



CIRCULAR DE ASESORAMIENTO

CA AV-019/14 R2

QUE ESTABLECE LOS MÉTODOS RECOMENDADOS EN CASO
DE CENIZA VOLCÁNICA

31 DE ENERO DE 2024

Et y

R
A.
B.

CIRCULAR DE ASESORAMIENTO

QUE ESTABLECE LOS MÉTODOS RECOMENDADOS EN CASO DE ACTIVIDAD VOLCÁNICA

1. OBJETIVO

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

2. APLICABILIDAD

La presente Circular de Asesoramiento aplica a todos los concesionarios, permisionarios, asignatarios, operadores aéreos, el prestador de los servicios de navegación aérea en México, Servicios a la Navegación en el Espacio Aéreo Mexicano (SENEAM), las administradoras aeroportuarias y comandancias de aeropuertos.

3. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

Administrador aeroportuario: persona física designada por la persona concesionaria, asignataria o permisionaria de un aeródromo civil, a cargo de la coordinación de las actividades de administración y operación que se realicen en un aeródromo.

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

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.

Aeródromo. Área definida de tierra o de agua (que incluye todas sus edificaciones, instalaciones y equipos) destinada total o parcialmente a la llegada, salida y movimiento en superficie de aeronaves.

Aeronave. Toda máquina que puede sustentarse en la atmósfera por reacciones del aire que no sean las reacciones del mismo contra la superficie de la tierra.

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

Altitud. Distancia vertical entre un nivel, punto u objeto considerado como punto, y el nivel medio del mar (MSL, por sus siglas en inglés: Mean Sea Level).

Altura. Distancia vertical entre un nivel, punto u objeto considerado como punto, y una referencia especificada.

Área de Control. Espacio aéreo controlado que se extiende hacia arriba desde un límite especificado sobre el terreno.

ASHTAM. Serie especial de NOTAM que notifica un cambio en la actividad de un volcán, una erupción volcánica y/o una nube de cenizas volcánicas que es de importancia para las operaciones de las aeronaves.

Autoridad de Aviación Civil. La Agencia Federal de Aviación Civil (AFAC).

Aviso de cenizas volcánicas (VAA, por sus siglas en inglés: Volcanic Ash Advisory). Información de advertencia, alertamiento o evidencia de la presencia de ceniza volcánica.

Asignatario: Entidad paraestatal de la Administración Pública Federal a la que la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes, le ha otorgado un título para prestar el servicio público de transporte aéreo nacional no regular, o en su caso, para la administración, operación, explotación y, en su caso, construcción de aeropuertos, que tendrá las mismas obligaciones que las personas concesionarias, pero no puede transmitir sus derechos y obligaciones a terceras personas físicas o morales privadas.

Boletín Meteorológico. Texto que contiene información meteorológica el cual se transmite mediante el servicio fijo aeronáutico o la internet pública por la oficina meteorológica o la estación meteorológica.

CENAPRED. Centro Nacional de Prevención de Desastres.

Ceniza volcánica. Compuesto de minerales característicos de las erupciones volcánicas. Los minerales característicos de la mayoría de las cenizas volcánicas son el sílice y cantidades menores de óxidos de aluminio, hierro, calcio y sodio. El material vítreo del silicato es muy duro y sumamente abrasivo. Su punto de fusión está por debajo de la temperatura del quemador del motor de reacción, lo que implica riesgos adicionales.

Centro de Avisos de Cenizas Volcánicas (VAAC, por sus siglas en inglés: Volcanic Ash Advisory Center). 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.

Centro de Control de Área (ACC). Unidad establecida para facilitar servicio de control de tránsito aéreo a los vuelos controlados en las áreas de control bajo su jurisdicción.

Centro de Control de Operaciones (CCO). Grupo de coordinación que tienen las aerolíneas donde se supervisan y controlan las operaciones diarias en tiempo real.

Centro de Información de Vuelo (FIC, por sus siglas en inglés: Flight Information Centre). Unidad establecida para facilitar servicio de información de vuelo y servicio de alerta.

Centro Mundial de Pronósticos de Área (WAFC, por sus siglas en inglés: World Area Forecast Center). Centro meteorológico designado para preparar y expedir pronósticos del tiempo significativo y en altitud en forma digital a escala mundial directamente a los Estados utilizando los servicios basados en Internet del servicio fijo aeronáutico.

