

La génesis del viento

El viento es una de las variables meteorológicas más importantes para el piloto. Presente durante todas las fases del vuelo, es durante el despegue y el aterrizaje cuando puede convertirse en un factor de riesgo, especialmente cuando aumenta o disminuye bruscamente en las proximidades del suelo (fuerte cizalladura), lo que complica la maniobrabilidad de las aeronaves. Dedicaremos el presente artículo a exponer las causas que dan origen al viento.

En primer lugar, conviene definirlo de forma precisa, ya que no todas las definiciones que circulan por ahí son correctas. Por ejemplo, el Diccionario de la Real Academia Española define el viento como la "corriente de aire producida en la atmósfera por causas naturales", lo que incluiría a las ascendencias y descendencias; sin embargo, en Meteorología el viento es únicamente el movimiento horizontal del aire.

La causa primera por la que el aire se desplaza sobre la superficie

terrestre, la encontramos en las diferencias de presión atmosférica que hay entre unas zonas y otras de dicha superficie. La estrecha relación existente entre la presión y la temperatura del aire, hace que dichas diferencias de presión sean el resultado del calentamiento desigual al que se ve sometido nuestro planeta. Mientras que en la zona tórrida que rodea al Ecuador entra anualmente más energía solar que la que sale, en las regiones polares ocurre justo lo contrario. Si el aire permaneciera estático, el



Superior
Cirros de la variedad uncinus, con su característica forma ganchuda. La presencia en el cielo de estas nubes delata la presencia de vientos fuertes, asociados a corrientes en chorro, en la parte alta de la troposfera.
FUENTE: Wikipedia.

Arriba
Efecto provocado por un viento cruzado sobre un avión de la compañía EasyJet en el aeropuerto de Edimburgo (Escocia).
Crédito: © John Gilchrist.

Texto: José Miguel Viñas
Fotos: Autor, salvo indicado

Ecuador sería una zona cada vez más caliente y en los polos haría cada vez más frío. Los vientos y las corrientes oceánicas son los encargados de transportar el calor de unas zonas a otras. La presencia cuasipermanente de varias células de circulación atmosférica a escala planetaria, da como resultado la formación de grandes sistemas de alta presión (anticiclones) en torno a los cuáles se desplazan las bajas presiones (borrascas). Si sobre el aire sólo actuara la fuerza resultante de la diferencia de

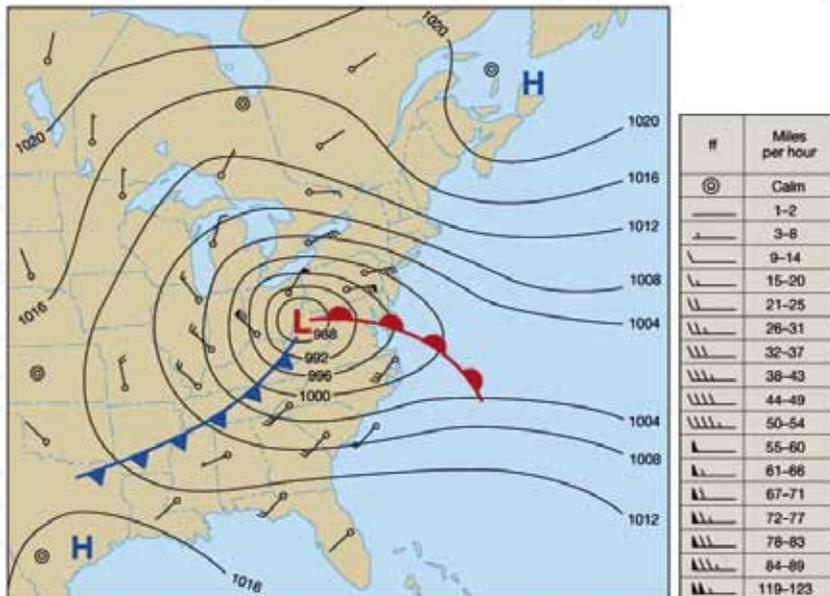
presión, el viento siempre soplará de las altas a las bajas presiones, lo que en la mayoría de los casos no ocurre. La rotación terrestre (a través del conocido efecto Coriolis), la fricción con el suelo y las fuerzas centrífugas alteran significativamente los flujos de aire.

