

RAE

1. **TIPO DE DOCUMENTO:** Trabajo de grado para optar por el título de INGENIERO AERONÁUTICO
2. **TÍTULO:** ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍAS DE SOSTENIBILIDAD AEROPORTUARIA EN COLOMBIA
3. **AUTORES:** Kengy David Madero Cortés, Jorge Enrique Monroy Patiño y Jacqueline Rodríguez Arias
4. **LUGAR:** Bogotá, D.C.
5. **FECHA:** Abril de 2021
6. **PALABRAS CLAVE:** Certificaciones, sostenibilidad, aeropuerto, huella de carbono Corsia, ICA, ISO 14001, ACA, LEED, BREEAM, SBTool, Verde
7. **DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO:** El objetivo principal de este proyecto es la implementación de una certificación sostenible en un aeropuerto colombiano a partir de la información recolectada de certificaciones a nivel mundial aplicándolo al contexto del país. Actualmente no existe una certificación a nivel mundial específicamente para edificaciones de construcciones aeroportuarias, así que, se establecieron varias certificaciones que, por su trayectoria o importancia, pueden ser implementadas en las diferentes edificaciones que se tienen a nivel aeroportuario en el país, y se analizaron con el fin de determinar la más adecuada para ser implementada en un estudio de aplicabilidad teórico. LEED es la certificación que mejor implementación puede tener en el país debido a la adaptación que tiene el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS). La revisión de los planes maestros aeroportuarios (PMA) en la página de la Aerocivil contribuyó a la búsqueda del aeropuerto más adecuado que contemplara en su documento aspectos relacionados a la sostenibilidad ambiental.
8. **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Mantenimiento y gestión con eje temático en gestión de aeropuertos.
9. **METODOLOGÍA:** Es de carácter empírico-analítico debido a que el proyecto se basa en el análisis de información que está encaminado a la búsqueda de metodologías de sostenibilidad aeroportuaria existentes a nivel mundial para su posterior implementación en un aeropuerto colombiano.
10. **CONCLUSIONES:** Colombia debe acceder a la certificación CORSIA para el año 2027. Debido a esto, se hizo necesario conocer cuál es el estado del país en el ámbito de sostenibilidad aeroportuaria, por lo que se concluye después de realizar la investigación, que la mayoría de los aeropuertos a nivel nacional, no tienen un estudio ambiental diseñado para ingresar en el esquema CORSIA, por lo que se hace necesario fortalecer los procesos de manejo ambiental al interior de los aeropuertos del país, dándole relevancia a aquellos aeropuertos que por su afluencia producen una gran cantidad de CO₂ anualmente. Es necesario que la Aerocivil, contemple dentro de su plan de navegación aérea, los requisitos mínimos necesarios que debe cumplir un aeropuerto según su categoría para dar cumplimiento a esta normativa medioambiental, y de esta forma encaminar las operaciones aéreas del país bajo un mismo norte, que permita una inclusión más sencilla a esta iniciativa de la OACI. Para la inmersión del país en la certificación CORSIA, es necesario que los aeropuertos en el país y los reguladores ambientales enfoquen sus esfuerzos inicialmente a la implementación de certificaciones ambientales tales como ICA, ISO 14001, ISO 14064, LEED, SBTool, BREEAM, y de esta forma incentivar una cultura por la sostenibilidad ambiental a nivel aeronáutico en el país.

**Estudio para la Implementación de Metodologías de Sostenibilidad
Aeroportuaria en Colombia**

2

**Madero Cortés Kengy David
Monroy Patiño Jorge Enrique
Rodríguez Arias Jacqueline**

**Universidad de San Buenaventura, Sede Bogotá
Facultad de Ingeniería
Programa de Ingeniería Aeronáutica
Bogotá, Colombia
2021**

**Estudio para la Implementación de Metodologías de Sostenibilidad
Aeroportuaria en Colombia**

**Madero Cortés Kengy David
Monroy Patiño Jorge Enrique
Rodríguez Arias Jacqueline**

**Director de Proyecto:
Salazar Buitrago Rubén Darío M. Eng.**

**Universidad de San Buenaventura, Sede Bogotá
Facultad de Ingeniería
Programa de Ingeniería Aeronáutica
Bogotá, Colombia
2021**

DEDICATORIA

Jacqueline Rodríguez Arias

En primer lugar, a Dios y a la Virgen María por permitirme llegar a este punto y darme un año más de vida y salud. También a mis padres, los que día a día han luchado por mi futuro, a ellos les debo todo lo que soy porque con su ayuda he tenido todo lo necesario para salir adelante y poder lograr esta meta. A mi madre por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor y dedicación. A mi padre por su buen ejemplo de responsabilidad y perseverancia que lo caracterizan, por su anhelo de que salga adelante, por su cariño y comprensión. Finalmente, a mis hermanas por ser un apoyo indispensable en mi crecimiento personal. A todos, muchas gracias.

Jorge Enrique Monroy Patiño

Dedico con todo mi corazón esta tesis...

...a mi madre, pues sin su apoyo incondicional no lo hubiese logrado, por forjar la persona que soy, por mostrarme la ética y el buen corazón de una persona.

...a mi padre, que siempre estuvo pendiente, por sus consejos, paciencia y apoyo incondicional.

Gracias a ellos.

Dedico esta tesis primeramente a mis padres, quienes de la mejor manera han sido un apoyo moral y económico durante toda mi vida formativa. A mi tutor de tesis, quien muy amablemente siempre nos guio y orientó durante toda la carrera. A mi pareja, quien me apoyo y alentó para continuar cuando todo se veía imposible. A los maestros, quienes siempre estuvieron abiertos a brindar su conocimiento en pro de nuestro aprendizaje. A todo aquel que en algún momento me brindo su ayuda. Mis más sinceros agradecimientos a todos y esta tesis es por y para ustedes.

| | |
|--|-----|
| Introducción..... | 11 |
| Capítulo 1 | 13 |
| Antecedentes..... | 13 |
| Planteamiento del problema | 17 |
| Justificación y pregunta de investigación..... | 18 |
| Objetivo General..... | 20 |
| Objetivos Específicos..... | 20 |
| Alcances y Limitaciones..... | 20 |
| Alcances..... | 20 |
| Limitaciones..... | 21 |
| Marco Conceptual | 21 |
| Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation | 22 |
| Airport Carbon Accreditation | 27 |
| Leadership in Energy and Environmental Design | 29 |
| Building Research Establishment Assessment Methodology..... | 32 |
| International Initiative for a Sustainable Built Environment..... | 35 |
| Valoración de Eficiencia de Referencia de Edificios..... | 36 |
| ISO 14001 | 37 |
| Autoridades Nacionales Relevantes en Aspectos Ambientales Aeronáuticos..... | 38 |
| Tipología de los Aeropuertos..... | 45 |
| Identificación de las Certificaciones | 46 |
| Metodología..... | 71 |
| Capítulo 2 | 73 |
| Desarrollo de Ingeniería | 73 |
| Unión y Comparación de Certificaciones..... | 83 |
| Selección De Aeropuerto Para Proceso De Aplicación De La Matriz De Decisión | 91 |
| Capítulo 3 | 96 |
| Análisis de Resultados..... | 96 |
| Aplicación Teórica del Diagrama de Flujo de LEED al Aeropuerto Simón Bolívar de Santa Marta..... | 101 |
| Conclusiones..... | 114 |
| Recomendaciones | 118 |
| Bibliografía..... | 120 |

Lista de tablas

7

| | |
|---|-----|
| Tabla 1. Elementos de Implementación de CORSIA en los Documentos de la OACI. | 22 |
| Tabla 2. Operadores Aéreos en Colombia Vinculados a CORSIA. | 26 |
| Tabla 3. Corporaciones Autónomas Regionales en Colombia. | 42 |
| Tabla 4. Clasificación de los Aeropuertos – Elementos de Clave 1 y 2. | 46 |
| Tabla 5. Clasificación Global de Certificaciones. | 86 |
| Tabla 6. Criterios de Sostenibilidad para las Certificaciones en Colombia. | 89 |
| Tabla 7. Listado de Planes Maestros de los Aeropuertos en Colombia. | 92 |
| Tabla 8. Criterios de Selección Aeropuerto..... | 94 |
| Tabla 9. Puntaje LEED del Aeropuerto Simón Bolívar de Santa Marta. | 112 |

Lista de Figuras

8

| | |
|---|-----|
| Figura 1. Distribución de las Corporaciones Autónomas Regionales en Colombia. | 42 |
| Figura 2. Descripción Diagrama de Flujo Eficiencia en el Agua – Primera Parte. | 97 |
| Figura 3. Descripción Diagrama de Flujo Eficiencia en el Agua – Segunda Parte. | 98 |
| Figura 4. Descripción Diagrama de Flujo Eficiencia en el Agua – Tercera Parte..... | 99 |
| Figura 5. Descripción Diagrama de Flujo Eficiencia en el Agua – Cuarta Parte. | 100 |

Nomenclatura

ACA: Airport Carbon Accreditation.

ANLA: Autoridad Nacional de Licencias Ambientales.

BEA: Building Efficiency Accelerator.

BRE: Building Research Establishment.

BREEAM: Building Research Establishment Environmental Assessment Method.

CCCS: Consejo Colombiano de Construcción Sostenible.

CER: Certificado de Reducción de Emisiones.

CORSIA: Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation.

ERU: Unidad de Reducción de Emisiones.

EUA: Subsidio de la Unión Europea.

GBCE: Green Building Council España.

GBCI: Green Business Certification Inc.

GEI: Gases de Efecto Invernadero.

LEED: Leadership in Energy and Environmental Design.

OACI: Organización de la Aviación Civil Internacional.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

PMA: Plan de Manejo Ambiental.

PNACOL: Plan de Navegación Aérea para Colombia.

RAC: Reglamentos Aeronáuticos de Colombia.

RSI: Reglamento Sanitario Internacional.

SBTool: International Initiative for a Sustainable Built Environment.

SILA: Sistema de Licencias, Permisos y Trámites Ambientales.

SINA: Sistema Nacional Ambiental.

UAEAC: Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil.

USGBC: US Green Building Council.

VER: Reducciones de Emisiones Verificadas.

VERDE: Valoración de Eficiencia de Referencia de Edificios.

VITAL: Ventanilla Integral de Trámites Ambientales en Línea.

Introducción

Colombia es un país que debe encaminarse al cambio tecnológico y a la innovación (Arteaga, 2019), en todos los campos de la ingeniería, incluyendo la sostenibilidad medioambiental, debido a que, es un factor clave para el correcto desarrollo de las sociedades con un enfoque directo en la preservación del medio ambiente.

Desde el ámbito aeroportuario y su sostenibilidad medioambiental, existen normativas tales como la ISO 14001, Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM) entre otras, las cuales están contribuyendo a la optimización de los procesos y servicios de las industrias de una manera sostenible.

Para el 2027 Colombia deberá ingresar de manera mandatoria a la normativa Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation “CORSIA”, propuesta por la Organización de la Aviación Civil Internacional OACI (OACI, 2018), cuyo objetivo es buscar la reducción de las emisiones de carbono emitidas por la industria aeronáutica. Colombia no es un país donde se haya estudiado a fondo la implementación de estas normativas, estando atrasado en temáticas de sostenibilidad medioambiental aeroportuaria.

Este documento estudia metodologías de sostenibilidad medioambientales internacionales existentes como Airport Carbon Accreditation (ACA), Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM), en virtud de la aplicación en Colombia

partiendo de la investigación, para así implementar una metodología teóricamente enfocada a la sostenibilidad medioambiental, en un aeropuerto clase B del país.

Capítulo 1

Antecedentes

Según reglamentaciones y sistemas de gestión medioambiental, las compañías y organizaciones generan un impacto sobre el medio ambiente (ISO 14001, 2018), este impacto de una u otra forma debe ser estudiado y analizado de tal modo que se establezcan normativas en pro de la sostenibilidad del medio ambiente, por lo que se le puede llamar sostenible a una institución en la cual se usan materiales reciclables para su edificación, o hay un manejo adecuado de los desechos, también donde se tenga un manejo adecuado de las aguas lluvias o aguas residuales, se usen energías renovables; pero todas esas alternativas, también deben tener en cuenta aportes a la sociedad, para lo cual la aeronáutica no es un caso aparte de este análisis. Un aeropuerto es menos invasivo para el medio ambiente que lo que puede ser una carretera, además de ser de más ayuda para poblaciones, garantizando la conectividad de territorios aislados. Colombia es un claro ejemplo en tener poblaciones aisladas, las cuales son conectadas por aeródromos ligeramente adecuados para recibir aeronaves que abastecen o mueven la economía del sector en otras partes del país, aeronaves que en muchos casos no están en las condiciones óptimas con su entorno, pero prestan dicho servicio.

Un factor importante en tomar énfasis para que Colombia avance en esta temática, es estudiar el impacto aeroportuario en cuanto a sostenibilidad medioambiental en tres aspectos; global, regional y local. Por otro lado, también se hace imperativo estudiar cuales

son las certificaciones más importantes que tengan incidencia en el campo aeronáutico, para de esta forma dar relevancia a este aspecto medio ambiental en el país.

“La construcción sostenible en el ámbito aeroportuario va más allá de las novedades tecnológicas”, como lo dijo Alejandro Martin Cardinaal responsable del gabinete arquitectónico de AERTEC Solutions, “implica un trabajo integral que permita planificar todos los aspectos constructivos, minimizar impactos ambientales y aprovechar mejor los recursos” (AERTEC, 2020), globalmente existen empresas que aportan a la sostenibilidad aeroportuaria como lo es por ejemplo AERTEC Solutions, quienes han construido aeropuertos internacionales sostenibles medioambientalmente como lo son el Charleroi-Bruselas de Bélgica, Málaga de España o Al Jubail de Arabia Saudí; los cuales están brindando un impacto positivo al medioambiente, ya que utilizan diferentes tipos de metodologías como la implementación de paneles solares, manejo a nivel de residuos, materiales eco ambientales y una gestión administrativa ambiental en virtud de la cultura medioambiental.

Las implicaciones de la gestión ambiental en todo el mundo permiten conocer diferentes maneras de cómo aportar a la sostenibilidad aeroportuaria, como el aeropuerto de Hartsfield-Jackson en Atlanta, en el cual se está construyendo un campus verde llamado “Campus Green Acres ATL Energy” el cual tiene integrado el secado de compost, invernaderos y una central eléctrica propia con el fin de reciclar al menos el 90 por ciento de los residuos del aeropuerto (Mirabella & Sarrazin, 2017). Otro ejemplo, es el aeropuerto de la India, aeropuerto internacional de Cochin, que se ha convertido en el primer

aeropuerto del mundo en utilizar solo energía solar para su sostenibilidad (ShareAmerica, 2016).

Escandinavia encabeza la lista como el “aeropuerto más verde y ecológico” con el aeropuerto de la ciudad de Oslo, el cual mueve 32 millones de pasajeros al año, según la clasificación BREEAM, clasificación que es emitida por Inglaterra para edificios y obras civiles, obteniendo el sello de “excelente”, por sus materiales ecológicos, el manejo de los desechos, y las formas de obtención de energía. Lo que intentaron el grupo de arquitectos participantes en este proyecto, era lograr minimizar la huella de carbono que dejaría la operación de este aeropuerto para la zona. En su construcción se destacan materiales como Madera de bosques sostenibles, el uso de piedras y el aprovechamiento de la luz día con ventanales y paredes, que ayudan a mantener una alta eficiencia energética. En el invierno se recoge la nieve que cae, la cual se almacena con aserrín para aislarla y utilizarla en los sistemas de refrigeración.

La ciudad de Helsinki apunta a tener uno de los aeropuertos más sostenibles, de hecho, la operadora de aeropuertos Finavia, la cual maneja 21 aeropuertos en Finlandia, espera para el 2020, lograr neutralidad en la huella de carbono que dejan sus aeropuertos. Esto lo quieren lograr con la ayuda de plantas solares. El aeropuerto de Nueva Delhi, más exactamente la terminal 3 obtuvo por parte del consejo de construcciones ecológicas de estados unidos, la certificación LEED, muy similar a la BREEAM expedida por Inglaterra, al empezar a usar la maximización del uso de luz solar para minimizar el uso de energía

eléctrica en iluminación, y una planta de tratamiento de aguas residuales para reducir el consumo de agua potable.

En el ámbito regional, entendiéndose como los países conformados por América Central y América del Sur; Honduras, desde el año 2016, ha estudiado la gestión ambiental sostenible de los residuos aeroportuarios para el control del peligro aviario y epidemiológico, siguiendo el Reglamento Sanitario Internacional (RSI), concluyendo que los sistemas de tratamientos de residuos permiten la mejora, recuperación y disminución de materiales y residuos en favor de la contaminación ambiental, además de dar una adecuada respuesta al cumplimiento de las normativas internacionales establecidas por la OMS (Viamonte, 2016). Otro ejemplo de sostenibilidad es el aeropuerto “Ecogal” del parque nacional de Galápagos, ya que su infraestructura es completamente reciclada del aeródromo antiguo de la zona, además de su obtención de electricidad a partir de energías renovables, dicho aeropuerto, obtuvo certificación de carbono neutral en operación, cumpliendo con el apoyo al medio ambiente, y la conexión de la isla con diferentes ciudades.

Desde un punto de vista nacional, entendiéndose esto por el estudio de Colombia, se tiene muy poco en pro a la sostenibilidad, en donde uno de los aeropuertos referentes que están empezando a aportar a este cambio, es el aeropuerto internacional El Dorado de Bogotá, el cual redujo emisiones en un 5% con respecto al año 2017 y en un 25% con respecto al promedio de los últimos tres años. Se implementaron estrategias de gestión de carbono del aeropuerto, que contempla el ahorro energético a partir de mejoras en los

sistemas de aire acondicionado, ventilación e iluminación (Hernández & Martínez, 2019). El aeropuerto El Dorado también ha ganado reconocimientos por ser pionero en recuperación de sus desechos hasta en 52 %, también obtuvo el reconocimiento por disminuir la huella de carbono y ganar el premio en la categoría Outstanding Sustainability Program (Jurado Bolaños & Lizcano Sandoval, 2015). El aeropuerto El Dorado también fue acreditado por instalar 10.396 paneles solares que ocupan un total de 27.000 metros cuadrados de área, el tamaño aproximado a 20 piscinas olímpicas para aportar con la sostenibilidad medioambiental y la huella de carbono (Económica, 2018). El aeropuerto es el primero en Sur América en recibir la certificación del Sistema de Gestión Basura Cero en Categoría Oro (Hernández & Martínez, 2019).

Planteamiento del problema

El planeta se encuentra sufriendo un cambio climático a raíz de la contaminación que se produce día tras día, parte de la contaminación se le atribuye al sector aeronáutico, por eso se han creado regulaciones para mitigar esta problemática (Bermudez Caicedo, 2019).

Se tiene proyectado que para el año 2027, Colombia acceda a la normativa reglamentaria CORSIA de la Organización de la Aviación Civil Internacional OACI enfocada a la aviación, por lo cual se requiere el estudio de diferentes metodologías sostenibles que posteriormente al ser implementadas por entes reguladores, o por los

mismos operadores, explotadores y demás miembros del ecosistema aeronáutico, ayuden a la inmersión en el país en la certificación CORSIA, empezando con certificaciones como la ISO 14001 que abarca temas de sostenibilidad en corporaciones y empresas con planes de gestión ambiental, otras como Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) la cual está enfocada a la sostenibilidad de la propia edificación, o la Airport Carbon Accreditation (ACA) que se dirige directamente a la huella de carbono dejada por los aeropuertos, entre otras que serán analizadas en este documento, para así dar un primer paso para alcanzar la implementación de CORSIA en el país.

Justificación y pregunta de investigación

Para el año 2027, la certificación Carbon Offsetting and Reduction Scheme International Aviation (CORSIA), debe ser implementada en la aviación internacional a nivel mundial, esta certificación mandatoria, es uno de los mayores retos para las empresas aeronáuticas globalmente.

La creación de diagramas de decisión sobre certificaciones y normativas ayuda a que en algún momento las administraciones de las terminales aéreas en Colombia tengan un acercamiento y recurso que les ayude a poder implementar una certificación, y así apoyar al cambio climático y la reducción de la huella de carbono. La importancia de un proyecto de este tipo para Colombia, parte desde el sector aeronáutico en hacer una

contribución con la inmersión del país en el área de sostenibilidad aeroportuaria, demostrando que el país es capaz de tener terminales aéreas certificadas como sostenibles.

Colombia es un país donde todavía no es común encontrar la implementación de certificaciones sostenibles aeroportuarias, como se demuestra en el desarrollo de este documento, ya que no se ha creado una metodología, que permita establecer un protocolo de aplicación en algún aeropuerto colombiano. Por esta razón, se pretende realizar un análisis de metodologías de certificación existentes, para de esta manera crear diagramas de decisión con el fin de tener una guía para la aplicación de la metodología más adecuada en un aeropuerto clase B del país a manera de validación, teniendo como punto de información principal los documentos disponibles en la página de la Aeronáutica civil. A nivel social, esta investigación beneficiará a mediano y largo plazo a las comunidades aledañas al aeropuerto en el que se haga la implementación debido al enfoque sostenible que se presenta. Es a partir de esta problemática de investigación que se realiza la pregunta:

¿Cuál metodología de sostenibilidad aeroportuaria es la más adecuada para su implementación teórica en un aeropuerto clase B en Colombia?

