

DETERMINACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN EL AEROPUERTO
INTERNACIONAL EL DORADO A LA LUZ DEL PROTOCOLO GREENHOUSE
GAS (GHG)

ELABORADO POR:

CRISTINA ALEXANDRA JURADO BOLAÑOS

C.C.N.52.487.018

YULLY ALEXANDRA LIZCANO SANDOVAL

C.C.N.1.015.994.660

UNIVERSIDAD LIBRE
FACULTAD DE INGENIERIA
INSTITUTO DE POSGRADOS
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA AMBIENTAL
BOGOTÁ, DICIEMBRE DE 2015

DETERMINACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN EL AEROPUERTO
INTERNACIONAL EL DORADO A LA LUZ DEL PROTOCOLO GREENHOUSE
GAS (GHG)

CRISTINA ALEXANDRA JURADO BOLAÑOS

C.C.N.52.487.018

YULLY ALEXANDRA LIZCANO SANDOVAL

C.C.N.1.015.994.660

Proyecto de grado para optar al título de ESPECIALISTA EN GERENCIA
AMBIENTAL

Asesor

ING. OSCAR LEONARDO ORTIZ MEDINA

UNIVERSIDAD LIBRE
FACULTAD DE INGENIERIA
INSTITUTO DE POSGRADOS
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA AMBIENTAL
BOGOTÁ, DICIEMBRE DE 2015

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	10
1. ANTECEDENTES	11
2. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	13
3. JUSTIFICACIÓN	17
4. OBJETIVOS	18
4.1. OBJETIVOS GENERAL	18
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
5. MARCOS DE REFERENCIA	19
5.1. MARCO TEÓRICO	19
5.1.1. METODOLOGÍAS PARA LA MEDICIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO (HDC)	19
5.1.2. SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL	27
5.1.3. CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA	28
5.1.4. EFECTO GLOBAL PRODUCIDO POR LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA	30
5.1.5. IMPACTOS FUTUROS DEL CAMBIO CLIMÁTICO	33
5.2. MARCO CONCEPTUAL	36
5.2.1. CONTEXTO DE LA HUELLA DE ECOLÓGICA	36
5.2.2. CONTEXTO DE LA HUELLA DE CARBONO	37
5.3. MARCO GEOGRÁFICO	42
5.4. MARCO LEGAL	46
6. ALCANCES Y LIMITACIONES	48
7. METODOLOGÍA	50

7.1.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	50
7.1.1.	TIPO DE ESTUDIO	51
7.1.2.	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	52
7.1.3.	FUENTES Y TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	52
7.1.3.1.	FUENTES DE INFORMACIÓN PRIMARIA	53
7.1.3.2.	FUENTES DE INFORMACIÓN SECUNDARIAS	53
7.1.3.3.	POBLACIÓN EN ESTUDIO	54
7.2.	FASES DE LA INVESTIGACIÓN	54
7.2.1.	FASE PRELIMINAR	54
7.2.2.	FASE DE CAMPO	54
7.2.3.	FASE ANÁLISIS	55
8.	PRESUPUESTO DE INVERSIÓN	56
9.	RESULTADOS	60
9.1.	GUÍA METODOLÓGICA APLICABLE PARA EL CALCULO DE HUELLA DE CARBONO EN EL AEROPUERTO	60
9.1.1.	GREENHOUSE GAS PROTOCOL (GHG)	60
9.2.	LIMITE ORGANIZACIONAL DEL AEROPUERTO	66
9.3.	ACTIVIDADES, PROCESOS Y/O SERVICIOS EN EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO LUIS CARLOS GALÁN SARMIENTO QUE CONTRIBUYEN A LA GENERACIÓN DE CO ₂	67
9.3.1.	ALCANCE 1: EMISIONES DIRECTAS DE GEI (CO ₂).	67
9.3.1.	ALCANCE 2: EMISIONES INDIRECTAS DE GEI ASOCIADAS A LA ELECTRICIDAD.	87
9.3.2.	ALCANCE 3: OTRAS EMISIONES INDIRECTAS	96

9.4.	ELABORACIÓN DEL MAPPING PARA IDENTIFICAR LOS IMPACTOS CAUSADOS Y ANALIZAR LOS RESULTADOS POR LA GENERACIÓN DE CO ₂	100
9.4.1.	MÉTODO DE CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO	100
9.4.2.	CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO: EMISIONES CUANTIFICADAS.	102
9.4.2.1.	ALCANCE 1: EMISIONES DIRECTAS DE GEI	102
9.4.2.2.	ALCANCE 2: EMISIONES INDIRECTAS DE GEI ASOCIADAS A LA ELECTRICIDAD.	104
9.5.	MEDIDAS DE REDUCCIÓN (REDUCTION) NECESARIAS PARA LA MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS IDENTIFICADOS.	108
10.	CONCLUSIONES	118
11.	RECOMENDACIONES	116
12.	BIBLIOGRAFÍA	119
13.	ANEXOS	122

LISTA DE TABLAS

Tabla 5-1 Resumen del GHG Protocol	21
Tabla 5-2 Resumen Bilan Carbone	22
Tabla 5-3 Resumen PAS 2050	23
Tabla 5-4 Resumen PAS 2060	24
Tabla 5-5 Resumen IPCC	25
Tabla 5-6 Comparación General Entre Metodologías Descritas Anteriormente Aplicables a edición de Huella de Carbono.	26
Tabla 5-7 Definiciones de Huella de Carbono (HDC)	38
Tabla 5-8 <i>Organismos, Legislación, Políticas, Plan y Programas Estatales</i>	46
Tabla 5-9 Normas con Incidencia Sobre Las Emisiones	46
Tabla 8-1 Presupuesto Del Proyecto	56
Tabla 9-1 Características de Vehículos en el Aeropuerto el Dorado.	68
Tabla 9-2 Características de las fuentes de Emisión. Alcance 1.	78
Tabla 9-3 Consumo de Energía (kWh).	88
Tabla 9-4 Consumo de Energía. Empresa ATESA 3	89
Tabla 9-5 Consumo de Energía. Empresa ATESA	89
Tabla 9-6. Consumo de Energía. Empresa EMGESA.	90
Tabla 9-7. Consumo de Energía. Empresa CODENSA.	91
Tabla 9-8 Consumo de Energía. Empresa ENERTOTAL	93
Tabla 9-9 Cantidades de Residuos Peligrosos	94
Tabla 9-10 Combustible utilizado en vehículos	103
Tabla 9-11 Combustible utilizado por vehículos de bomberos	103

Tabla 9-12 Combustible utilizado para las unidades de generación de energía de emergencia estacionaria	103
Tabla 9-13 Electricidad anual total	104
Tabla 9-14 Residuos solidos	105
Tabla 9-15 Resultados de GEI (CO ₂ e), Alcances 1 y 2.	106
Tabla 9-16 Medidas de Reducción y Línea/s de Acción de Mejora Por Sector	111

LISTA DE FIGURAS

Figura 2-1 Distribución por fuente de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, 2010	14
Figura 5-1 Relaciones Entre Estándares ISO Huella de Carbono	20
Figura 5-2 Áreas del desarrollo sostenible	27
Figura 5-3 Emisiones Mundiales de GEI Antropógenos	32
Figura 5-4 <i>Huella Ecológica Por Componente 1961 – 2003</i>	37
Figura 7-1 Fases de la Investigación	55
Figura 9-1. Límites de emisión	61
Figura 9-2. Metodología GreenHouse Gas Protocol (GHG)	66
Figura 9-3 Consumo de Energía en el Aeropuerto el Dorado por Empresa.	88
Figura 9-4 Porcentaje de Consumo de Energía. Empresa ATESA 3	89
Figura 9-5 Porcentaje de Consumo de Energía. Empresa ATESA 3	90
Figura 9-6 Porcentaje de Consumo de Energía. Empresa EMGESA	90
Figura 9-7. Porcentaje de Consumo Bajo de Energía. Empresa CODENSA.	92
Figura 9-8. Porcentaje de Consumo Alto de Energía. Empresa CODENSA.	92
Figura 9-9 Porcentaje de Consumo de Energía. Empresa ENERTOTAL	93
Figura 9-10 Cantidades de Residuos Peligrosos	94
Figura 9-11 Residuos de Vuelos Internacionales	95
Figura 9-12 Contribución Huella de Carbono (HDC) Alcance 1 y 2	107

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 5-1 Efecto Invernadero	31
Ilustración 5-2 Área de Estudio: Aeropuerto El Dorado	43
Ilustración 9-1 Ejemplos de distintas fuentes de emisiones directas e indirectas de una empresa (GHG Protocol)	63
Ilustración 9-2. Bus Satélite	68
Ilustración 9-3. Recorrido del Bus Satélite	70
Ilustración 9-4. Subestación	71
Ilustración 9-5. Terminal de Pasajeros	72
Ilustración 9-6 Terminal de Carga	73
Ilustración 9-7. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)	74
Ilustración 9-8. Recinto de prueba de motores	75
Ilustración 9-9. Localización, Plantas Eléctrica	76
Ilustración 9-10. Localización, Plantas Eléctrica por coordenadas	77
Ilustración 9-11. Equipos de asistencia en tierra en el aeropuerto	98
Ilustración 9-12 Fases en las que se divide un vuelo para medición de huella de carbono	99
Ilustración 9-13 Resumen de alcances y las fuentes de emisiones en el Aeropuerto Internacional el Dorado	100
Ilustración 9-14 Formato Ejemplo De Ficha De Plan De Acción De Mejora	109

Anexo 1 Plan de acción de mejora. Uso Vehículo Híbrido y Eléctrico.	122
Anexo 2 Plan de acción de mejora. Mantenimiento de Vehículos.	122
Anexo 3 Plan de acción de mejora. Bandas Transportadoras.	122
Anexo 4 Plan de acción de mejora. Movilidad Sostenible.	122
Anexo 5 Plan de acción de mejora. Consumos en stand-by.	122
Anexo 6 Plan de acción de mejora. Energías alternativas carga de celular.	122
Anexo 7 Plan de acción de mejora. Comportamientos Responsables.	122
Anexo 8 Plan de acción de mejora. Siembra de especies arbóreas.	122
Anexo 9 Facturación energía a diciembre 2014.	122
Anexo 10 Datos residuos peligrosos.	122
Anexo 11 Consolidado de plantas versión 2015. OPAIN	122

INTRODUCCIÓN

La huella de carbono se define como el conjunto total de emisión de Gases de Efecto Invernadero - GEI o Greenhouse Gases – GHG, causados directamente o indirectamente por una actividad, organización, evento o producto. (Carbon Trust UK, 2008). Para facilitar su reporte se expresa en términos de la cantidad de Dióxido de carbono CO₂, equivalente de los otros GEI emitidos.

La medición de la huella de carbono de una empresa o producto crea beneficios a las organizaciones puesto que al lograr identificar las principales fuentes de emisión de CO₂, permitirá el redefinir de mejor forma los objetivos, integrar políticas o estrategias de reducción de GEI, y proyectar iniciativas enfocadas al ahorro más efectivas. Es por ello que la huella de carbono representa un guía para la contribución de las organizaciones a ser entidades socialmente responsables y un elemento más de concientización para la exaltación entre los ciudadanos de prácticas más sostenibles.

