

CARACTERIZACIÓN METEOROLÓGICA DE UN SISTEMA AEROPORTUARIO EXISTENTE

Suárez Santiago

Ho Yen-Kun

Carasay David

Universidad Nacional de La Plata / Facultad de Ingeniería
Unidad de Investigación y Desarrollo GTA – GIAI / Grupo Transporte Aéreo

RESUMEN

En el presente artículo se especifican cuestiones asociadas al relevamiento y/o la caracterización meteorológica de un aeropuerto y su entorno desde el punto de vista del diseño y/o de la seguridad operacional. Se busca identificar las variables meteorológicas involucradas y se brinda un panorama general sobre las afecciones de las mismas en los sistemas aeroportuarios. Se indican, de acuerdo a la normativa de OACI, aquellos parámetros meteorológicos cuyos estados y evoluciones deben ser reportados en un aeropuerto. Además, se presentan algunas cuestiones relativas a la toma de datos y tipos de informes, como así también algunas consideraciones a tener en cuenta con respecto a la ubicación del campo meteorológico en el sistema aeroportuario.

ABSTRACT

This article specifies issues associated with the meteorological survey and / or characterization of an airport and its environment from a design and / or operational safety point of view. It seeks to identify the meteorological variables involved and offers a general overview about the affections of these in the airport systems. It indicates, according to ICAO regulations, those meteorological parameters whose states and evolutions must be reported at an airport. Additionally, it presents some issues relatives to the collection of data and types of reports, as well as some considerations to take into account with respect to the location of the meteorological field at the airport system.

1 ALCANCE

Con la intención de acotar el presente, no se contemplan en el mismo:

- aspectos relacionados con estudios de costos ni financieros.
- el impacto ambiental que trae asociada la operación de un aeropuerto.
- los fenómenos meteorológicos que no sean ordinarios.
- situaciones particulares de desastres naturales (como por ejemplo terremotos, huracanes, explosiones volcánicas, otros), aunque las mismas deben tenerse en cuenta en zonas proclives.
- características y descripciones de los equipos que se utilizan para la adquisición de registros y mediciones.

2 CONDICIONES DE CONTORNO GENERALES

La calidad, la precisión y la disponibilidad de las fuentes de información constituyen el factor primario que condiciona el desarrollo del presente trabajo.

3 DESARROLLO

Los diferentes factores meteorológicos influyen de una manera particular y distinta sobre la seguridad operacional de las aeronaves y el diseño de las principales características físicas de un sistema aeroportuario.

3.1 Identificación e Influencia de las Variables

A continuación se detallan la mayoría de las variables meteorológicas que se deben considerar y de qué manera cada una de ellas influye en la actividad aeroportuaria.

3.1.1 Temperatura

Se define la temperatura como el estado calórico de la materia.

La temperatura se encuentra asociada a la corrección de la Longitud de Campo de Referencia (LCR), la cual está definida como: "...Longitud de campo mínima necesaria para el despegue con la masa máxima certificada de despegue al nivel del mar, en atmósfera tipo, sin viento y con pendiente de pista cero..." (Anexo 14, OACI).

Influencia en el Diseño:

Cuando la temperatura de referencia del sistema aeroportuario difiere de la de atmósfera estándar, se debe modificar la longitud de campo de referencia a los efectos de obtener la longitud real de la pista. Esta longitud se incrementa si las temperaturas son mayores que la estándar y se reduce si las mismas son menores. Esto es debido a que a medida que aumenta la temperatura, la densidad del aire disminuye repercutiendo en un menor empuje de los motores y una menor fuerza de sustentación, y por lo tanto, en un incremento de la longitud de pista para el despegue. El aumento de un grado Celsius implica un incremento del 1% en la longitud de la pista.

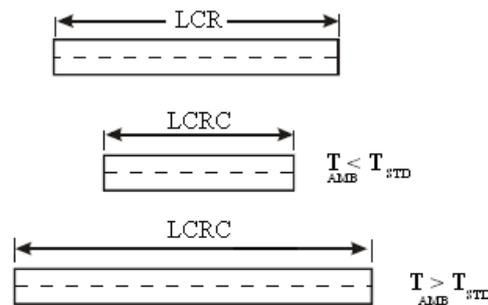


Figura 1: Variación de LCR con la Temperatura.

Donde:

- LCRC: Longitud de Campo de Referencia Corregida por Temperatura.
- TAMB: Temperatura Ambiente.
- TSTD: Temperatura Estándar.

