

CRITERIOS PARA EL DESARROLLO DE UN AEROPUERTO VERDE

Working Paper

(Agosto 2017)

Oscar Díaz Olariaga

Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Santo Tomás. Bogotá (Colombia).

E-mail: OscarDiazOlariaga@usantotomas.edu.co

Juan Sebastián Salazar Henao

Facultad de Ingeniería Ambiental, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

Bogotá (Colombia). E-mail: juan.salazar-h@escuelaing.edu.co

RESUMEN

Un aeropuerto verde es aquel que hace un uso responsable de los recursos naturales necesarios para su funcionamiento, disminuyendo de esta manera el impacto de su actividad en su entorno y minimizando la emisión de gases de efecto invernadero. El concepto de aeropuerto verde no implica un rediseño o reconstrucción importante del aeropuerto, sino más bien un conjunto de acciones, paso a paso, para mejorar el desempeño ambiental de las operaciones aeroportuarias, las operaciones de transporte intermodal desde y hacia los aeropuertos y la infraestructura misma del aeropuerto. Otra premisa es que el desarrollo de un aeropuerto verde debe ser compatible (e incluso contribuir) a la eficiencia y la rentabilidad, de lo contrario, el aeropuerto podría perder competitividad. Y por otro lado, la implementación de estas acciones no es sólo responsabilidad del operador del aeropuerto, sino que también involucra a otros actores, principalmente a las autoridades públicas (local/regional/nacional). Para transformar un aeropuerto en "verde" el mismo debe trabajar sobre ciertos criterios que a su vez centran acciones en distintas áreas de desarrollo operativo del aeropuerto. Entonces, la presente investigación se enfoca en el análisis de las diferentes acciones en la áreas operativas y de gestión del aeropuerto que permiten el desarrollo de un aeropuerto verde.

Palabras clave: aeropuerto verde; aeropuerto sostenible; gestión ambiental de aeropuertos

1. INTRODUCCIÓN

El "aeropuerto verde" es aquel que ha sido diseñado y es operado y administrado de tal manera que su impacto ambiental es el mínimo posible haciendo su gestión de carácter "sostenible". Basándose tanto en nuevas tecnologías como en estrategias y metodologías, pretende asegurarse de que todos los recursos se utilizan y gestionan de la manera más eficiente posible para generar el menor impacto medioambiental y el mejor servicio a todos los grupos de interés (ICAO, 2016; Ferrulli, 2016; Janic, 2011; Daley, 2010; ACRP, 2008).

Como se verá a continuación, el concepto de aeropuerto verde no implica un rediseño importante del aeropuerto, sino más bien un conjunto de acciones para mejorar el desempeño ambiental de las operaciones aeroportuarias, el acceso terrestre al aeropuerto y la infraestructura del aeropuerto, en este sentido, un aeropuerto verde es el primer paso hacia un aeropuerto sostenible.

2. DESARROLLO CONCEPTUAL DE AEROPUERTO VERDE. METODOLOGÍA

El desarrollo metodológico comprende, en primer lugar, los procesos existentes en un aeropuerto para establecer una referencia para el desarrollo de un aeropuerto verde. En segundo lugar, se identifican las operaciones actuales del aeropuerto que generan un impacto en el medio ambiente y las medidas de mitigación adoptadas por los aeropuertos hoy en día. En tercer lugar, se describen los desafíos claves para conseguir un rendimiento medioambiental del aeropuerto tal que conduzcan a la generación de "cero" efectos ambientales. Y finalmente, se analizan aquellos aspectos adicionales que conducen a la transformación de un aeropuerto verde en sostenible, como son la función y conectividad social, y la generación de resiliencia territorial.

2.1. Procesos en el aeropuerto

2.1.1. Operaciones de despegue y aterrizaje

El ciclo estándar de despegue y aterrizaje comienza cuando el avión cruza la llamada zona de mezcla, en su aproximación al aeropuerto, pasando luego por su descenso, aterrizaje (en

pista), y carreteo (por calles de rodadura) hasta llegar y detenerse en su puesto de estacionamiento en plataforma. El ciclo se completa en el proceso de despegue, realizando la salida de plataforma, carreteo hasta la cabecera de pista y despegue (de Neufville y Odoni, 2013).

2.1.2. Operaciones de aeronaves en área de maniobras

La optimización de las operaciones en esta etapa es importante debido que los motores de las aeronaves tienen una baja eficiencia en las operaciones en tierra. Por lo general, cuando la aeronave debe abandonar la plataforma (para dar inicio a la operación de despegue) la misma es remolcada por unos vehículos especiales ("tractor de remolque") desde la misma plataforma hasta un punto en el área de maniobra en el cual la aeronave ya puede impulsarse por sí misma (de Neufville y Odoni, 2013; Janic, 2011).

