

Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad para las aerolíneas

Introducción

Las Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad son documentos de referencia técnica que contienen ejemplos generales y específicos de la práctica internacional recomendada para la industria en cuestión¹. Cuando uno o más miembros del Grupo del Banco Mundial participan en un proyecto, estas Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad se aplican con arreglo a los requisitos de sus respectivas políticas y normas. Las presentes Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para este sector de la industria deben usarse junto con el documento que contiene las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**, en el que se ofrece orientación a los usuarios respecto de cuestiones generales sobre la materia que pueden aplicarse potencialmente a todos los sectores industriales. Los proyectos más complejos podrían requerir el uso de múltiples guías para distintos sectores de la industria. Para una lista completa de guías sobre los distintos sectores de la industria, visitar: <http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/EnvironmentalGuidelines>

Las Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad contienen los niveles y los indicadores de desempeño que generalmente pueden lograrse en instalaciones nuevas, con la tecnología

¹ Definida como el ejercicio de la aptitud profesional, la diligencia, la prudencia y la previsión que podrían esperarse razonablemente de profesionales idóneos y con experiencia que realizan el mismo tipo de actividades en circunstancias iguales o semejantes en el ámbito mundial. Las circunstancias que los profesionales idóneos y con experiencia pueden encontrar al evaluar el amplio espectro de técnicas de prevención y control de la contaminación a disposición de un proyecto pueden incluir, sin que la mención sea limitativa, diversos grados de degradación ambiental y de capacidad de asimilación del medio ambiente, así como diversos niveles de factibilidad financiera y técnica.

existente y a costos razonables. En lo que respecta a la posibilidad de aplicar estas guías a instalaciones ya existentes, podría ser necesario establecer metas específicas del lugar así como un calendario adecuado para alcanzarlas.

La aplicación de las guías debe adaptarse a los peligros y riesgos establecidos para cada proyecto sobre la base de los resultados de una evaluación ambiental en la que se tengan en cuenta las variables específicas del emplazamiento, tales como las circunstancias del país receptor, la capacidad de asimilación del medio ambiente y otros factores relativos al proyecto. La decisión de aplicar recomendaciones técnicas específicas debe basarse en la opinión profesional de personas idóneas y con experiencia. En los casos en que el país receptor tenga reglamentaciones diferentes a los niveles e indicadores presentados en las guías, los proyectos deben alcanzar los que sean más rigurosos. Cuando, en vista de las circunstancias específicas de cada proyecto, se considere necesario aplicar medidas o niveles menos exigentes que aquellos proporcionados por estas Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad, será necesario aportar una justificación exhaustiva y detallada de las alternativas propuestas como parte de la evaluación ambiental en un sector concreto. Esta justificación debería demostrar que los niveles de desempeño escogidos garantizan la protección de la salud y el medio ambiente.

Aplicabilidad

Las Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para las aerolíneas se aplican a las actividades desempeñadas

normalmente por los operadores aéreos de pasajeros y mercancías. El documento se divide en dos áreas principales, a saber, las operaciones de vuelo, incluida la carga y descarga de pasajeros y mercancías, y el mantenimiento de aeronaves, incluidos servicios de motor, revisión de los elementos accesorios, limpieza y pintura de aeronaves, y comprobación.

Este documento está dividido en las siguientes secciones:

- Sección 1.0: Manejo e impactos específicos de la industria
- Sección 2.0: Indicadores y seguimiento del desempeño
- Sección 3.0: Referencias y fuentes adicionales
- Anexo A: Descripción general de las actividades de la industria

1.0 Manejo e impactos específicos de la industria

La siguiente sección contiene una síntesis de las cuestiones relativas al medio ambiente, la salud y la seguridad asociadas a las operaciones de las aerolíneas, así como recomendaciones para su manejo. Por otra parte, en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** se ofrecen recomendaciones sobre la gestión de las cuestiones de este tipo que son comunes a la mayoría de los grandes establecimientos industriales durante las etapas de construcción y desmantelamiento.

1.1 Medio Ambiente

1.1.1 Operaciones de vuelo

Los problemas ambientales relativos a las operaciones de vuelo incluyen:

- El ruido y las emisiones al aire procedentes de los motores de las aeronaves
- La manipulación de mercancías peligrosas

Ruido y emisiones al aire

Las principales fuentes de contaminación acústica y emisión de gases durante las operaciones de vuelo incluyen las producidas por el motor de las aeronaves durante el vuelo, aterrizaje, despegue y rodaje, así como las resultantes de la operación del Grupo Electrónico Auxiliar (APU) durante las operaciones en tierra y el arranque de las aeronaves. Otras fuentes de emisión de gases incluyen el vaciado de carburante de reactores no combustionado en situaciones de emergencia.

Ruido

Las estrategias recomendadas para el manejo del ruido dependen en gran medida de los requisitos de aterrizaje y despegue de cada aeropuerto en particular^{2,3}, incluidos:

- La modificación de las operaciones de las aeronaves mediante el uso de perfiles de descenso que incluyan por ejemplo el empleo de procedimientos de “aproximación avanzada en descenso continuado” y “Baja Potencia / Bajo Arrastre” (LPLD) para pilotar una aeronave en condiciones “limpias” (es decir, sin desplegar los flaps ni las ruedas) durante tanto tiempo como sea posible para minimizar el ruido generado por la aeronave y la utilización de instrucciones para minimizar el empuje invertido durante el aterrizaje;
- El uso de procedimientos de salida que permitan a la aeronave reducir la potencia una vez alcanzados los 800 pies de altitud y recuperar gradualmente toda su potencia después de alcanzar los 3.000 pies⁴;
- En coordinación con las autoridades del aeropuerto y de control del tráfico aéreo, evitar las zonas sensibles al ruido mediante el uso de “pistas preferentes para la atenuación de ruido” definidas por los procedimientos de Salida Normalizada por Instrumentos (SID), o bien recurriendo al uso de múltiples pistas de vuelo para espaciar y reducir la frecuencia de impacto del ruido;

² Para más información sobre los procedimientos de reducción de ruido, véase Anexo 16 — Protección Ambiental, Volumen I — Ruido provocado por los aviones, de la Convención de Aviación Civil Internacional (también conocida como la Convención de Chicago) y los Procedimientos para los Servicios de Navegación Aérea – Operación de Aeronaves (Documento 8168) de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI). Volumen I – Procedimientos de vuelo.