Se observan en las siguientes fórmulas cómo la disminución de la densidad de aire se traduce en un menor valor de sustentación y del empuje.

$$L = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot C_L \cdot S \qquad T = \dot{m} \cdot a \qquad \dot{m} = \rho \cdot V \cdot A$$

Siendo:

- L : fuerza de sustentación
- ρ : densidad del aire
- V : velocidad del aire
- C_L : coeficiente de sustentación de las alas
- S : superficie alar de la aeronave
- T : empuje de los motores

- \dot{m} : flujo másico del aire
- a : aceleración de la aeronave
- A : área transversal de la entrada del aire a los motores

Influencia en la Seguridad Operativa:

La temperatura en el aeropuerto se encuentra asociada con la velocidad de decisión, la cual permite disponer de una longitud de pista para asegurar que, después de iniciar el despegue, pueda detenerse con seguridad el avión o concluir el mismo sin peligro. Esta es conocida normalmente como “V1”.

3.1.2 Presión atmosférica

La presión atmosférica es el peso por unidad de superficie que ejerce la atmósfera.

Esta variable está vinculada, como en el caso de la temperatura, con la corrección de la Longitud de Campo de Referencia (LCR). Esta longitud se reduce si la presión es mayor que la estándar (aeropuerto ubicado por debajo del nivel del mar) y se incrementa si la misma es menor (aeropuerto ubicado por encima del nivel del mar).

Influencia en el diseño:

La variación de la Longitud de Campo de Referencia ocurre debido a la relación directamente proporcional que guardan la presión atmosférica y la densidad de aire entre sí. Al encontrarse el aeropuerto por encima del nivel del mar, la presión atmosférica decae, originando una menor densidad de aire. Una elevación de 300 metros produce un incremento del 7% en la longitud de la pista.

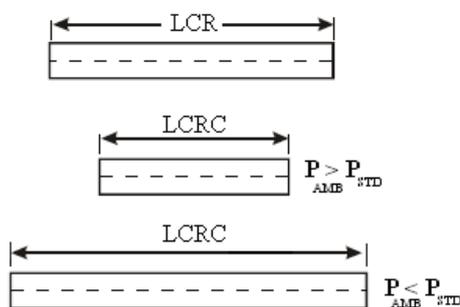


Figura 2: Variación del LCR con la Presión Atmosférica.

Donde:

- LCRC: Longitud de Campo de Referencia Corregido por Presión (Elevación).
- PAMB: Presión Ambiente.
- PSTD: Presión Estándar.

Influencia en la Seguridad Operativa:

La presión atmosférica influye en el ajuste de los altímetros (Código Q), en los sistemas aeroportuarios se establecerán emplazamientos para la verificación del altímetro.

3.1.3 Viento

Es el movimiento del aire en la atmósfera, producido por causas naturales.

El viento afecta tanto la performance de vuelo de la aeronave como su controlabilidad.

Influencia en el diseño:

El viento en el sentido opuesto a las aeronaves aumenta la sustentación de las mismas durante el despegue debido a un incremento de la velocidad relativa que perciben las alas y favorece el frenado cuando éstas aterrizan en la pista. Por esta misma razón, se deben orientar las pistas de acuerdo a la dirección de los vientos dominantes. Para la orientación de la pista es necesario saber la componente transversal a la misma que afectará a los aviones.

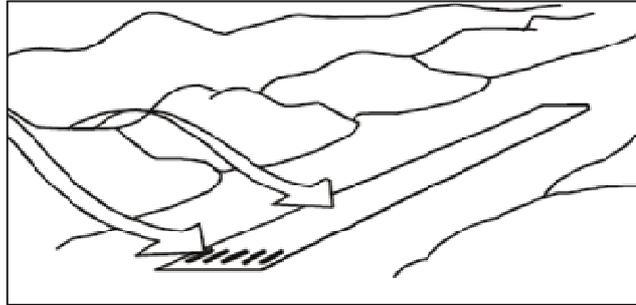


Figura 3: Topografía local propensa de originar cizalladura del viento.

Influencia en la Seguridad Operativa:

En tanto que los vientos en sentido contrario al movimiento de las aeronaves son deseados, la cizalladura o cortante del viento (variación repentina y apreciable del viento en dirección o intensidad) puede afectar adversamente a las aeronaves en la trayectoria de aproximación o en la trayectoria de despegue, o durante la aproximación en circuito, o afectar a las aeronaves en la pista en el recorrido de aterrizaje o la carrera de despegue, poniendo de esta forma en compromiso la seguridad operacional.

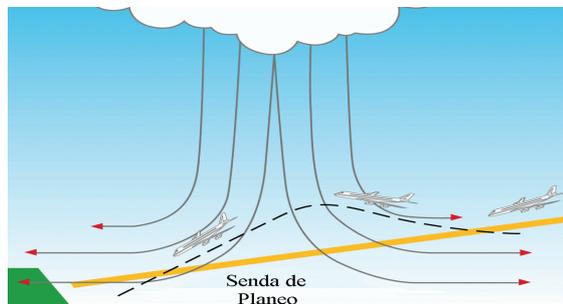


Figura 4: Cizalladura del viento que afecta a la operación de aterrizaje.

