

CA AV-019/14

DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL

CIRCULAR DE ASESORAMIENTO



QUE ESTABLECE LOS MÉTODOS RECOMENDADOS EN CASO DE CENIZA VOLCÁNICA.

03 de marzo de 2014.

Handwritten notes and signatures on the left margin, including the letters 'A', 'A', 'S', and a signature.

CIRCULAR DE ASESORAMIENTO
QUE ESTABLECE LOS MÉTODOS RECOMENDADOS EN CASO DE ACTIVIDAD VOLCÁNICA

Objetivo

El objetivo de la presente Circular es establecer procedimientos y métodos recomendados complementarios a las leyes y reglamentos en materia aeronáutica, respecto a la actividad volcánica en el espacio aéreo mexicano.

Fundamento legal

Con fundamento en los artículos 36 fracciones I y VI de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 6 fracciones III, IV y 40 de la Ley de Aviación Civil, 72 de la Ley de Aeropuertos; 118, 152, 153 fracción III, IV y V, 154, 160 fracción II, 162, 165, 166 y 168 del Reglamento de la Ley de Aviación Civil; 50, 125 último párrafo, 152 fracción X, del reglamento de la ley de aeropuertos, 21 fracciones IV, del Reglamento Interior de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Aplicabilidad.

La presente Circular de Asesoramiento aplica a todos los concesionarios, permisionarios y operadores aéreos, concesionarios, permisionarios de aeródromos civiles y al prestador de los servicios de navegación aérea en México, Servicios a la Navegación en el Espacio Aéreo Mexicano (SENEAM).

Introducción

México, como otros Estados en América Latina, es un país rico en volcanes localizados en la región circumpacífica. La mayor parte del vulcanismo está relacionado con las interacciones entre las placas tectónicas de Rivera, de Cocos y la Placa Norteamericana que se manifiesta principalmente en la Faja Volcánica Mexicana (FVM). Esta Faja es una región volcánica elevada, con orientación aproximada Este-Oeste, que se extiende más de 1200 km con un ancho variable entre 20 y 150 km, aproximadamente a lo largo del paralelo 19°.

Sin embargo la FVM no es la única región volcánica, actividad importante ha ocurrido en el Noroeste (Baja California y Sonora), en las islas del Pacífico (principalmente las Revillagigedo), y en el Sureste (principalmente en Chiapas).

Esencialmente las nubes de cenizas volcánicas están constituidas por partículas finas de roca pulverizada, cuya composición corresponde a la del magma en el interior de los volcanes. Estos tipos de Ceniza visible (ceniza volcánica observada por el ojo humano y que no puede ser definida cuantitativamente por el observador) y discernible (ceniza volcánica detectada por impactos definidos en/sobre la aeronave o por acuerdo de técnicas in-situ de sensores remotos) para uso operacional.

Antecedentes.

México es un estado que tiene constante actividad volcánica, recordando el evento ocurrido el 29 de marzo de 1982 en el cual el volcán "El Chichón" tuvo una erupción descargando una importante energía, para los años 90's se incrementó la actividad de los volcanes de Colima y el Popocatépetl siendo actualmente los volcanes activos. Las erupciones del volcán Popocatépetl en el 2013, provocaron la cancelación de vuelos por aerolíneas internacionales, así como, el cierre del aeropuerto de Puebla. La erupción de un volcán puede ocasionar presencia de cenizas volcánicas en la atmosfera, las cuales provocan diversas afectaciones a las aeronaves en vuelo o en tierra cuando tienen contacto con estas.

1. Efecto de cenizas volcánicas en aeronaves

1.1 Generalidades

Las cenizas volcánicas en su mayoría están constituidas por fragmentos de vidrio y roca pulverizada, muy abrasivos y en gran parte compuestos de materiales silíceos, cuya temperatura de fusión está por debajo de la temperatura de funcionamiento de los motores de reacción al empuje de crucero. Las cenizas están acompañadas de soluciones gaseosas de dióxido de azufre (ácido sulfúrico) y de cloro (ácido clorhídrico).

Por lo tanto es un riesgo para las aeronaves el encontrarse con cenizas volcánicas en la atmósfera. Las cenizas volcánicas causan severos daños a los motores, abrasión en las ventanillas, fuselaje y superficies aerodinámicas de la cabina de la tripulación de vuelo, tapan el sistema de Pitot estático, penetran en los sistemas de aire acondicionado y de enfriamiento del equipo y contaminan los equipos eléctricos y de aviónica, los sistemas de combustible e hidráulico y los sistemas de detección de humo en las bodegas de carga.

1.2 Efectos en las aeronaves

1.2.1 Las cenizas volcánicas tienen un punto de fusión por debajo de las temperaturas de funcionamiento de los motores. Este efecto por sí solo puede llevar a una pérdida inmediata del empuje y posiblemente a que se apague el motor.

1.2.2 Las cenizas volcánicas, por ser abrasivas, también causan erosión en el paso del rotor del compresor y en los extremos de las palas del rotor (sección mayormente de alta presión), causando la pérdida de rendimiento de las turbinas de alta presión y del empuje de los motores. Si se reduce el empuje del motor a marcha lenta se atenúa el régimen de erosión de las palas del compresor pero no puede eliminarse por completo, mientras el motor está todavía ingiriendo aire contaminado por cenizas volcánicas.

1.2.3 Además de los problemas de erosión mencionados anteriormente, las cenizas volcánicas pueden tapar ductos en los sistemas de combustible y de enfriamiento, sin embargo, estos efectos pueden ser variables.

1.2.4 Las cenizas volcánicas producen también abrasión en las ventanillas de la cabina de la tripulación de vuelo, en los bordes delanteros y traseros de las superficies aerodinámicas y pueden hacer que la pintura del fuselaje parezca haber sido tratada con "chorros de arena".

Cualquiera de las piezas que sobresalgan del fuselaje, tales como antenas, detectores de hielo y álabes del ángulo de ataque, pueden dañarse y dejar de funcionar. Desde el punto de vista de la seguridad operacional, la abrasión de las ventanillas de la cabina de la tripulación de vuelo hace que disminuya la visibilidad de la tripulación de vuelo y puede presentar un problema serio durante el aterrizaje. Los daños a las antenas pueden llevar a una pérdida completa de las comunicaciones de alta frecuencia (HF) y a un deterioro de las comunicaciones de muy alta frecuencia (VHF).

1.2.5 Deben tomarse precauciones cuando las aeronaves realizan operaciones en tierra en áreas contaminadas por la caída de cenizas volcánicas. Los explotadores deberían consultar con los fabricantes para obtener información más reciente de orientación relativa a cenizas volcánicas.

1.2.6 Recomendaciones preliminares

Después de operaciones en espacio aéreo contaminado con cenizas volcánicas para detectar erosión, acumulación de cenizas volcánicas, o daños en la aeronave y/o motores o degradación de sistemas, se deberían realizar inspecciones a los elementos siguientes:

- a) Bordes de ataque de las alas;
- b) Luces de navegación y aterrizaje, radomos;
- c) Tren de aterrizaje;
- d) Estabilizador horizontal;
- e) Fuselaje;
- f) Tubos Pitot y puertos estáticos;
- g) Ventanillas y parabrisas;
- h) Tomas de aire de los motores y barquillas (turbinas), filtro de aire por inducción (pistón);
- i) Componentes del sistema de enfriamiento de los motores;
- j) Compresor de motores y turbinas;
- k) Sistemas de lubricación de motores;
- l) Sistema de ventilación de depósito de combustible;
- m) Álabes de rotor;
- n) Sistemas de ventilación y presurización del avión (máquinas de ciclo de aire, convertidor de ozono, ventiladores de recirculación, filtros hepa, etc.); y
- o) Detectores de humo (detectores ubicados en el compartimiento de carga, lavabos, módulo de equipo eléctrico, zonas alejadas de descanso de la tripulación, etc.).

Es posible que se requieran inspecciones minuciosas (inspecciones del motor mediante boroscopio, análisis de aceite, inspección de filtros, limpieza de piezas, entre otros). Los encuentros con cenizas volcánicas deben notificarse a los titulares de los certificados de tipo de la aeronave y los motores, así como, a la Autoridad Aeronáutica y a los centros de avisos de cenizas volcánicas (VAAC).

1.3 Operaciones en tierra en aeropuertos afectados por cenizas volcánicas.

Las recomendaciones generales siguientes se aplican a los explotadores y estos, deben contactar a los fabricantes del equipo para obtener recomendaciones más específicas con respecto a sus aeronaves y operaciones.

1.3.1 Proteger la aeronave de las cenizas. En el caso de las operaciones en tierra en aeropuertos afectados por cenizas volcánicas, los fabricantes del equipo original deberían recomendar a los explotadores que adopten precauciones especiales para proteger las aeronaves de los efectos adversos de las cenizas volcánicas.

1.3.2 Eliminar las cenizas de la aeronave antes del vuelo. El explotador debe asegurarse de la ausencia de cenizas volcánicas en los componentes críticos como tomas de aire y puertos estáticos.

1.3.3 Retirar todas las tapas y material de protección antes del vuelo. Las tripulaciones de vuelo deberían asegurarse de que se retiren todos los materiales que se utilizan para cubrir o proteger tomas de aire y puertos.

1.3.4 Determinar un rodaje en tierra que sea seguro. Después de eliminar toda la contaminación por cenizas volcánicas que pueda tener una aeronave, el explotador debería coordinar con la comandancia del aeropuerto para determinar cuáles son las plataformas, calles de rodaje y pistas que no están contaminadas por cenizas volcánicas. Esta información debería transmitirse a las tripulaciones de vuelo antes de que se inicien las operaciones en tierra.

1.3.5 Instrucción del personal de tierra. Los explotadores deberían asegurarse de que su personal de tierra tenga la instrucción adecuada para detectar las señales de contaminación por cenizas volcánicas y conocer las técnicas apropiadas de eliminación de cenizas volcánicas de las aeronaves.