La medición de huella de carbono es uno de los temas de interés para el Aeropuerto Internacional El Dorado, involucrando todo el proceso de las medidas de reducción, con el fin de ser el primer aeropuerto en la Latinoamérica con programa de huella de carbono certificado (Accreditation Carbon Airport) ante la ACI (Aiports Council International).

Esta iniciativa apunta hacia la toma de decisiones que ayuden a reducir los niveles de contaminación de emisiones de CO₂ que genera el Aeropuerto y tomar correctivos para disminuir el impacto que está teniendo en el medio ambiente, además de lograr ahorros dentro de la misma empresa, teniendo alternativas como: desarrollos tecnológicos, mejora en procesos y prácticas culturales de las personas con responsabilidad social y ambiental, entre otros.

El proyecto pretende convertirse en una fuente de consulta para el Aeropuerto Internacional EL Dorado, que tiene como fin realizar el estudio del cálculo de la huella de carbono a la luz del Protocolo GREENHOUSE GAS (GHG), definiendo así las fuentes emisoras de emisiones de CO₂ y la medición de la huella de carbono, para establecer las medidas de mitigación de los impactos causados por los gases efecto invernadero.

1. ANTECEDENTES

En junio de 2008, la asamblea anual de ACI (Airports Council International) Europa aprobó una resolución histórica sobre el cambio climático: sus miembros se comprometieron a reducir las emisiones de carbono de sus operaciones, con el objetivo final de convertirse en carbono neutral.

Un año más tarde, en la asamblea anual de 2009, ACI (Airports Council International) Europa lanzó Airport Carbon Accreditation, programa que permite la evaluación y el reconocimiento de los esfuerzos de los aeropuertos participantes para gestionar y reducir sus emisiones de CO₂.

Airport Carbon Accreditation es un sistema independiente medioambiental administrado por WSP Environment & Energy, una consultoría internacional nombrada por ACI EUROPA para aplicar los criterios de acreditación para los aeropuertos de forma anual.

La acreditación de los aeropuertos es llevada a cabo de manera independiente y revisada por un panel de representantes de organizaciones externas, incluyendo la Comisión Europea, la Conferencia Europea de Aviación Civil (CEAC) y EUROCONTROL. Los aeropuertos que se unan al programa tendrán que dar un parte anual y comprometerse con una tercera parte independiente que verifique su huella de carbono siguiendo el protocolo Greenhouse Gas – GHG (Contabilización de Gases de Efecto Invernadero).

Es supervisado por una Junta Consultiva. La supervisión independiente es esencial para garantizar su credibilidad. La participación de organizaciones clave, como la Comisión Europea, EUROCONTROL, ECAC y United Nations Environment Panel (UNEP), asegura que sus estándares se aplican con rigor.

El Aeropuerto de Estocolmo-Arlanda ha sido nombrado el primer aeropuerto en ser acreditado al más alto nivel, el de "neutralidad". Entre 2005 y 2008, Estocolmo-Arlanda redujo sus emisiones en un 50% a través de medidas de mayor eficiencia y usando combustibles renovables, por ejemplo, usando autobuses propulsados por biogás. Un factor importante ha sido un acuífero que proporciona refrigeración natural en verano y calefacción en invierno. Para las emisiones que aún no han sido capaces de reducir, están invirtiendo en proyectos en países en desarrollo que absorben la cantidad equivalente de emisiones.

Hay aeropuertos participantes europeos, ampliándose a aeropuertos en Asia y Pacífico. Tres de los aeropuertos de mayor importancia se encuentran entre los participantes iniciales: París Orly, Frankfurt y Ámsterdam. (ACI, 2009)

2. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

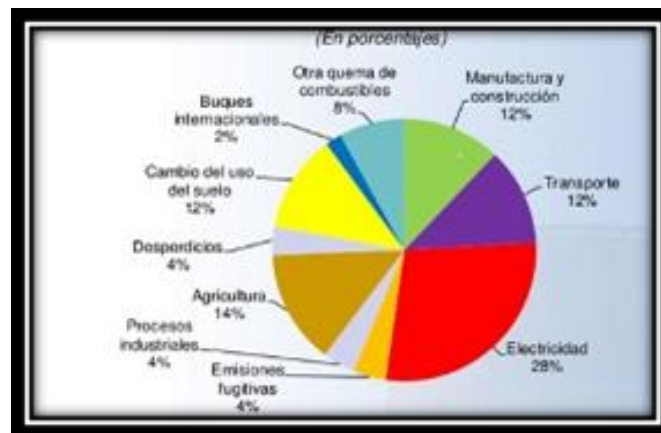
Los cambios experimentados por las concentraciones de los GEI y aerosoles en la atmósfera, por la cubierta terrestre y por la radiación solar alteran el balance de energía del sistema climático y son factores que originan el cambio climático. Las actividades humanas generan emisiones GEI, existiendo el dióxido de carbono (CO₂) como el principal gas de este tipo.

Los Gases de Efecto Invernadero (GEI) son gases de origen natural y antropogénicos, que se encuentran presentes en la atmósfera, generados por las actividades humanas, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de ondas del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la tierra, la atmósfera y las nubes. Esta propiedad causa el efecto invernadero ya que inhibe que determinados gases puedan salir de la atmósfera, ocasionando un recalentamiento del planeta.

Los principales GEI presentes en la atmósfera terrestre son el vapor de agua (H₂O), el dióxido de carbono (CO₂), el óxido nitroso (N₂O), el metano (CH₄) y el ozono (O₃), los cuales son producidos por todos los seres vivos en su ciclo natural. Entre los gases producidos totalmente por el hombre, se encuentran los halocarbonos y otras sustancias que contienen cloro y bromuro, el hexafluoruro de azufre (SF₆), los hidrofluorocarbonos (HFC), y los perfluorocarbonos (PFC) (IPCC, 2001).

Existen varias industrias y factores que directamente inciden en la generación de GEI, tales como la ganadería, el transporte marítimo, terrestre y aéreo, la agricultura, industrias productoras de energía, industrias madereras, metalúrgicas, entre otros. Entre las industrias mencionadas anteriormente se destaca la aviación a nivel mundial como unos de los factores de mayor incidencia, con una producción del 2% del total de niveles de huella Gases Efecto Invernadero y proyectada a crecer (ICAO, 2004) **Figura 2-1**.

Figura 2-1 Distribución por fuente de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, 2010



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe

Como se puede apreciar en la **Figura 2-1**, las principales fuentes de contaminación en Colombia son: Electricidad, La Agricultura, Cambio del uso del suelo, Manufactura y el Transporte. Teniendo en cuenta que el impacto del transporte, incluido aéreo y terrestre en Colombia es la tercera fuente de aporte (12%), de esta manera se hace necesario identificar actividades o procesos que aporten a la generación del dióxido de carbono (CO_2) en Aeropuertos, las cuales afectan la calidad de aire con el fin de proponer oportunidades de mejora que mitiguen los impactos del sector aeronáutico, mediante controles y buenas prácticas a ser implementados.

En las últimas décadas el transporte ha sido un sector con un amplio crecimiento en el país, todo tipo de infraestructura ha sido construida y la aeroportuaria no ha sido la excepción, el crecimiento de la demanda por viajes de pasajeros y carga ha implicado que se realicen esfuerzos económicos importantes para mejorar la infraestructura de los aeropuertos y terminales de carga aérea, (Ministerio de Transporte, 2013).

Teniendo en cuenta el proceso de crecimiento en el país, que aporta el sector de servicios del transporte aéreo y teniendo como modelo El Aeropuerto Internacional El Dorado Luis Carlos Galán Sarmiento, se pretende realizar el estudio en este sector económico. Siendo este la tercera fuente de aporte en fuentes de contaminación, de acuerdo con el inventario de los sectores que presenta la Comisión Económica para América Latina.

El Aeropuerto Internacional El Dorado hace parte de la historia urbanística y arquitectónica de Colombia y de Bogotá. Desde el inicio de su construcción en los años 50 hasta la actual etapa de modernización y expansión ha sido un símbolo del desarrollo cosmopolita de la ciudad. Actualmente El Aeropuerto Internacional El Dorado Luis Carlos Galán Sarmiento, se encuentra ubicado en el occidente de la ciudad de Bogotá a 15 kilómetros del centro de la ciudad. Colinda hacia el Sur con el barrio Fontibón, hacia el Norte con Engativá y hacia el Occidente con el municipio de Funza y el Río Bogotá; El administrador del aeropuerto es Opain S.A. Código IATA del aeropuerto: BOG, Código del país: CO.

Cuenta con Entidades Aeroportuarias como: Aeronáutica Civil, Agencia ITRC, DIAN, Dirección de antinarcóticos, Dirección de transporte y tránsito, Instituto Colombiano agropecuario (ICA), Migración Colombiana, OPAIN y Sanidad Aeroportuaria. (Aeropuerto El Dorado, 2014)

De acuerdo con la información aportada a la Superintendencia de Industria y Comercio por parte de la Unidad Administrativa Oficial Aeronáutica Civil (AeroCivil), autoridad de la Aviación Civil Colombiana, existe un total de 202 aeropuertos entre comerciales, militares, municipales y privados. Por otro lado, según lo estipulado por la AeroCivil, de los 202 aeropuertos que se encuentran en el país, tan sólo 11 son calificados por esta entidad como aeropuertos de carácter internacional, estos son: El Dorado en Bogotá, Ernesto Cortissoz en Barranquilla, Simón Bolívar en Santa Marta, Rafael Núñez en Cartagena, José María Córdova en Medellín, Alfonso Bonilla Aragón en Cali, Alfredo Vázquez Cobo en Leticia, Palonegro en Bucaramanga, Matecaña en Pereira, Gustavo Rojas Pinilla de la ciudad de San Andrés Isla y el Camilo Daza ubicado en Cúcuta (AEROCIVIL, 2013)

Cuando se analiza el comportamiento de cada uno de los aeropuertos del país por separado, se encuentra que el Aeropuerto Internacional El Dorado de Bogotá es el más importante del país, siendo el que más vuelos atrae y emite, tanto en el segmento de pasajeros como en el de carga; de manera similar, al analizar la demanda por vuelos que tiene cada uno de los aeropuertos del país, se encuentra al Aeropuerto Internacional El Dorado de Bogotá como el líder en demanda de pasajeros, siendo la capital el mayor destino de los viajeros en Colombia.

“En Colombia, actualmente no existe una legislación dirigida a reducir los índices de contaminación por dióxido de carbono CO₂ en la aviación, a pesar de ello existen algunas iniciativas individuales presentadas por algunas compañías aéreas, que intentan avanzar hacia la disminución de la huella de carbono. En el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, como tampoco en la

Unidad Especial Administrativa de la Aeronáutica Civil existen reglamentos al respecto”.

En varios países de Latinoamérica se están realizando ya iniciativas para disminuir la huella de carbono generados en los aeropuertos, entre los cuales se quiere que el Aeropuerto Internacional el Dorado incluya todo un proceso de medidas de reducción; para lograr de esta manera la certificación (Accreditation Carbon Airport) correspondiente ante la ACI (Airports Council International), simultáneamente que ayude a reducir la tasa actual de crecimiento de las emisiones de GEI.

Es por ello que es necesario realizar la presente investigación dando respuesta a la siguiente pregunta:

¿CUÁLES SON LAS MEDIDAS ADECUADAS PARA MITIGAR LOS GASES EFECTO INVERNADERO (CO₂) EN EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO, SEGÚN LA HUELLA DE CARBONO EN EL MARCO DE PROTOCOLO GREENHOUSE GAS (GHG)?