2.1.3. Operaciones en plataforma

Una vez la aeronave se detiene en su puesto de estacionamiento en plataforma se inicia un conjunto de actividades (de servicios) en relación a la misma que se conoce con el nombre de "asistencia de aeronave en plataforma". Dichas actividades son (de Neufville y Odoni, 2013): a) guiado de atraque; b) embarque y desembarque de pasajeros y tripulaciones; c) carga y descarga de equipajes y mercancías; d) repostado de combustible; e) provisión de energía eléctrica; f) vaciado y limpieza de aguas residuales; g) vaciado y reposición de agua potable; h) limpieza de cabina y reposición de elementos de mayordomía; i) limpieza de cabina y reposición de elementos de catering; j) climatización de cabina; k) arranque de motores; l) remolcado del avión; m) deshielo.

2.1.4. Mantenimiento de aeronaves

En grandes aeropuertos existen ciertas instalaciones que se utilizan para proporcionar servicios de mantenimiento y reparación de aeronaves. Estas instalaciones suelen ser focos de generación de contaminación ambiental, sobre todo generación de residuos (industriales) y contaminación acústica.

2.1.5. Gestión de residuos y del agua

En un aeropuerto tipo las actividades que generan contaminación ambiental son (OACI, 2002): a) abastecimiento de combustible, mantenimiento y lavado de vehículos, equipos y aviones; b) limpieza de los baños de las aeronaves; c) mantenimiento de pistas, edificios y terrenos; d) almacenamiento y manipulación de desechos; e) operaciones de deshielo (de aeronaves); f) gestión de residuos/basura (en general). Y en otro orden, cada aeropuerto adopta diferentes opciones para gestionar las aguas residuales y pluviales.

2.1.6. Operaciones de deshielo y anti-hielo de aeronaves

Los procedimientos de deshielo / anti-hielo sirven para tres propósitos: a) eliminación de hielo (humedad congelada o semi-congelada) en las superficies críticas de una aeronave antes del vuelo; b) protección de las superficies contra el congelamiento de agua o humedades; y c) eliminación de cualquier humedad congelada o semi-congelada en el entorno exterior de los motores. Varios de los productos de deshielo y anti-hielo disponibles en la actualidad no son tóxicos, pero pueden causar daños graves al medio ambiente.

2.2. Impactos ambientales y gestiones asociados con las operaciones del aeropuerto

Esta sub sección se centra en los problemas ambientales relacionados con el aeropuerto y algunas operaciones de las aeronaves. Se identifican los principales problemas ambientales y las condiciones ambientales en el propio aeropuerto y sus alrededores. Para cada concepto ambiental se hace una breve descripción incluyendo la descripción de las medidas típicas de compensación y mitigación para minimizar sus efectos.

2.2.1. Ruido

Desde la introducción de los aviones a reacción, el ruido ha sido considerado como el problema ambiental y social más importante asociado a la aviación civil. La legislación de muchos países obliga a los aeropuertos (en particular los grandes y medianos) a generar mapas de ruido y elaborar planes de acción encaminados a mitigar sus efectos. El ruido producido por las aeronaves no solo se limita a los sobrevuelos en operaciones de despegue

o aterrizaje, sino también a operaciones en tierra, como así también al generado por otros equipos, vehículos e instalaciones de servicios. Con el fin de disminuir las emisiones sonoras de las principales fuentes los aeropuertos vienen implementando gradualmente los criterios del “enfoque equilibrado” promovido por la Organización de Aviación Civil Internacional (ICAO, 2013, 2008).

El enfoque equilibrado comprende cuatro elementos principales (ICAO, 2013, 2008): 1) la reducción de ruido en la fuente; 2) procedimientos operacionales para la atenuación del ruido; 3) la gestión / planificación de uso del suelo; y 4) la introducción de restricciones operativas.

El aeropuerto no tiene capacidad para reducir el ruido en la fuente, los aviones, responsabilidad exclusiva de los fabricantes de aeronaves, igualmente con la planificación de uso del suelo, competencia exclusiva de las autoridades locales / municipales. Sin embargo, tiene toda la capacidad de poner en práctica procedimientos operacionales (optimizando las trayectorias de aproximación y despegue), o restringir a las operaciones (de despegue / aterrizaje en ciertas pistas y en ciertos periodos del día o noche) (OACI, 2008).

