicación final, ayudan a minimizar ó incrementar el impacto final al avance del vehículo. Adicionalmente, la tendencia de diseño aerodinámico de los automóviles es cada vez más exigente por las regulaciones en consumos energéticos, exigencias de seguridad, control ambiental, y demás aspectos relacionados con la viabilidad de la producción de los prototipos de diseño en función de la complejidad geométrica de estos y la disponibilidad de equipos para fabricarlos

BIBLIOGRAFIA

- [1] Aparicio, F.; Vera, C, García, A.. (1991). Teoría de vehículos y Automóviles. Problemas. Sección de Publicaciones de la ETSII. Universidad Politécnica de Madrid.
- [2] BARNARD, R.H. Road Vehicles Aerodynamic Design. 1996
- [3] RIOS, Orlando. La Suspensión de Automóviles de Competición. Ediciones CEAC.
- [4] CHARLOTEAUX, M. Suspensión y Dirección. Serie técnica del automóvil. Marcombo S.A.