3. JUSTIFICACIÓN

La medición de huella de carbono es uno de los temas de interés para el Aeropuerto Internacional El Dorado involucrando todo el proceso de las medidas de reducción, con el fin de ser el primer aeropuerto en la Latinoamérica con programa de huella de carbono certificado (Accreditation Carbon Airport) ante la ACI (Aiports Council International).

Para la realización del proyecto se cuenta con el apoyo de Opain S.A. como promotor del proyecto contando con la colaboración del staff de profesionales del área de HSEQ de la empresa, en conjunto con dos profesionales la universidad Libre alcanzando la mayor información verídica y asertiva para desarrollar el proyecto con los lineamientos y objetivos propuestos, creando así un proyecto con reconocimiento a nivel nacional e internacional siendo modelo para próximos aeropuertos que deseen buscar la certificación y la implementación de medidas de reducción para huella de carbono.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVOS GENERAL

Formular el programa de huella de Carbono en el Aeropuerto Internacional el Dorado de acuerdo con el protocolo GreenHouse Gas (GHG)

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar actividades, procesos y/o servicios en el Aeropuerto Internacional el Dorado Luis Carlos Galán Sarmiento que contribuyan a la generación de CO₂
- Elaborar el Mapping para identificar los impactos causados y analizar los resultados por la generación de CO₂
- Diseñar las medidas de reducción (reduction) necesarias para la mitigación de los impactos identificados.

5. MARCOS DE REFERENCIA

5.1. MARCO TEÓRICO

5.1.1. Metodologías para la medición de la huella de Carbono (HDC)

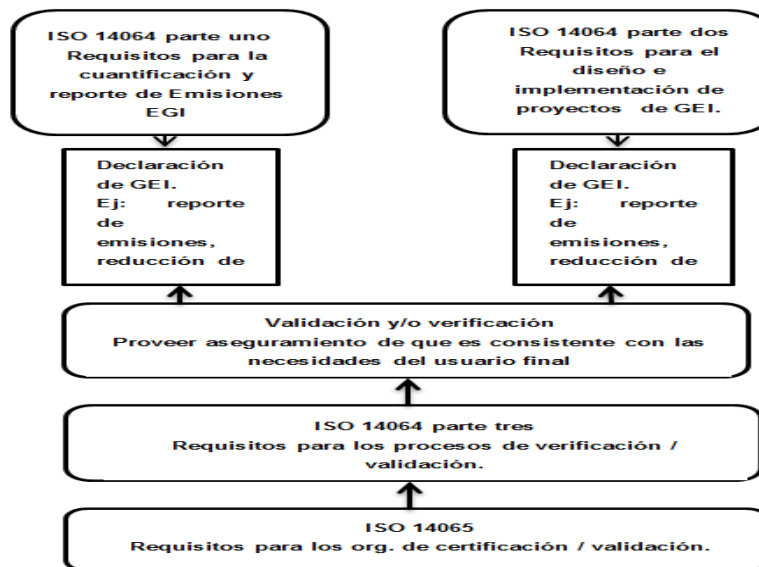
Debido al interés por el cálculo de la huella de carbono y por las emisiones de GEI ha hecho que diferentes organizaciones en forma voluntaria presenten metodologías que se adaptan a proyectos específicos y responden a criterios y procesos de aprobación propios de estas estructuras internacionales vinculadas con el Protocolo de Kioto para contabilizar e informar los impactos de los gases de efecto invernadero en productos y servicios.

Una vez establecidas las iniciativas para la medición de huella de carbono y por las emisiones de GEI, en los últimos años se han desarrollado varias metodologías estándar internacionales, las cuales se dividen en tres tipos:

a. Guías generales: normas ISO que representan estándares de referencia para la medición de emisiones de GEI. Estos se inspiran en general, en estándares y metodologías desarrollados previamente, y tienen como objetivo ser un marco reconocido de confianza a los operadores de proyectos de medición de emisiones de GEI. (Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2011) **Figura 5-1.**

- ✓ **ISO 14.040.** sobre Gestión Ambiental y Análisis de Ciclo de Vida.
- ✓ **ISO 14.064.** 2006, sobre gases de efecto invernadero.

Figura 5-1 Relaciones Entre Estándares ISO Huella de Carbono



Fuente: IRCA. Metodología Cálculo de la HC

- ✓ **ISO 14.067.** Está inspirada en el PAS 2050 y pretendería “reemplazarlo” y constituir una referencia a nivel internacional.
 - ✓ **ISO/WD 14.069.** Precisa un nuevo estándar para la cuantificación de las emisiones de GEI de organizaciones (empresas, administraciones)
- b. Guías específicas:** para la contabilidad, cálculo y monitoreo de los gases de efecto invernadero.
- ✓ **GHG Protocol.** Los estándares de *GreenHouse Gas Protocol* fueron implementados en 2001 como un “*marco metodológico general que da pautas de trabajo para la determinación de herramientas de cálculo de GEI*” (The Greenhouse Gas Protocol, 2004). Se plantea como una colaboración entre empresas, organizaciones no gubernamentales y el estado, cuya meta es establecer bases para contabilizar las emisiones de GEI. De igual forma, se constituye como un referente de lineamientos generales para el cálculo de huella de carbono, puesto que ha desarrollado un conjunto de herramientas, tanto para huella de carbono de empresas como de producto. A partir de éste estándar se generan los métodos Bilan Carbone y PAS 2050. (Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2011)

Tabla 5-1 Resumen del GHG Protocol

o Formato:	o Software MS Excel (con guías en formato PDF)
Función de contabilización de emisiones de GEI:	Sí
Función de recomendación de reducción:	Poco
Función de recomendación de compensación:	No
Considera otros impactos ambientales:	No
Gases considerados:	6 principales (Protocolo de Kyoto)
Escala:	Sitio (empresa): Sí Territorio: Sí Producto: Sí
Licencia:	Gratis
Transparencia	Las guías técnicas explican claramente los procesos y los factores de emisión están disponibles en el sitio internet. http://www.ghgprotocol.org

Fuente: CEPAL, 2011

- ✓ **Bilan Carbone.** Bilan Carbone es el método¹ de cálculo de emisiones de GEI desarrollado por la ADEME, organismo público francés. Sus primeras versiones fueron implementadas en el 2004 y responde a los requisitos de los marcos metodológicos ISO 14.064 y GHG Protocol. Esta metodología está basada en un programa en formato Excel, acompañado de guías de utilización. Se caracteriza por disponibilidad de los factores de emisión (en muchos casos determinados por numerosos países en el mundo) y de las fórmulas utilizadas, garantizando transparencia. Si bien la ADEME no vende licencias del Bilan Carbone, los utilizadores deben seguir una capacitación, cuyo costo cercano a los 2.000 Euros. Así consiguen el conjunto de herramientas Bilan Carbone y pueden realizar análisis bajo el “sello” Bilan Carbone. (Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2011)

¹ <http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=23674&m=3&catid=23675>

Tabla 5-2 Resumen Bilan Carbone

o FORMATO	o SOFTWARE MS EXCEL (CON GUÍAS EN FORMATO PDF)
Función de contabilización de emisiones de GEI:	Función de contabilización de emisiones de
Función de recomendación de reducción:	Sí
Función de recomendación de compensación:	No, pero la ADEME elaboró una Carta Magna de compensación (Charte de compensación, en francés) para ayudar los operadores a diseñar sus líneas de compensación de emisiones ²
Considera otros impactos ambientales:	No
Gases considerados:	Todos los gases de efecto invernadero.
Escala:	Sitio (empresa): Sí Territorio: Sí Producto: Sí (existe un módulo dedicado: “Bilan Produit” y varios módulos del Bilan Carbone permiten el cálculo de la huella de productos.)
Licencia:	Gratuito, pero se entregan las aplicaciones a personas que han seguido un proceso de capacitación, el que tiene un costo entre 1.300 y 2.000 Euros, según los módulos.
Transparencia	Las guías técnicas explican claramente los procesos y las formulas y los factores de emisión están disponibles en cada aplicación.

Fuente: CEPAL, 2011

²<http://www.compensationco2.fr/servlet/KBaseShow?sort=1&cid=21238&m=3&catid=2384>

- ✓ **PAS 2050.** El método³ fue elaborado en el 2007, esta iniciativa fue desarrollada por Carbon Trust, DEFRA y BSI para el Reino Unido, apunta a “aplicar LCA sobre una amplia variedad de productos en forma consistente para usuarios de la industria, enfocándose solamente en el indicador de Huella de Carbono”. (Carbon Trust, 2007). El PAS 2050 no consiste en un programa que incluye una base de datos de factores de emisión, como es el caso del Bilan Carbone, si no que se presenta como una guía metodológica que describe paso a paso los criterios a determinar y tomar en cuenta. (Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2011).

Tabla 5-3 Resumen PAS 2050

o FORMATO	o GUÍAS PDF
Función de contabilización de emisiones de GEI:	Sí
Función de recomendación de reducción:	No
Función de recomendación de compensación:	No
Considera otros impactos ambientales:	No
Gases considerados:	Todos los gases de efecto invernadero.
Escala:	Sitio (empresa): Sí Territorio: Sí Producto: Sí
Licencia:	Gratis
Transparencia	En la guía se detallan las fórmulas a emplear. El método no incluye base de datos de factores de emisión (salvo para el cambio de uso de suelo en algunos países): deben justificarse el origen de los factores de emisión utilizados.

Fuente: CEPAL, 2011

³ <http://www.bsigroup.com/pas2050>

- ✓ **PAS 2060.** Fue elaborado en 2009-2010 por los mismos organismos que el PAS 2050. Está dedicado al cálculo de las emisiones de organismos (administración, empresas, sitio de producción), colectividades territoriales y particulares. Responde a las normativas del ISO y del GHG Protocol. (Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2011).

Tabla 5-4 Resumen PAS 2060

o FORMATO	o GUÍAS PDF
Función de contabilización de emisiones de GEI:	Sí
Función de recomendación de reducción:	Sí
Función de recomendación de compensación:	Sí
Considera otros impactos ambientales:	No
Gases considerados:	Todos los gases de efecto invernadero.
Escala:	Sitio (empresa): Sí Territorio: Sí Producto: Sí
Licencia:	95 Libras Esterlinas
Transparencia	En la guía se detallan las fórmulas a emplear. El método no incluye base de datos de factores de emisión (salvo para el cambio de uso de suelo en algunos países): debe justificarse el origen de los factores de emisión utilizados.

Fuente: CEPAL, 2011

- ✓ **IPCC.** “El Panel Intergubernamental en Cambio Climático (IPCC) es el responsable por analizar la ciencia relacionada con el cambio climático a nivel global”. (IPCC, 2000) Los países que ratificaron el protocolo de Kioto se comprometieron a alcanzar metas de forma individual para limitar o reducir sus emisiones de GEI al menos en un cinco por ciento (5%) por debajo de los niveles establecidos en 1990 para el período de 2008 a 2012. (IPCC, 2001). Las guías de IPCC proporcionan metodologías para estimar los inventarios nacionales de emisiones antropogénicas por fuente y por remociones de GEI.