2.2.2. Calidad del aire en la vecindad del aeropuerto

La calidad del aire en la proximidad del aeropuerto se ve afectada por los siguientes factores: a) emisiones de los motores de aeronave; b) emisiones de los vehículos y equipos (de servicios) del aeropuerto y del tráfico de acceso al aeropuerto; y c) emisiones de otras instalaciones existentes en el aeropuerto.

El aeropuerto puede mejorar la calidad del aire local por la aplicación de diferentes tipos de medidas, por ejemplo: a) mejor planificación de las operaciones de despegue y aterrizaje; b) utilizar vehículos de servicios (en tierra) impulsados por energía renovables; c) incentivar o negociar con las autoridades locales el uso de transporte público, que conecta la ciudad con el aeropuerto, que utilice energías renovables; etc. (OACI, 2008, 2002, 1999).

2.2.3. *Emisiones de gases de efecto invernadero*

La planta de energía del aeropuerto, la flota de vehículos (de servicios), el mantenimiento de la infraestructura aeroportuaria, los equipos de apoyo en tierra, equipos de energía de emergencia, los sistemas de eliminación de residuos, etc., son fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero.

El *Airport Carbon Accreditation* (ACC, 2017) evalúa y reconoce los esfuerzos de los aeropuertos para gestionar y reducir sus emisiones de carbono con cuatro niveles de certificación: "mapeo" (medida de la huella de carbono), "reducción" (gestión de la reducción de la huella de carbono), "optimización" (participación de terceros en la reducción de la huella de carbono) y "neutralidad" (neutralidad del carbono para las emisiones directas por compensación).

En otro orden, los edificios del aeropuerto se diseñan (o re-diseñan) para ser "inteligentes" y eficientes en energía según estándares como el LEED (2017) o el BREEAM (2017).

2.2.4. *Uso de recursos*

Los aeropuertos consumen cantidades significativas de agua en la prestación de servicios básicos a pasajeros, empleados, visitantes, y también otras instalaciones, equipos e infraestructuras. Hoy en día, el agua ya no se ve como un recurso ilimitado y aumenta el costo de suministro de la misma, por lo que los aeropuertos están gestionando el consumo de agua para reducir sus costos y también en su estrategia de desarrollo sostenible del mismo (Janic, 2011).

En cuanto a la gestión de recurso, hay dos enfoques fundamentales para la gestión del agua potable y su conservación: a) reducir su uso, y b) sustituir el agua potable (proveniente de la red) con otras fuentes, tales como la recogida y reutilización del agua de lluvia, tratamiento de aguas residuales y reciclaje de aguas de refrigeración.

En términos de consumo de energía, y su conservación, la mayor parte de la energía utilizada en un aeropuerto está asociada con la provisión de ventilación, aire acondicionado, calefacción e iluminación. La mayoría de los aeropuertos pequeños y medianos compran la electricidad a los suministradores de energía locales/regionales, por lo que cualquier reducción en el consumo de electricidad representará un ahorro de coste directo para el operador del aeropuerto. Mientras, la mayoría de los grandes aeropuertos tienen sus propias centrales eléctricas, aunque la tendencia en éstos es ir reemplazando la fuente u origen de la energía a una renovable (principalmente eólica y/o solar) (ICAO, 2016).

2.2.5. Gestión de residuos

La gestión y prevención eficaz de los residuos de los aeropuertos son cruciales para mantener el cumplimiento con las leyes y reglamentos ambientales. Las (buenas) prácticas sostenibles además de positivas para el medio ambiente también suelen ahorrar costos para el operador del aeropuerto.

Los residuos típicos generados en los aeropuertos son: a) residuos peligrosos de las instalaciones de mantenimiento; b) residuos (orgánicos e inorgánicos) de los concesionarios (comerciales) del aeropuerto; c) artículos confiscados de los controles de seguridad y el equipaje facturado; d) residuos de las operaciones de limpieza de las aeronaves; e) residuos provenientes de la construcción / obras civiles en el aeropuerto; f) residuos industriales; y g) aguas residuales y aguas pluviales contaminadas.

Los aeropuertos ya vienen trabajando en tres niveles de jerarquía para la gestión eficaz de los residuos generados: a) la prevención en la generación, lo que evita la producción (innecesaria) de residuos; b) políticas de reutilización; y c) estrategias de reciclaje (ICAO, 2016).