Los vientos transversales a la dirección de operación afectarán a la seguridad operacional, ya que, dependiendo del tipo y tamaño de la aeronave, existe un momento máximo que el timón de dirección es capaz de generar a los efectos de contrarrestar el momento producido por estos.

3.1.4 Visibilidad

La visibilidad es la mayor o menor distancia a que, según las condiciones atmosféricas, pueden reconocerse o verse los objetos.

La visibilidad se relaciona con los requerimientos de radio ayudas que debe poseer un aeropuerto.

Dentro de la visibilidad debemos definir el alcance visual en la pista (Runway Visual Range) como: "...Distancia hasta la cual el piloto de una aeronave que se encuentra sobre el eje de una pista puede ver las señales de superficie de la pista o las luces que la delimitan o que señalan su eje..." (Anexo 14, OACI).

Influencia en el diseño:

Es posible estimar, conociendo el punto de rocío y la temperatura, la probabilidad de formación de niebla, cuya formación se produce por la condensación de gotas microscópicas de agua en la capa baja de la atmósfera. El nivel de visibilidad definirá la necesidad de las radioayudas y ayudas visuales requeridas para poder operar, de forma segura, bajo las condiciones de visibilidad reducida.

Influencia en la Seguridad Operativa:

La visibilidad se ve afectada principalmente por el fenómeno meteorológico denominado niebla. Para una determinada masa de aire, se define la humedad relativa como la cantidad de vapor de agua contenida con respecto a la que se requiere para llegar al punto de saturación, expresada en porcentaje. Cuando el punto de saturación es alcanzado, se dice que se ha llegado al punto de rocío.



Figura 5: Visibilidad reducida.

3.1.5 Nubes

Una nube es un hidrometeoro que consiste en una masa visible formada por cristales de nieve o gotas de agua microscópicas suspendidas en la atmósfera.

La clasificación de nubes de acuerdo con sus características visuales proviene de la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Los nombres oficiales de los diferentes tipos de nubes se dan en latín. Existen cuatro géneros fundamentales:

Cúmulos (Cumulus): son nubes de desarrollo vertical, que normalmente se generan entre los 500m y los 6.000m de altura y se suelen encontrar desparramados en densas formaciones.

Estratos (Stratus): son nubes chatas, sin formas, de baja altitud (por debajo de los 2.400m) yendo de color gris negruzco hasta blanquecinas. Estas nubes son esencialmente niebla por encima del nivel cero y no suelen precipitar, transformándose, si están suficientemente bajas en neblina, niebla o en llovizna.

Nimbos (Nimbus): son nubes capaces de producir precipitaciones.

Cirros (Cirrus): son nubes compuestas de cristales de hielo y caracterizadas por su forma de banda delgada y fina. Suelen aparecer a altitudes entre los 8.000m y los 12.000m, siendo nítidas en la ausencia de vientos cortantes.

Se debe tener en cuenta que las cuatro caracterizaciones de nubes antes nombradas no suelen presentarse de forma independiente sino como combinación de dos o más tipos.

Tabla 1: Cuatro géneros fundamentales de nubes.



Nubes cúmulos.



Nubes estratos.



Nubes nimbos.



Nubes cirros.

Influencia en el diseño:

Las nubes se encuentran relacionadas con la visibilidad, especialmente con la visibilidad vertical, la cual definirá también la necesidad de radioayudas y ayudas visuales requeridas para poder operar, de forma segura, bajo las condiciones de visibilidad reducida.

Influencia en la Seguridad Operativa:

Las nubes, según su cantidad, tipo y altura de la base, afectan a la seguridad operacional, especialmente en el tramo final de aproximación y aterrizaje de las aeronaves. La altura de base de nubes está ligada a la altura de decisión de las distintas categorías de aproximación de precisión. Por lo tanto, esta variable, junto con el rango visual en la pista (RVR), determinan la categoría de ILS o MLS que debe poseer el sistema aeroportuario para que sea operable bajo las malas condiciones de visibilidad vertical y de RVR.

3.1.6 Tiempo Presente

El tiempo presente hace referencia a fenómenos meteorológicos particulares, dentro de los cuales se pueden destacar entre otros las precipitaciones como la lluvia y la nieve, y otros que son más extraordinarios como la precipitación de cenizas volcánicas.

Influencia en el diseño:

Dichos factores afectan el diseño de la pendiente de pista y la infraestructura necesaria. En el caso específico de la lluvia, esta definirá la pendiente de pista y el diseño de su superficie, para permitir la evacuación del agua precipitada en el menor tiempo; la nieve se asocia con la infraestructura necesaria para realizar deshielos.

Influencia en la Seguridad Operativa:

Todos estos factores meteorológicos afectan la seguridad operativa, ya que por ejemplo la lluvia disminuye la fricción entre los neumáticos y la pista, afectando directamente a la distancia de frenado necesaria. La nieve, tanto como tormentas de polvo o arena, entre otros factores, afectan la visibilidad

3.2 Información meteorológica que se debe proveer según OACI

OACI exige, a través de las especificaciones del Anexo 3, a los estados contratantes designar una autoridad meteorológica y suministrar, a través de ésta misma, servicio meteorológico en todos sus aeropuertos.

