

# MANUAL DE GESTIÓN AMBIENTAL INTEGRAL AEROPORTUARIA 2021

# Prólogo

## **Mejores aeropuertos y más sustentables.**

### **Edgard Milla**

Gerente Corporativo Gestión de Riesgos

Los aeropuertos son mucho más que el lugar donde empieza y termina nuestro viaje: nos conectan con el resto del país y con el mundo, impulsan el desarrollo de las regiones y del turismo, acercan a los productores a los centros de consumo, promueven el crecimiento de miles de empresas que abastecen a la industria aerocomercial y generan puestos de trabajo (entre directos e indirectos) a lo largo y lo ancho de Honduras.

Todo ello hace que los aeropuertos tengan un rol clave en el desarrollo de nuestra economía.

Sin embargo, cuando se asumió la administración de los aeropuertos internacionales Ramon Villeda Morales en San Pedro Sula, Goloson en La Ceiba y Juan Manuel Galve en Roatán, en septiembre de 2020, nos encontramos con Aeropuertos que necesitaban más cuidado y mantenimientos.

Para revertir esa situación, desde el día 1 de la gestión pusimos en marcha tres objetivos centrales: asegurar la operatividad de los aeropuertos, generar las condiciones para que nuevas compañías ingresen al mercado y reforzar las medidas de bioseguridad para los pasajeros, visitante y comunidad aeroportuaria.

Un objetivo en el que es clave la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), que establece desde 1944 las normas y métodos recomendados para la protección y la seguridad de la aviación civil, así como la protección del ambiente aeroportuario para 191 Estados, entre los que se encuentra Honduras.

Siguiendo sus recomendaciones hacia una gestión ambiental aeroportuaria cada vez mejor coordinada, presentamos este manual, que apunta a ordenar información hasta ahora dispersa y propone recomendaciones que pueden, posteriormente, convertirse en normas. Un manual que marca un salto cualitativo para la gestión ambiental de nuestros aeropuertos, con nuevos desafíos y oportunidades que, en este nuevo siglo, nadie puede ni debe dejar de lado.

# Prefacio

La complejidad competencial propia de todo sistema de gobierno como el de Honduras, no es ajeno a la materia ambiental, especialmente a una actividad que comprende:

1. El transporte aéreo interjurisdiccional
2. Espacios territoriales calificados como establecimientos de utilidad nacional.
3. Especificidades temáticas asociadas a la actividad que requieren de un conocimiento muy calificado.

Es sumamente importante conocer las condiciones previas en que las instituciones alcanzadas por el presente manual se han configurado y estructurado para llevar adelante sus responsabilidades. El marco institucional permite realizar una lectura rápida de la razón de ser de cada organismo y de su participación, para ese caso, en la gestión ambiental de los aeropuertos.

## **Agencia Hondureña de Aeronáutica Civil (AHAC)**

A partir de su creación en el año 1950 por medio del Decreto legislativo N° 121, AHAC posee la facultad de ejercer las acciones que competan a la Autoridad Aeronáutica derivadas del Código Aeronáutico, las Regulaciones Aeronáuticas, los Convenios y Acuerdos Internacionales, el Reglamento del Aire y demás normativas y disposición vigentes en la materia, tanto nacionales como internacionales.

Entre sus competencias se encuentra la de estimular la aeronavegación, asegurando que ella se desarrolle en un marco compatible con el normal desarrollo de la vida de la comunidad y de protección del medio ambiente y adoptando las medidas de control necesarias para optimizar la seguridad de los vuelos.

En ese contexto, estableciendo como principal desafío en la materia lograr que la comunidad aeronáutica tenga plena conciencia de la importancia de los principios del desarrollo sustentable del ambiente y que los adopte en todas las operaciones mediante un proceso de mejora continua.

Asimismo, establece que su Programa de Protección del Medio Ambiente alcanzará todas las actividades relacionadas con la operación de la aviación civil en el territorio de la Nación y su espacio aéreo correspondiente e incluye como uno de los principales objetivos de la dicha política a la identificación de problemas ambientales producidos directa e indirectamente por la aviación civil y el establecimiento de las acciones correctivas y preventivas pertinentes.

En virtud de lo dicho, la AHAC es un actor institucional de máxima relevancia en el análisis y determinación de medidas de mitigación relacionadas con los posibles impactos ambientales provenientes de las emisiones gaseosas y ruidos que podrían generarse por la futura operación de nuevas rutas aéreas. Además, la Agencia Hondureña de Aeronáutica Civil es la responsable de proponer la adopción de disposiciones para el cumplimiento de los requisitos de aeronavegabilidad establecidos por el Convenio de Aviación Civil Internacional (Chicago, 1944) y sus Anexos Técnicos. Para el presente se puntualiza el Anexo 16 “Protección del Medio Ambiente” y el Documento 9184 Manual de Planificación de Aeropuertos, Parte II: Utilización del terreno y control del medio ambiente.

**El presente Manual de Gestión Ambiental Integral Aeroportuaria apunta a convertirse en una herramienta para compatibilizar las normas nacionales en materia ambiental** con las particularidades propias de la actividad aeronáutica regidas por normas internacionales, de modo de cumplir el mandato constitucional y la Ley General de Ambiente

**Debido a la evolución permanente de tecnologías, normas y exigencias ambientales, el presente Manual debe ser actualizado con cierta periodicidad.**

## Introducción

El Estado impulsa activamente una política de expansión de servicios aerocomerciales que incluye la apertura de nuevas rutas aéreas, el aumento de empresas participantes y la mejora de las infraestructuras aeroportuarias. Este incremento da lugar, por primera vez, a la incorporación de aerolíneas y servicios de bajo costo, lo que ha permitido en menos de dos años un notable aumento de pasajeros hondureños. El desafío de este crecimiento es múltiple, y requiere de un material de orientación sobre la gestión de los aspectos ambientales relacionados con el desarrollo de nuestros aeropuertos.

Las infraestructuras aeroportuarias y la actividad aerocomercial son instalaciones cuya implantación y operación ocasionan cambios en el ambiente, en la estructuración del territorio y en el desarrollo social y económico de su área de influencia. Los gestores responsables deben ser conocedores y estar alertados de los diferentes impactos que puedan estar asociados a la actividad aeroportuaria, de forma tal que se pueda actuar objetiva y eficientemente sobre ellos. La gestión ambiental se está configurando como uno de los condicionantes más importantes para la expansión de la actividad aeroportuaria, convirtiéndose en una variable estratégica.

El propósito de este manual es orientar la gestión ambiental aeroportuaria y presentar buenas prácticas ambientales para llevar adelante sus actividades, que se enmarcan fundamentalmente en los métodos y normas recomendados por la Organización de Aviación Civil Internacional.

Asimismo, este manual apunta a ordenar e integrar los numerosos procedimientos existentes en diversas jurisdicciones, promover el correcto desarrollo de las actividades inherentes a las operaciones aeroportuarias, su seguridad y su jurisdiccionalidad. Todas estas acciones, por supuesto, deben gestionarse garantizando siempre la prioridad inamovible de la seguridad operacional aeronáutica.

# Índice

1. Objetivo general y ámbito de aplicación del Manual.....	13
1.1 Ámbito territorial.....	15
1.1.1 Destinatarios.....	15
1.2 Principios generales de gestión ambiental aeroportuaria.....	16
1.2.1 Relevancia y jerarquía de la seguridad operacional.....	17
2. Instrumentos de gestión ambiental aeronáutica.....	17
2.1 Planificación.....	18
2.1.1 Gestión del uso del suelo en el entorno aeroportuario.....	19
2.2 Gestión del ruido.....	21
2.2.1 Principales fuentes de ruido aeronáutico.....	22
2.2.2 Índices de ruido aplicados en aviación.....	23
2.2.3 Indicadores de ruido sobre la población.....	24
2.2.4 Medidas para reducir el ruido.....	25
2.3 Gestión de la contaminación atmosférica.....	27
2.3.1 Emisiones gaseosas generadas por operaciones aéreas.....	29
2.3.2 Emisiones gaseosas generadas por actividades de servicios aeroportuarios.....	30
2.3.3 Gestión de la Calidad de Aire Local.....	31
2.3.4 Inventarios de Emisiones Aeroportuarias.....	32
2.3.5 Medición y reducción de la huella de carbono.....	34
2.4 Gestión ambiental del riesgo en los aeropuertos y su entorno.....	39
2.4.1 Sistema de control de fauna y riesgo aviario.....	39
2.4.2 Gestión de derrames en áreas de movimiento aeroportuario.....	42
2.4.3 Aeropuertos resilientes al cambio climático y a catástrofes ambientales asociadas.....	47
2.4.4 Seguro Ambiental.....	49
2.5 Prevención de la contaminación: actividades de deshielo de pistas y aeronaves.....	51
2.5.1 Descongelamiento.....	52
2.5.2 Nieve y hielo en las pistas.....	52

2.6 Gestión de los residuos / desechos .....	53
2.6.1 El rol de los aeropuertos en la gestión de residuos .....	55
2.6.2 Fuentes de generación de residuos en un aeropuerto .....	56
2.6.3 Tipos de residuos generados en aeropuertos.....	57
2.6.4 Lineamientos para la elaboración de un plan de gestión integral de residuos .....	62
2.7 Gestión integral de las aguas en el ámbito aeroportuario .....	66
2.7.1 Uso y aprovechamiento del agua en los aeropuertos .....	66
2.7.2 La huella hídrica.....	68
2.7.3 Vertidos de efluentes líquidos residuales en los aeropuertos.....	70
2.7.4 Medidas de cuidado y protección del agua en los aeropuertos .....	74
2.8 Gestión de la Energía .....	76
2.8.1 Gestión eficiente de la energía .....	76
2.8.2 La generación de la energía renovable en los aeropuertos.....	79
2.8.3 El uso de combustibles de fuentes renovables en la actividad aeronáutica. ....	88
2.9. Gestión de Sitios Contaminados .....	89
2.9.1. Conceptos básicos.....	89
2.9.2. El descubrimiento de un posible hecho de contaminación .....	91
2.9.3. La identificación y caracterización del sitio.....	92
2.9.4. La relevancia del uso del sitio y sus alrededores .....	93
2.9.5. Los niveles guía de calidad ambiental.....	93
2.10. Estudios de Impacto Ambiental asociados a obras aeroportuarias .....	94
2.10.1. Aspectos específicos de la actividad aeroportuaria.....	95
2.10.2. Contenidos para un estudio de impacto ambiental (EslA) de un proyecto.....	96
2.11 Capacitación al personal y comunicación a la comunidad .....	101

# Índice de Figuras

Figura 1 Gestión del ruido y la gestión del uso del suelo en el entorno .....	22
Figura 2 Principales fuentes de ruido en la aeronave .....	23
Figura 3 Niveles límites de la Organización Mundial de la Salud .....	25
Figura 4 Inventario nacional de gases de efecto invernadero .....	27
Figura 5 Fuentes de emisiones en la aviación .....	29
Figura 6 Patrones globales de los impactos en los últimos decenios atribuidos al cambio climático .....	48
Figura 7 ¿Cómo evaluar los riesgos de exposición a diferentes desastres naturales? .....	49
Figura 8 Pirámide jerárquica de estrategias de gestión de residuos .....	56
Figura 9 Consumo de Agua de Red (m <sup>3</sup> ) – Consumo agua de red/pasajero .....	67
Figura 10 Volumen de agua consumida imputable al aeropuerto en los últimos años (m <sup>3</sup> ).....	68
Figura 11 Aeropuerto metropolitano Wayne County de Detroit, EE.UU.....	77
Figura 12 Parque fotovoltaico anexo al aeropuerto internacional de Indianápolis, en EE.UU.....	82
Figura 13 Aeropuerto comercial y militar de Boise, en Idaho, EE.UU.....	83
Figura 14 Aeropuerto de Stansted, en Londres, Reino Unido.....	84
Figura 15 Aeropuerto de Gatwick, en Londres, Reino Unido.....	85
Figura 16 Aeropuerto inglés de East Midlands.....	86
Figura 17 Aeropuerto Internacional de Honolulu, Hawaii, EE.UU .....	88
Figura 18 Aerogeneradores de eje vertical .....	89

## 1. Objetivo general y ámbito de aplicación del Manual

El objeto general del presente manual consiste en orientar procesos y prácticas de gestión ambiental de la infraestructura aeroportuaria y de la actividad aerocomercial, incluyendo la planificación del uso del suelo en los entornos aeroportuarios. Asimismo, pretende ordenar y unificar los criterios en el tratamiento de los temas ambientales de modo de asegurar una eficiencia creciente en la gestión ambiental específica del sector aeronáutico.

Denominación	Municipio	Denominación
Ramon Villeda Morales	San Pedro Sula	SAP
Goloson	La Ceiba	LCE
Juan Manuel Gálvez	Roatan	RTB

### 1.1 Ámbito territorial

Este documento aporta recomendaciones de prácticas ambientales, que comprenden tanto los predios aeroportuarios como su entorno, en un radio espacial que, siguiendo las recomendaciones de la OACI (Doc 9184. Airport Planning Manual. Part 2: Land Use and Environmental Management (2018)) y la experiencia aeroportuaria, clasificamos en tres niveles de alcance:

- a) **Radio de 3km** en torno a la pista para abordar impacto acústicos y gaseosos, entre otros.
- b) **Radio de 10km** en torno a la pista para abordar limitaciones al dominio (RAAC 153. Operación de Aeródromos. (2da edición) AHAC).
- c) **Radio de 13 km** en torno a la pista para abordar el control de fauna.

Los radios previamente presentados se ajustan en función del alcance de los impactos ambientales para cada caso específico. Resulta importante destacar que los mismos son orientativos y debe existir un compromiso de gestión interjurisdiccional aun cuando dichos radios sean superados.

#### 1.1.1 Destinatarios

Son destinatarios de esta guía todos aquellos que de manera directa o indirecta tengan vinculación con la gestión de aspectos ambientales en el ámbito aeroportuario y su entorno circundante. En especial:

- Agencia hondureña de Aeronáutica Civil (AHAC).
- División de Seguridad Aeroportuaria.
- Fuerza Aérea Hondureña.

- Explotadores aeroportuarios: persona física o jurídica, de derecho público o privado, nacional o extranjera, a la que se le ha otorgado, aún sin fines de lucro, la explotación comercial, administración, mantenimiento y funcionamiento de un aeródromo.
- Explotadores/operadores aéreos: persona, organización o empresa involucrada en la operación de una aeronave.
- Prestadores de servicios aeroportuarios.
- Contratistas.
- Otros organismos nacionales presentes dentro de los predios aeroportuarios: Aduana, Migraciones, Policía de Fronteras, SENASA, Servicio Meteorológico Nacional, OIRSA, OSI

Finalmente, se pueden incluir otros grupos que pueden configurar los escenarios en donde la aplicación del presente documento tendrá impacto, denominados como grupo de interés. Son todos aquellos que pueden ser alcanzados por los objetivos ambientales de la actividad aeroportuaria. A continuación, se presentan:

- Organismos Internacionales.
- Organismos Municipales.
- Secretaría de Mi Ambiente (SERNAM).
- Ministerio de INSEP.
- Comunidades locales.
- Medios de comunicación.
- Organismos no gubernamentales.
- Trabajadores aeroportuarios.
- Pasajeros y visitantes.

## **1.2 Principios generales de gestión ambiental aeroportuaria**

El presente manual incorpora los principios ambientales previstos en la Ley del Ambiente de los cuales se desprenden criterios para la gestión ambiental aeroportuaria. Tales como:

- Fijación de estándares ambientales.
- Implementación de procesos de prevención.
- Concientización de los grupos de interés.
- Fomento de instrumentos para la implementación progresiva de mejores prácticas ambientales.
- Impulso de procesos para una mejor formulación de políticas ambientales.

### **1.2.1 Relevancia y jerarquía de la seguridad operacional**

A continuación, se enumeran algunas acciones necesarias relacionadas con la seguridad operacional enmarcadas en el principio de no interferencia que ejemplifican las restricciones que conllevan la actividad aeroportuaria y aeronáutica:

- Todos los aeropuertos deben tener programas de prevención y control de fauna, dado que ella puede afectar la seguridad de las aeronaves.
- En el entorno de los predios aeroportuarios, la planificación del uso del suelo debe sujetarse al manejo de interferencias físicas con las trayectorias de rutas de aproximación y despegue de aeronaves y la franja de seguridad que distan del eje de pista. Estas implican usualmente la eliminación o modificación de estructuras elevadas tales como torres, antenas, etc. Por esta razón, estos criterios prevalecen incluso respecto de interferencias bajo regímenes de protección.
- Con el fin de evitar anegamiento que impida el normal desenvolvimiento de las aeronaves y los pasajeros, el manejo hidráulico de escorrentías de agua, dentro de los predios y en el entorno, debe ser gestionado con particular atención.
- Aquellos aspectos que dependen de la autoridad local y afecten la seguridad operacional de la actividad aeroportuaria deberán adecuarse a través de los mecanismos de coordinación que se diseñen a tal fin.

Muchos aspectos, como los aquí enumerados, integran normas internacionales definidas por OACI y por las regulaciones nacionales de las autoridades de aplicación (AHAC).

## **2. Instrumentos de gestión ambiental aeronáutica**

El ambiente, como valor y recurso, ha de incorporarse como variable fundamental, maximizando los beneficios y actuando sobre los efectos negativos. Por ello, la variable ambiental debe integrarse en todos los procesos aeroportuarios, así como también en las etapas de planificación y decisión de un nuevo aeropuerto y en los trabajos de mantenimiento y funcionalización de estos. De esta manera, se anticipan y valoran los posibles efectos ambientales que puedan producirse durante la ejecución de las obras y la puesta en servicio y operación de las instalaciones aeroportuarias.

De manera genérica, los aspectos ambientales que se presentarán en este manual deben basarse en estudios de línea de base y deben ser monitoreados en función a indicadores preestablecidos que permitan la posibilidad de comparar sus resultados tanto con periodos anteriores, como con otros aeropuertos. Es de vital importancia para el éxito de un indicador, que los datos de los que se nutra sean confiables, que puedan ser tomados sistemáticamente y en las mismas condiciones. Otros aspectos fundamentales son la claridad, transparencia y

sustento técnico/científico en la conformación de los indicadores, manteniendo su consistencia a través del tiempo particularmente en los métodos y suposiciones usadas para su preparación.

## **2.1 Planificación**

La integración planificada de un aeropuerto con su entorno es un interés creciente a nivel mundial, dada la continua demanda de conectividad de las sociedades modernas, los cambios en las expectativas de los ciudadanos circundantes y el aumento de sus intereses por los aspectos ambientales. La forma en que se utilicen los terrenos que circundan los aeropuertos, así como el crecimiento de la trama urbana, repercutirá en la seguridad de sus operaciones y en la planificación del uso del suelo de las comunidades colindantes. De ello se desprende por lógica que al planificar la utilización de los terrenos que circundan los aeropuertos, se ha de tener en cuenta toda actividad que pueda incidir en la seguridad y eficiencia de las operaciones de las aeronaves, así como en los planes de desarrollo local.

El sector aeronáutico ha incursionado en estrategias de participación social con el objetivo de obtener la adhesión de las comunidades que circundan un aeropuerto y configurar el ordenamiento territorial de estos entornos. En la parte 2 (dos) del “Manual de Planificación de aeropuertos” (DOC 9184), la Organización Internacional de Aviación Civil declara que la compatibilidad de un aeropuerto con sus proximidades es un ideal que puede lograrse planificando correctamente el aeropuerto, controlando las causas de contaminación y compatibilizando la utilización de los terrenos que lo circundan. Como parte de una planificación y gestión adecuada del uso y ocupación del terreno en el entorno aeroportuario, la participación de la comunidad circundante junto a representantes de la comunidad aeroportuaria constituye un vínculo clave para avanzar en la gestión de impactos socioambientales (OACI, 2016).

**Los aeropuertos determinan la movilidad en una región. Las inversiones en infraestructura aeronáutica generan impactos positivos en el crecimiento económico, fomentando el intercambio comercial, la accesibilidad geográfica, la movilidad de las personas, y constituyen una fuente de trabajo, tanto de manera directa como indirecta.** Sin embargo, en el marco del concepto de desarrollo sustentable, es fundamental que estas inversiones evalúen e internalicen los impactos negativos sobre el ambiente y la salud de las personas afectadas, para poder implementar las medidas de mitigación necesarias.

### **2.1.1 Gestión del uso del suelo en el entorno aeroportuario**

El impacto de un aeropuerto, tanto positivo como negativo, se manifiesta a través de variaciones de las accesibilidades, estructuración territorial, movilidad y reasignación del tráfico, efectos sobre el sistema de ciudades y sobre las relaciones interterritoriales. En este contexto de crecimiento económico y social, la instalación de un nuevo aeropuerto lleva aparejado inevitablemente el desarrollo en su entorno de formas de asentamientos de tipo urbano. Esta creación de tejido urbano en el entorno próximo a los aeropuertos es la que se verá en muchos casos posteriormente afectada por la actividad del propio aeropuerto.

Para el presente documento se entenderá a la gestión del uso del suelo como un instrumento de actualización permanente de la planificación de carácter técnico, político y administrativo. Este instrumento pretende configurar, en el largo plazo, una organización del uso y ocupación del territorio acorde con sus potencialidades y limitaciones. En lo que respecta a la actividad aeroportuaria, se resalta que el aeropuerto necesita expandirse para mejorar sus servicios, así como también la población avanza ejerciendo presión sobre el uso del suelo en el entorno aeroportuario, que generalmente forma parte de las periferias urbanas.

Mantener, expandir y desarrollar los beneficios que aporta un aeropuerto es de gran interés tanto para los que gestionan el espacio aéreo, así como también para el desarrollo local y regional. Es necesario entonces, llevar adelante este desarrollo con acciones coordinadas para fomentarlo de manera armónica con el territorio y de acuerdo con la política de uso de suelo del gobierno local.

La gestión del uso del suelo, como herramienta de gestión ambiental, permite –en este contexto- articular políticas de desarrollo, concientizar a los actores involucrados, y fundamentalmente prevenir y mitigar los impactos ambientales negativos.

Según la Guía de Desarrollo Urbano de Metroplan, los usos de suelos en Honduras principalmente son:

- Área Ejidal,
- Residencial,
- Comercial,
- Industrial,
- Equipamiento,
- Usos específicos,
- Áreas verdes,
- Rural,

- Áreas protegidas, y
- Reserva urbana.

Por lo cual, cada jurisdicción municipal puede definir los mismos, variando entre las distintas administraciones que se sucedieran y de allí se pueden generar nuevas denominaciones y usos complementarios. Sin embargo, esta facultad de las jurisdicciones locales, en el caso de los aeropuertos, debe ajustarse a las necesidades de seguridad operacional en vuelo y en pista y por lo tanto las jurisdicciones municipales quedarán sujetas a las restricciones al uso del suelo que las autoridades aeroportuarias establezcan con esos fines.

Para aquellos territorios vinculados a entornos aeronáuticos preexistentes, la gestión de uso del suelo debe adaptarse a dicha presencia. Con la evolución de las medidas de seguridad aeroportuaria, surge la necesidad de adaptar categorías de uso del suelo en el entorno, aun cuando esas categorías hayan sido fijadas localmente con prelación. **Es importante destacar que la gestión de uso del suelo es una herramienta de gestión dinámica, que debe ser flexible para que el proceso pueda ir ajustándose a los cambios políticos, sociales, económicos, productivos y ambientales.**

### **Actividades compatibles**

En el entorno de los predios aeroportuarios, los usos compatibles con la actividad pueden ser:

- Instalaciones deportivas.
- Instalaciones industriales y empresas de servicios, por ejemplo, logísticas.
- Otros tipos de actividades que no requieran situación habitacional permanente.

El manejo de áreas verdes del área de influencia aeroportuaria deberá estar supeditado a los requerimientos de seguridad de las operaciones de las aeronaves. Por otro lado, se podrán contemplar proyectos específicos de forestación con talud asociado, como medidas barreras para mitigar impacto de ruido, teniendo en cuenta las evaluaciones de efectividad y las orientaciones establecidas por OACI.

### **Actividades incompatibles**

A continuación, se presentan, de manera general, los tipos de usos preexistentes o futuros que pueden resultar incompatibles con la presencia de infraestructura aeroportuaria:

- Zonas residenciales para viviendas permanentes: la infraestructura asociada a las zonas residenciales puede constituir obstáculos para las operaciones aéreas (según las superficies limitadoras de obstáculos de cada aeropuerto) y, además, la población que habita dichas zonas podría estar expuesta a distintos niveles de riesgo, de ruido aeronáutico y de emisiones gaseosas propias de la actividad aeroportuaria.
- Zonas de atracción de fauna (presencia de basurales, espejos de agua, etc.).
- Instalaciones limitadoras del espacio aéreo, ya sea por edificios o antenas que se puedan instalar.

Cualquier otra actividad que por su naturaleza incida negativamente en la seguridad de la actividad aeronáutica y aeroportuaria, será evaluada por la AHAC, según corresponda.

## **2.2 Gestión del ruido**

En todos los aeropuertos del mundo se reconoce que la mayor fuente de impacto ambiental es el ruido. La extensión del ruido generado por las operaciones aeronáuticas se delimita por medio de curvas isófonas como parte de los mapas o “huellas” de ruido de los aeropuertos. Las huellas de ruido aeroportuarias surgen de la modelización matemática que delimitan las áreas alrededor del aeropuerto en función del impacto sonoro producido. Cabe resaltar que los esfuerzos realizados contra esta forma de polución deberían centrar su meta en la prevención del problema. Por ello, es importante vigilar el surgimiento o agravamiento de situaciones incompatibles con el desarrollo de los aeropuertos. El crecimiento urbano en las áreas próximas a los aeropuertos representa el principal problema a resolver por la administración aeroportuaria y los órganos estatales, en lo que se refiere al ruido. La gestión del ruido, entonces, implica esfuerzos en la gestión del uso del suelo en el entorno.