2.3. Desafíos claves

El desafío clave para el rendimiento medioambiental del aeropuerto es lograr "cero efectos" ambientales. El ruido y las emisiones de gases de efecto invernadero son las principales

cuestiones ambientales a tratar / gestionar, seguidas, en importancia, y por la gestión del agua y residuos. El reto es diseñar estrategias conceptuales que puedan dirigirse a diferentes características particulares (según el lugar/país del aeropuerto) y que puedan ser utilizadas de manera aislada o en combinación para lograr la sostenibilidad del aeropuerto y la neutralidad por medio de cero efectos ambientales (ICAO, 2016; Kilkis y Kilkis, 2016; ACI Europe, 2015; ACRP, 2012; ACI, 2009).

2.4. El camino a un aeropuerto sostenible

El concepto de sostenibilidad más convencional se resume en la búsqueda de un equilibrio de los beneficios ambientales, económicos y sociales, sin comprometer la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras, como se puede ver en la Figura 1.

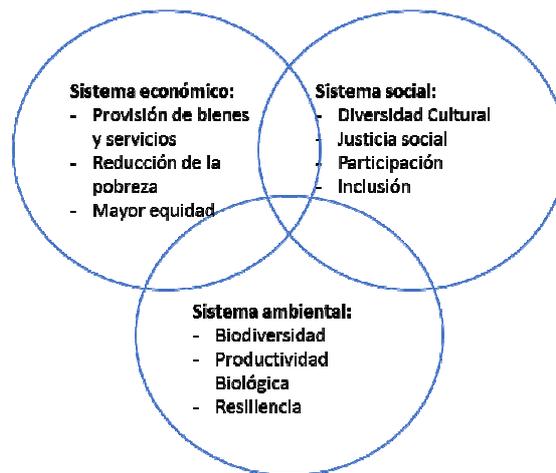


Figura 1. Aspectos convencionales de la sostenibilidad. Adaptado de Daley (2010).

Sin embargo, se acoge un concepto de sostenibilidad más amplio que no se limita a estos tres aspectos extendiéndose a variables culturales, políticas, institucionales, sociales y económicas, en donde los aeropuertos se constituyen como parte de un sistema holístico en el cual las variables antes mencionadas se encuentran armonizadas integralmente, interactuando con la ciudad o el Socio-Ecosistema donde se localice (BID, 2011).

Para entender como un aeropuerto puede transformarse en sostenible es necesario separarse del tradicional debate de la sostenibilidad del sector aéreo. El sector aéreo históricamente ha enfrentado numerosas críticas por ser insostenible debido a la dependencia directa al queroseno (combustible de aviación). Tradicionalmente se ha argumentado que las implicaciones sociales del transporte aéreo “compensan” en cierta forma los impactos ambientales generados, sin embargo, esto siempre ha sido visto como una estrategia para justificar el crecimiento comercial del sector (Daley, 2010). En este caso se explica cuál es el rol de la infraestructura aeroportuaria alejándose del concepto de eco-eficiencia adelantado por la industria de fabricación de aeronaves.

Se considera que para que un aeropuerto verde logre constituirse como sostenible debe tener en cuenta aspectos adicionales a los considerados dentro de sus límites físicos y tradicionalmente contemplados por la industria aérea, revisando cual es la relación que se genera con el entorno o socio-ecosistema, aspectos estos que se desarrollan a continuación.

2.4.1. Función social del aeropuerto

En sociología se entiende que la función social es el papel desempeñado por el aeropuerto frente a la sociedad abarcando el conjunto de obligaciones frente a su entorno, y usualmente responde a una vocación que se destaca en el territorio. Un aeropuerto puede tener vocación turística, comercial, ejecutiva, entre las más relevantes (Univsantana, 2017).

Un aeropuerto sostenible debe trascender su función convencional convirtiéndose en un escenario que promueva la diversidad cultural, la inclusión, la participación ciudadana y la generación de cultura ambiental. Esto es alcanzable por medio de la constitución de la infraestructura aeroportuaria como un punto de encuentro comunitario, consolidarse como un centro cultural, de socialización y educación, debe armonizar con las necesidades específicas del socio-ecosistema donde se localice (BID, 2011).

2.4.2. Conectividad social y económica

Los aeropuertos son centros de conectividad territorial, en el sentido que permiten conectar culturas, productos, y personas entre regiones remotas entre sí, ésta es la conectividad social y económica que promueven los aeropuertos. En muchos casos el aeropuerto puede ser la única o la más eficiente forma de conectar una sociedad con otra, como por ejemplo en las regiones apartadas o aquellas inmersas en ecosistemas frágiles (CEPAL, 2017).