Centro de Operaciones de Emergencia (COE). Espacio físico que funciona como ubicación centralizada para la coordinación general de actividades de respuesta a emergencias. Las instalaciones pueden ser temporales o una estructura permanente establecida que contribuye a la movilización eficaz de los recursos, gestión de la información, coordinación y control de las operaciones y actividades de emergencia.

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).

Concesionario: Sociedad mercantil constituida conforme a las leyes mexicanas, a la que la Secretaría de Infraestructura Comunicaciones y Transportes otorga una concesión para la explotación del servicio de transporte aéreo de servicio al público nacional regular, y es de pasajeros, carga, correo o una combinación de éstos, está sujeto a rutas nacionales, itinerarios y frecuencias fijos, así como a las tarifas registradas y a los horarios autorizados por dicha Secretaría, o en su caso, para la administración, operación, explotación y, en su caso, construcción de un aeropuerto.

Dependencia de los Servicios de Búsqueda y Salvamento. Expresión genérica que significa, según el caso, centro coordinador de salvamento, subcentro de salvamento o puesto de alerta.

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

Estación Meteorológica Aeronáutica. Estación designada para hacer observaciones e informes meteorológicos para uso en la navegación aérea internacional.

Formato Gráfico de los Aviso de cenizas volcánicas (VAG, por sus siglas en inglés: Volcanic Ash Graphics). Información gráfica del pronóstico de trayectoria de la ceniza volcánica según la dirección del viento.

Información SIGMET. Información expedida por una oficina de vigilancia meteorológica, relativa a la existencia real o prevista de determinados fenómenos meteorológicos en ruta y de otros fenómenos en la atmósfera que puedan afectar a la seguridad operacional de las aeronaves.

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

Mapa en Altitud. Mapa meteorológico relativo a una superficie en altitud o capa determinadas de la atmósfera.

Mapa Previsto. Predicción de elementos meteorológicos especificados, para una hora o período especificados y respecto a cierta superficie o porción del espacio aéreo, representada gráficamente en un mapa.

NOTAM. Aviso a los aviadores, que contiene información relativa al establecimiento, condición o modificación de las instalaciones, servicios, procedimientos o peligros aeronáuticos, indispensable que conozca de manera oportuna el personal que realiza operaciones de vuelo.

Nube de cenizas volcánicas. La totalidad del material expulsado de un volcán a la atmósfera y transportado por vientos en altura. Consta de cenizas volcánicas, gases y sustancias químicas.

Nube de Importancia para las Operaciones. Una nube en la que la altura de la base es inferior a 1500 m (5000 ft) o inferior a la altitud mínima de sector más alta, el valor que sea más elevado de esos dos, o una nube cumulonimbus o cumulus en forma de torre a cualquier altura.

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

Observatorio vulcanológico estatal. Observatorio vulcanológico designado en virtud de un acuerdo regional de navegación aérea para vigilar volcanes activos o potencialmente activos dentro de un Estado y para proporcionar, a sus correspondientes centros de control de área/centros de información de vuelo, oficinas de vigilancia meteorológica y centros de avisos de cenizas volcánicas, información sobre la actividad volcánica.

Oficina de Información de Vuelo (OSIV). Oficina designada a elaborar plan de vuelo, proporcionar asesoramiento meteorológico, asesoramiento operacional como manuales, cartas de navegación, NOTAM, etc., de los aeropuertos de origen, destinos y alternos, que se designaron en la ruta. Coordina el plan de vuelo a las Unidades de Control de Tránsito Aéreo, comunicando a la estación de destino la salida de la aeronave o aterrizaje a la estación de origen, llevado a cabo el seguimiento de los vuelos.

Oficina de Vigilancia Meteorológica (MWO, por sus siglas en inglés: Meteorological Watch Office). Oficina designada para proporcionar información específica sobre la presencia real o prevista de determinados fenómenos meteorológicos en ruta y de otros fenómenos en la atmósfera que puedan afectar a la seguridad operacional de las aeronaves dentro de una determinada zona de responsabilidad.

Oficina Meteorológica de Aeródromo. Oficina designada para suministrar servicio meteorológico para los aeródromos al servicio de la navegación aérea internacional.

Operador aéreo: El propietario o poseedor de una aeronave de estado, de las comprendidas en el artículo 5 fracción II inciso a) de la Ley de Aviación Civil, así como de transporte aéreo para uso particular, mexicano o extranjero.