1.3.6 Instrucción periódica de la tripulación de vuelo del explotador. Debería contener procedimientos anormales, normales y de emergencia en caso de contingencia por ceniza volcánica en vuelo.

1.3.7 Se recomienda que para evitar volar en entornos en los que puede haber presencia de ceniza volcánica, se requiere contar con planificación respecto a lo siguiente:

- a) Despacho debería proporcionar a las tripulaciones de vuelo información acerca de sucesos relacionados con cenizas volcánicas, como volcanes potencialmente activos y avistamiento conocido de cenizas que puedan afectar a una ruta en particular.
- b) Debería identificarse o volver a planificarse rutas alternas para evitar espacio aéreo que contiene una nube de cenizas volcánicas visibles.
- c) En las proximidades de una nube de cenizas volcánicas, o donde se requiera, debería identificarse rutas de escape en el caso de descenso no planificado debido a una falla de motor o despresurización de la cabina.
- d) Los vuelos deberían planificarse de modo que se mantengan contra el viento respecto de las nubes de cenizas volcánicas o polvo, siempre que sea posible.
- e) Las tripulaciones de vuelo deben recordar que el radar meteorológico de a bordo no es eficaz para distinguir cenizas.

1.3.8 Comunicación con los fabricantes en caso de cenizas volcánicas

1.3.8.1 Cuando se produce una erupción volcánica en que las cenizas volcánicas resultantes afectan al espacio aéreo, las aerovías o los aeropuertos adyacentes, la accesibilidad a información precisa de los fabricantes o del titular del certificado de tipo, forma parte vital de todo proceso normativo de evaluación de la seguridad operacional aceptado para que los explotadores determinen si es posible continuar con las operaciones. Los explotadores deberían tomar la iniciativa a fin de obtener esta información en estos casos y así minimizar interrupciones en el servicio.

1.3.8.2 Durante los períodos de actividad volcánica, los explotadores deberían establecer una línea de comunicación directa para solicitar información de la entidad de reglamentación pertinente, el Prestador de Servicios de Navegación Aérea, a fin de responder en forma directa a las preguntas. Como todas las situaciones son diferentes e imprevisibles, esto no excluye la comunicación directa entre la entidad reguladora y el fabricante.

1.4 Procedimientos recomendados de mitigación

1.4.1 Las tripulaciones de vuelo deberían seguir los procedimientos y las recomendaciones del fabricante de la aeronave en tales circunstancias. Si no hay procedimientos o recomendaciones específicas, los siguientes procedimientos podrían servir de orientación:

- a) Teniendo en cuenta el espacio aéreo, el terreno y el tráfico, de ser posible, *reducir inmediatamente el empuje a marcha lenta*. Esto hará que disminuya la temperatura de los gases de escape (EGT), lo que a su vez reducirá la cantidad de cenizas fundidas en las alabes de la turbina y en los componentes de la sección caliente. Las cenizas volcánicas pueden también causar erosión rápida y daños a los componentes internos de los motores;
- b) *Desactivar aceleradores automáticos (si estuviera activado)*. Los aceleradores automáticos se deberían desconectar para impedir que el sistema aumente el empuje por encima de marcha lenta. Debido a los márgenes reducidos de sobrepresión, limite el número de ajustes de empuje e incorpórense cambios con movimientos lentos y suaves de la palanca de mando de empuje;

- c) *Salir tan pronto como sea posible de la nube de cenizas volcánicas.* Las cenizas volcánicas pueden estar extendidas por varios cientos de millas. La distancia o el tiempo más corto hacia fuera de las cenizas pueden exigir un descenso inmediato y un viraje de 180° si así lo permite el terreno. Ascender por encima de la nube de cenizas volcánicas no está recomendado debido a los daños ocasionados al motor los cuales pueden provocar que se apague;
- d) *Encender los sistemas antihielo de motores, alas y todos los equipos de aire acondicionado.* Esto mejora aún más el margen de pérdida de los motores aumentando la corriente de aire de purga. Es posible estabilizar uno o más motores al reglaje de empuje de marcha lenta siempre que la temperatura de los gases de escape permanezca dentro de sus límites. Debe tratar de mantenerse por lo menos un motor funcionando a marcha lenta y dentro de los límites permisibles, para proporcionar la energía eléctrica y el aire de purga para presurización de la cabina antes de alejarse de las cenizas volcánicas;
- e) *Poner en marcha, si se dispone del mismo, la Unidad de Potencia Auxiliar (APU).* Puede utilizarse el APU para dar potencia al sistema eléctrico en caso de una pérdida de potencia en múltiples motores. El APU puede también proporcionar una fuente de aire neumático para mejorar la puesta en marcha de los motores dependiendo del modelo de aeronave;
- f) *Colocarse las máscaras de oxígeno de la tripulación de vuelo al 100%, de ser necesario.* Si una cantidad significativa de cenizas volcánicas penetra en la cabina de la tripulación de vuelo o hay un fuerte olor a azufre, ponerse la máscara de oxígeno y seleccionar 100%. No se recomienda el despliegue manual de las máscaras de oxígeno de los pasajeros si la presión en su cabina es normal porque el suministro de oxígeno a los pasajeros será diluido con el aire de la cabina llena de cenizas volcánicas. Si la altitud de la aeronave excede de 4 250 m (14 000 ft) se desplegarán automáticamente las máscaras de oxígeno de los pasajeros, en la mayoría de las aeronaves comerciales;
- g) *Poner de nuevo en marcha los motores conforme a los procedimientos del manual de operaciones de la aeronave.* Si falla la puesta en marcha de uno de los motores, inténtelo de nuevo inmediatamente. La puesta en marcha con éxito de los motores quizás no sea posible antes de que la velocidad aerodinámica y la altitud estén dentro de la envolvente de puesta en marcha en vuelo. Vigile cuidadosamente la temperatura de los gases de escape. Si ocurre falla al arranque, la EGT aumentará rápidamente. Si el motor está justamente acelerando con lentitud, la EGT aumentará lentamente. Los motores aceleran muy lentamente hacia marcha lenta a una gran altitud, especialmente en cenizas volcánicas, esto puede ser interpretado como falla de poner en marcha o como falla del motor para acelerar hasta marcha lenta o como un mal funcionamiento del motor;
- h) *Vigilar la velocidad y actitud de cabeceo.* Si se sospecha que la velocidad aerodinámica no es confiable o si hay una pérdida completa de la indicación de velocidad aerodinámica (las cenizas volcánicas podrían haber obstruido el sistema Pitot), establezca la actitud de cabeceo adecuada que le indique el Manual de Operaciones para "vuelo con velocidad aerodinámica no fiable". Por otro lado, si los indicadores de velocidad aerodinámica no son de fiar, o si ocurre simultáneamente una pérdida de la indicación de velocidad aerodinámica con una pérdida de empuje de todos los motores, pare o apague utilizando el indicador de actitud para establecer una actitud de cabeceo apropiada.

La velocidad inercial respecto a tierra puede ser utilizada por referencia si no es confiable o si se ha perdido la indicación de velocidad aerodinámica. La velocidad respecto al suelo puede también estar disponible desde la torre de control de aproximación durante el aterrizaje;

- i) *Aterrizar en el aeropuerto conveniente más cercano* si se ha producido un encuentro con cenizas volcánicas y se prevé que habrá daños en la aeronave o un funcionamiento anormal de los motores debido a la penetración de cenizas volcánicas;
- j) *Al aterrizar, usar la reversa lo más suavemente posible*. Si parece que se requiere empuje negativo, aplicar empuje negativo cuando el tren de aterrizaje principal toque el suelo. Limitar el uso de empuje negativo en la medida de lo posible, porque el flujo inverso puede expulsar cenizas, arena y polvo reduciendo la visibilidad;
- k) *Si el sistema de piloto automático está funcionando satisfactoriamente, puede realizarse una desviación a un aeropuerto en el que pueda llevarse a cabo un aterrizaje automático y después de aterrizar, si la visibilidad hacia delante es limitada, debería considerarse remolcar la aeronave hasta el puesto de estacionamiento*. Dados los efectos abrasivos de las cenizas volcánicas en los parabrisas y en las luces de aterrizaje, la visibilidad para la aproximación y para el aterrizaje puede estar marcadamente reducida. La visibilidad hacia enfrente puede estar limitada a la que pueda lograrse a través de las ventanillas laterales.

1.4.2 Como se menciona en 1.4.1, la tripulación de vuelo deberían seguir siempre los procedimientos específicos que figuran en el manual de operaciones de la aeronave. Se recomienda que la orientación respecto al mantenimiento necesario o a las inspecciones que debieran realizarse en una aeronave después de un encuentro con cenizas volcánicas, se incluya en los manuales de mantenimiento de aeronave. Las consecuencias a largo plazo para las líneas aéreas que realizan operaciones de vuelos frecuentes a través de regiones del mundo en que se presentan erupciones volcánicas frecuentes (incluso de muy bajas concentraciones de cenizas volcánicas), pueden hacer que aumenten los costos de mantenimiento.

1.4.3 Se recomienda que la tripulación de vuelo con un conjunto de procedimientos de puesta en marcha en vuelo que se extiendan también a procedimientos en aire contaminado por cenizas volcánicas y a puesta en marcha en vuelo con simulador como parte de su instrucción inicial y periódica.

2. Impacto de las cenizas volcánicas en los servicios operacionales

2.1 AERÓDROMOS

2.1.1 Generalidades

2.1.1.1 Las cenizas volcánicas también pueden tener efectos graves en los aeródromos situados a favor del viento de una columna de cenizas volcánicas. Las cenizas se depositan en el aeródromo y en sus cercanías contaminando el equipo de tierra electrónico, eléctrico y mecánico y, si no se adoptan precauciones, podrían afectar en las aeronaves estacionadas o en rodaje en el aeródromo.

Los problemas causados por las cenizas volcánicas en las pistas pueden ser el coeficiente de rozamiento en la pista reducido para las aeronaves que aterrizan, especialmente cuando las cenizas están mojadas y un deterioro grave de la visibilidad local puesto que las cenizas en tierra son perturbadas por los gases de escape de los motores de aeronaves en rodaje, aterrizaje y despeque.