Figura 1 Gestión del ruido y la gestión del uso del suelo en el entorno.

Fuente: “El aeropuerto y su entorno. Impactos ambientales y desarrollo sostenible”. José María Guillamón Viamonte.

La OACI ha destacado la necesidad de situar la protección del ambiente y, en concreto, la reducción de la contaminación acústica, como acción prioritaria para continuar con el desarrollo del transporte aéreo durante las próximas décadas. En el Anexo 16 del Convenio sobre Aviación Civil Internacional, denominado Protección del Medio Ambiente, Volumen I, “Ruido de las aeronaves”, la OACI establece las normas para la homologación acústica de los grandes reactores subsónicos y de las aeronaves propulsadas por hélice, grandes y pequeñas, y los helicópteros. Éstas son normas que el Comité De Higiene, Salud y Seguridad Ocupacional (CMHSSO) examina periódicamente.

### 2.2.1 Principales fuentes de ruido aeronáutico

Las fuentes de ruido más importantes en los aeropuertos son las aeronaves en sus operaciones de aproximación y despegue. Los ruidos instantáneos producidos por estas son de gran intensidad, siendo los aterrizajes y, sobre todo los despegues, las operaciones que causan mayores niveles de ruido. Otras fuentes de ruido, como el empleo de dispositivos de apoyo en tierra, la actividad de los vehículos de asistencia en plataforma o la realización de pruebas de motores, constituyen focos alternativos de generación de ruido con origen en el aeropuerto. El ruido producido por una aeronave es, básicamente, la suma del ruido de los motores y del ruido aerodinámico.

## PRINCIPALES FUENTES DE RUIDO EN LA AERONAVE

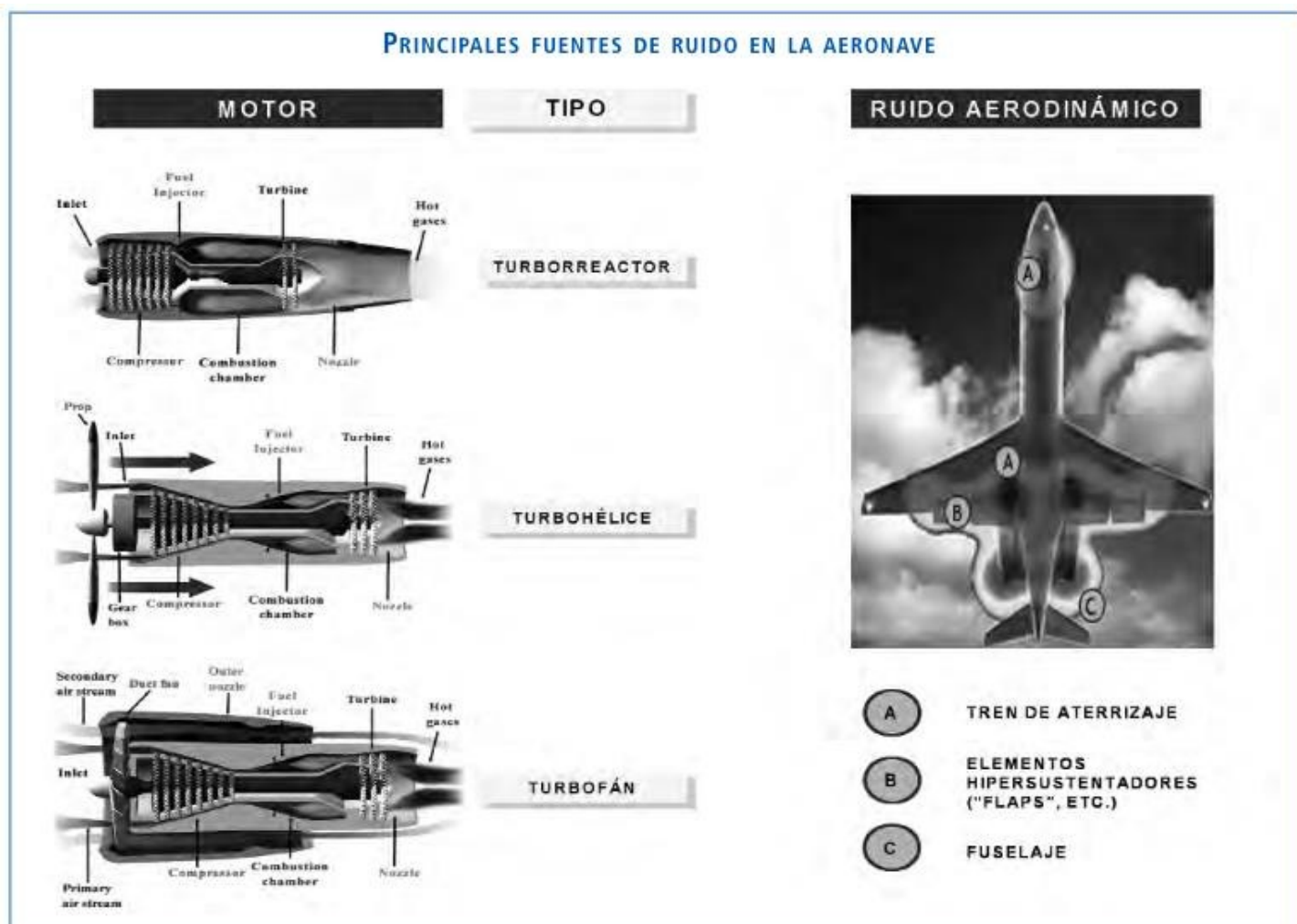


Figura 2 Principales fuentes de ruido en la aeronave

Fuente: "El aeropuerto y su entorno. Impactos ambientales y desarrollo sostenible". José María Guillamón Viamonte.

### 2.2.2 Índices de ruido aplicados en aviación

A lo largo del tiempo, diversos países han desarrollado y utilizado distintos índices para expresar los efectos de la exposición al ruido. Para el análisis del ruido de origen aeronáutico, se han definido índices de exposición específicos que permiten obtener el nivel de ruido en un punto como consecuencia de las operaciones de las aeronaves. Estos índices ( $L_{eq}$ ,  $L_{max}$ , SEL, PNL, EPNL, CNR, NEF, etc.) vienen definidos por la categoría acústica de la aeronave, el número y tipo de operación, el periodo del día en que se producen y la distancia entre la aeronave y el observador. No obstante, diversas organizaciones internacionales recomiendan el empleo de índices acústicos basados en el "nivel sonoro continuo equivalente" o  $L_{eq}$ , expresado en ponderación "A", referidos a un periodo de tiempo determinado. La medición de  $L_{Aeq}$  puede ser instantánea, pero se recomienda hacerla a lo largo de ciclos continuos de 24 horas ( $L_{Aeq24}$ ), con el fin de asegurar un promedio que se independice de un momento elegido cualquiera. También se puede mencionar el indicador **DNL (Day/Night Level)**, un subgénero de los  $L_{eq}$  que reconoce una mayor molestia de los ruidos en horarios de descanso.

### 2.2.3 Indicadores de ruido sobre la población

En 2001, la Asamblea de la OACI aprobó por unanimidad el concepto del enfoque equilibrado para la gestión del ruido de las aeronaves y en 2007, la 36va Asamblea de la OACI reafirmó el principio del enfoque equilibrado en la Resolución A36-22: "Declaración consolidada de políticas y prácticas continuas de la OACI relacionadas con la protección del medio ambiente ". **El enfoque equilibrado para la gestión del ruido desarrollado por la OACI consiste en identificar el problema del ruido en un aeropuerto y luego analizar las diversas medidas disponibles para reducir el ruido a través de la exploración de los elementos principales, a saber, la reducción en la fuente, la planificación y gestión del uso del suelo, la reducción del ruido operacional, procedimientos y restricciones operativas, con el objetivo de abordar el problema del ruido de la manera más rentable.** Las prácticas recomendadas para ayudar a los Estados a implementar el enfoque equilibrado se incluyen en la Orientación sobre el enfoque equilibrado para la gestión del ruido de las aeronaves (Doc 9829). Para abordar el enfoque equilibrado del ruido en los aeropuertos hondureños se sugiere implementar un método de evaluación para la medición y/o estimación de ruidos que considere el marco conceptual internacional y lo determinado por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Por lo tanto, los estudios de ruidos homologados son los que consideran:

- Confeccionar una huella de ruido considerando el índice DNL (nivel de sonido promedio diurno-nocturno).
- Mediciones de ruido in situ por 24 hs (LAeq24) y DNL, según corresponda.
- Aplicación de la norma ISO 1996.

En ese sentido, los niveles límites de la OMS ofrecen una guía para el ruido urbano, que considera el tiempo de exposición al ruido de la población.

La autoridad competente para abordar los estudios de este tipo, tendientes fundamentalmente a definir servidumbres acústicas en los entornos aeroportuarios es la AHAC, que suele derivar su medición sobre el explotador aeroportuario, supervisándolo.

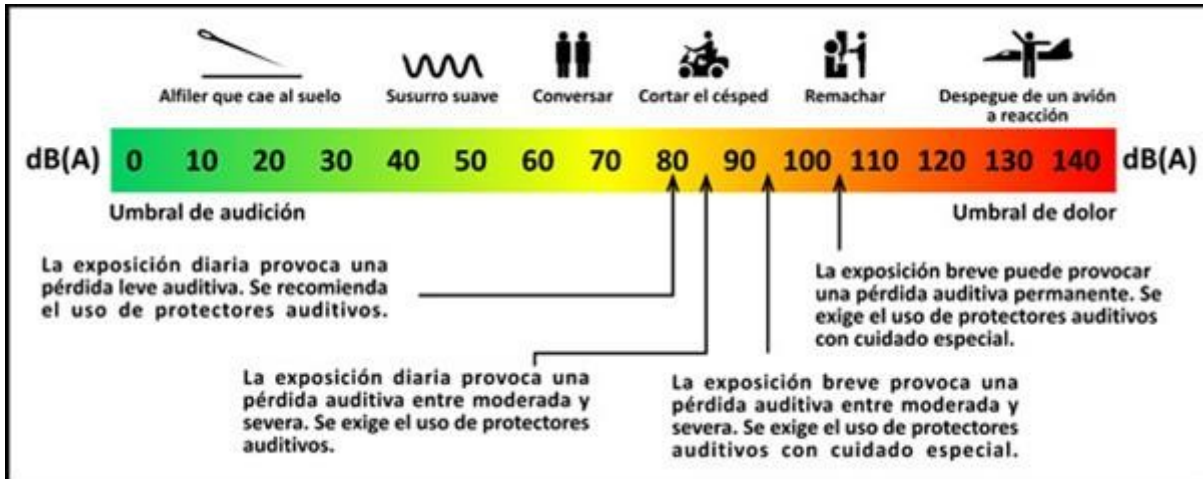


Figura 3 Niveles límites de la Organización Mundial de la Salud

Fuente: Organización Mundial de la Salud.

## 2.2.4 Medidas para reducir el ruido

Las medidas disponibles para la reducción del ruido se pueden abordar a través de cuatro elementos principales, entre los que se encuentran, la reducción del ruido en la fuente, los procedimientos operacionales de atenuación del ruido, la gestión del uso del suelo en el entorno, las restricciones operativas aeronáuticas y las medidas de aislamiento acústico. A continuación, se detallan las medidas que pueden ser implementadas para mitigar o atenuar el ruido asociado a las operaciones aeroportuarias:

### Restricciones operativas

- Restricciones a las pruebas de motores, prohibiendo o limitando su realización en régimen superior al ralentí, fuera de las horas o áreas designadas.
- Restricciones al uso de Potencia Reversa: prohibiendo o limitando en aterrizajes el uso del empuje de reversa -frenado con el motor- por encima del régimen del ralentí, en determinadas pistas o franjas horarias, salvo por razones de seguridad.
- Restricciones al uso de la Unidad Auxiliar de Potencia (APU): prohibiendo o limitando el uso de la APU del avión en determinadas posiciones de estacionamiento o estableciendo, en su caso, el suministro obligatorio de energía a 400Hz a través de unidades móviles o fijas en pasarela.
- Restricciones a vuelos de entrenamiento.

## **Procedimientos operacionales**

- Utilización de rutas de aproximación y salida preferentes, y/o aplicación de restricciones en bandas horarias, con el fin de evitar las áreas sensibles al ruido durante la salida o la llegada, incluida la utilización de virajes para apartar a los aviones de estas áreas o de zonas contiguas a ellas, según se desprenda de escenarios surgidos de la modelización de huellas acústicas.
- Uso de la Navegación Aérea de Precisión (P-RNAV), mediante la implantación de rutas basadas en la Navegación de Precisión, siguiendo los estándares más exigentes de la normativa internacional, con el fin de evitar que las aeronaves se desvíen de las trayectorias establecidas.
- Aplicación de procedimientos de descenso y de aproximación. La aproximación en descenso continuo (CDA) en particular, requerirá atender a diversas cuestiones relacionadas con: capacidad del tránsito, limitaciones operacionales y del control de tránsito aéreo (ATC), condiciones meteorológicas, limitaciones de los aeropuertos, carga de trabajo de la tripulación, toma de conciencia, instrucción y experiencia de la tripulación, características de las células y motores de aeronaves, reglamentación, y requisitos de seguridad operacional.
- Umbrales desplazados: medidas basadas en el principio de acercar el ruido al aeropuerto e incrementar la distancia entre la fuente de ruido y la población circundante al aeropuerto.

## **Otras medidas de mitigación:**

- Renovación de flota: la evolución tecnológica de los motores de las aeronaves tiende a que generen cada vez menos ruido.
- Planificación completa: en la planificación completa se tiene en cuenta el desarrollo existente y se coordina el desarrollo futuro para que sea compatible con los diversos objetivos de la comunidad. La autoridad de planificación y control de la utilización de los terrenos recae en un órgano local con los que se puede interactuar y trabajar en conjunto para tener en cuenta medidas relativas, y por sobre todo que incluyan la afectación acústica en los Códigos Urbanos correspondientes.
- Zonificación del ruido: las curvas de nivel de ruido que surgen de las huellas acústicas que se extienden hacia afuera del aeropuerto delimitan las áreas alcanzadas a diversas distancias de exposición al ruido. Esta información debe ser un insumo en las actualizaciones de los Códigos Urbanos locales.
- Barreras de ruido: terraplenes, vegetación u otras barreras acústicas diseñadas y ubicadas específicamente, que por lo general se sitúan entre las fuentes de ruido al nivel del suelo en el aeropuerto y de los receptores sensibles al ruido. Dado que no siempre estas barreras son efectivas, su instalación deberá ser evaluada previamente.

## 2.3 Gestión de la contaminación atmosférica

Existen dos tipos de abordajes para gestionar la contaminación atmosférica desde la actividad aeroportuaria: A **nivel global**, las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) aeroportuarias contribuyen al cambio climático, entendido como el cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables (UNFCCC, 1992). Podemos identificar los GEI que se generan principalmente a partir de la quema de combustibles fósiles, descomposición de materiales de desecho, deforestación, entre otros, y están relacionados con un aumento de la temperatura media de la tierra mediante un fenómeno natural llamado efecto invernadero. Según el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), los seis principales GEI cuyas emisiones están relacionadas con actividades humanas son dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (NO<sub>x</sub>) y gases fluorados como hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), que normalmente se reportan como equivalentes de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>e).

Gas	Fuente Emisora	Persistencia de las moléculas en la atmósfera (años)	Potencial de Calentamiento Global (PCG) Horizonte de tiempo: 100 años
<b>CO<sub>2</sub> DIÓXIDO DE CARBONO</b>	Quema de combustibles fósiles, cambios en el uso del suelo, producción de cemento.	Variable	1
<b>CH<sub>4</sub> METANO</b>	Quema de combustibles fósiles, agricultura, ganadería, manejo de residuos	12±3	21
<b>N<sub>2</sub>O ÓXIDO NITROSO</b>	Quema de combustibles fósiles, agricultura, cambios en el uso del suelo	120	310
<b>CFC CLOROFLUOROCARBONOS</b>	Refrigerantes, aerosoles, espumas plásticas	2.600-50.000	6.500-9.200
<b>HFC HIDROFLUOROCARBONOS</b>	Refrigerantes líquidos	1,5-264	140-11.700
<b>SF<sub>6</sub> HEXAFLUORURO DE AZUFRE</b>	Aislantes térmicos	3.200	23.900

Figura 4 Inventario de gases de efecto invernadero

Fuente: Organización Naciones Unidas.

A **nivel local**, las emisiones gaseosas impactan sobre la Calidad del Aire Local (Local Air Quality, LAQ), fundamentalmente aquellas que ocurren durante el ciclo de aterrizaje y despegue de las aeronaves (LTO). Estas emisiones se liberan a menos de 3,000 pies (915 metros). Otras emisiones que impactan a nivel local son las

que se liberan de fuentes aeroportuarias, como el tráfico aeroportuario, el equipo de servicio en tierra y el deshielo (ICAO, 2016). Respecto a los tipos de contaminantes del aire a nivel local, la Agencia para la Protección Ambiental de EE. UU. (EPA por sus siglas en inglés) define seis contaminantes del aire comunes:

- Monóxido de Carbono (CO).
- Plomo (Pb).
- Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>).
- Ozono (O<sub>3</sub>).
- Material Particulado (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub>).
- Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>).

Contaminante (unidad)	Norma calidad de aire	Alerta	Alarma	Emergencia
CO (ppm)	10 ppm - 8 hs. 50 ppm - 1h.	15 ppm - 8 hs. 100 ppm - 1h.	30 ppm - 8 hs. 120 ppm - 1h.	50 ppm - 8 hs. 150 ppm -1h.
NO <sub>x</sub> (ppm)	0,45 ppm - 1 h.	0,6 ppm - 1h. 0,15 ppm - 24hs.	1,2 ppm - 1h. 0,3 ppm - 24hs.	0,4 ppm - 24hs.
SO <sub>2</sub> (ppm)	0,03 ppm (70 mμ/m <sup>3</sup> ) promedio mensual	1 ppm - 1h. 0,3 ppm - 8 hs.	5 ppm - 1h.	10 ppm - 1h.
O <sub>3</sub> y oxidantes en general (ppm)	0, 10 ppm - 1h.	0, 15 ppm - 1h.	0, 25 ppm - 1h.	0, 40 ppm - 1h.
Partículas en suspensión (mg/m <sup>3</sup> )	150 μg/m <sup>3</sup> promedio mensual	No aplicable	No aplicable	No aplicable
Partículas sedimentables (mg/cm <sup>2</sup> 30 días)	1,0 mg/cm <sup>2</sup> 30 días	1,0 mg/cm <sup>2</sup> 30 días	1,0 mg/cm <sup>2</sup> 30 días	1,0 mg/cm <sup>2</sup> 30 días

Fuente: Niveles guía de contaminantes de calidad del aire

Luego se definen otras contaminantes, conocidos como “tóxicos del aire” y comprenden una amplia variedad de compuestos orgánicos e inorgánicos (por ejemplo, formaldehído, 1 acetaldehído, benceno, tolueno, acroleína, 1,3-butadieno, xileno, plomo, naftaleno, propionaldehído). En relación con las fuentes de aviación, tales emisiones están presentes en los gases de escape de las aeronaves, las unidades auxiliares de potencia (APU), los equipos de asistencia al vuelo (GSE) y los motores de los vehículos de motor y, en menor medida, de las calderas, las instalaciones de combustible y otras fuentes estacionarias.

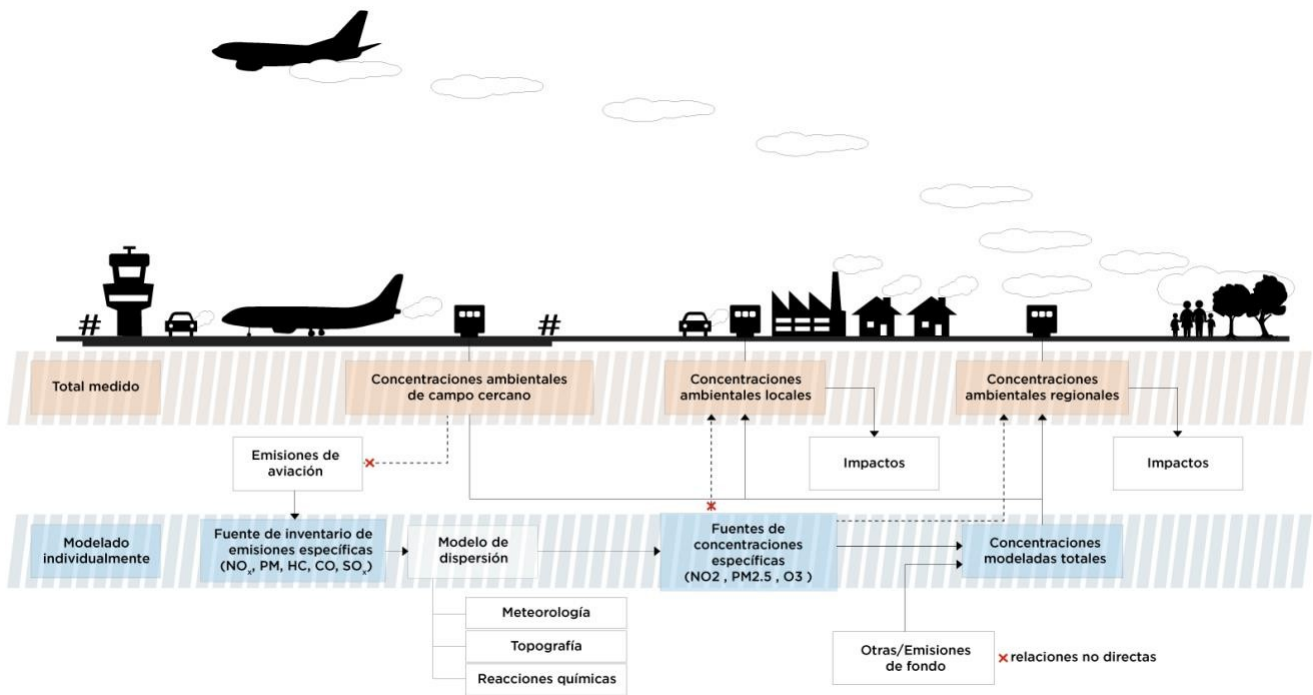


Figura 5 Fuentes de emisiones en la aviación.

Fuente: On Board "A sustainable future" Environmental Report. ICAO, 2016.

### 2.3.1 Emisiones gaseosas generadas por operaciones aéreas

A continuación, se presenta un cuadro adaptado, elaborado por la FAA (Federal Aviation Administration) y presentado en su Manual de Emisiones y Calidad del Aire de la Aviación (2015), para presentar las emisiones generadas por las operaciones aéreas.

Fuente	Contaminante	Características
Aeronave (motor principal).	CO, VOC, NO <sub>x</sub> , PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub> , SO <sub>2</sub> , Pb, GEI (por ejemplo: CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O), y HAPs.	Emitidos por el proceso de combustión de los motores de avión. Las cantidades y los tipos pueden variar según la configuración de potencia del motor y la duración de la operación. Las emisiones generalmente se evalúan según un ciclo típico de LTO (es decir, rodaje y demora, despegue, ascenso, aproximación, aterrizaje y rodaje hasta la puerta).
APU (unidad auxiliar de potencia para el motor de turbina).		Tienen su origen en la combustión del motor de turbina. Las cantidades y los tipos pueden variar según la configuración de potencia del motor y la

		duración de la operación. Las emisiones generalmente se evalúan según un ciclo típico de LTO.
GSE Equipos de asistencia al vuelo (motores de combustión, por ejemplo: remolcadores de aeronaves, unidades de arranque por aire, cargadores, tractores, camiones de combustible o hidrantes).		Emitidos durante la combustión de la operación de camiones de servicio y otros equipos que prestan servicio a la aeronave y al aeropuerto. Las emisiones difieren según el tipo de motor, el tipo de combustible y el nivel de actividad.
Fuentes de combustión lado aire: calderas, calentadores, generadores, fundidores de nieve, incineradores, instalaciones de entrenamiento en incendios.	CO, VOC, NO <sub>x</sub> , PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub> , SO <sub>2</sub> , GEI (por ejemplo: CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O), y HAPs.	Las fuentes de combustión tienden a producir una variedad de contaminantes del aire que se liberan a la atmósfera. El nivel de emisiones de estas fuentes depende del tipo de combustible, el uso y la duración de la operación.
Fuentes que no combustionan lado aire: tanques de almacenamiento de combustible, operaciones de pintura, operaciones de deshielo.	VOC, PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub> HAPs y GEI (por ejemplo CO <sub>2</sub> y CH <sub>4</sub> ).	Emisiones por evaporación debido al desplazamiento y la pérdida de vapor por fugas durante el almacenamiento y la transferencia de combustible, y sobre la aplicación de disolventes y recubrimientos.

### 2.3.2 Emisiones gaseosas generadas por actividades de servicios aeroportuarios

Se presenta un cuadro adaptado, elaborado por la FAA y presentado en su Manual de Emisiones y Calidad del Aire de la Aviación (2015), para presentar las emisiones generadas por las operaciones aeroportuarias.