Ed
A

J

Permisionario: Persona moral o física, mexicana o extranjera, a la que la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes, ha otorgado un permiso para la prestación de los servicios de transporte aéreo, pudiendo ser la prestación del servicio de transporte aéreo internacional regular, nacional e internacional no regular y servicios aéreos a terceros.

Principios Relativos a Factores Humanos. Aquellos que se aplican al diseño, certificación, instrucción, operaciones y mantenimiento aeronáuticos, cuyo objeto consiste en establecer una interfaz segura entre los componentes, humano y de otro tipo del sistema, mediante la debida consideración de la actuación humana.

Pronóstico. Declaración de las condiciones meteorológicas previstas para una hora o periodo especificados y respecto a una cierta área o porción del espacio aéreo.

Proveedores de servicio: Las personas concesionarias, asignatarias y permisionarias del servicio al público de transporte aéreo; las concesionarias, asignatarias, operadoras aeroportuarias y permisionarias de aeropuertos; Aeropuertos y Servicios Auxiliares, organismo descentralizado; Servicios a la Navegación en el Espacio Aéreo Mexicano, órgano administrativo desconcentrado; las permisionarias de talleres aeronáuticos; las empresas o consorcios creadoras del diseño de tipo y fabricantes de aeronaves, motores o hélices; las personas prestadoras de servicios de tránsito aéreo; las instituciones educativas; las operadoras aéreas de aeronaves de Estado distintas de las militares, y las demás que los reglamentos establezcan.

Red de Telecomunicaciones Fijas Aeronáuticas (AFTN, por sus siglas en inglés: Aeronautical Fixed Telecommunications Network). Sistema completo y mundial de circuitos fijos aeronáuticos dispuestos como parte del servicio fijo aeronáutico, para el intercambio de mensajes o de datos numéricos entre estaciones fijas aeronáuticas que posean características de comunicación idéntica o compatible.

Región de Información de Vuelo (FIR, por sus siglas en inglés: Flight Information Region). Espacio Aéreo de dimensiones definidas, dentro del cual se facilitan los servicios de información de vuelo y de alerta.

Resumen Climatológico de Aeródromo. Resumen conciso de elementos meteorológicos especificados en un aeródromo, basado en datos estadísticos.

Servicios a la Navegación Aérea. Servicio que se proporciona a las aeronaves para proveerlos de información sobre el espacio y el tiempo en el que se encuentran, los cuales involucran el servicio de tránsito aéreo (ATS), Control de Aproximación, meteorología aeronáutica (MET), comunicación, navegación y vigilancia (CNS), servicios de información aeronáutica (AIS).

Servicios a la Navegación en el Espacio Aéreo Mexicano (SENEAM). Órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes, encargado de proporcionar los servicios de tránsito aéreo (ATS), Control de Aproximación, meteorología aeronáutica (MET), comunicación, navegación y vigilancia (CNS), servicios de información aeronáutica (AIS).

SIGMET. Información relativa a fenómenos meteorológicos en ruta que puedan afectar la seguridad de las operaciones de las aeronaves, proporcionada por las Oficinas de Vigilancia Meteorológica

Sistema Mundial de Pronósticos de Área (WAFS, por sus siglas en inglés: World Area Forecast System). Sistema mundial mediante el cual los centros mundiales de pronósticos de área suministran pronósticos meteorológicos aeronáuticos en ruta con una presentación uniforme y normalizada.

Vigilancia de los Volcanes en las Aerovías Internacionales (IAVW, por sus siglas en inglés: Informational Airways Volcano Watch). Arreglos internacionales concertados con el objeto de vigilar y proporcionar a las aeronaves avisos de cenizas volcánicas en la atmósfera. La IAVW se basa en la cooperación de las dependencias operacionales de la aviación y ajenas a la aviación que utiliza la información obtenida de las fuentes y redes de observación que proporcionan los Estados. La OACI coordina la vigilancia con la cooperación de otras organizaciones internacionales interesadas.

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.

Visibilidad Predominante. El valor máximo de la visibilidad, observado de conformidad con la definición de "visibilidad", al que se llega o del cual se excede dentro de un círculo que cubre por lo menos la mitad del horizonte o por lo menos la mitad de la superficie del aeródromo. Estas áreas podrían comprender sectores contiguos o no contiguos. Puede evaluarse este valor mediante observación humana o mediante sistemas por instrumentos. Cuando están instalados instrumentos, se utilizan para obtener la estimación óptima de la visibilidad predominante.