El movimiento al que se ve sometido en un momento dado una pequeña parcela de aire -todo lo pequeña que Vd. quiera- es el resultado del conjunto de fuerzas que en ese instante están actuando de forma simultánea sobre dicho volumen de aire. La primera fuerza a considerar es la debida a la gravedad terrestre. A pesar de que la Tierra no es una esfera perfecta -es un geoide-, y tiene una masa irregularmente repartida por todo su volumen, el valor de dicha fuerza es aproximadamente el mismo sobre cualquier partícula atmosférica que consideremos, tirando de todas ellas hacia abajo, en dirección al centro de masas terrestre. Al no existir diferentes "tirones" gravitacionales de unos lugares a otros y no influir en el movimiento horizontal del aire, podemos prescindir de la fuerza de la gravedad en nuestro estudio de las fuerzas que dan lugar al viento.

La fuerza del gradiente horizontal de presión es la principal responsable de la existencia del viento. Dicho gradiente se corresponde con la variación de la presión atmosférica por unidad de distancia medida perpendicularmente a las isobaras. Dicha fuerza va siempre dirigida

Derecha

Mapa de isobaras donde se aprecia de qué forma sopla en viento en torno a un sistema de bajas presiones localizado en la Costa Este de los EEUU.



las altas a las bajas presiones, lo que es lógico, ya que las zonas de la atmósfera donde la presión es más alta que en los alrededores (anticiclones), pueden considerarse "manantiales" de los que el aire tiende a escapar, mientras que en las zonas de baja presión (borrascas) serían "sumideros" que continuamente han de ser rellenados por el aire sobrante circundante.

Cuanto menos separadas estén las isobaras en un mapa, mayor será la intensidad del viento que soplará entre ellas, de manera que, de un primer vistazo, son fáciles de identificar en una carta sinóptica de superficie las zonas donde soplarán los vientos más intensos,

lo que suele acontecer en torno a las borrascas más profundas y en algunos corredores de los bordes de los anticiclones. La presencia de estrechamientos naturales en el terreno contribuye a intensificar todavía más el viento, aparte de canalizarlo en determinada dirección, tal y como ocurre en muchos valles o en determinados pasillos entre montañas.

La rotación de la Tierra es otro de los factores que debemos de tener en cuenta, ya que induce sobre cualquier molécula de aire que se desplaza por la atmósfera una fuerza aparente que "tira" de ella hacia la derecha o la izquierda (dependiendo del hemisferio), provocando continuas

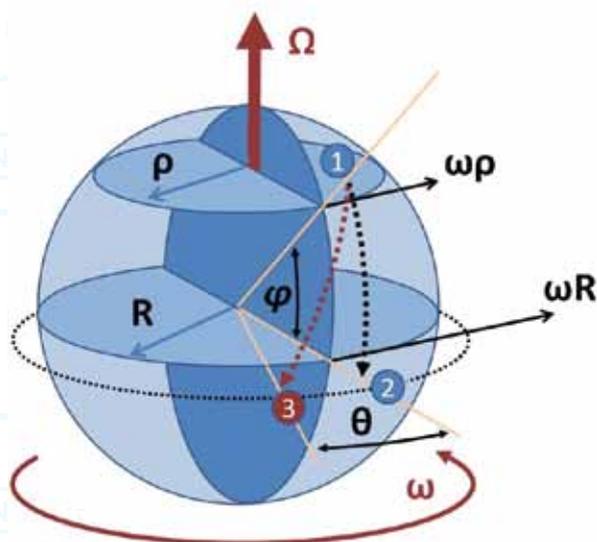
Abajo-derecha

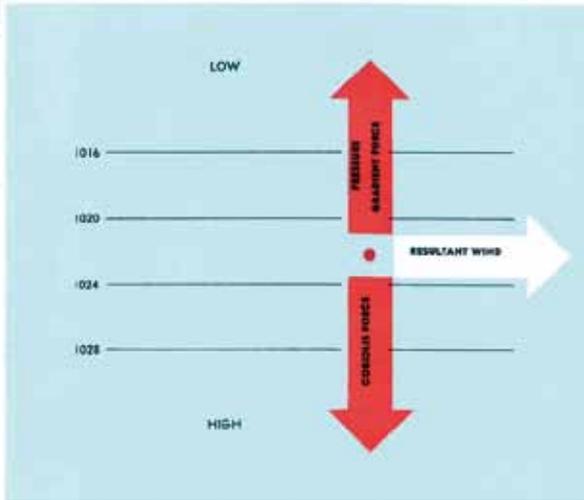
Imagen captada por el sensor MODIS del satélite Aqua, captada el 4 de septiembre de 2003, donde se observa una borrasca situada en las cercanías de Islandia. Su espectacular forma espiral es consecuencia directa de la acción de la fuerza de Coriolis. FUENTE: NASA.