Tabla 5-5 Resumen IPCC

o FORMATO	o GUÍAS PDF
Función de contabilización de emisiones de GEI:	Sí
Función de recomendación de reducción:	Sí
Función de recomendación de compensación:	Sí
Considera otros impactos ambientales:	Si
Gases considerados:	Todos los gases de efecto invernadero.
Escala:	Sitio (empresa): Sí Territorio: Sí Producto: Sí
Transparencia	En la guía se detallan las fórmulas a emplear.

Fuente: CEPAL, 2011

- c. **Herramientas de cálculo:** son para actividades específicas como el transporte o el comportamiento del consumidor

Tabla 5-6 Comparación General Entre Metodologías Descritas Anteriormente Aplicables a edición de Huella de Carbono.

METODOLOGÍA	Año de desarrollo	SOFTWARE	ALCANCE EMISIONES	ESCALA	GEI	CONTABILIZACION	REDUCCION	COMPESACION	OTROS IMPACTOS AMBIENTALES
ISO		Guías PDF	Directas – Indirectas	Sitio Territorio Producto	Todos los GEI	Si	No	No	No
GHG Protocol	2003	Software Excel (con guías en formato PDF)	Directas – Indirectas	Sitio Territorio Producto	6 GEI de Kioto	Si	Poco	No	No
Bilan Carbone	1997	Software Excel (con guías en formato PDF)	Directas - Indirectas	Sitio Territorio Producto	Todos los GEI	Si	Si	Si	No, pero la ADEME elaboró una Carta Magna de compensación (Charte de compensation, en francés) para ayudar los operadores a diseñar sus líneas de compensación de emisiones
PASS 2050	2008	Guías PDF	Directas - Indirectas	Sitio Territorio Producto	Todos los GEI	Si	No	No	No
PAS 2060	2008	Guías PDF	Directas - Indirectas	Sitio Territorio Producto	Todos los GEI	Si	Si	Si	No
IPCC	1996	Guías PDF	Directas - Indirectas	Sitio Territorio Producto	Todos los GEI	Si	Si	Si	Si

Los estándares ISO y las metodologías mencionadas son las principales referencias públicas y abiertas actualmente disponibles para la contabilización de la Huella de Carbono. (Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2011)

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2011

5.1.2. Sostenibilidad Ambiental

Dentro del desarrollo sostenible se encuentra asociado la sostenibilidad ambiental como uno de sus tres pilares (**Figura 5-2**), los otros dos son el pilar social y económico; la integración de los tres conforman el llamado desarrollo sostenible, el cual está definido según el informe Bruntland (1987) como: “el satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades”, Es decir, el desarrollo sostenible implica poner en marcha todo lo que sea necesario para cubrir las demandas de la sociedad pero a un nivel de explotación de recursos consciente y respetuoso para con el medio ambiente natural.

Figura 5-2 Áreas del desarrollo sostenible



Fuente: Datos obtenidos de (Ecointeligencia, 2013)

Las preocupaciones ambientales en nuestro planeta crecen diariamente, a tal punto que se han convertido en desafíos para el bienestar de la sociedad. Los más afectados son los países más pobres y menos privilegiados siendo estos afectados por la destrucción ambiental y los cambios climáticos que se suscitan, por lo general también son los que tienen menos recursos disponibles para afrontar estas situaciones cambiantes. La sostenibilidad ambiental lucha contra la degradación ambiental, buscando la compatibilidad entre la actividad considerada y la preservación de la biodiversidad y de los ecosistemas, mediante el análisis de los impactos derivados de las actividades del hombre en términos de flujos, consumo de recursos lentamente renovables, generación de residuos y emisiones de gases. Para la sostenibilidad ambiental es importante la capacidad que tiene cualquier sistema en aprovechar la energía sin destruir los recursos del entorno,

ya sea explotando los recursos naturales o realizando transformaciones mediante la aplicación industrial. La sostenibilidad ambiental se puede alcanzar mediante la agricultura orgánica, conservación de los recursos naturales, reciclaje, tecnologías para la descontaminación de agua, suelos y aire, saneamiento ambiental, prevención de desastres, generación de energías limpias entre otras. (Javier, 2014).

5.1.3. Contaminación Atmosférica

El ritmo acelerado de las actividades de la sociedad actual ha generado progresivamente una presión sobre el ambiente que tiene impactos de diversa índole, siendo uno de ellos la contaminación atmosférica; Se entiende por **contaminación atmosférica** la presencia en el aire de sustancias y formas de energía que alteran la calidad del mismo, de modo que implique riesgos, daño o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza.

Los contaminantes atmosféricos pueden clasificarse en primarios y secundarios. Los primarios se emiten directamente a la atmosfera como el caso del dióxido de azufre, este contaminante afecta la vegetación e irrita los pulmones del hombre. Los secundarios no se vierten directamente a la atmósfera desde los focos emisores, sino que se producen como consecuencia de las transformaciones y reacciones químicas y fotoquímicas que sufren los contaminantes primarios en el seno de la misma; entre estos se tiene: el ácido sulfúrico, el cual se forma mediante la oxidación del dióxido de azufre, el dióxido de nitrógeno el cual se forma cuando se oxida el óxido de nitrógeno y el ozono el cual se forma a partir del oxígeno. Los dos contaminantes primarios y secundarios se depositan en la superficie de la tierra por precipitación.

En el aire existen contaminantes gaseosos apareciendo ya sea en ambientes exteriores e interiores. Los más comunes son el dióxido de carbono, el monóxido de carbono, los hidrocarburos, los óxidos de nitrógeno, los óxidos de azufre y el ozono; la principal fuente que produce estos contaminantes es la quema de combustible fósil; para el aire interior la contaminación es producida por algunos materiales de construcción, productos de limpieza entre otros; para los contaminantes de tipo gaseoso estos suelen provenir de volcanes e industrias, el smog es producido por la acción de la luz solar sobre los gases de escape de automóviles, aviones y fábricas.

Los gases contaminantes de la atmosfera que tienen una mayor incidencia sobre el ambiente son:

- Clorofluorocarbonos (CFC): contribuyen significativamente a la destrucción de la capa de ozono en la estratosfera incrementando el efecto invernadero.
- Monóxido de Carbono (CO): es un gas inoloro e inoloro, este gas puede causar la muerte si se respira en niveles elevados. El monóxido de carbono aparece cuando la combustión de gas, gasolina, keroseno entre otros.
- Dióxido de carbono (CO₂): es uno de los gases junto con otros que genera efecto invernadero, este gas reduce la emisión de calor al espacio provocando calentamiento en el planeta. El aumento de las partes por millón (390 en el 2009) en la atmosfera contribuyen notablemente al efecto invernadero que hace que la superficie del planeta se caliente; este aumento es causado por usos de combustibles fósiles y quemas agrícolas
- Óxidos de Nitrógeno (NyOX): son compuestos químicos binarios de tipo gaseoso los cuales se forman por la combinación de oxígeno y nitrógeno. Su formación generalmente se da por combustiones a altas temperaturas, en donde el aire es el comburente
- Monóxido de Nitrógeno (NO): este es un gas inoloro y poco soluble en agua, se extiende en el aire debido a la producción del mismo por automóviles y plantas de energía; es considerado como un agente toxico. La presencia de este gas en el aire hace que se convierta posteriormente en ácido nítrico lo que conlleva a la producción de la lluvia acida y la aparición de agujeros en la capa de ozono.
- Dióxido de Azufre: su fórmula molecular es SO₂. Se caracteriza por ser un gas inoloro con un olor penetrante que genera asfixia, el dióxido de azufre causa lluvia acida debido a que en la atmosfera se transforma en ácido sulfúrico. El efecto de este gas en las personas es contraproducente; irrita los ojos, garganta y vías respiratorias, también provoca dificultades respiratorias y sensación de tensión en el pecho, una exposición prolongada puede ser muy peligrosa para personas con enfermedades cardiacas.
- Metano: es un gas de efecto invernadero el cual contribuye al calentamiento global del planeta aproximadamente en un 15%. Este gas se produce de forma natural por descomposición de sustancias orgánicas cuando hay

ausencia de oxígeno, también se puede producir en el sistema digestivo de los rumiantes, en el proceso de la obtención de combustibles fósiles o en la quema de biomasa.

- Ozono (O₃): El Ozono es un gas que no tiene color, posee un olor acre bajo condiciones ambientales, pero en grandes concentraciones se vuelve ligeramente azul; si se respira este gas en grandes cantidades provoca irritaciones en los ojos o en la garganta. Este gas tiene uso industrial en la síntesis de algunos compuestos orgánicos; su principal empleo radica como desinfectante depurador y purificador de aguas minerales ya que se comporta como un fuerte oxidante. El ozono es muy importante ya que en la atmósfera actúa como un depurador del aire y como un filtro de los rayos ultravioleta (capa de ozono) que provienen del sol, sin este filtro no existiría vida en la tierra.

5.1.4. Efecto Global Producido por la Contaminación Atmosférica

El efecto invernadero es un fenómeno que ocurre en forma natural en la atmósfera. No obstante, el incremento de la concentración del CO₂ en la atmósfera puede alterar la temperatura de la Tierra debido a que el CO₂ es transparente a la radiación solar recibida del sol, dejándola pasar libremente, pero absorbe la radiación infrarroja emitida desde la tierra. El efecto total es que cuanto mayor sea la concentración de CO₂ en la atmósfera, mayor es la cantidad de energía recibida por la Tierra desde el Sol que queda atrapada en la atmósfera en forma de calor. Este fenómeno que se conoce con el nombre de «efecto invernadero» produciría un recalentamiento de la atmósfera.

El efecto invernadero (ver **Ilustración 5-1**) es el fenómeno que se le atribuye a los gases componentes de la atmósfera planetaria, los cuales retienen parte de la energía emitida por el suelo cuando este ha sido calentado por la radiación solar y reenviando de nuevo dicha energía en forma de calor a la tierra. El efecto invernadero ayuda a que la energía recibida por la radiación solar no regrese inmediatamente al espacio, esto hace que exista en el planeta una temperatura aceptable para el desarrollo de la vida.

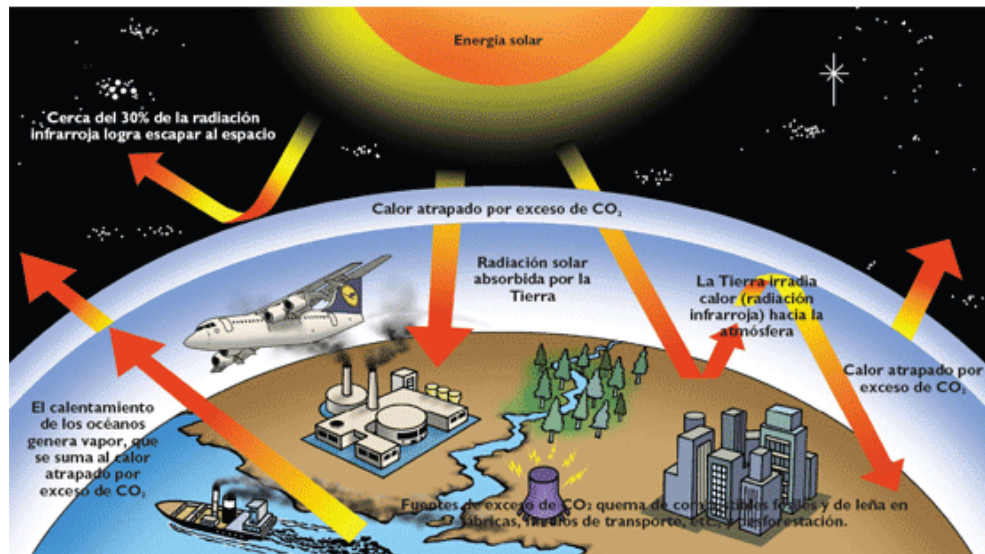
El efecto invernadero es necesario en cierto grado, pero su crecimiento en el planeta debido a las altas emisiones de gases contaminantes como el metano y el dióxido de carbono generado por la actividad humana, hace que exista un

calentamiento global traducido en un cambio climático el cual ya es un problema ambiental.