El fin de este servicio es contribuir a la seguridad, regularidad y eficiencia de la navegación aérea.

En el Manual de Métodos Meteorológicos Aeronáuticos de OACI, se establece que en los aeropuertos existentes, las observaciones rutinarias son realizadas e informadas normalmente cada hora o cada media hora dependiendo de los acuerdos regionales de navegación aérea. No obstante, cuando se produzca algún cambio significativo en las condiciones meteorológicas que pueda afectar a la seguridad operacional, se deben hacer observaciones e informes especiales entre los intervalos de las observaciones rutinarias.

Los datos de las observaciones deben emitirse en dos tipos de informes meteorológicos rutinarios: los informes locales ordinarios y los METAR (estándar internacional del formato del código utilizado para emitir informes de las observaciones meteorológicas realizadas periódicamente en los aeródromos). Por otro lado, se deberán emitir, en caso de que se presente un cambio de algún fenómeno meteorológico específico que amenaza la seguridad de las operaciones, los informes locales especiales y SPECI.

3.2.1 Estaciones y observaciones meteorológicas

“...Las estaciones meteorológicas aeronáuticas efectuarán observaciones ordinarias a intervalos fijos. En los aeródromos, las observaciones ordinarias se completarán con las observaciones especiales cuando ocurran cambios especificados con respecto al viento en la superficie, la visibilidad, el alcance visual en la pista, el tiempo presente, las nubes o la temperatura del aire...” (Anexo 3, OACI).

“...En los aeródromos con pistas previstas para operaciones de aproximación y aterrizaje por instrumentos de Categorías II y III, se instalará equipo automático para medir o evaluar, según corresponda, y para vigilar e indicar a distancia el viento en la superficie, la visibilidad, el alcance visual en la pista, la altura de la base de las nubes, las temperaturas del aire y del punto de rocío y la presión atmosférica en apoyo de operaciones de aproximación, aterrizaje y despegue. Estos dispositivos serán sistemas automáticos integrados para la obtención, tratamiento, difusión y presentación en pantalla en tiempo real de los parámetros meteorológicos que influyan en las operaciones de aterrizaje y de despegue. En el diseño de

los sistemas automáticos integrados se observarán los principios relativos a factores humanos y se incluirán procedimientos de reserva...” (Anexo 3, OACI). La normativa recomienda instalar equipos automáticos para medir o evaluar los parámetros meteorológicos, en aeródromos con pistas previstas para operaciones de aproximación y aterrizaje por instrumentos de Categoría I.

3.3 Información y variables según OACI

En este apartado se nombran los factores meteorológicos que se deben medir y reportar en un aeropuerto existente. Como se ha indicado en el presente artículo no se contemplan fenómenos meteorológicos particulares, se analizarán solamente los factores meteorológicos que se informan en los informes rutinarios, es decir, los informes locales ordinarios y los METAR, y el factor cizalladura del viento.

3.3.1 Temperatura

“...La temperatura de referencia del aeródromo debería ser la media mensual de las temperaturas máximas diarias correspondientes al mes más caluroso del año (siendo el mes más caluroso aquél que tiene la temperatura media mensual más alta). Esta temperatura debería ser el promedio de observaciones efectuadas durante varios años...” (Anexo 14, OACI).

La temperatura del aire y la del punto de rocío se medirán y se notificarán en grados Celsius.

Las observaciones deben ser representativas de todas las pistas, y son reportadas, tanto en los informes locales como en METAR, en escala de grados Celsius enteros, es decir, cuando se observa un valor de 0,5° se redondea hacia el siguiente grado Celsius entero superior.

En los informes locales, la temperatura del aire es identificada con “T” y el número de grados, en caso de que la temperatura fuese por debajo de 0° Celsius, se agrega después de la “T” la indicación “MS” y luego los grados. La temperatura del punto de rocío se identifica con “DP” seguida de los grados.

Un ejemplo de representación para un informe local será: “T17 DP16”

Si la temperatura fuese de 8° por debajo del cero la indicación sería: “TMS8 DP16”

En los informes METAR la temperatura se representa por dos dígitos separados por una barra, por ejemplo si la temperatura del aire fuese de +20,4°, y la del punto de rocío de +8,7°, se representarían como: “20 / 09”

En caso de que la temperatura fuese menor a los cero grados, se le coloca delante de los dobles dígitos la letra “M”. Para temperaturas entre los cero grados y $\pm 0,4^\circ$, se representa por medio de “00”.