GAV Vehículos de acceso terrestre (vehículos de pasajeros, por ejemplo, automóviles privados, taxis, camionetas, autobuses, vehículos de alquiler, vehículos de empleados del aeropuerto e inquilinos, flotas del aeropuerto y vehículos que transportan carga desde y hacia el aeropuerto, así como que circulan alrededor del aeropuerto).	CO, VOC, NO <sub>x</sub> , PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub> , SO <sub>2</sub> , GEI (por ejemplo: CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O).	Se emiten como producto de la combustión de la operación del pasajero, empleado y que se aproximan, salen y se mueven dentro del aeropuerto y sus instalaciones de estacionamiento. Las emisiones varían según el tipo de vehículo (por ejemplo, gasolina, diésel, etc.).
Construcción: Fuentes de combustión (por ejemplo, equipo pesado de construcción, vehículos	CO, VOC, NO <sub>x</sub> , PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub> , SO <sub>2</sub> ,	Ocurre predominantemente en el esfuerzo del motor para poner en funcionamiento el equipo de construcción (por ejemplo, retroexcavadoras, excavadoras, motoniveladoras, etc.), vehículos (por ejemplo, automóviles,

de carretera y vehículos de carretera).	GEI (por ejemplo: CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O).	camionetas, furgonetas, etc.) y vehículos de carretera (por ejemplo, camiones de cemento, camiones de volteo, etc.). Las emisiones se basan en el cronograma de actividades de construcción, la cantidad de vehículos / piezas de equipo, los tipos de equipo, el tipo de combustible utilizado y las tasas de utilización de vehículos / equipos.
Construcción: Fuentes de no combustión asociadas con actividades y operaciones de construcción (por ejemplo, organización de materiales de construcción, demolición y actividades de movimiento de tierras y operaciones de pavimentación de asfalto).	PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub> , y VOC.	Las emisiones de evaporación resultantes de las operaciones de pavimentación de asfalto y las emisiones de polvo fugitivo provienen de la puesta en escena de los materiales de construcción, demolición, desmonte y actividades de movimiento de tierras.
Generación eléctrica / consumo	CO, NO <sub>2</sub> , CO, VOC, SO <sub>2</sub> y GEI (por ejemplo: CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O).	Generación in situ de electricidad mediante carbón, petróleo o gas natural.
Acondicionamiento: compuestos utilizados para refrigeración y aire acondicionado.	GEI (por ejemplo: CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, HFCs).	Una gama de productos químicos compuestos por sustancias que poseen altas características de calentamiento global (por ejemplo, freón, clorofluorocarbonos, etc.).
Manejo de residuos: Los residuos sólidos generados y las prácticas de reciclaje / eliminación de residuos empleadas por el aeropuerto.	GEI (por ejemplo: CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O).	Emisiones asociadas a las prácticas de reciclaje / eliminación de residuos empleadas por el aeropuerto.

### 2.3.3 Gestión de la Calidad de Aire Local

La gestión de la calidad del aire comprende las actividades relacionadas con la protección y mejoramiento de la calidad del aire local y requiere el cumplimiento de las siguientes etapas:

- Preparación de los criterios de salud ambiental y el establecimiento de normas de calidad del aire y de normas para la emisión de contaminantes de fuentes específicas.
- Desarrollo de estrategias de control e implementación y operación de estos.

Las estrategias de control son las acciones que deben realizarse a fin de disminuir la contaminación del aire. En esta línea se propone desarrollar un sistema de monitoreo continuo, necesario para conocer si las fuentes cumplen con las normas y si las estrategias son las adecuadas. En el Manual de orientación de la calidad del aire

del aeropuerto (Doc 9889), que debe consultarse si se requiere información más especializada, se proporciona orientación detallada sobre la gestión de la calidad del aire.

Asimismo, se recomienda conectar a la plataforma web de meteorología, los registros de las estaciones automáticas, para que se pueda acceder a ellos de manera remota y en tiempo real, lo cual también permite generar un protocolo de comunicación con la comunidad

#### **2.3.4 Inventarios de Emisiones Aeroportuarias**

La realización de Inventarios de Emisiones Aeroportuarias es una manera de responder a la necesidad global que tienen los sistemas aeroportuarios (transporte aéreo en tierra) en disminuir su impacto ambiental local.

**Como se menciona en el Reporte Ambiental OACI (2016), para la caracterización simplificada de los impactos de la calidad del aire y las atribuciones en la fuente, los inventarios de emisiones son frecuentemente utilizados.** Para los responsables de la formulación de políticas, los inventarios brindan una fotografía de las emisiones y absorciones para un territorio y período de tiempo dado, identificando los sectores más emisores donde se debería enfocar los esfuerzos y recursos. En base a esto, los inventarios de emisiones aeroportuarias son susceptibles de ser ajustados y brindar información incluso para estimar los impactos a nivel local (Fleuti *et al.*, 2004). El Consejo Internacional de Aeropuertos (ACI) ha desarrollado el ACA (“Airport Carbon Accreditation”), una acreditación que reconoce los esfuerzos de las infraestructuras por gestionar y reducir sus emisiones por niveles, que van desde la etapa de elaboración del inventario la cual implica el cálculo de emisiones anuales, pasando por la reducción de estas, luego por el nivel de optimización y finalmente por el nivel que implica neutralización.

#### **Propuesta para elaborar un inventario de emisiones en un aeropuerto**

El informe del inventario de emisiones gaseosas en un aeropuerto debería incluir por lo menos los siguientes componentes:

- Información sobre el aeropuerto incluyendo nombre y tamaño (movimientos anuales, pasajeros y carga).
- El período abarcado por el informe (año base).
- Clasificación y cantidad de emisiones divididas entre Alcances 1, 2, 3A y 3B, con notas explicando las principales fuentes contribuyentes, así como las inclusiones y exclusiones importantes.

- Claras definiciones de los indicadores, factores de emisión, parámetros y unidades (a menos que se introduzcan referencias adecuadas). Puede resultar útil proporcionar un desglose de los componentes de los diversos alcances y también notas de reserva para fuentes que no están incluidas si se las considera insignificantes o no pertinentes. La notificación puede adoptar una de varias formas con una gama de detalles e información, dependiendo de las prioridades y el volumen de la organización.

### **Medidas sugeridas para reducir las emisiones gaseosas contaminantes en un aeropuerto**

Algunos ejemplos de medidas para la reducción de emisiones de Alcances 1 y 2 comprenden:

- Modernización de las plantas de electricidad, calefacción y refrigeración.
- La generación, uso o adquisición de electricidad, calefacción y refrigeración de fuentes renovables, incluyendo eólicas, solares, hidroeléctricas, geotérmicas y de biomasa.
- Diseño, inclusión o reequipamiento de edificios “inteligentes” y eficientes en energía, así como tecnologías componentes, incluyendo ventanas con vidrio doble, ventanas de vidrios oscuros, sistemas de sombra variable, iluminación natural, iluminación con LED (diodos foto emisores), refrigeración con ciclo de absorción, generación de electricidad con recuperación de calor y así sucesivamente.
- Modernización de los vehículos de flota de todos los integrantes del aeropuerto y uso de combustibles alternativos para autobuses, automóviles y otros vehículos en las partes aeronáutica y pública, incluyendo gas natural comprimido, hidrógeno, eléctricos, aire comprimido y vehículos híbridos.
- Educación de los conductores sobre técnicas de manejo con conservación de combustible e implantación y cumplimiento de una política de no dejar motores en marcha lenta.
- Gestión de desechos sólidos, que incluye reciclaje, y reduce los volúmenes de desperdicios que van a los vertederos. La reutilización de materiales también reduce las emisiones de transporte.
- Suministro de infraestructura para abastecimiento de combustible o de energía eléctrica para vehículos de bajas emisiones, incluyendo estaciones para recargar pilas.
- Mejoras en la configuración de calles de rodaje, terminales y pistas para reducir la distancia de rodaje y la congestión en tierra y área terminal.
- Gestión de llegadas que proporcione puertas para las aeronaves, en la medida de lo posible, inmediatamente después de aterrizar.
- Mantenimiento preventivo y predictivo de las instalaciones, y maquinaria.

La comunidad aeroportuaria debe colaborar para reducir las emisiones contaminantes. Más allá de que algunas cuestiones en términos de reducción de emisiones requieren inversión financiera, existen muchas prácticas que no lo requieren y por lo cual simplemente se pueden ajustar a la gestión ambiental de la empresa mediante

determinados programas, basándose en la formación o educación ambiental de los empleados y promoción del ahorro energético, por citar. Estas instancias pueden formar parte de las buenas prácticas ambientales, las cuales se deberán sostener en el tiempo.

### **2.3.5 Medición y reducción de la huella de carbono**

Tomando como marco regulatorio la Política Ambiental de la AHAC, se reconoce que la protección del medio ambiente y la búsqueda de una mejor calidad de vida son directrices fundamentales que deben orientar los procesos de desarrollo. La AHAC se compromete a “Fomentar la adopción de medidas tendientes a reducir progresivamente el nivel de GEI y otros contaminantes de las aeronaves, en el contexto de un programa integrado”.

#### **El concepto de huella de carbono y la actividad aeroportuaria**

Como consecuencia de la actividad humana, se ha incrementado la concentración de GEI. Las medidas claves para lograr los objetivos de mitigación incluyen la descarbonización (la reducción de la intensidad de carbono) de la generación de electricidad, así como la mejora de la eficiencia y los cambios de comportamiento para reducir la demanda energética en comparación con los escenarios de referencia sin que se comprometa el desarrollo (IPCC, 2014).

Una manera de comenzar a trabajar a nivel organizacional en la reducción de la demanda energética, entre otras cosas, es calcular voluntariamente la huella de carbono para establecer un plan de reducción de emisiones y/o de mejora de los sumideros a su alcance. El cálculo de la huella de carbono surge de la cuantificación de los GEI emitidos de manera directa o indirecta por individuos, organizaciones, eventos, productos, servicios y países generando resultados reproducibles y verificables por terceras partes, utilizando factores de conversión provenientes de fuentes comúnmente aceptadas para este uso. La actividad aeroportuaria incluye la quema de combustibles fósiles, el consumo de agua, el consumo eléctrico, el desarrollo de prácticas agrícolas, entre otras. Los procesos desarrollados en el marco de todas estas actividades generan residuos, efluentes líquidos y emisiones al medio ambiente, aumentando la concentración actual de GEI.

#### **Análisis del enfoque metodológico de la huella de carbono**

Dentro de la variabilidad de actividades sobre las que se aplica el concepto de huella de carbono, existen dos ramas o enfoques metodológicos predominantes: enfoque a organización y enfoque a producto. La huella de carbono con enfoque a organización mide la totalidad de GEI emitidos por efecto directo o indirecto

provenientes del desarrollo de la actividad de dicha organización; la huella con enfoque a producto deriva del análisis del ciclo de vida.

Para el presente manual, se recomienda trabajar sobre el enfoque a organización. Es importante señalar que el análisis de huella de carbono otorga un dato que puede ser utilizado como indicador ambiental global de la actividad que desarrolla la organización, configurándose, así como punto de referencia básico para el inicio de actuaciones de reducción de consumo de energía y para la utilización de recursos y materiales con mejor comportamiento medioambiental (Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte -GHG Protocol, WRI y WBCSD 2015).

Una huella de carbono con enfoque a organización presenta tres “alcances”, estableciendo de esta manera los límites de cálculo. Los alcances permiten diferenciar las emisiones directas (alcance 1), de las indirectas (alcance 2 y 3):

- **Emisiones directas:** son emisiones que ocurren de fuentes que son propiedad de o están controladas por la organización.
- **Emisiones indirectas:** son emisiones consecuencia de las actividades de la organización, pero que ocurren en fuentes que no son propiedad de o están controladas por la organización. Un ejemplo de emisión indirecta es la emisión procedente de la electricidad consumida por una organización, cuyas emisiones han sido producidas en el lugar en el que se generó dicha electricidad (alcance 2) o las emisiones producto de la disposición de residuos en un relleno sanitario fuera de la organización, pero que han sido generados por actividades de la organización (alcance 3).

Si bien son muchas las aerolíneas comerciales que ya disponen de huella de carbono propias, no es necesariamente el caso de nuestros aeropuertos. Para el caso particular de un aeropuerto, tomando como referencia el “Manual de orientación: Gestión de las emisiones de gases de efecto invernadero en los Aeropuertos”(ACI, 2009) , se describen las fuentes que deben ser consideradas para cada uno de los alcances, para el alcance 3 se propone dividirlo en 3A (son aquellas que el explotador aeroportuario puede influir aunque no controle la fuente), y en 3B (emisiones en que el explotador aeroportuario no puede influir en ninguna medida razonable).

Emisiones por alcance (ACI 2009):

<b>Alcance 1. Fuentes que corresponden a la propiedad o control del aeropuerto</b>		
Planta eléctrica	Producción de calor, refrigeración, y electricidad bajo propiedad del aeropuerto.	
Vehículos de flota	Vehículos de propiedad del aeropuerto (o arrendado) para transporte de pasajeros, vehículos de mantenimiento y maquinaria que funcione tanto en la parte aeronáutica como en la parte pública.	
Mantenimiento del aeropuerto	Actividades para el mantenimiento de la infraestructura aeroportuaria: limpieza, reparaciones, espacios verdes, actividades agrícolas y otros vehículos.	
Equipo auxiliar de tierra (GHS)	Equipo de propiedad del aeropuerto para los servicios de escala de las aeronaves en tierra.	Nótese que pocos aeropuertos son propietarios del GHS real que presta servicios a las aeronaves.
Generación eléctrica de emergencia	Generadores diesel para electricidad de emergencia.	
Prácticas de extinción de incendio	Equipo y materiales para instrucción de extinción de incendios.	
Eliminación de desechos en el lugar	Incineración o tratamiento de desechos de fuentes aeroportuarias de propiedad del aeropuerto.	

<b>Alcance 2. Generación de electricidad fuera del emplazamiento</b>		
Generación de electricidad (y calefacción o refrigeración)	Emisiones producidas fuera del emplazamiento por la generación de electricidad (y calefacción o refrigeración) adquirida por el explotador aeroportuario.	

<b>Alcance 3A. Fuentes de Alcance 3 sobre las cuales el explotador aeroportuario podría influir</b>		
Motores principales de las aeronaves	Motores principales de las aeronaves durante el rodaje y las colas.	

Unidad auxiliar de potencia (APU)	Grupos electrógenos auxiliares para aeronaves.	
Tráfico terrestre de la parte pública/vehículos de acceso terrestre	Todos los vehículos de la parte pública que no son propiedad del explotador aeroportuario, que funciona en los terrenos del aeropuerto.	
Tránsito de vehículos en la parte aeronáutica	Todos los vehículos operados por terceros (arrendatarios, líneas aéreas, etc.) en la parte aeronáutica del aeropuerto.	
Viajes de empresas	Vuelos por cuenta de la administración de la compañía aeroportuaria.	
Equipo auxiliar de tierra (GHS)	GSE de propiedad de un arrendatario o contratista para el tratamiento y servicio de las aeronaves en tierra, si el aeropuerto puede proporcionar combustibles alternativos o de otra manera de influir en la operación.	De no ser así, alcance 3B.
Construcción	Todas las actividades de construcción realizadas normalmente por contratistas.	

**Alcance 3B. Fuentes de Alcance 3 sobre las cuales el explotador aeroportuario NO puede influir**

Motores principales de las aeronaves	Motores principales de las aeronaves en el ciclo LTO excluyendo el rodaje.	Las emisiones en el aterrizaje podrían corresponder al alcance 3A.
	Emisiones de las aeronaves durante vuelo en crucero hacia o desde el aeropuerto.	
Equipo de apoyo en tierra (GHS)	GSE de propiedad de un arrendatario o contratista para la tramitación de servicios de las aeronaves en tierra.	De no ser así, alcance 3B.
Tránsito terrestre en la parte pública/vehículos de acceso terrestre	Todos los vehículos de la parte pública relacionados con el aeropuerto, que funcionan fuera del emplazamiento y no son de la propiedad del explotador aeroportuario.	El viaje de los vehículos de pasajeros y del personal incluiría la totalidad del trayecto desde el hogar.

Electricidad y otras fuentes energéticas externas	Emisiones de la generación de electricidad, calefacción y refrigeración adquirida por los arrendatarios, incluyendo las líneas aéreas.	
Mantenimiento de aeronaves y motores	Actividades e infraestructura de líneas aéreas u otros arrendatarios para el mantenimiento de aeronaves: lavado, limpieza, pintura, prueba de motores.	
Eliminación de residuos fuera del emplazamiento	Incineración o tratamiento fuera del emplazamiento, de residuos de fuentes aeroportuarias.	

Para finalizar, es importante destacar que más que realizar una huella de carbono de una organización, se debe elaborar un proyecto de trabajo que contemple las posibilidades y considere todos los aspectos para lograr que la huella de carbono sea consistente para avanzar sobre las medidas y estrategias de mitigación. A continuación, se presentará, mediante el análisis FODA, los factores internos (fortalezas y debilidades) y los factores externos (oportunidades y amenazas) que deberían considerarse a la hora de plantear el objetivo del proyecto de cálculo de la huella de carbono (Álvarez *et al.*, 2016):

<p><b>Fortalezas</b></p> <p>Fácil de entender y comunicar globalmente, de interés global, ampliamente aplicable y fácil de implementar.</p> <p>Simplifica el proceso para obtener la huella de carbono basada en productos y ayuda a priorizar la reducción de emisiones.</p> <p>Efecto multiplicador sobre el valor y la cadena de suministro.</p> <p>Capacidad para la inmersión social y económica.</p>	<p><b>Debilidades</b></p> <p>Precisión insuficiente de los datos y métodos para permitir el producto desagregado de la huella de carbono.</p> <p>Variabilidad en función a las cadenas de suministro, además de la singularidad ambiental local.</p> <p>Las diferentes formas de tratar los problemas de huella de carbono y calidad del aire local aumentan las diferencias entre las metodologías existentes.</p> <p>Toma al cambio climático como una categoría de impacto único.</p>
<p><b>Oportunidades</b></p> <p>Crecimiento en el número de inversores y en sectores económicos verdes.</p> <p>Métodos y bases de datos gratuitos.</p> <p>Auditorías de huella de carbono por agencias independientes.</p> <p>Sólido valor futuro.</p> <p>Bueno para diferenciar y abrir nuevos mercados.</p>	<p><b>Amenazas</b></p> <p>Límites y umbrales del sistema definidos de manera subjetiva.</p> <p>La falta de convergencia entre la huella de carbono del producto y la huella de carbono corporativa.</p> <p>Proliferación de métodos y programas de comunicación.</p> <p>Crisis económicas y financieras.</p>

Bueno para legislación ambiental emergente.	
---	--

### **Base metodológica de cálculo**

De manera general, el cálculo de la huella consiste en la siguiente fórmula:

$$\text{HUELLA DE CARBONO} = \text{Dato Actividad} \times \text{Factor Emisión}$$

El dato de actividad es el parámetro que define el grado o nivel de actividad generadora de las emisiones de GEI. El factor de emisión supone la cantidad de GEI emitidos por cada unidad del parámetro “dato de actividad”. Estos factores varían en función a la actividad que se trate. Como resultado de esta fórmula se obtiene una cantidad (g, kg, t, etc.) determinada de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub> eq). La CO<sub>2</sub> eq es la unidad universal de medida que indica el valor equivalente en dióxido de carbono. Los GEI distintos del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), tales como metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorocarbonos (HFCs), perfluorocarbonos (PFCs) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) son convertidos a su valor equivalente multiplicando la masa del gas por su potencial de calentamiento global.

## **2.4 Gestión ambiental del riesgo en los aeropuertos y su entorno**

Dentro y fuera de los aeropuertos pueden evaluarse distintos aspectos para prever la generación de sucesos que vulneren los niveles de seguridad operacional aeroportuaria.

En el entorno aeroportuario existen dos factores fundamentales: las limitaciones al dominio y la presencia de sitios de atracción de fauna. Para el presente manual, se abordará el manejo de los sitios que podrían aumentar los niveles de riesgo por presencia de fauna, así como se presentarán las herramientas para gestionar la problemática dentro del predio aeroportuario.

Respecto a otros tipos de riesgos asociados a la gestión aeroportuaria, cabe mencionar la creciente tendencia de aeropuertos resilientes al cambio climático y a catástrofes ambientales asociadas.

### **2.4.1 Sistema de control de fauna y riesgo aviario.**

Existen determinados aspectos vinculados con la gestión del territorio en los entornos aeroportuarios que pueden vulnerar los niveles de riesgo de las operaciones aéreas. Fundamentalmente, se identifica la presencia de fauna y los sitios que la atraen, como uno de los factores que afectan los niveles de seguridad operacional de un aeropuerto.

Con el objeto de tratar la problemática respecto al peligro de la presencia de fauna en un aeropuerto y en los alrededores, se presentan a continuación las herramientas que evalúan la situación dentro y fuera del perímetro de un aeropuerto y la presencia de fauna y sitios de atracción. Ellas incluyen la Evaluación Biológica, los mecanismos necesarios para identificar fuentes de atracción en sitios más alejados y la herramienta de control de fauna dentro del perímetro aeroportuario (Programa de Gestión de Riesgos por Fauna) y su marco reglamentario.

Los predios/objetos ubicados en las proximidades del aeropuerto deben ser gestionados en forma articulada por la AHACby el Explotador Aeroportuario, con el fin de no afectar el normal funcionamiento del aeropuerto, facilitar el control de fauna y fundamentalmente preservar la seguridad operacional.

El Programa de Gestión de Riesgos por Fauna es la herramienta que se elabora para cada aeropuerto, en función a su evaluación biológica. En general se recomienda utilizar como indicador en un aeropuerto, para comparar el éxito de las medidas de mitigación de este riesgo, el **número de colisiones de aves / movimientos aeronáuticos**. Ambas herramientas se deben confeccionar con relación a lo propuesto actualmente en el Manual Operaciones de Aeródromos.

### **Evaluaciones de Biodiversidad**

Las Evaluaciones Biológicas (EB) son un requisito legal como información previa a la implementación en cada aeropuerto de su Programa de Gestión de Riesgos por Fauna. Según las mismas, el explotador del aeródromo debe realizar una evaluación/estudio biológico/o del aeródromo y su entorno a través de un profesional/experto en la materia (biólogo) para identificar los focos atractivos de fauna peligrosa y desarrollar un plan de manejo para eliminar o mitigar el foco de atracción. Indican además que se debe mantener la evidencia documental de este proceso, su implementación y resultados; y que dichas evaluaciones/estudios deben ser **actualizadas como mínimo una vez cada dos años**. Este requisito y los programas citados son parte de las acciones de AHAC de prevención relacionadas con la seguridad operacional aérea, así como de recomendaciones de OACI.

Para asegurar su realización, en general las EB son hechas bajo contrato del explotador aeroportuario por instituciones científicas especializadas (por ej., FCEyN, UBA, Conicet) en base a un muestreo de terreno de corto alcance 2 o 3 días, en un momento puntual de un año. Dichas EB implican, entonces, el riesgo de no

tener en cuenta los patrones estacionales de desplazamientos de fauna, en especial los de las aves. Por lo anterior se propone en el presente manual considerar que la EB debería basarse en muestreos a lo largo de un año, de modo de abarcar la estacionalidad completa de los patrones de desplazamientos de la fauna, en especial, las aves. Es aconsejable relevar y mapear las rutas migratorias de aves que puedan atravesar el área de influencia de operación de las aeronaves para evaluar el riesgo de interferencia. Esta información deberá actualizarse según los requerimientos específicos que determinen las autoridades competentes.

La EB debería contener como mínimo:

- La identificación de las especies de fauna silvestre observadas dentro de las áreas del aeropuerto y en sus áreas de influencia, con información sobre sus abundancias, ambientes donde se ubican, movimientos diarios y estacionales, y estado de conservación según categorizaciones nacionales oficiales.
- Relevamientos a lo largo de las cuatro estaciones del año, con el fin de documentar adecuadamente los patrones estacionales de las especies de fauna silvestre que se encuentren presentes en forma permanente o transitoria en el aeropuerto y los terrenos vecinos. Es necesario que los muestreos abarquen la variabilidad asociada a factores climáticos, estocásticos y biológicos de las especies presentes.
- Descripción del riesgo que representa la fauna silvestre para las operaciones de las aeronaves y recomendaciones para el control de las poblaciones dentro de las áreas del aeropuerto, de acuerdo con su categoría de amenaza.
- Identificación y localización de sitios atractivos para la fauna silvestre dentro del aeropuerto y en el área de influencia, describiendo desplazamientos de fauna asociados a estos sitios que pudiesen afectar las operaciones aéreas, así como recomendaciones para reducir su atracción.
- Identificar y localizar sitios atractores de fauna (naturales y artificiales, tales como cuerpos de agua, zonas de forrajeo, basurales) no solamente dentro del aeródromo, sino también en el área de influencia recomendada por OACI (radio de 13 km), y con mayor precisión en otros dos círculos, uno de 3 km de radio y otro de 10 km de radio con centro en el aeropuerto, describiendo desplazamientos de fauna asociados a estos sitios que pudiesen afectar las operaciones aéreas. Se prestará especial atención a los sitios identificados en el radio de 3km.
- Brindar posibles medidas estratégicas de manejo ecosistémico para reducir al máximo las interacciones con las operaciones aéreas.

## 2.4.2 Gestión de derrames en áreas de movimiento aeroportuario

En las áreas de movimiento de un aeropuerto pueden ocurrir derrames de hidrocarburos y otros líquidos hidráulicos debido a las operaciones de las aeronaves y de los equipos de asistencia a las mismas, entre otros. Pueden diferenciarse dos tipos de derrames según la superficie impactada:

- Derrames menores de 2 m<sup>2</sup>.
- Derrames mayores: aquellos que superan los 2 m<sup>2</sup> de área impactada.

La complejidad del manejo de ambas requiere de acciones coordinadas entre los distintos actores aeroportuarios. En el presente manual se destaca la necesidad de que las herramientas destinadas al control, manejo y eliminación de tales contingencias sean complementarias y de ejecución por parte de personal capacitado, para minimizar las consecuencias ambientales y operacionales.