No es necesario que exista una gran cantidad de ceniza volcánica depositada en un aeródromo antes de considerar la posibilidad de cerrar las operaciones en este.

2.1.1.2 Para los aeropuertos que se ubiquen en zonas de riesgo de ceniza volcánica, el problema puede ser considerado desde los siguientes aspectos:

- a) Disposiciones de carácter permanente antes de una erupción;
- b) Disposiciones durante la erupción volcánica, desde la caída inicial de las cenizas en el aeropuerto hasta el cierre del aeropuerto; y
- c) Limpieza después de la erupción y nueva puesta en servicio del aeropuerto.

2.1.2 Disposiciones de carácter permanente antes de una erupción

Las disposiciones relativas a la caída de cenizas volcánicas en el aeródromo deben estar incluidas en el plan de emergencia del aeropuerto considerándolo dentro de los desastres naturales; el plan debe comprender un conjunto completo de procedimientos que determinen las funciones y las responsabilidades de todo el personal de aviación civil y de otros organismos en el aeropuerto y, de ser pertinente, fuera del aeropuerto en el caso de que una erupción volcánica amenace por acumular cenizas volcánicas fuera del aeropuerto. Las medidas que deberían adoptarse para que el aeropuerto aplique procedimientos de emergencia con rapidez y eficacia son:

- a) Almacenamiento previo de los materiales mínimos necesarios para cubrir y sellar los sitios abiertos de aeronaves y motores, el equipo de tierra, algunos edificios estratégicos y equipo electrónico de computadoras, etc. (p. Ej., cinta aislante, y hojas de plástico);
- b) Arreglos previos de una fuente de materiales de limpieza (más allá de almacenamiento habitual) otro equipo pesado, así como, recoger, limpiar y evacuar las cenizas volcánicas;
- c) Arreglos previos de un área conveniente aprobada para evacuar y cubrir o, por lo menos, para estabilizar, las cenizas volcánicas fuera del aeropuerto; y
- d) Arreglos previos para una fuente auxiliar generadora de energía eléctrica.

2.1.3 Durante la erupción volcánica

2.1.3.1 Desde la caída inicial de las cenizas en el aeropuerto hasta el cierre del aeropuerto

Al notificar una erupción que pueda depositar cenizas volcánicas en el aeropuerto, se recomienda iniciar inmediatamente medidas de protección, tales como almacenar equipo no esencial, sellar o cubrir partes abiertas de las aeronaves y de los motores de las aeronaves, equipo de tierra, edificios estratégicos y equipo electrónico o de computadora, etc. El comandante del aeropuerto debería tomar una decisión en colaboración con todas las partes involucradas, respecto a la viabilidad o necesidad de continuar las operaciones de aeronaves en el aeropuerto.

Para incrementar al máximo el período durante el cual pudieran continuar las aeronaves en el aeropuerto se recomiendan los siguientes procedimientos de operación de aeronaves en tierra:

- a) Durante los aterrizajes, limite el uso de la reversa. El uso la reversa puede perjudicar la visibilidad y hacer que los motores ingieran cenizas;
- b) La presencia de una capa ligera de cenizas que oscurece las señales de la pista pudiera tener un efecto negativo en el frenado. Ha de aplicarse cautela cuando las cenizas están mojadas puesto que las superficies serán muy resbaladizas y el efecto de frenado menos eficaz;
- c) El desgaste de los frenos se incrementara; sin embargo, no deberían estar afectados los cojinetes adecuadamente sellados;
- d) Evítese el funcionamiento estático de los motores por encima de la potencia de marcha lenta;

e) No rodar con un solo motor encendido; utilizar todos los motores para el rodaje; no obstante verifíquese el manual de operaciones en lo relativo a combinaciones específicas de aeronave/motor;

f) El empuje durante el rodaje debería limitarse lo necesario para mantener una velocidad lenta de rodaje;

g) Evitar las operaciones cuando las cenizas son visibles en el aire; debiendo esperar a que las cenizas se depositen antes de iniciarse el recorrido de despegue;

h) Utilizar un procedimiento de despegue rodando;

i) Restrinja el uso en tierra de la planta de potencia auxiliar para poner en marcha los motores; y

j) Evitar el uso de conjuntos de aire acondicionado en tierra si los ventiladores de circulación mantienen un nivel adecuado de temperatura. Si es necesario el uso del aire acondicionado en tierra configure el funcionamiento en un reglaje de máximo frío si las cenizas son visibles y acondiciónese previamente el edificio terminal con vehículos equipados con filtros si se dispone de los mismos.

2.1.3.2 Mientras continúan las operaciones restringidas de aeronaves, debería completarse el sellado de las partes abiertas de aeronaves estacionadas, de equipo en tierra que no se utilice, de algunos edificios estratégicos y de equipo electrónico y de computadora etc. A medida que disminuyen las operaciones de aeronaves se pueden retirar del servicio las unidades de equipo de tierra y limpiar, lubricar, sustituir filtros y cubrir o almacenar el equipo.

2.1.4 Limpieza después de la erupción

Es necesario retirar las cenizas volcánicas del aeropuerto, toda vez que el viento no se las llevará, y éstas podrán permanecer en el ambiente contaminándolo de nuevo. En el Apéndice B se presenta un conjunto de procedimientos recomendados para la protección y limpieza del aeropuerto.

2.2 SERVICIOS DE TRÁNSITO AÉREO, ORGANISMOS VULCANOLÓGICOS, TRIPULACIÓN DE VUELO, VAAC Y UNIDADES OFICIALES

2.2.1 Generalidades

Las erupciones volcánicas y las nubes de cenizas resultantes pueden ocasionar perturbaciones importantes a las operaciones de tránsito aéreo y pueden llevar a situaciones que amenacen la seguridad de las operaciones de las aeronaves en ruta.

2.2.2 Detección y notificación de un suceso

2.2.2.1 La notificación de una erupción y/o de la presencia de nubes de cenizas volcánicas se realiza mediante los siguientes mensajes:

- **Oficina NOTAM Internacional (NOF)**

- NOTAM o ASHTAM.

- **Centro de Control de Área (ACC)**

- Retransmisión sin demora de Aeronotificaciones Especiales de la tripulación de vuelo.

- **Centro de Análisis y Pronósticos Meteorológicos Aeronáuticos (CAPMA)**

- Información relativa a fenómenos meteorológicos en ruta que puedan afectar la seguridad de las operaciones de aeronaves (SIGMET).

- **Estación Meteorológica Aeronáutica**

- Informe meteorológico METAR/SPECI que incluye datos de erupción volcánica, nubes o deposición de ceniza volcánica.

- **Organismo Vulcanológico Nacional**

- Informe de actividad volcánica (de conformidad con el Código de colores del nivel de alerta de la actividad volcánica, Anexo 15 "Servicios de Información Aeronáutica" de la OACI)

- **Tripulación de Vuelo**

- Aeronotificaciones especiales de actividad volcánica.

- **Unidad Oficial** (Aeronáutica, policíaca, militar, de protección civil, etc.)

- Reporte de erupción volcánica o presencia de ceniza volcánica.

- **Centro de avisos de cenizas volcánicas (VAAC Washington)**

- Aviso de ceniza volcánica (Aviso en lenguaje abreviado y gráfico a través de diversos tipos de imágenes de satélite, pueden ser Avisos de ceniza volcánica (VAA), Gráficos de ceniza volcánica (VAG) y Modelos de trayectoria).

2.2.2.2 La notificación de que ha ocurrido una erupción o que se ha notificado la presencia de cenizas volcánicas en la atmósfera puede llegar a las dependencias de los servicios de tránsito aéreo (ATS) procedente de una o más de las siguientes fuentes y en una diversidad de formatos:

- Organismo Vulcanológico Nacional como informe sencillo;
- Centro de Análisis y Pronósticos Meteorológicos Aeronáuticos (CAPMA);
- Aeronave en vuelo mediante una Aeronotificación Especial de actividad volcánica; y
- Servicio Nacional, tales como policía, militares o estación forestal.

2.2.3 Proceso de coordinación y de alerta

2.2.3.1 Debido a que el primer informe del evento de una erupción volcánica y de las subsiguientes nubes de cenizas puede proceder de una o de muchas fuentes, el sistema de comunicaciones puede rápidamente ser saturado, por lo que se recomienda utilizar el sistema de comunicaciones de manera necesaria.

2.2.3.2 Para que el ACC pueda adoptar decisiones fundadas sobre el efecto que la erupción y las nubes de cenizas pudieran tener en el espacio aéreo bajo su jurisdicción, (como puede ser el cierre de espacio aéreo y proporcionar rutas alternas a las aeronaves en vuelo) el Centro de Análisis y Pronósticos Meteorológicos Aeronáuticos (CAPMA), le proporcionará el SIGMET relativo a cenizas volcánicas basado en el asesoramiento del VAAC de Washington.

2.2.4 Procedimientos de tránsito aéreo en un ACC

2.2.4.1 Si se recibe un informe o se pronostica la presencia de una nube de cenizas volcánicas en la región de información de vuelo de la que el ACC es responsable, procedente de cualquiera de las fuentes indicadas en 2.2.2.2, se recomienda seguir el siguiente procedimiento:

- Retransmitir inmediatamente toda la información disponible a la tripulación de vuelo cuyas aeronaves puedan ser afectadas para asegurarse de que son conscientes de la posición de las nubes de cenizas y de los niveles de vuelo afectados;

b) Proponer una nueva ruta apropiada para evitar la zona en la que se sabe o se pronostica que habrá nubes de cenizas;

c) Recordar a la tripulación de vuelo que las nubes de cenizas volcánicas no son detectadas por sistemas radar de a bordo ni por sistemas radar de tránsito aéreo. La tripulación de vuelo debería asumir que el radar no le proporcionará ningún aviso por anticipado del lugar de las nubes de cenizas;

d) Cuando la tripulación de vuelo informe a los servicios de tránsito aéreo que la aeronave ha penetrado en una nube de cenizas volcánicas, los Servicios de tránsito aéreo deberían:

- 1) Adoptar medidas aplicables a una aeronave en situación de emergencia;
- 2) No iniciar modificación de la ruta o del nivel de vuelo asignado, salvo que lo solicite la tripulación de vuelo o sea indispensable debido a requisitos de espacio aéreo o condiciones del tránsito.