3.3.2 Presión atmosférica

Como elevación del emplazamiento para la verificación del altímetro antes del vuelo, se dará la elevación media, redondeada al metro o pie más próximo, del área en que esté situado dicho emplazamiento. La diferencia entre la elevación de cualquier parte del emplazamiento

destinado a la verificación del altímetro antes del vuelo y la elevación media de dicho emplazamiento, no será mayor de 3 m (10 ft).

Se medirá la presión atmosférica y los valores QNH y QFE (solo para informes locales), código Q para expresar la presión atmosférica al nivel del mar y a la altura del aeropuerto respectivamente. Se calcularán y se notificarán en hectopascuales redondeando siempre hacia el siguiente valor inferior entero.

Tanto en los informes locales como los METAR se reportarán en cuatro cifras, en los informes locales se añade la unidad de medición luego del número indicativo, por ejemplo tenemos: “QNH 1011HPA”

Mientras que para un METAR: “Q1011”

3.3.3 *Viento*

Viento en la superficie:

OACI recomienda una serie de valores máximos de velocidad de vientos transversales en función de la longitud de campo de referencia.

Esta limitación de la componente transversal del viento está vinculada al denominado “coeficiente o factor de utilización”, el cual se define como: “...El porcentaje de tiempo durante el cual el uso de una pista o sistema de pistas no está limitado por la componente transversal del viento...” (Anexo 14, OACI). El número y la orientación de la pista debería ser tal que el coeficiente de utilización del aeródromo sea no menor de 95%.

Se medirán la dirección y la velocidad media del viento, así como las variaciones significativas de ambos. La dirección y la velocidad del viento se notificarán en escalas de 10 grados geográficos y 1 kilómetro por hora (1 nudo) respectivamente. Cuando la velocidad del viento es de 200 km/h (100 kt) o mayor, se indica como ABV199KMH (ABV99KT). El término “calmo” es utilizado en los informes locales cuando la velocidad observada es menor de 2 km/h (1 kt). La forma para indicar los datos observados en el informe local es “WIND 240/18KMH”, mientras que para el METAR es 24018KMH.

Se consideran variaciones significativas de la dirección y velocidad media del viento, refiriéndose siempre al intervalo de los últimos 10 minutos antes de la observación, cuando la variación total de la dirección es mayor de 60° o más, y la velocidad máxima exceda de la velocidad media en 20 km/h (10 kt) o más.

Para los informes locales, las observaciones basadas en un período promedio de 2 minutos, deberían ser representativas de las condiciones a lo largo de la pista para las aeronaves que despegan, y de la zona de toma de contacto para las aeronaves que aterrizan.

Para los informes METAR, dichas observaciones, basadas en un período promedio de 10 minutos (excepto cuando haya alguna discontinuidad marcada en la dirección y/o la velocidad del viento), deben ser representativas de las condiciones por encima de toda la pista o todo el conjunto de las mismas.

Una discontinuidad ocurre cuando hay un cambio abrupto y sostenido de la dirección del viento de 30° o más, con una velocidad del viento de 20 km/h antes o después de dicho cambio. También se considera una discontinuidad a un cambio en la velocidad del viento de 20 km/h o más, mantenido por al menos 2 minutos.

Según la normativa OACI, las precisiones de las observaciones operacionalmente convenientes son:

Dirección: $\pm 10^\circ$.

Velocidad: ± 2 km/h hasta 19 km/h y de $\pm 10\%$ cuando pase de 19 km/h.

Cizalladura de viento:

En cuanto a la cizalladura de viento se especifica que: "...La oficina meteorológica designada por la autoridad meteorológica que corresponda preparará los avisos de cizalladura del viento, que darán información concisa de la presencia observada o prevista de cizalladura del viento que pudiera afectar adversamente a las aeronaves en la trayectoria de aproximación o en la trayectoria de despegue, o durante la aproximación en circuito entre el nivel de la pista y una altura de 500m (1.600ft) sobre éste, o afectar a las aeronaves en la pista en el recorrido de aterrizaje o la carrera de despegue. Cuando la topografía local haya demostrado que se origina cizalladura del viento notable a alturas por encima de los 500m (1.600ft) sobre el nivel de la pista, los 500m (1.600ft) sobre el nivel de la pista no se considerarán como límite restrictivo..." (Anexo 3, OACI).

La cizalladura del viento, siendo el cambio del vector viento desde un punto en el espacio al otro, se mide mediante la diferencia de los vectores viento que se encuentran en dos puntos distintos. En la práctica, la intensidad de este factor meteorológico está dada generalmente por kilómetros por hora por 30m (km/h por 30m), metros por segundo por 30m (m/s por 30m) o nudos por 100 pies (kt por 100ft)

3.3.4 Visibilidad

Se entiende como visibilidad para fines aeronáuticos al valor más elevado entre los siguientes (Manual de Métodos Meteorológicos Aeronáuticos, OACI):

la distancia máxima a la que pueda verse y reconocerse un objeto de color negro de dimensiones convenientes, situado cerca del suelo, al ser observado ante un fondo brillante.

la distancia máxima a la que puedan verse e identificarse las luces de aproximadamente 1.000 candelas ante un fondo no iluminado.