Volcán: 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.

Zona afectada. Volumen de espacio aéreo, aeródromo u otra área en tierra, identificado por VAA/VAG y/o SIGMET como un lugar en el que se sabe que hay o se pronostica que habrá contaminación por nube de cenizas volcánicas.

Zona de peligro. En el contexto de la contaminación por nube de cenizas volcánicas, volumen de espacio aéreo identificado por NOTAM como espacio afectado por niveles conocidos o pronosticados de contaminación por nube de cenizas volcánicas que los Estados consideran que se debe comunicar a los explotadores.

4. ANTECEDENTES

La presente Circular de Asesoramiento expone los efectos que causa la ceniza volcánica al entrar en contacto con las aeronaves, ya sea en aire o en tierra, la afectación a las operaciones en tierra durante y después de la caída de ceniza volcánica, así como los procedimientos recomendados de mitigación. Explica además el impacto que tiene el fenómeno de la actividad volcánica en la interacción de los servicios operacionales tales como aeródromos, servicios de tránsito aéreo, servicios meteorológicos, así como el control operacional de vuelos y los procedimientos de coordinación que todos ellos deberían seguir en caso de presencia real o prevista de actividad volcánica para la publicación y comunicación de la información.

La agencia del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGC, por sus siglas en inglés) tiene documentado que entre 1983 y 2009 han ocurrido 129 accidentes aeronáuticos relacionados con la presencia de ceniza volcánica, de los cuales, se tiene registro de que en 1982 un B747 de Kuala Lumpur Perth, perdió potencia en los 4 motores. Tres semanas más tarde otro B747 en ruta a Melbourne, reportó un incidente similar y la principal sospecha de su causa era la actividad en el Volcán Galunggung en Indonesia, por lo que la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) en estrecha coordinación con la Organización Meteorológica Mundial (OMM), comenzó con la Vigilancia de los Volcanes en las Aerovías Internacionales (IAVW por sus siglas en inglés), posteriormente, por medio de una colaboración guiada por la OACI, la IAVW, se convirtió en un sistema de monitoreo y notificación a nivel global compuesto por Observatorios Vulcanológicos, Oficinas Meteorológica, Oficinas Meteorológicas de Aeródromo (MWO), Centros de Aviso de Cenizas Volcánicas (VAAC's) y unidades de Servicio de Tránsito Aéreo.

Desde entonces la OACI a través de distintos documentos ha propuesto medidas de mitigación, reacción, tratamientos y gestión de la ceniza volcánica en caso de presencia y ha propuesto el procedimiento de interacción y coordinación entre los servicios operacionales.

Además, en 1987, al realizar la OACI enmiendas a los anexos y procedimientos, se propusieron e incorporaron los formatos AIREP (Información proporcionada por los pilotos a los servicios de Tránsito Aéreo), Información SIGMET (Información proporcionada por las Oficinas de Vigilancia Meteorológica), así como NOTAM y ASHTAM (Información expedida por la NOF).

5. DESCRIPCIÓN

Las disposiciones de esta Circular de Asesoramiento son recomendaciones complementarias a las leyes y reglamentos en materia aeronáutica, dirigidos a todos los concesionarios, permisionarios, asignatarios, operadores aéreos, y prestador de los servicios de navegación aérea en México, Servicios a la Navegación en el Espacio Aéreo Mexicano (SENEAM), en caso de presencia real o prevista de actividad volcánica en el espacio aéreo mexicano.

6. DISPOSICIONES GENERALES

6.1. EFECTO DE LAS CENIZAS VOLCÁNICAS EN AERONAVES

6.1.1. 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).

6.1.2. Efectos en las aeronaves

6.1.2.1. 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.

6.1.2.2. 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.

6.1.2.3. 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.

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).

6.1.2.4. 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.

6.1.2.5. 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; Álabes de rotor;
- m) Sistemas de ventilación y presurización del avión (máquinas de ciclo de aire, convertidor de ozono, ventiladores de recirculación, filtros hepa, etc.); y
- n) 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 de Aviación Civil y a los centros de avisos de cenizas volcánicas (VAAC).

6.1.3. 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.

6.1.3.1. 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.