Los gases que ocasionan el efecto invernadero son:

- Dióxido de Carbono (CO_2)
- Metano (CH_4)
- Monóxido de Dinitrógeno (N_2O)
- Ozono (O_3)
- Clorofluorocarbonos (CFC)
- Vapor de agua (H_2O)

Ilustración 5-1 Efecto Invernadero



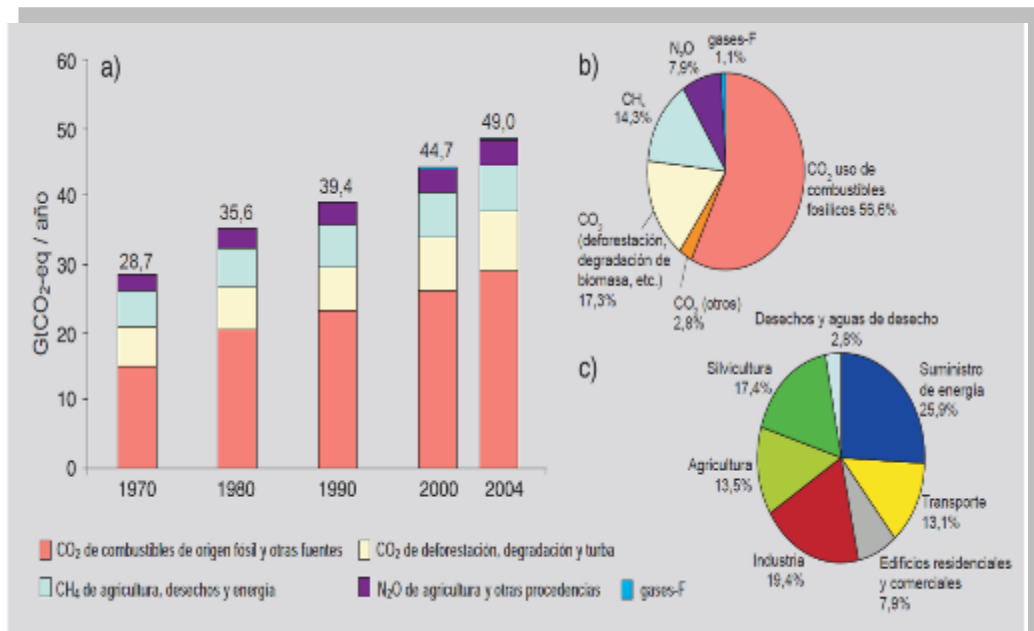
Fuente: (Sepúlveda, M., 2013)

Todos estos gases también llamados gases de efecto invernadero atrapan una gran cantidad de energía expresada en calor, haciendo que el planeta se caliente; la problemática se centra en que la producción de estos gases ha aumentado hace más de un siglo y medio desde que empezó la revolución industrial, teniendo valores críticos en las últimas décadas. Por ejemplo el CO_2 , el cual se encuentra presente en la atmosfera crece no naturalmente, debido a la utilización de motores de combustión interna, combustión del carbón entre otros, liberándose el carbono de los combustibles respectivos; el efecto invernadero causado por estos gases

contaminantes es no natural y es el causante del calentamiento global en nuestro planeta.

Las cantidades de energía que entran y salen del planeta, ocasionan cambios en el sistema climático, generando fenómenos en la atmosfera, en el océano y en la tierra, de esta manera la radiación solar que entra se puede dispersar en la atmosfera, ser por las nubes reflejada, absorbida o reflejada por la superficie terrestre. Existen transformaciones de la energía solar; la energía solar de onda corta se transforma en calor el cual es absorbido por la tierra encontrándose como calor sensible y calor latente, siendo almacenado y transportado dando lugar a fenómenos atmosféricos de tipo turbulentos u oceánicos. Esta energía es devuelta a la atmosfera posteriormente como energía radiante de onda larga. Se debe tener en cuenta también en las emisiones del calor el efecto Albedo, el cual define el porcentaje de radiación reflejado, en donde las nubes y las superficies nevadas reflejan una mayor cantidad de energía y en donde los cuerpos oscuros absorben más energía del sol que la que reflejan. (Sepulveda, M., 2013)

Figura 5-3 Emisiones Mundiales de GEI Antropógenos



Fuente: (Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, 2008)

Figura 5-3. a) Emisiones mundiales anuales de GEI antropógenos entre 1970 y 2004.5 b) Parte proporcional de diferentes GEI antropógenos en las emisiones

totales en el año 2004, en términos de CO₂-eq. c) Parte proporcional de diversos sectores en las emisiones totales de GEI antropógenos en 2004, en términos de CO₂-eq. (En silvicultura se incluye la deforestación.) {GTIII Figuras RT.1a, RT.1b, RT.2b} (Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, 2008)

5.1.5. Impactos Futuros del Cambio Climático

Actualmente, se puede afirmar que el clima cambia y lo hace por causas humanas. No se sabe hasta dónde se puede forzar el sistema climático sin que las consecuencias del cambio sean graves, aunque se entiende que hagamos lo que hagamos los cambios iniciados se mantendrán durante muchos años. Los modelos ayudan a vislumbrar el futuro climático pero todavía son ineficientes en proporcionar visiones fidedignas a escala regional y local. (Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, 2008).

El informe del Grupo Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático declara, basándose en índices, que una de las consecuencias del comportamiento humano mantenido desde 1750 ha sido el calentamiento global. Existe consenso entre los científicos en relación a las proyecciones de un aumento promedio de 0,2 grados de temperatura por década dentro de los próximos años. Las variaciones que presente la temperatura luego de estas dos décadas, dependerán exclusivamente del aumento o de la disminución de las emisiones de GEI.

A continuación se describen algunos impactos sobre sistemas y sectores a nivel mundial y nacional, asumiendo que los niveles de emisión se mantienen como han sido hasta ahora, son:

- **Ecosistemas:** La resiliencia de numerosos ecosistemas se verá probablemente superada en el presente siglo por una combinación sin precedentes de cambio climático, perturbaciones asociadas (inundaciones, sequías, incendios incontrolados, insectos, acidificación del océano), y otros causados del cambio mundial (cambio de uso de la tierra, polución, fragmentación de los sistemas naturales, sobreexplotación de recursos). Para aumentos del promedio mundial de temperatura superiores entre 1,5 y 2,5°C y para las correspondientes concentraciones de CO₂ en la atmósfera, las proyecciones indican importantes cambios en la estructura y función de los ecosistemas, en las interacciones ecológicas y

desplazamientos de ámbito geográfico de las especies, con consecuencias predominantemente negativas para la biodiversidad y para los bienes y servicios ecosistémicos (suministro de agua y alimentos).

- **Costas:** Las costas estarían expuestas a mayores riesgos, y en particular a la erosión, por efecto del cambio climático y del aumento de nivel del mar. Este efecto se vería exacerbado por la creciente presión ejercida por la presencia humana sobre las áreas costeras. De aquí al decenio de 2080 padecerían inundaciones todos los años por efecto del aumento de nivel del mar muchos millones de personas más que en la actualidad. La población afectada sería máxima en los grandes deltas de baja altura y alta densidad de población de Asia y África, en tanto que las islas pequeñas serían especialmente vulnerables.
- **Salud:** La situación sanitaria de millón es de personas resultaría afectada, ya que agravaría la malnutrición y el número de defunciones, enfermedades y lesiones causadas por fenómenos meteorológicos extremos; aumentaría la carga de enfermedades diarreicas; crecería la frecuencia de enfermedades cardiorrespiratorias debido al aumento de las concentraciones del ozono en niveles bajos de áreas.
- **Agua:** Los impactos sobre el sector hídrico son notables para todos los sectores y regiones, ejemplo centenares de millones de personas estarían expuestas a un mayor estrés hídrico, La vegetación semiárida sería progresivamente sustituida por vegetación de tierras áridas, habría un mayor riesgo de crecida repentina, una mayor frecuencia de inundaciones costeras, y una mayor erosión, reducción del espesor y extensión de los glaciares, mantos de hielo y hielos marinos, entre otros.

En el caso de Colombia, se ha identificado que los mayores impactos se podrían presentar en la disponibilidad de los recursos hídricos, en los ecosistemas (en particular, los de alta montaña), en la agricultura, en la salud humana y en las zonas costeras e insulares. La magnitud del impacto depende del grado de vulnerabilidad de los ecosistemas y del sistema socioeconómico nacional (Lineamientos de Política de Cambio Climático, 2002). Sobre el potencial impacto del cambio climático en Colombia, la sensibilidad y vulnerabilidad de los sistemas nacionales al mismo, se tiene identificado los siguientes:

- ❖ Cambios en la temperatura del aire y de la precipitación anual en Colombia.
- ❖ Escasez de agua que afectará a millones de personas.
- ❖ Los ecosistemas de Colombia se verían seriamente afectados por el cambio en la temperatura y la precipitación, en las extinciones de especies marinas.
- ❖ Dificultades para asegurar el abastecimiento de alimentos necesarios para la subsistencia; se identificaron los cultivos colombianos potencialmente más vulnerables a cambios en temperatura y precipitación, los cuales son: arroz seco manual, arroz seco mecanizado, tomate de árbol, trigo y papa.
- ❖ En lo que concierne a la salud humana, se estima que en Colombia con el cambio climático se incrementa el área con condiciones favorables para el desarrollo de los vectores de las enfermedades como la malaria y el dengue y por ende, la incidencia de estas.
- ❖ De acuerdo con estudios realizados por el IDEAM y el INVEMAR, la vulnerabilidad de las zonas costeras colombianas es entre ALTA y CRÍTICA, frente a un posible ascenso de un metro del nivel del mar por cambio climático en un horizonte de 30 a 100 años.