³ Muchas de las recomendaciones aplicables a la reducción de las emisiones de ruido son igualmente válidas para las emisiones al aire. Para más información sobre las estrategias de reducción de ruido, véase Flight Path to Environmental Excellence (2001) de la Asociación Internacional del Transporte Aéreo (IATA).

⁴ IATA (2001).

- Minimizar el uso de APU durante las operaciones de deslizamiento y carreteo, y emplear las Unidades de Potencia en Tierra (GPU) siempre que sea posible;
- Renovar la flota introduciendo aeronaves más modernas y silenciosas que cumplan con los requisitos de certificación internacional correspondientes para su año de fabricación.⁵

Emisiones al aire

Las estrategias dirigidas a prevenir y reducir las emisiones están relacionadas con el consumo de combustible, que depende a su vez de una serie de factores incluidos en las siguientes recomendaciones ^{6,7}:

- El consumo de combustible debería optimizarse mediante una adecuada planificación de las rutas de vuelo (incluida la selección de la altitud y velocidad de vuelo), la demanda prevista para los servicios de pasajeros y mercancías (maximizando la ocupación y la carga) y el tipo de sistema de vuelo disponible. Siempre que sea posible, los operadores deberán seleccionar la combinación que requiera el mínimo consumo específico de combustible;
- Durante la planificación previa de cada vuelo, la carga debería distribuirse de tal manera que se reduzca la resistencia aerodinámica, cargando una cantidad adecuada de combustible para reducir todo peso innecesario;

⁵ Durante varias décadas, los fabricantes de aeronaves comerciales han estado sujetos a normas de certificación de ruido de motores cada vez más estrictas. Véase Anexo 16 — Protección Medioambiental, Volumen I — Ruidos provocados por aeronaves, de la Convención sobre Aviación Civil Internacional.

⁶ Dichas recomendaciones se basan principalmente en Template and Guidance on Voluntary Measures elaborada por la OACI de conformidad con la Resolución A33-7 de la Asamblea de la OACI para limitar o reducir las emisiones de dióxido de carbono, también aplicable a la reducción de las emisiones en general. Para más información, véase la Circular 303, AN/176 de la OACI – Oportunidades operacionales para minimizar el consumo de combustible y reducir las emisiones.

- Durante las operaciones de deslizamiento y rodaje, los operadores deberán tener en cuenta aquellas situaciones en la que pueda reducirse el funcionamiento de los motores (como por ejemplo remolcando las aeronaves hasta la pista, arrancando motores en el último momento, rodando y deslizando el avión con el mínimo número de motores en marcha, minimizando o prescindiendo del uso de APU durante el arranque y retroceso del motor, y minimizar los tiempos de espera). Deberá considerarse el uso de las GPU proporcionadas por los aeropuertos;
- La estructura del avión y los motores deberán mantenerse limpios y garantizarse su eficiencia aerodinámica. El mantenimiento podría incluir la corrección de desniveles en la superficie de puertas y ventanas, la corrección de defectos en las superficies de control de vuelo, la identificación y eliminación de mellas, burbujas o cualquier otro factor que induzca a una mayor rugosidad en la superficie de la estructura, además de seguir las recomendaciones de mantenimiento del fabricante de la aeronave en lo que se refiere a la conservación de combustible;
- Deberá considerarse la posibilidad de introducir modificaciones en las aeronaves para mejorar la eficiencia aerodinámica y de combustible, incluyendo entre otras medidas la instalación de aletas, reajustes o actualizaciones del motor, y optando por pulir en vez de pintar las superficies exteriores;
- Los operadores deberían considerar la posibilidad de renovar la flota introduciendo aeronaves más modernas y eficientes en términos de combustible que cumplan con los

⁷ Para más información sobre estrategias para la reducción de emisiones, véase Guidance Material and Best Practices for Fuel and Environmental Management (2004) e IATA (2001).

requisitos de certificación internacional correspondientes a su año de fabricación.⁸

- Deberá evitarse la evacuación intencionada de carburante no combustionado y limitar esta práctica a las situaciones de emergencia⁹;
- Deberá limitarse el número de vuelos considerados no esenciales o no rentables (utilizando, por ejemplo, simuladores de vuelo en lugar de aeronaves en las actividades de formación de las tripulaciones de vuelo).

Manipulación de mercancías peligrosas

Las aerolíneas deberían implementar un sistema para llevar a cabo una adecuada supervisión, admisión y transporte de las mercancías peligrosas, de acuerdo con los requisitos establecidos por la normativa internacional vigente. El sistema debería basarse en normas reconocidas internacionalmente e incluir los siguientes elementos¹⁰:

- Formar al personal en aquellos aspectos relacionados con el manejo de mercancías peligrosas, incluidos la supervisión y admisión de artículos peligrosos en las aeronaves destinadas al transporte de pasajeros y mercancías;
- Emplear procedimientos para la supervisión de paquetes y mercancías almacenados en la aeronave, incluyendo instrucciones sobre documentación, restricciones (por

ejemplo, sobre cantidad, carga y segregación), etiquetado, empaquetamiento y demás requisitos de manejo;

- Utilizar procedimientos de respuesta ante situaciones de emergencia específicamente relacionados con las mercancías peligrosas, e incluir dichos procedimientos en los manuales sobre operaciones de vuelo.¹¹

1.1.2 Mantenimiento de aeronaves

Las rutinas de mantenimiento deberían limitarse a los cambios de aceite en el motor y otras operaciones de menor envergadura. Entre las operaciones de mantenimiento de mayor envergadura se cuentan las reparaciones y revisiones de motores y otros componentes mecánicos; la limpieza, decapado y pintura de componentes o fuselaje del avión; y el uso de diversas sustancias tóxicas. Los problemas ambientales relacionados con las actividades de mantenimiento de aviones incluyen:

- Emisiones al aire
- Aguas residuales
- Residuos
- Ruido

Emisiones al aire

Las principales fuentes de emisiones al aire durante las actividades de mantenimiento pesado son aquellas relacionadas con el acabado y limpieza de metales durante la revisión de motores (por ejemplo, el polvo generado durante el esmerilado, lijado y golpeado, el ácido resultante de los tratamientos de superficie, el ácido crómico resultante del cromado industrial y los compuestos orgánicos volátiles [COV] derivados del lavado técnico), operaciones de limpieza y pintura

aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional (<http://www.pic.int/>).

⁸ Véase el Anexo 16 — Protección Medioambiental, Volumen II — Emisiones provocadas por los motores de los aviones, de la Convención sobre Aviación Civil Internacional.