La maniobra de evasión recomendada para una aeronave que haya penetrado en una nube de cenizas es invertir su rumbo y empezar un descenso si el terreno lo permite. La responsabilidad última de esta decisión recae en la tripulación de vuelo.

2.2.4.2 Servicios a la Navegación en el Espacio Aéreo Mexicano (SENEAM) debe asegurarse de que los controladores conozcan el procedimiento adecuado para que las aeronaves en ruta, eviten penetrar las nubes de ceniza volcánica debido al peligro de pérdida de potencia de uno o más de sus motores.

Para su información, se considera lo siguiente:

a) Las nubes de cenizas pueden extenderse por cientos de millas horizontalmente y llegar verticalmente a la estratosfera, por lo que los pilotos no deben tratar de atravesar la nube ni de ascender por encima de la nube;

b) Las cenizas volcánicas pueden tapan el sistema Pitot estático de una aeronave por lo que las indicaciones de velocidad aerodinámica no serían confiables; y

c) Las condiciones de frenado de la aeronave, pueden verse afectadas considerablemente en los aeropuertos en los que existió presencia de cenizas volcánicas.

2.3 SERVICIOS METEOROLÓGICOS

2.3.1 Generalidades

Los servicios meteorológicos los proporciona Servicios a la Navegación en el Espacio Aéreo Mexicano (SENEAM) a través de:

- Centro de Análisis y Pronósticos Meteorológicos Aeronáuticos (CAPMA).
- Las oficinas de servicios de información de vuelo (OSIV).

2.3.2 Avisos de cenizas volcánicas

2.3.2.1 El Centro de Análisis y Pronósticos Meteorológicos Aeronáuticos (CAPMA) con base a la información recibida de una fuente en un aviso indicada en 2.2.2.2, debería proceder a emitir un SIGMET.

2.3.2.2 El Centro de Análisis y Pronósticos Meteorológicos Aeronáuticos (CAPMA) debería estar en contacto constante con el ACC responsable para asegurar que el contenido de los mensajes SIGMET y ASHTAM no sea contradictorio.

2.4 PLANIFICACIÓN, DESPACHO Y CONTROL OPERACIONAL DE LOS VUELOS

2.4.1 Generalidades

2.4.1.1 Las nubes de cenizas volcánicas pueden cubrir una zona muy extensa y moverse rápidamente de una región a otra. Por consiguiente, la disponibilidad precisa y oportuna de información es esencial para la seguridad de los vuelos y para facilitar la etapa de planificación previa al vuelo, así como cualquier nuevo plan consiguiente realizado en vuelo. Las opciones disponibles comprenden un cambio de ruta, escalas técnicas en ruta no programadas, transporte a bordo de más combustible (contingencia) por la posible desviación en ruta o altitudes de vuelo que no sean óptimas, o cancelación del vuelo. Todas estas decisiones influyen materialmente en la planificación de la carga y en la preparación de la tripulación e implican decisiones muy complejas de gestión.

2.4.2 Planificación de los vuelos y despacho de los vuelos

2.4.2.1 Es importante toda la información disponible sobre la índole, amplitud, altitudes y hora de la erupción o de la posición de nubes y de los correspondientes niveles de vuelo así como la velocidad del movimiento de tales nubes. Si existe una erupción cerca de un aeropuerto, el explotador deber saber si estarán probablemente afectados cualquiera de los aeródromos alternos locales. La presencia de nubes de cenizas a poca altura de la atmósfera pudiera o no ser pertinente para las operaciones en ruta, pero pudiera constituir una amenaza considerable para el tránsito que ascienda o descienda. No pueden establecerse límites arbitrarios, cada situación será única y requerirá el criterio de expertos en la materia (Oficial de Operaciones).

2.4.2.2 La congestión del espacio aéreo en muchas de las rutas aéreas de más tránsito pudiera limitar la disponibilidad de niveles superiores dejándole a la tripulación de vuelo poca flexibilidad en sus operaciones. Los mensajes generales (especialmente ASHTAM) que de hecho cierran el espacio aéreo por períodos prolongados ocasionan dificultades considerables a los usuarios. Es, por consiguiente, esencial que se actualicen regularmente los SIGMET y los ASHTAM.

2.4.2.3 Se debe originar un NOTAM sobre depósitos de cenizas volcánicas en un aeródromo si se dispone de un pronóstico de inminente depósito de cenizas o tan pronto como las cenizas comienzan a acumularse en el aeródromo.

2.4.3 Seguimiento centralizado del control de las operaciones y de los vuelos

2.4.3.1 Muchas líneas aéreas mantienen el control de las operaciones de sus aeronaves en la totalidad de su red de rutas desde su CCO (Centro de Control Operacional). Además, los planes de vuelo y de combustible de las aeronaves se generan habitualmente en un lugar central y se difunden hasta el punto de partida. Esto requiere cada vez más los intercambios casi mundiales de mensajes OPMET y ASHTAM además de cualquier otra información pertinente al sector en cuestión.

2.4.3.2 El uso cada vez más extendido de sistemas de comunicaciones y de notificación de las líneas aéreas proporciona a éstas un medio de proporcionar a la tripulación de vuelo la información última disponible y de ayudarle a adoptar decisiones operacionales difíciles, tales como cambio de ruta o desvíos importantes. Se empleará cada vez más la opción de enviar en enlace ascendente planes de vuelo de navegación revisados a la tripulación de vuelo por sistemas de comunicaciones de enlace de datos de la compañía. Los aeródromos en los que se desvíen los vuelos habrán habitualmente de seleccionarse cuidadosamente tanto para dar cabida al tamaño particular de la aeronave como en relación con los requisitos de manipulación en tierra y para reducir a un mínimo el enorme costo posible para la línea aérea de una escala nocturna con una carga completa de pasajeros. Por consiguiente, se requieren actualizaciones continuas de la situación.

2.4.3.3 Es esencial que se coordinen estrechamente el Centro de Análisis y Pronósticos Meteorológicos Aeronáuticos (CAPMA), los organismos, ATS y AIS para asegurar que la información más completa y más reciente llega al usuario, de ser posible, con mucha anticipación al vuelo.

2.5 ORGANISMOS VULCANOLÓGICOS

2.5.1 Organismos responsables de la vigilancia de los volcanes

2.5.2.1 La vigilancia de los volcanes de Colima y el Popocatepetl está a cargo del Instituto de Geofísica de la UNAM, Observatorio Vulcanológico de la Universidad de Colima y el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).

Una relación de volcanes significativos en la República Mexicana se encuentra en la Publicación de Información Aeronáutica (AIP), sección ENR 5.3.2 ó en el Apéndice F del Doc. 9691 de la OACI.

3. Procedimientos de Coordinación

3.1 Alerta por Cenizas Volcánicas, para el Sector Aeronáutico.

Se recomienda seguir el siguiente procedimiento, sin embargo no pretende ser limitativo o exhaustivo en las responsabilidades y funciones de cada organismo.

3.1.1 Informe del Sector Aéreo.

1. Tan pronto la tripulación en vuelo, observe actividad, nube o cenizas volcánicas, debería notificar de forma inmediata al Centro de Control de Área correspondiente (ACC), y/o a la Torre de Control (TWR);

Éstos deberán reportar la información recibida inmediatamente al CAPMA.

2. CAPMA, retransmitirá la información de manera inmediata y simultánea, por los medios convencionales a:

- El Centro de Avisos de Cenizas Volcánicas (VAAC) de Washington
- La Oficina de NOTAM Internacional (NOF)
- Organismo Vulcanológico.
- Comandancia del Aeropuerto.

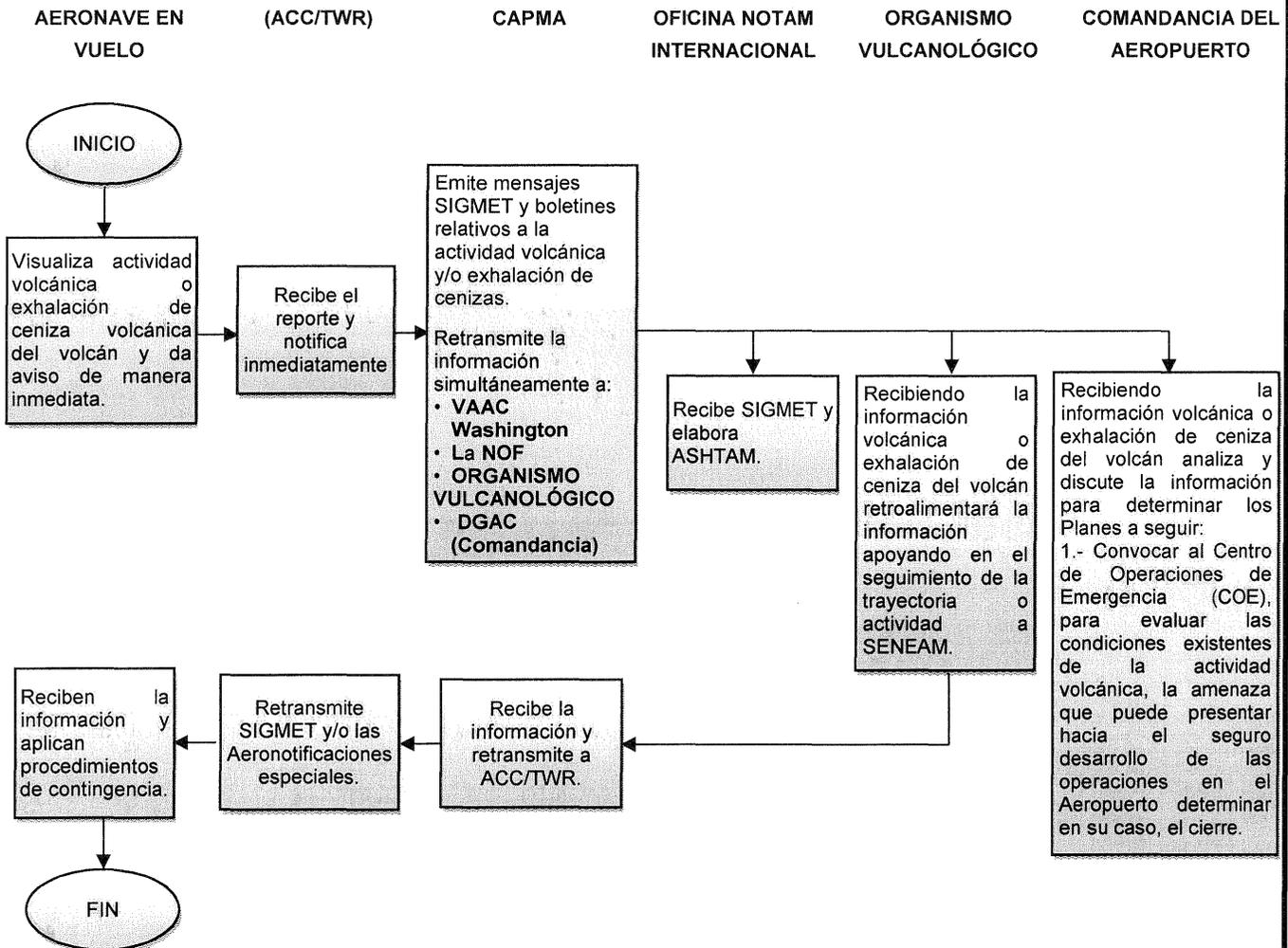
Además, el CAPMA emitirá mensajes SIGMET y boletines relativos a la actividad volcánica y/o exhalación de cenizas.