6.1.3.2. 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.

6.1.3.3. 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.

6.1.3.4. 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 y torre de control 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.

6.1.3.5. 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.

6.1.3.6. 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.

6.1.3.7. 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.

6.1.3.8. Comunicación con los fabricantes en caso de ceniza volcánica

6.1.3.8.1. 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 deberán tomar la iniciativa a fin de obtener esta información en estos casos y así minimizar interrupciones en el servicio.

6.1.3.8.2. Durante los períodos de actividad volcánica, los explotadores deberán establecer una línea de comunicación directa para solicitar información de la entidad de reglamentación pertinente y el fabricante.

6.1.4. Procedimientos recomendados de mitigación

6.1.4.1. Las tripulaciones de vuelo deben 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 los 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 4250 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.

6.1.4.2. Como se menciona en 6.1.4.1 la tripulación de vuelo deberá seguir siempre los procedimientos específicos que figuran en el manual de operaciones de la aeronave. La orientación respecto al mantenimiento necesario o a las inspecciones que deberá realizarse en una aeronave después de un encuentro con cenizas volcánicas, se deberá incluir 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.

6.1.4.3. La tripulación de vuelo deberá contar 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.

6.2. IMPACTO DE LAS CENIZAS VOLCANICAS EN LOS SERVICIOS OPERACIONALES

6.2.1. Aeródromos

6.2.1.1. Generalidades.

6.2.1.1.1. 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 despegue.

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.

6.2.1.1.2. 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.

6.2.1.2. 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. 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 la ceniza volcánica;
- c) Arreglos previos de un área conveniente, aprobada para evacuar y cubrir, para controlar la ceniza volcánica fuera del aeropuerto; y
- d) Arreglos previos para una fuente auxiliar generadora de energía eléctrica.

6.2.1.3. Durante la erupción volcánica.

6.2.1.3.1. Desde la caída inicial de la ceniza 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 y los motores de las aeronaves estacionadas, equipo de tierra, edificios estratégicos y equipo electrónico o de computadora, etc. El comandante del aeropuerto deberá 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 deberán implementar los siguientes procedimientos de operación de aeronave 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 incrementará; sin embargo, no debería 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 sean 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) Restringir 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.

6.2.1.3.2. Mientras continúan las operaciones restringidas, deberán completarse las actividades descritas en 2.1.3.1. 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.

6.2.1.4. 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 C, se presenta un conjunto de procedimientos recomendados para la protección y limpieza del aeropuerto.

6.2.2. Notificación de actividad volcánica

6.2.2.1. 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.

6.2.2.2. Detección y notificación de un suceso.

6.2.2.2.1. 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).
- **Oficina OSIV o Estación Meteorológica del Aeródromo**
Informe meteorológico METAR/SPECI que incluye datos de erupción volcánica, nubes o deposición de ceniza volcánica.
- **Organismo Vulcanológico Nacional (Centro Nacional de Prevención de Desastres CENAPRED e Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México UNAM)**
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, Política, 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).

6.2.2.2.2. 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:

- a) Organismo Vulcanológico Nacional como informe sencillo (CENAPRED e Instituto de Geofísica de la UNAM);
- b) Centro de Análisis y Pronósticos Meteorológicos Aeronáuticos (CAPMA);
- c) Aeronave en vuelo mediante una Aeronotificación Especial (AIREP; Formato disponible en Apéndice A) de actividad volcánica; y
- d) Servicio Nacional, tales como policía, militares o estación forestal.

6.2.2.3. Proceso de coordinación y de alerta.

6.2.2.3.1. 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 ser rápidamente saturado, por lo que se recomienda utilizar el sistema de comunicaciones de manera necesaria.

6.2.2.4. Procedimientos de tránsito aéreo en un ACC.

6.2.2.4.1. 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 deberá seguir el siguiente procedimiento:

- a) Retransmitir inmediatamente toda la información disponible a la tripulación de vuelo cuyas aeronaves puedan ser afectadas para asegurarse 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 sobre el lugar de las nubes de ceniza;
- 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:
 - e)
 - Adoptar medidas aplicables a una aeronave en situación de emergencia;
 - 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.

6.2.2.4.2. Los Servicios a la Navegación en el Espacio Aéreo Mexicano (SENEAM) deben asegurarse de que los controladores de tránsito aéreo 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.