Tanto el Manual de Procedimientos de Salvamento y Extinción de Incendios -el cual debe ser sometido a la aceptación por la AHAC- como los Planes de Contingencia presentados por los explotadores aéreos y aeroportuarios, deben considerar procedimientos y recursos para actuar en forma ordenada ante la emergencia, reduciendo al mínimo la ocurrencia de accidentes, contaminación y deterioro edilicio.

Cabe destacar, que es responsabilidad de todos los integrantes del aeropuerto y miembros de cada organización, dar cumplimiento a las leyes, normas y recomendaciones existentes, principalmente en la etapa de prevención, protección ambiental y seguridad operacional. En el apartado **2.7.3 Vertidos de efluentes líquidos residuales en los aeropuertos** de la sección 2.7 “Gestión integral de las aguas en el ámbito aeroportuario” se menciona los sistemas necesarios para contener grandes derrames de combustibles en áreas de movimiento que alcancen sistemas pluviales. Por lo que, para el presente apartado, se presentarán herramientas destinadas a contenerlos y eliminarlos en las plataformas operativas, pistas y rodajes en orden de evitar su expansión.

## **Plan de Contingencias para Derrames de hidrocarburos y otros líquidos hidráulicos (PCD)**

El Plan de Contingencias para Derrames (PCD) tiene por objetivo que todo el conjunto aeroportuario posea una reacción oportuna y adecuada ante emergencias vinculadas a derrames de combustible y otros fluidos hidráulicos. El PCD alcanza a las operaciones aeroportuarias, y es aplicable a cada actor aeroportuario que pueda ser un posible generador de un derrame en la plataforma. Por lo cual, el PCD estimulará la generación e integración de los planes particulares de actuación frente a derrames, con el fin de que se adapten al expuesto aquí y cuenten con las herramientas necesarias para actuar inmediatamente producido un incidente. Cada generador del derrame es responsable inicial del tratamiento y de aplicar todos los mecanismos necesarios para su mitigación, y prevenir que el mismo alcance el sistema pluvial. Para ello deberá contar con elementos acorde al riesgo que contenga.

Toda vez que se detecte una contingencia se debe activar el Plan de Contingencias. Los mismos, en el caso que correspondan, deben respetar los procedimientos delineados en el Manual de Procedimientos de Salvamento y Extinción de Incendios. Por esto, se recomienda elaborar un plan de acción de base que debe ser contemplado a la hora de que cada aeropuerto realice su capítulo del Manual de Procedimientos de Salvamento y Extinción de Incendios referido a esta contingencia. El plan de acción debe considerar además los planes de las líneas aéreas, de las expendedoras de combustibles y de los explotadores aeroportuarios. De esta manera, se llevarán a cabo las operaciones de control, contención, remoción, y limpieza de forma ordenada y consensuada. Procurando determinar a su vez tipo y cantidad de derrame; o si se trata de siniestro, evaluando el nivel de gravedad. En todo plan de acción frente a un derrame de hidrocarburos, se consideran las siguientes acciones y recursos:

- El líquido derramado ha de absorberse en su totalidad, con paños y/o con mantas según las dimensiones de la superficie afectada a costo y cargo del generador. El potencial generador de derrames de mayor tamaño deberá poseer el kit de contención acorde a dicha posibilidad y los vehículos que transportan grandes cantidades de fluidos deberán considerar la utilización de batea móvil.
- Las características del kit de contención de derrames (o la empresa subcontratada que sea responsable de este servicio) deberá poseer la capacidad material para contener tanto derrames menores como mayores. **En ningún caso se deberá esparcir el derrame con agua.** En el caso de que el generador se encontrará superado por la contingencia, deberá solicitar asistencia al explotador aéreo.
- Señalizar la zona con conos (señalización diurna) y/o balizas reglamentarias (señalización nocturna) hasta que la misma quede operativa.

- Si el fluido derramado es inflamable (como los hidrocarburos), apagar las fuentes de ignición y las fuentes de calor cercanas. Solicitar la presencia del Servicio de Salvamento de Extinción de Incendios para la contención de la zona.
- Evitar respirar los vapores del material derramado, de ser necesario utilizar máscara respiratoria con filtros apropiados para el tipo de derrame. Utilizar los elementos de protección personal tales como equipos de ropa y guantes adecuados para la sustancia que se está conteniendo y limpiando.
- Absorbido todo el líquido derramado se deberán recoger con pala y colocar los residuos en una bolsa y deberán gestionarse su disposición final por el generador. El objetivo final será dejar las superficies transitables, para continuidad de las operaciones bajo condiciones seguras.
- La bolsa para residuos peligrosos es responsabilidad del generador del derrame para su disposición transitoria y final.
- Limpiezas de las superficies afectadas: se llevará a cabo mediante lavado y/o tratamientos de enjuague, para que el remanente sea eliminado de las superficies, la terminación del proceso de limpieza se podrá realizar únicamente con talco destinado para tal fin y la recolección de este se realizará en presencia del explotador aeroportuario y la AHAC (al menos aquellos derrames mayores).
- Retirar y limpiar cuidadosamente todos los elementos que puedan haber sido salpicados por el derrame.

Una vez finalizado el proceso de limpieza del derrame, se notificará al explotador aéreo y al Servicio de Salvamento de Extinción de Incendios, quienes deberá acercarse hasta el lugar del derrame y realizar la habilitación del sector. Dicha habilitación será responsabilidad del explotador aeroportuario, quien labrará un acta de constatación de derrames. En todas las etapas del proceso, el cumplimiento de las tareas no deberá interferir con el normal desarrollo de las operaciones salvaguardando todas las normas de Seguridad Operacional. Los recursos y las acciones asociadas a la finalización de la contingencia se listan a continuación:

- Documentación y registros de derrames mayores: acta de derrames, informe del evento con fotografías y detalles efectuada por la administración del aeropuerto.
- Disposición de residuos: los residuos generados por el derrame son responsabilidad del generador del evento. El manejo de suelos contaminados y barros también estarán a cargo de este.
- Implementación a partir de la notificación: el explotador aeroportuario deberá remitir el correspondiente plan, con constancia de su entrega.

Es obligación de cada empresa la capacitación del personal, que como mínimo contenga la siguiente temática:

- Derrames y accionar.

- Conocimiento de elementos de contención antiderrames.
- Primeros auxilios - Resucitación cardiopulmonar (RCP).
- Elementos de protección personal.
- Manejo defensivo - Seguridad en el tránsito.
- Teoría del fuego y extintores portátiles.
- Práctica de roles de emergencia.

Los prestadores deberán realizar simulacros con el fin de que todo personal se ejercite para controlar la contingencia. Los principales objetivos de un ejercicio de simulacro son:

- Comprobar el funcionamiento de los mecanismos previstos por el Plan de Contingencias para identificar potenciales deficiencias.
- Brindar experiencia al personal al responder a una situación de emergencia.
- Probar el equipamiento disponible y detectar necesidades.
- Mejorar los planes de acción y capacitación en áreas especiales tales como comunicaciones, manejo del público y medios de comunicación, seguridad durante la actuación, coordinación de ayuda externa, etc.

Los simulacros se realizarán en varios niveles, tales como:

- Simulacro de comunicaciones: verificación de todo proceso de comunicación, con una frecuencia mínima mensual.
- Simulacro de movilización de recursos: verificación de eficacia en el accionamiento de equipos, de materiales, etc. La frecuencia mínima es semestral.
- Simulacro en sala de capacitación: forma de evaluar el conocimiento de todos los involucrados en el control de una emergencia. La frecuencia mínima es semestral.
- Simulacro en el campo: forma más utilizada que involucra la movilización de personas y recursos, simulando acciones de control de los diversos niveles de dificultad, y requiriendo una intensa preparación de recursos materiales y humanos. La frecuencia mínima es anual.

Todo simulacro deberá ser evaluado y permitirá la emisión de acciones de mejora. Cada aeropuerto deberá en su plan de contingencia definir este punto en función a los organismos permanentes. Asimismo, deberán presentar un registro del simulacro la AHAC y al explotador aéreo.

El Plan de Contingencias se debe revisar y actualizar al menos una vez al año. Las sugerencias y modificaciones surgen de la actividad cotidiana, de las recomendaciones que se emiten como resultado del análisis de los ejercicios de emergencias practicados, de incidentes/accidentes, y de cambios en la actividad diaria.

### Planes de Acción asociados a otros tipos de contingencias

Derrames de líquidos (Aguas azules/ otros)				
¿Qué hacer?	¿Cómo hacer?	¿Para qué?	¿Cuándo hacer?	¿Quién informa?
Comunicar al jefe de Base del Explotador Aeroportuario.	Utilizando radio clasificado o teléfono.	Para accionar el Plan de acción y tomar otras prevenciones.	Luego de observar un incidente.	Generador del incidente.
Cuando se inicia el derrame.	1- Tomar acción sobre los equipos que derraman. 2- Contener el líquido. 3- Cercar y señalar el área afectada.	Para minimizar el impacto y riesgos.	En el menor tiempo posible.	Operador o generador. El generador debe contar con elementos de contención.
Cuando el derrame finalizó.	Sanear el área afectada.	Para minimizar el impacto y riesgos.	Programar la tarea.	Generador o operador Explotador aeroportuario.

Emisiones de gases (tóxicos)				
¿Qué hacer?	¿Cómo hacer?	¿Para qué?	¿Cuándo hacer?	¿Quién informa?
Comunicar al Servicio de Salvamento y Extinción de Incendios y al jefe de Base del Explotador Aeroportuario.	Utilizando radio clasificado o teléfono.	Para evaluar tipo de gases emitidos y accionar el Plan de acción.	Luego de observar un incidente.	Generador u observador del evento.

Durante la emisión.	Dar aviso al Servicio de Salvamento y Extinción de Incendios.	Para minimizar los riesgos y evitar la generación de incendios.	En el menor tiempo posible.	Jefe de base.
---------------------	---	---	-----------------------------	---------------

Es relevante no subestimar el nivel de gravedad de los hechos, debe prestarse atención a cualquier circunstancia que modifique el nivel de gravedad asignado a priori a cada contingencia.

### **2.4.3 Aeropuertos resilientes al cambio climático y a catástrofes ambientales asociadas**

En el Capítulo 9 del Manual de Operación Aeroportuaria, Parte II (OACI, 2018) se presenta información y recomendaciones para trabajar en la resiliencia y adaptación de la infraestructura aeroportuaria frente a las consecuencias del cambio climático. El nivel de emisiones de GEI en la atmósfera tiene un efecto sobre el cambio climático global. Según el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), "se proyecta que el cambio climático amplificará los riesgos actuales relacionados con el clima y creará nuevos riesgos para los sistemas naturales y humanos". Dichos efectos podrían incluir interrupciones en las operaciones del aeropuerto e impactos en su infraestructura. Esto presenta desafíos para todos los sectores de la sociedad, incluida la industria de la aviación.

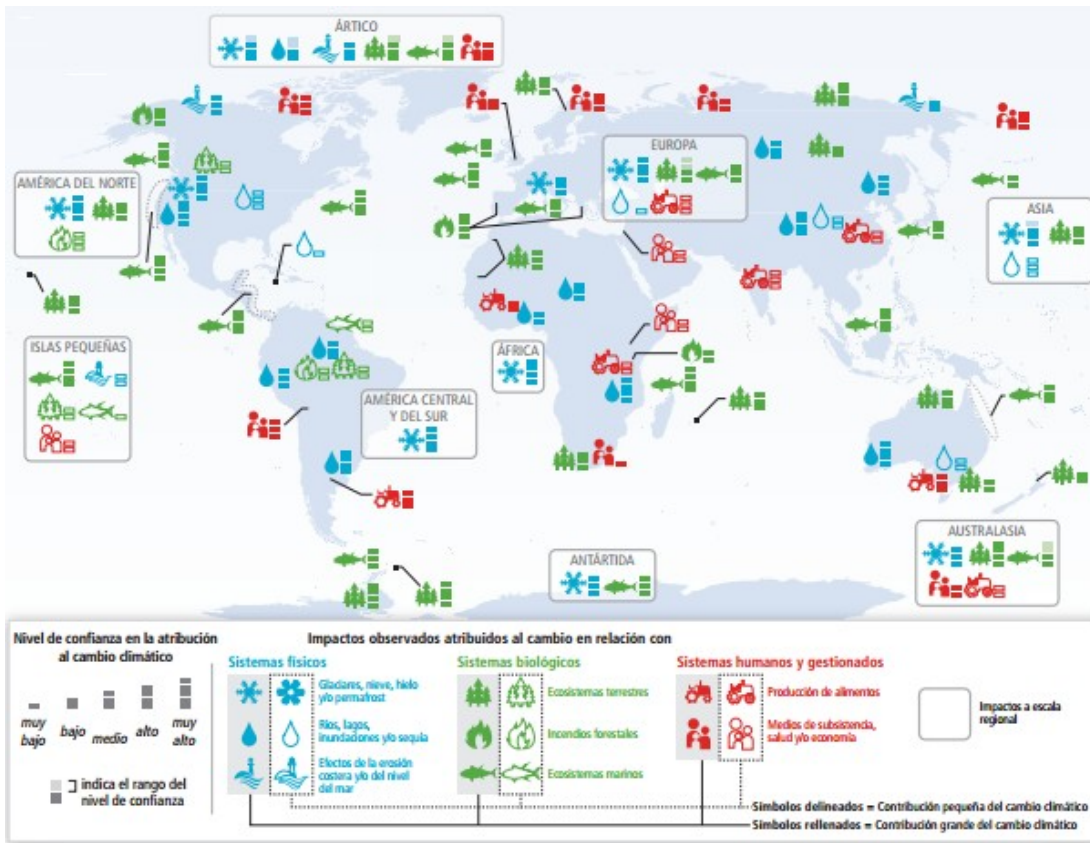


Figura 6 Patrones globales de los impactos en los últimos decenios atribuidos al cambio climático.

Fuente: IPCC, 2014.

Para el presente manual se hará una breve introducción a las maneras en que el personal aeroportuario puede comenzar a evaluar los riesgos de exposición a diferentes desastres naturales (vulnerabilidad). Se mencionará la necesidad de elaborar programas que identifiquen, estudien y evalúen la vulnerabilidad de los aeropuertos hondureños al cambio climático, de manera tal de proporcionar a los operadores aeroportuarios una metodología consistente. En líneas generales, se recomienda que, desde la AHAC, y con el apoyo de los explotadores aeroportuarios, se consideren al menos los siguientes aspectos:

- Identificar los cambios climáticos relevantes (previstos para el año 2100) y sus posibles impactos en las infraestructuras aeroportuarias;
- Elaborar una metodología para la evaluación de la vulnerabilidad de los aeródromos a los cambios climáticos identificados previamente y aplicar esta metodología a una muestra de plataformas representativas; y
- Diseñar una herramienta de evaluación automática para los operadores de aeropuertos de modo tal que evalúen la vulnerabilidad de su plataforma.

La anterior propuesta responde a muchas metodologías ya presentadas a nivel internacional, como por ejemplo a la de Aubin López, quien mediante la publicación “Vulnerability of airports on climate change: an assessment methodology” (6th Transport Research Arena, 2016), invita a realizar planes de acción frente a las emergencias que pudieran ocurrir en los predios aeroportuarios por desastres naturales.

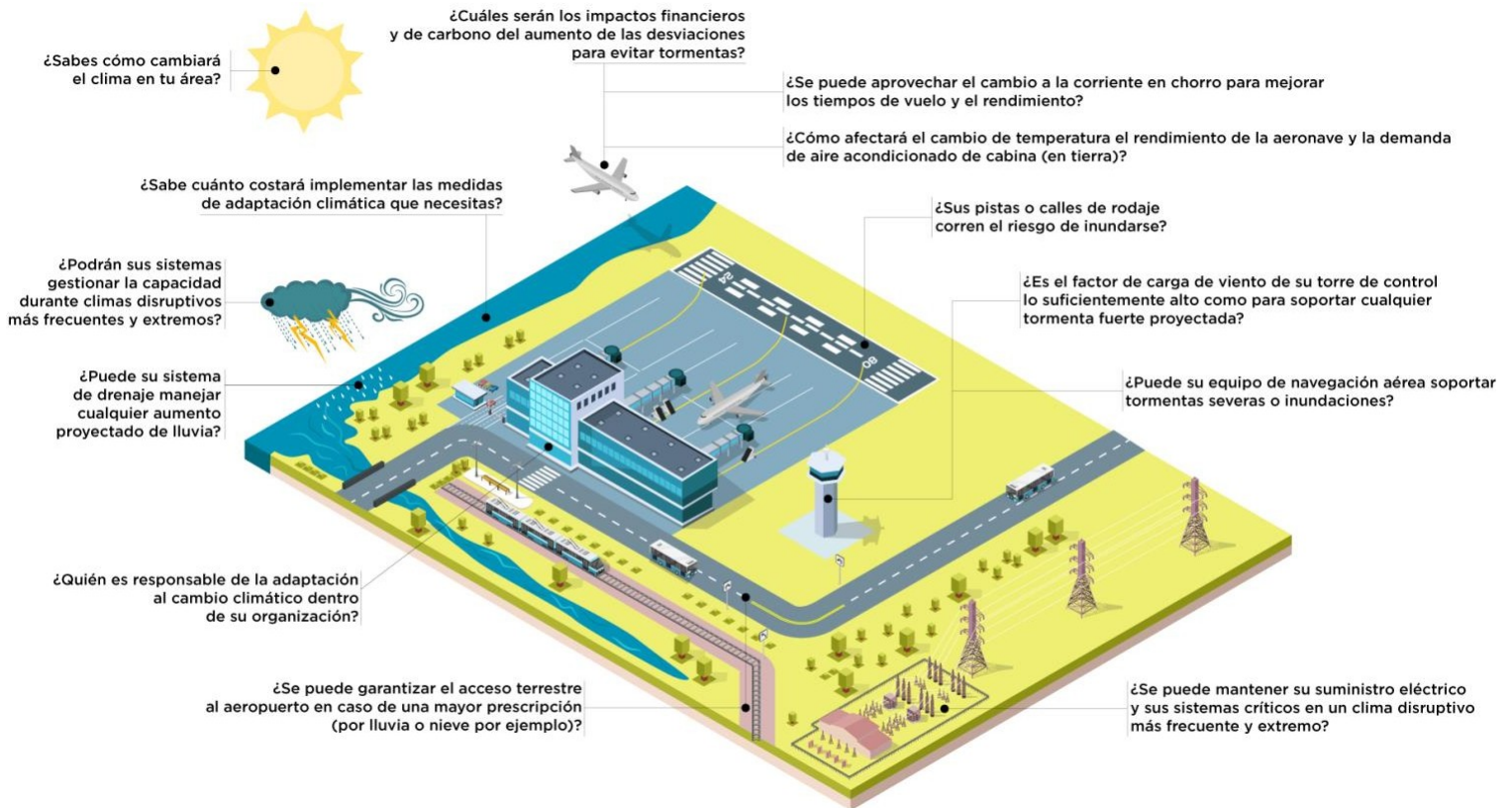


Figura 7 ¿Cómo evaluar los riesgos de exposición a diferentes desastres naturales?

Fuente: On Board "A sustainable future" Environmental Report. ICAO, 2016.

#### 2.4.4 Seguro Ambiental (Seguro Riesgo Total)

En el marco de los procesos y prácticas de gestión mencionados en el presente manual, se desarrollan a continuación ciertas consideraciones generales con el fin de unificar criterios en relación con el tratamiento y metodología aplicable a la gestión ambiental en los aeropuertos en referencia al cumplimiento del seguro ambiental, incluyendo sus administradores, jefes de aeropuertos, prestadores de servicio, líneas aéreas, concesionarios y contratistas que puedan poseer las distintas empresas que integran u operan en dichos aeropuertos.

El Seguro Ambiental o Seguro de Riesgo Total (SRT), es la garantía financiera exigible a toda persona física o jurídica, pública o privada, que realice actividades riesgosas para el ambiente, los ecosistemas y sus elementos constitutivos.

Se entiende como sujetos alcanzados por esta obligación a todas aquellas personas físicas o jurídicas que de manera directa o indirecta tengan vinculación con la gestión ambiental en el ámbito aeroportuario y su entorno circundante.

Dicha cobertura tiene por objeto garantizar la disponibilidad de fondos necesarios para recomponer el daño ambiental de incidencia colectiva, causado en forma accidental, independientemente de que el mismo se manifieste en forma súbita o gradual.

## **2.5 Prevención de la contaminación: actividades de deshielo de pistas y aeronaves**

El deshielo de pistas y aeronaves es una actividad cotidiana en ciertos aeropuertos por razones obvias de seguridad operacional. Esta actividad puede tener algunos impactos ambientales negativos que deben ser atendidos. El estado de la superficie de las áreas de movimiento de los aeropuertos y aeródromos puede verse afectado en su textura, ya sea por contaminantes propios del resultado de las operaciones mismas, como caucho, aceites y/o combustibles, como asimismo la provocada por efectos naturales de lluvia, nieve y formación de hielo, y por el uso de productos químicos utilizados para el deshielo.

En tal contexto, la OACI en su Documento 9137 “Manual de Servicios Aeroportuarios Parte 9” contiene orientación para hacer un plan de manejo de hielo y nieve. Este documento requiere en sus regulaciones que se tomen las medidas necesarias para eliminar, rápida y de forma tan completa como sea posible, estas sustancias contaminantes y así proporcionar las mejores características de rozamiento en las superficies de las áreas de movimiento.

Con miras a poner en práctica estas recomendaciones, los aeropuertos que se ven afectados por fenómenos atmosféricos como nieve y hielo, han dispuesto procedimientos para tratamientos anticongelantes y de deshielo para las pistas, calles de rodaje, plataformas y aeronaves a través de productos químicos que de ser mal utilizados podrían afectar negativamente al ambiente.

De lo analizado y expuesto anteriormente, se promueve la realización de planes de manejo de hielo y nieve por parte de los explotadores aeroportuarios, y aceptados por la AHAC (RAAC 152 Segunda Edición). Los mismos deberían contener como mínimo la siguiente información:

- Responsabilidades de cada una de las partes intervinientes;
- Procedimientos de coordinación con los servicios ATS y MET para llevar a cabo la remoción de hielo y nieve del área de movimiento con el aeródromo operativo;
- Procedimientos para la puesta en marcha y monitoreo del plan de manejo de hielo y nieve;
- Procedimientos para determinar el momento en que se debe cerrar una pista para su posterior despeje de nieve;
- Prioridades de remoción de hielo y nieve en el área de movimientos de aeronaves;
- Disponibilidad, características y rendimientos de los vehículos y equipos para la remoción de hielo y nieve;
- Disponibilidad de insumos (descongelantes, anticongelantes, etc.) en el aeródromo;
- Personal afectado en las operaciones de remoción de hielo y nieve;

- Áreas designadas para el vertido y/o fusión de la nieve, con el objeto de evitar confusión durante las operaciones efectivas de limpieza;
- Procedimiento para prevenir y minimizar los impactos asociados al manejo de hielo y nieve en las áreas de movimiento; y
- Procedimientos para la medición del coeficiente de fricción.

### 2.5.1 Descongelamiento

Los sistemas para combatir la formación de hielo en tierra pueden garantizar que las áreas tratadas queden libres de depósitos para el despegue. Las soluciones descongelantes, basadas en dilución de glicoles etilen o propilen glicol en un 10 % de agua y aplicadas con pulverizadores y sin calentamiento previo, han sido utilizadas en un principio, con cierta efectividad. No obstante, debido a la demora en la reacción de la solución, es necesario en algunos casos, realizar una acción mecánica para sacar la nieve o hielo restante.

Para evitar esto, puede esparcirse el líquido a presión y en caliente, o ser rociado, para remover las adherencias. Estos líquidos forman una película de protección contra el hielo, a la vez que eliminan los vestigios que pudieran existir sobre la aeronave, asegurando posteriormente, despegues sin riesgo de formación de hielo. Ciertamente, esta protección es limitada en el tiempo, por lo que es necesario verificar en forma visual si hay formación de hielo.

### 2.5.2 Nieve y hielo en las pistas

La acumulación de nieve en las pistas y la formación de hielo en la superficie crean un serio problema de seguridad en las operaciones aéreas. Para combatir este problema, se recurre al uso de productos químicos, los cuales resultan muy efectivos en el descongelamiento y prevención de formación de hielo. Los productos de deshielo usados más comúnmente son:

- Etilen Glicol  $C_2 H_6 O_2$ ;
- Propilen Glicol  $C_2 H_8 O_2$ ;
- Urea  $H_2 NCON H_2$ ;
- Acetato de Calcio y Magnesio (CMA)  $Ca + Mg (C_2 H_3 O_2)_2$ ; y
- Acetato de Potasio  $KC_2 H_3 O_2$ .

El etileno y el propileno glicol son usados como deshieladores de aeronaves y en pistas. La urea, el CMA y el acetato de potasio son usados exclusivamente para deshielo de pistas. A temperatura ambiente, los glicoles son

líquidos al igual que el acetato de potasio. La urea y CMA son generalmente sólidos, aunque comúnmente la urea se comercializa en forma líquida.

En la actualidad, se aplica el uso de estos y otros productos homologados y que corresponden a las normas de aviación civil y ambientales vigentes. Sin embargo, el agua contaminada con glicol u otros productos no biodegradables, debe ser colectada para un tratamiento primario o secundario según corresponda (APM Parte II Documento 9184, 2018). Se recomienda como prácticas más específicas las siguientes:

- Captar y tratar las aguas pluviales de alcantarilla en las zonas expuestas con mayor frecuencia al riesgo de fugas y vertidos de agentes químicos.
- Proporcionar sistemas de recolección para aeronaves y del aeropuerto.