La visibilidad puede ser percibida por un observador humano o medida por métodos instrumentales.

Cuando los sistemas instrumentales son aplicados, el período promedio de las observaciones es de un minuto para los informes locales y 10 minutos para los informes METAR.

Para los informes locales, las observaciones deberían ser representativas de las condiciones a lo largo de la pista para las aeronaves que despegan, y de la zona de toma de contacto para las aeronaves que aterrizan.

Para los informes METAR las observaciones de visibilidad deben ser representativas del aeropuerto. Y se debe prestar especial atención a las significantes variaciones de la dirección de la visibilidad.

En los informes locales y METAR, la visibilidad se presenta en escala de 50m para visibilidad menor a 800m, escala de 100m cuando la visibilidad es mayor a 800m y menor a 5.000m, y en escala de 1.000m cuando la visibilidad es mayor a 5.000m pero menor a 10.000m. Cuando la visibilidad es de 10.000m o más, se indica como 10.000m, excepto cuando aparte de lo anteriormente dicho, se dan las condiciones de techo de nubes mayor a 5.000m, y sin presencia de cumulonimbos, lo cual se indica como CAVOK (Ceiling And Visibility Okay).

En los informes locales, la visibilidad a lo largo de la pista se presentará indicando el número junto con la unidad de medida, por ejemplo, "VIS 600M". Cuando la visibilidad sea observada para más de una pista en uso y en más de una ubicación a lo largo de la pista, la identificación de las pistas y la ubicación en la pista deben expresarse en el reporte de evaluación de visibilidad, por ejemplo, "VIS RWY 19 TDZ 6KM", siendo RWY y TDZ las abreviaturas indicativas de pista y zona de toma de contacto respectivamente.

En METAR, la visibilidad que se informa es la que se encuentra en al menos 180° a la redonda (denominada como Visibilidad Predominante). Se informa utilizando cuatro dígitos, por ejemplo, 0200, 1500, 4000. Cuando la visibilidad es de 10.000m o por encima, y las condiciones para el uso de CAVOK no se aplican, la visibilidad se indicará como 9999.

Cuando la visibilidad mínima es diferente a la predominante, y menor a 1.500m o menor al 50% de la visibilidad predominante, se debe informar la visibilidad mínima con la dirección en la que se encuentra, indicando esta última teniendo en cuenta los 8 puntos de la brújula, por ejemplo, "2000 1200NW". En caso de que la visibilidad predominante no pueda ser indicada por las rápidas fluctuaciones, se indicara la visibilidad mínima sin indicar la dirección.

Alcance visual en la pista (RVR):

El alcance visual en la pista debería ser reportada siempre que la visibilidad o el RVR sea menor a 1.500m, particularmente en aeródromos que tienen pistas para aproximación de precisión destinadas a operaciones de aproximación y aterrizaje por instrumentos de Categoría I o pistas utilizadas para despegue con luces de borde de alta intensidad y/o luces de eje de pista.

Sin embargo, el RVR debe ser reportado siempre, usando sistemas instrumentales, en todas las pistas para aproximación de precisión destinadas a operaciones de aproximación y aterrizaje por instrumentos de Categoría II o III.

Las mediciones se presentan en escalas de 25m para RVR menor a 400m, en escalas de 50m para RVR entre 400 y 800m y en escalas de 100m para RVR mayor a 800m.

En los informes locales, se notifican los valores medios en un período de 1 minuto. El RVR es informado en metros con una indicación de la unidad (M) y la pista a la cual los valores están referidos, por ejemplo, RVR RWY 20: 500M RVR RWY 26: 800M (RVR pista 20: 500 metros, RVR pista 26: 800 metros). En caso de que RVR se observe en más de un lugar, la forma de dar los datos será primero la zona de toma de contacto, seguido por una ubicación de

un punto medio y luego el punto final, por ejemplo RVR RWY 16 TDZ 600M MID 500M END 400M (RVR pista 16 en la zona de toma de contacto 600 metros, en el punto medio 500 metros y en el punto final 400 metros). Esto es también aplicable para los informes METAR, lo que varía es que se representa la letra R seguida por la pista y después la visibilidad, por ejemplo R12/0500.

3.3.5 Nubes

Se observará la cantidad, el tipo de nubes y la altura de la base de las nubes, y se notificará, según sea necesario, las nubes de importancia para las operaciones.

Nota 2: nubes de importancia para las operaciones son aquellas con una altura de base de nube por debajo de 1.500 m o por debajo de la altitud mínima operativa.

Las observaciones destinadas a los informes locales deberían ser representativas del área de aproximación. Y las observaciones en METAR deberían ser representativas en el aeródromo y su alrededor.