⁹ De acuerdo con el Volumen II, Anexo 16, queda prohibida la descarga intencionada de combustible para las aeronaves dotadas de motores de turbina fabricados después del 18 de febrero de 1982.

¹⁰ Las principales normas incluyen: el Manual de Reglamentación sobre mercancías peligrosas de la IATA (2007), las Instrucciones Técnicas para el Transporte Seguro de Mercancías Peligrosas por Vía Aérea (Documento 9284) de la OACI, y el Anexo 18 de la Convención sobre Aviación Civil Internacional —Transporte seguro de mercancías peligrosas por vía aérea. Los requisitos adicionales pueden incluir compromisos del país receptor en el marco del Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación (<http://www.basel.int/>) y el Convenio de Rotterdam sobre Procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo

exterior en los aviones (por ejemplo, los COV generados durante la limpieza y la mezcla y aplicación de pintura) y las pruebas de motores (por ejemplo, los gases de escape emitidos durante la combustión del carburante). Entre las estrategias recomendadas para la prevención y el control se incluyen¹²:

- La recolección de emisiones de polvo generadas durante las operaciones de limpieza a presión, abrasión y golpeado mediante sistemas de extracción y ventilación, eliminando el polvo con la ayuda de filtros de bolsa y otras técnicas de control de polvo. El polvo de cadmio recuperado deberá manipularse como residuo peligroso o como residuo no peligrosos en función de sus características, tal y como describen las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**;
- Evitar o minimizar la generación de emisiones de ácido, especialmente la de los aerosoles ácidos y aerosoles que contengan metales pesados en suspensión, como el cromo. Este tipo de emisiones que pueden generar el decapado y ciertos procesos de revestimiento electrolítico deben evitarse o minimizarse mediante el uso de tensioactivos y, cuando sea necesario, depuradores húmedos. El ácido crómico eliminado del tubo de escape deberá almacenarse en las correspondientes cubetas o bien manejarse de acuerdo con la normativa local vigente;
- Minimizar la emisión de COV durante los procesos de limpieza y pintura. Los agentes de limpieza que contengan COV deberían sustituirse por otros agentes de limpieza alcalinos de base acuosa. Los operadores deberán evitar el uso de pinturas, disolventes o pigmentos que contengan

COV durante las operaciones de pintura de los aviones, o bien seleccionar diseños de exterior para los aviones que favorezcan el pulido en lugar de la pintura con el objetivo de minimizar la cantidad de pintura empleada. Debería promocionarse siempre que sea posible el uso de pinturas de base acuosa, evitando los limpiadores de pintura basados en cloruro de metileno o el uso de pinturas de fondo de cromato;

- Reducir al máximo los efectos potenciales de los gases de escape generados durante las pruebas de motor, situando la zona de pruebas lejos de las áreas urbanas, escogiendo los períodos de prueba en función de la calidad del aire ambiente y la estación y adoptando cualquier otra medida de gestión necesaria para hacer frente a los posibles efectos sobre la calidad del aire ambiente. Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** proporcionan orientaciones adicionales relacionadas con la calidad del aire ambiente.

Aguas residuales

El vertido de sustancias peligrosas en el agua puede resultar de los talleres, trabajos de acabado de metales y labores de limpieza exterior y técnica. Entre los principales contaminantes destacan los metales tóxicos, los productos derivados del petróleo (por ejemplo, aceite, trementina artificial o combustible), agentes aglutinantes y tensioactivos, metales pesados (por ejemplo, cianuro, cromo hexavalente) y disolventes orgánicos. La presencia de cadmio puede obedecer al hecho de que todavía se emplea con frecuencia en el tratamiento superficial de ciertos componentes de la aeronave (como el tren de aterrizaje o las alas). Las recomendaciones para prevenir, minimizar y controlar los vertidos de aguas residuales incluyen:

adicionales aplicables a las labores de mantenimiento de aeronaves que aparecen a continuación).

¹¹ Para más información, véase el Documento 9481 de la OACI de Orientación sobre Respuestas de Emergencia para Afrontar Incidentes Aéreos Relacionados con Mercancías Peligrosas.

¹² Todas las fuentes de emisiones a la atmósfera deberían dirigirse hacia los correspondientes sistemas de ventilación para así mantener la concentración de contaminantes en las zonas de trabajo a niveles seguros (ver la guía de Higiene y Salud Laboral en las **guías generales sobre MASS** y recomendaciones

- Segregar las corrientes de residuos altamente tóxicos, principalmente aquellas que contengan cianuro, cromo hexavalente (Cr6+), cadmio y otros metales tóxicos. Otros ejemplos de aguas residuales que deberían segregarse son las soluciones concentradas empleadas durante pretratamiento y revestimiento; baños desengrasantes; baños de decapado; baños de galvanización por vía química (revestimiento químico); baños de galvanoplastia (electrolitos); aguas de aclarado que contengan cianuro, cromo hexavalente (Cr6+), hipofosfito (procedente de galvanoplastia con níquel) y los resultantes de las operaciones de lavado y decapado de pintura de las aeronaves;
- Ciertas aguas residuales o combinaciones de las mismas deberían someterse a tratamiento antes de verterse en los sistemas de alcantarillado local, incluyendo el uso de los métodos de coagulación, floculación y precipitación junto con otros procedimientos de gestión de aguas residuales industriales. Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad para la Fabricación de Productos de Metal, Plástico y Goma** proporcionan orientaciones adicionales sobre la gestión de aguas residuales, como por ejemplo aquellas generadas durante las operaciones de acabado de metales.

Residuos

Los residuos peligrosos o potencialmente peligrosos generados durante las operaciones de revisión y reparación de las aeronaves incluyen aceite residual, emulsiones de aceite y residuos de carburante; disolventes orgánicos y glicoles; lodos de hidróxidos metálicos; pilas de plomo; pilas de níquel y cadmio y níquel-hidróxido metálico; soluciones empleadas para el tratamiento en superficie (para el desengrasado, decapado, pasivación, galvanoplastia y revestimiento químico) que contengan cianuro, cromo hexavalente y cadmio; residuos

sólidos y semisólidos de cianuro; lodos de pintura y aguas de los pulverizadores; isocianatos; y lámparas y tubos fluorescentes que contengan mercurio. Todos los residuos, incluidos los residuos peligrosos, deberían gestionarse sobre la base de las recomendaciones correspondientes descritas en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**.