6.2.3. Servicios Meteorológicos

6.2.3.1. Generalidades.

6.2.3.1.1. 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).

6.2.3.2. Aviso de Cenizas Volcánicas.

6.2.3.2.1. El Centro de Análisis y Pronósticos Meteorológicos Aeronáuticos (CAPMA) con base a la información recibida de una fuente en un aviso indicada en 6.2.2.2.1., deberá emitir un SIGMET.

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

6.2.4. Planificación, Despacho y control operacional de los vuelos

6.2.4.1. Generalidades.

6.2.4.1.1. 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 en la planificación de la carga y en la preparación de la tripulación e implican decisiones muy complejas de gestión.

6.2.4.2. Planificación de los vuelos y despacho de los vuelos.

6.2.4.2.1. Es importante contar con 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 debe saber si estarán probablemente afectados cualquiera de los aeródromos alternos locales. La presencia de nubes de cenizas a poca altura de la atmósfera 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).

6.2.4.2.2. 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.

6.2.4.2.3. 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.

6.2.4.3. Seguimiento centralizado del control de las operaciones y de los vuelos.

6.2.4.3.1. Es importante contar con 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, 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.

6.2.4.3.2. El uso cada vez más extendido de sistemas de comunicaciones y de notificación de las líneas aéreas brinda información para adoptar decisiones operacionales difíciles a las tripulaciones de vuelo, 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 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 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. Por consiguiente, se requieren actualizaciones continuas de la situación.

6.2.4.3.3. 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 reciente llega al usuario, de ser posible, con mucha anticipación al vuelo.

6.2.5. Organismos Vulcanológicos

6.2.5.1. Organismos responsables de la vigilancia de los volcanes.

6.2.5.1.1. La vigilancia de los volcanes de Colima y el Popocatépetl 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 o en el Apéndice F del Doc. 9691 Manual sobre nubes de cenizas volcánicas, materiales radiactivos y sustancias químicas tóxicas de la OACI.

6.3. PROCEDIMIENTOS DE COORDINACIÓN

6.3.1. Alertas por Cenizas Volcánicas para el Sector Aeronáutico

Se deberá seguir el procedimiento descrito a continuación, sin embargo, no pretende ser limitativo o exhaustivo en las responsabilidades y funciones de cada organismo.

6.3.1.1. Informe del Sector Aéreo.

Tan pronto la tripulación en vuelo observe nubes de ceniza volcánica, deberá notificar de forma inmediata al Centro de Control de Área correspondiente (ACC), y/o a la Torre de Control (TWR, por sus siglas en inglés: Tower), estos deberán reportar la información recibida inmediatamente al CAPMA, quienes deberán retransmitir 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, al recibir la información de actividad volcánica o exhalación de ceniza del volcán deberá analizar y discutir la información para determinar los Planes a seguir. Una

vez determinadas las acciones se deberá 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.

6.3.1.2. Organismo Vulcanológico Informa al Sector Aéreo.

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

- El CAPMA 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.
- 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.
- 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.

6.4. PUBLICACIÓN Y COMUNICACIÓN.

6.4.1. ASHTAM

6.4.1.1. 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" del Convenio Sobre Aviación Civil Internacional y a la Circular Obligatoria CO AV 21.5/07 R5 "Que establece las Reglas de Tránsito Aéreo que regulan los requisitos y especificaciones para los servicios de información Aeronáutica, necesarios para la seguridad, regularidad y eficiencia de la navegación aérea nacional e internacional".

6.4.1.2. 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".

"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".

6.4.2. NOTAM

6.4.2.1. 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.

6.4.2.2. 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, la Oficina de Servicio de Información de Vuelo (OSIV) de aeródromo y, en su área de responsabilidad, sobre la expedición de tales advertencias.

6.4.3 SIGMET y Avisos de Aeródromo

6.4.3.1. En el Capítulo 7 de la Circular Obligatoria CO AV-20.3/07 R4 "Que establece las reglas de tránsito aéreo que regulan los requisitos y especificaciones para el establecimiento y funcionamiento del servicio meteorológico aeronáutico", se indican los requerimientos específicos para la elaboración de un SIGMET.

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

6.4.3.3. 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.

