

La cizalladura descafeinada

Rafael Cubero Robles
Meteorólogo y ex piloto de Iberia

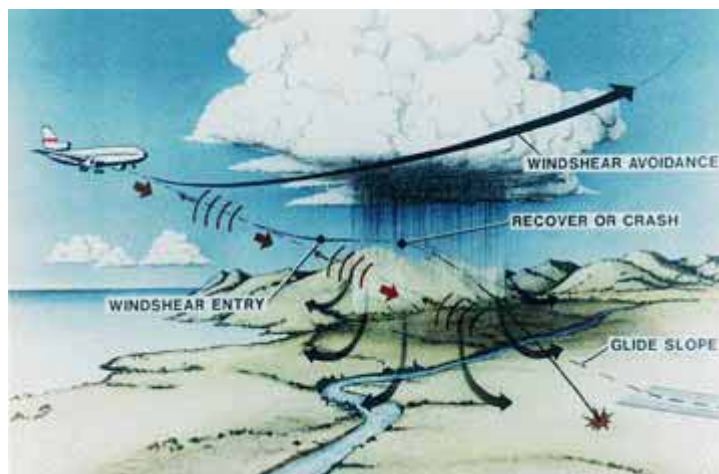
bwanacub@navegalia.com

A lo largo de nuestras vidas aeronáuticas hemos tenido que convivir y enfrentarnos a las condiciones adversas del viento: turbulencias orográficas y convectivas, nubes rotores de la onda de montaña, turbulencias en aire claro (CAT), corrientes ascendentes y descendentes intensas, turbulencias de estela y de punta de plano, etc. Todos estos enemigos tenían nombre y apellido. Durante el final de los 60 se produjeron una serie de accidentes cuya investigación condujo a desenmascarar un nuevo enemigo eólico: el gradiente vertical del viento a baja altitud o cizalladura (windshear, WS, de ahora en adelante) que afecta a los reactores pesados en fase de aproximación final o de ascenso inicial al atravesar capas de aire en las que hay una marcada diferencia del vector de viento.



Microrráfaga descendente, centro de la imagen, en un aeropuerto de EEUU momentos antes del aterrizaje de una avión.

En los 70 se produjeron otros accidentes que pudieron ser investigados minuciosamente gracias a los registros de los radares Doppler, siendo las culpables las microrráfagas descendentes (microburst), generalmente asociadas a tormentas en las que coinciden fuertes cizalladuras e intensas corrientes descendentes.



Las microrráfagas descendentes de origen convectivo donde coinciden fuertes cizalladuras e intensas corrientes descendentes. Esquema de este tipo de fenomenología en la fase de aterrizaje de un avión

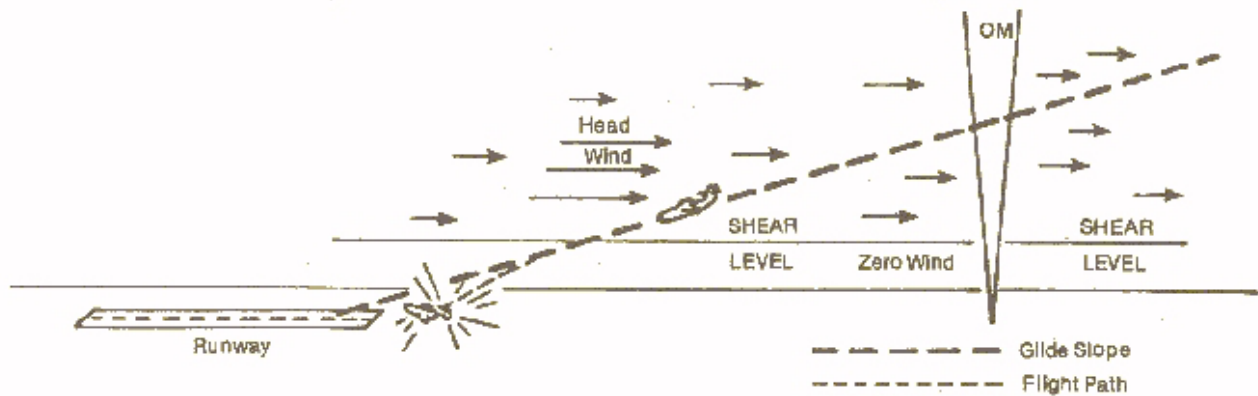
Pues bien, dado que la cizalladura o windshear como concepto de física atmosférica se define como el cambio del vector viento de un punto del espacio a otro, resulta que el windshear está presente en todos y cada uno de los fenómenos mencionados y particularmente en los casos de movimientos turbulacionarios causantes de la turbulencia, por la que comenzó a usarse el término cizalladura como sinónimo de turbulencia aunque existan casos de cizalladura severa sin turbulencia. También es cierto que en cualquier lugar y punto de la atmósfera existe cizalladura a no ser que existiese una atmósfera imposible en la que en todos sus puntos el viento fuera idéntico.