Abajo-izquierda

Representación esquemática del efecto de Coriolis sobre un objeto que se deslaza en





desviaciones en las trayectorias del aire. La conocida como fuerza de Coriolis -llamada así en honor al científico francés que postuló su existencia- no solo actúa sobre las moléculas gaseosas que forman la atmósfera, sino sobre todos los objetos que se desplazan en ella y sobre la superficie terrestre. Si bien en desplazamientos cortos en los que se emplea poco tiempo, el efecto de la fuerza de Coriolis es despreciable, cuando las distancias recorridas son grandes y se emplea más tiempo en ello, su influencia es manifiesta, tal y como ocurre, por ejemplo, con las rutas de los aviones comerciales, que deben ser corregidas adecuadamente. La fuerza de Coriolis es máxima en los polos, disminuyendo al bajar de latitud, hasta hacerse nula en el Ecuador. Cuanto más fuerte es el viento, mayor será la magnitud de dicha fuerza, manifestándose de forma más clara sus efectos, lo que da como resultado, por ejemplo, las bonitas espirales nubosas que adoptan las borrascas o los ciclones tropicales.

En los movimientos del aire que tienen lugar en la atmósfera, quedan aún un par de fuerzas a considerar, si bien habrá casos en que podamos despreciarlas. Una de ellas es la fuerza centrífuga, que surge siempre que haya trayectorias circulares de por medio (algo muy común en los entornos donde tengamos bajas presiones). Aparece entonces una nueva fuerza ficticia que trata de "tirar" hacia fuera al objeto en movimiento (el aire, en el caso que nos ocupa). Siempre que las isobaras adopten formas curvas, el aire que discurre entre ellas se verá sometido a dicha fuerza centrífuga, que en todo momento tratará de alejar a las moléculas gaseosas del eje de giro de la trayectoria circular

Arriba
El equilibrio entre la fuerza de Coriolis y la fuerza del gradiente horizontal de presión da como resultado el viento geostrófico, que sopla paralelo a las isobaras en el sentido mostrado en la figura (Hemisferio Norte). FUENTE: Aviation Weather.

por ellas descrita. Si, además, nos encontramos en las cercanías del suelo, la fricción del aire con el mismo contribuirá a frenar el viento, apareciendo la llamada fuerza de rozamiento, opuesta al movimiento. En Meteorología, recibe el nombre de "Capa Límite Planetaria" (CLP), el estrato atmosférico que está influenciado por la presencia de la superficie terrestre y, por tanto, donde el efecto de la fricción no es despreciable. El grosor de la CLP es muy variable, ya que depende del grado de rugosidad del terreno y también del momento del día. Sobre un suelo llano y poco rugoso rara vez se extiende más allá de los 2.000 pies de espesor, pudiendo alcanzar su tope hasta los 6.000 pies de altitud sobre una zona montañosa.

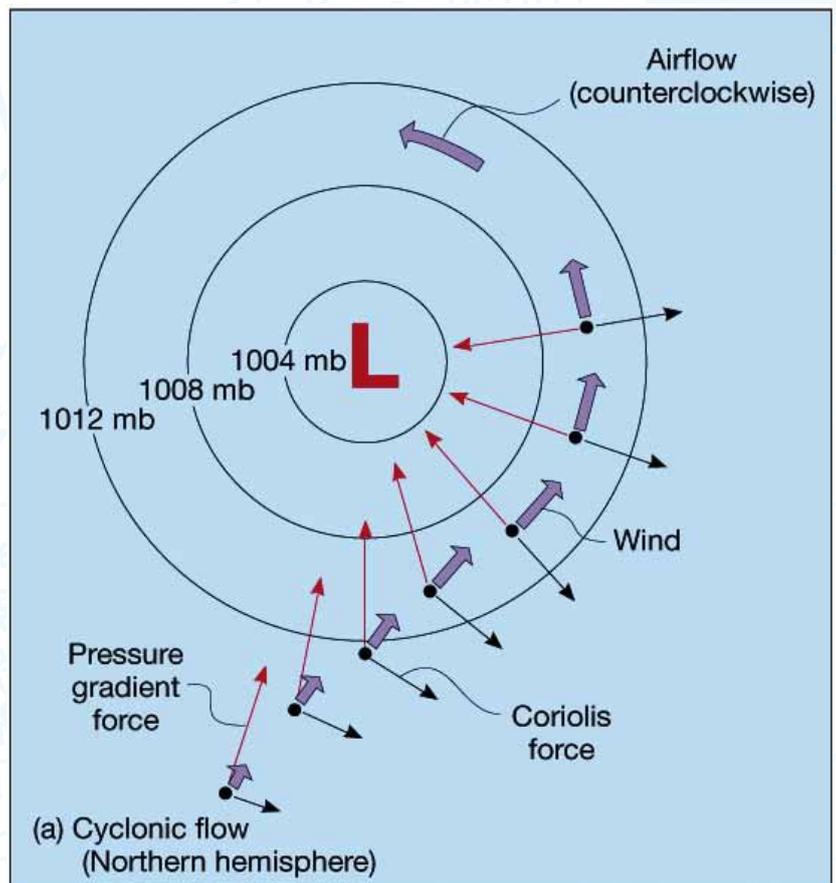
Por encima de la CLP, en la atmósfera libre, podemos considerar nula a la fuerza de rozamiento, y si además las isobaras no presentan curvatura -en cuyo caso tampoco habrá fuerza centrífuga alguna-, el movimiento horizontal del aire surge del equilibrio que tiene lugar entre la fuerza del gradiente horizontal de presión y la fuerza de Coriolis. Bajo tales circunstancias, el viento resultante es el llamado viento geostrófico, que podremos aproximar al real en la citada atmósfera libre, siempre y cuando