Ruido

La principal fuente de ruido durante las labores de mantenimiento del avión son las pruebas de motor. Las pruebas deberían realizarse en las zonas designadas para este fin, preferiblemente alejadas de las zonas urbanas, o en lugares equipados con sistemas de supresión o desviación del ruido. Otras estrategias de manejo del ruido son las restricciones diurnas y nocturnas. Los niveles de ruido desde el punto de recepción más próximo no deberían exceder los valores de referencia establecidos en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**.

1.2 Higiene y seguridad ocupacional

1.2.1 Operaciones de vuelo

Los principales peligros en materia de higiene y seguridad que afrontan los trabajadores durante las operaciones de las aerolíneas incluyen los siguientes:

- Seguridad en las operaciones de vuelo
- Riesgos físicos
- Riesgos biológicos
- Riesgos de origen químico
- Fatiga

Seguridad en las operaciones de vuelo

El problema más relevante en términos de seguridad de la tripulación y los pasajeros es la posibilidad de sufrir daños de

gravidad o la pérdida de vidas debido a los peligros que puedan plantearse durante el vuelo, incluida la exposición del avión a turbulencias y otros tipos de fallos mecánicos o accidentes. Las aerolíneas deberían implementar planes de prevención y control de accidentes como parte de su programa global de gestión de la seguridad. El programa de gestión de la seguridad debería cumplir con los siguientes criterios:

- Ser equiparable a los programas de seguridad de las aerolíneas reconocidos internacionalmente;¹³
- Poder someterse a auditorías, utilizando sistemas internacionales como por ejemplo, el programa de Auditoría de Seguridad Operativa (IOSA) de la IATA¹⁴;
- Incluir un componente de capacitación continua y reiterada para pilotos y tripulación como el Vuelo Controlado hacia el Terreno y Aproximación y Aterrizaje (CFIT-ALAR) o la Gestión de Recursos de la Tripulación (CRM);
- Incluir un programa adecuado para la investigación de incidencias y accidentes, su registro y las acciones correctivas correspondientes¹⁵.

Además de las cuestiones relacionadas con la seguridad operativa en vuelo, los operadores aéreos deberán asumir ciertas responsabilidades esenciales en lo que concierne a las operaciones en tierra necesarias para garantizar la seguridad de los pasajeros frente a posibles actos criminales. Los operadores aéreos deberían elaborar e implementar un Plan de Seguridad consistente en normas y procedimientos

internacionales¹⁶, al tiempo que colaboran con los administradores de los aeropuertos y otras autoridades públicas competentes para prevenir y responder a los problemas de seguridad que puedan plantearse.

La colaboración o asociación estratégica con operadores experimentados en la implementación de dichos programas de seguridad puede ser una estrategia eficaz para implementar con éxito estos programas en aerolíneas de menor envergadura o menos experimentadas.

Riesgos físicos

Los empleados de las aerolíneas se ven expuestos a riesgos físicos, dependiendo de sus responsabilidades laborales concretas. Por lo general, las lesiones que sufren están asociadas a los movimientos con vehículos y mercancías durante las operaciones en tierra, los problemas ergonómicos durante el manejo de equipaje (incluido el manejo de equipaje por parte del personal de servicio al cliente en los puestos de facturación de pasajeros) y los problemas ergonómicos sufridos por la tripulación a bordo asociados a la ayuda prestada para colocar el equipaje y con el servicio de comidas. Los empleados de aerolíneas también se ven expuestos a las amenazas físicas que supone cualquier acto violento por parte de los clientes en los puestos de servicio al cliente o durante el vuelo. Se recomiendan las siguientes estrategias para gestionar este tipo de situaciones:

- Todos los empleados implicados en el manejo de equipaje y mercancías durante el desempeño de su trabajo, ya sea de forma rutinaria u ocasional, deberán recibir capacitación para utilizar las técnicas adecuadas a la hora de levantar, flexionar y volcar peso para evitar lesiones de espalda o en las extremidades;

¹³ Como ejemplos cabe mencionar los requisitos de seguridad en vuelo y prevención de accidentes establecido por la Administración Federal de Aviación de Estados Unidos (FAA), la Agencia Europea de Seguridad Aérea (AESA) y la OACI.

¹⁴ Manual de Auditoría de Seguridad Operativa, 2ª edición, publicado por IATA (2004).

¹⁵ Entre los ejemplos de métodos específicos de evaluación de seguridad en vuelo cabe mencionar los programas de Gestión de Amenazas y Errores (TEM) y los de Auditoría de la Seguridad de las Operaciones de Ruta (LOSA).

- El diseño tanto de los puestos de servicio al cliente como de los sistemas transportadores de equipaje deberían basarse en los resultados obtenidos a partir de las correspondientes evaluaciones ergonómicas, evitando en la medida de lo posible que los empleados que trabajan en atención al cliente levanten o manejen equipaje;
- Los operadores deberán estudiar la posibilidad de imponer restricciones de peso al equipaje en coordinación con otras aerolíneas, aplicar límites de peso sobre los paquetes incluidos en el equipaje individual de acuerdo con la normativa local y, en ausencia de ésta, limitar el peso del equipaje por persona a 32 kilogramos (70 libras)¹⁷;
- El personal expuesto a situaciones de riesgo debería recibir capacitación para identificar y gestionar situaciones potencialmente violentas. La capacitación debería incluir métodos para valorar y resolver este tipo de situaciones¹⁸.

Riesgos biológicos

Los miembros de la tripulación pueden verse expuestos a enfermedades contagiosas debido al contacto con un gran número de pasajeros y al confinamiento de su entorno de trabajo. Ejemplos de enfermedades contagiosas incluyen afecciones respiratorias, como el Síndrome Respiratorio Agudo Grave (SRAG) o virus gripales (incluida la gripe aviar). Las prácticas recomendadas para manejar estas situaciones incluyen:

- Como parte del programa estándar de comunicación de seguridad en el trabajo, los empleados de las aerolíneas deben contar con información actualizada sobre los brotes

de enfermedades existentes y los métodos adecuados para prevenir su transmisión¹⁹;

- Los operadores aéreos deben establecer una política de gestión dirigida a aquellos pasajeros que muestren síntomas de una enfermedad y que procedan o lleguen a zonas afectadas por un brote²⁰;
- Los operadores deben considerar la posibilidad de dotar los sistemas de ventilación en cabina de la aeronave con filtros absolutos (HEPA) y otros métodos para reducir la recirculación de aire contaminado.