La Oficina NOTAM Internacional recibe el mensaje SIGMET y elabora ASHTAM.

El organismo vulcanológico, recibiendo la información volcánica o exhalación de ceniza del volcán retroalimentará la información apoyando en el seguimiento de la trayectoria o actividad a SENEAM.

La Comandancia del Aeropuerto, recibiendo la información volcánica o exhalación de ceniza del volcán analiza y discute la información para determinar los Planes a seguir, convocar al Centro de Operaciones de Emergencia (COE), para evaluar las condiciones existentes de la actividad volcánica, la amenaza que puede presentar hacia el seguro desarrollo de las operaciones en el Aeropuerto y determina en su caso, el cierre.

Informe del Sector Aéreo.



3.1.2 Organismo Vulcanológico Informa al Sector Aéreo

El Organismo Vulcanológico al detectar la actividad del volcán erupción y/o cenizas volcánicas; debería verificar, ratificar y actualizar la información proporcionada al sector, a través del CAPMA/NOF.

1. El CAPMA/NOF al tener la información confirmada, la dará a conocer de inmediato al VAAC de Washington, ACC, Comandancia del Aeropuerto y al Centro de Control Operativo CCO.
2. La Coordinación del Organismo Vulcanológico con el CAPMA y la comandancia del aeropuerto, será de carácter permanente durante el estado de alerta y en consecuencia la prioridad del flujo de información hacia las entidades involucradas con este procedimiento.
3. La Oficina NOTAM, al editar los NOTAM, ASHTAM y boletines ya sea por cambio en la actividad y/o exhalación del volcán, se sujetará al texto del SIGMET editado por el CAPMA; a su vez emitirá de acuerdo al evento la Aeronotificación especial correspondiente a través del Centro de Control / Torre de Control según corresponda.

4. Publicación y comunicación.

4.1. ASHTAM

4.1.1. Generalidades para la emisión de los ASHTAM.

La emisión de los ASHTAM correspondientes se realizarán de conformidad con el Apéndice 3 del Anexo 15 "Servicios de información aeronáutica" y a la Circular Obligatoria CO AV 21.5/07 R1 "Reglas de Tránsito Aéreo que establecen los requisitos y especificaciones para los servicios de información Aeronáutica, necesarios para la seguridad, regularidad y eficiencia de la navegación aérea nacional e internacional".

4.1.2. Al expedir un ASHTAM sobre actividad volcánica previa a una erupción, o sobre erupciones volcánicas que no producen penachos de cenizas, se debe incluir en el texto del ASHTAM lo siguiente:

"CRECIENTE ACTIVIDAD VOLCÁNICA NOTIFICADA EN EL VOLCÁN (NOMBRE Y UBICACIÓN EN LAT/LONG) SE RECOMIENDA CAUTELA A LAS AERONAVES HASTA NUEVO AVISO Y MANTENERSE A LA ESCUCHA DE ASHTAM/SIGMET PARA LA ZONA".

O,

"VOLCÁN (NOMBRE Y UBICACIÓN EN LAT/LONG) EN ERUPCIÓN (FECHA/HORA UTC) PERO SIN QUE SE NOTIFIQUEN PENACHOS DE CENIZA, SE RECOMIENDA QUE LAS AERONAVES EVITEN VOLAR A MENOS DE... NM DEL VOLCÁN HASTA NUEVO AVISO, MANTENERSE A LA ESCUCHA DE ASHTAM /SIGMET PARA LA ZONA".

4.1.3. NOTAM

4.1.3.1. Consideraciones para la emisión de NOTAM sobre cenizas volcánicas en un aeródromo:

- a. En los casos cuando una previsión de deposición de cenizas inminente está disponible, un NOTAM deberá expedirse indicando el período de tiempo en que se espera que comience las cenizas en un aeródromo;
- b. Un NOTAM se debe emitir cuando la ceniza alcanza un aeródromo o comienza a acumularse en el suelo en un aeródromo. El NOTAM debería informar si el aeródromo está todavía abierto para la operación;
- c. Un nuevo NOTAM se debe emitir cada 4 hrs. Mientras que la deposición se produce o presente en el aire en el aeródromo, o con mayor frecuencia según sea necesario para la aparición de la deposición de ceniza pesada. Si se ha hecho una prueba de fricción de superficies de pista con una mu-meter, el valor y el tiempo que se hizo debe ser reportado; y
- d. Un NOTAM final se emite cuando se completan las actividades de limpieza y operaciones se han reanudado.

4.1.3.2. Los depósitos de cenizas volcánicas en los aeródromos es un fenómeno que requiere la emisión de un aviso de aeródromo, por lo que debe haber una estrecha coordinación entre la NOF y la Oficina de Servicio de Información de Vuelo (OSIV) de aeródromo, en su área de responsabilidad, sobre la expedición de tales advertencias.

4.2. SIGMET y avisos de aeródromo

4.2.1. En el Capítulo 7 del Anexo 3 "Servicio meteorológico para la navegación aérea internacional" de OACI, se indican los requerimientos específicos para la elaboración de un SIGMET.

4.2.2. Los SIGMET tendrán una validez de seis horas. La distribución de los SIGMET también debe enviarse a las direcciones internacionalmente convenidas.

4.2.3. Los avisos de aeródromo sobre depósitos de cenizas volcánicas deberían ser expedidos por la Oficina de Servicio de Información de Vuelo (OSIV) si se dispone de un pronóstico de inminente depósito de cenizas volcánicas o tan pronto como las cenizas comienzan a acumularse en el aeródromo.

4.3. Comunicación.

4.3.1. Los mensajes ASHTAM y los pronósticos SIGMET son distribuidos por la red fija de telecomunicaciones AFTN, así mismo, se podrán solicitar a las Oficinas de Servicio de Información de Vuelo (OSIV) y Centro de Análisis y Pronósticos Meteorológicos Aeronáuticos (CAPMA) de SENEAM.

Asimismo los SIGMET emitidos por el CAPMA se pueden consultar en su página web www.capma.com.mx.

5. Grado de concordancia con normas y lineamientos internacionales y con las normas mexicanas tomadas como base para su elaboración.

5.1. No existen Normas Mexicanas que hayan servido de base para su elaboración, dado que al momento no existen antecedentes regulatorios publicados en este sentido.

6. Bibliografía.

6.1. Organización de Aviación Civil Internacional, Convenio sobre Aviación Civil Internacional, Chicago, Estados Unidos de América, fecha 7 de diciembre de 1944 [Citado 09-09-2013].

6.2. Organización de Aviación Civil Internacional, Anexo 03, al Convenio sobre Aviación Civil Internacional de la Edición 16, fecha julio de 2007. [Citado 09-09-2013].

6.3. Organización de Aviación Civil Internacional, Anexo 11, al Convenio sobre Aviación Civil Internacional de la Edición 13, fecha julio de 2001. [Citado 09-09-2013].

6.4. Organización de Aviación Civil Internacional, Anexo 15 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional de la Edición 13, fecha julio de 2010. [Citado 09-09-2013].

6.5. Organización de Aviación Civil Internacional, documento 4444, al Convenio sobre Aviación Civil Internacional de la Edición 15, fecha 2007. [Citado 09-09-2013].

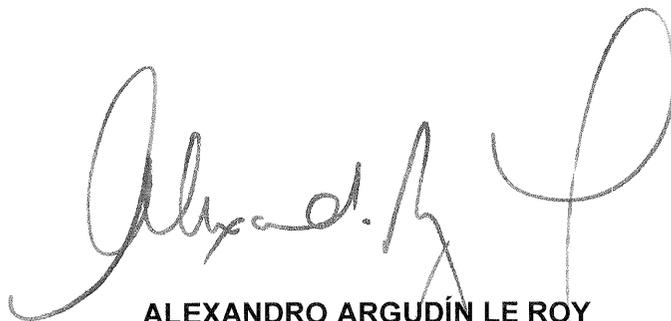
6.6. Organización de Aviación Civil Internacional, documento 9691, al Convenio sobre Aviación Civil Internacional de la Edición 02, fecha 2009. [Citado 09-09-2013].