Objetivo General

Determinar una metodología de decisión, para un aeropuerto colombiano de categoría B, basada en reglamentaciones internacionales de sostenibilidad.

Objetivos Específicos

Establecer metodologías de sostenibilidad mundial y reglamentaciones aeroportuarias existentes.

Seleccionar la metodología de sostenibilidad más viable para un aeropuerto de clase B en Colombia que cumpla con reglamentaciones ambientales de sostenibilidad.

Evaluar teóricamente la metodología de sostenibilidad en un aeropuerto clase B en Colombia.

Alcances y Limitaciones

Alcances

- Se obtuvo la información disponible de metodologías de sostenibilidad medioambiental aplicadas en aeropuertos a nivel mundial.
- Se obtuvieron protocolos de evaluación que permitan seleccionar y clasificar las metodologías a evaluar, llegando a una metodología ideal para validación.
- Se creó un diagrama de decisión para la metodología seleccionada resultado de la evaluación.

- Se realizó la aplicación teórica de una metodología en un aeropuerto clase B en Colombia, el cual será seleccionado en el desarrollo del proyecto.

Limitaciones

- La metodología se implementó solo para un aeropuerto de categoría clase B de Colombia.
- Para la selección del aeropuerto solo se tuvo en cuenta aquellos que tenían información suficientemente detallada en su Plan de Manejo Ambiental (PMA).
- La búsqueda de información referente al aeropuerto a seleccionar solo se realizó con los datos disponibles en la web, principalmente los disponibles en la página de la Aerocivil ya que no se realizó una visita de campo.
- La revisión de metodologías se limitó a ICA, ISO 14001, ACA, LEED, VERDE, BREEAM y CORSIA.
- Se consideró solo una metodología para realizar la implementación de manera teórica en el aeropuerto de categoría clase B seleccionado.

Marco Conceptual

A nivel mundial, existen certificaciones referentes a la sostenibilidad ambiental, que han sido implementadas en el ámbito aeronáutico, entre las cuales se destacan: Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation (CORSIA), Airport Carbon Accreditation (ACA), Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), Building

Research Establishment Environmental Assessment Methodology (BREEAM), International Initiative for a Sustainable Built Environment (SBTool), VERDE, ISO 14001.

Como se mencionó anteriormente, estas certificaciones han sido las más utilizadas en el ámbito aeronáutico, sin desconocer la existencia de otras certificaciones de tipo ambiental, sin embargo, al tratarse de un tema específico y con el objetivo de tener en cuenta la experiencia de otros países con mayores avances en el ámbito medio ambiental desde el punto de vista aeronáutico, a continuación, se realizará una descripción de las diferentes certificaciones:

Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation

La certificación Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation (CORSIA), es una certificación de la OACI que busca la reducción del esquema de carbono en las terminales aéreas alrededor del mundo, esta certificación utiliza cinco elementos para su implementación que están distribuidos y aprobados por 14 documentos de la OACI, estos documentos se forman en los 5 estatutos que forman la implementación de CORSIA como se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Elementos de Implementación de CORSIA en los Documentos de la OACI.

| ELEMENTOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL CORSIA | DOCUMENTOS DE LA OACI |
|---|---|
| Estados del CORSIA para el Capítulo 3 Pares de Estados | 1. Estados del CORSIA para el Capítulo 3 Pares de Estados |

| | |
|--|---|
| Herramienta de Estimación y Notificación de Dióxido de Carbono del CORSIA de la OACI (CERT) | 2. Herramienta de Estimación y Notificación de CO_2 del CORSIA de la OACI |
| CORSIA Combustibles Elegibles | 3. Marco de Elegibilidad de CORSIA y Requisitos para los Esquemas de Certificación de Sostenibilidad 4. Esquemas de Certificación de Sostenibilidad Aprobados por CORSIA 5. Criterios de Sostenibilidad de CORSIA para los Combustibles Elegibles de CORSIA 6. Valores CORSIA de Emisiones de Ciclo de Vida Predeterminados para Combustibles Elegibles de CORSIA 7. Metodología CORSIA para Calcular los Valores de Emisiones del Ciclo de Vida Real |
| CORSIA Unidades de Emisiones Elegibles | 8. CORSIA Unidades de Emisiones Elegibles 9. CORSIA Criterios de Elegibilidad de la Unidad de Emisiones |
| CORSIA Registro Central (CCR) | 10. Registro Central de CORSIA: Información y Datos para la Implementación de CORSIA 11. Operador de Avión de CORSIA a Atribuciones Estatales 12. Emisiones de CORSIA 2020 13. Factor de Crecimiento Anual del Sector de CORSIA (SGF) 14. Registro Central de CORSIA (CCR): Información y Datos para la Transparencia |

Nota: Tomado de (ICAO, s.f.).

CORSIA investiga el monitoreo, reportaje y verificación de los aeropuertos que produzcan emisiones de dióxido de carbono anuales mayores a 10.000 toneladas, y cuyas aeronaves en operación tengan un peso máximo al despegue de 5.700 kilogramos, esta certificación es mandatoria para el año 2027, y cumple con aeropuertos que tengan vuelos internacionales, exonerando a todo tipo de vuelo de uso militar, médico o de rescate.

CORSIA busca disminuir las emisiones de carbono debido a la industria aeronáutica internacionalmente (ICAO, 2018).

Para tener un mejor entendimiento de todo el significado de CORSIA, como se muestra en la Tabla 1 se da a conocer el contenido de los documentos más relevantes de esta certificación, comenzando por el documento de *Herramienta de Estimación y Notificación de CO₂ del CORSIA de la OACI*, este documento presta apoyo a los explotadores de aviones en el cumplimiento de sus requisitos de vigilancia y notificación. Este apoyo incluye evaluar su admisibilidad para usar la CERT, como por ejemplo los requisitos de umbral de emisiones de CO₂; también evalúa si se encuentra dentro del ámbito de aplicación de los requisitos de MRV, y salvar la insuficiencia de datos sobre emisiones de CO₂ (International Civil Aviation Organization, 2019).

Los requerimientos de elegibilidad para el estatuto de CORSIA en combustibles elegibles se dividen en catorce temas para los requerimientos SCS, estos temas que contienen sus respectivos requerimientos son gestión de documentación, competencias de auditoria, monitoreo, transparencia entre otros; todos los requerimientos para el *Marco de Elegibilidad de CORSIA y Requisitos para los Esquemas de Certificación de Sostenibilidad* están expuestos en los documentos de la OACI (International Civil Aviation Organization, 2019).

El quinto documento que explora los *Criterios de Sostenibilidad de CORSIA para los Combustibles Elegibles de CORSIA* habla de dos temas principales, los gases de efecto

invernadero y el stock del carbono. El primero tiene un criterio que busca que las emisiones de gases se reduzcan por lo menos un 10% en comparación a la base del ciclo de vida de las emisiones de gases producidos por los combustibles; el segundo ítem principal tiene dos criterios que básicamente prohíbe el uso de biomasa de combustible de carbono obtenida antes del primero de enero del 2008, ya sea por deforestación o de tierra convertida (International Civil Aviation Organization, 2019).

Un operador de aeronave que busque vincularse en los beneficios de combustibles Eligibles por CORSIA, deberá seguir los 12 puntos que plantea el documento de *Metodología CORSIA para Calcular los Valores de Emisiones del Ciclo de Vida Real*, esto se hace para reducir las emisiones de dióxido de carbono y deberá documentar el estado del ciclo de vida de los valores de emisiones a un proveedor CEF de CORSIA y hacer reportes técnicos que documenten todos los datos importantes de la operación (International Civil Aviation Organization, 2019).

El documento *CORSIA Criterios de Elegibilidad de la Unidad de Emisiones* tiene dos temas centrales, uno de ellos es los elementos del diseño de programa, el cual tiene 11 ítems en los que toca temas como sistemas de seguridad, identificación y procedimientos de verificación, esta sección del documento dispone unos temas en los que el programa tiene que asegurar el diseño de cada uno de estos 11 elementos en disposición de la compensación de las emisiones. Como segundo tema principal, se contemplan los criterios de evaluación de la integridad del crédito de compensación de carbono, donde los principios deben sostener los programas de crédito de compensación y entregar créditos

que representen reducción de las emisiones (International Civil Aviation Organization, 2019).

Por último, el elemento de registro central de CORSIA está compuesto de 5 documentos de la OACI donde por cada país especifica los operadores que están vinculados con CORSIA, la totalidad de estos documentos todavía no están disponibles por parte de la OACI al público, excepto por el documento de *Operador de Avión de CORSIA a Atribuciones Estatales*, donde expone para diferentes estados los operadores aéreos, para Colombia, se tienen 7 operadores vinculados como se muestra en la Tabla 2 con su respectivo identificador (International Civil Aviation Organization, 2019).

Tabla 2. Operadores Aéreos en Colombia Vinculados a CORSIA.

| NOMBRE OPERADOR AEROLINEA | IDENTIFICADOR |
|--|----------------------|
| AEROREPUBLICA S.A. | RPB |
| AEROSUCRE S.A. | KRE |
| AEROVIAS DE INTEGRACIÓN REGIONAL S.A. Y/O LATAM AIRLINES COLOMBIA | ARE |
| AEROVIAS DEL CONTINENTE AMERICANO S.A. “AVIANCA” / “AVIANCA CARGO” | AVA |
| Fast Colombia SAS | VVC |
| LÍNEA AÉREA CARGUERA DE COLOMBIA S.A. | LAE |
| Líneas Aéreas Suramericanas S.A. | LAU |

Nota: Tomado de (International Civil Aviation Organization, 2019).

Airport Carbon Accreditation

La acreditación ACA (Airport Carbon Accreditation), es la única norma de certificación de gestión de carbono aprobada institucionalmente para aeropuertos desde junio del 2009. Su programa es independiente administrado por WSP, una consultora internacional nombrada por ACI EUROPE, la cual hace cumplir los criterios de acreditación del carbono para los aeropuertos sobre una base anual. Cuenta con el apoyo de ONU Cambio Climático, el programa de las naciones unidas para el medio ambiente (PNUMA), la organización de aviación civil internacional, la administración federal de aviación de los estados unidos y la comisión europea (Nations, 2018).

En cuanto a la acreditación, existen cuatro niveles de certificación ACA, los cuales se dividen en mapeo, reducción, optimización y neutralidad, los cuales requieren de un estudio particular:

Nivel 1 (Mapeo). El nivel 1 requiere hacer la medición de la huella de carbono por parte del aeropuerto, determinando las fuentes de emisiones dentro del límite operativo, así como también los datos y cálculos de las emisiones anuales de carbono del año anterior para finalmente recopilar la información en un informe final de huella de carbono, el cual debe ser verificado por terceros con el fin de que el cálculo realizado este de acuerdo con la norma ISO 14064. Hasta el momento hay 98 aeropuertos certificados en todo el mundo en este primer nivel.

Nivel 2 (Reducción). En el nivel 2 se tiene la evidencia de los procesos realizados para la gestión del carbono mostrando el progreso hacia la reducción de la huella de años consecutivos. El aeropuerto que desee adoptar este nivel de acreditación debe tomar ciertas medidas, entre las cuales se destacan, poseer una política baja en carbono y energía, tener un comité encargado de los asuntos relacionados con el medio ambiente, formación y sensibilización del personal y procesos de auditorías. Existen 95 aeropuertos certificados en este nivel.

Nivel 3 (Optimización). El nivel 3 requiere la intervención de terceros como aerolíneas y proveedores de servicios (empresas de servicios de tierra y catering). Es decir, todas las organizaciones que laboran en el sitio del aeropuerto. Para lograr este nivel de acreditación el aeropuerto debe ampliar el rango de su huella de carbono. Se cuenta hasta el momento con 58 aeropuertos a nivel mundial.

Nivel 4 (Neutralidad). El nivel 4 solicita neutralizar las emisiones de carbono mediante el esquema de compensación. Esto quiere decir, que el aeropuerto debe compensar las emisiones del nivel 1 y 2 restantes con el fin de obtener operaciones neutras en carbono para todas las emisiones directas e indirectas sobre las que el aeropuerto tiene control, utilizando compensaciones de reconocimiento internacional, como: certificado de reducción de emisiones (CER), unidad de reducción de emisiones (ERU), reducciones de emisiones verificadas (VER) y subsidio de la Unión Europea (EUA). Conseguir la neutralidad de carbono consiste en que el aeropuerto absorba la misma cantidad de dióxido de carbono que produce, es decir que las emisiones totales de dióxido de carbono durante

todo el año sean cero. Hasta el momento 62 aeropuertos a nivel mundial han conseguido este nivel de acreditación (Accreditation, 2020).

Leadership in Energy and Environmental Design

La Certificación LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) es otorgada por el consejo de la construcción verde de los Estados Unidos (United States Green Building Council). Fue implementada desde el año 1993 y adoptada por diferentes países alrededor del mundo desde entonces.

Consiste en un conjunto de normativas sobre el uso adecuado de estrategias encaminadas a la sostenibilidad en todo tipo de edificaciones basándose en la incorporación del proyecto de eficiencias energéticas, mejoras de calidad ambiental interior, uso de energías alternativas limpias, consumo y conciencia sobre el agua potable, selección de materiales y desarrollo sostenible de espacios libres.

Es una certificación voluntaria, a la que cualquier tipo de edificación puede aplicar o regirse para su construcción, pero que le da el objetivo de avanzar en el uso de estrategias que ayuden a una mejora a nivel global de la industria de la construcción.

Es aplicable a diferentes construcciones, pueden ser proyectos nuevos, o remodelaciones de gran magnitud en edificios existentes, interiores de locales comerciales, estructuras, fachadas, hospitales, centros de salud, escuelas y demás. Se reporta que hasta la fecha han de haberse certificado más de 2 millones de pies cuadrados de espacio de edificaciones por LEED (U.S. Green Building Council, 2019). Algunas de las edificaciones más emblemáticas regidas con certificación LEED son la torre HSBC en la ciudad de México, siendo el primer rascacielos de Latinoamérica de este tipo, el 7 World Trade

Center en la ciudad de Nueva York el cual obtuvo el LEED de oro y la Torre Al Rio de Buenos Aires Argentina que en 2015 obtuvo también la certificación LEED V3-Shell & Core. En Colombia a 2018 había 122 proyectos certificados y otros 229 en proceso de certificación.

El funcionamiento de LEED se basa en un sistema de puntos que son otorgados a cada certificación dependiendo del cumplimiento de ciertos parámetros. Tiene cinco diferentes categorías, Sitios sostenibles (SS), Ahorro de agua (WE), Energía y atmosfera (EA), Materiales y recursos (MR) y Calidad ambiental de los interiores (IEQ). Pero además tiene una categoría adicional para poder obtener mayor número de puntos Innovación en el diseño (ID) la cual se basa en la pericia de la construcción y medidas de diseño no incluidas en las otras cinco categorías. Todo esto se resume a un total de 100 puntos, además de otros 6 puntos por innovación en el diseño y otros 4 por prioridad regional (U.S. Green Building Council, 2019).

Con ese sistema de puntos surgen cuatro niveles de certificación de acuerdo con el puntaje obtenido.

- Certificación (LEED Certified) 40 a 49 puntos.
- Certificación Plata (LEED Silver) 50 a 59 puntos.
- Certificación Oro (LEED Gold) 60 a 79 puntos.
- Certificación Platino (LEED Platinum) 80 o más puntos.

La manera en que se dividen los 100 puntos nombrados anteriormente se da de la siguiente manera.

Ubicación y transporte (16 puntos). Reducir distancia de desplazamiento de vehículos, desarrollar en sitios apropiados, fomento de actividad física y mejora de la salud humana.

Sitios sostenibles (10 puntos). Uso de zonas abandonadas, conectividad con sistemas de transporte público, control de aguas lluvias, protección y restauración de hábitat.

Uso eficiente del agua (10 puntos). Motivación del uso de recurso hídrico eficientemente.

Energía y atmosfera (35 puntos). Cumplir con los requerimientos mínimos del Estándar ASHRAE 90.1-2007 que dicta uso eficiente de la energía usada, demostrando porcentajes de ahorro energético, además de asegurar que los sistemas de la edificación tienen una duración de largo plazo.

Materiales y recursos (14 puntos). Parámetros para la selección de materiales en la construcción, adecuación y demás actividades de este, demostrando que son reciclados, regionales, rápidamente renovables o certificados con algún sello verde.

Calidad de ambiente interior (15 puntos). Parámetros necesarios para tener un ambiente interior optimo, ventilación, manejo de temperatura interior, confort acústico, niveles de iluminación y control de contaminantes.

Además de los niveles de certificación, existen ciertos tipos de certificación LEED, los cuales están adecuados para las diferentes edificaciones, teniendo en cuenta que no todas se pueden regir con los mismos criterios. LEED NC (LEED para nuevas construcciones), LEED EB (LEED para edificios existentes), LEED for Homes (LEED

para viviendas), LEED ND (LEED para desarrollo de barrios), LEED SC (Leed para colegios).

Para llevar a cabo una certificación LEED es necesario incluir las estrategias de diseño y construcción sostenibles desde las primeras etapas, teniendo en cuenta que se van a ver involucrados todos los actores del proyecto (Propietario, ingenieros, arquitectos, paisajistas, constructores y demás). La idea es lograr mezclar diferentes áreas afines a la construcción de edificaciones, para poder llegar a enfocar todo ese conocimiento en sostenibilidad. Este proceso se realiza a través de oficinas de consultores quienes guían el trabajo siguiendo los lineamientos de la certificación, pero quien expide la certificación LEED de aquella edificación es la US Green Building Council (USGBC), después de realizar un proceso en línea donde se provee la información del proyecto al consejo.

Los beneficios de la certificación es que cualquier tercero que desee saber sobre el rendimiento ambiental, económico, y ocupacional, podrá validar que cumple con dichos parámetros. Teniendo en cuenta que son edificaciones económicas de operar y mantener, poseen mejores tasas de arrendamiento además de la seguridad que les brindan a sus habitantes (LATAM Green Building Community, 2014).

Building Research Establishment Assessment Methodology

La certificación BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology), considerada como la metodología de certificación y evaluación de edificaciones sostenibles, fue creada en Reino Unido por BRE (Building Research Establishment), cuenta con más de 20 años de experiencia en certificación. BREEAM

dispone de oficinas en 85 países en las que adaptan todos sus manuales e información necesaria tanto en idioma como en normativa. Además, cuenta con más de 575.000 edificios que han recibido su certificación.

BREEAM está centrada en evaluar 10 categorías y después de ponderar cada categoría, se da una puntuación final global al edificio; dichas categorías son: gestión, salud y bienestar, energía, transporte, agua, materiales, residuos, uso ecológico del suelo, contaminación e innovación. Este proceso de calificación se da en todas las fases de vida del edificio, desde el diseño, construcción hasta el uso.

Su origen data de 1921 con el BRE, dicha entidad se dedicaba a investigar edificaciones alrededor del mundo. Se ha dedicado por casi una década a realizar tareas de asesoramiento y testeo en el sector de construcción de Reino Unido, además de ser partícipe de la elaboración de normativas internacionales regulatorias para códigos de construcción.

Desde el año 2008 se intensificó la demanda por certificar edificaciones, por dicha razón se dio inicio al programa BREEAM International, el cual se adapta a las normativas de otros países y así los demás puedan obtener la certificación fuera del Reino Unido. En cuanto a Europa, según la DLA Piper en el 2014, el 60% de inversionistas inmobiliarios europeos elegían una certificación BREEAM para llevar a cabo sus proyectos, debido a los estándares de calidad que exige, promete para la edificación una rentabilidad y beneficios ambientales, sociales y económicos para el personal que estén vinculados a la edificación.

(BREEAM, BREEAM Internacional, 2020)

Para obtener el proceso de certificación, BREEAM propone un sencillo proceso el cual consta de tres sujetos esenciales, el cliente, un asesor y el organismo certificador. En

primer lugar, el cliente solicita una asesoría sobre la certificación que quiere recibir de su edificación, posteriormente en la fase de diseño, el asesor se encarga de registrar el proyecto, recopilar la documentación y evidencias de lo que propone el cliente, éste redacta un informe de evaluación de fase de diseño, entregando toda la documentación al órgano certificador, quien se asegura de verificar y dar una certificación provisional del proyecto. Cuando la edificación se lleva a cabo, el asesor debe encargarse de solicitar la certificación post-construcción, con la ayuda de evidencias y otro informe de evaluación de post-construcción, dando como resultado que el órgano certificador verifique lo que el asesor redacte y entregue, para así poder dar la certificación BREEAM a la edificación. (BREEAM, BREEAM es, 2020)

BREEAM es una certificación que es aplicable tanto a edificios en proceso de diseño, como a edificios que ya se han construido, para cada caso se enfoca por esquemas de evaluación ya particularizados, teniendo en cuenta el tipo de edificaciones y el uso que se le dará, optimizando su rendimiento a fin de generar sostenibilidad en el campo para el que será usado. Se tienen cinco esquemas de certificación BREEAM:

BREEAM Urbanismo. Enfocado en la mejora de la sostenibilidad en proyectos urbanísticos.