2.4.3. Capacidad de carga del socio-ecosistema

En ecología, el concepto de "capacidad de carga" hace referencia al tamaño máximo de una población de alguna especie que un ecosistema puede soportar (Hui, 2006). Ahora bien, la adaptación para un aeropuerto sostenible responde a que debe existir un límite al crecimiento de la infraestructura, determinado por la capacidad de carga del socio-ecosistema donde se localiza. Es decir, la capacidad del lugar para recibir efectivamente el número de pasajeros y carga proyectados sin comprometer la calidad de vida ni el bienestar de la población local.

2.4.4. Generación de resiliencia territorial

Un aeropuerto apropiado para una población, que haga parte de su identidad colectiva y contribuya a su bienestar, que a su vez sea un motor generador de intercambio económico, social y cultural del territorio local con las demás poblaciones y que responda a las necesidades específicas del socio-ecosistema donde se establece, es un aeropuerto que genera resiliencia territorial (Fleming y Ledogar, 2008).

3. CONCLUSIONES

En este conciso artículo se analiza sobre el concepto de aeropuerto verde, un aeropuerto diseñado, operado y administrado de tal manera que su impacto ambiental se reduzca al mínimo y por lo tanto se vuelva sostenible. Como se ha presentado, el enfoque "verde" radica, principalmente, en un conjunto de acciones (procesos y metodologías), políticas de gestión y de buenas prácticas y uso de nuevas tecnologías, para que, de forma armónica, se

minimicen, o anulen totalmente, los impactos negativos que genera a diario la operación aeroportuaria.

Finalmente, el enfoque "sostenible" comprende el conjunto de desarrollos de la infraestructura aeroportuaria que inciden de manera directa en su entorno, permitiendo la generación de bienestar al socio-ecosistema de manera holística. Se puede decir entonces que un aeropuerto "verde" es el primer paso para convertirse en sostenible, pero esto solo puede ser alcanzado cuando se entiende que la infraestructura aeroportuaria tiene un rol fundamental y una responsabilidad más allá de sus límites físicos, cuando el aeropuerto se hace parte integral del desarrollo del territorio del cual hace parte.

4. REFERENCIAS

ACC (2017). <http://www.airportcarbonaccreditation.org/>

ACI Europe (2015). "Green Airports." *ICAO Intl. Aviation and Environment Seminar*, Warsaw, 19 March 2015.

ACI (2009). *Guidance Manual: Airport Greenhouse Gas Emissions Management*. Montreal: ACI.

ACRP (2012). *Guidebook for Incorporating Sustainability into Traditional Airport Projects*. Washington, D.C.: Transportation Research Board.

ACRP (2008). *Airport Sustainability Practices*. Washington, D.C.: Transportation Research Board.

BID (2011). *Sostenibilidad Urbana en América Latina y el Caribe*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo.

BREEAM (2017). <http://www.breeam.com/>

CEPAL (2017). <https://goo.gl/9jk34V>

Daley, B. (2010). *Air Transport and the Environment*. Surrey: Ashgate.

de Neufville, R. y Odoni, A. (2013). *Airport Systems, Planning, Design, and Management*. New York: McGrawHill.

Ferrulli, P. (2016). "Green Airport Design Evaluation (GrADE) – methods and tools improving infrastructure planning." *Transportation Research Procedia*, 14, 3781-3790.

Fleming, J. y Ledogar, R. (2008). "Resilience, an Evolving Concept: A Review of Literature Relevant to Aboriginal Research". *Pimatisiwin*, 6(2), 7-23.

Hui, C. (2006). "Carrying capacity, population equilibrium, and environment's maximal load." *Ecological Modelling*, 192(1-2), 317-320.

ICAO (2016). *Environmental Report*. Montreal: ICAO.

ICAO (2013). *Assembly Resolutions in Force. Doc 10022*. Montreal: ICAO.

ICAO (2008). *Guidance on the Balanced Approach to Aircraft Noise Management*. Montreal: ICAO.

Janic, M. (2011). *Greening Airports, Advanced Technology and Operations*. London: Springer-Verlag.

Kilkis, S. y Kilkis, S. (2016). "Benchmarking airports based on a sustainability ranking index." *Journal of Cleaner Production*, 130, 248-259.

LEED (2017). <http://www.usgbc.org/leed>

OACI (2008). *Anexo 16. Protección del Medio Ambiente. Volumen I. Ruido de las aeronaves*. Montreal: OACI.

OACI (2002). *Modelo de planificación de aeropuertos. Parte 2: Utilización del terreno y control del medio ambiente*. Montreal: OACI.

OACI (1999). *Manual-guía de protección ambiental para aeropuertos*. Montreal: OACI.

Univsantana (2017). <https://goo.gl/jV3VND>