6.7. Organización de Aviación Civil Internacional, documento 9766, al Convenio sobre Aviación Civil Internacional de la Edición 02, fecha 2004. [Citado 09-09-2013].

7. Fecha de efectividad.

La presente Circular de Asesoramiento entra en vigor a partir del 03 de marzo de 2014, y estará vigente indefinidamente a menos que sea revisada o cancelada.

**ATENTAMENTE
EL DIRECTOR GENERAL**



ALEXANDRO ARGUDÍN LE ROY

03 de marzo de 2014.

Handwritten notes on the left margin:
A
A
S.
u
r

Apéndice A

FORMULARIO DE AERONOTIFICACIÓN ESPECIAL DE ACTIVIDAD VOLCÁNICA

EXPLOTADOR:		IDENTIFICACIÓN DE LA AERONAVE: (como se indica en el plan de vuelo)			
PILOTO AL MANDO:					
SALIDA DE:	FECHA:	HORA UTC:	LLEGADA A:	FECHA:	HORA UTC:
DESTINATARIO:			AERONOTIFICACIÓN ESPECIAL:		
Los elementos 1-8 han de notificarse inmediatamente a la dependencia ATS con la que se esté en contacto.					
1) IDENTIFICACIÓN DE LA AERONAVE			2) POSICIÓN		
3) HORA			4) NIVEL DE VUELO O ALTITUD		
5) ACTIVIDAD VOLCÁNICA OBSERVADA EN (posición o marcación, nivel estimado de la nube de cenizas y distancia con respecto a la aeronave)					
6) TEMPERATURA DEL AIRE			7) VIENTO INSTANTÁNEO		
8) INFORMACIÓN SUPLEMENTARIA			Otros _____		
Se han detectado SO ₂			Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		
Se ha detectado			Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		
(Breve descripción de la actividad, especialmente la extensión vertical y lateral de la nube de cenizas, de ser posible, el desplazamiento horizontal, el ritmo del crecimiento, etc.)					
Después del aterrizaje llénense los elementos 9-16 y posteriormente transmitase al CAPMA.					
9) DENSIDAD DE LA NUBE DE CENIZAS		(a) Vestigios		(b) Moderadamente densa	
				(c) Muy densa	
10) COLOR DE LA NUBE DE CENIZAS		<input type="checkbox"/> (a) Blanco		<input type="checkbox"/> (a) Gris claro	
		<input type="checkbox"/> (d) Negro		<input type="checkbox"/> (a) Otro _____	
11) ERUPCIÓN		<input type="checkbox"/> (a) Continua		<input type="checkbox"/> (a) Intermitente	
				<input type="checkbox"/> (a) No visible	
12) BOCAS DE ACTIVIDAD		<input type="checkbox"/> (a) Vértice		<input type="checkbox"/> (a) Flanco	
		<input type="checkbox"/> (a) Múltiple		<input type="checkbox"/> (a) No observada	
13) OTRAS CARACTERÍSTICAS OBSERVADAS DE LA ERUPCIÓN		<input type="checkbox"/> (a) Relámpagos		<input type="checkbox"/> (a) Luminosidad	
		<input type="checkbox"/> (a) Lluvia de cenizas		<input type="checkbox"/> (a) Nube creciente	
				<input type="checkbox"/> (a) Trozos de rocas	
				<input type="checkbox"/> (a) Todo	
14) EFECTO DE LA AERONAVE		<input type="checkbox"/> (a) Comunicaciones		<input type="checkbox"/> (a) Sistemas de navegación	
		<input type="checkbox"/> (a) Piloto estático		<input type="checkbox"/> (a) Parabrisas	
				<input type="checkbox"/> (a) Motores	
				<input type="checkbox"/> (a) Ventanillas	
15) OTROS EFECTOS		<input type="checkbox"/> (a) Turbulencia		<input type="checkbox"/> (a) Fuego de Santelmo	
				<input type="checkbox"/> (a) Otras emanaciones	
16) OTRA INFORMACIÓN: (Cualquier información que se considere de utilidad)					

INSTRUCCIONES PARA LLENAR EL FORMATO DE NOTIFICACIÓN DE ACTIVIDAD VOLCÁNICA

Explotador.- Denotar la compañía operadora de la aeronave o razón social.

Identificación de la Aeronave.- Denotar la identificación de la aeronave utilizando los datos denotados en el plan de vuelo.

Piloto al Mando.- Denotar el nombre completo del piloto al mando de la aeronave.

Salida de.- Denotar el aeródromo donde despegó la aeronave.

Fecha.- Denotar Día mes y año.

Hora UTC.- Denotar Hora de despegue de la aeronave.

Llegada.- Denotar aeródromo de destino de la aeronave

Fecha.- Denotar Día mes y año de la llegada al aeródromo de destino.

Hora UTC.- Denotar Hora del aterrizaje de la aeronave.

Destinatario.- Denotar a quien se le envía la notificación.

Aeronotificación Especial.- Tipo de notificación.

1) **Identificación de la Aeronave.-** Denotar la identificación de la aeronave utilizando los datos.

2) **Posición.-** Denotar la posición de latitud (2 números para los grados ó 4 números para los grados y minutos, seguidos sin espacio por N) y longitud (3 números para los grados ó 5 para los grados y minutos, seguidos sin espacio por W) o como un punto significativo, identificado por un designador, o como un punto significativo magnético seguido de la marcación magnética (3 números) desde el punto.

3) **Hora.-** Denotar la hora en horas y minutos UTC (4 números) correspondiente al momento en que la aeronave se encontró en la posición reportada.

4) **Nivel de vuelo o altitud.-** Denotar el nivel de vuelo en pies seguido de tres números de la altitud en cientos de pies.

5) **Actividad volcánica observada en.-** Denotar en lenguaje claro y abreviado la posición o marcación y distancia con respecto a la aeronave.

6) **Temperatura del aire.-** Denotar "PS" (más) o "MS" (menos), seguido sin dejar espacio, de la temperatura en grados Celsius (2 cifras) corregida por error instrumental y velocidad relativa.

7) **Viento instantáneo.-** Denotar el viento instantáneo que se presente en la posición indicada en el concepto 2, o anotar el viento medio entre dos puntos de posición seguida de la palabra "MEDIO" y la posición

8) **Información suplementaria.-** Denotar en lenguaje claro y abreviado una breve descripción de la actividad volcánica incluyendo la extensión vertical y lateral de la nube, su desplazamiento horizontal, ritmo de crecimiento, etc. según se disponga de la información.

Los conceptos 9 al 16 no deben transmitirse por radiotelefonía sino que, a la llegada al aeropuerto o aeródromo el explotador o miembro de la tripulación lo debe entregar a la oficina de despacho.

Apéndice B**RECOMENDACIONES PARA MITIGAR EL EFECTO DE CENIZAS VOLCÁNICAS
EN LOS AEROPUERTOS****1. INTRODUCCIÓN**

1.1 Las técnicas para que disminuyan los efectos de las cenizas volcánicas pueden agruparse en tres amplias categorías: 1) mantener las cenizas alejadas, 2) controlar las cenizas que entran y 3) disponer de las cenizas. Estas categorías son más bien una ilustración que categorías discretas y algunas de las técnicas de mitigación tendrán aplicación a los tres casos. Se requerirán medidas de mitigación continuas mientras estén presentes las cenizas. Las cenizas depositadas se incorporan fácilmente a la atmósfera y una capa de 2 mm puede ser tan molesta como una capa de 50 mm.

1.2 La técnica más eficaz para reducir los daños relacionados con las cenizas o la perturbación del equipo es evitar utilizar tal equipo: desactivarlo, cerrarlo, guardarlo dentro o sellar el área hasta que las cenizas puedan retirarse. Esta táctica solamente es aceptable por períodos breves de tiempo puesto que deben reanudarse las operaciones en algún momento. En todo caso, las técnicas de eliminación no servirán para suprimir todas las cenizas. Quedarán residuos en tierra y serán soplados hacia el aire por el viento, por los vehículos que pasen y por las aeronaves que despeguen. Por lo tanto, un programa acelerado e intensivo de inspección, mantenimiento, limpieza y supervisión será necesario durante la parte principal de deposición de cenizas y después de esa parte principal.

1.3 Limpiar el aire ambiente y mantenerlo limpio es la clave para reducir los problemas en las operaciones y en el mantenimiento. Soplar las cenizas hacia afuera de un tablero de circuitos es inútil si las cenizas son tan finas que permanecen suspendidas por varios minutos. La dificultad de intentar realizar tareas de mantenimiento en una atmósfera ya contaminada de cenizas es obvia. Los procedimientos de "sala limpia" pueden ser utilizados para aislar una zona y mantenerla libre de cenizas pero solamente en circunstancias ideales. Algún equipo, los motores de las aeronaves, por ejemplo, es tan grande que no puede ser tratado de ese modo. Pueden utilizarse tiendas de campaña o lonas para que disminuya la contaminación en bruto. Sin embargo, las partículas finas de cenizas volcánicas pueden penetrar en orificios muy pequeños y costuras y es esta característica la que hace a las cenizas volcánicas tan dañinas para el equipo crítico.

1.4 Algunos procedimientos de mitigación podrían ocasionar otros problemas, o ser contraproducentes, dependiendo de las circunstancias. Por ejemplo, añadiendo filtros a un sistema de computadora que reduciría la cantidad de contaminación de cenizas pero también disminuirá la corriente de aire. El aumento resultante de la temperatura puede modificar las características de funcionamiento de componentes delicados o incluso causar daños. Añadir un ventilador de mayor potencia aumentaría la corriente de aire pero no todas las computadoras, especialmente los equipos más pequeños, pueden ser fácilmente modificadas. Otro ejemplo es el uso de humedad para controlar las cenizas. Alfombras mojadas aumentarán la humedad relativa y ayudarán a mantener las cenizas en el suelo; sin embargo, las cenizas volcánicas mojadas o incluso húmedas son conductoras de electricidad.