BREEAM Vivienda. Destinado para vivienda unifamiliares o viviendas en bloque.

BREEAM Nueva Construcción. Como actualización desde el 2015 del esquema de certificación antiguo BREEAM Comercial, este se enfoca en nueva construcción de edificios tanto sanitarios, como educativos, culturales, recreativos, hoteleros, judiciales, sin dejar a un lado los de oficinas, industrias y comercio.

BREEAM a Medida. Es una categoría especial para evaluar edificaciones singulares, que no se ven acogidas por Nueva construcción o Vivienda.

BREEAM en Uso. Se enfoca en la mejoría de edificios ya existentes, afrontando el impacto ambiental que estos están generando. (BREEAM, Esquemas de certificación, 2020)

International Initiative for a Sustainable Built Environment

Existe una normativa de certificación del nivel de LEED o BREEAM, la cual está diseñada para adaptarse a la situación que el proyecto y el entorno amerite, según su región y normas locales, esta es la certificación SBTool (International Initiative for a Sustainable Built Environment), la cual se encarga de calificar el desempeño sostenible de edificios y proyectos. Esta certificación se dio por la Iniciativa Internacional para un Medio Ambiente Construido Sostenible. Los criterios utilizados en el certificado y su forma varían según el tipo de edificio (residencial, administrativo, etc.) y de la edad del edificio. Esta es una organización canadiense sin ánimo de lucro.

Existen adaptaciones para algunos países que la han preferido por encima de LEED o de BREEAM, y se encuentra bien posesionada en toda Europa; en Italia se puede encontrar como Protocolo ITACA, en Portugal como SBToolPT y en España como VERDE. Todas están son tan solo variaciones adaptadas a las normativas locales, pero que se establecen por la misma premisa.

Un ejemplo de las adaptaciones de esta norma es SBToolZ, la cual fue desarrollada en la Republica Checa, esta certificación está dividida en tres niveles diferentes de

puntuación; oro, plata y bronce, siempre orientada a la construcción sostenible, la cual sirve como método de calificación y diseño de edificaciones. SBTool está orientada a varios aspectos como el ahorro de agua y energía de las edificaciones, además de su correlación con el entorno, haciendo que el proyecto encaje en la zona, aprovechando la geografía de la zona y el clima, como también materiales de construcción y métodos de diseño. Esta certificación es una pequeña guía para el sector de la construcción, sin que exista afectación al entorno y el ecosistema (Comisión Europea, 2013).

Valoración de Eficiencia de Referencia de Edificios

El certificado VERDE (Valoración de Eficiencia de Referencia de Edificios) fue creado por la asociación Green Building Council España (GBCE) para fomentar la creación de un mercado más sostenible en la construcción, esta es la principal organización de edificación sostenible en España. El objetivo de la certificación VERDE es cuantificar el impacto ambiental, social y económico de los edificios, similar a la certificación SBTool, con la diferencia que esta certificación es creada en España (etres Consultores, 2020). VERDE comprende 7 secciones a evaluar dentro de la certificación que son:

1. Parcela y emplazamiento
2. Energía y atmósfera
3. Recursos naturales
4. Calidad del ambiente interior
5. Aspectos sociales y económicos
6. Calidad del diseño

7. Innovación

El sistema de evaluación está basado de acuerdo con el Código Técnico de la Edificación y las Directivas Europeas. Para que se haga la certificación de un edificio existe un procedimiento que asegura la independencia y objetividad de la certificación. Existen varias metodologías en función del uso del edificio: VERDE NE Residencial, VERDE NE Oficinas, VERDE HADES, VERDE NE Equipamiento, VERDE NE Unifamiliar, VERDE RH Residencial y VERDE RH Equipamiento, siendo NE nueva edificación y RH rehabilitación. Como también, se tienen unos niveles de certificación que se determinan a partir del símbolo de VERDE, que corresponde a un árbol; la puntuación va denominada de 0 a 5 hojas, siendo 5 el valor que corresponde a la mejor práctica y compromiso con el ambiente; para el proceso de acreditación se cuenta con un evaluador acreditado Verde (EA-Verde) que posea la formación brindada por GBCE (GBCE, 2020).

ISO 14001

La norma ISO 14001 de sistemas de gestión ambiental, es una certificación a la que cualquier empresa relacionada o no con la industria aeronáutica puede acceder. Establece ciertas pautas para que las empresas mantengan una buena relación con el medio ambiente en sus actividades productivas o los servicios que presten. Mediante dicha certificación se proporcionan las directrices con las que la empresa que lo aplique proteja el medio ambiente y cumpla las condiciones ambientales las cuales van cambiando día tras día, manteniendo el equilibrio con la sociedad y la economía cercana a dicha empresa.

La ideología de la norma es establecer requisitos e instructivos para que se establezca un sistema de gestión ambiental en dicha empresa, permitiendo conseguir los resultados que la norma dicta. Si se establece dicho sistema de gestión ambiental, direccionado desde la gerencia de la empresa, la cual posee toda la información, a largo o mediano plazo; la aplicabilidad de la norma se puede llevar a cabo con éxito. Mediante diferentes puntos de aplicabilidad que ofrece la norma para poder llevar a cabo los procesos y procedimientos, algunos se basan en prevención, mitigación, cumplir con legislación, y otros más con los cuales solo se busca ayudar a la empresa a mejorar su relación con el medio ambiente, sin afectar sus operaciones, y también sin aumentar los requisitos legales que la rijan.

Autoridades Nacionales Relevantes en Aspectos Ambientales Aeronáuticos

En Colombia, si una organización requiere hacer un estudio de zonas ecológicas que conlleve algún tipo de impacto ecológico, ya sea para hacer una construcción o aprovechamiento de zona, se tiene que realizar un estudio del impacto ambiental o un Plan de Manejo Ambiental, también llamado PMA, estos estudios son entregados a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), la cual brinda licencias cuando se cumplan la totalidad de requerimientos del estudio. Posteriormente, para tener un seguimiento del control de estas licencias ambientales se tienen los informes de cumplimiento ambiental ICA (Informe de Cumplimiento Ambiental) que son instrumentos de prevención, seguimiento y control; enfocados al autocontrol y al mejoramiento continuo de la gestión

por parte del beneficiario de la licencia ambiental. Estos informes se deben presentar a la autoridad nacional ANLA para evidenciar el avance, efectividad y cumplimiento de los programas que conforman el Plan de Manejo Ambiental (PMA).

Para tener un entendimiento de las autoridades encargadas del buen uso de los recursos ecológicos en zonas con alguna afectación ambiental, se tiene a nivel nacional La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), esta es una autoridad ambiental colombiana que regula los proyectos que son de importancia nacional como lo puede ser un aeropuerto internacional localizado en cualquier ciudad del país. Esta autoridad certifica cualquier tipo de proyecto que genere un impacto ambiental nacional. Según el artículo 2 del decreto 3573, *“la ANLA es la encargada de que los proyectos, obras o actividades sujetos de licenciamiento, permiso o trámite ambiental cumplan con la normativa ambiental, de tal manera que contribuyan al desarrollo sostenible del país”* (Minambiente, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, 2019).

Las funciones de ANLA, según el artículo 3 del decreto 3573, son *“ordenar la suspensión de trabajos, aprobar los actos administrativos de licencias ambientales, adelantar y culminar el procedimiento de investigación, preventivo y sanitario en materia ambiental, dirimir los conflictos de competencia, otorgar o negar las licencias, permisos y tramites ambientales, adelantar cobros coactivos, implementar estrategias dirigidas al cuidado, custodia y correcto manejo de la información, administrar el Sistema de Licencias, Permisos y Trámites Ambientales (SILA) y Ventanilla Integral de Trámites Ambientales en Línea (VITAL), desarrollar la política de gestión de información requerida*

para el cumplimiento de su objetivo, asumir la representación judicial y extrajudicial de la Nación en los asuntos de su competencia, realizar el seguimiento de las licencias, permisos y tramites ambientales, apoyar la elaboración de la reglamentación en material ambiental” (Minambiente, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, 2019); todo conforme al Ministerio Ambiental, en virtud del progreso ambiental sostenible continuo.

Adicionalmente, existen organizaciones particulares por las regiones del país, estas son Las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible, las cuales son entes corporativos de carácter público, creados por la ley, integrados por las entidades territoriales que por sus características constituyen geográficamente un mismo ecosistema o conforman una unidad geopolítica, biogeográfica o hidrogeográfica, dotados de autonomía administrativa y financiera, patrimonio propio y personería jurídica, encargados por la ley de administrar dentro del área de su jurisdicción, el medio ambiente y los recursos naturales renovables y propender por su desarrollo sostenible, de conformidad con las disposiciones legales y las políticas del Ministerio del Medio Ambiente (Ambiente, 2020).

Regulado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, siendo este el rector de la gestión del ambiente y de los recursos naturales renovables, encargado de orientar y regular el ordenamiento ambiental del territorio y de definir las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del ambiente de la Nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible, sin perjuicio de las funciones asignadas a otros sectores (Gobierno de Colombia).

Estas corporaciones certifican de manera singular dependiendo de la región en donde se localice, un proyecto que tenga un impacto medio ambiental. Se dividen por 33 corporaciones diferentes en cumplimiento a las normativas por ley de cada región como se muestra en la Figura 1 y Tabla 3.

Estas corporaciones son la primera autoridad ambiental con la que se debe establecer un proyecto ambiental, por ejemplo, para un aeropuerto de carácter regional en el país, se tiene que estudiar y especificar el impacto y beneficio que este contribuye a la sociedad; haciendo diagnósticos, como por ejemplo el impacto a las comunidades aledañas a los aeropuertos, debido a las emisiones de ruidos y desechos emitidos por las terminales aéreas. Las corporaciones regulan los permisos y obligaciones de las empresas en proyectos a escalas menores que no tengan un impacto nacional, y su incidencia solo sea en una región, ya que el tipo de impacto medioambiental nacional es certificado por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), todo en virtud de la mejora continua de la sostenibilidad medioambiental en el país.

| | | |
|---|---------------|--------------------------|
| Norte y el Oriente Amazónico. | | |
| Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga. | CDMB | Bucaramanga, Santander. |
| Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó. | CODECHOCO | Quibdó, Chocó. |
| CORPORACIÓN | SIGLA | CIUDAD |
| Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. | CORALINA | San Andrés Isla. |
| Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia. | CORANTIOQUIA | Medellín, Antioquia. |
| Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial de La Macarena. | CORMACARENA | Villavicencio, Meta. |
| Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare. | CORNARE | El Santuario, Antioquia. |
| Corporación Autónoma Regional del Magdalena. | CORPAMAG | Santa Marta, Magdalena. |
| Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia. | CORPOAMAZONIA | Mocoa, Putumayo. |
| Corporación Autónoma Regional de Boyacá. | CORPOBOYACA | Tunja, Boyacá. |
| Corporación Autónoma Regional de Caldas. | CORPOCALDAS | Manizales, Caldas. |
| Corporación Autónoma Regional del Cesar. | CORPOCESAR | Valledupar, Cesar. |
| Corporación Autónoma Regional de Chivor. | CORPOCHIVOR | Garagoa, Boyacá. |
| CORPORACIÓN | SIGLA | CIUDAD |
| Corporación Autónoma Regional de la Guajira. | CORPOGUAJIRA | Riohacha, La Guajira. |
| Corporación Autónoma Regional del Guavio. | CORPOGUAVIO | Gachalá, Cundinamarca. |
| Corporación para el Desarrollo Sostenible de La Mojana y El San Jorge. | CORPOMOJANA | San Marcos, Sucre. |

| | | |
|---|---------------|-----------------------------|
| Corporación Autónoma Regional de Nariño. | CORPONARIÑO | Pasto, Nariño. |
| Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental. | CORPONOR | Cúcuta, Norte de Santander. |
| Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia. | CORPORINOQUIA | Yopal, Casanare. |
| Corporación para el Desarrollo Sostenible del Urabá. | CORPOURABA | Apartado, Antioquia. |
| Corporación Autónoma Regional del Tolima. | CORTOLIMA | Ibagué, Tolima. |
| Corporación Autónoma Regional del Atlántico. | CRA | Barranquilla, Atlántico. |
| Corporación Autónoma Regional del Cauca. | CRC | Popayán, Cauca. |
| CORPORACIÓN | SIGLA | CIUDAD |
| Corporación Autónoma Regional del Quindío. | CRQ | Armenia, Quindío. |
| Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar. | CSB | Magangué, Bolívar. |
| Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca | CVC | Cali, Valle del Cauca. |
| Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge. | CVS | Montería, Córdoba. |

Nota: Tomado de (Ambiente, 2020).

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible junto con el presidente de la República de Colombia formulan la política nacional ambiental y de recursos naturales renovables (Gobierno de Colombia). Por eso les corresponde dirigir el Sistema Nacional Ambiental (SINA), el cual se define como el conjunto de orientaciones, normas, actividades, recursos, programas e instituciones que permiten la puesta en marcha de los principios generales ambientales contenidos en la Constitución Política de Colombia de 1991 y la ley 99 de 1993 (Minambiente, Corpouraba, 1993).

Cada una de estas leyes y entidades son de suma importancia en relación con la construcción de un proyecto, debido a su impacto medio ambiental. El sector aeronáutico tiene que ser regulado por cada una de estas leyes y entidades dependiendo de su región, haciendo énfasis en la corporación encargada de estudiar el impacto que pueda tener, como por ejemplo un aeródromo.

Respecto al Plan de navegación aérea para Colombia (PNACOL) de la Aerocivil volumen I. Nivel nacional estratégico emitido el 9 de marzo de 2020, se establece que: “la mejora de la eficiencia de vuelo llevará automáticamente a una reducción del consumo de combustible, lo que a su vez tendrá beneficios para el medio ambiente por vuelo. Enfrentada a un desafío medioambiental sin precedentes a nivel mundial que requiere el compromiso de una amplia gama de industrias, la industria de la aviación se ha comprometido a alcanzar objetivos muy ambiciosos: crecimiento neutro en carbono desde 2020 y una reducción del 50% en las emisiones de CO₂ para 2050, comparados con 2005. Los Estados miembros de la OACI han adoptado dos objetivos a los que aspira con carácter mundial: una mejora del rendimiento del combustible del 2% por año y un crecimiento neutro en carbono a partir de 2020, así como un conjunto de medidas, que incluyen mejoras operacionales, para avanzar hacia estas metas”.

Tipología de los Aeropuertos

Para el estudio de la certificación a implementar en un aeropuerto de Colombia es necesario conocer los tipos de aeropuertos que tiene el país, estos son clasificados por la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (UAEAC), en los Reglamentos

Aeronáuticos de Colombia, específicamente en el apartado 14, que corresponde a aeródromos, aeropuertos y helipuertos (RAC 14). En este documento se explica la clave de referencia de los aeródromos, que tiene como propósito principal brindar un método sencillo que asocie las instalaciones del aeropuerto y los aviones que van a operar en este. La clave consta de dos elementos, el primero es un número asignado de acuerdo con la longitud de campo de referencia del avión y el segundo es una letra de acuerdo con la envergadura del avión. La UAEAC será la que determine el número y letra de la clave de referencia. Los significados de cada uno de estos elementos se presentan en las Tablas 4.

Tabla 4. Clasificación de los Aeropuertos – Elementos de Clave 1 y 2.

| Elementos de clave 1 | |
|----------------------|---|
| Numero de clave | Longitud de campo de referencia del avion |
| 1 | Menos de 800 m |
| 2 | Desde 800 m hasta 1200 m (exclusive) |
| 3 | Desde 1200 m hasta 1800 m (exclusive) |
| 4 | Desde 1800 m en adelante |

| Elementos de clave 2 | |
|----------------------|-----------------------------------|
| Letra de clave | Envergadura |
| A | Hasta 15 m (exclusive) |
| B | Desde 15 m hasta 24 m (exclusive) |
| C | Desde 24 m hasta 36 m (exclusive) |
| D | Desde 36 m hasta 52 m (exclusive) |
| E | Desde 52 m hasta 65 m (exclusive) |
| F | Desde 65 m hasta 80 m (exclusive) |

Nota: Tomado de (Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, pág. 44).

Identificación de las Certificaciones

Como se mencionó LEED, BREEAM y SBTool son las certificaciones que por excelencia se están utilizando en diferentes regiones del mundo, para la certificación

ambiental de edificaciones que comprenden diversos aspectos ambientales a considerar en un proyecto particular. Por esta razón, se decidió realizar el ejercicio comparativo entre estas tres certificaciones, en donde la intención principal, es evaluar detalladamente cada una. La comparación de las tres certificaciones se realiza por medio de tablas descriptivas, con cada requisito de la certificación, estas tablas fueron diseñadas con un código de identificación que permitiera reconocer fácilmente cada una de las categorías y subcategorías, que están implementadas dentro de la metodología.

A continuación, se describe la identificación creada para cada una de las certificaciones:

Para la certificación LEED, se estableció una identificación cuya sigla comienza con las letras “LE”; para dar un ejemplo puntual, se tiene la categoría “LE1. Localización y transporte” y como subcategoría de la *Localización y transporte* se tiene “Localización en el desarrollo urbano” que tiene como connotación el término “LE1.1”.

Por su parte, la certificación BREEAM fue identificada con el índice “BR”, a similitud de la nomenclatura de LEED, se tiene como ejemplo la categoría de “Salud y Bienestar” reducido al término de “BR2”, y para la subcategoría de “Confort térmico” con el índice “BR2.3”.

Por último, la certificación de SBTool fue nombrada como “SB”. Para el ejemplo de categorización, se puede tomar “Costo y aspectos económicos” identificado como “SB8” y, “SB8.1” para la subcategoría de “Costo y economía”.

Con el objetivo de brindar al lector mayor entendimiento, cada categoría y subcategoría de las tres certificaciones estudiadas en este capítulo, tienen una definición propia dada por la certificación.

Por ello, a continuación, se explica la definición de cada subcategoría y así destacar las similitudes entre una certificación y otra, con la ayuda de un cuadro comparativo.

Categorías LEED

Leadership in Energy & Environmental Design (LEED), cuenta con 8 categorías generales dentro de la enmarcación de toda la certificación, así mismo, cada categoría tiene unas subcategorías que especifican el punto que evalúa. Siguiendo la nomenclatura propuesta para este ejercicio, las definiciones de cada subcategoría se presentan así:

LE1. Localización y Transporte LT.

LE1.1. Localización en Desarrollo Urbano. Evitar la construcción y desarrollo en zonas inapropiadas, mejorar la salud de los habitantes, incentivar actividad física y disminuir kilómetros recorridos por vehículos.

LE1.2. Protección de Suelos Sensibles. El objetivo es reducir el impacto ambiental en la parcela en donde se realizará la construcción o edificación de una nueva o antigua edificación.

LE1.3. Parcela de Alta Prioridad. Esta subcategoría busca promover el desarrollo de áreas circundantes al edificio, o la construcción, para beneficiar la localización de alta prioridad.

LE1.4. Densidad del Entorno y Usos Diversos. Conservación de suelos y cultivos, por medio de estudios e informes de la construcción, en la localización, para así favorecer y promover el desarrollo de la edificación.

LE1.5. Acceso a Transporte Público de Calidad. Favorecer a los habitantes de la localización, acceso a diferentes medios de transporte público, desincentivando el uso de vehículos a motor de uso individual.

LE1.6. Instalaciones para Bicicletas. Promover el uso de bicicletas y de actividad física, y así reducir el transporte privado de vehículos automotor dentro de la zona de la construcción o edificación nueva.

LE1.7. Huella de Aparcamiento Reducida. Minimizar el impacto del uso de automóviles, reduciendo los lugares en donde se pueda aparcar los vehículos y reducir la huella de carbono, por impacto individual.

LE1.8. Vehículos Sostenibles. Promover alternativas de movilización a los individuos, como el uso de vehículos eléctricos, en comparación a vehículos alimentados por combustibles fósiles.

LE2. Parcelas Sostenibles PS.

LE2.1. Evaluación de la Parcela. Valorar las condiciones del terreno de construcción, por medio de estudios y análisis de los suelos en donde se construya la nueva edificación.

LE2.2. Desarrollo de la parcela - Proteger o restaurar el hábitat. Esta subcategoría busca promover la biodiversidad, de los diferentes ecosistemas y especies, conservando las áreas existentes de la parcela y restaurando las dañadas.

LE2.3. Espacio abierto. Promover interacción con medio ambiente, por medio de lugares abiertos y naturales en la edificación, como también la actividad física y recreo pasivo mediante un espacio abierto.

LE2.4. Gestión del agua lluvia. Busca promover el buen uso del agua lluvia, reciclando y dando un uso apropiado al agua lluvia que se recoja de la construcción y la calidad de esta.