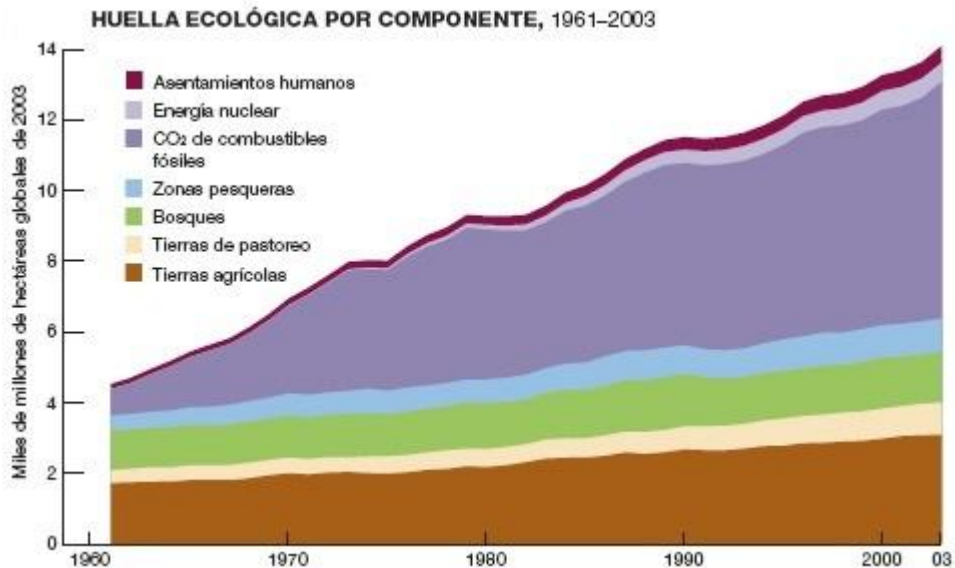
5.2. MARCO CONCEPTUAL

5.2.1. Contexto de la Huella de Ecológica

El concepto de huella ecológica es concebido por William Rees y Mathis Wackernagel de la Universidad de British Columbia, como una herramienta contable que permite estimar los requerimientos en términos de consumo relacionados con el agua, la tierra y la asimilación de desechos de una determinada población, entidad, región, país o economía. Es decir que la huella ecológica de una población determinada es el área biológicamente productiva necesaria para generar los recursos que consume y absorber los desechos dado que los habitantes de cualquier sociedad utiliza recursos de todo el mundo, la huella ecológica suma y cuantifica el tamaño de las diversas áreas utilizadas, sin tener en cuenta el sitio en que se encuentra. La huella ecológica mide “la superficie necesaria para producir los recursos consumidos por un ciudadano medio de una determinada comunidad, así como la necesaria para absorber los residuos que genera, independientemente de donde estén localizadas estas áreas” (Azqueta, 2002).

La separación de la huella ecológica en sus componentes individuales demuestra como contribuye cada uno a la demanda global de la humanidad sobre el planeta; la huella ecológica se forma con sub-huellas, siendo la más significativa en función de su impacto directo en el cambio climático, la huella de carbono cuya participación en la huella ecológica alcanza casi el 50% (WWF, 2006), debido a esto es de vital importancia medirla y conocer todas sus dimensiones; La **Figura 5-4** presenta estos componentes en hectáreas globales constantes de 2003, los cuales se ajustan a los cambios anuales en la productividad de una hectárea promedio. Este procedimiento permite comparar los niveles absolutos de demanda a través del tiempo. La huella de CO₂, debido a la utilización de combustibles fósiles, fue el componente de más rápido crecimiento, aumentando más de nueve veces entre 1961 y 2003.

Figura 5-4 Huella Ecológica Por Componente 1961 – 2003



Fuente: Informe Planeta Vivo, 2006

5.2.2. Contexto de la Huella de Carbono

Usualmente la huella de carbono se define como la cantidad de emisión de CO₂ y otros gases potencialmente relevantes al cambio climático, causados de forma directa e indirecta asociada a las actividades humanas, ya sean en ámbitos de producción o consumo; La huella de carbono se obtiene mediante la medición de las emisiones de GEI que se generan en la cadena de producción, desde la obtención de materias primas hasta el tratamiento de residuos, pasando por la manufacturación y el transporte. A través de su análisis, las organizaciones pueden reducir los niveles de contaminación mediante un cálculo estandarizado de emisiones que tienen lugar durante los procesos productivos. Las actuales definiciones presentes en la literatura se centran en el CO₂ como el principal punto de análisis, siendo esta la mayor diferencia entre los alcances, otra gran diferencia radica en la incorporación de los demás gases de efecto invernadero. La unidad a la que frecuentemente se refiere la huella de carbono es el peso en kilogramos o toneladas de emisiones de gases de efecto invernadero emitida por persona o actividad.

Para contextualizar las diferencias entre la huella de carbono (HDC) y la huella ecológica, podría deducirse el concepto de huella de carbono como una parte concreta del concepto general como es la de huella ecológica.

La huella ecológica se define como el área de territorio ecológicamente productivo (cultivos, pastos, bosques o ecosistemas acuáticos) necesario para producir los recursos y para asimilar los residuos. Sin embargo, la huella de carbono se refiere a la totalidad de GEI emitidos directa e indirectamente, es decir, introduce el impacto de la contaminación atmosférica, puesto que la huella ecológica no lo tiene en cuenta. Aunque son conceptos distintos, el objetivo final de ambos es conseguir indicadores clave en la lucha contra el cambio climático y para el diseño de estrategias de desarrollo sostenible. (AEC, 2011).

Las consecuencias adversas del cambio climático ha generado que organizaciones e instituciones tomen medidas para conocer a fondo la dinámica de los gases de efecto invernadero, siendo la huella de carbono uno de los indicadores reconocidos mundialmente para comprender dicha dinámica. El cálculo de la huella de carbono, es el primer paso para lograr construir un control de carbono a nivel institucional, aunque la certificación de la huella de carbono no es obligatorio, pero muchas empresas están interesadas en que sus productos lleven la etiqueta que certifica los valores de CO₂ de sus productos y actividades, de esta manera los consumidores puedan optar por productos más sanos y menos contaminantes.

Tabla 5-7 Definiciones de Huella de Carbono (HDC)

FUENTE	DEFINICIÓN
BP (2007)	"La huella de carbono es la cantidad de dióxido de carbono emitido debido a su diario - actividades de lavado de una carga de ropa para la conducción de un coche lleno de niños a la escuela".
British Sky Broadcasting (Sky) (Patel 2006)	La huella de carbono se calculó "la medición de las emisiones de CO ₂ equivalentes de sus locales, vehículos propiedad de la empresa, viajes de negocios y de residuos a los vertederos". (Patel 2006)

FUENTE	DEFINICIÓN
<p>Carbon Trust (2007)</p>	<p>"... Una metodología para estimar la emisión total de gases de efecto invernadero (GEI) en el carbono equivalentes de un producto en todo su ciclo de vida desde la producción de materia prima utilizado en su fabricación, a disposición del producto terminado (excluyendo en uso emisiones).</p> <p>"... Una técnica para identificar y medir las emisiones de gases de efecto invernadero individual de cada actividad dentro de una fase del proceso de la cadena de suministro y el marco para atribuir éstas a cada producto de salida (que [El Carbon Trust] referiremos a esto como el 'huella de carbono' del producto). "(CarbonTrust 2007, p.4)</p> <p>"...La huella de carbono es una medida de la cantidad total exclusiva de dióxido de carbono de emisiones que es causada directa e indirectamente por una actividad o se acumula durante etapas de la vida de un producto" Esto incluye las actividades de individuos, poblaciones, los gobiernos, las empresas, las organizaciones, los procesos, sectores de la industria, etc Los productos incluyen los bienes y servicios. En cualquier caso, todo directo (interna) y las emisiones indirectas (fuera).</p>
<p>Energetics (2007)</p>	<p>"... El alcance total de las emisiones directas e indirectas de CO₂ causado por un negocio o actividades".</p>
<p>ETAP (2007)</p>	<p>"... La 'huella de carbono' es una medida del impacto de las actividades humanas tienen sobre el medio ambiente en términos de la cantidad de gases de efecto invernadero producido, medido en la unidad de toneladas de dióxido de carbono".</p>

FUENTE	DEFINICIÓN
Global Footprint Network (2007)	"La demanda de biocapacidad necesaria para secuestrar (a través de la fotosíntesis) el dióxido de carbono (CO ₂) procedentes de la combustión de combustibles fósiles "(GFN 2007; véase también el texto).
Grub & Ellis (2007)	"Una huella de carbono es una medida de la cantidad de dióxido de carbono emitido a través de la combustión de combustibles fósiles. En el caso de una organización empresarial, es la cantidad de CO ₂ emitido, ya sea directa o indirectamente, como consecuencia de sus operaciones cotidiana. También podría reflejar la energía fósil representado en un producto o mercancía para llegar al mercado".
Parliamentary Office of Science and Technology (POST 2006)	"A 'huella de carbono' es la cantidad total de CO ₂ y otros gases de efecto invernadero, emitidos lo largo del ciclo de vida completo de un proceso o producto. Se expresa como gramos de CO ₂ equivalente por kilovatio hora de la generación (g CO ₂ eq / kWh), lo que explica la diferentes efectos globales del calentamiento de otros gases de efecto invernadero".
Wakernagel, 1997	la huella de carbono expresa que para cada unidad de consumo de material o energético, se requiere una cantidad de cobertura vegetal, suelos y área oceánica - pertenecientes a una categoría de los ecosistemas- que proporcionan los flujos necesarios para la absorción de emisiones de GEI o dióxido de carbono equivalentes medido en hectáreas bioproductivas globales

Fuente: (Carbon Trust, 2006, Junio)

Al realizar la consulta del concepto de la huella de carbono (HDC), se puede observar que no existe un consenso respecto al concepto; todas las definiciones anteriores exponen al CO₂ como el principal eje de análisis, sin embargo la gran diferencia es incluir el resto de gases de efecto invernadero. Para la finalidad de

este estudio se utilizó la definición: “El total de gases de efecto invernadero causados directamente o indirectamente por una actividad o se acumula durante etapas de la vida de un producto, organización, evento o producto expresado en toneladas de CO₂ equivalente” (Carbon Trust, 2006, Junio). Esta definición abarca la finalidad del presente estudio, en función del que hacer institucional.

5.3. MARCO GEOGRÁFICO

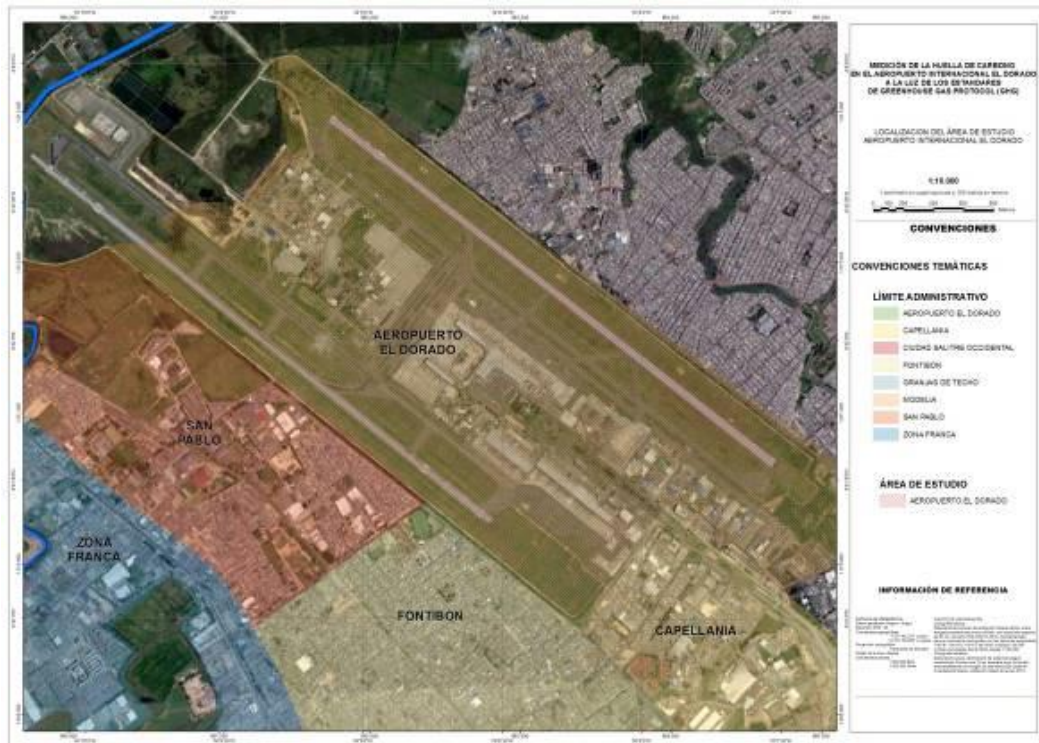
El marco geográfico de esta propuesta es a nivel local, teniendo en cuenta que EL Aeropuerto Internacional El Dorado ha tenido un desarrollo en el crecimiento urbanístico y ejerce en la ciudad un factor socioeconómico y ambiental, se debe impulsar paulatinamente para la Certificación de la huella de carbono.