Por otro lado, a nivel mundial se ha comenzado a emplear productos cada vez más sustentables, que no contengan glicoles ni urea. Uno de ellos, es el denominado E-36 a base de sales de potasio, cuyo impacto ambiental es mucho más reducido. En lo que respecta a la biodegradabilidad y al consumo/degradación de oxígeno, se describen estos productos tales como:

- Biodegradables en más de 50 % a 4°C en 5 días.
- Biodegradables en más de 80 % a 20°C en 5 días.
- 0,27 mg O<sub>2</sub>/mg DBO<sub>5</sub> a 5 días.
- 0,31 mg O<sub>2</sub>/mg DBO<sub>5</sub> a 20 días.
- No contienen componentes peligrosos.
- No son tóxicos para los organismos acuáticos.

## **2.6 Gestión de los residuos / desechos**

La definición de residuo o desecho resulta ser un aspecto clave para determinar los alcances de una gestión, puesto que su condición define el proceso al cual va a ser sometido, por ejemplo: procesos de recuperación de materiales, procesos de reciclado, valorización energética y disposición final.

A los fines del manual, citamos algunas normativas que expresan lo siguiente:

- a) Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación, define desecho en su artículo 2° como: “sustancias u objetos a cuya eliminación se procede, se propone proceder o se está obligado a proceder en virtud de lo dispuesto en la legislación nacional”.

- b) Gestión de Residuos Domiciliarios, define los residuos domiciliarios con un concepto amplio siempre que no se encuentren regulados de forma específica como por ejemplo residuos peligrosos - patológicos. Recordemos que esta ley define al residuo como todo elemento, objeto o sustancia generado como consecuencia del consumo o el desarrollo de actividades humanas, y cuyo destino sea el desecho o abandono, sean éstos de origen residencial, urbano, comercial, asistencial, sanitario, industrial o institucional.

Por lo descrito, los residuos o desechos podrán clasificarse en función de los criterios que se adopten. Enumeramos algunos criterios de clasificación que podrían utilizarse:

Desde un criterio de ciencias naturales (elemento material):

- Según su estado: sólidos, semisólidos, líquidos y gaseosos;
- Según su composición química: orgánicos e inorgánicos;
- Según su reactividad física, química y biológica: inertes – peligrosos – infecciosos - radiactivos (rayos alfa, beta y gamma);
- Según sus características de peligrosidad intrínseca: tóxicos, inflamables, corrosivos, oxidantes, reactivos, cancerígenos, teratogénicos, mutagénicos, etc.;

Desde un criterio social:

- Según su origen u actividad económica: domiciliarios o urbanos, industriales asimilables a domiciliarios, industriales no peligrosos y peligrosos, del sistema aeroportuario, agrícolas, ganaderos, forestales, mineros, portuarios, de actividades de servicios y comercios, de construcción, provenientes de establecimientos de salud, etc.
- Según su tratamiento: de eliminación o disposición final o de valorización, como insumo o materia prima en otro proceso productivo, subproducto, reciclable, reutilizable, etc.

Según su potencial efecto derivado del manejo:

- Residuos peligrosos: son aquellos residuos que por su naturaleza física, química o biológica se consideran inherentemente peligrosos, pudiendo generar efectos adversos para la salud o el ambiente.
- Residuos peligrosos no reactivos: son residuos peligrosos que han sufrido algún tipo de tratamiento por medio del cual han disminuido o perdido su condición intrínseca de peligrosos.

- Residuos inertes: son los residuos que no experimentan reacciones o transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas respecto a generar efectos adversos para la salud o el ambiente.
- Residuos no peligrosos: son los que no pertenecen a ninguna de las tres categorías, pudiéndose ser asimilables a urbanos.

### **2.6.1 El rol de los aeropuertos en la gestión de residuos**

En los aeropuertos se genera una variedad de residuos o desechos, provenientes de las diversas actividades específicas que en el mismo se desarrollan como ser administrativas, comerciales, industriales, atención de la salud, de servicios, barrido de pista y terminales, tratamiento de efluentes cloacales, entre otras. Con el objetivo de minimizar los impactos ambientales que pudieran ocasionar dichos residuos y adecuar su gestión a los requerimientos de la normativa vigente, el presente apartado tiene como objetivo establecer recomendaciones para su manejo y disposición.

Toda gestión de residuos generados en ámbitos aeroportuarios debe aspirar a la integralidad de su gestión. La noción de realizar una Gestión Integral de Residuos alude a un conjunto de tareas e instrumentos, normas y procesos de manejo de los residuos que apunta principalmente a minimizar su generación, valorizar su aprovechamiento y/o disponer finalmente y en forma adecuada la menor cantidad posible, con el objetivo de mejorar la calidad de vida, proteger el ambiente y disminuir la demanda de recursos naturales.

La integralidad es el aspecto más importante de esta noción, dado que estimula prestar atención a una variedad de actores involucrados en todas las etapas de gestión - una visión sistémica - desde su generación hasta su reinserción en el ciclo productivo, y/o su disposición final controlada. También hace referencia a una conjugación armónica entre intereses que bregan por el cuidado de la salud pública, la economía, la preservación ambiental, la inclusión social y la estética urbana.

Entender el circuito del residuo, es primordial a la hora de aprovecharlo como recurso. Es un paso fundamental para identificar estrategias y acciones de valorización, que, dependiendo de las posibilidades del aeropuerto, promuevan el establecimiento de una economía circular en donde el residuo se convierta en un recurso y sea reintroducido al proceso productivo.

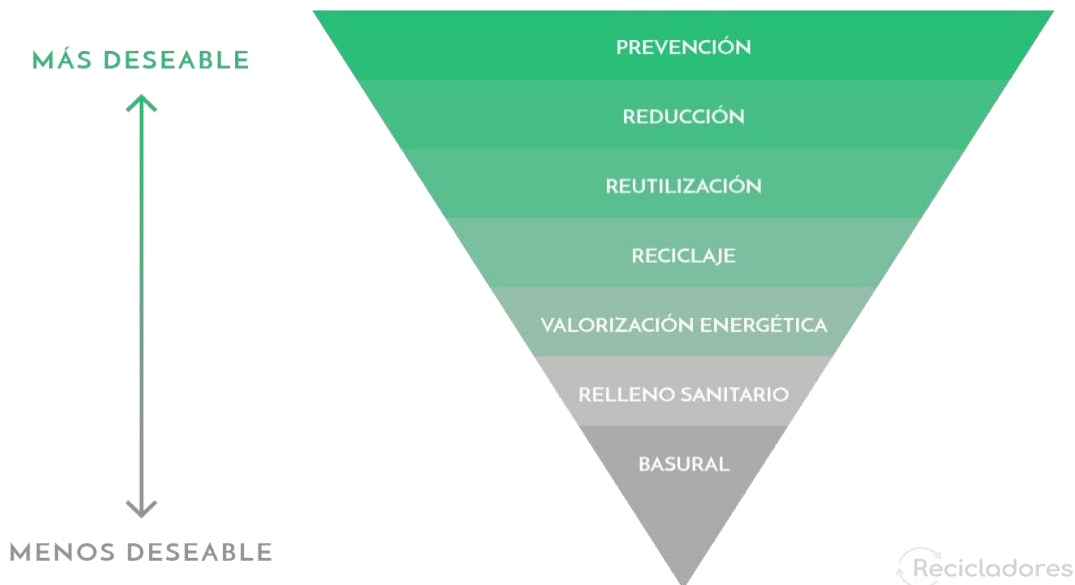


Figura 8 Pirámide jerárquica de estrategias de gestión de residuos.

Fuente [www.recicladores.com](http://www.recicladores.com).

La posibilidad de implementar medidas acordes a la pirámide invertida expuesta dependerá no sólo de la voluntad sectorial, sino también del andamiaje normativo y logístico adoptado y puesto a disposición por el Estado en sus diferentes niveles.

Así, en los casos de residuos asimilables a domiciliarios, debe existir simetría entre la gestión aeroportuaria y los servicios puestos a disposición por la gestión municipal. Tratándose de residuos peligrosos, habrá que adecuarse a la trazabilidad y gestión impuesta por la normativa vigente en esa materia, pues en ese rubro, prima la prevención y disminución de la peligrosidad por sobre su re inserción al sistema productivo.

### 2.6.2 Fuentes de generación de residuos en un aeropuerto

El diseño de una gestión ambiental adecuada de los residuos aeroportuarios dependerá del tamaño del aeropuerto en términos de actividad. La experiencia en Honduras indica que puede convenir tener en cuenta las siguientes fuentes de generación de residuos específicas:

- Gestión del aeropuerto
  - Mantenimiento de instalaciones.
  - Mantenimiento de caminos.
  - Operación y mantenimiento de terminales.

- Operación y mantenimiento de oficinas.
- Facilitación a pasajeros.
- Planta de tratamiento de efluentes cloacales.
- Acopio de sustancias químicas e inflamables.
- Abastecimiento de combustibles.
- Gestión de la aviación
  - Operación de naves.
  - Gestión de combustibles: reposición en pista.
  - Mantenimiento de aeronaves.
  - Control aéreo.
  - Catering.
  - Aguas Azules.
- Gestión de comercial
  - Oficinas.
  - Patio de comidas.
  - Alquiler de auto

Para cada actividad se debe identificar qué categorías de residuos se generan teniendo en cuenta la clasificación presentada previamente. A su vez, identificar quién es el responsable de dicha actividad.

### **2.6.3 Tipos de residuos generados en aeropuertos**

OACI, en su Manual “Waste Management at Airports. Eco Airport Toolkit”, clasifica siete grandes tipologías de residuos en los aeropuertos:

- residuos sólidos de tipo urbanos o domiciliario “municipal solid waste”,
- residuos de materiales de la construcción y demolición,
- residuos provenientes de los vuelos de aeronaves (“deplaned waste”),
- residuos internacionales (un tipo específico de “deplaned waste”),
- residuos compostables, residuos peligrosos e industriales o de tipo industrial, y
- residuos patogénicos (“lavatory waste”).

A continuación, se presenta una clasificación más amplia:

- **Residuos Sólidos aeroportuarios de tipo Urbano o Domiciliario:** son los que se generan diariamente con el descarte de latas de aluminio y metal, botellas, envases plásticos y de vidrio, bolsas, productos de papel y cartón. Sus fuentes primarias en los aeropuertos se detallan más adelante.  
En general, los aeropuertos suelen ser catalogados como grandes generadores por el volumen de generación. Entre estos residuos se pueden enumerar: restos de comida, papel, cartón, revistas, botellas de vidrio, periódicos, bandejas o latas aluminio, botellas de plástico, bolsas plásticas, sorbetes, entre otros.
- **Residuos de materiales de la construcción y demolición:** son los que usualmente se conocen como residuos “áridos”. Son los que provienen de la demolición de edificios y otras infraestructuras aeroportuarias, así como de la limpieza del terreno y de excavaciones. Incluyen materiales como el concreto, madera, metales, suelo, ladrillos, material de construcción y carpintería, asfalto, rocas, piedras, pedregullo, arena, materiales de techos, alfombras, tuberías de metal, caños de plástico, etc.
- **Residuos provenientes de los vuelos de aeronaves:** conocidos genéricamente en el ámbito internacional como “deplaned waste”, es una corriente especial de residuos que se remueve de las cabinas de pasajeros tras cada aterrizaje. Casi un 20 % del total de residuos de un aeropuerto proviene de esta fuente. Incluyen los residuos de cocina de cabina de las aeronaves, usualmente colectados por las empresas de catering como parte del proceso de limpieza de las cabinas, bolsas de basura, residuos de los carritos de distribución o venta de productos entre los pasajeros, e incluso eso carritos. Varios de estos *items* son objeto de un tratamiento especial bajo normas de SENASA, para evitar la potencial transmisión de enfermedades a través de vuelos internacionales, como se puede ver en el punto siguiente y otros apartados de esta sección sobre residuos.

- **Residuos internacionales:** dentro del género “deplaned waste” mencionado en el párrafo anterior, existe un tratamiento diferenciado y específico para aquellos provenientes del exterior. Se trata de residuos de vuelos internacionales que pueden llegar de países con distintas políticas y regulaciones en materia sanitaria, y conllevan el riesgo de introducir al país contaminantes o enfermedades vegetales, así como animales y humanas. Por estas razones, estos residuos son también llamados residuos de cuarentena (“quarantined waste”). Aunque estos residuos son asimilables generalmente a los de tipo urbano por sus componentes, los aeropuertos deben gestionarlos por separado. En muchos casos son incinerados dentro del aeropuerto. En otros, estrictamente recolectados por separado y transportado para ser tratados fuera del predio aeroportuario.

En Honduras, estos residuos se encuentran alcanzados por la Resolución N° 77/2019 de SENASA y sus Anexos I - Plan Nacional de Prevención de Ingreso y Transmisión de Plagas y Enfermedades a través de Residuos Regulados. Esta resolución tiene como objetivo “...establecer y ejercer el control zoofito sanitario en los puntos de ingreso al Territorio de la REPÚBLICA DE HONDURAS respecto de los residuos provenientes del exterior, para prevenir e impedir el ingreso de plagas y enfermedades que se transmiten o puedan transmitirse a través de residuos, a los efectos de resguardar el estatus zoofito sanitario del país, proteger la salud pública, el medio ambiente y la economía nacional.”

A los fines de esa resolución, se considera residuos a *“los materiales o sustancias desechables provenientes de productos de origen vegetal o animal, sus subproductos y derivados resultantes del ciclo de producción, consumo y/o comercialización, como así también los envoltorios, envases primarios y los elementos descartables utilizados para su consumo, y aquellos materiales o sustancias que resulten rechazados o descartados a consecuencia de los controles zoofito sanitarios, respecto de los cuales se debe proceder a su recolección, tratamiento y disposición final”*.

Deben cumplir con esta resolución todos los aeropuertos internacionales, abarcando todos los residuos que fueron generados e ingresados desde el extranjero por vía aérea a la República de Honduras. En la resolución se definen además los distintos actores y sus responsabilidades. Los aeropuertos entran en la categoría “Operador de Terminal”, quienes están obligados a participar en la coordinación y sincronización de las actividades destinadas a la gestión de los residuos, pudiendo asumir la responsabilidad en la gestión de los residuos que arriben, convirtiéndose en generador, representante y/o prestador de servicios.

A su vez, en el capítulo IV del plan se definen condiciones particulares para el aeropuerto, entre las que se encuentran i) obligaciones genéricas, ii) procedimientos operativos y administrativos, iii) formulario, iv) descarga y acondicionamiento, v) transporte y, vi) tratamiento en planta de residuos.

- **Residuos compostables y biodegradables:** los aeropuertos generan residuos compostables y biodegradables tales como:
  - Residuos alimenticios de las terminales: comida servida a clientes y parcialmente consumida o no consumida, alimentos preparados, pero no servidos, son algunos de ellos.
  - Actividades de paisajismo y mantenimiento de espacios verdes: restos de poda, de corte de césped, barrido de hojas, etc.

Actualmente hay aeropuertos que desarrollan otras formas para su tratamiento y disposición. A veces esta corriente de residuos es tratada como parte de los residuos de tipo urbano, pero su uso como compost es más recomendable, ya que permite ahorrar al aeropuerto en costos adicionales de fertilizantes para sus parques y áreas verdes y genera menos residuos para el tratamiento de separación y reciclado.

- **Residuos peligrosos e industriales o de tipo industrial:** consisten en aceites usados, solventes y disolventes orgánicos, restos de pinturas y tintas, emulsiones de hidrocarburos, restos de adhesivos y látex, biocidas, barros de procesos y otros residuos sólidos contaminados con estos compuestos mencionados como ser trapos, guantes, papeles, estopas, elementos de protección personal, envases vacíos, entre otros. Otros resultantes de actividades tales como el lavado y limpieza de aeronaves y vehículos terrestres, las operaciones de abastecimiento de combustible, el mantenimiento de aeronaves y su reparación, incluyendo pintura y carpintería metálica, operaciones de celdas de prueba de motores, operaciones de deshielo/antihielo, el mantenimiento de vehículos terrestres y de aeronaves abandonadas. Estos tipos de residuos son objeto en muchos países, y el nuestro también, de un tratamiento normativo diferenciado, como se verá más adelante.

En los aeropuertos se generan estos residuos calificados como peligrosos y conforme la normativa local o nacional. Las firmas responsables, como resultado de sus actos o de cualquier proceso, operación o actividad, deben solicitar su inscripción ante los registros pertinentes en calidad de generador de residuos peligrosos.

El generador de residuos peligrosos está obligado a la utilización de manifiestos oficiales para realizar los movimientos de residuos peligrosos fuera de su planta, como así también el transportista y el operador quienes deberán estar habilitados a nivel local o nacional para intervenir en el manifiesto. Esta utilización de manifiestos oficiales asegura y acredita la trazabilidad de los residuos peligrosos ante la autoridad respectiva.

Deberán completar los siguientes datos:

- A. Datos identificatorios: nombre completo o razón social; nómina del directorio, socios gerentes, administradores, representantes y/o gestores según corresponda; domicilio legal;
  - B. Domicilio real y nomenclatura catastral de las plantas generadoras de residuos peligrosos; características edilicias y de equipamiento;
  - C. Características físicas, químicas y/o biológicas de cada uno de los residuos que se generen;
  - D. Método y lugar de tratamiento y/o disposición final y forma de transporte, si correspondiere, para cada uno de los residuos peligrosos que se generen;
  - E. Cantidad anual estimada de cada uno de los residuos que se generen;
  - F. Descripción de procesos generadores de residuos peligrosos;
  - G. Listado de sustancias peligrosas utilizadas;
  - H. Método de evaluación de características de residuos peligrosos;
  - I. Procedimiento de extracción de muestras;
  - J. Método de análisis de lixiviado y estándares para su evaluación;
  - K. Listado del personal expuesto a efectos producidos por las actividades de generación reguladas por la presente ley, y procedimientos precautorios y de diagnóstico precoz.
- **Residuos patogénicos:** todos aquellos desechos o elementos materiales en estado sólido, semisólido, líquido o gaseoso, que presentan características de toxicidad y/o actividad biológica que puedan afectar directa o indirectamente a los seres vivos, y causar contaminación del suelo, del agua o la atmósfera; que sean generados con motivo de la atención de pacientes (diagnóstico, tratamiento, inmunización o provisión de servicios a seres humanos o animales), así como también en la investigación y/o producción comercial de elementos biológicos.

#### 2.6.4 Lineamientos para la elaboración de un plan de gestión integral de residuos

Un plan de gestión integral de residuos es el resultado de un claro esquema de planificación, implementación, evaluación, monitoreo y mejora continua. A continuación, se enumeran los principales lineamientos que se pueden tener en cuenta al momento de elaborar el plan:

##### 1. Seleccionar un referente

Es muy importante identificar en qué área o sector del aeropuerto recaerá la mayor responsabilidad de la implementación de un programa de gestión de residuos. Ello puede darse en áreas ya existentes u otras que sean creadas ad hoc. Para que la gestión de recursos sea más eficiente se recomienda **seleccionar un responsable** y conformar un equipo compuesto de coordinadores de estas acciones en las distintas áreas.

##### 2. Establecer línea de base

La realización de una línea de base se sustenta en la generación de información, estableciendo con precisión cuál es el punto de partida contra el cual se medirán y evaluarán posteriormente los resultados de la implementación de las intervenciones que se realicen. Armar una línea de base va a permitir entonces conocer en detalle el sistema de gestión de los residuos antes del lanzamiento de estas acciones, y precisar la composición y cantidades de residuos que se generan en la institución.

A continuación, se enumeran una serie de datos a considerar para el armado de la línea de base a realizar a nivel del aeropuerto o dentro de cada organización/dependencia dentro del aeropuerto:

- Datos del aeropuerto: nombre del aeropuerto, ubicación, cantidad de empleados y cantidad de pasajeros.
- Clasificación de residuos generados: tipos, fuente de generación y cantidad.
- Depósitos de acopio transitorio en aeropuerto: estructura, ubicación y tamaño, personal asignado, que cuenten con sistemas de contención aplicados a colección de derrames o lixiviados y elementos contra incendio.
- Gestión existente: segregación por categorías, programas de reciclado, sitios de disposición final, sistema de registro de monitoreo. Adicionalmente, se recomienda realizar una caracterización de los residuos sólidos generados.

### 3. Diseño del plan

El plan de acción requiere explicitar objetivos y metas de corto, mediano y largo alcance, establecer un cronograma con fechas de comienzo y de cierre de actividades, confeccionar una estrategia de comunicación y definir capacitaciones necesarias. Además, se precisa establecer un modo en que se pueda verificar al cabo de cierto tiempo el cumplimiento de las metas fijadas, prever evaluaciones y reportar de resultados. Las acciones pueden definirse según cada etapa de la gestión dentro del aeropuerto. Dentro de los programas a considerar en el diseño de un plan, se resaltan los siguientes:

- **Separación en origen**

Es importante entender que en esta etapa aplica el concepto de “separados son recursos, juntos son residuos” ya que, una indebida segregación atenta contra los procesos de valoración y posteriores procesos de reciclado. Una correcta separación en origen es el comienzo para que cada corriente de residuo que haya sido clasificada siga su destino y trazabilidad de la manera más correcta dentro del aeropuerto; seleccionando también los sectores de acopio transitorio y las pautas de retiro fuera del aeropuerto. Cuanto mejor clasifiquemos el residuo menor será la cantidad enviada a disposición final y mayor será la cantidad enviada a su valorización mediante procesos de reciclado, reutilización, recuperación o valorización energética. A fin de promover una correcta y eficaz separación en origen de los residuos es imprescindible la comunicación y concientización de los residuos como recursos, para alcanzar una gestión sostenible de los mismos se requiere efectivizar un cambio cultural. Para ello es imprescindible lograr una comunicación eficiente y la apropiación de ese objetivo por parte de una amplia cantidad de actores. La planificación de la comunicación es un proceso por el cual se busca dar respuesta a la pregunta sobre qué contar y cómo contarlo. Define en esencia cómo se intenta comunicar los mensajes correctos a las personas correctas y en el momento correcto.

A continuación, se presenta un cuadro con los principales residuos dentro de la categoría reciclables:

Categoría Reciclables	Residuo
Papel y cartón	Papel blanco, caja de cartón, envases cartón
Plástico	Botellas PET, envases yogurt
Vidrio	Botellas y envases de vidrio
Metales	Latas aluminio, hojalata

Esta información debe estar rotulada en el lugar donde se genera el residuo y en los cestos, que son los primeros contenedores de estos. Debe ser simple y claro para la persona que está por tirar el residuo, en que tachó

puede hacerlo. Recomendamos usar cestos con diferentes colores. Es importante que siempre haya cestos para las categorías identificadas. A su vez, se sugiere usar bolsas de distintos colores para cada categoría así poder diferenciar luego en la etapa de acopio. Entre los actores principales en esta etapa de gestión, el sector afectado a la limpieza y a cargo de la organización logística interna de los materiales, desde los recipientes empleados para el acopio diario en el punto de generación de estos hasta los contenedores destinados al acopio transitorio, requieren un alto nivel de capacitación. El compromiso del personal es una de las principales razones de éxito de un programa de gestión de residuos.

- **Acopio transitorio**

Periódicamente, los residuos deben ser recolectados en los puntos de generación y llevados a la zona o sector de acopio transitorio. Esta zona o sector debe estar bien delimitada y definida, identificada mediante uso de cartelería y para el acopio del residuo utilizar rótulos de identificación conforme su tipo, característica y riesgo, sus dimensiones tienen que estar acordes a la tasa de generación de residuos, a fin de dar un correcto acopio de los mismos, evitar los efectos de la intemperie o ingreso de agua de lluvia sobre los residuos, evitar el acopio de residuos sobre suelo natural, con sistemas de contención y contención de pérdidas y más allá, del tipo de residuo, el sector de acopio debe prestar conformidad a los lineamientos que establezcan los organismos reguladores en la materia.

Por ejemplo para el acopio transitorio de residuos peligrosos, el depósito debe contar como mínimo con cartelería identificatoria del sector y de las categorías de residuos acopiadas, la capacidad de almacenamiento debe ser acorde a la tasa de generación, poseer suelo de material con base impermeabilizada, techo y cerramientos para evitar efectos de la intemperie, debe contar con sistemas de colección y contención de pérdidas; poseer elementos de lucha contra incendio, ventilación e iluminación, entre otras cuestiones básicas.

- **Valoración, tratamiento o disposición final**

Sobre la planificación acerca de la gestión de residuos en cada aeropuerto en particular, es primordial identificar estrategias y acciones de valorización, que, dependiendo de las posibilidades del aeropuerto, promuevan el establecimiento de una economía circular en donde el residuo se convierta en un insumo y sea reintroducido en la industria.

Una vez identificados los tipos de residuos se recomienda tener reuniones con los principales actores involucrados dentro y fuera del aeropuerto, visitar plantas de clasificación, de reciclaje, y centros de disposición final que deben contar con las habilitaciones a nivel local o nacional para la recepción de estos.

Asimismo, se debe considerar todos los aspectos de los componentes formales e informales del sistema de residuos dentro de un mismo marco de trabajo para poder establecer un plan basado en los objetivos del

conjunto del sistema, fundamentándose en la integralidad de la gestión, pero adecuada a la realidad local. Es importante recalcar que en todos los casos las medidas de mejora deben ser sistemáticas, concretas y duraderas en el tiempo, por lo que deben planificarse cuidadosamente antes de llevarse a la práctica y constatar sus efectos.

Los sistemas de tratamiento de residuos incluyen la operación o conjunto de operaciones que tienen por objetivo modificar las características físicas, químicas o biológicas de un residuo, eliminando sus propiedades nocivas, reduciendo o neutralizando las sustancias peligrosas que contienen los mismos, recuperando materias o sustancias valorizables, facilitar el uso como fuente de energía o adecuar el residuo más seguro para su posterior tratamiento, transporte o disposición final.