LE2.5. Reducción de las islas de calor. Minimizar los efectos de microclimas, producido por condiciones climáticas particulares, que generalmente se encuentran afectados por factores ecológicos y medioambientales.

LE2.6. Reducción de la contaminación lumínica. Reducir las consecuencias de la iluminación, para la vida salvaje y para los habitantes de la edificación o construcción.

LE2.7. Plan general de la parcela. Asegurar la continuación de los beneficios de sostenibilidad de la parcela, realizando planes de gestión ambiental en la nueva construcción, en beneficio de la parcela y terreno.

LE2.8. Directrices de diseño y construcción para el inquilino. Educar a los inquilinos en prácticas de sostenibilidad, realizando directrices de diseño y estudios en los que los individuos aseguren el beneficio del medio ambiente en la construcción.

LE2.9. Lugares de descanso. Proporcionar lugares de descanso dentro de la edificación nueva, para incentivar el mejoramiento de la salud de los habitantes, a largo plazo.

LE2.10. Acceso directo al exterior. Esta subcategoría busca proporcionar acceso al entorno natural afuera de la construcción para incentivar el mejoramiento de la salud de los habitantes y obtengan una mejora de vida individual.

LE3. Eficiencia en Agua EA.

LE3.1. Reducción de consumo de agua en exterior e interior. Reducir el consumo de agua, en la edificación, no desaprovechando y reutilizando la mayor cantidad de reservas de agua internas y externas en la construcción.

LE3.2. Consumo de agua de las torres de refrigeración. Conservar el agua usada para refrigeración, y así poder reutilizarla controlando su buen estado.

LE3.3. Medición del agua. Realizar un seguimiento de consumo de agua de la edificación, midiendo los niveles y haciendo informes que demuestren en que cantidad se gasta el agua en la nueva construcción o edificación.

LE4. Energía y Atmosfera EYA.

LE4.1. Recepción mejorada. Esta subcategoría busca el mejoramiento del diseño, construcción y operación de la edificación, que aporte a las nuevas tecnologías ambientales, y así se pueda reducir el impacto ambiental por los materiales y recursos.

LE4.2. Optimización de la eficiencia energética. Incrementar la eficiencia energética de la edificación, reduciendo los niveles de consumo energético en la nueva construcción.

LE4.3. Medición avanzada de energía. Identificar oportunidades de ahorro de energía, para reducir el consumo energético, haciendo constante seguimiento al nivel de consumo en toda la edificación.

LE4.4. Respuesta a la demanda. Fomentar el uso de nuevas tecnologías más eficientes y fiables, según como este la demanda en el mercado en pro a la reducción de la huella de carbono para las nuevas construcciones.

LE4.5. Producción de energía renovable. El objetivo es incrementar el autoabastecimiento de energía reduciendo daños económicos y ambientales.

LE4.6. Gestión mejorada de refrigerantes. Minimizar las contribuciones al cambio climático y disminución de capa de ozono, cumpliendo y siguiendo el Protocolo de Montreal.

LE4.7. Energía verde y compensaciones de carbono. Esta subcategoría promueve la reducción de producción de gases de efecto invernadero, por medio de compensaciones de carbono en la edificación.

LE5. Materiales y Recursos.

LE5.1. Reducción del impacto del ciclo de vida del edificio. Favorecer la reutilización de materiales y productos en la edificación o construcción, y así impactar menos al medio ambiente.

LE5.2. Declaraciones ambientales de productos. Promover la trazabilidad de materiales por medio de un seguimiento, seleccionando productos que no influyan en impactos medioambientales.

LE5.3. Fuentes de materias primas. El objetivo es promover trazabilidad de materiales, seleccionando productos extraídos y recogidos responsablemente, según lo establezcan los estudios ambientales para la edificación o construcción.

LE5.4. Componentes de los materiales. Este ítem promueve también la trazabilidad de materiales, seleccionando productos que minimicen el uso de sustancias peligrosas, que puedan afectar a los individuos o el ecosistema.

LE5.5. Gestión de residuos de construcción y demolición. Reducir los residuos de la construcción y fomentar la reutilización de estos residuos en otras formas de la edificación.

LE6. Calidad Ambiental Interior CAI.

LE6.1. Estrategias mejoradas de la calidad de aire interior. Fomentar el bienestar y confort de ocupantes mediante el mejoramiento de la calidad del aire al interior de la edificación.

LE6.2. Materiales de baja emisión. Minimizar los contaminantes químicos que perjudiquen la calidad del aire, afectando así al medioambiente y a la salud de los habitantes.

LE6.3. Plan de gestión de la calidad de aire interior durante la construcción. Promover el bienestar de los ocupantes y trabajadores de construcción minimizando problemas de calidad de aire interior.

LE6.4. Evaluación de la calidad de aire. Promover la mejor calidad del aire durante la ocupación de la edificación, por medio de una evaluación de la calidad de las partículas contaminantes en el aire.

LE6.5. Confort térmico. Proporcionar confort térmico de calidad para todos los ocupantes, beneficiando la salud de los individuos sin afectar a la huella de carbono.

LE6.6. Iluminación interior. El objetivo principal es proporcionar iluminación de alta calidad para todos los ocupantes al interior de la construcción o edificación.

LE6.7. Luz interior. Reducir el uso de luz artificial, introduciendo luz natural a la edificación, así reduciendo el consumo energético en la nueva construcción o la edificación hacia los individuos, ya sea con grandes ventanales o espacios abiertos.

LE6.8. Vistas de calidad. Promover una conexión con el ambiente exterior por medio de vistas de calidad, con el uso de ventanas en el interior de la nueva construcción.

LE6.9. Eficiencia acústica. Esta subcategoría busca promover un diseño acústico eficaz y de calidad, y así reducir el peligro de la contaminación auditiva o sonora dentro de la edificación.

LE7. Innovación IN.

LE7.1. Innovación. El objetivo principal de esta categoría es animar a equipos de edificios y nuevas construcciones a conseguir eficiencia innovadora.

LE7.2. Profesional acreditado LEED. Fomentar el uso de LEED, además de llevar a cabo el proceso de certificación.

LE8. Prioridad regional.

Promover el mejoramiento de la región donde se encuentra la edificación, por medio de diferentes estrategias.

Categorías BREEAM

Building Research Establishment's Environmental Assessment Method (BREEAM), tiene 10 categorías generales. Siguiendo la nomenclatura propuesta para este ejercicio en la Identificación de las Certificaciones, las definiciones de cada subcategoría y sus objetivos son:

BR1. Gestión GST.

BR1.1. Gestión sostenible. Garantizar la entrega de un edificio funcional y sostenible que se haya diseñado y construido, de acuerdo con el modo de funcionamiento previsto.

BR1.2. Prácticas de construcción responsable. Reconocer e impulsar las obras gestionadas de manera respetuosa, responsable y consecuente con el medio ambiente y la sociedad.

BR1.3. Impactos de zonas de obras. Reconocer e impulsar que la gestión de las zonas de obras se lleve a cabo de manera respetuosa con el medio ambiente, en términos de uso de recursos, consumo de energía y contaminación.

BR1.4. Participación de las partes interesadas. Diseñar, planificar y entregar edificios accesibles, funcionales y participativos a través de la consulta a los usuarios actuales y futuros del edificio, así como a otros interesados.

BR1.5. Coste del ciclo de vida y planificación de la vida útil. Reconocer e impulsar el cálculo del coste del ciclo de vida y la planificación de la vida útil, para la toma de decisiones fundadas en relación con el diseño, las especificaciones, el funcionamiento y el mantenimiento durante la vida del edificio.

BR2. Salud y Bienestar SyB.

BR2.1. Confort visual. Garantizar que los ocupantes del edificio tengan acceso a la iluminación natural y la artificial, así como sus dispositivos de control, para asegurar las mejores prácticas de eficiencia y confort visual.

BR2.2. Calidad de aire interior. Reconocer e incentivar un entorno interno saludable mediante la especificación y la instalación de sistemas de ventilación, equipos y acabados adecuados.

BR2.3. Confort térmico. El objetivo es garantizar, a través del diseño, la consecución de los niveles adecuados de confort térmico, así como la selección de los dispositivos de control necesarios para mantener un entorno térmicamente confortable para los ocupantes del edificio.

BR2.4. Calidad del agua. Esta subcategoría busca minimizar el riesgo de contaminación del agua en las instalaciones, y también garantizar el abastecimiento de los usuarios del edificio con fuentes de agua limpias y frescas.

BR2.5. Eficiencia acústica. Garantizar que la eficiencia acústica del edificio, incluido el aislamiento acústico, cumple con los estándares adecuados para su propósito.

BR2.6. Acceso seguro. Reconocer e incentivar medidas de diseño eficaces que promuevan un acceso seguro y de bajo riesgo desde el exterior hacia el interior del edificio, y viceversa.

BR2.7. Riesgos naturales. El objetivo de este ítem es el de reducir o anular el impacto de posibles amenazas naturales sobre el edificio.

BR2.8. Tratamiento sostenible de agua en piscinas. Fomentar el tratamiento del agua en piscinas, tanto cubiertas como descubiertas y tanto interiores como exteriores, con el fin de reducir el empleo de productos dañinos para los usuarios.

BR3. Energía ENE.

BR3.1. Eficiencia energética. Esta subcategoría busca reconocer e impulsar edificios que minimicen el consumo de energía operativa a través de un diseño adecuado.

BR3.2. Monitorización energética. Reconocer e impulsar la monitorización del consumo de energía operativa a través de contadores auxiliares.

BR3.3. Iluminación externa. El objetivo de iluminación externa es reconocer e impulsar la instalación de luminarias energéticamente eficientes, en las zonas exteriores de la edificación.

BR3.4. Tecnologías bajas en carbono o de cero carbono. Impulsar el uso adecuado de la generación local de energía a partir de fuentes renovables.

BR3.5. Conservación frigorífica energéticamente eficiente. Reconocer e impulsar la instalación de sistemas de conservación frigorífica energéticamente eficientes para de esta forma, reducir las emisiones operativas de gases de efecto invernadero derivadas del uso de la energía por parte de dichos sistemas.

BR3.6. Sistemas de transporte energéticamente eficientes. El objetivo de esta subcategoría es impulsar la especificación de sistemas de transporte energéticamente eficientes.

BR3.7. Sistemas de laboratorio energéticamente eficientes. Reconocer e incentivar las zonas de laboratorio diseñadas para ser energéticamente eficientes y minimizar las emisiones de CO₂ asociadas a su consumo de energía operativa.

BR3.8. Equipos energéticamente eficientes. Reconocer e impulsar la contratación de equipos energéticamente eficientes.

BR4. Transporte TRA.

BR4.1. Accesibilidad al transporte público. Reconocer e impulsar los desarrollos en las proximidades de buenas redes de transporte público para, de esta forma, contribuir a la reducción de la contaminación derivada del uso de los medios de transportes y las congestiones de tráfico.

BR4.2. Proximidad a los servicios. Impulsar y recompensar los edificios que se sitúen en las proximidades de servicios locales para reducir la necesidad de realizar viajes largos o múltiples desplazamientos.

BR4.3. Modos de transporte alternativos. Ofrecer servicios que incentiven a los usuarios del edificio para que utilicen modos de transporte bajos en carbono y reduzcan al mínimo los desplazamientos de una sola persona.

BR4.4. Capacidad máxima de aparcamiento. Incentivar el uso entre los usuarios del edificio de medios de transporte alternativos al vehículo privado para ayudar a reducir las emisiones y las congestiones de tráfico relacionadas con los desplazamientos derivados del funcionamiento del edificio.

BR4.5. Plan de movilidad. Esta subcategoría reconoce e incentiva la incorporación de una serie de opciones de movilidad dirigidas a los usuarios del edificio para fomentar la reducción del impacto ambiental de los desplazamientos desde y hacia el edificio.

BR5. Agua AG.

BR5.1. Consumo de agua. Reducir el consumo de agua potable de uso sanitario y riego en el edificio a través de la incorporación de aparatos de eficiencia hídrica y sistemas de reciclado del agua.

BR5.2. Monitorización de los consumos de agua. Garantizar que se pueda monitorizar y gestionar el consumo de agua para fomentar la reducción de su consumo.

BR5.3. Detección y prevención de fugas de agua. Este ítem busca reducir el impacto de fugas de agua que, de otro modo, podrían no detectarse.

BR5.4. Equipos eficientes en cuanto al consumo de agua. Reducir el consumo de agua incentivando la especificación de sistemas o equipos consumidores de agua eficientes.

BR6. Materiales MAT.

BR6.1. Impactos del ciclo de vida. Reconocer e impulsar el uso de herramientas robustas y adecuadas para el análisis del ciclo de vida y, por consiguiente, la especificación de materiales de construcción con un bajo impacto ambiental (también en términos de carbono incorporado) a lo largo de todo el ciclo de vida del edificio.

BR6.2. Aprovechamiento responsable de materiales. Reconocer e impulsar la especificación de materiales para los elementos principales de la edificación cuyo aprovisionamiento se haya efectuado de forma responsable.

BR6.3. Aislamiento. Reconocer e potenciar el uso de un aislamiento térmico cuyo aprovisionamiento se haya efectuado de manera responsable.

BR6.4. Diseño orientado a la protección contra el impacto. El objetivo es explorar e incentivar una protección adecuada de los elementos expuestos del edificio y del paisajismo, así minimizando la frecuencia de sustitución y maximizar la optimización de los materiales.

BR7. Residuos RSD.

BR7.1. Gestión de residuos de construcción. Incentivar la eficiencia de los recursos mediante una gestión eficaz y apropiada de los residuos de construcción.

BR7.2. Áridos reciclados. Reconocer e motivar el uso de materiales áridos (material granulado), que sean reciclados y secundarios para, de esta forma, reducir la demanda de materiales vírgenes y optimizar la eficiencia de los materiales en la construcción.

BR7.3. Gestión de residuos urbanos. Reconocer e incentivar la disponibilidad de instalaciones de almacenamiento específicas para los flujos de residuos reciclables relacionados con las operaciones para evitar su envío a vertederos o plantas de incineración.

BR7.4. Revestimiento de paramentos horizontales. Motivar la especificación y la instalación de acabados de techos y suelos que hayan sido seleccionados por el ocupante del edificio y de esta forma, evitar el despilfarro de materiales.

BR8. Uso de Suelo y Ecología USE.

BR8.1. Selección de emplazamiento. Fomentar el uso de emplazamientos previamente urbanizados y suelos contaminados para evitar el uso de suelos que no hayan sufrido ningún tipo de alteración anterior.

BR8.2. Valor ecológico del emplazamiento y protección de los elementos con valor ecológico. Fomentar la urbanización de suelos que ya poseen un valor limitado para

la fauna y la flora, así como la protección de los elementos con valor ecológico existentes frente a daños sustanciales ocurridos durante la preparación del emplazamiento y la finalización de las obras.

BR8.3. Mejora de la ecología del emplazamiento. El objetivo es admitir e incentivar las acciones dirigidas a mantener y mejorar el valor ecológico del emplazamiento como resultado de su urbanización.

BR8.4. Impacto a largo plazo sobre biodiversidad. Minimizar el impacto a largo plazo sobre la biodiversidad del emplazamiento y las zonas circundantes de la edificación.

BR8.5. Control de erosión. Minimizar la erosión procedente de la alteración de la superficie del terreno incluyendo las actividades de construcción del edificio en el emplazamiento.

BR9. Contaminación CONT.

BR9.1. Impacto de los refrigerantes. Esta subcategoría busca reducir el nivel de emisiones de gases de efecto invernadero y de agotamiento del ozono, derivadas de la fuga de refrigerantes de los sistemas del edificio.

BR9.2. Emisiones de NOx. Proveer el suministro de agua caliente sanitaria (ACS) y calefacción a través de un sistema que minimice las emisiones de NOx y, por tanto, contribuya a la reducción de la contaminación del entorno local.

BR9.3. Aguas superficiales de escorrentía. Evitar, reducir y retrasar el desagüe de precipitaciones en el alcantarillado público y los cursos de agua para minimizar el riesgo de que se produzcan inundaciones localizadas dentro y fuera del emplazamiento, la contaminación de los propios cursos de agua y la generación de otros daños ambientales.

BR9.4. Reducción de la contaminación lumínica nocturna. Garantizar que la iluminación externa se concentre en las zonas apropiadas y que se minimice la iluminación ascendente para reducir la contaminación lumínica, el consumo de energía y las molestias para las propiedades vecinas que no sean de carácter estrictamente necesario.

BR9.5. Atenuación de ruidos. Reducir la posibilidad de que los ruidos derivados de las instalaciones fijas de la nueva edificación afecten a edificios cercanos sensibles al ruido.

BR10. Innovación. El objetivo principal de esta categoría es incentivar la innovación dentro del sector de la construcción, a través del reconocimiento de mejoras en el ámbito de la sostenibilidad, que no se recompensen mediante los requisitos estándar.

Categorías SBTool

Para esta certificación en particular, no solamente se divide en categorías y subcategorías, sino que SBTool cuenta con más requerimientos en cada una de sus

subcategorías, que por motivos de simplicidad del ejercicio no se tendrán en cuenta, solo se va a tener en cuenta a nivel de categorías y subcategorías.

Sustainable Building Tool (SBTool) cuenta con 8 categorías generales, las cuales serán explicadas a continuación:

SB1. Ubicación, servicios y características del sitio.

SB1.1. Ubicación y contexto del sitio. Esta subcategoría habla de la ubicación del sitio en relación con las zonas de riesgo de inundaciones o de incendio y la proximidad al transporte público, servicios de emergencia, colegios, instalaciones recreativas y comerciales.

SB1.2. Servicios externos disponibles. Frecuencia de servicio de los sistemas de transporte público, fuentes de energía renovable, dentro del área urbana de materiales y productos reciclados, como también dentro del casco urbano de materiales y productos reutilizables en nuevas estructuras y acceso a una red pública de suministro eléctrico y comunicaciones de banda ancha.

SB1.3. Características del sitio. Esta subcategoría es referida a la sensibilidad o valor ecológico, el valor agrícola y el estado de contaminación de la tierra antes del desarrollo, condiciones ambientales de ruido y viabilidad para el uso de sistemas de energía renovable en el sitio.

SB2. Regeneración y desarrollo del sitio, diseño urbano e infraestructura.

SB2.1. Regeneración y desarrollo del sitio. Remediación de suelos, aguas subterráneas o aguas superficiales contaminadas; uso de vegetación para proporcionar refrigeración al aire libre; provisión y calidad de ciclo vías, parqueaderos y vías para uso peatonal.

SB2.2. Diseño urbano. El objetivo es evaluar el impacto de la orientación sobre la energía solar pasiva de los edificios y el impacto de la orientación del sitio en la ventilación natural de los edificios durante las estaciones cálidas y frías.

SB2.3. Infraestructura y servicios del proyecto. Provisión de servicios de recolección y clasificación de residuos sólidos, sistema de gestión de aguas superficiales, instalaciones de estacionamiento en el lugar para vehículos privados, vías de acceso e instalaciones para carga o entrega y provisión y calidad de iluminación exterior.

SB3. Consumo de energía y recursos.

SB3.1. Ciclo de vida total Energía no renovable. Energía no renovable incorporada en los materiales de construcción originales, para mantenimiento o reemplazo(s) y el consumo de energía no renovable para todas las operaciones del edificio, para el transporte relacionado con el proyecto y para el proceso de demolición o desmantelamiento.

SB3.2. Demanda eléctrica pico. Esta subcategoría se refiere, como su nombre lo indica, a la demanda eléctrica pico para operaciones de construcción.

SB3.3. *Uso de materiales.* El objetivo es la eficiencia del material de componentes estructurales, uso de materiales nuevos no renovables, uso eficiente de materiales de acabado y facilidad de desmontaje, reutilización o reciclaje.

SB3.4. *Uso de agua potable, aguas pluviales y aguas grises.* Uso de agua para las necesidades de los ocupantes durante las operaciones, uso de agua para riego y uso de agua para sistemas de construcción.

SB4. Cargas ambientales.

SB4.1. *Emisiones de gases de efecto invernadero.* Emisiones de gases de efecto invernadero de la energía incorporada en los materiales de construcción originales y los utilizados para mantenimiento o reemplazo.

SB4.2. *Otras emisiones atmosféricas.* Emisiones de sustancias que agotan la capa de ozono, emisiones acidificantes y emisiones que conducen a foto oxidantes durante las operaciones de las instalaciones.

SB4.3. *Residuos sólidos y líquidos.* Esta subcategoría inspecciona los desechos sólidos no peligrosos de las operaciones de la instalación y efluentes líquidos, de las operaciones de construcción enviados fuera del sitio.

SB4.4. *Impactos en el sitio del proyecto.* Recarga de aguas subterráneas mediante pavimento permeable y los cambios en la biodiversidad del sitio.

SB4.5. Otros impactos locales y regionales. Impacto en el acceso a la luz natural o potencial de energía solar de la propiedad adyacente; posibilidad de que las operaciones del proyecto contaminen cuerpos de agua cercanos; contribución al efecto isla de calor de techos, jardinería y áreas pavimentadas y grado de contaminación lumínica atmosférica provocada por los sistemas de iluminación exterior del proyecto.