Colombia cuenta actualmente con 590 Aeropuertos y Aeródromos, de los cuales 74 son propiedad de la Aerocivil, 14 de los Departamentos, 94 Municipales, 9 Militares, 185 de Fumigación, 214 privados. (MINTRANSPORTE)

El Aeropuerto Internacional El Dorado (Código IATA: **BOG**, código OACI: **SKBO**), Inicia su construcción en 1955 y empieza a operar en 1959, el aeropuerto fue entregado a concesión a Opain S.A. desde 2008 fecha desde la cual se vienen efectuando remodelaciones. Es el principal y más importante aeropuerto de Colombia y se encuentra ubicada a 15 kilómetros al oeste del centro de la capital Bogotá, en medio de las localidades de Fontibón y Engativá y Funza. Es considerado el primer aeropuerto de Latinoamérica por movimiento de carga, y el cuarto en importancia por movimiento de pasajeros; también opera vuelos nacionales e internacionales; y ocupa un área aproximada de 900 hectáreas.

En el 2012 se iniciaron las remodelaciones y ampliaciones de los terminales, las cuales se entregaron en su totalidad en Agosto del 2014. El edificio actualmente cuenta con cinco pisos; en el primer piso se ubica la sala de desembarque de los pasajeros, la zona de reclamo y la recepción de equipaje, las áreas comerciales, salas de espera y las oficinas de atención al público. En el segundo piso podemos encontrar las galerías de desembarque, puntos de abordaje, inmigraciones y puntos de transferencia. En el tercer piso se encuentra el hall público de salida del país para pasajeros, el área de chequeo de los equipajes, un área comercial, controles de seguridad, emigraciones y una sala de espera. En el cuarto piso se ubica los Mezzanines del comercio público, las oficinas administrativas y las salas VIP internacional. Finalmente, en el quinto piso se hallan las oficinas administrativas del aeropuerto y la zona del mirador. Por otro lado, las remodelaciones incrementaron en un 65% los corredores rodantes, el aumento de las salas de espera, la incrementación de las comodidades en las Zonas Vip y las áreas comerciales libres de impuestos. Por otro lado, se presentó un incremento del 87% en el aumento de filtros de seguridad en las zonas de embarque, así como las lectoras de códigos de barra para equipajes. (Aeropuerto Internacional El Dorado)

Ilustración 5-2 Área de Estudio: Aeropuerto El Dorado



Fuente: Gestores Del Proyecto. 2015

❖ Casos Exitosos en Aeropuertos Carbono Acreditado

En el año 2011, 43 aeropuertos de 18 países, que representan más del 43% del tráfico de pasajeros de Europa son ahora Aeropuerto carbono Acreditado, para el año 2014 en mayo, 102 aeropuertos de 4 continentes están abordando activamente sus emisiones de CO₂, lo que representa el 23,6% del tráfico mundial de pasajero y en noviembre de 2014 después de 5 años, el aeropuerto de carbono Acreditación se globaliza con 111 aeropuertos certificados actualmente, que representan el 25,9% del tráfico mundial de pasajeros aéreos.

- **El aeropuerto internacional Jorge Chávez se convirtió en uno de los primeros de la región en certificar su huella de carbono.** Como parte de su compromiso con el medio ambiente y desarrollo sostenible, Lima Airport Partners (LAP), operador del primer terminal aéreo del país, recientemente

ha certificado a nivel internacional la medición de su huella del carbono para el periodo comprendido entre el 01 de enero y el 31 de diciembre de 2013.

- **LAP recibió la “Declaración de Verificación de Gases de Efecto Invernadero” de la organización SGS, que llevó a cabo un exhaustivo proceso de revisión del Aeropuerto.** Para esta medición se aplicaron importantes protocolos internacionales, como GHG Protocol, elaborado por World Resources Institute (WRI) y World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), así como el estándar internacional ISO 14064.

El estudio analizó las zonas sobre las que LAP ejerce control, como las áreas ocupadas por personal propio de LAP, contratistas, concesionarios, entidades del Estado Peruano y espacios de uso público. Según el cálculo realizado, el Aeropuerto emite anualmente 11,434 toneladas de CO₂ equivalente, siendo el consumo de electricidad el que constituye la principal fuente de emisión del Aeropuerto.

Cabe mencionar que desde el año 2003, LAP cuenta con la certificación de manejo ambiental ISO 14001, y anualmente realiza un ciclo de conferencias para toda la comunidad aeroportuaria enfocado en mejorar los procesos de los sistemas de gestión de las empresas e instituciones que operan en el terminal aéreo.

- **El aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas** ha logrado renovar el Nivel 2 del programa 'Airport Carbon Accreditation', una acreditación que reconoce los esfuerzos del aeropuerto por gestionar y reducir sus emisiones de CO₂. Las continuas mejoras que se han ido introduciendo paulatinamente desde 2010 para reducir las emisiones de dióxido de carbono asociadas a la actividad aeroportuaria convierten a Madrid-Barajas en el único aeropuerto español que ha alcanzado (ya en 2012) el nivel 2 del programa auspiciado por Airport Council International (ACI) Europe. 'Airport Carbon Accreditation' es un programa voluntario de certificación anual que requiere definir compromisos ambientales específicos dentro de un proceso de mejora continua. Además, los aeropuertos participantes deben comunicar periódicamente sus emisiones de CO₂ para determinar qué fuentes de emisión son prioritarias y sobre cuáles se pueden establecer medidas de reducción.

El aeropuerto de Madrid-Barajas, en atención a estos requisitos, ha calculado los gases de efecto invernadero producidos por su actividad y ha

implantado diversas medidas para su minimización como la optimización del sistema de transporte de equipajes, las instalaciones de LEDs de alumbrado, detectores de presencia, o control remoto de alumbrado. Todo ello permite optimizar la conexión de los circuitos de alumbrado, manteniendo apagadas zonas suficientemente iluminadas durante el día; hacer **simulaciones de ahorro de energía, control de consumo**, o tiempos y programación de funcionamiento.

5.4. MARCO LEGAL

Sobre el marco legal del proyecto es bueno destacar que las normas ISO, no siendo normas obligatorias, al acogerlas se vuelve un deber cumplirlas, un compromiso que debe tener la empresa con el medio ambiente y con la calidad, para ellos es necesario estar certificados ante la ISO, teniendo en cuenta la metodología seleccionada para el estudio, estándares de GreenHouse Gas Protocol “marco metodológico general que da pautas de trabajo para la determinación de herramientas de cálculo de GEI”.

Para el desarrollo de esta propuesta se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos legales, los cuales se asumirán como lineamientos jurídicos para medición de la huella de carbono en el Aeropuerto Internacional El Dorado.

- Ley
- Norma
- Decreto
- Resoluciones
- Ordinario
- Acuerdo

Tabla 5-8 Organismos, Legislación, Políticas, Plan y Programas Estatales

PAIS	Institucionalidad		Legislación	Política	Plan/Programa
	General	Específica			
Colombia	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.	Grupo de Mitigación y Cambio Climático	Ley 99 General Ambiental, de 1993	Lineamiento de Política Nacional de Cambio Climático del año 2002	Planes Nacionales de Desarrollo 1998-2002, 2003-2006 y 2006-2010, no son específicos pero mencionan el tema.

Fuente: Gestores del Proyecto. 2015

Tabla 5-9 Normas con Incidencia Sobre Las Emisiones

NORMAS CON INCIDENCIA SOBRE LAS EMISIONES
Decreto 948 de 1995 que establece las normas relativas a la prevención y control de la contaminación atmosférica, y la protección de la calidad del aire; modificado por el Decreto 1228 de 1997 por medio de cual se establece la certificación obligatoria de cumplimiento de normas de emisión para vehículos automotores; y la Resolución 619 de 1997 por medio de la cual se determinan las actividades e industrias que requieren permiso de emisión atmosférica por fuentes fijas.

NORMAS CON INCIDENCIA SOBRE LAS EMISIONES
Ley 693 de 2001, por medio de la cual se dictan normas sobre el uso de alcoholes carburantes y se crean estímulos para su producción, comercialización y consumo.
Ley 142 de 1994 - Ley de servicios públicos
El Estatuto Tributario Nacional, donde se establecen exenciones y descuento para inversiones relacionadas con el mejoramiento ambiental, la importación de equipos de control y mejoramiento ambiental, la reforestación y conservación de bosques.
Ley 697 de 200, mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la misma y se promueve la utilización de energías alternativas.
Ley 143 de 1994 - Ley de energía.
Resolución 005/1996: Niveles permisibles de emisión de fuentes móviles terrestres. Reglamenta los niveles permisibles de emisión de contaminantes producidos por fuentes móviles terrestres a gasolina o diesel y define los equipos y procedimientos de medición de dichas emisiones
Resolución 1351/1995. Se adopta la declaración denominada informe de estado de emisiones.

Fuente: Gestores del Proyecto.2015

6. ALCANCES Y LIMITACIONES

Para el desarrollo de la medición de huella de carbono en aeropuertos, se ha establecido 4 fases, las cuales se mencionarán a continuación:

➤ Diagnóstico (Mapping)

Este nivel requiere la medición de la huella de carbono del aeropuerto. Un aeropuerto debe entender cuánto carbono emite cada año y de qué actividades y operaciones, a fin de planificar la forma de limitar estas emisiones.

➤ Reducción (Reduction)

Requiere la gestión del carbono y el progreso hacia una huella de carbono reducida. Para lograr esta acreditación, el aeropuerto debe cumplir con los requerimientos del paso previo de medición de la huella de carbono, demostrar que existen unos procedimientos para la gestión del CO₂, y demostrar que se está produciendo una reducción en la huella de carbono analizando los datos de emisión en años consecutivos.

➤ Optimización (Optimisation)

Requiere la participación de terceros en la reducción de la huella de carbono. Los terceros son las compañías aéreas y proveedores de servicios, por ejemplo, servicios de asistencia en tierra independientes, empresas de catering, control de tráfico aéreo y otros que trabajan en el recinto aeroportuario. También implica el compromiso acerca de los modos de acceso en superficie (carretera, ferrocarril) con las autoridades y los usuarios.

➤ Neutralidad (Neutrality)

Requiere la neutralización de las restantes emisiones de carbono por compensación (offsetting). La neutralidad de carbono se produce cuando las emisiones netas de dióxido de carbono a lo largo de todo un año es cero (es decir, el aeropuerto absorbe la misma cantidad de dióxido de carbono que produce). El logro de la neutralidad del carbono para un aeropuerto es imposible en casi todos los casos sin ayuda externa. Por este motivo, los aeropuertos, entre muchas otras industrias, consideran la compensación de emisiones como la parte final de la solución. (ACI, 2009)

Para el presente proyecto de grado se realizará la fase 1 medición de huella de carbono (Mapping) dando cumplimiento con el protocolo GHG y la fase II

medidas de reducción (reduction) en el Aeropuerto Internacional el Dorado Luis Carlos Galán Sarmiento.