1.5 Ningún método por sí solo será absolutamente eficaz, una combinación de procedimientos ha demostrado ser el método de mejores resultados para controlar las cenizas volcánicas. Una supervisión constante y reevaluación de los efectos de las cenizas y del proceso de mitigación serán requeridos para lograr el equilibrio más eficaz entre las necesidades operacionales y el nivel deseado de limitación de daños. En las secciones siguientes se resumen las técnicas de mitigación de cenizas para determinadas aeronaves y sistemas de apoyo.

2. SISTEMAS DE AERONAVE

2.1 La táctica básica de mitigación para proteger los sistemas de aeronaves es evitar la exposición a las cenizas.

2.2 Sellando las costuras de las aeronaves, canales de ventilación y otros orificios con cinta aislante se mantendrá alejada la mayor parte de las cenizas, especialmente si la aeronave está bajo cubierta. Manteniendo una presión positiva dentro de los componentes de la aeronave ayudaría a mantener alejadas las cenizas, pero es difícil, y a veces imposible, la presionización de una aeronave en tierra sin que sufra daños el equipo de tierra. Entre las técnicas se incluyen las siguientes:

- a) soplar o aspirar las cenizas con el aspirador antes de lavar, pues de lo contrario las cenizas tienden a dirigirse hacia los puertos, los orificios de ventilación o las superficies de mando;
- b) limpiar o lavar los residuos sin frotar ni barrer;
- c) lavar el tren de aterrizaje de la aeronave, las tomas de aire acondicionado y los motores;
- d) verificar el pH de las superficies de la aeronave y de los motores en cuanto a acidez; y
- e) neutralizar los residuos ácidos añadiendo un solvente a base de petróleo al agua de lavado.

2.3 Todas las técnicas mencionadas requieren grandes cantidades de tiempo, de personal y de equipo. Todas influyen de modo significativo en el nivel y en el alcance de las operaciones y de su continuación. Se han sometido a prueba estas técnicas en condiciones de niveles de operaciones enormemente reducidos; pero se duda acerca de su eficacia en operaciones normales (o casi normales). Por ejemplo:

- a) sellar una aeronave requeriría de 4 a 5 horas y retirar todos los sellos y cintas aislantes requeriría de 1 a 2 horas. Es muy difícil sellar por completo una aeronave dados los numerosos puertos, orificios de ventilación, costuras y juntas;
- b) la acumulación de cenizas en las escotillas y portezuelas selladas y a su alrededor causaría problemas de presurización; y
- c) las salidas para ventilación de los tanques de combustible deben estar abiertas durante la carga, descarga y transferencia de combustible. Si se tapan los orificios de ventilación con cenizas o si se sellan pudieran derrumbarse los tanques. Un vacío de 4-5 psi es suficiente para causar un derrumbe.

3. PISTAS

3.1 Deben limpiarse continuamente las pistas puesto que las cenizas se levantan de nuevo por el viento, cuando las aeronaves despegan y con el movimiento de vehículos de superficie. Entre las técnicas básicas de limpieza se incluyen:

- a) barrer, limpiar y aspirar las cenizas en primer lugar, después limpiar con agua (lo mejor para rampas, etc.);
- b) recoger las cenizas;
- c) acumular las cenizas en áreas alejadas del aeropuerto;
- d) mojar los residuos.

4. AYUDAS PARA EL ATERRIZAJE Y CONTROL DEL TRÁNSITO AÉREO

4.1 La protección de las ayudas para el aterrizaje y de los sistemas de control del tránsito aéreo requerirán una limpieza, mantenimiento y supervisión periódicos. Además, desactivando el equipo innecesario se reducirá su exposición a las cenizas. Los sistemas de iluminación y señalización expuestos, las antenas radar y cualquier equipo que requiera aire de enfriamiento son particularmente vulnerables a la contaminación de cenizas y a daños.

La interrupción de los suministros de energía comercial requerirá generadores de reserva los cuales son también vulnerables a daños por cenizas. Entre las técnicas de protección se incluyen las siguientes:

- a) sustituir las antenas que tengan aislamiento de teflón. Puesto que las cenizas son difíciles de retirar y causarán cortocircuitos, debería utilizarse aislamiento de cerámica;
- b) sellar las cajas de retransmisión y retirar los equipos de señalización y los sistemas de iluminación para impedir la entrada de cenizas;
- c) aumentar la limpieza y mantenimiento de los sistemas que no pueden ser sellados o que requieren aire de enfriamiento;
- d) aspirar o soplar las cenizas para retirarlas y limpiar los dispositivos;
- e) utilizar lavado con agua a alta presión en los cojinetes de los rotores de las antenas expuestas y seguidamente volver a lubricarlos;
- f) cubrir las juntas, costuras y cojinetes expuestos;
- g) sellar los edificios, controlar el acceso, aspirar zapatos y vestimentas; y
- h) reducir los niveles de operaciones; desactivar el equipo no utilizado, reducir las presentaciones de banda ancha a un mínimo y reducir el consumo para aire acondicionado y energía.

5. EQUIPO AUXILIAR DE TIERRA

5.1 Todos están de acuerdo en que el equipo auxiliar de tierra es fundamental para las operaciones de vuelo. Si el equipo auxiliar de tierra está fuera de servicio por razón de las cenizas, las aeronaves no pueden realizar operaciones. Lamentablemente, hay más problemas que soluciones en cuanto a la contaminación por cenizas del equipo de tierra.

5.2 Las turbinas de gas, los compresores de aire y los equipos de aire acondicionado funcionan mediante la ingestión de grandes volúmenes de aire. Este equipo solamente está dotado de filtros no muy finos o de ninguno (y no pueden añadirse filtros sin afectar a su funcionamiento). El uso de equipo de aire acondicionado para mantener la presión en los compartimentos de la aeronave solamente serviría para soplar las cenizas hacia la aeronave y arruinar los equipos de aire acondicionado en el proceso. Entre las técnicas empleadas se incluyen las siguientes:

- a) limpieza y mantenimiento constantes;
- b) no lavar el equipo porque el agua hace que la ceniza se convierta en barro e inunde el interior del equipo;
- c) aspirar;
- d) cambiar el aceite y los filtros con más frecuencia; y
- e) cambiar el diseño para incluir una mejor filtración.

6. SISTEMAS DE COMPUTADORA

6.1 La táctica más ampliamente aconsejada para impedir daños es desactivar todos los sistemas de computadoras y electrónicos hasta que se haya retirado por completo la ceniza del área y del equipo. Las cabezas y discos de computadoras y los circuitos de alta tensión son particularmente vulnerables a la perturbación por cenizas y a daños. Las cenizas en los circuitos digitales no serán un problema grande por el voltaje bajo implicado. Los circuitos de alta tensión o de alta impedancia son muy vulnerables a fugas causadas por cenizas semiconductoras. Las cenizas que son ácidas son conductoras así como corrosivas. La limpieza continua y la protección agresiva de los sistemas de computadoras deberían permitir el funcionamiento continuo, en cualesquiera condiciones, excepto si hay una intensa caída de cenizas. Entre las técnicas empleadas se incluyen las siguientes:

- a) limpiar y acondicionar el aire circundante para mantener las cenizas fuera del equipo;
- b) utilizar filtros reforzados como compromiso con lo que aumentaría la superficie pero se reduciría aproximadamente en un 20% la corriente de aire;
- c) pueden soplar las cenizas depositadas sobre el equipo con aire a presión. Si el aire es demasiado seco las descargas estáticas pudieran dañar componentes delicados (p. ej., circuitos integrados), si el aire es demasiado húmedo, se abarrotarán las cenizas. Lo mejor para el aire a presión es una humedad relativa del 25 al 30%;
- d) limpiar con una mezcla de agua y detergente a presión, utilizando un enjuague de agua caliente es muy eficaz, sin embargo, este proceso requiere por lo menos desmontar parcialmente el equipo;
- e) las cenizas pueden tener una elevada carga estática y ser difíciles de desalojar por lo que se requieren cepillos para desalojar las partículas;
- f) acelerar el cambio de filtro, utilizar prefiltros;
- g) cambiar a filtros absolutos, tales que no dejen pasar las partículas de 1 μm o más pequeñas;
- h) mantener encendidas las computadoras para que actúen los filtros pero sin que funcionen especialmente los impulsores de disco;

7. SISTEMAS RADAR Y ÓPTICOS

7.1 Ha de interrumpirse el funcionamiento de la mayoría del equipo radar en las zonas de caída más intensa de cenizas, durante la contaminación severa de cenizas. Por lo tanto, pocos son los problemas que probablemente habrá excepto en cuanto a limpieza y control de las cenizas residuales. Las tácticas de mitigación más sencillas consisten en cesar las operaciones. Entre las técnicas de limpieza se incluyen las siguientes:

- a) reparar y limpiar los circuitos de alta tensión;
- b) lavar los cojinetes de rotores de antenas, volver a lubricar y cubrir los cojinetes expuestos;
- c) los componentes ópticos que tengan cenizas acumuladas deben soplar o lavarse con enormes cantidades de agua. No hay que barrer, cepillar o frotar puesto que esto causará abrasión en los sistemas ópticos;
- d) tener cuidado para que al lavar las cenizas, éstas no penetren en el montaje de los instrumentos ópticos en las aeronaves;
- e) desconectar el equipo radar no esencial para reducir la carga para aire acondicionado y las necesidades de energía;
- f) transferir la cobertura radar a otras instalaciones, combinar sectores;
- g) retirar y sustituir los cojinetes de las cámaras y limpiar los impulsores de los engranajes; y
- h) proteger las cintas vídeo de cenizas porque esto causará "desprendimientos" y ralladuras.