SB5. Calidad ambiental interior.

SB5.1. Calidad y ventilación del aire interior. Concentraciones de CO₂ en el aire interior; migración de contaminantes entre ocupaciones; efectividad de la ventilación en ocupaciones con ventilación natural durante las temporadas de enfriamiento, intermedias y de calefacción y efectividad de la ventilación en ocupaciones ventiladas mecánicamente.

SB5.2. Temperatura del aire y humedad relativa. Se refiere a la temperatura del aire y humedad relativa adecuadas en lugares refrigerados mecánica y naturalmente.

SB5.3. Luz natural e iluminación. Iluminación natural adecuada en áreas de ocupación primaria y al control del deslumbramiento de la luz del día.

SB5.4. Ruido y Acústica. Atenuación de ruido a través de la envolvente exterior, transmisión del ruido del equipo de la instalación a los destinos principales y atenuación de ruido entre áreas de ocupación primaria.

SB6. Calidad de Servicio.

SB6.1. Seguridad y protección. Mantenimiento de las funciones básicas del edificio durante cortes de energía y la seguridad personal para los usuarios del edificio durante las operaciones normales.

SB6.2. Funcionalidad y eficiencia. El objetivo de esta subcategoría es la eficiencia espacial y volumétrica en la edificación o construcción, con esto ayudando a la calidad del servicio.

SB6.3. Controlabilidad. Busca la efectividad del sistema de control de gestión de instalaciones y la capacidad para el funcionamiento parcial de los sistemas técnicos de las instalaciones.

SB6.4. Flexibilidad y adaptabilidad. Capacidad del operador del edificio para modificar los sistemas técnicos de la instalación, potencial de extensión horizontal o vertical de la estructura, restricciones de adaptabilidad impuestas por la estructura o las alturas de piso a piso, restricciones de adaptabilidad impuestas por la envolvente del edificio y los sistemas técnicos y adaptabilidad a futuros cambios en el tipo de suministro energético.

SB6.5. Optimización y mantenimiento del rendimiento operativo. La funcionalidad operativa y eficiencia de los sistemas de instalaciones clave, adecuación de la envolvente del edificio para el mantenimiento del rendimiento a largo plazo y retención de documentación conforme a la obra.

SB7. Aspectos sociales, culturales y perceptuales.

SB7.1. Aspectos sociales. Acceso a la luz solar directa desde las áreas de vivienda, privacidad visual en áreas principales de unidades habitacionales y acceso a espacios abiertos privados desde unidades de vivienda.

SB7.2. Cultura y patrimonio. El objetivo es la provisión de espacios públicos abiertos compatibles con los valores culturales locales, impacto del diseño en paisajes urbanos existentes y uso de materiales y técnicas tradicionales locales.

SB7.3. Perceptual. Esta subcategoría busca el acceso a vistas exteriores desde el interior de la edificación o la construcción, así reduciendo el coste e implementación de productos que afecten el ambiente.

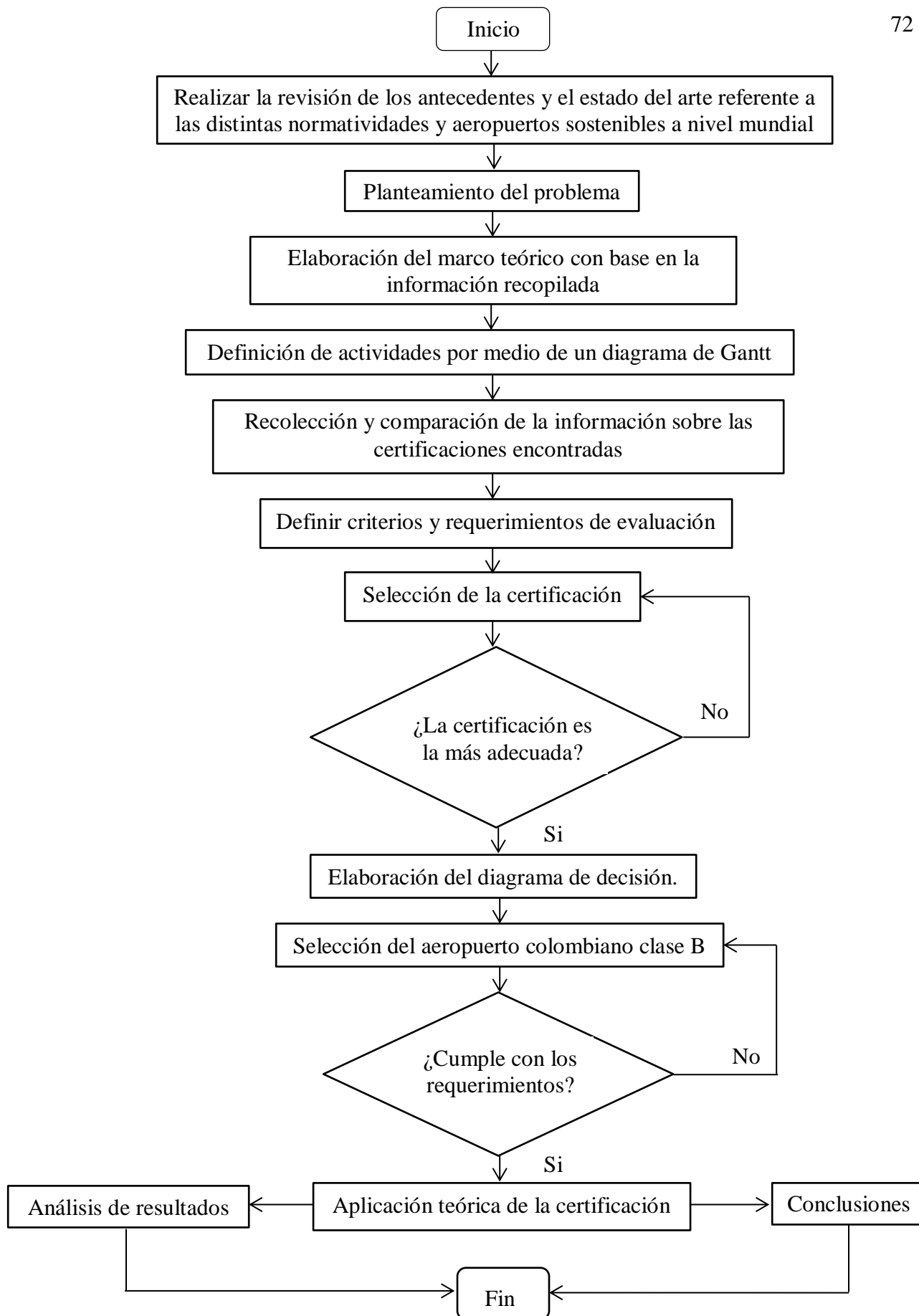
SB8. Costo y aspectos económicos.

SB8.1. Costo y economía. Costo de construcción, operación y mantenimiento; el costo del ciclo de vida; el riesgo de inversión y asequibilidad del alquiler residencial o niveles de costo.

Metodología

El enfoque de la investigación es de carácter empírico-analítico debido a que el proyecto se basa en el análisis de información que está encaminado a la búsqueda de metodologías de sostenibilidad aeroportuaria existentes a nivel mundial. Inicialmente se debe realizar la revisión de los antecedentes y estado del arte a nivel de normativas y aeropuertos para obtener el sustento teórico del proyecto.

Luego de tener la información referente a las certificaciones se procederá a realizar una comparación entre estas con el fin de escoger la más viable para diseñar el diagrama de decisión que permitirá tener un mejor entendimiento de la metodología a seguir y así poder hacer la verificación e implementación teórica en un aeropuerto colombiano clase B. A continuación, se presenta el diagrama de flujo que será utilizado para el desarrollo del proyecto.



Capítulo 2

Desarrollo de Ingeniería

Cada una de las certificaciones de sostenibilidad a nivel mundial tiene un propósito en común, este es reducir el impacto ambiental de los procesos que hace el ser humano al medio ambiente. Este documento intenta dar un aporte y dar conciencia a este impacto producido por parte de la aviación en Colombia, para ello, se estudian seis de las certificaciones expuestas en el marco conceptual con el objetivo de conocer cuál de las certificaciones ambientales, coinciden con las condiciones que tiene el país. Más en particular, con un aeropuerto colombiano, en torno al cual se pueda hacer un análisis de sus antecedentes ambientales y así lograr implementar una certificación por medio de un diagrama de flujo.

Por medio del análisis expuesto en este capítulo, se escogerá una de las 6 certificaciones expuestas en el Marco Conceptual de este documento. Posteriormente, se buscará un aeropuerto colombiano, que contenga la mayor cantidad de información disponible, para la aplicación de la certificación seleccionada a partir del diagrama de flujo creado.

Las 6 certificaciones que se analizaron para el desarrollo de este proyecto son:

1. ISO 14001
2. ACA – Airport Carbon Accreditation
3. LEED – Leadership in Energy & Environmental Design

4. BREEAM – Building Research Establishment’s Environmental Assessment Method
5. SBTool – Sustainable Building Tool
6. VERDE – Valoración de Eficiencia de Referencia de Edificios

Inicialmente para depurar y hacer el proceso de selección de la certificación más adecuada, y hacer la implementación en un aeropuerto del país, se evaluó a fondo cada una de las seis certificaciones, se realizó una similitud entre ellas por medio de un cuadro comparativo. Haciendo un estudio preliminar, se especificó que, para escoger la certificación correcta, se debe tener información específica de los requerimientos ambientales, que solicite la metodología para una construcción o un proyecto.

De las seis certificaciones analizadas, se pudo encontrar similitud para el análisis entre LEED, BREEAM y SBTool. Para este grupo de certificaciones, se realizó un análisis detallado de sus requerimientos, expuestos en los apartados siguientes a este capítulo.

Por otro lado, las normativas ISO 14001 y VERDE fueron excluidas del estudio, debido a que estas dos certificaciones tienen características que no permiten su comparativa adecuada para el ejercicio, por estas razones:

La norma ISO 14001, es un sistema de gestión ambiental que proporciona a las empresas un marco de protección del medio ambiente (14001, 2015), pero así mismo, recibe diferentes tipos de propuestas que puede hacer una organización. Con esto se refiere, a que cualquier empresa que requiera hacer un proyecto de cualquier tipo, que tenga un

impacto ambiental, por medio de un seguimiento llevado a cabo por el ICONTEC, puede mostrar diferentes propuestas según el enfoque del proyecto.

Debido a esto, ISO 14001 no tiene unas categorías específicas en las que se pueda tomar una generalización y realizar una comparativa entre las 5 certificaciones restantes. Aunque, sigue siendo la principal certificación que cualquier empresa debe seguir para ejercer un proyecto de cualquier tipo con impacto ambiental.

Seguidamente, la certificación VERDE también se excluye del análisis comparativo entre las demás. Esta certificación a diferencia de ISO 14001, si tiene especificaciones puntuales, ya que es una variación de SBTool adaptada a España, como se explicó en el Marco Conceptual.

Por lo tanto, hacer un estudio de esta certificación en compañía de SBTool sería una redundancia, así que VERDE se apartará de este análisis comparativo, pero será indirectamente considerado por medio del Sustainable Building Tool. Debido a que SBTool es la principal certificación europea de la cual VERDE es basada.

Por último, la certificación Aviation Carbon Accreditation (ACA), es una acreditación que se le da a los aeropuertos, que busca controlar, reducir y neutralizar la huella de carbono ocasionada por los gases de efecto invernadero.

Esta certificación como se explica en el Marco Conceptual maneja 4 niveles de certificación. Sin embargo, es una acreditación que no cita puntualmente los criterios de

evaluación, debido a que es regida por la certificación ISO 14064, por lo tanto, se realizó un ejercicio descriptivo para definir cuáles son los requerimientos de la certificación ISO 14064, los cuales son aplicables a ACA. Estos constan de 8 categorías generales con sus respectivas subcategorías y descripciones.

Este ejercicio fue realizado, extrayendo la información directamente de la certificación ISO 14064, con un código de identificación para su entendimiento, el cual se estableció para reconocer fácilmente cada una de las categorías y subcategorías, que están implementadas dentro de esta certificación. Como el ejercicio es entender la certificación ACA, se realizó la abreviación con la sigla “AC” en concordancia a ACA, para las categorías es acompañado de un número seguido, así como para su subcategoría.

Como ejemplo, se tiene la categoría de Proceso para Consolidar Datos con la abreviación “AC1” y para su subcategoría de Consolidación Basada en el Control, la nomenclatura de “AC1.2”. De esta manera, a continuación, se realiza la descripción de las categorías de esta certificación:

AC1. Proceso para Consolidar Datos.

AC1.1. Generalidades. La organización que se dedica a establecer sus límites debe empezar por definir los usos previstos de su inventario de gases de efecto invernadero considerando sus políticas de GEI, para controlar las fuentes que pueden controlar y las que pueden influir.

AC1.2. Consolidación basada en el control. El control se puede definir en términos financieros y operativos. Las organizaciones pueden escoger entre criterios de control financiero o de control operativo.

AC1.3. Consolidación basada en la participación en el capital. La participación en el capital es el porcentaje de interés económico o beneficio derivado de una instalación. Requiere establecer el porcentaje de propiedad de cada instalación y dar cuenta de las emisiones y remociones de GEI provenientes de las respectivas instalaciones.

AC2. Emisiones Directas e Indirectas de GEI.

AC2.1. Generalidades. Las emisiones de los gases de efecto invernadero se agregan para ayudar a identificar fuentes y garantizar coherencia al informar los inventarios de GEI.

AC2.2. Emisiones y remociones de GEI. Las emisiones y remociones directas de GEI tienen lugar a partir de fuentes o sumideros de GEI dentro de los límites de la organización que pertenecen o son controlados por la organización.

AC2.3. Emisiones indirectas de GEI causadas por energía importada. Incluye solamente las emisiones de gases de efecto invernadero, debidas al consumo de combustible asociado con la producción de energía y servicios finales, como electricidad, calor, vapor, enfriamiento y aire comprimido.

AC2.4. Emisiones indirectas de GEI causadas por el transporte. Es el transporte de personal y bienes, y para todos los modos (por ferrocarril, vía marítima, vía aérea y por carretera).

AC2.5. Emisiones indirectas de GEI causadas por productos que utiliza la organización. Están asociadas con todos los tipos de bienes comprados por la organización que informa. Las emisiones se deben principalmente a la fase siguiente de un enfoque.

AC2.6. Emisiones indirectas de GEI asociadas con el uso de los productos de la organización. Proviene de productos que vende la organización durante las etapas de vida posteriores al proceso de producción de la organización.

AC2.7. Emisiones indirectas de GEI provenientes de otras fuentes. El propósito de esta categoría es, capturar cualquier emisión específica de la organización que no se puede informar en ninguna otra categoría.

AC3. Orientaciones Sobre la Selección, Recopilación y Utilización de Datos con Enfoque de Cuantificación de GEI para Emisiones Directas.

AC3.1. Generalidades. Esta subcategoría describe varios enfoques dirigidos a cómo cuantificar emisiones directas.

AC3.2. Orientaciones sobre la selección del enfoque de cuantificación. Es un proceso para obtener datos y determinar las emisiones provenientes de las fuentes o las remociones causadas por los sumideros.

AC3.3. Orientaciones sobre la selección y recopilación de datos utilizados para la cuantificación. La organización debería utilizar datos de actividad primarios o datos básicos para desarrollar datos de actividad específicos del sitio, usualmente caracterizados por ser de mayor calidad.

AC3.4. Datos específicos del sitio. Se deberían recopilar datos específicos del sitio representativos de las emisiones/remociones directas de los procesos/activos bajo el control financiero u operativo de la organización.

AC3.5. Datos no específicos del sitio. Se debe utilizar datos primarios basados en promedios globales o regionales, recopilados por organizaciones regionales o internacionales y que hayan sido objeto de verificación de tercera parte.

AC3.6. Orientación para la selección o el desarrollo del modelo de cuantificación de los GEI. La determinación de que modelo seleccionar dependerá en gran medida del grado de exactitud y el costo que se consideren admisibles para determinar las emisiones/remociones de GEI provenientes de la fuente.

AC3.7. Cálculo de las emisiones y remociones de GEI. La cantidad de emisiones/remociones de los gases de efecto invernadero tendrá una incertidumbre específica que debería enmarcarse en los valores límites fijados por la organización.

AC4. Tratamiento de las Emisiones de GEI y Las Remociones de Dióxido de Carbono Biogénicas. Las emisiones y remociones biogénicas antropogénicas de dióxido

de carbono se deben cuantificar e informar por separado de las emisiones antropogénicas. Las emisiones y remociones biogénicas antropogénicas de otros GEI se deben cuantificar e informar como antropogénicas.

AC5. Tratamiento de la Electricidad.

AC5.1. Generalidades. Presenta requisitos y orientaciones para el tratamiento de la electricidad importada consumida por la organización y de la electricidad exportada generada por la organización.

AC5.2. Tratamiento de la electricidad importada. Estas emisiones provenientes deben ser cuantificadas utilizando el enfoque basado en la ubicación mediante la aplicación del factor de emisión que mejor caracterice a la red pertinente.

AC5.3. Tratamiento de la electricidad exportada. Esta subcategoría se refiere a la electricidad que la organización suministra a los usuarios fuera de los límites de la organización.

AC6. Estructura y Organización del Informe del Inventario de GEI. Se debe estructurar el informe sobre los GEI de acuerdo con la descripción de las metas y objetivos de inventario, límites, límites del informe, inventario cuantificado de emisiones y remociones, e iniciativa para la reducción de los GEI de la organización.

AC7. Directrices para la Agricultura y Silvicultura.

AC7.1. Generalidades. Ayudar a los productores de cultivos y ganado y a las organizaciones relacionadas a nivel de granja para cuantificar e informar sus emisiones y remociones de GEI.

AC7.2. Límites de inventario de GEI y cuantificación de las emisiones y remociones de GEI. Recopilar datos de actividades como, fermentación entérica, gestión del estiércol, aplicación de fertilizantes sintéticos, desechos del ganado y residuos de cultivos a los suelos.

AC7.3. Contabilidad de los depósitos de carbono. Las organizaciones necesitan emplear métodos que usen profundidades coherentes del suelo.

AC7.4. Amortización de cambios en los depósitos de carbono con el tiempo. Puede ser necesario amortizar los cambios en los depósitos de carbono si los datos estimados fueron generados para todo el período de transición.

AC7.5. Áreas excluidas para la agricultura. El cambio en el uso indirecto del suelo se debería considerar en los estudios sobre la huella de carbono. Todas las opciones seleccionadas y los supuestos se deben justificar y documentar.

AC8. Orientaciones Sobre el Proceso de Identificación de Emisiones Indirectas Significativas de GEI.

AC8.1. Generalidades. Las organizaciones deberían utilizar el proceso para identificar, evaluar y seleccionar emisiones indirectas significativas.

AC8.2. Identificar el uso previsto de su imprevisto de GEI. El uso previsto puede incluir esquemas de divulgación reglamentarios o voluntarios, compromiso público, regímenes de comercio de derechos de emisión, un informe anual, información sobre inversionistas y un informe de diligencia.

AC8.3. Definir criterios para evaluar la significancia de las emisiones indirectas, en conformidad con el uso previsto del inventario. Considerar la forma en que se pueden aplicar los principios para determinar criterios: pertinencia, integridad, coherencia, exactitud y transparencia.

AC8.4. Identificar y evaluar las emisiones indirectas. Identificar y evaluar las emisiones indirectas como un paso de comprobación sin cálculos detallados, utilizando recursos tales como expertos internos y externos.

AC8.5. Aplicar criterios para seleccionar las emisiones indirectas significativas. Las organizaciones determinan la significancia de las emisiones y remociones indirectas.

Como se nota en esta descripción de la certificación, ISO 14064 esta enfocada netamente al impacto de la huella de carbono; cuantificación, seguimiento, informe y verificación, ítems principales por la que se rige ACA (icontec, 2020).

Dado que la certificación ACA tiene un enfoque diferente al propuesto en este proyecto, no se puede correlacionar con las otras tres certificaciones, por lo que su análisis debería realizarse de manera separada en temáticas netamente relacionadas a la huella de

carbono. Sin embargo, ACA sigue siendo una certificación en que los aeropuertos a nivel global deberían basarse para reducir el dióxido de carbono emitido por las terminales aéreas.

Concluyendo, las certificaciones expuestas: LEED, BREEAM y SBTool; si serán el objeto de comparación y para ello, se realizará por medio de Microsoft Excel™ dicha comparación. Ya que, tienen requisitos específicos comunes, la realización de este ejercicio está expuesto en el apartado de Identificación de las Certificaciones.

Unión y Comparación de Certificaciones

Luego de entender en que consiste cada uno de los requisitos que exigen las certificaciones, y así realizar el análisis comparativo de LEED, BREEAM y SBTool, se procedió a realizar un ejercicio de unión entre las tres certificaciones, buscando los puntos comunes y agruparlas en una nueva categorización, que permitirá dar una matriz de comparación, con la meta de seleccionar la certificación más idónea a las condiciones del país y poder ser implementada en un aeropuerto colombiano.