6.4.4 Comunicación

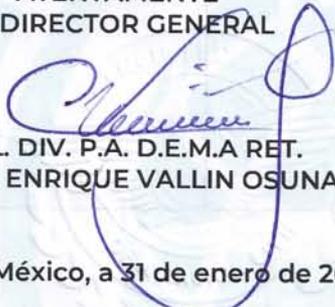
6.4.4.1 Los mensajes ASHTAM y los pronósticos SIGMET son distribuidos por la red fija de telecomunicaciones AFTN, así mismo, se podrán solicitar a las Oficinas de Servicio de Información de Vuelo (OSIV) y Centro de Análisis y Pronósticos Meteorológicos Aeronáuticos (CAPMA) de SENEAM.

Asimismo, los SIGMET emitidos por el CAPMA se pueden consultar en su página web: <http://capma.mx/capma/capma.html>.

7. VIGENCIA.

La presente Circular de Asesoramiento entrará en vigor a partir de su publicación y cancela y sustituye a la CA AV-019/14 R1 "Que establece los métodos recomendados en caso de ceniza volcánica", y estará vigente indefinidamente hasta su modificación o cancelación.

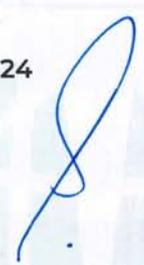
ATENTAMENTE
EL DIRECTOR GENERAL


GRAL. DIV. P.A. D.E.M.A RET.
MIGUEL ENRIQUE VALLIN OSUNA

Ciudad de México, a 31 de enero de 2024

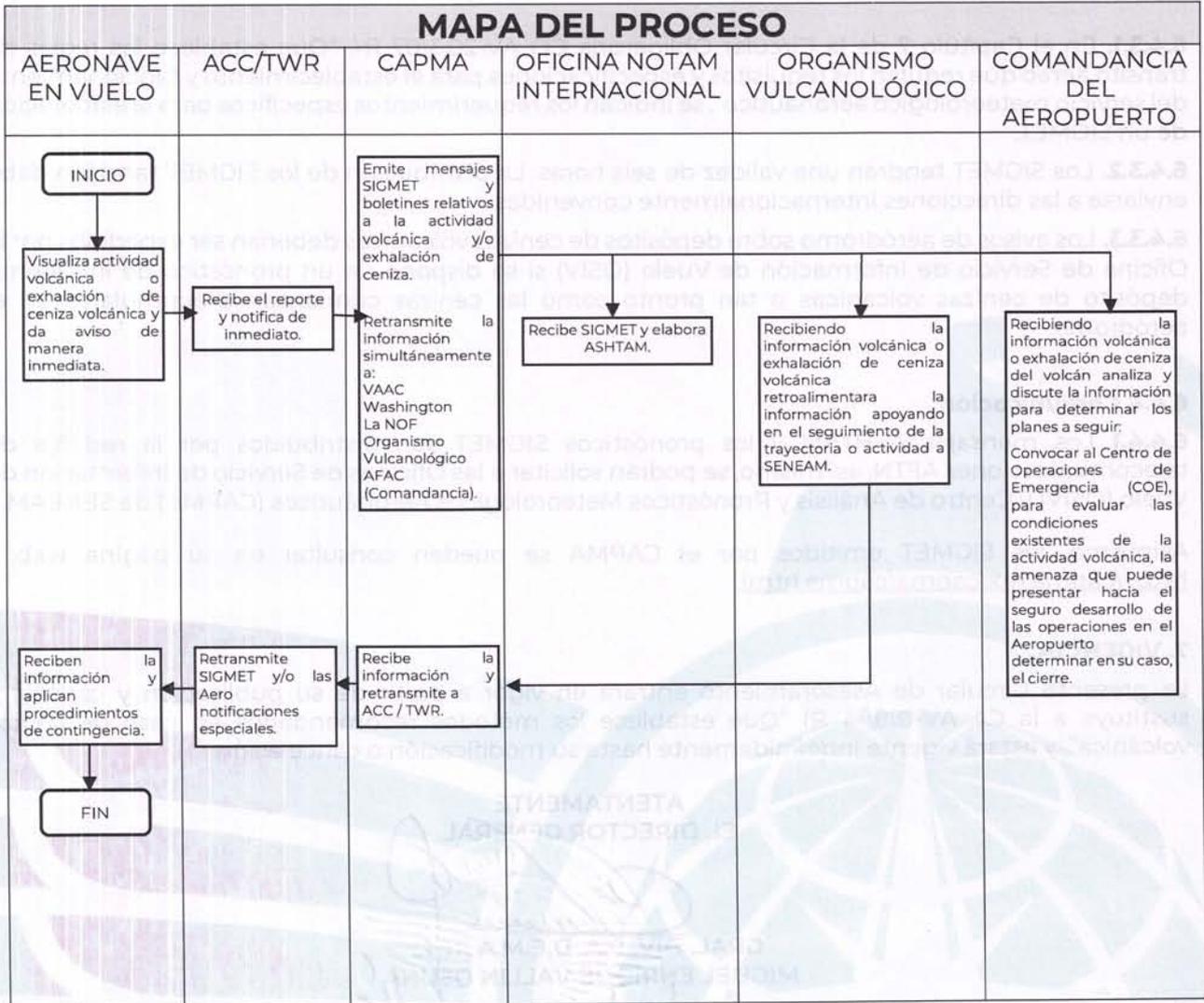

ELABORÓ: VGV


REVISÓ: OVA / EGF


AUTORIZÓ: PCP

APÉNDICE A

DIAGRAMA DE FLUJO DEL INFORME DE ACTIVIDAD VOLCÁNICA EN EL SECTOR AÉREO



Et

APÉNDICE B

FORMULARIO DE AERONOTIFICACIONES ESPECIALES 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 ceniza y distancia con respecto a la aeronave)					
6) TEMPERATURA DEL AIRE			7) VIENTO INSTANTÁNEO		
8) INFORMACIÓN SUPLEMENTARIA			Otros		
Se ha detectado SO ₂ Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>			(Breve descripción de la actividad, especialmente la extensión verbal y lateral de la nube de ceniza, de ser posible, el desplazamiento horizontal, el ritmo del crecimiento, etc.)		
Se ha detectado encuentro con cenizas Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>					
Después del aterrizaje llénense los elementos 9-16 y posteriormente transmitase al CAPMA.					
9) DENSIDAD DE LA NUBE DE CENIZA		A) Vestigios	B) Moderadamente densa	C) Muy densa	
10) COLOR DE LA NUBE DE CENIZA		<input type="checkbox"/> A) Blanco	<input type="checkbox"/> C) Gris claro	<input type="checkbox"/> E) Otros	
		<input type="checkbox"/> B) Negro	<input type="checkbox"/> D) Gris		