Riesgos de origen químico

La tripulación del avión puede verse expuesta con cierta frecuencia a productos químicos peligrosos, especialmente los insecticidas utilizados para la desinsectación de la aeronave con el fin de reducir la propagación internacional de insectos transmisores de enfermedades o de plagas agrícolas. Los insecticidas empleados pueden incluir fenotrina (una clase de piretroide) y permetrina. Varios países exigen la desinsectación de todos los vuelos de entrada. Los insecticidas pueden aplicarse con aerosoles y en presencia o ausencia de la tripulación de cabina y de los pasajeros, o bien pulverizarse sobre la superficie de la cabina cuando la aeronave está vacía. Las estrategias recomendadas para reducir la exposición a estos productos químicos en el trabajo incluyen:

- La elaboración de un Plan de Manejo de Pesticidas que describa detalladamente el procedimiento para la selección

¹⁶ Como establece el Anexo 17 de la ICAO y el Anexo del Manual de Seguridad para la protección de la aviación civil contra los actos de interferencia ilícita (Doc. 8973).

¹⁷ La Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA) establece un límite de peso de 32 kilogramos (70 libras) por cada bulto.

¹⁸ Para más información, véase el Código de Prácticas sobre la violencia en el sector de los servicios y medidas para combatir este fenómeno de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) (2003).

¹⁹ Entre las fuentes de información actualizada cabe mencionar la página web de la Organización Mundial de la Salud (<http://www.who.int/es/>) y de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades de Estados Unidos (CDC) (<http://www.cdc.gov/spanish/>).

²⁰ Ejemplos de los procedimientos aplicables a la gripe aviar pueden encontrarse en las Guías y Recomendaciones de los CDC: Interim Guidance for Airline Flight Crews and Persons Meeting Passengers Arriving from Areas with Avian Influenza, y la Interim Guidance for Airline Cleaning Crew, Maintenance Crew, and Baggage / Package and Cargo Handlers for Airlines Returning from Areas Affected by Avian Influenza A (H5N1) (2006).

y aplicación de los pesticidas (incluida la duración, frecuencia y calendario de la aplicación);

- Evitar el uso de plaguicidas de las clases 1a y 1b (según su grado de peligro) de la Clasificación Recomendada de los Plaguicidas de la Organización Mundial de la Salud;
- Evitar el uso de plaguicidas incluidos de la clase II (según su grado de peligro) de la Clasificación Recomendada de los Plaguicidas de la Organización Mundial de la Salud, excepto en las circunstancias señaladas por la Norma de Desempeño 3 de la IFC (Prevención y control de la contaminación)²¹;
- Evitar el uso de plaguicidas enumerados en los Anexos A y B del Convenio de Estocolmo, excepto en las condiciones señaladas por dicho convenio²²;
- Utilizar exclusivamente aquellos plaguicidas fabricados con licencia, y registrados y aprobados por las autoridades pertinentes y de conformidad con el Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)²³;
- Utilizar exclusivamente los plaguicidas etiquetados según las normas y reglamentos internacionales, como las Directrices revisadas para el etiquetado correcto de los plaguicidas elaboradas por la FAO²⁴;
- Almacenar los plaguicidas en su envase original y en un lugar especial en que puedan guardarse e identificarse adecuadamente con las señales correspondientes, limitando el acceso a los mismos al personal autorizado. En estos lugares no deberán almacenarse alimentos para consumo humano o animal.
- Sólo el personal capacitado podrá mezclar y trasladar los plaguicidas, siempre en zonas ventiladas y bien

iluminadas, y empleando contenedores diseñados exclusivamente a tal fin.

- Los contenedores de plaguicidas usados no deberán utilizarse con ningún otro fin (por ejemplo, para beber agua) y deberán manipularse como si se trataran de residuos peligrosos, tal y como éstos aparecen definidos en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**;
- Educar y capacitar a las tripulaciones sobre los riesgos y peligros de la desinfección del avión;
- Reducir o eliminar los tratamientos repetidos en el cuarto de la tripulación (la zona de descanso destinada a la tripulación de cabina) para mitigar los posibles efectos sobre la salud asociados con una mayor concentración de sustancias residuales²⁵;
- Garantizar una adecuada ventilación de las cabinas una vez aplicado el tratamiento con insecticidas;
- Posponer la entrada de la tripulación en el avión tras la desinsectación.

Fatiga

La fatiga merma la concentración y el desempeño de los miembros de la tripulación de cabina y constituye por tanto un peligro para la seguridad aérea. Como principal estrategia para manejar esta situación, se recomienda proporcionar a los empleados de las aerolíneas los necesarios períodos de descanso para garantizar el mantenimiento de la carga de trabajo y el desempeño de las tareas de acuerdo con la normativa aplicable²⁶.

²¹ Norma de Desempeño 3 de la IFC. Disponible en www.ifc.org/envsocstandards.

²² Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (2001).

²³ FAO (2002c).

²⁴ FAO (2002c)

²⁵ Para más información sobre los niveles residuales de insecticidas en la superficie de las cabinas, véase California Department of Health Services (CDHS) 2003.

²⁶ Ejemplo de ello son 14 CFR Parte 121 – Flight Crew Member Flighttime Limitations and Rest Requirements - de la Administración Federal de Aviación de Estados Unidos (FAA).

1.2.2 Mantenimiento de aeronaves

A pesar de que las labores de mantenimiento de las aeronaves pueden plantear diversos riesgos físicos y químicos a los trabajadores, los peligros más significativos son aquellos relacionados con el uso de productos químicos peligrosos que puedan resultar en la exposición al polvo de cadmio; disolventes orgánicos; cromo hexavalente; cianuro y cloruro de cianógeno; y los isocianatos, principalmente por medio de la inhalación y el contacto dérmico. Las estrategias recomendadas para el manejo de los riesgos químicos en el trabajo se describen en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**.

1.3 Higiene y seguridad en la comunidad

Además de los problemas ambientales ocasionados por las operaciones de las aerolíneas y por las labores de mantenimiento, cuya deficiente gestión puede afectar a las comunidades más próximas, la seguridad operativa de las aeronaves puede afectar notablemente a la salud y la seguridad de la comunidad. Un fallo fatal en una aeronave puede ocasionar daños al público en general, ya sean pasajeros o transeúntes.

Además de las recomendaciones de seguridad de vuelo descritas en el apartado dedicado a la higiene y la salud laboral, los operadores aéreos deberán implementar procedimientos de Preparación y Respuesta ante situaciones de emergencia para afrontar los accidentes fatales. Tales procedimientos deben adaptarse a los medios institucionales disponibles para responder a las situaciones de emergencia en aquellos países en los que operan las aerolíneas, incluyendo las comunicaciones y respuesta coordinada con los organismos

públicos y las comunicaciones con las familias de los pasajeros que puedan verse afectados.