8. PLANES DE MITIGACIÓN DE CENIZAS

8.1 Los métodos para reducir el impacto de las cenizas volcánicas son básicamente de "técnica sencilla" y dependen más de los procedimientos que de soluciones técnicas. Además, requieren aplicación intensiva de mano de obra y de recursos. Una reserva normal de artículos de uso diario tales como filtros, lubricantes, piezas de repuesto, artículos para limpieza, etc., puede gastarse con mucha más rapidez que con la que pueden ser sustituidos por el proceso de pedidos normales. Son necesarios planes previos para reducir la gravedad de los efectos de las cenizas. Entre las medidas incluidas en los planes pueden citarse las siguientes:

- a) realizar un análisis de vulnerabilidad del equipo y de las instalaciones para determinar cuáles estarían más afectados por las cenizas, cuáles estarían adecuadamente protegidos y cuáles necesitarían una modificación a largo plazo o más rápida;

b) preparar una lista por prioridades de las instalaciones que deben mantenerse en funcionamiento por comparación con aquellas que pueden cerrarse o desconectarse por la duración de la caída de cenizas;

c) asegurarse de que se mantienen adecuadamente abiertos los canales de alerta e información en caso de peligro con los organismos vulcanológicos/geológicos y con el servicio meteorológico, con los medios de comunicaciones locales y con los gobiernos estatal y local

d) establecer planes y procedimientos para dar la alerta y notificar, reducir las operaciones, acelerar el mantenimiento, proteger instalaciones críticas y retirar cenizas;

e) dar la alerta a los controladores de tránsito aéreo y al personal de operaciones de aeropuerto para que se notifique a las aeronaves prontamente, cuando se reciben informes de "vigilancia" y "avisos". Los radares normales de tránsito aéreo y meteorológicos no pueden detectar las cenizas volcánicas por lo que por la noche o en condiciones meteorológicas adversas deberían establecerse extensas "zonas prohibidas", una vez expedidos los avisos. El personal debería recibir la alerta en cuanto a la caída de cenizas de las nubes y a las condiciones de rayos y relámpagos, etc.;

f) almacenar piezas de repuesto de equipo crítico, filtros, equipo de sellado, limpieza y retiro;

g) planificar actividades prolongadas de limpieza y mantenimiento, incluidas operaciones las 24 horas del día, aumentar la mano de obra y entrenar a los grupos de limpieza; y

h) asegurarse de que se dispone de suficiente agua y energía de reserva para prestar apoyo a operaciones de limpieza, en caso de que fallaran las fuentes normales de energía.

Las operaciones de limpieza de cenizas pueden continuar por semanas o meses si ocurren múltiples erupciones. La mitigación eficaz de los efectos de las cenizas volcánicas depende de una planificación previa y de la preparación, movilización de los recursos y persistencia.

A
G
O
S
E
L

DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

Abrasión.- acción mecánica de rozamiento y desgaste que provoca la erosión de un material o tejido.

ACC. Centro de control de área.

Actividad volcánica precursora de erupción.- en este contexto significa que tal actividad es desacostumbrada o ha aumentado, lo cual podría presagiar una erupción volcánica.

Acuerdo regional de navegación aérea. Acuerdo aprobado por el Consejo de la OACI, normalmente por recomendación de una reunión regional de navegación aérea.

Aeronotificación. Informe de una aeronave en vuelo preparado de conformidad con los requisitos de notificación de posición y de información operacional o meteorológica.

ASHTAM. NOTAM de una serie especial que notifica, por medio de un formato específico, un cambio de importancia para las operaciones de las aeronaves debido a la actividad de un volcán, una erupción volcánica o una nube de cenizas volcánicas.

Calima. Existencia de partículas muy pequeñas de polvo o arena en suspensión en la atmósfera.

CENAPRED. Centro Nacional de Prevención de Desastres.

Cenizas. Partículas muy pequeñas fragmentadas de rocas y minerales de menos de 2 mm de diámetro (menos de 0,063 mm de diámetro para cenizas finas) producidas por una erupción volcánica explosiva. Véase también tefra, piroclastos y proyectiles volcánicos.

Centro de avisos de cenizas volcánicas (VAAC). Centro meteorológico designado en virtud de un acuerdo regional de navegación aérea para proporcionar a las oficinas de vigilancia meteorológica, centros de control de área, centros de información de vuelo, centros mundiales de pronósticos de área, y bancos internacionales de datos OPMET, información de asesoramiento sobre la extensión lateral y vertical y el movimiento pronosticado de las cenizas volcánicas en la atmósfera después de las erupciones volcánicas, para el caso de México el designado es el VAAC de Washington.

Columna de erupción. El pilar vertical de cenizas y de gases que se forma por encima del volcán en el momento de la erupción. Las columnas de erupciones enérgicas pueden levantarse hasta altitudes superiores a 100 000 ft (30 km).

Dependencia de servicios de tránsito aéreo. Expresión genérica que se aplica, según el caso, a una dependencia de control de tránsito aéreo, a un centro de información de vuelo o a una oficina de notificación de los servicios de tránsito aéreo.

Documentación de vuelo. Documentos escritos o impresos, incluyendo mapas o formularios, que contienen información meteorológica para un vuelo.

Erupción vulcaniana. Tipo de erupción volcánica caracterizado por ser de corta duración, lanzamiento explosivo violento de fragmentos de lava. Las columnas de erupción vulcaniana pueden llegar a alturas de 45 000 ft (14 km) o superiores.

Estación meteorológica aeronáutica. Estación designada para hacer observaciones e informes meteorológicos para uso en la navegación aérea internacional.

Estrato volcán. Un estrato volcán es un edificio volcánico construido por la superposición alternada de lava y depósitos piroclásticos. También conocido como volcán compuesto.

Flujo de cenizas. Mezcla de gases y cenizas calientes que puede moverse descendiendo por las laderas del volcán o a lo largo de la superficie de la tierra a gran velocidad. Véase también flujo piroclástico.

Flujo piroclástico. Una masa turbulenta de materiales volcánicos fragmentados mezclada con gases calientes que puede moverse colina abajo a gran velocidad. Los flujos piroclásticos pueden ser consecuencia de que se derrumben columnas altas de erupción o del vertido de materiales lanzados desde chimeneas en erupción. Véanse también flujo de cenizas.

Fuego de San Telmo. Físicamente, es un resplandor brillante blanco-azulado, que en algunas circunstancias tiene aspecto de fuego, a menudo en dobles o triples chorros surgiendo de estructuras altas y puntiagudas.

Fumarola. Una chimenea en un volcán desde la cual se emiten gases y vapores.

Gas volcánico. Materiales volátiles liberados durante una erupción volcánica que estaban anteriormente disueltos en el magma. Los principales gases volcánicos son vapor de agua, dióxido de carbono y dióxido de azufre.

Informe meteorológico. Declaración de las condiciones meteorológicas observadas en relación con una hora y lugar determinados.

Lava. Roca fundida que erupciona de un volcán.

Nube de cenizas. Una nube de cenizas volcánicas y fragmentos piroclásticos, frecuentemente mezcladas con gases y aerosoles de origen volcánico, formada por la explosión volcánica transportada por el viento más allá de la columna en erupción. Las nubes de cenizas son frecuentemente de un color marrón o gris oscuro. Las nubes de cenizas pueden ir a la deriva por cientos a miles de kilómetros desde su origen volcánico. A medida que las nubes de cenizas se diluyen, puede ser difícil distinguirlas de las nubes meteorológicas. Véase también nube de erupción.

Nube de erupción. Una nube de cenizas volcánicas y de otros fragmentos piroclásticos y aerosoles volcánicos que se han formado por la explosión volcánica. Las nubes en erupción son frecuentemente de color marrón o gris oscuro. Se utiliza frecuentemente esta expresión indistintamente además de penacho o nube de cenizas.

NOTAM. Aviso distribuido por medio de telecomunicaciones que contiene información relativa al establecimiento, condición o modificación de cualquier instalación aeronáutica servicio, procedimiento o peligro, cuyo conocimiento oportuno es esencial para el personal encargado de las operaciones de vuelo.

Observación (meteorológica). Evaluación de uno o más elementos meteorológicos.

Observación de aeronave. Evaluación de uno o más elementos meteorológicos, efectuada desde una aeronave en vuelo.

Oficina meteorológica de aeródromo. Oficina, situada en un aeródromo, designada para suministrar servicio meteorológico para la navegación aérea internacional.

Oficina meteorológica. Oficina designada para suministrar servicio meteorológico para la navegación aérea internacional.

OSIV. Oficina de información de vuelo.

Penacho. Término frecuentemente utilizado para describir la dispersión alargada a favor del viento de una nube de erupción y de nubes de cenizas.

Piloto al mando. Piloto designado por el explotador, o por el propietario en el caso de la aviación general, para estar al mando y encargarse de la realización segura de un vuelo.

Región de información de vuelo (FIR). Espacio aéreo de dimensiones definidas, dentro del cual se facilitan los servicios de información de vuelo y de alerta.

SIGMET. Información relativa a fenómenos meteorológicos en ruta que puedan afectar la seguridad de las operaciones de las aeronaves.

SPECI. Informe meteorológico especial de aeródromo (en clave meteorológica).

TWR. Torre de control de aeródromo.

UNAM. Universidad Nacional Autónoma de México.

VAA. Aviso de ceniza volcánica.

VAAC. Los centros VAAC, Volcanic Ash Advisory Centres, son lugares de predicción específicos para mitigar los posibles efectos nocivos de las cenizas volcánicas en los aviones, que son perjudiciales para sus motores. El espacio aéreo mundial está dividido en varias zonas y son responsables de emitir los avisos oportunos.

Visibilidad. En sentido aeronáutico se entiende por visibilidad el valor más elevado entre los siguientes:

a) 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;

b) la distancia máxima a la que puedan verse e identificarse las luces de aproximadamente 1 000 candelas ante un fondo no iluminado.

Volcán. Una chimenea o abertura en la superficie de la tierra por la cual erupciona el magma, también la forma de la tierra que se produce por el material erupcionado que se acumula alrededor de la chimenea.

Volcán activo. Volcán en erupción o que ha tenido una erupción históricamente registrada

Volcán compuesto. Un volcán en el lado dependiente compuesto de muchas capas de rocas volcánicas, habitualmente lava que fluye y cenizas y depósitos piroclásticos; denominado también estratovolcán.

Volcán inerte. Un volcán que no está actualmente en erupción pero que se considera probable que lo esté en el futuro.