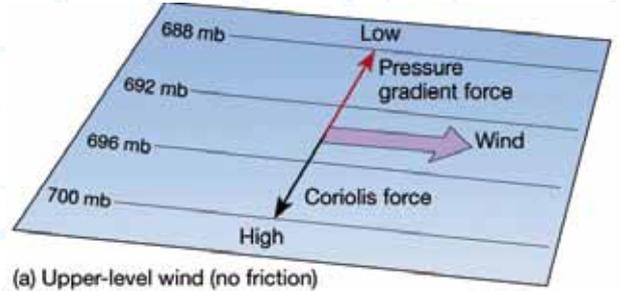
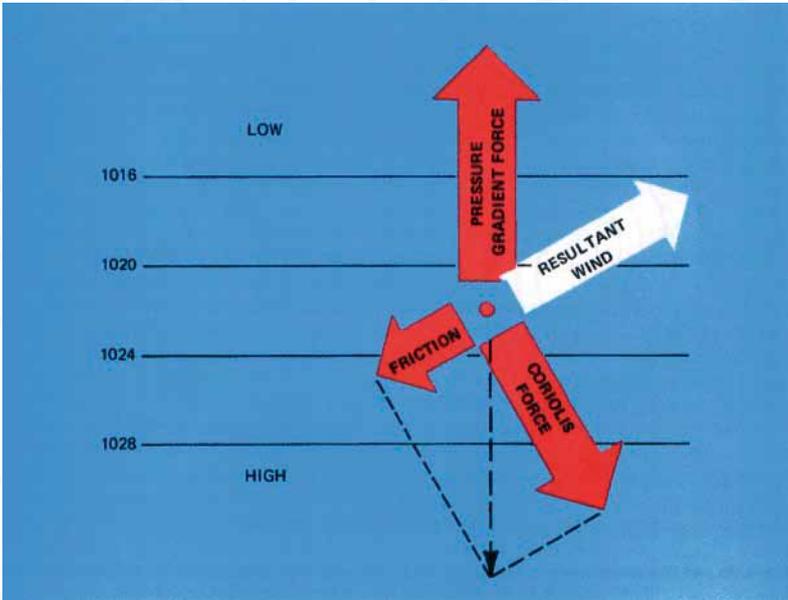
las isohipsas (líneas de igual altura equipotencial que nos permiten visualizar cómo es la distribución vertical del campo de presión atmosférica) sean líneas rectas, o también sobre el mar o una llanura, con las isobaras también rectas. El viento geostrófico soplará paralelo a ellas, dejando las altas presiones a su derecha y las bajas a su izquierda (al revés en el Hemisferio Sur, debido a que la fuerza de Coriolis tira de las partículas en sentido contrario).