El motivo de esta falta de rigor en el uso del término cizalladura, que lo ha convertido en cajón de sastre en el que tienen cabida todos estos fenómenos, creo que reside en el curioso fenómeno psicológico de que cuando se introduce ese término para describir el caso concreto de capas de aire adyacentes con una acusada diferencia entre sus velocidades respectivas, tiene tanta aceptación que poco a poco acaba por utilizarse para denominar a la turbulencia porque, como hemos dicho, ésta siempre lleva aparejada cizalladura, aunque existan cizalladuras, en especial en una escala que afecta a la "performance" de la aeronave, que no van acompañadas de turbulencia (algo similar al éxito de la muy específica "gota fría" que ha quedado para los no profesionales como sinónimo de lluvias fuertes y persistentes).

Así, nos encontramos, a veces, con avisos en el ATIS de "windshear a 6000 pies en todas las pistas" que se repiten cada diez minutos y durante varios días consecutivos. Este tipo de avisos tienen el mismo efecto que la moraleja del cuento de iqué viene el lobo!

CIZALLADURA EN NIVELES BAJOS

Por ello debemos insistir en que cuando se habla de cizalladura o gradiente vertical del viento como de un peligro para la aviación debemos referirnos únicamente a aquella cizalladura a niveles bajos (desde el suelo hasta unos 1500 pies AGL) y de gran magnitud (al menos, aproximadamente, 10 kt por cada 100 pies) que, por un fenómeno de inercia, causa una disminución o aumento súbito de la sustentación de las aeronaves pesadas que hace muy difícil o imposible su gobernabilidad.



Efecto de la cizalladura producida por la existencia de dos capas con diferentes vientos (fuerte viento de cara al avión y en calma) al atravesar esta la superficie que lo separa durante la aproximación al aterrizaje al producirse una súbita pérdida de sustentación en las cercanías del suelo donde la recuperación es muy difícil o imposible

Ocurren a una escala espacial y temporal de 1 a 3 km. y escasos segundos, respectivamente, que, a veces, no pueden detectarse por los anemómetros situados en tierra y en varias investigaciones se descubre que el efecto sobre la aeronave comienza después del paso por la IM, o por debajo de la DH para CAT I.

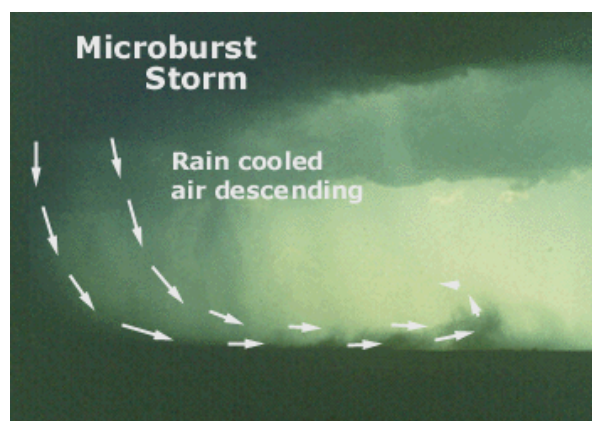
Otro problema diferente, y también sumamente importante es la turbulencia severa que pueden producir los remolinos generados por el fuerte viento al incidir en las irregularidades del terreno próximo a algunos aeropuertos al acelerarse en los valles angostos y crear un campo eólico caótico y sumamente variable que afecta a la gobernabilidad de las aeronaves. Estos torbellinos incorporan la existencia de cizalladuras horizontales y verticales que se incluyen, implícitamente en los METAR, y se predice en los TAFs y TREND al indicar la existencia de rachas de viento. Los usuarios conocen perfectamente los efectos de la turbulencia asociada a los vientos racheados y no es necesario añadir las palabras de moda, cizalladura o windshear que, por supuesto, está presente como en cualquier fenómeno turbulento (de la misma forma que en los mapas de tiempo significativo, cuando se incluye el símbolo de tormenta se supone que ésta implica turbulencia y engelamiento moderado o severo y no hay que incluirlos).