El impacto de las actividades de servicio (reparación y mantenimiento de aeronaves y vehículos) de las aerolíneas en la salud y la seguridad de la comunidad coincide con las que caracterizan a las instalaciones industriales de mayor envergadura, descritas en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**.

2.0 Indicadores y seguimiento del desempeño

2.1 Medio Ambiente

Guías sobre emisiones y efluentes

Las emisiones al aire y los niveles de ruido generados por las aeronaves deben cumplir los requisitos de certificación establecidos por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) según su año de fabricación. El volumen de las emisiones y efluentes de los procesos industriales en este sector es indicativo de las prácticas internacionales recomendadas para la industria, reflejadas en las normas correspondientes de los países que cuentan con marcos normativos reconocidos.

Las emisiones y efluentes procedentes de instalaciones de mantenimiento pesado deben respetar los niveles establecidos por los requisitos operativos de la red local de alcantarillado y, en caso de verterse en aguas superficiales, cumplir los valores de referencia definidos en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad para la Fabricación de Productos de Metal, Plástico y Goma** que determinan los valores de referencia para los efluentes tratados aplicables a los procesos de mecanizado, limpieza, revestimiento y acabado de metales, incluida la pintura. Los niveles de vertido específicos

del emplazamiento pueden basarse en los requisitos establecidos para los sistemas de tratamiento y recolección de aguas de alcantarillado público o, si se vierten directamente a aguas superficiales, en la clasificación del uso de las aguas receptoras que se describe en las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad**.

Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** contienen orientaciones sobre las emisiones asociadas con actividades de producción de energía eléctrica y vapor generadas por una fuente de combustión con capacidad igual o inferior a 50 megavatios térmicos, mientras que las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad para energía térmica** contienen disposiciones sobre las emisiones generadas de fuentes de energía de mayor capacidad. En las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** se proporciona orientación sobre cuestiones ambientales teniendo en cuenta la carga total de emisiones.

Seguimiento ambiental

Se llevarán a cabo programas de seguimiento ambiental para este sector en todas aquellas actividades identificadas por su potencial impacto significativo en el medio ambiente, durante las operaciones normales y en condiciones alteradas. Las actividades de seguimiento ambiental se basarán en indicadores directos e indirectos de emisiones, efluentes y uso de recursos aplicables a la actividad concreta. La frecuencia del seguimiento debería permitir obtener datos representativos sobre los parámetros objeto del seguimiento. El seguimiento deberá recaer en individuos capacitados, quienes deberán aplicar los procedimientos de seguimiento y registro y utilizar un equipo adecuadamente calibrado y mantenido. Los datos de seguimiento se analizarán y revisarán con regularidad, y se compararán con las normas vigentes para así adoptar las medidas correctivas necesarias. Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** contienen orientaciones

adicionales sobre los métodos de muestreo y análisis de emisiones y efluentes.

2.2 Higiene y seguridad ocupacional

Guía sobre higiene y seguridad ocupacional

Para evaluar el desempeño en materia de higiene y seguridad en el trabajo deben utilizarse las guías sobre exposición que se publican en el ámbito internacional, entre ellas: las guías sobre la concentración máxima admisible de exposición profesional (TLV®) y los índices biológicos de exposición (BEIs®) publicados por la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)²⁷, la Guía de bolsillo sobre riesgos químicos publicada por el Instituto Nacional de Higiene y Seguridad del Trabajo de los Estados Unidos (NIOSH)²⁸, los límites permisibles de exposición publicados por la Administración de Seguridad e Higiene en el Trabajo de los Estados Unidos (OSHA)²⁹, los valores límite indicativos de exposición profesional publicados por los Estados miembros de la Unión Europea³⁰, u otras fuentes similares.

Tasas de accidentes y letalidad

Deben adoptarse medidas para reducir a cero el número de accidentes entre los trabajadores del proyecto (sean empleados directos o personal subcontratado), especialmente los accidentes que pueden causar una pérdida de horas de trabajo, diversos niveles de discapacidad o incluso la muerte. Como punto de referencia para evaluar las tasas del proyecto puede utilizarse el desempeño de instalaciones en este sector en países desarrollados, que se obtiene consultando las fuentes publicadas (por ejemplo, a través de la Oficina de Estadísticas

²⁷ Disponible en <http://www.acgih.org/TLV/> y <http://www.acgih.org/store/>

²⁸ Disponible en <http://www.cdc.gov/niosh/hpg/>

²⁹ Disponible en http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9992

³⁰ Disponible en http://europe.osha.eu.int/good_practice/risks/ds/oel/

Laborales de los Estados Unidos y el Comité Ejecutivo de Salud y Seguridad del Reino Unido)³¹.

Seguimiento de la higiene y la seguridad en el trabajo

Es preciso realizar un seguimiento de los riesgos que pueden correr los trabajadores en el entorno laboral del proyecto concreto. Las actividades de seguimiento deben ser diseñadas y realizadas por profesionales acreditados³² como parte de un programa de seguimiento de la higiene y la seguridad en el trabajo. En las instalaciones, además, debe llevarse un registro de los accidentes y enfermedades laborales así como de los sucesos y accidentes peligrosos. Las **Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad** contienen orientaciones adicionales sobre los programas de seguimiento de la higiene y la seguridad en el trabajo.

³¹ Disponible en:
<http://www.bls.gov/iif/> and <http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm>

³² Los profesionales acreditados pueden incluir higienistas industriales certificados, higienistas ocupacionales diplomados o profesionales de la seguridad certificados o su equivalente.

3.0 Referencias y fuentes adicionales

Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA). 1998. Hard Chrome Fume and Suppressants and Control Technologies, EPA/625/R-98/002. Washington, DC: US EPA.

Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA). 1994/2004. National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants (NESHAP) to control air emissions of chromium electroplating and chromium anodizing tanks. Washington, D.C. US EPA.

Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA). 1996. Asociación de Transporte Aéreo Internacional (IATA). 2004. Fuel Action Plan – Guidance Material and Best Practices for Fuel and Environmental Management. Ginebra: IATA.

IATA. 2001. Flight Path to Environmental Excellence. Ginebra: IATA.

IATA. Aircraft Noise Reduction Strategies. Disponible en:
http://www.iata.org/whatwedo/environment/aircraft_noise.htm.