Los sistemas de disposición final son lugares o sectores especialmente diseñados y/o acondicionados para el depósito permanente de los residuos peligrosos en condiciones exigibles de seguridad ambiental y que no pudieron ser procesados por ningún tratamiento de recuperación, reciclado y reutilización posterior.

#### **4. Evaluación y monitoreo**

Para un correcto monitoreo y seguimiento de la implementación de las acciones de separación en origen y posterior gestión, es indispensable diseñar una estrategia adecuada a cada corriente de residuos, que permita obtener información certera acerca de la evolución de la cantidad y calidad de lo que se separa. Se recomienda pesar los residuos separados según su categoría. Además, se sugiere realizar una observación de manera semestral de las distintas corrientes para identificar la calidad del material separado y definir si es necesario impulsar más campañas de comunicación o cambiar el foco de la que se está realizando.

Además, se recomienda realizar una observación de manera semestral de las corrientes distintas para identificar la calidad del material separado y definir si es necesario impulsar más campañas de comunicación o cambiar el foco de la que se está realizando.

Indicadores de seguimiento a considerar:

- Kg de residuos generados por corriente.
- % de residuos reducidos.
- % de residuos reciclados.
- % de residuos destinados a disposición final.
- Cantidad de empleados capacitados en la gestión integral.

Finalmente, y, dados los lineamientos para la elaboración de estos Planes de Gestión Integral de Residuos aeroportuarios, corresponde con carácter previo, que cada aeropuerto relevare, tipifique su generación y evalúe las posibilidades y potencialidades de gestión según el marco normativo y logístico existente en su jurisdicción. En todo caso, deberá arbitrar los medios para coordinar acciones con las autoridades locales y nacionales a los fines de optimizar la gestión integral de sus residuos.

## **2.7 Gestión integral de las aguas en el ámbito aeroportuario**

El agua es un recurso natural estratégico desde todo punto de vista, por lo que el análisis de los potenciales impactos que pueda generar la actividad aeronáutica sobre este debe ser consistente, detallado y abarcar tanto los aspectos referidos a la captación y uso del agua para su consumo o como insumo en actividades industriales, así como a los sistemas cloacales, pluviales y/o industriales. Particularmente se tocarán algunas aristas distintivas que suscitan especial interés en lo que respecta a los efluentes líquidos referidos a la actividad aeronáutica. Los aeropuertos están sujetos a regulaciones ambientales que pueden incluir límites de descarga de cantidad y calidad de agua. Las aguas residuales pueden tratarse en el sitio antes de descargarse o dirigirse a usos no potables, como el riego del paisaje.

### **2.7.1 Uso y aprovechamiento del agua en los aeropuertos**

Atendiendo las características particulares del uso del recurso hídrico que se realiza en los aeropuertos, como, por ejemplo: consumo humano, sistemas de enfriamiento, control de incendios, lavado de vehículos y pistas, entre otros. Los aeropuertos son establecimientos que se constituyen como potenciales escenarios para la efectiva implementación de medidas y tecnologías para la conservación. Resulta relevante la adopción de medidas tendientes a:

- Incrementar y sistematizar el control del cumplimiento de las normativas respecto del cuidado del recurso hídrico por parte de todos los actores que desarrollan actividades dentro de los aeropuertos.
- Minimizar la demanda de agua y la pérdida de los líquidos.
- Incorporar tecnologías de producción más limpia para minimizar la demanda de agua en los procesos industriales y de servicios.
- Captar agua de lluvia en aeropuertos de regiones expuestas a sequías recurrentes.
- Incorporar campañas educativas y de concientización a los usuarios de la terminal aérea.

## El establecimiento de un sistema de indicadores sobre el uso del agua

Cualquiera sea la iniciativa que se pretenda adoptar para la gestión ambiental en general y en particular con el tema de esta sección, que es el uso racional y sustentable del agua debe necesariamente estar acompañada por un robusto sistema de indicadores que permitan evaluar las líneas de base y el rendimiento de las medidas a adoptarse. En ese sentido, simultáneamente con la determinación de ese sistema de indicadores, corresponde reparar en el establecimiento e implementación de un adecuado procedimiento de obtención de datos, que abarque cada uno de los sectores, procesos y actividades donde se utiliza agua.

Un indicador habitualmente esgrimido para medir la utilización del agua en los aeropuertos es el “índice de litros consumidos por pasajero” que analiza el consumo total de agua en función de los pasajeros que han transitado por el mismo en ese periodo. El análisis de este indicador según un estudio publicado (Castro Carvalho et al. 2013, en: Resources, Conservation and Recycling, Vol.74, pp. 27-36), entre los aeropuertos más importantes del mundo y con mayor cantidad de datos, da cuenta que en los aeropuertos con mayor número de pasajeros el consumo de agua promedio por cada uno de ellos suele ser menor que en aquellos con menor número, y sugieren la hipótesis que esto se debería a la mayor implementación de medidas de uso racional y reutilización del agua en los primeros. El consumo de agua de red presenta un ligero descenso debido fundamentalmente a la implementación de medidas de uso responsable del agua.

Consumo de Agua de Red (m <sup>3</sup> )			
Año	2015	2016	2017
m <sup>3</sup>	1.133.792	1.106.617	1.119.213
Pasajeros	46.828.279	50.420.583	53.402.506
l/pasajero	24,21	21,94	20,96



Figura 9 Consumo de Agua de Red (m<sup>3</sup>) - Consumo agua de red/pasajero

Fuente: Información Ambiental 2017- Aeropuerto Adolfo Suárez - Madrid – Barajas, elaborado por Aena SA, España.

Sin perjuicio que el uso de este indicador se encuentra extendido, ello no significa que la relación entre cantidad de pasajeros y consumo de agua sea lineal y de simple análisis, ya que se ha observado asimismo que existen

acciones como por ejemplo el riego, o el sistema contra incendios, que consumen igualmente grandes cantidades de agua.

### **2.7.2 La huella hídrica**

Uno de los indicadores respecto al uso humano del agua dulce es la huella hídrica. Siguiendo las recomendaciones del Manual de evaluación de la huella hídrica (Hoekstra et al. 2011. The Water Footprint Assessment Manual. WaterFootprint.Org, 228 pp.) se toma en cuenta el volumen de agua empleado-directa o indirectamente para producir algo y también distinguir en dónde y en qué momento se usó. Este documento discrimina tres tipos de huella hídrica: la “verde” (volumen de agua de lluvia evaporada o incorporada al producto), la “azul” (volumen de agua azul disponible que ha sido consumida por actividades humanas) y la “gris” (volumen de agua dulce requerido para asimilar la carga de contaminantes en comparación con las concentraciones normales y las normas de calidad de agua).

La huella hídrica total es la suma de las huellas hídricas verde, azul y gris, y se puede calcular para un producto, proceso, industria, consumidor, cuenca, estado o país. En el caso de una empresa o actividad de servicios, la información resultante puede ser directa, si se refiere al agua que se emplea en sus operaciones, ya sea para producir, manufacturar o dar mantenimiento, o indirecta, si se refiere al utilizado por su cadena de suministro en todos los procesos involucrados de manera directa o indirecta en la acción de satisfacer las necesidades del cliente.

#### **La huella de agua - NORMA IRAM ISO 14046**

Si bien la huella hídrica que promueve la Water Footprint Network es la más extendida, existen también otras técnicas de evaluación respecto de los impactos relacionados con el agua, como por ejemplo la evaluación de la huella de agua de productos, procesos u organizaciones, conforme la Norma IRAM-ISO 14046.

De acuerdo con esta norma, la evaluación que recomienda puede ayudar en:

- La magnitud de impactos ambientales potenciales relacionados con el agua;
- Identificar oportunidades para reducir los impactos ambientales potenciales relacionados con el agua asociados con productos en varias etapas de su ciclo de vida, así como con procesos y organizaciones;
- La gestión estratégica del riesgo relacionado con el agua;
- Facilitar la eficiencia del agua y la optimización de la gestión del agua al nivel de productos, procesos y organización;
- Informar a quienes toman decisiones en la industria, las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales de sus impactos ambientales potenciales relacionados con el agua; y
- Proporcionar información coherente y fiable con base en evidencia científica para dar el informe de los

resultados de la huella de agua.

Esta forma de evaluación posee ciertos enfoques, principios y directrices básicas entre las que cabe destacar:

- **Perspectiva de ciclo de vida:** se considera desde una perspectiva sistémica, todas las etapas de vida del producto o servicio, desde la materia prima hasta su disposición final, permitiendo que las transferencias de una carga ambiental potencial entre las etapas de ciclo de vida se analicen y posiblemente se eviten.
- **Enfoque ambiental:** se evalúan impactos ambientales, estando fuera de alcance de esta herramienta, los impactos económicos o sociales.
- **Enfoque iterativo:** la evaluación es una técnica iterativa, en la que cada fase individual del procedimiento utiliza los resultados de las otras fases.
- **Transparencia:** contempla la divulgación de información suficiente y apropiada para que los usuarios de la herramienta tomen decisiones con una confianza razonable.
- **Prioridad del enfoque científico:** las decisiones que se hacen sobre la huella de agua se basan preferentemente en las ciencias naturales, y en caso de no ser posible, es posible acudir a otros enfoques científicos.
- **Integridad:** se consideran todos los atributos ambientales pertinentes, los aspectos referidos al ambiente natural, la salud humana y los recursos relacionados con el agua.

En Honduras existe un alto porcentaje de usuarios de todo tipo que obtienen el agua de fuentes subterráneas. Por ello, a fin de mantener el equilibrio y balance hídrico de estos ecosistemas es que las diferentes autoridades han ido estableciendo la obligación de que todos aquellos que utilicen agua de fuentes subterráneas deban contar con la autorización correspondiente.

### **2.7.3 Vertidos de efluentes líquidos residuales en los aeropuertos**

La gestión ambiental del agua en un aeropuerto alcanza en un extremo, los procesos de toma y utilización del recurso desde su fuente de provisión y en el otro, los de desagüe o vertido de las aguas residuales industriales o cloacales. Resulta que, si bien los aeropuertos no son considerados como complejos industriales, las actividades que diariamente se desarrollan en su ámbito, como el lavado de vehículos y aeronaves, las operaciones de mantenimiento de estos, los procesos de preparación de comestibles, las actividades de carga, almacenamiento y transporte de combustibles, entre otras, son todas fuentes potenciales o reales de generación de vertidos industriales o asimilables a estos, que necesitan ser tratados previo a su descarga final a cuerpo receptor. Asimismo, la gran cantidad de personas que transita en los aeropuertos o trabaja en ellos diariamente, genera un caudal relevante de efluentes cloacales.

En los aeropuertos, así como en todos los establecimientos industriales, debe existir una correcta división entre los puntos de vertidos de estas aguas residuales, industriales y las aguas pluviales a fin de asegurar un correcto tratamiento. En líneas generales, no deben verse a ninguna de estas redes de efluentes las siguientes sustancias:

- Materias sólidas o viscosas;
- Disolventes o líquidos orgánicos inmiscibles con el agua, combustibles o inflamables;
- Aceites y grasas;
- Pinturas y barnices;
- Materiales que, por sus propiedades o cantidad, por ellos mismos o tras reacción con otros, puedan originar formación de mezclas inflamables o explosivas, la creación de atmósferas molestas, insalubres, peligrosas o tóxicas, sustancias que posean o adquieran propiedades corrosivas; y
- Sustancias radiactivas.

Por último, cabe señalar que la tendencia a nivel mundial en la actualidad no se centra en aumentar la capacidad de tratamiento de los efluentes líquidos, ya que ello resulta sumamente costoso, sino que se predica respecto de la minimización en la generación y el reuso de los efluentes en los casos que sea posible. El tratamiento de estos efluentes es solo el último paso respecto de su gestión.

- **Efluentes cloacales**

Las aguas servidas, las descargas de los baños y las provenientes de a bordo de los aviones (“aguas azules”), pueden constituir un problema si no reciben un adecuado tratamiento, pudiendo transformar cualquier sitio en un foco de proliferación de vectores y enfermedades o bien, contaminar el suelo, el aire o las fuentes de abastecimiento de agua potable.

Por ello es necesario que los aeropuertos cuenten, en caso de que no existan redes públicas cloacales a las cuales conectarse, con planta de tratamiento de efluentes líquidos para tratar esos vertidos conforme los parámetros de vuelco a cuerpo receptor. No obstante, cabe aclarar que el cuerpo receptor también puede ser una red cloacal.

- **Efluentes generados en aeronaves denominados “Aguas Azules”**

Son aquellas provenientes del a bordo de los aviones, pero no en todos los aeropuertos se descargan y de realizarse la descarga, estos efluentes líquidos suelen tener diferentes tratamientos. Dentro de los aeropuertos que se descargan existen puntos designados para su tratamiento como puede ser en la planta de tratamiento de efluentes líquidos cloacales, pozos sépticos para un retiro posterior, o bien, pueden gestionarse fuera del aeropuerto mediante un servicio de empresas con camiones tipo atmosférico o similar, aplicando siempre un

seguimiento de control en la gestión asentando todos los datos desde su retiro hasta su disposición.

- **Efluentes provenientes de las actividades industriales**

Hemos señalado que dentro de los aeropuertos se desarrollan actividades de servicio o industriales que pueden ser generadoras de efluentes líquidos que deban ser tratados con especial cuidado dado su capacidad de afectar el ambiente y la salud de las personas. Los efluentes se generan en múltiples puntos en todo el aeropuerto, como resultado de las acciones que desarrollan los diferentes prestadores de servicios aeronáuticos en los espacios asignados por el explotador del aeropuerto. Muchas veces están conectados a la planta de tratamiento de efluente líquido cloacales del aeropuerto, directamente a una red cloacal y/o a cámaras cerradas.

En función del vertido y su descarga, estos espacios asignados deben contar con sistemas de pretratamiento como puede ser una cámara API (trampa o separador de hidrocarburos) a fin de equalizar los efluentes crudos si son descargados a los troncales de la planta de tratamiento que posee el aeropuerto o bien, para cumplir con los parámetros de vuelco de la red pública cloacal. El fin de equalizar previamente el efluente industrial, cuando éste se conecte a la planta de tratamiento de efluentes residuales cloacales, se debe a que muchos de los tratamientos están basados en la degradación aeróbica o anaeróbica. Estos tratamientos eliminan principalmente la carga orgánica total, los sólidos sedimentables y suspendidos (sólidos totales), y los compuestos nitrogenados y fosforados. Este tipo de sistema no es aconsejable para recibir compuestos o elementos con metales pesados o sustancias tóxicas.

Si los efluentes industriales se vuelcan a una cámara cerrada, como pueden ser los sistemas de derrames de las Aero plantas, el líquido podrá en parte recuperarse y parte posiblemente deberá gestionarse como corriente residual conforme a la normativa aplicable.

- **Efluentes pluviales**

Estos efluentes se generan de las condiciones climáticas y colectan bajo una ingeniería de red pluvial previamente estudiada, diferente a la red de los efluentes cloacales e industriales. En general estos efluentes son vertidos mediante canales superficiales o soterrados a cuerpos receptores. Conforme su ingeniería y a la ubicación de las bocas de alcantarillado, los drenajes a veces cuentan con cámaras separadoras de hidrocarburos, con el fin de evitar algún tipo de derrame ocasional. Para evitar el alcance al sistema pluvial de posibles derrames accidentales de hidrocarburos en áreas de movimiento, se debe contar con un sistema para su separación y captación. Esto evitará que estas sustancias salgan del sistema de colección y contención ante derrames hacia cuerpos receptores. Los residuos contenidos en los separadores de hidrocarburos en las plataformas o en otros sectores, decantados en forma o estado de barros o semisólidos, deberían ser gestionados conforme a las normas, por empresas operadoras habilitadas para su tratamiento.

Los sistemas de colección y contención deberían aplicarse en toda el área de mantenimiento de las aeronaves y vehículos de apoyo que operan en el aeropuerto, a través de una red de canaletas situadas en estas áreas, que conduzcan el efluente hasta las cajas separadoras. Esta reserva será activada en caso de accidentes, evitando que el residuo excedente vaya al sistema único de drenaje del aeropuerto. Este sistema se acciona manualmente por medio de llaves de paso o cierre. La caja separadora podrá ser construida de hierro fundido, de hormigón (concreto) o albañilería de ladrillo, revestida internamente con argamasa de cemento y arena alisada, debiendo permitir fácil inspección y limpieza. La emulsión del hidrocarburo deberá llevarse a un depósito que puede ser subterráneo o no, con capacidad mínima para 200 litros.

En caso de contaminarse el suelo natural, el generador deberá proceder removiendo la superficie afectada, con una profundidad acorde al volumen derramado y absorbido por el terreno y se deberá recomponer la cubierta vegetal respetando la vegetación y el tipo de suelo. El suelo retirado debe gestionarse como residuo peligroso.

## **La recolección y sistematización de la información**

El primer paso para el correcto tratamiento de los efluentes líquidos cloacales o industriales es identificar y determinar con exactitud las fuentes o los lugares de generación, las características físicas, químicas y biológicas y los caudales de los efluentes que son generados, las características del sistema de colección como ser los sistemas de redes y conexiones, etc. Asimismo, deberán reconocerse y medirse los flujos de los efluentes y sus caudales de descarga, los cuales pueden ser medidos en puntos representativos del sistema.

Otro aspecto importante en el reconocimiento de las particularidades de un sistema de efluentes residuales, resulta ser el muestreo de estos en diferentes puntos representativos. Esa tarea debe ser realizada de acuerdo con los mejores estándares y técnicas disponibles (según Norma IRAM 29012 y complementarias) y conforme las indicaciones que la legislación prevea al respecto.

En ese contexto, es recomendable que cada uno de los sujetos que en el giro de sus actividades generen efluentes industriales o asimilables a éstos, deban informar con determinada periodicidad datos para caracterizar ese efluente, su caudal, las sustancias que puede contener, entre otras condiciones.

## **El cumplimiento de las regulaciones administrativas sobre efluentes líquidos residuales**

Las autoridades competentes en la gestión del vertido de efluentes líquidos sobre el ambiente establecen determinadas reglamentaciones y obligaciones sobre los sujetos que vuelcan los desechos tratados en sus establecimientos hacia un cuerpo receptor. Si bien cada una de las jurisdicciones y autoridades posee sus propias reglas de acuerdo con las características propias de los recursos hídricos en juego, es posible identificar ciertos lineamientos que se presentan en la mayoría de ellas, entre los que podemos destacar:

- Los permisos previos al vertido, que incluyen la factibilidad hidráulica que acredita la posibilidad del recurso de recibir las descargas que se planifica realizar.
- La aprobación previa de la planta de tratamiento del establecimiento.
- La obligación de contar con cámara de toma de muestras y medición de caudales en el último punto previo a la descarga.
- El pago de cánones por uso del recurso y de tasas por inspección.
- La aplicación de sanciones por incumplimiento de las obligaciones.
- La posibilidad de clausurar puntos de vertido ante situaciones de inminente riesgo grave para el ambiente y la salud de las personas.
- El establecimiento de límites de caudal y concentración de sustancias contaminantes en los vertidos.
- Presentación de la documentación técnica anual.

- Aprobación de planos de la red cloacal o industrial.
- Gestión de barros generados en las plantas de tratamiento.

En los aeropuertos más importantes de nuestro país, existen colectoras internas a cargo del explotador del aeródromo, quien será responsable frente al Estado del cumplimiento de dichas obligaciones y a las cuales se conectan los diferentes prestadores de servicios aeronáuticos.

#### **2.7.4 Medidas de cuidado y protección del agua en los aeropuertos**

No existen límites a la innovación y creatividad sobre las posibles medidas que pueden implementarse en los aeropuertos para proteger y evitar la contaminación de los recursos hídricos. En la mayoría de los casos, no son necesarias grandes inversiones de dinero, sino que se pueden lograr buenos resultados con pequeños cambios estratégicos. A continuación, se enuncian algunas medidas, a modo de ejemplo que pueden implementarse:

- Prácticas generales
  - Designación de un coordinador para el uso eficiente del agua.
  - Desarrollar una declaración de misión y un plan.
  - Educar a los empleados e involucrarlos en los esfuerzos de usar el agua eficientemente.
  - Informar a los distribuidores de productos químicos o contratistas de servicios (torres de enfriamiento, lavandería, lavaplatos, jardinería) que la eficiencia del uso del agua es una prioridad.
- Cambios de equipos e instalaciones
  - Instalar inodoros y lavados con corte automático de alta eficiencia, o equipar los que ya existen con dispositivos que conserven el agua.
  - Reemplazar las mangueras de flujo de alto volumen con sistemas de limpieza de alta presión y de bajo volumen.
- Procedimientos de operación y mantenimiento
  - Encontrar y reparar todas las pérdidas.
  - Identificar las aguas servidas que puedan ser reusadas e implementar las prácticas de reuso.

Algunas de las aguas servidas que se podrían reutilizar son:

- los enjuagues finales de limpieza de los tanques, barriles, y fermentadores;
- el agua de remojo y de enjuague de latas y botellas;
- el agua de flujo de enfriadoras y el retrolavado de filtros;
- el agua de pasteurización y esterilización;
- los enjuagues finales de los ciclos de lavado;

- el agua de purga de calentadores de agua;
  - el agua resultante del proceso de descongelamiento del equipo de refrigeración;
  - el agua de limpieza de equipo; y
  - el agua de lavado de pisos y canales.
- Usar boquillas de vaporización para enfriar los productos.
- Ajustar los sobreflujos de los sistemas de reciclaje controlando la tasa a la cual se agrega el agua de reposición.
- Cerrar todos los flujos durante períodos cuando se interrumpe un proceso.
- Ajustar el flujo de rociadores y otras líneas para cumplir con los requisitos mínimos del proceso.
- Riego
  - Detectar y reparar todas las fugas en los sistemas de riego de los jardines.
  - Usar para regar el agua residual que haya sido tratada de manera apropiada, donde esté disponible.
  - Regar el césped o el jardín durante la parte más fresca del día (temprano por la mañana es mejor). No regar en días que haya mucho viento.
  - Regar los árboles y arbustos, que tienen las raíces profundas por períodos más largos y con menos frecuencia que las plantas con raíces poco profundas, que requieren pequeñas cantidades de agua con mayor frecuencia.
  - Ajustar los rociadores para que rieguen solamente el césped o el jardín – no la calle o la vereda.
  - Usar mangueras de remojo o sistemas de riego por goteo para árboles y arbustos.
  - Instalar sensores de humedad en los sistemas de riego.
  - Utilizar una cubierta retenedora de humedad alrededor de los arbustos y las plantas de jardín para reducir la evaporación en la superficie de la tierra y reducir el crecimiento de la maleza.
  - Alzar la altura del corte de las máquinas cortadoras de césped – las hojas del césped más largas ayudan a darse sombras las unas a las otras, a reducir la evaporación, y a impedir el crecimiento de la maleza.
  - Minimizar o eliminar el uso de fertilizante, el cual promueve el nuevo crecimiento requiriendo de un riego adicional.
  - En aeropuertos expuestos a sequías frecuentes, usar agua de lluvia colectada en techos para el riego.
- Otros usos exteriores
  - Barrer o soplar las áreas pavimentadas en vez de lavarlas con la manguera.

- Controlar el flujo de la manguera con una boquilla que se cierre automáticamente.
- Lavar los vehículos con menos frecuencia.
- Determinar un sitio de lavados de vehículos común que recicle el agua.
- No instalar ni usar accesorios ornamentales de agua, a menos que la reciclen.

## **2.8 Gestión de la Energía**

La actividad aeronáutica y los aeropuertos se encuentran entre los establecimientos de transporte que más consumen energía y combustibles. De hecho, la reducción del consumo de energía, el aumento de las mejoras tecnológicas, los incentivos para el uso responsable de la energía, el uso de tecnologías de eficiencia energética y el fomento del uso de energía renovable son herramientas eficaces no sólo para ahorrar costos y recursos energéticos, sino también para reducir el aporte de emisiones GEI y otros gases a la atmósfera.

En ese marco, la actividad aeronáutica es un escenario propicio para el desarrollo de medidas relacionadas con la racionalización y eficientización del consumo de energía y con la utilización de energías de fuentes renovables. Por lo tanto, en la presente sección se abordarán los siguientes tres ejes, interconectados por su característica esencial de ser instrumentos cuya finalidad principal es disminuir la emisión de GEI a la atmósfera:

- La gestión eficiente de la energía.
- La generación de energías renovables en los aeropuertos.
- El desarrollo de combustibles para la aviación proveniente de fuentes renovables.

### **2.8.1 Gestión eficiente de la energía**

La eficiencia energética se define como la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos. También se puede definir como la reducción del consumo de energía, manteniendo los mismos servicios energéticos, sin disminuir por ello el nivel de confort y calidad de vida, ni la protección al ambiente. En esencia es el conjunto de acciones inteligentes aplicadas a un entorno específico, que permiten el ahorro de energía de cualquier tipo y la disminución de la intensidad energética, además de mantener los niveles de calidad y servicio de los sistemas energéticos de dicho entorno, manteniendo los objetivos previamente fijados. Por ello, hacer un uso sostenible de la energía pasa necesariamente por mejorar la eficiencia energética.

En las instalaciones aeroportuarias, la energía es utilizada en variadas funciones, cuya importancia varía relativamente conforme la función de cada edificio: calefacción, enfriamiento, iluminación, alimentación de equipos, calentamiento de agua, etc. Cada aeropuerto en conjunto y cada una de las instalaciones o edificios en particular presentan numerosas oportunidades disponibles para establecer medidas de uso eficiente de la energía, pero resulta fuertemente aconsejable que estas medidas sean consideradas desde la etapa más temprana posible en la planificación aeroportuaria y en cada una de las etapas posteriores.