La altura de la base de nube es informada, tanto en los informes locales como en METAR, en escalas de 30m hasta 3.000m, y en escalas de 300m por encima de 3.000m. La forma de reportar es distinta, para los informes locales se expresa “CLD 300M”, mientras que para METAR, en la forma “010” y en saltos de 300m por encima de los 3.000m.

La cantidad de nube (o cobertura) es dada utilizando las abreviaturas FEW (1-2 oktas), SCT (3-4 oktas), BKN (5-7 oktas) o OVC (8 oktas). Y el tipo de nube es identificado solamente por cumulonimbos (CB) y torre de cúmulos (TCU).

Nota 3: okta es una unidad de medición utilizada para describir la cobertura del cielo por la cantidad de nubes. Su escala es de 0 (completamente despejado) a 8 (95 % del cielo cubierto).

Cuando el cielo está oscuro, las observaciones de visibilidad vertical deberían ser reportadas en lugar de la cantidad de nubes, el tipo de nube y la altura de la base de nube. La escala para la visibilidad vertical debería ser de 30m hasta 600m de altura en los informes locales.

Un ejemplo de un informe local será: “CLD SCT 300M OVC 600M”

Mientras que uno de METAR: “SCT010 OVC020”

3.3.6 Tiempo presente

Se observará el tiempo presente en el aeródromo y en sus cercanías (para los METAR) y se notificará en la medida necesaria utilizando las abreviaciones correspondientes.

En los informes locales, la información debería ser representativa de las condiciones en el aeródromo y los fenómenos son reportados en términos de tipo, características y calificados con respecto a intensidad.

La información del tiempo presente en METAR debería ser representativa de las condiciones en el aeródromo y en su proximidad para ciertos fenómenos. Los fenómenos deben ser

reportados en términos de tipo, características, y calificados con respecto a intensidad o proximidad del aeródromo.

Los tipos de fenómenos del tiempo presente que se deben observar en los aeródromos son: llovizna (DZ), lluvia (RA), nieve (SN), cinarra (SG), hielo granulado (PL), cristales de hielo (IC), granizo (GR), graniza menudo (GS), niebla (FG), neblina (BR), arena (SA), polvo (DU), calima (HZ), humo (FU), ceniza volcánica (VA), remolinos de polvo o arena (PO), turbonada (SQ), nube de embudo (FC), tempestad de polvo (DS) y tempestad de arena (SS).

La intensidad de dichos fenómenos se indicará, para los informes locales, con las siglas FBL, MOD y HVY para representar fenómenos suaves, moderados y fuertes, respectivamente. En los informes METAR la intensidad se indica con un signo menos (-) delante para fenómenos suaves, y con una más (+) para fenómenos fuertes, los fenómenos moderados no llevan ninguna indicación, y se utiliza la sigla VC para indicar un fenómeno que se encuentra a 8km del perímetro aeródromo.

Un ejemplo para un informe local podrá ser “MOD DZ FG”, el cual indica la presencia de llovizna moderada con niebla.

3.4 Consideraciones generales sobre la ubicación del campo meteorológico

La ubicación del campo meteorológico en el predio aeroportuario requiere un estudio y análisis puntual, ya que se debe tener presente que el sitio sea representativo del emplazamiento. Además se debe prestar atención a que el mismo no esté en la sombra aerodinámica de ningún edificio, o lugares donde pueda ser afectado por la velocidad de los gases emitidos por las aeronaves en condición de operación normal.

Vale mencionar que además de los instrumentos colocados en el campo meteorológico, se debe disponer de algunos equipos complementarios como RVR, dispositivo indicador de la dirección del viento (manga) y otros para caracterizar meteorológicamente un aeropuerto existente.

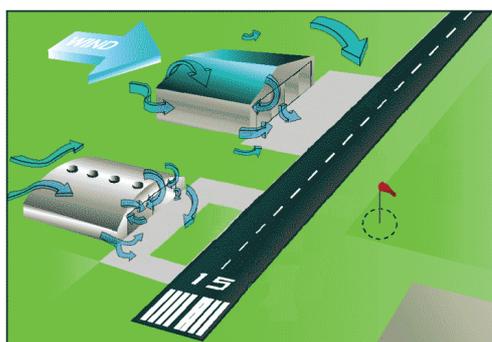


Figura 6: Sombra aerodinámica en el entorno aeroportuario.