11) ERUPCIÓN		<input type="checkbox"/> A) Continua	<input type="checkbox"/> B) Intermitente		
12) BOCAS DE ACTIVIDAD		<input type="checkbox"/> A) Vértice	<input type="checkbox"/> C) Flanco	<input type="checkbox"/> E) Única	
		<input type="checkbox"/> B) Múltiple	<input type="checkbox"/> D) No observada		
13) OTRAS CARACTERÍSTICAS OBSERVADAS DE LA ERUPCIÓN		<input type="checkbox"/> A) Relámpagos	<input type="checkbox"/> C) Luminosidad	<input type="checkbox"/> E) Trozos de roca	
		<input type="checkbox"/> B) Lluvia de cenizas	<input type="checkbox"/> D) Nube	<input type="checkbox"/> F) Todo	
14) EFECTO EN LA AERONAVE		<input type="checkbox"/> A) Comunicaciones	<input type="checkbox"/> C) Sistemas de navegación	<input type="checkbox"/> E) Motores	
		<input type="checkbox"/> B) Piloto estático	<input type="checkbox"/> D) Parabrisas	<input type="checkbox"/> F) Ventanillas	
15) OTROS EFECTOS		<input type="checkbox"/> A) Turbulencia	<input type="checkbox"/> B) Fuego de Santelmo	<input type="checkbox"/> C) Otras emanaciones	
16) OTRA INFORMACIÓN (Cualquier información que se considere de utilidad)					

APÉNDICE C

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:

- a) Mantener las cenizas alejadas,
- b) Controlar las cenizas que entran y
- c) Disponer de las cenizas.

Estas categorías son más bien una ilustración que categorías discretas y algunas de las técnicas de mitigación tendrán aplicación en 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 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, 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 expuestos y seguidamente volver a lubricarlos;
- f) cubrir las juntas, costuras y cojinetes expuestos;
- g) sellar los edificios, controlar el acceso, aspirar zapatos y vestimentas;
- 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 compartimientos 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 pm 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 de los equipos 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.
- i) 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.