Figura 5

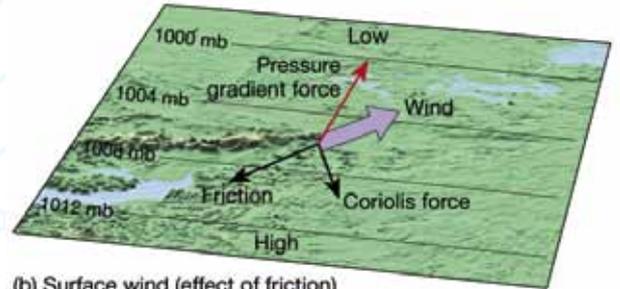
En 1857, el meteorólogo holandés C. H. D. Buys-Ballot estableció la famosa ley bórica del viento que lleva su nombre -en realidad postuló un conjunto de reglas empíricas-, cuya aplicación práctica se extendió rápidamente entre los marinos de la época. Su acierto se basaba precisamente en el hecho de que el viento en la mar, bajo determinadas condiciones meteorológicas, puede considerarse geostrófico. La citada ley (referida para el Hemisferio Norte) puede enunciarse del modo siguiente: "Si una persona se coloca de espaldas al viento con los brazos en cruz, la presión atmosférica que soporta su mano izquierda es inferior a la que soporta su mano derecha", por lo que las bajas presiones quedarían a su izquierda. El viento geostrófico es máximo en

Derecha
Representación esquemática del viento del gradiente, girando en sentido antihorario alrededor de un centro de bajas presiones (Hemisferio Norte).





(a) Upper-level wind (no friction)



(b) Surface wind (effect of friction)

el Ecuador y mínimo en los polos. Si las isobaras son curvas, todavía sin considerar rozamiento alguno, entra en escena la fuerza centrífuga y el viento resultante del equilibrio de esta fuerza inercial con la fuerza del gradiente horizontal de presión y la de Coriolis es el llamado viento del gradiente. Dicho viento se aproxima bastante al que observamos que sopla en torno a las borrascas y los anticiclones. Mientras que en las primeras el viento gira en sentido contrario a las agujas del reloj, en los segundos lo hace en sentido horario, en el de las agujas, siendo esto así en el Hemisferio Norte, ya que en el Sur se invierte el sentido de giro. El viento del gradiente es un viento teórico que no se observa en la atmósfera real, ya que el aire tiende a rellenar las borrascas (convergencia) y a escapar de

los anticiclones (divergencia). Es justamente la fuerza de rozamiento la que induce al aire a cruzar las isobaras, bajo un ángulo que varía entre los 25 y los 35 grados sobre tierra firme y algo menos -entre 10 y 20 grados- sobre la superficie marina. A medida que vamos ganando metros en la atmósfera el vector viento se va enderezando, soplando cada vez más paralelo a las isobaras, hasta hacerse geostrófico en la atmósfera libre. En las figuras anexas se observa muy bien cuál es el efecto de la fricción sobre el movimiento final que adopta el aire. Aparte del cambio de dirección que va experimentando al desplazarnos según la vertical, la intensidad del viento aumenta con la altura, en la medida en que la fuerza de rozamiento va haciéndose cada vez más pequeña, frenando cada vez menos al aire. ■

Arriba-izquierda

La fricción con el suelo frena al viento y, consecuentemente, reduce la fuerza de Coriolis, pero no afecta a la del gradiente horizontal de presión. Los vientos en las cercanías de la superficie terrestre sufren una desviación, cruzando las isobaras hacia la baja presión. FUENTE: Aviation Weather.

Arriba-derecha

Viento en la atmósfera libre (arriba) y junto al suelo (abajo) sobre la vertical de un lugar.

Para aclarar cualquier duda meteorológica que tengas y si quieres ver también publicadas en la revista tus fotografías de los cielos y de los fenómenos meteorológicos captados en tus travesías, puedes ponerte en contacto con nosotros a través del correo electrónico: **info@divulgameteo.es**

FE DE ERRATAS

En el número anterior de la revista (*Avión & Piloto* nº 20), apareció mal, por error, el pie de la figura inferior de la página 25. En lugar del texto que fue publicado, debería de haber aparecido el siguiente: "Mapa de tiempo significativo para Europa, entre los niveles FL100 y FL450, previsto para el 1 de marzo de 2000 a las 18 UTC. Información elaborada por el WAFC de Londres."

Distribuidores para España de FILSER - FUNKWERK



Radio VHF
948,74 € + IVA



Transponder A/C-S
1973,95 € + IVA



**AEROPLANS
BLAUS**

**EL ESPECIALISTA EN ACCESORIOS
PARA AVIACION DEPORTIVA**

- AVIÓNICA
- MECÁNICA
- ELECTRICIDAD
- INSTRUMENTACIÓN
- SEGURIDAD
- NAVEGACIÓN
- HERRAMIENTAS
- COMPLEMENTOS

Tienda on-line: www.aeroplans-blaus.com Atención personal: 93 830 07 77