3.5 Resumen de los factores meteorológicas que debe reportar un sistema aeroportuario

Factores Meteorológicos	Se mide	Se informa	Se publica en	Observaciones
Temperatura	Valores de ambas temperaturas	Siempre	Informes locales y METAR	Se notifican en grados Celsius
Presión atmosférica	Valor de presión atmosférica	Siempre	Informes locales y METAR	En los informes locales se calcula y se presenta el valor de QFE
Viento en la superficie	Dirección, velocidad y variaciones significativas de ambos	Siempre	Informes locales y METAR	Se notifican en grados geográficos y kilómetros por hora o nudos
Cizalladura del Viento	Divergencia de la dirección y velocidad del viento	Cuando se observa o se prevé que la presencia de ésta puede afectar a las aeronaves	Avisos de cizalladura del viento	Se notifica generalmente en km/h por 30m, m/s por 30m o kt por 100ft
Visibilidad	Valor de visibilidad	Siempre	Informes locales y METAR	Se informa m o km, y si ésta supera los 10km y el techo de nubes es mayor a 5km se indica CAVOK
Rango visual en la pista (RVR)	Valor de RVR	Para pistas con categoría I cuando la visibilidad o el RVR es menor a 1.500m y para pistas de categoría II y III siempre	Informes locales y METAR	Se informa en metros
Nubes	Cantidad, tipo y techo de nubes	Siempre	Informes locales y METAR	Se informa en m para la altura de techo de nubes y en oktas para indicar la cantidad
Tiempo presente	Tipo, característica y la intensidad de los distintos fenómenos	Siempre	Informes locales y METAR	Adicionalmente, la información dada por METAR debe contemplar la proximidad del aeródromo de algunos fenómenos

4 DISCUSIÓN FINAL

La caracterización meteorológica de un sistema aeroportuario existente, es de suma importancia en cuanto al diseño y a la seguridad operacional se refiere. Por esto, se han hecho y se siguen haciendo estudios que relacionan los fenómenos meteorológicos con dicho sistema. Para llevarla a cabo, además de cumplir con la normativa internacional vigente, se debe:

- Contar con personal competente.
- Utilizar equipos calibrados (con trazabilidad asegurada) a los efectos de obtener valores precisos y confiables. Vale mencionar que en la actualidad, existen equipos automatizados

que cumplen con los requerimientos aeronáuticos, los cuales facilitan la adquisición y el posterior procesamiento de los datos meteorológicos.

- Ubicar el campo meteorológico adecuadamente, contemplando las posibles perturbaciones locales por efecto aerodinámico de instalaciones periféricas.
- Realizar mínimamente una observación cada hora, de acuerdo a lo especificado en el Manual de Métodos Meteorológicos Aeronáuticos emitido por OACI, con el fin de obtener una cantidad suficiente de registros estadísticos que sean representativos del aeropuerto. Se debe prestar especial atención a las horas de funcionamiento y la estacionalidad del aeropuerto.
- Medir, registrar y almacenar los datos de los factores meteorológicos considerados con anterioridad.

Por otro lado, es sabido que adquirir y procesar datos meteorológicos es de suma importancia para diferentes actividades (agropecuaria, impacto ambiental, energías alternativas, desarrollo sostenible, entre otras). De acuerdo a la extensión de nuestro territorio, existen varias zonas en las que no se dispone de registros meteorológicos. A pesar de ello y en virtud de la estrecha relación entre la meteorología y la actividad aeronáutica, resulta la distribución de campos meteorológicos existentes en aeropuertos de nuestro país, en su mayoría del Servicio Meteorológico Nacional. Además, existen otros organismos (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Organizaciones Agropecuarias, Cooperativas, Institutos, entre otros) que se encargan de recopilar los datos que se citan en éste documento, como así también otros que no tienen influencia directa en la actividad aeronáutica. No obstante ello, muchas veces estos últimos datos son utilizados como referencia y/o complemento de los primeros. He aquí la importancia de la estandarización en la obtención de datos, como así también en el procesamiento de los mismos a los efectos de que sean compatibles para diversas aplicaciones.

Considerando lo anteriormente expresado, surge la necesidad de desarrollar una metodología para caracterizar meteorológicamente los aeropuertos existentes con el objetivo de disponer de una herramienta de trabajo consistente en procedimientos sistematizados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anexo 3 - Servicio Meteorológico para la navegación aérea internacional – OACI.
Anexo 14 – Aeródromos - OACI.
Cruzado, Marcos García (2000) Ingeniería Aeroportuaria, ETSI Aeronáuticos, Madrid.
Cruzado, Marcos García (2002) Planeamiento de Aeropuertos, Fundación AENA, Madrid.
Doc 9157-AN/901 - Aerodrome Design Manual, Part 1, Runways – OACI.
Doc 9157-AN/901 - Aerodrome Design Manual, Part 2, Taxiways, Aprons and Holding Bays – OACI.
Doc 8896-AN/893 - Manual of Aeronautical Meteorological Practice - OACI.
Doc 9817-AN/449 - Manual on Low-Level Wing Shear - OACI.
Galíndez López, Demetrio (2006) Aeropuertos Modernos, Ingeniería y Certificación, Instituto Politécnico Nacional-Aeropuertos y Servicios Auxiliares, México.
Informaciones varias obtenidas de la web.
Organización Meteorológica Mundial.
Servicio Meteorológico Nacional de la República Argentina: <http://www.smn.gov.ar>.