IATA. 2007. Manual de reglamentación sobre mercancías peligrosas. Ginebra: IATA.

IATA. 2004. Manual de Auditoría de Seguridad Operativa, 2ª edición, publicado por IATA (2004) Ginebra: IATA.

Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades de Estados Unidos (US CDC). 2006. Guidelines and Recommendations. Interim Guidance for Airline Flight Crews and Persons Meeting Passengers Arriving from Areas with Avian Influenza.

Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades de Estados Unidos (US CDC). 2006. Guidelines and Recommendations. Interim Guidance for Airline Cleaning Crew, Maintenance Crew, and Baggage/Package and Cargo Handlers for Airlines Returning from Areas Affected by Avian Influenza A (H5N1).

Comisión Europea, Dirección General, Centro Común de Investigaciones (CCI) Instituto de Prospectiva Tecnológica. 2005. Prevención y Control Integrados de la Contaminación, Documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles para el tratamiento de superficies metálicas y plásticas.

Comisión OSPAR para la Protección del Medio Marino del Nordeste Atlántico PARCOM. Recommendation 92/4 on the Reduction of Emissions from the Electroplating Industry.

Departamento de Transporte de Estados Unidos, Administración Federal de Aviación (US FAA). 1982. Air Quality Procedures for Civilian Airports and Air Force Bases. FAA-EE-82-21. Washington DC: US FAA.

Departamento de Transporte de Estados Unidos, Administración Federal de Aviación (US FAA). 1995. Federal Aviation Administration Emission Database, Version 2.1. Washington, D.C. US FAA.

Mangili A. y Gendreau M.A. Transmission of infectious diseases during commercial air travel. *Lancet*. 2005; 365: 989-994.

National Research Council, National Academy Press 2002. The Airliner Cabin Environment and the Health of Passengers and Crew. Committee on Air Quality

in Passenger Cabins of Commercial Aircraft, Board on Environmental Studies and Toxicology, p. 182: Cuadro 5-1.

Norma europea EN-858-1 y 858-2. 2002. Sistemas separadores para líquidos ligeros (por ejemplo aceite y petróleo). Parte 1: Principios de diseño de producto, características y ensayo, marcado y control de calidad. Parte 2: Selección del tamaño nominal, instalación, funcionamiento y mantenimiento.

OACI. 1993. Anexo 16 de la Convención sobre Aviación Civil Internacional. Protección Medioambiental. Volumen I: Aircraft Noise, 3ª ed. Montreal: OACI.

OACI. 1993. Anexo 16 de la Convención sobre Aviación Civil Internacional. Protección Medioambiental. Volumen II: Aircraft Engine Emissions, 2ª ed., más enmiendas: Enmienda 3, de 20 de marzo de 1997; y Enmienda 4, de 4 de noviembre de 1999. Montreal: OACI.

OACI. Anexo 18 de la Convención sobre Aviación Civil Internacional —El Transporte Seguro de Mercancías Peligrosas por Vía Aérea. Montreal: OACI. OACI. Circular 303, AN/176 – Oportunidades operacionales para minimizar el uso de combustible y reducir las emisiones. Montreal: OACI.

OACI. Guía de respuesta de emergencia para incidentes en aeronaves con mercancías peligrosas (OACI Documento 9481). Montreal: OACI.

OACI. 1995. Banco de datos sobre las emisiones de escape de los motores (OACI Documento 9646- AN/943). Montreal: OACI.

OACI. 2005. Procedimientos para los servicios de navegación aérea - Operaciones de aeronaves (Documento 8168). Volumen I – Procedimientos de vuelo. Montreal: OACI.

OACI. Instrucciones Técnicas para el Transporte Seguro de Mercancías Peligrosas por Vía Aérea, OACI (Documento 9284). Montreal: OACI.

Organización Internacional del Trabajo (OIT). 2003. Código de Práctica sobre la violencia en el trabajo en el sector servicios y medidas para combatir este fenómeno. Ginebra: OIT.

Recomendación 16/6 de la Helcom sobre la Restricción de vertidos y emisiones derivados del tratamiento de superficies metálicas. Adoptada el 15 de marzo de 1995, de conformidad con el Artículo 13, párrafo b) de la Convención de Helsinki. Comisión de Helsinki, Comisión para la Protección del Medio Marino del Báltico.

Rochat P., Hardeman A. y Truman S. Environmental Review 2004. Ginebra: IATA.

Strauss S. Pilot Fatigue, Aerospace Medicine, NASA/Johnson Space Center. Houston, Texas. Disponible en
http://aeromedical.org/Articles/Pilot_Fatigue.html.

Organización Meteorológica Mundial (OMM) / Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). 1999. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). Aviación y Atmósfera Global. Cambridge University Press, Reino Unido.

Organización Mundial de la Salud (OMS). 2005. Radiación y Salud Medioambiental. Folleto informativo sobre radiación cósmica y transporte aéreo. Ginebra: OMS.

Unión Europea, Directiva del Consejo 1999/13/CE de 11 de marzo de 1999, Directiva relativa a la limitación de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes orgánicos en determinadas actividades e instalaciones.

Unión Europea, Directiva 2004/42/CE, Directiva relativa a la limitación de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes orgánicos en determinadas pinturas y barnices y en los productos de renovación del acabado de vehículos.

Anexo A: Descripción general de las actividades de la industria

Operaciones de vuelo

Las principales actividades asociadas con las aerolíneas son la operación de aeronaves para el transporte de pasajeros y mercancías. El tamaño de la flota y el tipo de sistema empleado dependen de la naturaleza de la actividad de cada aerolínea, incluido el número de pasajeros, volumen de mercancías, rutas y distancias recorridas. Por norma general, las aerolíneas dedicadas principalmente a los servicios de pasajeros y que operan en el ámbito regional utilizan aeronaves de menor envergadura, mientras que las aeronaves de mayor tamaño se utilizan para rutas más largas entre distintos aeropuertos regionales o internacionales de pasajeros, también conocidos como “aeropuertos principales”. Se aplicarán distintos principios a aquellas aerolíneas dedicadas principal o exclusivamente al transporte de mercancías, y cuya configuración de flota obedece a una combinación del tipo de mercancía y las rutas principales.