Por lo tanto, a partir de la evaluación entre estas tres certificaciones, se crearon 8 nuevas categorías diferentes que permitieron abarcar globalmente, en menos puntos, todos los requerimientos que tienen las tres metodologías. La categorización se definió de la siguiente manera:

1. Ubicación. Esta categoría se refiere a la localización, en cuanto al desarrollo urbano, contexto del sitio y proximidad a diversos servicios que se presenten en la zona de la edificación o construcción, cercanas a esta.

2. Protección. Abarca temáticas como la conservación de suelos y cultivos, el fomento de la biodiversidad, la reducción del impacto de posibles amenazas naturales, la restauración de áreas dañadas; lo cual tiene que ver con promover el mejoramiento en general de la zona donde se encuentre la edificación. Además, no solo hace referencia a la protección del entorno como tal, sino también a la seguridad y protección de las personas durante las operaciones normales, y también el mantenimiento de las funciones básicas del edificio.

3. Impacto del terreno. El objetivo de esta categoría es promover el desarrollo de áreas circundantes al edificio proporcionando espacios públicos, mejoramiento del diseño, construcción y operación del edificio, fomentando la reutilización del uso de materiales de construcción con un bajo impacto ambiental y el control de la erosión en el terreno.

4. Movilidad. Movilidad hace referencia al acceso a diferentes medios de transporte público para minimizar el uso de vehículos con combustibles fósiles, en desplazamientos para un individuo y poder contribuir a la reducción de la contaminación como también la congestión del tráfico. En cambio, incentivar instalaciones de bicicletas, vehículos eléctricos y la actividad física.

5. Estudio del proyecto. Esta categoría tiene en cuenta la evaluación de las condiciones del terreno, la continuación de los procesos de sostenibilidad, el diseño y la planificación del edificio y el cálculo del costo del ciclo de vida.

6. Impacto a las personas. Abarca temas relacionados con el bienestar y confort de las personas como el uso de espacios abiertos, lugares óptimos de descanso, mejoramiento de la calidad del aire al interior, iluminación natural y calidad del agua.

7. Uso de los recursos. Se refiere a aspectos relacionados con la reducción del consumo de agua, optimización de la eficiencia energética, manejo de aguas lluvias, ventilación natural, fomento de tecnologías, reducción de producción de gases de efecto invernadero y trazabilidad de materiales que no influyan en impactos negativos ambientales.

8. Innovación. Como su nombre lo indica, la meta es incentivar la innovación dentro del sector de la construcción mediante el reconocimiento de mejoras en el ámbito de la sostenibilidad y la demanda del mercado.

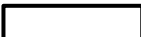

Después de crear las anteriores categorías que enmarcan de manera global los aspectos más relevantes, se tomó una a una de las categorías y subcategorías de las tres certificaciones definidas en los apartados anteriores y se hizo la unión y comparación con las nuevas categorías generales creadas, clasificándolas como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Clasificación Global de Certificaciones.

| CATEGORIAS | | | | | | | |
|-------------------|-------------------|----------------------------|------------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------|
| Ubicación | Protección | Impacto del terreno | Movilidad | Estudio del proyecto | Impacto a las personas | Uso de los recursos | Innovación |
| LE1.1 | LE1.2 | LE1.3 | LE1.5 | LE2.1 | LE2.9 | LE3.1 | LE7.1 |
| BR4.2 | BR8.2 | BR1.3 | BR4.1 | BR1.1 | LE2.3 | LE3.2 | BR10 |
| BR8.1 | LE1.4 | LE2.4 | BR4.5 | LE2.7 | LE2.10 | LE3.3 | |
| SB1.1 | BR6.4 | LE2.6 | LE1.6 | LE2.8 | LE6.1 | LE4.2 | |
| SB7.3 | LE2.2 | LE4.1 | LE1.7 | BR1.2 | LE6.2 | LE4.3 | |
| | LE2.5 | LE4.2 | LE1.8 | BR1.4 | LE6.3 | LE5.1 | |
| | LE4.6 | LE4.4 | BR4.4 | BR1.5 | LE6.4 | LE4.7 | |
| | LE8 | LE4.5 | BR4.3 | BR7.1 | LE6.5 | LE5.2 | |
| | BR2.6 | LE5.9 | BR3.6 | BR7.4 | LE6.6 | LE5.3 | |
| | BR2.7 | BR2.5 | | SB1.3 | LE6.7 | LE5.4 | |
| | BR6.3 | BR3.5 | | SB6.2 | LE6.8 | BR2.4 | |
| | BR8.3 | BR3.7 | | SB6.3 | LE6.9 | BR2.8 | |
| | BR9.1 | BR6.1 | | SB6.5 | BR2.1 | BR3.1 | |
| | BR9.3 | BR7.3 | | | BR2.2 | BR3.3 | |
| | SB6.1 | BR8.4 | | | BR2.3 | BR3.4 | |
| | | BR8.5 | | | BR2.4 | BR3.8 | |
| | | BR9.4 | | | BR2.8 | BR5.1 | |
| | | BR9.5 | | | SB5.1 | BR5.2 | |
| | | SB2.1 | | | SB5.2 | BR5.3 | |
| | | SB2.2 | | | SB5.3 | BR5.4 | |
| | | SB3.1 | | | SB5.4 | BR6.2 | |
| | | SB4.1 | | | SB6.4 | BR7.2 | |
| | | SB4.2 | | | SB7.1 | BR9.2 | |
| | | SB4.3 | | | | SB1.2 | |
| | | SB4.4 | | | | SB2.3 | |
| | | SB4.5 | | | | SB3.2 | |
| | | SB7.2 | | | | SB3.3 | |
| | | SB8.1 | | | | SB3.4 | |

Nota: La tabla muestra cuál de las categorías de las 3 certificaciones, están contenidas dentro de las 8 categorías globales.

En donde:

-  Corresponde a LEED
-  Corresponde a BREEAM

-  Corresponde a SBTool

En la Tabla 5 se aprecia que existen similitudes entre las tres certificaciones, dada la forma que desarrollan sus parámetros de requerimientos. Con respecto a las diferencias de las tres certificaciones, se puede concluir que varían dependiendo las características propias de cierta tipología de edificación y la cantidad de elementos a evaluar dentro de cada certificación.

Por esta razón, existen algunas subcategorías que no se asociaron dentro de ninguna de las categorías debido a que hacen parte a edificaciones, por ejemplo, el ítem salud, las subcategorías relacionadas a la cantidad de mercurio, plomo, cadmio, cobre, accesorios médicos, son otro ejemplo que no aplican para este ejercicio.

Adicionalmente, existen otras subcategorías que fueron colocadas en dos categorías globales dada su importancia. Se puede tomar como referencia, la subcategoría LE4.2. Optimización de la eficiencia energética. La cual se encuentra incluida, en la categoría de impacto del terreno y en uso de los recursos.

Continuando, para realizar la selección de la certificación más adecuada de las tres estudiadas anteriormente, se hizo una búsqueda de la aplicabilidad de estas a nivel nacional, ya que la certificación escogida puede ser implementada en un futuro a un aeropuerto del territorio colombiano. Siendo así importante conocer las políticas y entes que regulan la construcción sostenible en el país.

El Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS) es una organización privada sin ánimo de lucro fundada en 2008 comprometida con elevar el nivel de sostenibilidad de las edificaciones nuevas y existentes (Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, 2016). Es la única asociación que ofrece programas y capacitaciones para los sistemas de certificación Casa Colombia, LEED y Building Efficiency Accelerator (BEA). El CCCS es aliado estratégico del Green Business Certification Inc. (GBCI) para el programa LEED en Colombia, el cual también cuenta con profesionales acreditados. Hasta la fecha, se tiene registro de 242 edificios que cumplen con estándares de sostenibilidad LEED.

La más reciente certificación obtenida, de gran interés para el proyecto, se refiere al centro de mantenimiento de Avianca en Rionegro. Este MRO se convirtió en el primero en el mundo, fuera de Estados Unidos, en recibir la certificación ambiental LEED Oro (Escobar, 2021). El centro de mantenimiento aeronáutico cuenta con 1676 paneles solares, además de sistemas de reducción del consumo de agua y energía, mediante el aprovechamiento de aguas lluvias y sistemas de separación de residuos. También es importante rescatar que Colombia, no tiene una adaptación de BREEAM o SBTool para la certificación de edificios (Teso Alonso, 2013).

En cuanto a reglamentaciones en Colombia, se tiene el documento del Consejo Nacional de Política Económica y Social CONPES 3919 del 2018, el cual establece la Política Nacional de Edificaciones Sostenibles (Consejo Nacional de Política Económica

y Social, 2018). En la Tabla 6, se presentan los criterios de sostenibilidad en el sector de las edificaciones.

Tabla 6. Criterios de Sostenibilidad para las Certificaciones en Colombia.

| Líneamientos generales de sostenibilidad para el sector de las edificaciones | |
|---|------------------------------------|
| Criterios de sostenibilidad social | 1. Planeación incluyente |
| | 2. Equidad y accesibilidad |
| Criterios de sostenibilidad ambiental para el territorio | 3. Localización |
| | 4. Movilidad |
| | 5. Gestión ambiental y resiliencia |
| Criterios de sostenibilidad ambiental para la edificación | 6. Eficiencia en agua |
| | 7. Eficiencia en energía |
| | 8. Manejo de materiales y recursos |
| | 9. Calidad de ambiente interior |

Nota: Tomado de (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2018).

Después de realizar la comparación de la Tabla 5 y Tabla 6, se puede excluir de la selección la certificación SBTool debido a que no cuenta con ninguna categoría en Movilidad y este es uno de los criterios de certificación en Colombia. Respecto a BREEAM y LEED, se nota que comparten cierta similitud, en cuanto a las categorías generales que tienen como criterio el país. Así que, teniendo en cuenta el contexto nacional mencionado anteriormente, este será el criterio clave de selección ya que LEED cuenta con un programa de adaptación en Colombia a diferencia de BREEAM, por lo cual, rigiéndose a la legislación colombiana, no sería posible implementar BREEAM. Debido a que no se tiene una adaptación en el país. Por lo tanto, la certificación más adecuada a ser implementada

dentro de la validación en un aeropuerto colombiano será la certificación LEED, teniendo en cuenta las siguientes razones:

- LEED brinda facilidades en cuanto al impacto que correlaciona a las personas, elemento que es importante para el proyecto y la implementación en un aeropuerto, ya que el rendimiento de la organización se verá directamente relacionado con el ambiente ofrecido al personal y a los individuos.
- Existen varios aspectos relacionados al uso de los recursos, los cuales abarcan una cantidad considerable de elementos ambientales, que permitirán hacer un análisis más completo a nivel de implementación en un aeropuerto.
- Debido a que LEED ha sido implementada por muchas organizaciones, empresas e instituciones en el continente americano y el país, se considera que es una alternativa apropiada para la implementación en un aeropuerto, puesto que en Colombia existe personal calificado y con experiencia en un eventual proceso de certificación.
- Dada la simplicidad de su formulación y debido a que abarca en menos ítems, las mismas condiciones de la certificación evaluada, se considera que, por facilidad para la realización de este proyecto, LEED propone una alternativa concisa de implementación.

Es por estas razones que se concluye que LEED es la certificación que mejor se acomoda a los requerimientos de este proyecto.

Selección De Aeropuerto Para Proceso De Aplicación De La Matriz De Decisión

Para el proceso de selección del aeropuerto, desde los objetivos del documento se estableció realizar el procedimiento con aeropuertos clase B del país, debido a que presentan baja capacidad y tráfico aéreo, que por sus especificaciones ayudarían en cuanto a la aplicación. Según la tipología descrita en el marco teórico, en los aeropuertos con clave de referencia “B” operan aeronaves que tengan una envergadura entre los 15 a 24 metros.

Conociendo que una de las limitaciones establecidas inicialmente en el proyecto, se refería a la obtención de la información únicamente libre de la web, principalmente de la página de la Aerocivil, en la cual se encuentran los planes maestros de los aeropuertos del país.

En estos documentos se encuentra todos los aspectos, especificaciones y funciones de las áreas de cada aeropuerto, así como también un reporte de costos, pasajeros y toneladas de carga que se implementan en cada aeropuerto.

En la Tabla 7, se presenta el listado de aeropuertos que tienen su plan maestro en la página de la Aerocivil con su respectiva clave de referencia.

Tabla 7. Listado de Planes Maestros de los Aeropuertos en Colombia.

| AEROPUERTO | UBICACIÓN | Clave | Resumen ejecutivo | Analisis ambiental preliminar |
|-------------------------------|--------------------------------------|-------|-------------------|-------------------------------|
| San Bernardo | Mompox-Bolivar | 3C | X | X |
| Eduardo Falla Solano | San Vicente del Caguan-Caquetà | 2B | X | X |
| Cananguchal de Villagarzon | Mocóa-Putumayo | 2B | X | X |
| Jorge Enrique Gonzalez | San Jose de Guaviare-Guaviare | 3B | X | X |
| Cesar Gaviria Trujillo | Puerto Inirida-Guainia | 3C | X | X |
| Santiago Vila | Flandes-Tolima | 3C | X | |
| Gustavo Rojas Pinilla | Cimitarra-Santander | 3B | X | |
| Benito Salas | Neiva-Huila | 3C | X | |
| Perales | Ibagué-Tolima | 3C | X | |
| Gustavo Artunduaga Paredes | Florencia-Caquetá | 3C | | |
| Gustavo Rojas Pinilla | San Andres | 4C | X | |
| Tres de mayo | Puerto Asís-Putumayo | 3B | X | X |
| Gustavo Vargas | Cravo Norte-Arauca | 2A | X | |
| General Gabriel Vargas Santos | Tame-Arauca | 4C | X | |
| Santiago Perez Quiroz | Arauca-Arauca | 4C | X | |
| El Eden | Armenia-Quindío | 3C | X | |
| Gerardo Tovar Lopez | Buenaventura-Valle del Cauca | 2B | X | |
| La Florida | Tumaco-Nariño | 3C | X | |
| San Luis | Ipiales-Nariño | 3C | X | |
| Vanguardia | Villavicencio-Meta | 3C | X | X |
| Germán Olano | Puerto Carreño-Vichada | 3C | X | X |
| Hato Corozal | Hato Corozal-Casanare | 4C | | |
| Fabio Alberto León Bentley | Mitu-Vaupés | 3C | X | X |
| El Alcaraván | Yopal-Casanare | 4C | X | |
| Golfo de Morrosquillo | Santiago de Tolú-Sucre | 3C | X | X |
| El Embrujo | Providencia-San Andres y Providencia | 2B | X | |
| Reyes Murillo | Nuquí-Chocó | 3B | X | X |
| General Alfredo Vasquez Cobo | Leticia-Amazonas | 4C | X | |
| Alfonso Bonilla Aragón | Palmira-Valle del Cauca | 4E | X | |
| Alfonso Lopez Pumarejo | Valledupar-Cesar | 4C | X | X |
| Almirante Padilla | Riohacha-La Guajira | 4C | X | X |
| Camilo Daza | Cucuta-Norte de Santander | 4D | X | X |
| Ernesto Cortissoz | Barranquilla | 4E | X | X |
| Olaya Herrera | Medellin-Antioquia | 4C | X | X |
| Rafael Núñez | Cartagena | 4D | | |
| Simón Bolívar | Santa Marta | 4D | | X |
| Palonegro | Bucaramanga | 4D | | |

Nota: La tabla muestra si el aeropuerto posee un resumen ejecutivo y un análisis ambiental preliminar, la "X" representa la existencia del documento.

Al realizar la revisión de cada uno de los planes maestros, se encontró que en su mayoría presentan un resumen ejecutivo, el cual trata cada uno de los temas de forma resumida. Sin embargo, no existe información específica de cada uno de los temas de sostenibilidad necesarios para la investigación.

Otro factor clave para seleccionar el aeropuerto más adecuado, fue el análisis ambiental preliminar que tenían algunos planes maestros. En este apartado, se expone las condiciones ambientales y el cuidado que se está teniendo con el medio ambiente.

Para el caso de los aeropuertos categoría B, dichos informes no son extensos, ya que son aeropuertos que mueven máximo dos rutas diarias, y no poseen una infraestructura compleja ni un plan maestro en donde muestre su condición de control ambiental.

Dicho esto, se toma la determinación de no usar un aeropuerto clase B, debido a la falta de información, dejando como resultado los aeropuertos más grandes e importantes del territorio nacional.

Se tomó los siguientes parámetros de selección para definir qué aeropuerto es el más apto para la implementación en la Tabla 8. Para esto se realizó la selección de cinco aeropuertos que al realizar la revisión del PMA, contemplaban mayor cantidad de especificaciones ambientales. Estos son:

- Aeropuerto Gustavo Artunduaga Paredes de Florencia – Caquetá.
- Aeropuerto Ernesto Cortissoz de Barranquilla – Atlántico.
- Aeropuerto Olaya Herrera de Medellín – Antioquia.
- Aeropuerto Rafael Núñez de Cartagena – Bolívar.
- Aeropuerto Simón Bolívar de Santa Marta – Magdalena.

Tabla 8. Criterios de Selección Aeropuerto.

| Criterio \ Aeropuerto | Gustavo Artunduaga Paredes | Ernesto Cortissoz | Olaya Herrera | Rafael Núñez | Simón Bolívar |
|----------------------------|----------------------------|-------------------|---------------|--------------|---------------|
| Manejo de agua de potable | X | X | X | X | X |
| Manejo de residuos sólidos | X | X | X | X | X |
| Manejo de aguas residuales | X | X | X | X | X |
| Contaminación atmosférica | | X | | | X |
| Normatividad ambiental | X | | X | X | X |
| Puntos de monitoreo | | | X | | X |
| Ruido | | X | | X | X |
| Total | 4 | 5 | 5 | 5 | 7 |

Nota: La “X” representa un valor de 1, siendo así, se realiza la sumatoria por columnas para obtener el valor de la suma, en la fila “Total”.

En la búsqueda de información se encuentra solamente un 70% de los planes maestros de los aeropuertos colombianos, dando como resultado, planes maestros que poseen suficiente información. Sin embargo, la información realmente conveniente para el estudio ambiental de esta investigación, según los criterios analizados anteriormente, dan como resultado la selección del aeropuerto Simón Bolívar de la ciudad de Santa Marta, capital del departamento de Magdalena.

Dentro del plan maestro de este aeropuerto, se encontrarán aspectos relevantes para este estudio en cuanto al manejo ambiental como:

1. Manejo de aguas lluvia.
2. Uso de iluminación natural.
3. Preservación de la fauna y flora.
4. Localización.

Este aeropuerto, centra sus operaciones de todo tipo en una premisa en común, la sostenibilidad y el cuidado del ambiente en diferentes áreas.

Con base en la información anteriormente mencionada, no se está expresando que otros aeropuertos del territorio nacional no estén centrados en la sostenibilidad, sino que el Simón Bolívar, permitirá someter de mejor manera a análisis el aeropuerto respecto a la metodología seleccionada, bajo el diagrama de flujo generado y expuesto en apartados subsiguientes de este documento.

Capítulo 3

Análisis de Resultados

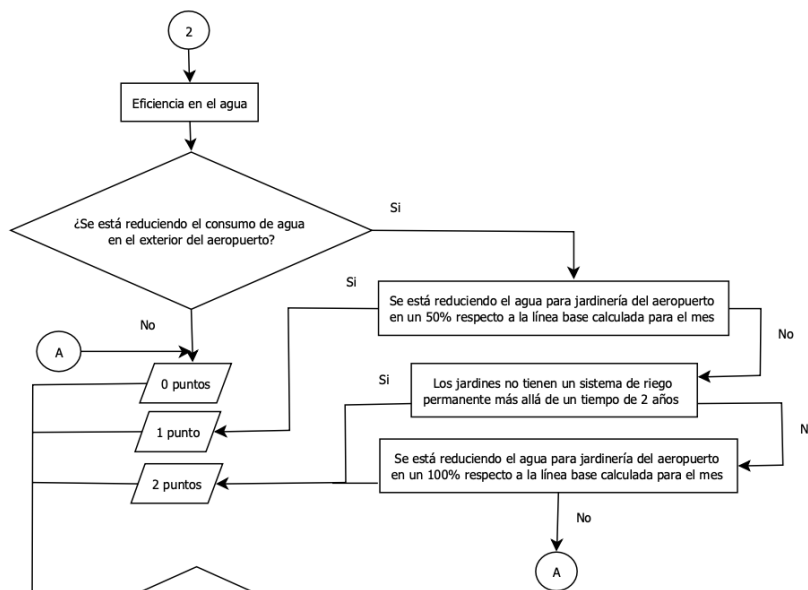
Con base en la información de Leadership in Energy & Environmental Design como se muestra en el Anexo 8 y del plan maestro del aeropuerto Simón Bolívar como se muestra en el Anexo 9, se realiza un diagrama de decisión como se evidencia en el Anexo 1 al 7 en donde se encuentra la certificación LEED con sus 8 categorías expuestas en *Categorías de LEED*.