Recomendaciones de la OACI y MBOs

Todos, meteorólogos y pilotos hemos contribuido a crear este estado de cosas. Pero veamos como esto no se hubiera producido si se hubiesen seguido las recomendaciones del anexo 3 de OACI:

7.6.3: *Los avisos de cizalladura del viento deberán prepararse en lenguaje claro abreviado. La cizalladura del viento en el área de aproximación debería notificarse, por ejemplo, como "WS WRNG VIENTO SUPERFICIE 360/15 KT. VIENTO A 300 PIES 320/40 KT. EN APCH". Cuando se observe microrráfagas, bien que hayan sido comunicadas por los pilotos o notificadas por el equipo de tierra de detección o teledetección de la cizalladura del viento, debería incluir una referencia específica a la microrráfaga, por ejemplo: "WS WRNG MBST APCH RWY 26" (peligro de WS debido a microrráfaga en aproximación a la pista 26).*

Luego se ve claramente que al hablar de avisos de cizalladura el anexo 3 se refiere a la cizalladura propiamente dicha (WS), diferenciándola de la que está presente en las microrráfagas descendentes (MBST).



El aire descendente en los microburst se expande radialmente al acercarse al suelo produciéndose un frente de separación entre la corriente descendente y la que gira, que genera un microfrente, donde el valor de la cizalladura es muy intenso

5.6.1: Cuando se encuentren otras condiciones meteorológicas no incluidas en 5.5, por ejemplo cizalladura del viento, que el piloto al mando estime, puedan afectar a la seguridad o perjudicar seriamente la eficacia de las operaciones de otras aeronaves, el piloto al mando advertirá a las dependencias de servicio de tránsito aéreo correspondiente tan pronto como sea posible.

Nota: De acuerdo con el capítulo 4, 4.12.1 y el capítulo 7, 7.6.2 el engelamiento, la turbulencia y, en gran medida la cizalladura del viento son elementos que por el momento no pueden observarse satisfactoriamente desde tierra y respecto a los cuales en la mayoría de los casos, las observaciones de aeronave constituyen la única evidencia valorable.

5.6.2. El piloto al mando debería avisar tan pronto como le sea posible a la dependencia ATS apropiada siempre que no se encuentre en las fases de ascenso inicial o aproximación del vuelo, condiciones notificadas o pronosticadas de cizalladura del viento, a menos que el piloto al mando tenga conocimiento de que una aeronave precedente ya lo ha notificado a la dependencia de servicios de tránsito aéreo apropiada.

Lo mismo se aplica a las normas de los manuales de operaciones de las Compañías Aéreas: (del MBO de IB):

D.4 Notificación de cizalladura.

Los informes proporcionados por los pilotos afectados por fenómenos de cizalladura son la fuente de datos más importante acerca de este fenómeno, por lo que son necesarias tales notificaciones.

La notificación sobre la cizalladura del viento, en lo posible, deberá incluir los siguientes extremos:

- *Altitud en que se inicia el fenómeno, referida a la trayectoria seguida.*
- *Dirección e intensidad del viento por encima de la capa de cizalladura.*
- *Tipo de avión y efecto aerodinámico inicial.*
- *Existencia de turbulencias en su caso.*
- *Cuantificar las variaciones de velocidad indicada (cuando esto no sea posible, informar de la existencia de estas variaciones).*

A título orientativo puede considerarse significativa la cizalladura del orden de 10 nudos por cada 100 pies en las capas más inmediatas del terreno. Luego aquí también se ve claramente que se refieren a cizalladura propiamente dicha. Dada la insuficiencia de la instrumentación clásica para la determinación de la estructura del viento, tan sólo los aviones que disponen de INS o IRS pueden obtenerla con la precisión que la operación requiere, esta información se hará llegar a la oficina meteorológica del aeropuerto y a la Unidad de Operaciones donde exista. Si no ha habido notificación anterior sobre la cizalladura se notificará también al Control en forma esquemática indicando siempre los niveles a los que se ha observado el fenómeno.

Cuando los accidentes de los 60 y los 70 crearon la concienciación de la magnitud del problema, se celebraron reuniones al más alto nivel de los organismos aeronáuticos y se creó un comité co-patrocinado por la FAA y la NASA del que formaban parte las más relevantes personalidades del mundo científico y aeronáutico, así como representantes de las principales compañías aéreas, que culminó en el proyecto JAWS del que emanaron una serie de publicaciones y recomendaciones recogidas en los pertinentes documentos OACI.