Las operaciones de las aerolíneas dependen de la infraestructura y de los servicios en tierra, que en algunos casos gestionan las propias aerolíneas, aunque en su mayoría son suministrados por los aeropuertos o los proveedores de servicios en tierra. Ejemplos de estos servicios incluyen el control del tráfico aéreo (también aplicable al rodaje), supervisión de pasajeros con fines de seguridad, manejo de equipaje / mercancías, llenado de combustible, restauración, limpieza, gestión de residuos y servicios de mantenimiento mecánico. En climas fríos, los servicios en tierra pueden incluir también el tratamiento antihielo y antiescarcha de la superficie de aeronaves, pistas de rodaje y pistas de vuelo. Las aerolíneas de pasajeros normalmente requieren personal en tierra para gestionar las actividades de facturación de pasajeros y equipaje. Las aerolíneas se encargan también de la seguridad

de la tripulación y pasajeros durante el vuelo y están obligadas a implementar las normas de seguridad operativa nacionales e internacionales durante el mismo.

Las operaciones de las aeronaves consumen una cantidad significativa de combustible, principalmente a causa de las operaciones de vuelo. La mayor parte del combustible se consume durante el vuelo de crucero y el ciclo de aterrizaje y despegue (LTO). El consumo de combustible es menor durante las operaciones de rodaje y rampa, cuando el avión utiliza su Grupo Electrónico Auxiliar (APU) para abastecerse de electricidad durante las maniobras de aparcamiento. Las operaciones de las aeronaves también pueden generar ruido, siendo éste mayor durante el ciclo de LTO debido a la posible exposición de receptores sensibles al ruido cerca de los aeropuertos.

Mantenimiento de aviones

Las aerolíneas pueden optar entre contratar o realizar sus propias labores de mantenimiento mecánico, generalmente en ubicaciones adyacentes a los aeropuertos. Las labores de mantenimiento pueden consistir en revisiones rutinarias o en operaciones de mantenimiento mecánico pesado (por ejemplo, revisión de motores, mantenimiento y reparación del tren de aterrizaje, y limpieza y pintura de la estructura del avión).

Las labores rutinarias de mantenimiento pueden incluir cambios de lubricante e inspecciones de seguridad mecánica. Los servicios de motor asociados con el mantenimiento pesado pueden incluir el desmantelamiento de motores seguido de un exhaustivo lavado y limpieza, la eliminación de las capas chapadas en metal y óxidos, inspecciones por fluido penetrante y pruebas y ajustes mecánicos. Una vez aceptadas las piezas del motor, comienza el proceso inverso, es decir, la

galvanización, pintura y montaje. El procedimiento de servicios finaliza con las pruebas, seguidas del empaquetamiento y devolución del motor al hangar de revisión.

Los motores de avión pueden venir equipados con piezas de acero de baja y alta aleación. Las piezas de baja aleación se galvanizan y / o metalizan sin corriente eléctrica (por vía química). Es frecuente encontrar piezas de aluminio y de aleación ligera. Todas las piezas se someten periódicamente a ensayos de fisurabilidad por fluido penetrante y / o inspecciones, mediciones y otras pruebas. Dependiendo del tipo de capa, el decapado puede realizarse sin corriente eléctrica o mediante métodos electroquímicos.

La remoción de las capas superficiales de óxido se realiza con soluciones alcalinas, soluciones a base de sulfato de hidrógeno y ácido fosfórico. Para eliminar las capas de óxido internas, las piezas del motor se sumergen en una solución alcalina de permanganato de potasio seguido de ácido fosfórico, eliminándose con agua las capas de óxido. Posteriormente, se realizan los ensayos de fisurabilidad, mediciones y comprobaciones visuales. Una vez finalizada la inspección, las piezas vuelven a galvanizarse, sin corriente eléctrica o empleando métodos electroquímicos. Para proteger de la corrosión las piezas de baja aleación, situadas en la cámara de combustión, se utilizan soluciones basadas en nitrato sódico.

La superficie de los álabes de turbina suele tornarse rugosa durante el vuelo al contacto con objetos en el aire. El volteo se utiliza para mantener la superficie nivelada y lisa. El acabado casi perfecto de la superficie de palas y álabes es importante si se quiere minimizar el consumo de combustible.

Además de los motores, las aeronaves modernas vienen equipadas de muchas piezas galvanizadas por vía química, galvanizadas y / o pintadas (por ejemplo, trenes de aterrizaje,

llantas de ruedas y dispositivos direccionales para alerones y mandos de dirección laterales, entre otros). Estos componentes están expuestos al desgaste y a la corrosión. Las piezas externas del avión también pueden sufrir los daños causados por distintos objetos. Si los daños afectan a una parte sustancial del fuselaje y otras piezas (por ejemplo, el tren de aterrizaje), suelen extraerse las capas pintadas y galvanizadas extraerse para su reparación. La galvanoplastia se realiza localmente mediante electrodeposición con cepillo (cadmiado, niquelado, cromado). Una vez finalizado este proceso, la pintura se realiza *in situ*.

El lavado y limpieza de las piezas externas del avión y de la estructura del avión en su conjunto, incluidas las alas, se realiza normalmente en el hangar de revisión. Otros vehículos y accesorios sometidos a procedimientos de lavado externo son los vehículos del aeropuerto y otros elementos (como por ejemplo, escalerillas).

Por lo general, se emplean agentes limpiadores alcalinos. No obstante, en ciertas ocasiones pueden utilizarse otro tipo de limpiadores, como agentes desengrasantes derivados del petróleo. Como complemento al lavado húmedo, se realiza un lavado en seco y pulimentación. Los agentes empleados en el lavado en seco se aplican mediante dispositivos pulverizadores o paños y se eliminan mediante el abrillantado o la limpieza en seco con paños limpios y secos.

Cuando sea necesario, se darán retoques de pintura a los aviones como parte del programa de revisión periódica. En algunas ocasiones se pintará el avión entero. Normalmente, las encargadas de realizar esta labor son grandes empresas de mantenimiento especializadas en la pintura de aeronaves. Los disolventes más utilizados son el tolueno, el xileno, la metiletilcetona, la acetona y el alcohol n-butílico. Se emplean diversos tipos de pintura y barniz (por ejemplo, imprimadores de

lavado y autograbantes [epoxídicos], capas superiores de celulosa, capas alquídicas, capas de poliuretano y capas epoxídicas).

Una vez efectuados los servicios de motor, se comprueba el rendimiento del mismo en unas instalaciones dedicadas a la realización de pruebas de motor en planta. Estas instalaciones suelen estar situadas en la zona del aeropuerto y conectadas a los talleres de mantenimiento. También se realizan pruebas de motor menos exhaustivas después de revisiones menores y servicios que no supongan desmontar los motores del fuselaje y las alas.