Para este diagrama, se toma con estructura de preguntas los ítems principales que estudia esta certificación. Dichas preguntas, deben ser respondidas con base al plan maestro del aeropuerto, y así conocer en qué nivel de certificación esta para LEED.

Dichas preguntas con sus posibles soluciones dan un puntaje según la realización del ejercicio. A medida que se implemente el diagrama de decisión, se debe llevar la sumatoria de los puntos y al final, concluir el nivel de certificación del aeropuerto.

Para esto, se toma como ejemplo el diagrama de la categoría de *Eficiencia en el agua*, que se encuentra en el Anexo 3.

Figura 2. Descripción Diagrama de Flujo Eficiencia en el Agua – Primera Parte.



Nota: El diagrama representa la primera pregunta de la categoría de Eficiencia en el Agua de la certificación LEED para nuevas construcciones, se sigue la dirección de las flechas según la respuesta para así, obtener un puntaje.

Lo primero a realizar, para evaluar el puntaje en esta categoría es seguir el orden de la forma de flecha y contestar a la pregunta que direcciona; para el caso, se pregunta al aeropuerto *¿Se está reduciendo el consumo de agua en el exterior del aeropuerto?*, para lo que se tienen 4 opciones de respuesta como se muestra en la Figura 2.

La primera opción, siendo la respuesta que, si se está reduciendo el agua para jardinería del aeropuerto en un 50 por ciento, respecto a la línea base calculada para el mes. Lo que, si se cumple, tiene un puntaje de un (1) punto - siguiendo el orden de la forma de flecha - para llevar acumulado en la sumatoria total del diagrama.

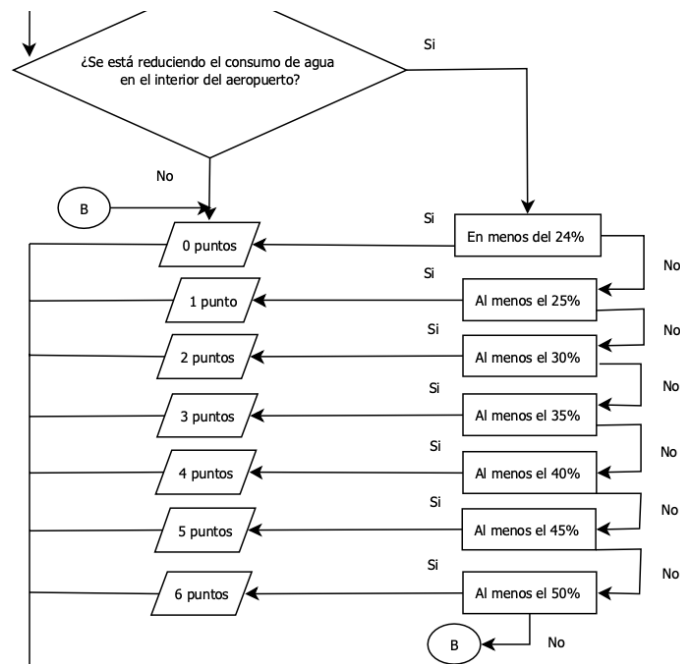
Si no se cumple esta primera opción de respuesta, se procede a seguir la forma de flecha, la que conlleva a la opción de que los jardines no tienen un sistema de riego

permanente más allá de un tiempo de 2 años, si esta opción se cumple se toma un puntaje de dos (2).

La última opción es que no se está reduciendo el consumo de agua en jardines al exterior del aeropuerto, lo cual conlleva a un puntaje siguiendo el orden de la forma de flechas a cero (0 puntos).

De esta manera, se sigue a la dirección de las flechas, conllevando a la pregunta *¿Se está reduciendo el consumo de agua en el interior del aeropuerto?*, para lo que se tienen 8 opciones de respuesta.

Figura 3. Descripción Diagrama de Flujo Eficiencia en el Agua – Segunda Parte.



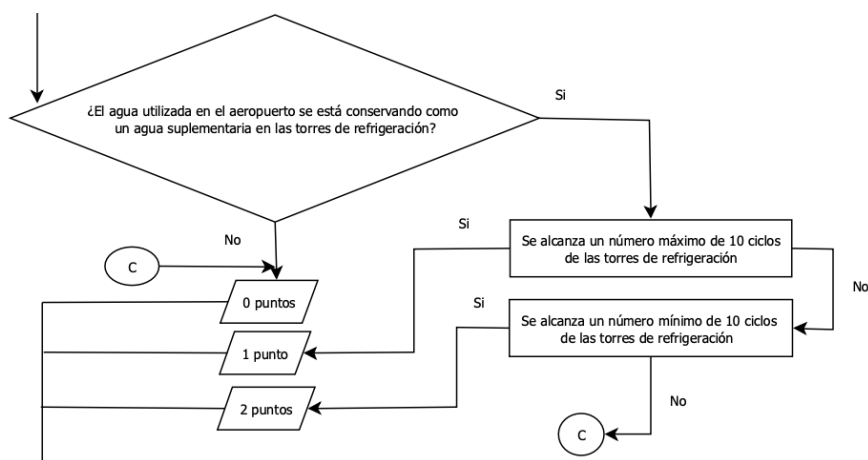
Nota: El diagrama representa la segunda pregunta de la categoría de Eficiencia en el Agua de la certificación LEED para nuevas construcciones, se sigue la dirección de las flechas según la respuesta para así, obtener un puntaje.

Para la primera opción se tiene que no se está reduciendo el consumo de agua en el interior del aeropuerto, lo que da un puntaje de cero (0 puntos).

Por el contrario, si se está reduciendo el consumo de agua en el interior del aeropuerto en un porcentaje mayor al 0% hasta el 100%, obtiene un puntaje de 0 a 6 puntos, según como lo muestre el plan maestro del aeropuerto, como se muestra en la Figura 3, si el aeropuerto reduce el consumo de agua al interior al menos en un 40%, se obtiene 4 puntos.

Posteriormente, se sigue con la dirección de la flecha, avanzando como se muestra en la Figura 4 a la pregunta *¿El agua utilizada en el aeropuerto se está conservando como un agua suplementaria en las torres de refrigeración?* Dando como resultado 3 opciones de respuesta.

Figura 4. Descripción Diagrama de Flujo Eficiencia en el Agua – Tercera Parte.



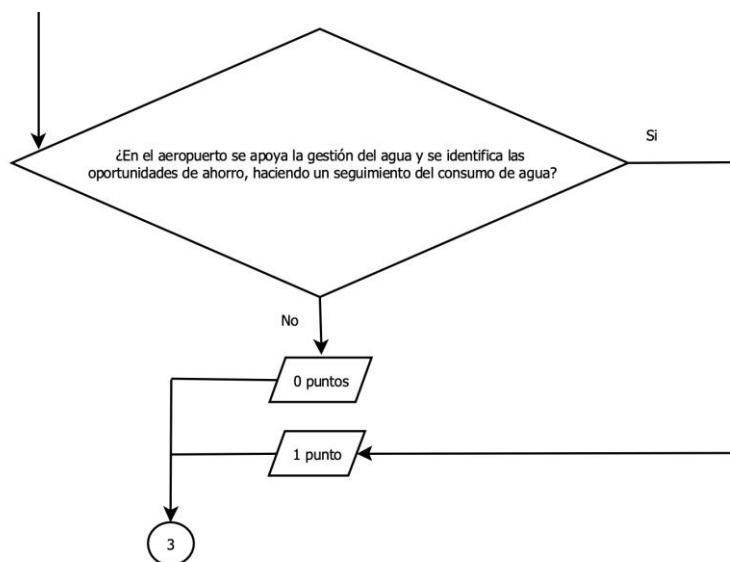
Nota: El diagrama representa la tercera pregunta de la categoría de Eficiencia en el Agua de la certificación LEED para nuevas construcciones, se sigue la dirección de las flechas según la respuesta para así, obtener un puntaje.

La primera opción de respuesta es que no se está guardando o conservando el agua utilizada en el aeropuerto como agua suplementaria, dando como resultado un valor de cero puntos.

La segunda opción es que, si se alcanza un número máximo de 10 ciclos de las torres de refrigeración con el agua conservada, da un puntaje de uno. Sin embargo, si solo se alcanza un valor mínimo de 10 ciclos en las torres de refrigeración, como guía la figura de flecha obtiene 2 puntos.

Por último, para la Eficiencia en el Agua, se sigue a la pregunta *¿En el aeropuerto se apoya la gestión del agua y se identifica las oportunidades de ahorro, haciendo un seguimiento del consumo de agua?* Como se muestra en la Figura 5.

Figura 5. Descripción Diagrama de Flujo Eficiencia en el Agua – Cuarta Parte.



Nota: El diagrama representa la cuarta y última pregunta para la categoría de Eficiencia en el Agua de la certificación LEED para nuevas construcciones, se sigue la dirección de las flechas según la respuesta para así, obtener un puntaje.

Teniendo solamente dos opciones de respuesta, a lo que puede ser que, si se apoya la gestión del agua y se identifica las oportunidades de ahorro, haciendo un seguimiento del consumo de agua en el aeropuerto, o no, obteniendo un puntaje de 1 o 0 respectivamente.

De esta manera, se realiza el procedimiento con el plan maestro del aeropuerto para todas las categorías de la certificación, y se hace la sumatoria de los puntos.

Para evaluar y constatar los objetivos específicos del documento, el ejercicio y elaboración del diagrama de flujo se realiza con el aeropuerto de Simón Bolívar de Santa Marta.

Aplicación Teórica del Diagrama de Flujo de LEED al Aeropuerto Simón Bolívar de Santa Marta

Debido a que LEED incluye temáticas que se refieren a la construcción y a la ocupación, para el caso del aeropuerto Simón Bolívar de la ciudad de Santa Marta, solo se tendrá en cuenta los aspectos referidos a ocupación debido a que la infraestructura ya se encuentra construida y concebida en el documento “Plan maestro aeroportuario”. Los puntajes que se establecen en cada subcategoría son establecidos directamente por la certificación LEED. El criterio de puntos del diagrama está establecido por la certificación LEED, y es esta la que indica la cantidad de puntos que entrega a la construcción según las categorías, para ver todos los criterios de los puntajes, refiérase al Anexo 8.

Localización y transporte

Tomando como base el diagrama del Anexo 1 y siguiendo la secuencia de los diagramas, para responder a la primera pregunta *¿La zona en la que se encuentra el aeropuerto es la más apropiada?* que corresponde a la zona en la que se encuentra ubicado el aeropuerto, lo cual comprende todos los aspectos generales de los demás interrogantes de esta categoría, se continua con las siguientes preguntas.

¿Se está reduciendo el impacto ambiental debido a la localización del aeropuerto?

La reducción del impacto ambiental debido a la localización del aeropuerto se puede evidenciar con la evaluación de impactos ambientales desarrollada en el plan maestro. En el cual se determina que los medios físico y biótico son los más afectados por las obras a implementar ya que incluyen cambios morfológicos y de distribución general de las áreas del aeropuerto, y esto ocasionará pérdidas de los suelos, cambios paisajísticos, pérdidas de la cobertura vegetal, ocupación de zonas costeras, aumento en los niveles de ruido, afectación de la calidad del aire por el material particulado que se produce a través de los movimientos de tierra, escombros, desplazamientos de la fauna y micro-fauna que actualmente se encuentra en las áreas de intervención. Por lo tanto, el aeropuerto obtiene 2 puntos.

¿El aeropuerto se encuentra localizado en un área con limitaciones al desarrollo?

Alrededor, las áreas circundantes que se encuentran no corresponden a ninguna de las descritas en el diagrama de flujo para que amerite a puntos. Los lugares que se encuentran

alrededor del aeropuerto son propiedades de vivienda, hotelería y sitios turísticos. Así que, para esta subcategoría el aeropuerto obtiene 0 puntos.

Para la pregunta *¿Se protege el hábitat natural favoreciendo desarrollos en áreas con infraestructuras ya existentes?* presenta diferentes metodologías por las cuales fomenta el cuidado, como tratamiento de aguas, disposición responsable de residuos, entre otros. Respecto al desarrollo en infraestructuras ya existentes, en los últimos años el aeropuerto ha pasado por un proceso de modernización, con la puesta en operación de la nueva torre de control en 2016, la reforma de la terminal de pasajeros, la construcción de un parqueadero subterráneo, trabajos de urbanismo y vías de acceso, lo que conllevó a que en el año 2017 se diera el inicio de la operación de las nuevas instalaciones. Por lo tanto, se le asigna 1 punto.

Para *¿Se facilita el acceso al transporte público desde y hacia el aeropuerto?* En cuanto a la facilidad para acceder al transporte público desde y hacia el aeropuerto, el acceso a este se puede conseguir por medio de diferentes líneas de autobuses, el servicio de taxis, vehículos de alquiler y vehículos privados. El acceso se realiza por carretera desde la Troncal del Caribe. El aeropuerto tiene un parqueadero subterráneo para carros y motos, y un parqueadero en superficie para autobuses y taxis. Teniendo en cuenta los viajes diarios según datos recopilados por las empresas que prestan el servicio de bus y taxis desde y hacia el aeropuerto, se le asigna 6 puntos.

¿El aeropuerto cuenta con instalaciones para bicicletas? El aeropuerto no cuenta con instalaciones para bicicletas, por lo tanto, en este crédito no obtiene puntos.

¿Se minimiza las instalaciones de aparcamiento para disminuir la dependencia de los automóviles? En sus instalaciones tiene 170 plazas disponibles para vehículos, 44 para motos, 33 para taxis y 11 para autobuses, pero no se dan datos concretos de si ha habido una reducción o una ampliación, por lo tanto, para esta subcategoría se asigna 0 puntos.

Finalmente, *¿Se promueve el uso de vehículos sostenibles?* en el plan de gestión de riesgo del aeropuerto se menciona la importancia de la incorporación de acciones asociadas a la movilidad sostenible, para mitigar los impactos que se puedan generar en el entorno. Por lo tanto, se otorga 1 punto.

Realizando la sumatoria total, en esta categoría El aeropuerto Simón Bolívar obtiene 10 puntos.

Parcelas Sostenibles

Partiendo del diagrama evidenciado en el Anexo 2 el cual comprende toda esta categoría, *¿Se valoro las condiciones del terreno antes del diseño para evaluar las opciones sostenibles?* Al deberse a una pregunta del diseño, y ser esta la aplicación de una edificación ya existente no aplica, por lo tanto, no hay punto.

¿Se promueve la biodiversidad conservando las áreas naturales existentes y restaurando las áreas dañadas? En cuanto a fauna y flora de los tres ambientes inmersos en el aeropuerto (Aire, Mar y Tierra) se realiza una caracterización sobre cada uno, para promover la conservación de estos, sin afectar las operaciones normales del aeropuerto. Aportando gradualmente restauraciones que mejoren la calidad de dichos aspectos. Por lo tanto, se asignan 2 puntos.

¿Se cuenta con un espacio abierto exterior que favorezca la interacción con el medio ambiente? El aeropuerto posee espacios abiertos en la gran mayoría del área total que promueven la interacción con el medio ambiente, pero no se estipula que porcentaje de este tiene acceso para los trabajadores del edificio y para los usuarios que hacen uso del aeropuerto. Por lo tanto, no se asigna punto.

¿Se cuenta con procesos de gestión del agua lluvia? Las aguas lluvias se redireccionan hacia el mar por medio de cunetas y canales abiertos en concreto, que se encuentran alrededor de la pista. Algunos de estos se encuentran con acumulación de pasto sobrante del proceso de podado, teniendo como resultado que el drenado sea lento y poco efectivo. Por lo tanto, no se asignan puntos.

Para la pregunta *¿El aeropuerto cuenta con reducción de islas de calor?* Respecto a las islas de calor que tienen que ver con el índice de reflectancia de la cubierta, la única característica que se especifica es que posee cubierta de teja en asbesto, notando una falta de sistemas que apoyen la reducción de las islas de calor. Por lo tanto, no se asignan puntos.

¿Existe una mejora de la visibilidad en horas nocturnas reduciendo la iluminación artificial? Al tratarse de un aeropuerto, la iluminación artificial durante la noche es necesaria e imprescindible, es por esto por lo que esta subcategoría no aplica, por lo tanto, no se asigna punto.

Siguiendo con *¿Se realizan campañas de prácticas de sostenibilidad a los visitantes?* No se evidencia en el plan maestro la realización y promoción de campañas que

describan prácticas de sostenibilidad aplicadas al aeropuerto en general. Por lo tanto, no se asignan puntos.

En esta categoría el aeropuerto Simón Bolívar de la ciudad de Santa Marta obtiene un total de 2 puntos.

Eficiencia en el agua

Sustentada en el Anexo 3, esta categoría comprende el diagrama para eficiencia del agua. En cuanto al uso de agua en exteriores, no se indica cómo se realiza la disposición del líquido para acciones de jardinería. Por lo tanto, no se asigna puntaje.

El suministro de agua potable que abastece al aeropuerto proviene de la empresa de acueducto de Santa Marta, mediante una red principal que se encuentra instalada a un lado de la vía Ciénaga-Santa Marta, en ocasiones se debe complementar el abastecimiento de agua con un proveedor de agua por medio de carro tanques. Es decir, no hay una reducción planificada de consumo de agua. Cuando el servicio es escaso en las épocas de verano del año existen reservas de agua. Por lo tanto, no se asigna un puntaje. El aeropuerto cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales PTAR, la cual permite el tratamiento de hasta 80 m³/día, sin embargo, no se está reduciendo el consumo del agua en ninguna cantidad. Debido a esto, al no reducir el consumo de agua en el interior del aeropuerto, no se le asigna puntaje.

En la búsqueda de la información, se encuentran falencias en la gestión del uso del recurso hídrico, ya que no hay un seguimiento en el consumo de agua, la disposición de aguas usadas se hace en pozos sépticos, las aguas lluvias se dirigen directamente al mar,

y no hay una gestión para residuos que se encuentren en el agua antes de ser vertidos en pozos o en el mar. Por lo tanto, el agua no se está utilizando para torres de refrigeración en el aeropuerto, así que no se asigna puntaje.

Por último, el aeropuerto no apoya la gestión del agua o identifica las oportunidades de mejora y ahorro, por lo que obtiene un valor de cero puntos para esta categoría.

Siendo así, para la Eficiencia en el agua se obtiene un total de 0 puntos.

Energía y atmosfera.

Dirigiéndose al Anexo 4 se encuentra el diagrama de flujo correspondiente a la categoría de Energía y Atmosfera. *¿Se está apoyando el diseño, la construcción y operación del aeropuerto para la energía, agua, calidad ambiental interior y durabilidad?*

El aeropuerto cuenta con elementos de ahorro energético y mantenimientos planeados para evitar mal uso del fluido eléctrico, para el uso de agua, se realiza un pre-procesamiento para potabilizar el fluido antes de su ingreso al aeropuerto, los niveles de ruido son monitoreados de manera constante en diferentes zonas para evitar sobrepasar niveles máximos (85db por un lapso de tiempo de 8 horas) y en cuanto a contaminación del aire, los niveles se mantienen siempre muy por debajo de los límites establecidos en diferentes tipos de contaminantes, debido a esto, se le otorga una calificación de 4 puntos.

¿Qué tanto es el incremento de los niveles de eficiencia energética para reducir el consumo excesivo de energía? El plan maestro no entrega datos exactos sobre porcentaje de mejora en el uso de energía en el aeropuerto, es por tal motivo que no se le asigna puntaje en esta subcategoría.

¿Se está apoyando la gestión energética en el aeropuerto haciendo un seguimiento del consumo de energía a nivel del edificio y los sistemas? El aeropuerto no posee ningún sistema que realice la medición de manera avanzada de los niveles de energía usados en las edificaciones o en los sistemas, por lo tanto, no se otorga puntaje.

¿Se está incrementando el nivel de demanda de nuevas tecnologías y programas en el aeropuerto para la eficiencia y fiabilidad de la energía y con esto reducir los niveles de efecto invernadero? En la planeación descrita por el plan maestro, se proyecta la implementación de nuevos sistemas que mejoren el uso de la energía, es por tal motivo que acá se le otorga 1 punto.

¿Se están reduciendo los daños medioambientales y económicos asociados con la energía procedente de combustibles fósiles? En zonas como las diferentes edificaciones del aeropuerto, se usa la energía eléctrica obtenida por parte de la empresa de servicios públicos de la zona, y no hay un porcentaje de coste equivalente de energía consumible producida por el sistema de energía renovable sobre el costo energético total anual del aeropuerto, además en los medios de transporte interno, el combustible fósil es en su totalidad el que alimenta dichos motores, es por esto por lo que no se otorga puntaje alguno en esta subcategoría.

¿Se está contribuyendo a la disminución de la capa de ozono? La gestión y monitoreo de la cantidad de contaminantes liberados a la atmósfera y los excelentes resultados obtenidos, se cataloga como un cuidado a la capa de ozono, de manera que el aeropuerto recibe 1 punto por esta subcategoría.