*Figura 11 Aeropuerto metropolitano Wayne County de Detroit, EE.UU.*

Fuente: <https://www.archdaily.com/156844/detroit-metropolitan-wayne-county-airport-north-terminal-gensler/5015849028ba0d5a4b00001d-detroit-metropolitan-wayne-county-airport-north-terminal-gensler-image>

Es uno de los más eficientes energéticamente en ese país. El proyecto ganó el premio VALE (Voluntary Airport Low Emissions) de la administración aeronáutica federal estadounidense.

## **Inclusión de medidas de eficiencia energética en la planificación aeroportuaria**

Dentro de los procedimientos establecidos para dar soporte a la modernización o ampliación de los aeropuertos o bien la instalación de uno completamente nuevo, el plan maestro de un aeropuerto es un documento de especial relevancia, dado que provee el marco para guiar el desarrollo de un aeropuerto, atendiendo de manera efectiva la satisfacción de las demandas aeronáuticas, mientras que se consideran los impactos socioeconómicos y ambientales.

Uno de los hitos más importantes en la planificación aeroportuaria, juntamente con la ubicación de la pista, es la definición del espacio que ocupará la terminal de pasajeros. La inclusión de medidas de eficiencia energética idealmente debería remontarse a esa etapa, pero puede aplicarse a lo largo de sus etapas de crecimiento. Una ubicación eficiente energéticamente será aquella que ponga foco y evalúe las siguientes variables:

- Minimizar las distancias entre las pistas y las calles de rodaje, a fin de reducir el consumo de combustible y las emisiones.
- Minimizar las distancias y movimientos que los pasajeros pueden realizar dentro de las terminales, entre ellas y con las áreas de estacionamientos de forma tal que se logre disminuir el uso de vehículos y consecuentemente los impactos que ello trae.
- Atender la forma del edificio y su orientación, uso de luz y ventilación natural, uso de espacios con sombras y otras medidas que minimicen la necesidad de acudir a sistemas eléctricos de ventilación, enfriamiento y calor.

La tendencia global muestra que es aconsejable evaluar la potencialidad de generación de energías limpias en los aeropuertos, para reducir su consumo de redes externas e incluso, en el futuro, conectarse a la red. Las redes inteligentes de distribución tipo “Smart Grids” o redes más pequeñas incrementan la seguridad y la optimización del uso de la energía. El uso de fuentes renovables requiere espacio. Muchos aeropuertos disponen de él, y su localización precisa requiere un estudio particular.

## **Medidas de eficiencia energética en la operación y mantenimiento de los aeropuertos**

### **- Auditoría energética**

La auditoría energética de un aeropuerto o de una instalación, es la llave de entrada a un abordaje sistemático para la adopción de decisiones fundadas y sustentables. Una auditoría debe relevar la situación del consumo energético en el aeropuerto y establecer líneas de base a fin de posibilitar con posterioridad evaluar el éxito de las medidas adoptadas.

Esta herramienta puede variar de acuerdo con la metodología que se utilice, sus propósitos, el nivel de detalle, el alcance, la complejidad y los interesados en realizarla. Asimismo, existen múltiples entidades y empresas que desarrollan este tipo de auditorías en aeropuertos.

- **Mejoras en las cargas de los edificios**

- Ganancias térmicas.
- Coeficientes de transmisión.
- Incorporación del factor solar.
- Puentes térmicos.

- **Reducción del consumo**

- Mejora de las envolventes térmicas.
- Selección de equipos de alto rendimiento energético -calderas de gas natural, bombas de calor, calderas de condensación.
- Monitorización y control de instalaciones de climatización.
- Sistemas de gestión y mantenimiento de las instalaciones.
- Aislamientos para tuberías, mejora de cerramientos.
- Iluminación de bajo consumo y larga duración
- Sectorización de sistemas e instalaciones.

- **Mejoras en los procesos que requieren demanda energética**

- Optimización de la radiación solar.
- Limitar las pérdidas de los puentes térmicos.
- Controlar las infiltraciones.
- Emplear vidrios de alta transmisión y baja emisividad.
- Técnicas constructivas bioclimáticas, nuevos materiales.
- Garantizar la ventilación natural.
- Favorecer la iluminación y la luz natural.
- Campañas de concienciación a los ciudadanos.

### **2.8.2 La generación de la energía renovable en los aeropuertos**

Las energías renovables son aquellas que se obtienen a partir de fuentes naturales que producen energía de forma inagotable e indefinida. Se consideran energías renovables a la energía solar, térmica, hidráulica, eólica, mareomotriz, geotérmica y biomasa.

La utilización de energías renovables desempeña un papel fundamental en el cuidado del ambiente, reduce las emisiones de GEI, contribuye al autoabastecimiento energético aeroportuario y al suministro de energía sostenible. Facilita el liderazgo tecnológico e industrial al tiempo que se ofrecen ventajas ambientales, sociales y sanitarias, así como numerosas oportunidades de empleo y desarrollo regional.

Los aeropuertos tienen la posibilidad de impulsar programas encaminados a la reducción de las emisiones contaminantes producidas por el consumo de energía asociado a su propia actividad. Los aeropuertos hondureños tienen condiciones climáticas favorables para la implantación de estas energías, aun cuando en ellos no se desarrollen instalaciones a gran escala. Las instalaciones, incluso si son menores, son de gran utilidad para aumentar la aceptación pública y ganar experiencia en utilización en diferentes tipos de infraestructura aeroportuaria.

A fin de colaborar en el camino hacia el uso de combustibles sustentables, OACI ha aprobado el “Plan De Compensación y Reducción de Carbono para la Aviación Internacional”, (CORSIA por sus siglas en inglés), bajo el cual se prevé que el uso de combustible sustentable por las líneas aéreas pueda ser contabilizado en relación con sus esfuerzos en la reducción de emisiones de carbono. El CORSIA ha sido adoptado como una medida mundial basada en el mercado y diseñada para compensar las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de la aviación internacional a fin de estabilizar los niveles de esas emisiones a partir de 2020 (CNG2020). La compensación de las emisiones de CO<sub>2</sub> se logrará mediante la compra y cancelación de unidades de emisión del mercado mundial del carbono por los explotadores de aviones. Dicho mercado puede incluir acciones de forestación, parques solares en aeropuertos, etc.

### **Energía solar**

La radiación solar incidente en la Tierra puede utilizarse para calentar bien directamente, o a través del aprovechamiento de la radiación en dispositivos ópticos o de otro tipo. La potencia de la radiación varía según el momento del día, las condiciones atmosféricas que la amortiguan y la latitud. Se puede asumir que unas buenas condiciones de irradiación alcanzan valores superiores a los 200-300 W/m<sup>2</sup> en la superficie terrestre. La radiación es aprovechable en sus componentes directa y difusa, o en la suma de ambas.

Esta radiación solar puede ser convertida en útiles formas de electricidad y calor. Mientras que la tecnología fotovoltaica puede convertir la luz en electricidad, existen métodos por los cuales el calor del sol puede ser concentrado en agua y otros fluidos a fin de producir energía proveniente del vapor o proveer directamente calor.

En los últimos años se ha experimentado una gran expansión de la industria de la energía solar dado a los reducidos costos de producción que han puesto a la tecnología solar al alcance de usuarios hogareños, empresas y gobiernos como una rentable inversión para enfrentar los volátiles precios de la energía en el futuro.

Los aeropuertos también son activos en el uso de la energía solar, en la mayoría de los casos mediante el aprovechamiento termosolar o mediante tecnologías fotovoltaicas. Esta asociación entre aeropuertos y energía solar es lógica, dada la disponibilidad de grandes superficies en torno y sobre los edificios en el terreno para desarrollar este tipo de proyectos.

### **Energía solar fotovoltaica**

La energía solar fotovoltaica parte de la generación de electricidad gracias a las propiedades de determinados materiales absorbentes de la luz solar, denominados “semiconductores”, colocados en una estructura conocida como “panel fotovoltaico”. La incidencia de la radiación luminosa sobre las células que componen dicho panel crea una diferencia de potencial y una corriente aprovechable. La electricidad producida es transportada hacia un inversor o convertidor que transforma la energía que llega como corriente continua (DC por sus siglas en inglés) a corriente alterna (AC) de forma tal que esta es compatible con la red eléctrica y los usuarios finales. La cantidad de energía generada por el panel fotovoltaico puede variar de acuerdo con la geografía y la intensidad solar disponible. Una fuerte ventaja de la energía solar fotovoltaica reside en la flexibilidad para su instalación. Los paneles pueden ser ubicados en los techos de los edificios o bien en postes sobre los terrenos del aeropuerto que estén disponibles conformando grandes plantaciones de energía solar. Estos paneles pueden ser instalados de forma fija o bien pueden ser rotativos ajustando su rotación a fin de absorber mayor cantidad de radiación solar. Uno de los mayores contratiempos que ha sufrido la instalación de este tipo de tecnología en los aeropuertos se centró en su potencialidad de generar reflejos lumínicos que puedan afectar la visibilidad en los aeropuertos y por lo tanto la seguridad de las operaciones aeronáuticas. En la actualidad, los paneles han sido diseñados con materiales anti reflectivos que reducen ese riesgo y por otra parte todo estudio previo a la implantación de parques solares en aeropuertos tiene en cuenta la dirección de los reflejos, de modo de evitar que afecten tanto a la torre de control como a las aeronaves.



*Figura 12 Parque fotovoltaico anexo al aeropuerto internacional de Indianápolis, en EE.UU.*

Fuente: <http://smartenergyconsulting.blogspot.com/2014/12/indianapolis-el-aeropuerto-con-el-mayor.html>

El parque fotovoltaico anexo al aeropuerto internacional de Indianápolis, en EE.UU, genera 2 MW/h, a Administración Federal de Aviación de los EE.UU. obliga a hacer evaluaciones del reflejo en todos los parques solares a ser instalados en un radio de 3 km de las pistas.

### **Energía solar térmica**

La tecnología solar térmica o termal permite almacenar y concentrar el calor del sol para calentar o enfriar espacios y para tareas que requieran el uso de agua caliente. La energía del sol es recolectada, almacenada y distribuida en forma líquida (usualmente en agua) o en forma gaseosa (aire). Los sistemas de baja y mediana temperatura pueden ser utilizados para usos locales, mientras que los sistemas de alta temperatura son generalmente utilizados para la generación de electricidad a gran escala.

Los equipos colectores de energía solar termal tienen similares ventajas y riesgos (reflexión inapropiada) que las descritas para los equipos fotovoltaicos en cuanto a su ubicación y son capaces de proveer calor o frío para las operaciones internas. Su utilización puede ser muy eficiente para reducir costos de calefacción del agua, por ejemplo, en las áreas sanitarias de los aeropuertos.



*Figura 13 Aeropuerto comercial y militar de Boise, en Idaho, EE.UU.*

Fuente: <https://www.aviationpros.com/airports/press-release/12361891/boise-airport-boi-boise-airport-uses-solar-power-for-hot-water-system>  
Colectores solares en los puntos de ingreso al aeropuerto comercial y militar de Boise, en Idaho, EE.UU. En los meses fríos, el agua caliente generada en exceso por estos calefactores solares se deriva para complementar la calefacción del aeropuerto en otras áreas.

## **Biomasa**

La biomasa es el conjunto de residuos orgánicos que, por medio de un proceso de fermentación anaeróbica en sistemas cerrados desprende gases (por ej., metano) que pueden ser usados para generar energía. El biogás producido es usado como combustible de modos muy diversos: puede servir para hornos de cocinas, para motores (en cuyo caso se almacena comprimido, al estilo del GNC), etc. Una vez que ya desprendieron el gas, los barros que resultan de la fermentación son usados como fertilizante en parques, jardines y cultivos.

La generación de biogás puede ocurrir a partir de una amplia gama de residuos orgánicos. Un aeropuerto, por ejemplo, puede obtener biogás a partir de los residuos de poda de árboles de sus parques y áreas vecinas, de los residuos alimenticios de comedores de los trabajadores y de los comercios gastronómicos, e incluso de otros tipos de barros orgánicos resultantes de su actividad.



*Figura 14 Aeropuerto de Stansted, en Londres, Reino Unido*

Fuente: <https://www.advantageaustria.org/gb/oesterreich-in-united-kingdom/news/lokal/2007-09-10-gilles.en.html>

La pequeña planta de biogás a partir de biomasa del aeropuerto de Stansted, en Londres, Reino Unido, genera 2 MW/h, cubriendo así una gran parte de la calefacción del aeropuerto desde el año 2008.

### **Generación de energía a partir de residuos CAT1 con sistemas “waste to energy”**

Como ya se ha visto en una sección anterior, los residuos de cabina y otros provenientes de los vuelos internacionales (“deplaned waste”) están sujetos a normas específicas de SENASA y deben ser objeto de tratamiento especial, con el fin de evitar la potencial diseminación de enfermedades infectocontagiosas. En las normas internacionales este tipo de residuos es clasificado como material de alto riesgo “CAT 1” (categoría 1). Dicho tratamiento implica su inertización biológica por medio de autoclaves o directamente su incineración en hornos especiales, para evitar que ingresen a cualquier circuito de separación y reciclado.

El producto de esa incineración también puede generar energía bajo condiciones controladas especiales (hornos herméticos con sistemas específicos de filtros y de recolección de los gases generados por la combustión). Son los sistemas conocidos con el nombre “waste to energy”. Algunos aeropuertos internacionales con un alto volumen de vuelos aplican estos sistemas para este tipo de residuos, provenientes por ejemplo del catering de

los vuelos, en un circuito de tratamiento completamente separado. De este modo se podrían reducir, costos y emisiones GEI que antes generaba su transporte hasta los sitios especiales de tratamiento.



*Figura 15 Aeropuerto de Gatwick, en Londres, Reino Unido.*

Fuente: <https://www.tidyplanet.co.uk/flying-example-gatwick-airports-waste-management-strategy-closed-loop-role-model/>

El sistema "Waste to Energy" del aeropuerto de Gatwick, en Londres, Reino Unido, genera energía con el 20% de sus residuos -unas 10 Tn/día- provenientes de las cabinas de los vuelos y otros materiales clasificados CAT1. El otro gran aeropuerto de Londres, Heathrow, también usa este sistema para recuperar energía de los residuos CAT1 y otros que no pueden ser separados y reciclados.

## **Energía eólica**

La potencia del viento es uno de los factores más importantes en el progreso que han tenido las energías renovables en los últimos años. Para captar mayores caudales de viento los aerogeneradores tienen sus turbinas cada vez más altas, gracias a su construcción con materiales cada vez más livianos y resistentes.

Como los aeropuertos suelen tener predios con grandes áreas no ocupadas, algunos han optado, en áreas con vientos adecuados, por utilizar estos sistemas. Pero como las altas turbinas de eje horizontal podrían interferir en el espacio aéreo, es estrictamente necesaria una revisión previa por parte de la autoridad aeronáutica antes de diseñar proyectos de este tipo en las cercanías de un aeropuerto. Ello no significa que se encuentra prohibida su instalación, sino que la misma deberá cumplir ciertos recaudos, relacionados con la ubicación, demarcación,

etc. a fin de que no se vea afectada la operación del aeropuerto. Otro efecto contrario que han evidenciado este tipo de instalaciones se trata de afectaciones a las comunicaciones y a las coberturas de ciertos radares con tecnologías antiguas. Bajo la adopción de los recaudos citados, y dada la potencia que pueden generar en ciertas regiones geográficas, los aerogeneradores pueden ser una opción útil en ciertos aeropuertos.



*Figura 16 Aeropuerto inglés de East Midlands*

Fuente: <https://edition.cnn.com/travel/article/galapagos-ecological-airport-wind-and-solar-power/index.html>

El aeropuerto inglés de East Midlands es neutro en carbono desde 2012. Entre otros recursos para lograrlo apeló a la energía eólica, instalada fuera del espacio asignado a la aeronavegación.

No todos los aerogeneradores tienen esos problemas. El desarrollo tecnológico de aerogeneradores de eje horizontal más pequeños, o los de eje vertical, permiten captar viento para producir energía eléctrica sin esos inconvenientes, aunque su potencia es menor y, por lo tanto, suelen formar parte de instalaciones en serie.



*Figura 17 Aeropuerto Internacional Logan de Boston, Massachusetts, EE.UU.*

Fuente:<https://edition.cnn.com/travel/article/galapagos-ecological-airport-wind-and-solar-power/index.html>

Pequeños aerogeneradores de eje horizontal en el Aeropuerto Internacional de Logan, EE.UU. Estas pequeñas eólicas mantienen cargadas las baterías de los sistemas vitales de control y ayuda de aeronavegación en caso de que el aeropuerto sufra desconexiones de la red.



*Figura 18 Aerogenerador de eje vertical*

Fuente: [www.renewableenergyworld.com](http://www.renewableenergyworld.com)

Los aerogeneradores de eje vertical suelen producir menos ruido de baja frecuencia que las grandes turbinas eólicas y su menor altura evita la potencial interferencia en la aeronavegación, un factor que limita el uso de la energía del viento en los entornos aeroportuarios. Su utilización aún se encuentra en estado experimental, como en el caso del aeropuerto de Bristol, Reino Unido.

### **2.8.3 El uso de combustibles de fuentes renovables en la actividad aeronáutica.**

Sin perjuicio de que las alternativas relacionadas con tecnologías de propulsión limpia, como por ejemplo aviones impulsados por electricidad o combustibles de hidrógeno líquido, se encuentran en desarrollo, lo cierto es que sus resultados probablemente no estén listos antes del año 2030. Durante la última década, se ha observado un avance en el desarrollo de biocombustibles para la aviación provenientes de materia prima vegetal para reducir las emisiones de GEI.

Estos combustibles son obtenidos de fuentes distintas al petróleo como, por ejemplo, de biomasa, aceites, bioetanol, o del reciclado de residuos u otros recursos renovables. Para ser utilizados en la actividad aeronáutica deben pasar estrictos controles que certifiquen que su nivel de combustión es comparable con el comportamiento que tienen los combustibles fósiles. La OACI ha designado a este tipo de combustibles como “alternativo” o “sustentables” y lo ha definido como cualquier combustible que tenga el potencial de generar menores emisiones de carbono que el combustible convencional en el análisis de su ciclo de vida.

La “American Society for Testing and Materials” (ASTM) ha desarrollado estándares para aprobar y certificar estos nuevos combustibles sustentables. Hasta el momento son contadas las iniciativas de producción que han podido pasar los exámenes y todas ellas siguen utilizando al menos 50 % de combustible fósil mezclado con los nuevos. El desafío en este estado germinal del desarrollo de nuevas tecnologías en materia de combustibles provenientes de fuentes renovables se centra en transitar del estado de proyectos piloto a una producción de escala comercial que pueda abastecer al mercado a precios competitivos con los combustibles fósiles tradicionales. Por esta y otras razones, este tipo de energía no se encuentra entre las opciones disponibles en la actualidad en nuestros aeropuertos.

## **2.9. Gestión de Sitios Contaminados**

### **2.9.1. Conceptos básicos**

No existe uniformidad normativa en nuestro país respecto de los conceptos fundamentales relacionados con la gestión de sitios contaminados. De un análisis integral de normativa vigente a nivel provincial, nacional e internacional, se hallaron conceptos comunes a determinadas definiciones y criterios básicos, los cuales se adoptan en este manual para su gestión en el ámbito aeroportuario y aeronáutico.

A partir de ello, se adoptan las siguientes definiciones:

- **Sitio contaminado:** área o parte de un inmueble o conjunto de inmuebles junto con sus componentes, suelo, subsuelo y/o agua subterránea que han sido alterados negativamente en sus características químicas, biológicas o físicas por la presencia de sustancias contaminantes de origen antrópico, en concentraciones tales que, en función del uso actual o proyectado para ese sitio y sus alrededores, comporta un riesgo para la salud humana y/o el ambiente.
- **Sitio potencialmente contaminado:** todo sitio en el cual se documente el hallazgo de signos o indicios evidentes y justificables de contaminación y que, por sus antecedentes, resulte necesario confirmar o

descartar la existencia de sustancias contaminantes en concentraciones que superen los criterios establecidos por norma.

- **Sustancias contaminantes:** agentes, sustancias o combinaciones de sustancias que, presentes en el ambiente en determinadas concentraciones o cantidades, son susceptibles de ocasionar efectos adversos en la salud o el ambiente.
- **Niveles guía de calidad ambiental:** nivel orientativo de concentración de una sustancia en el suelo, subsuelo y/o agua, que se ha determinado de forma genérica en base a estudios de riesgo para la salud humana o ecosistemas, por debajo del cual se considera al riesgo como aceptable.
- **Nivel de fondo:** concentración media de una o más sustancias presentes en el ambiente, cuya presencia no es atribuible a la fuente de contaminación propia del sitio, sino que se encuentra originada en las formaciones naturales o bien en fuentes antrópicas ajenas al sitio.
- **Análisis de riesgo ambiental:** proceso cuya finalidad es la identificación y evaluación cuantitativa de los riesgos que la presencia de sustancias contaminantes puede suponer para la salud humana y el ambiente.
- **Riesgo ambiental:** probabilidad o posibilidad de que una o más sustancias contaminantes presentes en un sitio entren en contacto con un receptor y provoquen un efecto adverso sobre él.
- **Recomposición ambiental:** es el procedimiento tendiente para devolver a un sitio impactado negativamente al estado anterior a la condición de ese daño.
- **Remediación ambiental:** tarea o conjunto de tareas a desarrollarse en un sitio contaminado que tiene como finalidad la recomposición del daño ambiental ocasionado. Ellas pueden implicar la reducción de las concentraciones de una o más sustancias contaminantes en los medios físicos que componen el sitio, por medio del establecimiento de controles físicos de carácter permanente o restricciones respecto del uso del sitio que reduzcan o eliminen el potencial de exposición a una o más sustancias contaminantes.
- **Sanearamiento:** constituye el restablecimiento de condiciones sanitarias de un sitio que requiere una intervención menor a la prevista para la técnica de remediación ambiental en tanto sus niveles de riesgo no presentan la misma entidad que la pasible de remediación.
- **Plan de remediación ambiental:** instrumento de gestión ambiental que tiene por finalidad la remediación ambiental, en el cual se establecen los tipos de acciones a aplicar de acuerdo con los niveles de recomposición específicos establecidos para cada sitio contaminado.
- **Nivel de remediación específico:** grado de concentración de una sustancia en el suelo, subsuelo y/o agua subterránea, el cual constituye el estándar de calidad a alcanzar en la remediación ambiental a fin de garantizar niveles de riesgo aceptables.

- **Investigación ambiental del sitio:** Secuencia metodológica y operativa de complejidad creciente cuyos fines son determinar la presencia de sustancias contaminantes y su respectiva magnitud y distribución espacial en un sitio y sus alrededores, identificar las fuentes que pudieran originarlas, describir los posibles mecanismos de dispersión y afectación, e identificar los receptores humanos y ecológicos potencialmente afectados.
- **Sitio remediado:** sitio que, habiendo sido previamente declarado como contaminado, fuere sometido a acciones de remediación ambiental, alcanzando los objetivos comprometidos en el Plan de Remediación.
- **Compensación ambiental:** conjunto de medidas y acciones de restauración y conservación, según sea el caso, generadoras de beneficios ambientales a fin de mitigar los efectos nocivos de la contaminación, con miras a mantener la funcionalidad de los ecosistemas.

### 2.9.2. El descubrimiento de un posible hecho de contaminación

El primer aviso respecto de la existencia de un sitio potencialmente contaminado puede provenir por las más variadas e imprevisibles vías. La contaminación ambiental suele ser de difícil detección, por lo que su hallazgo inicial o primera manifestación puede surgir de inspecciones, auditorías, denuncias, etc., de las que se desprendan indicios o presunciones respecto de los cuales será necesario profundizar el estudio para identificar precisamente posibles sitios contaminados.

Es aconsejable para la detección temprana de hechos de contaminación, el establecimiento de redes de pozos freáticos colocados estratégicamente en las cercanías de los sectores donde se desarrollen actividades potencialmente riesgosas para el ambiente. A partir del establecimiento de esa red de pozos, se podrán realizar en ellos campañas de monitoreo periódicas que permitirán descubrir variaciones en aguas subterráneas que resulta ser uno de los indicios más preponderantes de hechos de contaminación.

Particularmente, una de las actividades que mayor riesgo puede presentar dentro de los aeropuertos, es el transporte, almacenamiento y despacho de combustible. En todos los aeropuertos existen parques de tanques subterráneos o aéreos de almacenamiento de combustible, que se encuentran sometidos a auditorías periódicas realizadas bajo el control y normativa de la Secretaría de Energía de la Nación.

También son importantes las obligaciones que las mismas normas establecen en relación con este tipo de establecimientos, a fin de que inmediatamente denuncien ante las diferentes autoridades cualquier tipo de derrame de sustancias o contingencia ocurrida en el desarrollo de sus actividades.

Por último, pueden ocurrir situaciones en que los diferentes prestadores de servicio aeroportuarios identifiquen sitios potencialmente contaminados o situaciones que pueden haber dado lugar a contaminación en el giro de sus actividades. Resulta una obligación poner en conocimiento inmediato al concesionario o explotador del aeropuerto a fin de que conjuntamente se adopten las tareas correspondientes.

En conclusión, todas las formas que se implementen para la detección de posibles sitios contaminados son de utilidad para luego dar paso a las siguientes etapas relacionadas con su caracterización, dimensionamiento y posterior recomposición.