SISTEMAS DE DETECCIÓN EN TIERRA

Paralelamente la industria de equipamientos meteorológicos se lanzó a producir sistemas detectores y de alerta del windshear que, generalmente mediante sistemas de teledetección, obtienen perfiles de viento y/o temperatura y que, en consecuencia, suministran información válida para el reconocimiento de algunas facetas de la cizalladura. Todos ellos están mejorando su eficacia a lo largo de los años introduciendo antenas mejores y menos pesadas y atenuando los efectos perniciosos para su funcionamiento de la lluvia y del ruido ambiental (SODAR, PERFILADORES, LIDAR DOPPLER, RASS). El RADAR DOPPLER ha evolucionado notablemente mediante la vigilancia simultánea en tres dimensiones, pero está concebido esencialmente para los microbursts asociados a las tormentas. El único que se anuncia como "sistema de alerta de cizalladura a bajo nivel" es el LLWAS (Low Level Windshear Alert System) pero es evidente que solo puede detectar cizalladuras horizontales a nivel del suelo, lo que excluye su detección a lo largo de trayectorias de aproximación y de ascenso inicial, además de que el pequeño tamaño de los violentos microburst pueden pasar sin ser detectados entre dos sensores.

Por ello cuando se decide instalar alguno de estos instrumentos hay que comenzar identificando el problema particular de cada aeropuerto estudiando minuciosamente su climatología, orografía y peculiaridades locales,

así como analizar exhaustivamente todos los informes de incidencias causados por el viento. Luego el cebo a emplear dependerá del tipo de pez que queramos pescar...(casos extremos son el nuevo aeropuerto de Hong Kong donde han empleado el procedimiento de "póngame dos de cada" y el aeropuerto de Zurich donde existe un LLWAS pero diseñado a medida de sus necesidades, instalando algunos anemómetros a diferentes alturas en las montañas cercanas).

SISTEMAS DE DETECCIÓN A BORDO: REACTIVOS Y PREDICTIVOS

Mucho más se ha conseguido ya con los equipos de detección reactiva instalados a bordo de las aeronaves, todos los cuales, en esencia, generan una señal de detección de windshear cuando el nivel previsto de energía del avión desciende por debajo de un nivel mínimo de seguridad (detección real de windshear) expresado en términos de ángulo de ataque y de su variación. Se inhiben por encima de aprox. 1300 pies AGL.

En las aeronaves comerciales de última generación, la incorporación de un radar Doppler a bordo permite también disponer de señales visuales y/o acústicas de advertencia, precaución o aviso de windshear (más fiable para los microbursts). Son, pues, **sistemas "predictivos" que permiten anunciar la existencia de WS unos 90 segundos antes de su encuentro**, a las velocidades típicas en las áreas terminales, mediante un barrido de aproximadamente 25º y hasta 3 a 5 NM por delante (según el modo de actuación).

Pocos pilotos habrán visto, en un vuelo real, activarse el aviso de WINDSHEAR y no sólo por la poca probabilidad de verse afectado por una cizalladura severa (según el FAA, sólo en el 1,2 % de los accidentes ocurridos a reactores comerciales en el periodo de 1989 a 1999 figuraba la cizalladura como factor contribuyente) sino también por la progresiva concienciación en reconocer y evitar las situaciones potencialmente peligrosas y muy en especial por la ayuda que prestan las protecciones de las funciones del sistema de vuelo automático, como el cómputo de la IAS TARGET en la función "ground speed MINI".

A pesar de ello que nadie esté tentado de pensar como un amigo, conductor prudente y ejemplar, que me confesó que consideraba un trasto inútil el airbag de su automóvil porque lo tenía instalado hacía más de cinco años y ino había saltado ni una sola vez!

Anexo

ABREVIATURAS Y SIGLAS

AGL Above Ground Level
APCH Approach (Fase del vuelo de aproximación, previa al aterrizaje)
ATS Air Traffic System
ATIS Automatic Transmission Information System
CAT Clear Air Turbulence
CAT I Categoría I (Referente, en nuestro caso, al tipo de aproximación)
DH Decision height
FAA Federal Aviation Administration: (Máximo órgano regulador aeronáutico en U.S.A.)
IAS Indicated Air Speed
INS Inertial Navigation System
IM Inner Marker: Baliza interior. (Punto de referencia en la trayectoria en una aproximación instrumental)
IRS: Inertial Reference System
JAWS Joint Airport Weather Studies
LIDAR Light Detection and Ranging (Utilizado para detección de WS)
LLWAS
MBO Manual Básico de Operaciones: Manual de instrucciones operativas de las Compañías aéreas, que gozan del refrendo de la Autoridad Aeronáutica
METAR Meteorological Report (parte del tiempo de observación aeronáutica)
NASA National Aeronautics and Space Administration (de U.S.A.)
RASS Radio Accoustic Sounding System
SODAR Sonic Detection and Ranging (Utilizado para la detección de WS)
TAF Terminal Aerodrome Forecast (Predicción del tiempo en aeródromo)
TREND Tendencia del tiempo atmosférico expresado en el METAR

ram@meteored.com