¿Se promueve en el aeropuerto la reducción de gases de efecto invernadero a través del uso de fuentes de la red, tecnologías de energía renovable y proyectos de mitigación de carbono? Si se demuestra una gestión y constante control en la emisión de gases ocasionados por las operaciones aeroportuarias, pero no expresan el uso de tecnologías verdes, ni un porcentaje o valor, de cuanto es la compensación a la huella de carbono, siendo así, se otorga 0 punto.

Para esta categoría se obtiene un total de 6 puntos.

Materiales y recursos.

En el Anexo 5, se encuentra la categoría de Materiales y Recursos organizada en su respectivo diagrama de flujo, partiendo de allí *¿La edificación parte de una existente anteriormente?* Según lo expresado en el plan maestro, la edificación sufrirá adecuaciones, remodelaciones, ampliaciones que tendrán lugar en la misma infraestructura ya existente, es por esto por lo que recibe una puntuación de 3 para esta subcategoría.

Las subcategorías siguientes en esta categoría, se aplican solamente a edificaciones que se encuentran en fase de construcción, al tratarse de un aeropuerto ya construido, este no aplica a ninguna de ellas, por lo tanto, no se obtiene puntaje.

Entonces para esta categoría en general, se obtiene 3 puntos.

Calidad de Ambiente Interior.

La categoría de Calidad de ambiente interior se encuentra en el Anexo 6. *¿Fomentan la mejora de la calidad del aire al interior del aeropuerto?* El plan maestro

expresa solamente el uso de ventilación natural, no evidencia uso de ventilación forzada, debido a esto solo se otorga 1 punto.

¿Existen programas para reducir la concentración de contaminantes químicos que afectan la calidad del aire al interior del aeropuerto? Como se mencionó anteriormente y se encuentra evidenciado en el plan maestro, los niveles de contaminantes de todo tipo se encuentran muy por debajo del umbral máximo permitido, demostrando con mediciones que dichos niveles solo alcanzan el 10% de ese máximo, por tal razón el aeropuerto obtiene 3 puntos de esta subcategoría.

¿Existe protección para trabajadores de construcción y ocupantes contra problemas de calidad de aire interior durante la fase de construcción? Al tratarse únicamente de la fase de construcción, el aeropuerto no aplica para esta subcategoría, no hay asignación de puntaje.

¿En el momento de la ocupación es buena la calidad de aire interior? Según el plan maestro, no hay evidencia de acciones de impulsión de aire forzado en las instalaciones internas de las edificaciones, debido a esto, no se asigna puntaje.

¿Se proporciona un buen confort térmico a los ocupantes del aeropuerto? Los sistemas de control térmico en las instalaciones del aeropuerto son anticuados, no hay evidencia de controles individuales de las zonas, por dicha razón no se asigna puntaje.

¿Se proporciona una buena iluminación a los ocupantes del aeropuerto? La iluminación artificial está sustentada en equipos obsoletos que no permiten la graduación en niveles, por lo tanto, no obtiene puntaje en esta subcategoría.

¿El aeropuerto posee buen acceso a luz natural? La iluminación natural es la mayor protagonista en la zona de plataforma, apoyando muy bien las operaciones allí realizadas, sin embargo, no existen simulaciones computarizadas o mediciones en condiciones específicas que indiquen que los niveles de iluminación se encuentren en el rango que estipula la certificación para el aeropuerto, es por esto por lo que en esta subcategoría el aeropuerto obtiene 0 puntos.

¿Se tiene vistas de calidad al exterior? El plan maestro destaca la presencia de gran variedad de flora y fauna aérea, terrestre y marítima, pero específicamente se pide un porcentaje de obstrucción en los ventanales, dato que no es suministrado con exactitud, debido a esto se asigna 0 puntos en esta subcategoría.

¿El aeropuerto posee espacios que fomenten las comunicaciones con eficiencia acústica? Los niveles de ruido en el aeropuerto son una constante preocupación de los operadores, es por esto que se mantienen mediciones constantes de ello, evidenciando en el plan maestro zonas donde los niveles de ruido se encuentran controlados muy por debajo del umbral máximo y otras zonas donde dichos niveles se acercan bastante a ese máximo, pero nunca rebasándolo, debido a este control, el aeropuerto obtiene 1 punto.

Para esta categoría se obtiene un total de 5 puntos.

Innovación.

En el Anexo 7 se encuentran consignadas los diagramas de flujo correspondientes a Innovación y Prioridad Regional. *¿Fomentan a conseguir una eficiencia excepcional o*

innovadora? No se evidencia un plan para conseguir innovaciones en cuanto a eficiencia ambiental significativa, debido a esto no hay asignación de puntaje.

¿Para la certificación se cuenta con personal acreditado LEED? En el plan maestro no hay una aproximación a querer certificar el aeropuerto en LEED, es por esto que no cuenta con personal acreditado en la certificación, por lo tanto, no recibe puntaje.

Prioridad Regional.

¿Se proporciona créditos que se dirijan a prioridades ambientales, de equidad social y salud pública específicas de la región geográfica? El plan maestro refleja una caracterización realizada a población aledaña, a la ciudad donde se encuentra ubicado y al departamento, pero no se genera una planeación que evidencie una mejora significativa para las “Áreas de influencia” directas o indirectas. Debido a eso, no hay ninguna asignación de puntaje.

Tabla 9. Puntaje LEED del Aeropuerto Simón Bolívar de Santa Marta.

| Aplicación de LEED al Aeropuerto Simón Bolívar de Santa Marta. | Puntaje total categoría. |
|---|---------------------------------|
| 1. Localización y Transporte. | 10 |
| 2. Parcelas Sostenibles. | 2 |
| 3. Eficiencia en el Agua. | 0 |
| 4. Energía y Atmosfera. | 6 |
| 5. Materiales y Recursos. | 3 |
| 6. Calidad Ambiental Interior. | 5 |
| 7. Innovación. | 0 |
| 8. Prioridad Regional. | 0 |
| <i>Puntaje Total.</i> | 26 |

Nota: Se realiza la sumatoria del puntaje total por categoría, para obtener el resultado en Puntaje Total.

Al realizar la sumatoria del puntaje obtenido por el Aeropuerto Simón Bolívar de la ciudad de Santa Marta, se evidencia que obtiene un puntaje total de 26 puntos, dicho esto, y refiriéndose a los puntajes de LEED, se aprecia que falta 14 puntos para conseguir la categoría LEED Certified, la cual es la categoría más baja de LEED y se comprende para edificaciones que obtengan de 40 a 49 puntos. En un caso hipotético, si el aeropuerto hubiese tenido un sistema de reutilización para las aguas lluvias, un sistema de gestión de la eficiencia en el agua, un sistema de ventilación mas sofisticado, una mejor administración para la parcela sostenible del aeropuerto, o un mejor manejo de la iluminación artificial dentro de las edificaciones, esta aplicación teórica hubiese sido exitosa para el Aeropuerto Simón Bolívar.

Conclusiones

- En el mundo existen diversas metodologías para la certificación medioambiental de edificaciones, estas certificaciones conllevan diferentes propuestas metodológicas y estructurales para poder ser implementadas. No existe actualmente una certificación a nivel mundial, específicamente para edificaciones de construcciones aeroportuarias, por lo que se indagó en aquellas certificaciones, que puedan sub-sanar varios de los aspectos medioambientales necesarios para la obtención de una certificación de clase mundial. En este estudio, se establecieron varias metodologías que, por su trayectoria o importancia, pueden ser implementadas en las diferentes edificaciones que se tienen a nivel aeroportuario en el país, y se analizaron con el fin de determinar la más adecuada para ser implementada en un estudio de aplicabilidad teórico.
- Dentro de las certificaciones analizadas en este documento, se puede concluir que a pesar de que existen varias posibilidades a nivel mundial, uno de los aspectos más relevantes para la selección de la metodología utilizada en este documento, fue el correlacionamiento que existe entre el país y el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, el cual brinda los parámetros mínimos necesarios para nuestro país, y de donde se logró establecer que la certificación LEED, es la que más tiene correspondencia con el CCCS.

- Colombia cuenta con 8 aeropuertos clase B administrados por la Aerocivil, y dentro del estudio realizado, se encontró que dichos aeropuertos no cuentan con información detallada para aspectos medioambientales, dentro de sus PMA. Por lo que se hizo necesaria, la revisión de la información disponible en aeropuertos de mayor categoría, con mayores frecuencias y mayor afluencia de pasajeros, en donde se pudo evidenciar que existen unos planes de manejo ambiental más detallados, sin embargo, dentro de dichos documentos no se tiene aún la precisión que requiere una metodología como la aplicada en este documento.
- El aeropuerto Simón Bolívar de la ciudad de Santa Marta cuenta actualmente con un Plan de Manejo Ambiental que contempla, entre otras cosas, aspectos del interés de este estudio como lo son: plan de la energía, tratamiento de basuras, manejo de las aguas, control de ruidos, control de emisiones, flora, fauna y el impacto a la población de los alrededores. Sin embargo, si bien se contempla esta información dentro de dicho plan, ésta no contiene valores específicos que permitan realizar una evaluación precisa de los parámetros establecidos dentro de la certificación LEED.
- La certificación LEED contempla dentro de sus parámetros de evaluación puntajes correspondientes a los valores de calificación de aspectos relevantes dentro de la consecución de una edificación aeroportuaria, los cuales fueron acogidos dentro de la aplicación dentro de este proyecto. Sin embargo, y debido a la falta de información dentro del Plan de Manejo

Ambiental del aeropuerto Simón Bolívar respecto a valores específicos, aspectos como el manejo de aguas, tienen una puntuación nula dado que no se especifica dentro del PMA una cifra exacta respecto a este tema.

- Luego de la evaluación teórica realizada según la información disponible en el PMA de Santa Marta, bajo la certificación seleccionada en este proyecto, se puede concluir que, con los datos suministrados, el aeropuerto no cumpliría con los requisitos mínimos necesarios para la consecución de una certificación LEED. Esta conclusión, corresponde a la evaluación teórica de la información suministrada en el PMA, pero el aeropuerto podría obtener mejor puntaje, si se tuviera una especificidad más amplia en cuanto a los parámetros expuestos en las recomendaciones de este documento.
- Colombia debe acceder a la certificación CORSIA para el año 2027. Debido a esto, se hizo necesario conocer cuál es el estado del país en el ámbito de sostenibilidad aeroportuaria, por lo que se concluye después de realizar la investigación, que la mayoría de los aeropuertos a nivel nacional, no tienen un estudio ambiental diseñado para ingresar en el esquema CORSIA, por lo que se hace necesario fortalecer los procesos de manejo ambiental al interior de los aeropuertos del país, dándole relevancia a aquellos aeropuertos que por su afluencia producen una gran cantidad de CO₂ anualmente. Es necesario que la Aerocivil, contemple dentro de su plan de navegación aérea, los requisitos mínimos necesarios que debe cumplir un aeropuerto según su categoría para dar cumplimiento a esta normativa medioambiental,

y de esta forma encaminar las operaciones aéreas del país bajo un mismo norte, que permita una inclusión más sencilla a esta iniciativa de la OACI.

- Para la inmersión del país en la certificación CORSIA, es necesario que los aeropuertos en el país y los reguladores ambientales enfoquen sus esfuerzos inicialmente a la implementación de certificaciones ambientales tales como ICA, ISO 14001, ISO 14064, LEED, SBTool, BREEAM, y de esta forma incentivar una cultura por la sostenibilidad ambiental a nivel aeronáutico en el país.

Recomendaciones

- Revisar las disposiciones que tiene la Aerocivil para exigir las especificaciones dentro de los PMA por parte de los aeropuertos.
- Se recomienda que los aeropuertos que tienen una categorización clase B, empiecen a mejorar y desarrollar sus PMA enfocados en la mejora de la sostenibilidad ambiental, realizando gestión en aspectos como el transporte dentro de la edificación, la eficiencia en el agua del aeropuerto, en como se reutiliza de forma adecuada y documentando las cantidades pérdidas. También, es importante tener en cuenta aspectos como la energía y atmosfera dentro de la construcción, materiales y recursos que se utilizan, sin afectar a la huella de carbono y mejorando la calidad ambiental interior.
- Se recomienda que los aeropuertos que ya tienen más desarrollados los PMA, especifiquen en valores reales las cantidades de recursos que se utilizan, reutilizan y pierden, aspectos como el manejo de los residuos, (toneladas mensuales o anuales) el manejo de aguas lluvias dentro de la edificación, de tal manera que por medio de porcentajes, se tenga un seguimiento continuo de la sostenibilidad ambiental en el aeropuerto.
- Para el aeropuerto de Santa Marta, se sugiere hacer una reutilización adecuada del agua, debido a que su puntuación para la eficiencia en el agua fue nula, teniendo un sistema de gestión para conocer la cantidad de agua que se reutiliza dentro de la edificación.

- El aeropuerto Simón Bolívar puede manejar el sistema de las aguas lluvias para sistemas de aire acondicionado y enfriamiento, y no solo enviar estos recursos al mar como lo estipulan en el PMA.
- En cuanto a la iluminación del aeropuerto de Santa Marta, se puede mejorar el sistema utilizando bombillos ahorradores, así reduciendo el consumo de energía en el aeropuerto y documentando todo en el Plan Maestro Ambiental.
- El confort térmico para los techos del aeropuerto Simón Bolívar, puede implementar un material que ayude a no generar islas de calor dentro de los edificios, viendo la demanda disponible en el mercado, para hacer recubrimientos con las tecnologías más actualizadas y disponibles.

Bibliografía

- 14001, I. (2015). *ISO 14001:2015*. Accreditation, A. C. (2020). *Airport Carbon Accreditation*. Obtenido de <https://www.airportcarbonaccreditation.org/>
- AERTEC. (2020). *aertec solutions*. Obtenido de <https://aertec.dev3.increnta.com/2015/09/24/arquitectura-sostenible-en-entornos-aeroportuarios/>
- Ambiente, M. d. (2020). *MINAMBIENTE*. Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias/2067>
- Arteaga, B. V. (2019). *La importancia de la Innovación para el Desarrollo de los Países*. Universidad Cooperativa de Colombia, Administración de Empresas. Santiago de Cali: Facultad de Ciencias Administrativas Económicas y Contables.
- Bermudez Caicedo, M. X. (2019). Cambio Climático debido a la Aviación. (J. E. Monroy Patiño, Entrevistador)
- BREEAM. (2020). *BREEAM es*. Obtenido de <http://www.breeam.es/proceso-de-certificacion>
- BREEAM. (2020). *BREEAM Internacional*. Obtenido de <http://www.breeam.es/conocenos/breeam-internacional>
- BREEAM. (2020). *Esquemas de certificación*. Obtenido de <http://www.breeam.es/esquemas-de-certificacion-breeam>
- Comisión Europea. (14 de Mayo de 2013). *Medio Ambiente, Plan de acción sobre Ecoinnovación*. (C. CESB13, Productor, & EU) Recuperado el Agosto de 2020, de La ECOINNOVACIÓN en el corazón de las políticas europeas: https://ec.europa.eu/environment/ecoap/about-eco-innovation/policies-matters/eu/20130513-an-adaptable-tool-for-assessing-building-sustainability_es
- Consejo Colombiano de Construcción Sostenible. (2016). *CCCS - Consejo Colombiano de Construcción Sostenible*. Obtenido de Acerca del CCCS: <https://www.cccs.org.co/wp/acerca-del-cccs/>
- Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2018). *Documento CONPES 3919* (Vol. 1). Bogotá, Distrito Capital, Colombia: República de Colombia.
- Económica, R. (2018). Aeropuerto el Dorado será alimentado por más de 10.000 paneles solares. *El Espectador*.
- Escobar, V. (23 de Febrero de 2021). *El centro de mantenimiento de Avianca es el primero en el mundo, fuera de EE.UU., en recibir la Certificación Ambiental Leed® Oro*. (Comunicación Corporativa Avianca) Obtenido de Avianca: <https://www.avianca.com/co/es/sobre-nosotros/centro-noticias/noticias-avianca/certificacion-ambiental-leed/>
- etres Consultores. (2020). *etres*. Obtenido de Distinga sus edificios con el Certificado Ambiental VERDE Edificación de Green Building Council España: <https://www.etresconsultores.com/certificacion-ambiental-verde-leed-breeam/>
- GBCE. (2020). *Certificación Verde*. Obtenido de Green Building Council España: <https://gbce.es/certificacion-verde/>

- Gobierno de Colombia. (s.f.). *Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Bogotá: Gobierno de Colombia.
- Hernández, J., & Martínez, S. (9 de Mayo de 2019). *El Dorado*. Obtenido de <https://eldorado.aero/certificacion-y-reconocimiento-en-gestion-ambiental/>
- ICAO. (2018). *Annex 16 Volume IV, Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation (CORSA)* (Primera ed., Vol. IV). (I. C. Organization, Trad.) Montréal, Quebec, Canada: International Civil Aviation Organization. Recuperado el 2020, de <https://www.unitingaviation.com/publications/Annex-16-Vol-04/#page=1>
- ICAO. (s.f.). *CORSA Implementation Elements*. Obtenido de Enviroment: <https://www.icao.int/environmental-protection/CORSA/Pages/implementation-elements.aspx>
- icontec. (2020). *NTC-ISO 14064-1*. Bogotá D.C: ICONTEC.
- International Civil Aviation Organization. (2019). *CORSA Aeroplane Operator to State Attributions*. ICAO. CORSA.
- International Civil Aviation Organization. (2019). *CORSA Eligibility Framework and Requirements for Sustainability Certification Schemes*. ICAO, CORSA. CORSA.
- International Civil Aviation Organization. (2019). *CORSA Emissions Unit Eligibility Criteria*. ICAO. CORSA.
- International Civil Aviation Organization. (2019). *CORSA Methodology for Calculating Actual Life Cycle Emissions Values*. ICAO, CORSA. ICAO.
- International Civil Aviation Organization. (2019). *CORSA Sustainability Criteria for CORSA Eligible Fuels*. ICAO. ICAO.
- International Civil Aviation Organization. (2019). *ICAO CORSA CO2 Estimation and Reporting Tool (CERT)*. ICAO, Design, Development and Validation. Montréal: ICAO.
- ISO 14001. (21 de Mayo de 2018). Definición Sistema de Gestión Ambiental. *Sistemas de gestión ambiental en las empresas y organizaciones*.
- Jurado Bolaños, C. A., & Lizcano Sandoval, Y. A. (2015). *Determinación de la Huella de Carbono en el Aeropuerto Internacional El Dorado a la Luz del Protocolo Greenhouse Gas (GHG)*. Bogotá: Universidad Libre.
- LATAM Green Building Community. (1 de Septiembre de 2014). *Introduccion a LEED*. (G. Neuman, Editor) Obtenido de latamgbc.com: <https://www.latamgbc.com/introduccion-lead/>
- Minambiente. (1993). *Corpouraba*. Obtenido de corpouraba.gov.co/que-es-el-sistema-nacional-ambiental-sina/
- Minambiente. (2019). *Autoridad Nacional de Licencias Ambientales*. Obtenido de anla.gov.co/entidad/institucional/objeto-y-funciones
- Mirabella, C., & Sarrazin, T. (2017). *BID / Invest*. Obtenido de <https://blogs.iadb.org/bidinvest/es/conoce-los-aeropuertos-sostenibles-del-futuro/>
- Nations, U. (12 de Octubre de 2018). *Despegan las acreditaciones climáticas de aeropuertos*. Recuperado el Agosto de 2020, de Climate Change: <https://unfccc.int/es/news/despegan-las-acreditaciones-climaticas-de-aeropuertos>

- OACI. (2018). CORSIA. *Diagrama de Implementación Gradual del CORSIA*. Montreal, Quebec, Canada: OACI.
- Roberts, H., & Robinson, G. (2008). ISO 14001. En H. Roberts, & G. Robinson, *EMS Manual de Sistema de Gestión Medioambiental* (pág. 15). Madrid: PARANINFO.
- ShareAmerica. (7 de Diciembre de 2016). *Share America*. Obtenido de <https://share.america.gov/es/los-aeropuertos-miran-al-sol-para-ahorrar-dinero/>
- Teso Alonso, A. L. (Septiembre de 2013). Métodos de evaluación de la sostenibilidad en construcción y edificación. *RS - Responsabiliidad Sostenibilidad*, 72-73.
- U.S. Green Building Council. (Enero de 2019). *LEED v4.1*. Obtenido de USGBC.org: <https://www.usgbc.org/resources/welcome-leed-v41-bdc-and-idc-spanish>
- Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil. (s.f.). *RAC 14 - Aeródromos, Aeropuertos y Helipuertos*. Bogotá: Grupo de Normas Aeronáuticas.
- Viamonte, J. M. (2016). La gestión ambiental sostenible de los residuos aeroportuarios para el control del peligro aviario y epidemiológico: "Actuaciones para la sostenibilidad". *Conferencia del comité regional CAR/SAM de prevención del peligro aviario y fauna (CARSAMPAF 14)* (pág. 76). San Pedro Sula: Aeropuertos de Honduras.