Inspecciones, obligaciones de denunciar, auditorías propias, monitoreos en pozos freáticos y cateos en suelo, son instrumentos que pueden ser sistematizados para una pronta identificación de posibles hechos de contaminación. El uso de nuevas tecnologías como por ejemplo fotos satelitales también resulta de suma utilidad en esta tarea.

### **2.9.3. La identificación y caracterización del sitio**

En aquellos casos donde los indicios y presunciones indican que se podría estar en presencia de un sitio contaminado es necesario desarrollar estudios detallados sobre el suelo, aguas u otras fuentes para confirmar la presencia o ausencia de contaminación.

Los estudios técnicos suelen determinar la extensión de la “pluma” de contaminación en 3 dimensiones, generando hipótesis sólidas sobre sus responsables y estableciendo su extensión, área y profundidad de afectación.

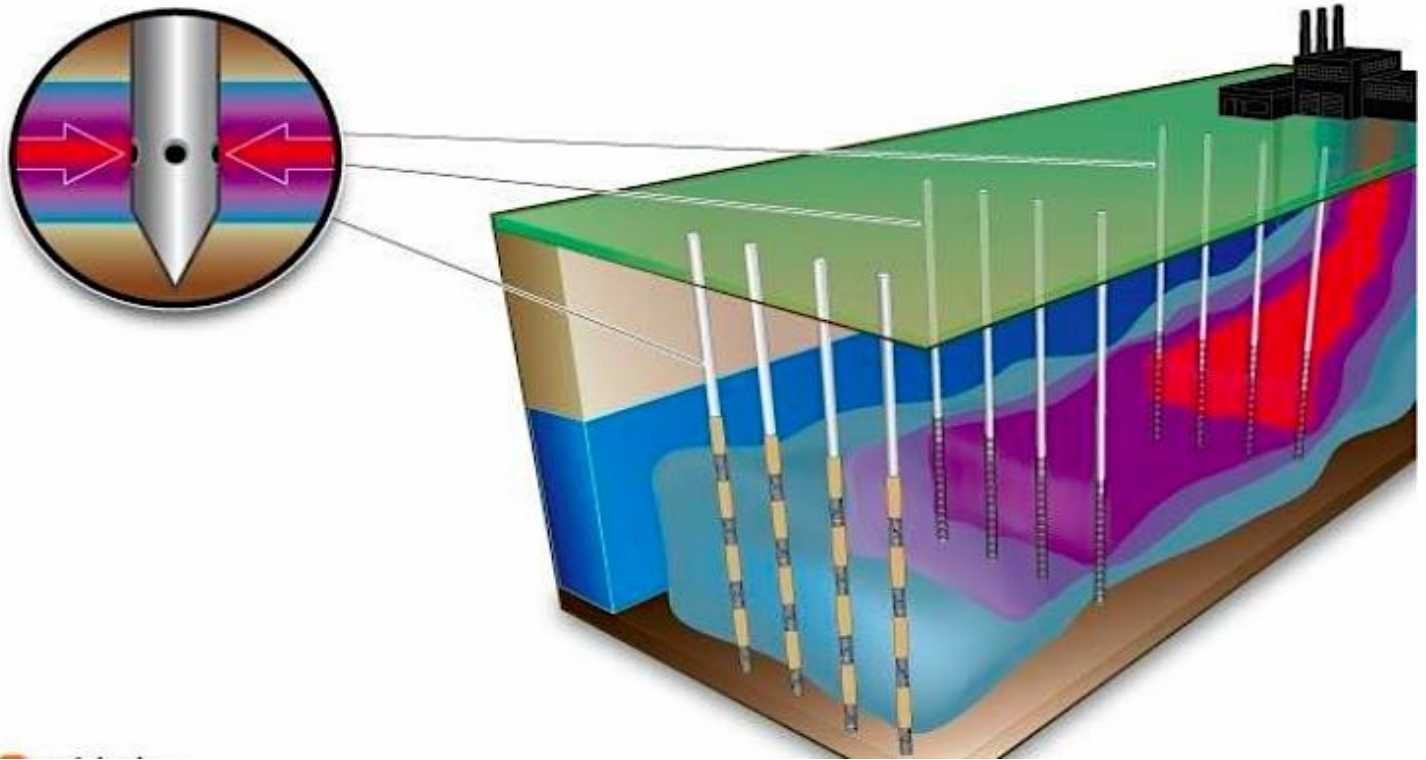


Figura 19 "Pluma" de contaminación en tres dimensiones

Fuente: [www.solinst.com](http://www.solinst.com)

#### 2.9.4. La relevancia del uso del sitio y sus alrededores

Tanto la definición de un sitio contaminado, como los objetivos para la recomposición de uno ya declarado como tal, están íntimamente asociadas al uso actual y futuro. Los niveles guías de calidad en todas las legislaciones que regulan al respecto, diferencian concentraciones aceptadas para lugares donde se desarrollan o se prevé desarrollar actividades agrícola-ganaderas, industriales, o establecer zonas residenciales.

Particularmente esta situación resulta ser relevante en áreas aeroportuarias, dado que el uso del suelo que deberá considerarse para las evaluaciones que correspondan, será por defecto el uso industrial aeroportuario. Solo excepcionalmente y a partir de una detallada fundamentación de las características de la contaminación identificada, debería ser utilizado otro parámetro diferente al establecido para zonas industriales exclusivas.

#### 2.9.5. Los niveles guía de calidad ambiental

En la actualidad, las Jurisdicciones, a la hora de establecer los niveles de calidad aceptables como objetivo de recomposición, se basan en estándares propios definidos para el uso del recurso o, en su defecto, en niveles guía de normativa existente.

Se sugiere desarrollar:

- Evaluación Ambiental de un Sitio.
- Acciones Correctivas basadas en Riesgo
- Plan de recomposición ambiental

## **2.10. Estudios de Impacto Ambiental asociados a obras aeroportuarias**

El presente capítulo tiene por objetivo brindar una guía de buenas prácticas para la elaboración de estudios de impacto ambiental para proyectos aeroportuarios y vinculados a la actividad aeronáutica, con la finalidad de identificar, evaluar y mitigar los posibles impactos que este tipo de proyectos particulares pudieran causar sobre el medio biofísico y socioeconómico.

La evaluación ambiental es una herramienta dinámica siempre sujeta a mejoras y por ende a modificaciones de los marcos normativos que la regulan.

las principales tendencias a nivel internacional en términos de sus marcos regulatorios son:

- Ampliación de los requisitos de participación pública en los procedimientos de evaluación de impacto ambiental, en ciertos casos, con disposiciones específicas sobre pueblos indígenas.
- Mayor atención a impactos vinculados al cambio climático y sobre la salud humana.
- Focalización en el seguimiento del proyecto y la gestión adaptativa.
- Consideración de la incorporación de la jerarquía de mitigación.

La previsión de potenciales impactos en todas las etapas del ciclo de un proyecto aeroportuario llevará a una mejor prevención y adopción de las medidas adecuadas en forma temprana.

### **2.10.1. Aspectos específicos de la actividad aeroportuaria**

Las ubicaciones aeroportuarias no han sido siempre planificadas de manera coordinada con el desarrollo urbano local y viceversa. Ello es fuente permanente de revisiones a fin de extremar los cuidados de una actividad que requiere operar bajo ciertas condiciones de seguridad que implican restricciones a determinadas actividades que alcanzan al aeropuerto y también a su entorno.

El ámbito aeroportuario ha sido tradicionalmente revestido de ciertas excepcionalidades que han permitido y autorizado regulaciones específicas a la materia por parte de organismos especializados, los cuales han asumido ciertas competencias - incluso ambientales - con la finalidad de actualizar sus prácticas a las legislaciones más modernas. Algunas de esas competencias se asumieron en el tiempo, como derivación de normas internacionales específicas (normas OACI) y otras, a fin de cubrir un ámbito competencial que no tenía regulada esa materia.

El ámbito aeroportuario, además, reviste tal nivel de especificidad y complejidad que ha merecido en algunos países asignaciones o delegaciones de competencias vinculadas a la materia ambiental hacia autoridades sectoriales. Así, otro país de estructura federal como Estados Unidos de América y, en el marco de la National Environmental Policy Act (NEPA) permite a la Autoridad Federal de Aviación (Federal Aviation Authority – FAA) una serie de competencias asociadas a la calificación de proyectos y actividades pasibles de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). La Orden 1.050 de la FAA establece criterios de categorización para clasificar proyectos y determina el listado de categorías, impactos y acciones de mitigación conforme a las temáticas involucradas. En esa norma se especifican criterios para ponderar el trámite al que debe someterse un proyecto y permite a la FAA categorizar el mismo, siempre conforme a los lineamientos dados por la Orden 1.050 los cuales se ajustan a lo dispuestos por la NEPA.

## **2.10.2. Contenidos para un estudio de impacto ambiental (EsIA) de un proyecto**

Se presenta en los apartados siguientes, a modo orientativo, la estructura y contenidos para un estudio de impacto ambiental de un proyecto aeroportuario y de la actividad aeronáutica. Los aspectos considerados se deberán adecuar en función del proyecto (nuevo aeropuerto/ ampliación/ nuevas rutas) y su emplazamiento particular (sensibilidad ambiental).

### **Presentación del EsIA y el proyecto**

En este punto se incluyen los objetivos y justificación del proyecto, así como el alcance de este (ej. construcción de un nuevo aeropuerto, ampliación del aeropuerto, construcción de una nueva obra dentro de un aeropuerto existente, etc.). Presenta la información sobre el proponente del proyecto y encuadre institucional, el equipo de profesionales responsables de la elaboración del EsIA, incluyendo responsabilidades y áreas temáticas de intervención, y referencia a su inscripción en el registro de consultores correspondiente.

### **Descripción del proyecto**

Este apartado deberá contener las principales acciones que se llevarán a cabo en las distintas etapas del proyecto: construcción, operación, mantenimiento y cierre o abandono. La descripción del proyecto deberá contemplar, al menos, las siguientes variables:

- Objetivos y justificación de la necesidad del proyecto, considerando el tráfico aéreo previsto que fundamenta el proyecto.
- Localización y delimitación del terreno. Cartografía y planimetría.
- Memoria técnica descriptiva de detalle, considerando, a modo ejemplo alguna de estas variables:
  - Magnitud y características de los movimientos de suelo.
  - Superficies ocupadas diferenciando edificaciones, pavimentaciones, zonas compactadas y terreno natural.
  - Localización, longitud, número y superficie de las pistas.
  - Localización, número y superficie de las plataformas.
  - Localización, número y superficie de las calles de rodaje.
  - Sistemas de drenaje para captación de aguas pluviales.
  - Plantas de tratamiento para aguas cloacales.
  - Características de los tendidos eléctricos y otras infraestructuras lineales.
  - Ubicación de los depósitos de combustible.

- Disposición y características de los edificios y estructuras del área tierra (altura, superficie ocupada, diseño cromático, etc.).
- Sistemas de iluminación de aproximación.
- Descripción de los sistemas de barrera y vallados.
- Delimitación de la superficie ocupada para estacionamiento de vehículos.
- Descripción y dimensionamiento de las infraestructuras anejas al aeropuerto.
- Localización y dimensiones de las zonas de extracción y tratamiento de áridos.
- Ubicación y magnitud de las canteras necesarias.
- Plantas de hormigonado previstas y su emplazamiento.
- Lugares de estacionamiento de la maquinaria pesada y localización de obradores.
- Lugares de almacenamiento de materiales, combustible, etc.
- Localización de vertidos de las plantas de hormigón y asfaltos, así como de los demás residuos de la obra.
- Cronograma de ejecución de las actividades del proyecto.
- Mano de obra e insumos requeridos para la ejecución del proyecto.

Se debe considerar que la instalación y funcionamiento de un aeropuerto registra como aspectos ambientales más característicos a los siguientes:

- **Aspecto territorial:** las instalaciones aeroportuarias, para el normal desarrollo de su actividad, necesitan una vasta extensión de suelo y unas condiciones muy específicas, razón por la cual su localización está condicionada por la disponibilidad de esas extensiones y su entorno está condicionado por las restricciones vinculadas a la seguridad.
- **Ruidos y vibraciones:** el funcionamiento de un aeropuerto trae consigo niveles de ruido elevados y, eventualmente, molestos o nocivos para las comunidades que viven o trabajan en zonas próximas a los aeropuertos y a las trayectorias de los vuelos. La contaminación acústica constituye un elemento central en todo EIA de esa actividad.
- **Riesgo aviar:** la existencia de cierta cantidad de aves o elementos naturales atractivos para las aves en las proximidades de un aeropuerto implica un riesgo para la seguridad dada la posibilidad de colisión con las mismas. Atender al entorno aeroportuario es indispensable a fin de evitar ese riesgo.
- **Incompatibilidades con la gestión del uso del suelo local:** el crecimiento urbano formal o informal en sectores cercanos a un aeropuerto, la necesidad de suelo y las restricciones y servidumbres que

acompañan a la actividad y a estas infraestructuras aeroportuarias, pueden entrar en conflicto con los ordenamientos territoriales locales y requiere de coordinación y planificación conjunta.

### **Evaluación ambiental de alternativas**

Corresponde en este punto presentar las alternativas evaluadas, incluida la alternativa de no desarrollar el proyecto. Se debe describir la metodología utilizada, justificar la alternativa elegida con el propósito y la necesidad de esta. Deben señalarse también, los ajustes realizados al proyecto como consecuencia de consideraciones ambientales, así como identificar las medidas adoptadas para evitar y/o minimizar impactos, propios de la fase preventiva de la jerarquía de mitigación.

### **Marco normativo e institucional**

Se deberá identificar y analizar el marco normativo aplicable al proyecto en materia ambiental a nivel internacional, nacional, provincial y municipal, según el caso. A su vez, se deberán considerar los permisos necesarios que se deberán tramitar tanto para la etapa de construcción como para la etapa de operación.

El apartado deberá ser conciso y claro, evitando la transcripción de las leyes, decretos y ordenanzas consideradas, haciendo foco en lo relevante para el proyecto en cuestión. Se podrá realizar una matriz legal con el listado de la normativa aplicable. En el caso de que el proyecto sea financiado por organismos de financiamiento internacional (Banco Mundial, Banco Interamericano de Desarrollo, etc.), se deberán tener en cuenta los estándares y salvaguardas de dichos organismos.

### **Alcance de la evaluación y aspectos metodológicos. Definición del área de estudio y área de influencia**

Se debe describir la metodología del EsIA, y las fuentes de información secundaria y primaria utilizadas, incluyendo la consulta a expertos.

Se deberá definir el área de estudio y luego las áreas de influencia del proyecto considerando: área operativa (AO), área de influencia directa (AID), área de influencia indirecta (AII) para cada componente/s ó proceso/s en función de los impactos identificados.

### **Diagnóstico ambiental o línea de base ambiental**

La línea de base deberá contener un diagnóstico de los siguientes componentes:

- **Medio físico:** meteorología, clima (eventos extremos, cambio climático y proyecciones), atmósfera (ruido, vibraciones, calidad del aire), hidrología, hidrogeología, geomorfología y suelo.

- **Medio biótico:** regiones o dominios naturales, comunidades, humedales, fauna (ictiofauna, avifauna, riesgo aviar, etc.) y flora, considerando endemismos, abundancia, diversidad, especies protegidas, especies en peligro, especies exóticas invasoras, hábitats críticos para la conservación, áreas naturales protegidas y otros sitios de importancia para la conservación (nacionales y/o municipales) como sitios, Reservas de Biósfera, Parques Nacionales, Áreas Protegidas.
- **Medio socioeconómico:** población (composición y distribución, densidad poblacional, tasa de crecimiento, movimientos migratorios, pueblos originarios), condiciones de vida (tasas de empleo y desempleo), caracterización de la población económicamente activa, pobreza, tipología de viviendas, educación (nivel de educación alcanzado, sistema educativo), salud (factores de riesgo, infraestructura local, servicios de emergencias) y servicios públicos (infraestructura sanitaria: agua potable, saneamiento, residuos). Además, deberá contener servicio de energía eléctrica, gas, transporte y conectividad (infraestructura, vías de acceso), seguridad pública, actividades económicas (producción primaria, secundaria, terciaria), usos del suelo, patrimonio arqueológico, histórico y arquitectónico.

### **Identificación y evaluación de impactos ambientales**

En este apartado se deberá incluir la identificación, valoración y evaluación de los impactos ambientales positivos y negativos que producirá la obra y actividad considerada sobre el ambiente y la calidad de vida de la población. Para la identificación de los impactos ambientales se enumeran los factores del ambiente que resultan afectados por las actividades del proyecto en cuestión, teniendo que considerarse todos los componentes de la línea de base ambiental. Para el análisis de los impactos ambientales se deberán tener en cuenta los principales factores ambientales (por ej. ruido, contaminación atmosférica y riesgo aviar) que condicionan el desarrollo de un aeropuerto.

Se deben considerar todas las etapas del ciclo de vida del proyecto: construcción, operación, mantenimiento y cierre o abandono. Se deben describir las metodologías de identificación, valoración y evaluación de impactos utilizadas.

El análisis de impactos debe incluir aquellos que son acumulativos y sinérgicos. Por otra parte, deben incluirse las metodologías y procedimientos utilizados, así como las implicaciones de sus efectos ambientales.

El EsIA debe de considerar, a la hora de contemplar el impacto global de un aeropuerto, toda una amplia gama de actividades inducidas, de las cuales a título indicativo cabe citar las siguientes:

- Presencia de nuevas infraestructuras de tipo lineal.

- Construcción de nuevas edificaciones.
- Incremento de zonas industriales.
- Desarrollo de determinadas actividades turísticas estacionales.
- Aumento del tráfico en las zonas de acceso y sus problemas derivados.

### **Medidas de mitigación**

Para el abordaje de las medidas de mitigación se deberá tener en cuenta el principio de jerarquía de mitigación, el cual tiene como objetivo en primer lugar evitar los impactos, si estos no pueden evitarse debe contemplarse minimizarlos o restaurarlos, y agotadas estas instancias, deben compensarse los impactos significativos residuales.

En los distintos apartados de este Manual, se presentan detalles sobre posibles medidas para la gestión ambiental de impactos asociados a proyectos aeroportuarios.

### **Plan de Gestión Ambiental**

En este apartado se deberá establecer cómo se implementarán las **medidas de mitigación** identificadas dentro de distintos programas y subprogramas temáticos por etapa del proyecto (construcción, operación, mantenimiento y cierre), según actividades y/o componente del medio biofísico y social. Entre ellos y a modo de ejemplo, alguno de los siguientes:

- Programa de coordinación institucional (ver sección 2.1 y 2.11);
- Programa de instalación del obrador;
- Programa de material producido;
- Programa de ruidos y vibraciones (ver sección 2.2);
- Programa de material particulado;
- Programa de emisiones gaseosas (ver sección 2.3);
- Programa de efluentes líquidos (ver sección 2.7);
- Programa de residuos sólidos urbanos (ver sección 2.6);
- Programa de residuos peligrosos (ver sección 2.6);
- Programa de paisajismo (ver sección 2.4);
- Programa de biodiversidad (ver sección 2.4);
- Programa de contingencias (ver sección 2.4);
- Programa de capacitación al personal (ver sección 2.11);

- Programa de información y comunicación a la comunidad (ver sección 2.11);
- Programa de patrimonio cultural;
- Programa de cierre del obrador; y
- Programa de compensaciones.

## **2.11 Capacitación al personal y comunicación a la comunidad**

El objetivo de este apartado es brindar un marco tanto para generar y articular los mecanismos de comunicación a la comunidad sobre las buenas prácticas ambientales llevadas a cabo dentro del aeropuerto, como para capacitar al personal clave sobre los programas, actividades y acciones relevantes que componen la gestión ambiental integral del aeropuerto. Se sugiere que el explotador aeroportuario brinde todos los recursos económicos, físicos y humanos para garantizar la eficacia de las herramientas de comunicación y capacitación destinadas a la comunidad circundante y al personal respectivamente.

Evaluar el contexto social en el entorno aeroportuario permite comprender los riesgos que afectan a los diferentes grupos sociales y las necesidades y prioridades locales. Esto es fundamental para el desarrollo sustentable de un aeropuerto, ya que, de existir preocupaciones ambientales respecto a la expansión de la actividad, se podrá trabajar en subsanarlas. Es importante evaluar si existen grupos más vulnerables que otros a los impactos ambientales negativos cerca del entorno aeroportuario.

Como primer paso, se propone garantizar la implementación de todas las medidas de mitigación para disminuir los impactos ambientales que puedan afectar a la comunidad y minimizar el número de personas afectadas. El monitoreo continuo y transparente de los planes y programas ambientales es esencial para evaluar el desempeño del aeropuerto con relación a los factores ambientales y la efectividad de las medidas llevadas a cabo.

Para disminuir la incertidumbre, y promover la aceptación por parte de la comunidad local de los planes de desarrollo aeroportuario, es recomendable entablar con la comunidad local una relación basada en la confianza y transparencia a lo largo del tiempo y desde el inicio del ciclo de vida del proyecto y/o de la explotación (Environmental Sustainability Measures for Airports, Maha Mousavi Sameh & Juliana Scavuzzi, 2016). En este sentido, el DOC 9184 del “Manual de Planificación de aeropuertos” de la OACI, establece que los explotadores aeroportuarios deberían comprometer a la comunidad circundante del entorno aeroportuario. Para ello, estos deberían brindar información sobre las actividades relacionadas con la gestión ambiental del aeropuerto con el fin de fomentar su apoyo tanto para la operación aeroportuaria como para el desarrollo y crecimiento del aeropuerto.

El Acuerdo de Escazú define a la información ambiental como “cualquier información escrita, visual, sonora, electrónica o registrada en cualquier formato, relativa al medio ambiente y sus elementos y a los recursos naturales, incluyendo aquella que esté relacionada con los riesgos ambientales y los posibles impactos adversos asociados que afecten o puedan afectar el medio ambiente, así como la relacionada con la protección y la gestión ambiental”. A su vez, establece que es de gran importancia garantizar los recursos que pongan a disposición del público y difundan la información ambiental de manera sistemática, temprana, proactiva, regular, accesible y comprensible, actualizando periódicamente la misma cuando sea necesario.

Los resultados de las evaluaciones de la implementación de las medidas de mitigación deberán ser transparentes, de fácil acceso para cualquier persona, con el objetivo de adquirir y mantener la confianza de la comunidad local, disminuyendo de este modo la oposición a una posible expansión futura. Se sugiere contar con un software que comunique la información respecto de las actividades y programas ambientales llevados a cabo por el explotador aeroportuario con el objetivo de brindar información de manera rápida y sencilla. Tanto la AHAC, así como el INSEP deberán contar con acceso a esta base de datos.

Se recomienda realizar talleres para la comunidad, garantizando la representación y participación de las diferentes partes interesadas. Es relevante que el proceso de participación sea transparente, accesible, equitativo, diverso e inclusivo. La información brindada en los talleres deberá ser accesible a toda la comunidad, garantizando la representatividad de todos los sectores afectados. La evaluación de los resultados obtenidos a través de la implementación de programas de participación comunitaria, es fundamental para tomar las medidas de integración necesarias. El informe de las actividades de intercambio con la comunidad, así como también las consultas recibidas se deberán ser registradas a fin de evaluar la implementación del plan de comunicación.

Asimismo, se recomienda garantizar un canal de comunicación eficiente para recibir consultas de la comunidad circundante de una forma inclusiva, transparente y eficaz. Para ello se deberá contar con una línea telefónica de atención permanente y una dirección de correo electrónico, en donde tanto usuarios como personas de la comunidad puedan elevar sus inquietudes respecto de la gestión ambiental del aeropuerto y de las medidas tomadas para minimizar los impactos ambientales que genera la actividad. Se recomienda que exista un apartado en la página web donde hacer consultas online a través de un formulario. Se sugiere que la información solicitada a través del formulario no demore en ser contestada por el área correspondientes no más de 20 días corridos. Se recomienda tener un registro de todas las consultas con nombre, apellido, fecha, dirección, teléfono, e-mail, consulta y respuesta, estipulando además si corresponde un seguimiento de la consulta y profundización de las respuestas a futuro. Todo el material de consulta, así como las respuestas brindadas y las

acciones generadas para mitigar los diferentes impactos ambientales, servirán como herramienta para elaborar un manual de preguntas frecuentes que agilizará la tarea de información y comunicación con la comunidad.

Dentro de aeropuerto, se sugiere utilizar distintos medios y herramientas de comunicación como dípticos, afiches, volantes informativos y banners. Por otro lado, se deberán crear y fortalecer las capacidades del personal en relación con las buenas prácticas ambientales. La capacitación permitirá no solamente mejorar la implementación de las acciones y actividades ambientales sino también mejorar la recopilación, monitoreo y evaluación de los programas. Se recomienda establecer un programa de capacitación por año calendario, identificando previo al inicio de este, el número de capacitaciones programadas, fecha aproximada, el contenido de estas y el lugar en donde se llevarán a cabo.

Se recomienda realizar capacitaciones sobre buenas prácticas de gestión ambiental en la operación del aeropuerto, gestión del impacto acústico, contaminación atmosférica, sistemas de control de fauna y riesgo aviario, planes de contingencia, gestión de residuos, gestión integral de las aguas y gestión de la energía. Las capacitaciones deberán ser brindadas por profesionales capacitados en la materia, con antecedentes verificables. Se sugiere llevar un registro de la lista de participantes a las capacitaciones, fecha de realización de estas, contenidos brindados y documentación fotográfica de la actividad, junto con un breve informe para realizar el seguimiento de la implementación del programa. A su vez, se podrá incorporar, una vez finalizado el programa de capacitación del año calendario, un sistema de evaluación para analizar los resultados de las actividades llevadas a cabo.

SAN PEDRO SULA, CORTES

01 de octubre de 2021

**Referencia:** MGAIA\_ VERSIÓN FINAL

---