6.1 Limitaciones

En el proyecto se presentaron varias limitaciones la cuales pudieron afectar los resultados del proyecto los cuales son:

- La información de los colaboradores para la solicitud de la información
- El tercero genera la medición como contratación de Opain esto genera atrasos en los resultados del proyecto, lo cual los gestores se encuentran atados a los resultados.
- La información en otros aeropuertos es insuficiente, puesto que es un tema que hasta ahora se está desarrollando e implementando, en Colombia el Aeropuerto el Dorado es el pionero en el tema.
- El tiempo de desarrollo del proyecto no es suficiente para establecer las suficientes estrategias de mitigación de impactos identificados.

7. METODOLOGÍA

7.1. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Para llevar a cabo una adecuada identificación y registro de medición de CO₂ de actividades, procesos y/o servicios que contribuyan a la generación de CO₂ en el Aeropuerto Internacional el Dorado, es necesario definir un orden, de modo que se registre la totalidad de actividades y no se omita alguno de ellas. Para ello se realizan los siguientes pasos que a continuación se detallan:

a) Planificación y preparación de la toma de inventario.

Comenzar con la planificación y preparación de la actividad. Para ello es necesario definir las actividades, procesos y/o servicios que contribuyan a la generación de CO₂ a ser considerados para su registro en el inventario

Materiales para realizar el inventario

- Lápiz.
- Copias impresas y en blanco de la “Ficha de Inventario”.
- Etiquetas para registrar el código de actividades, procesos y/o servicios que contribuyan a la generación de CO₂ a inventariar.

b) Visita a las dependencias y registro de los bienes en el inventario.

En cada dependencia, se sugiere identificar todas las actividades, procesos, y/o servicios a ser ingresados en el inventario. Para cada registro se debe ingresar la siguiente información:

- ✓ **Código:** Código generado para individualizar el bien en el inventario.
- ✓ **Tipo:** Tipo de bien a inventariar. Por ejemplo: Bus, Camioneta, terminal de carga, recinto prueba de motores entre otros.
- ✓ **Marca/Modelo:** Marca y modelo del bien.
- ✓ **N° de Serie/Licencia/Referencia:** Número de serie del equipo o licencia de software.

- ✓ **Estado:** Estado en el que se encuentra el bien. Estos pueden ser: Operativo. Bien que puede ser utilizado sin problema; No Operativo. Bien que requiere ser reparado para ser utilizado. De baja. Bien que es dado de baja, que no puede ser utilizado.
- ✓ **Responsable:** Nombre o cargo de la persona responsable o que tiene asignado el cuidado y/o el uso del bien detallado.
- ✓ **Ubicación/Área:** Nombre de la dependencia donde se encuentra el bien.
- ✓ **Fecha de ingreso:** Fecha de adquisición del bien.
- ✓ **N° factura/Boleta:** N° Factura, Boleta o Guía asociada al bien cuando fue adquirido.
- ✓ **Procedencia:** Medio por el cual el establecimiento ha adquirido el bien (por ejemplo: enviado por el Ministerio por TEC, LMC, donaciones, compra del Sostenedor, etc.).
- ✓ **Observaciones / Motivos de baja:** Observaciones relacionadas al estado del bien u otras como motivos por el que fue dado de baja.

7.1.1. Tipo de Estudio

El proyecto se enmarcó dentro de una investigación de carácter descriptivo. Para Hernández, Fernández y Baptista, (2003), señala que “los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis” (p.117). En definitiva permiten medir la información recolectada para luego describir, analizar e interpretar sistemáticamente las características del fenómeno estudiado con base en la realidad del escenario planteado; desde el punto de vista científico, describir es medir, esto es, en un estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones y se mide cada una de ellas independientemente, para así describir lo que se investiga.

En el presente estudio se describen los conocimientos y concepciones que se tiene sobre la huella de carbono en el espacio del Aeropuerto Internacional El Dorado. Para la presente investigación se realizó un análisis de las distintas metodologías empleadas para el cálculo de huella de carbono, escogiéndose y aplicándose la metodología del protocolo de Greenhouse Gas (GHG), esta provee guías para identificar fuentes de emisiones a partir de actividades antropogénicas

o procesos que se consideren fuente de emisión de GEI; Es una metodología de trayectoria donde se tiene que es una de las más antigua (GHG Protocol en su primera versión 2003).

Todo ello requirió previamente de una identificación de actividades, procesos y/o servicios que contribuyan a la generación de CO₂ que permite identificar los impactos y analizar los resultados por la generación de CO₂, con el propósito de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y explicar sus causas y efectos. De ahí que, en función de los objetivos, el estudio tenga un carácter descriptivo.

7.1.2. Método de investigación

El enfoque de la investigación será compuesto, por un método cualitativo y un método cuantitativo:

Cuantitativo porque se va a realizar la recolección y el análisis de datos para contestar las preguntas de investigación establecida previamente. Además Se tomará el enfoque cuantitativo porque se pretende obtener la recolección de datos para medir el fenómeno en estudio y encontrar soluciones para la misma.

Además la investigación será cualitativa con el fin de utilizar la recolección de datos sin medición numérica para describir la pregunta de investigación en el proceso de interpretación.

7.1.3. Fuentes y Técnicas de Recolección de Información

La toma de datos se estructuró a partir de los límites operacionales que establece el protocolo de Greenhouse Gas, de acuerdo al protocolo se constituye tres alcances: Alcance 1: Emisiones directas de GEI, Alcance 2: Emisiones indirectas de GEI asociadas a la electricidad, Alcance 3: Otras emisiones indirectas. Esto con el fin de que exista una separación de las emisiones generadas por sus operaciones.

Los datos recopilados sobre las actividades, servicios y procesos en el Aeropuerto el Dorado que aporten a la generación de CO₂ se realizará a través de un recorrido en el aeropuerto en las diferentes áreas, formalizando la información con el diligenciamiento de la ficha; se realizara la base de datos donde se incluya la información del recorrido, incluyendo el registro fotográfico.

Para efectuar las mediciones se realizarán visitas de campo en el Aeropuerto el Dorado a cada una de las fuentes de emisión de CO₂, con ayuda de un tercero quienes medirán la huella de carbono, en donde tomarán mediciones y elaborarán el inventario de emisiones en conjunto con el equipo investigador del proyecto.

Teniendo los datos del inventario en unidades de partes por millón (PPM) y unidades de Kilovatios hora (Kwh) de combustible generado en cada una de las fuentes de emisión, se procederá a realizar la cuantificación de las emisiones de CO₂, además de los datos suministrados por consumo de combustible.

Con ayuda del software ArcGis 10.2 se procede a localizar las distintas estaciones de monitoreo mediante la digitalización de puntos a través de ArcGis 10.2, creando así un shape con sus atributos. Para la especialización de las emisiones, se utiliza un método de interpolación que puede ser IDW, Kriging, Spline, estos métodos se encuentran contenidas en el Software ArcGis 10.2.

Posteriormente de tener la espacialización de los datos se procede a realizar un análisis y la identificación de los impactos; para luego diseñar estrategias con el fin planear las medidas de reducción (reduction) necesarias para la mitigación de los impactos identificados.

7.1.3.1. Fuentes de Información Primaria

Las fuentes de información primaria necesaria para la realización del proyecto son:

- Recolección de datos mediante fichas sobre las actividades, servicios y procesos en el Aeropuerto el Dorado que aporten a la generación de CO₂.
- Visitas de campo en el Aeropuerto el Dorado a cada una de las fuentes de emisión de CO₂, con ayuda de un ente certificador en Colombia (equipo SGS) quien tomara las mediciones y elabora el inventario de emisiones.
- Recorridos de campo donde se realizan registros fotográficos.
- Equipos técnicos y software.

7.1.3.2. Fuentes de Información Secundarias

Las fuentes de información secundaria necesaria para la realización del proyecto son:

- Metodología para el cálculo de la huella de carbono: Greenhouse Gas Protocol (GHG), como herramienta principal de consulta en el tema.
- Información necesaria para la realización del proyecto detallado en la bibliografía.

7.1.3.3. Población En Estudio

El presente estudio se realiza en el Aeropuerto Internacional El Dorado (Código IATA: **BOG**, código OACI: **SKBO**) el cual es uno de los aeropuertos más importantes de América Latina, se encuentra localizado en la ciudad de Bogotá, entre las localidades de Fontibón y Engativá.

Tiene en cuenta las operaciones que aporten a la generación de CO₂, definidas a partir de los tres alcances: Emisiones directas de GEI, Emisiones indirectas de GEI asociadas a la electricidad y emisiones indirectas. Los datos empleados para el cálculo de la huella de carbono, serán recogidos a partir de los monitoreos, realizados en recorridos de campo dentro del área de influencia del aeropuerto.

7.2. FASES DE LA INVESTIGACIÓN

A continuación se describirán las fases de la investigación desarrolladas en el proyecto.

7.2.1. Fase Preliminar

En este espacio se realiza Identificación del objeto de estudio partiendo del contexto de la huella de carbono, con el fin de estructurar un marco teórico que permita fundamentar la investigación planteada.

Para ello, fue necesario acudir a fuentes bibliográficas, digitales para indagar, consultar, recopilar, agrupar y organizar adecuadamente la información que se utilizará dentro de la misma. La investigación también se centró en el análisis de diferentes casos exitosos en aeropuertos sobre la acreditación de huella de carbono.

En esta fase también se seleccionó una metodología de investigación que se consideró válida para aplicarla a la investigación.

7.2.2. Fase de Campo

Una vez revisada, analizada e interpretada la información que se seleccionó para la investigación, se comenzó a la preparación de la toma de inventario en el cual se definen las actividades, procesos y/o servicios que contribuyan a la generación de CO₂; esta información se registrará en una “Ficha de inventario”.

Una vez obtenida la identificación de las fuentes de emisión se procede a realizar las mediciones de CO₂ en el Aeropuerto en cada una de sus áreas, con ayuda de

un tercero quienes medirán la huella de carbono este mismo contratado por Opain S.A. concesionario del Aeropuerto.

7.2.3. Fase Análisis

Se realiza el análisis e interpretación de la información obtenida del resultado del inventario. Se relaciona dicha información con los objetivos planteados en la investigación y se procede a la espacialización de la información para identificar los impactos causados y analizar los resultados por la generación de CO₂.

En esta fase se elabora el diseño de las medidas de reducción necesarias para la mitigación de los impactos identificados.

Figura 7-1 Fases de la Investigación



Fuente: Gestores del Proyecto.2015

8. PRESUPUESTO DE INVERSIÓN

Tabla 8-1 Presupuesto Del Proyecto

ACTIVIDADES	RECURSOS			
	RECURSO HUMANO	RECURSO TECNOLÓGICO	FINANCIACION	TOTAL
Solicitar información a la aeronáutica civil sobre las actividades específicas en vuelos.	\$ 34.000,00	\$ -	\$ -	\$ 34.000,00
Realizar un recorrido en el aeropuerto en las diferentes áreas (Terminales (TU) Terminal de carga (NTC), nueva zona de aviación (NZA) antigua zona de aviación (AZA), perímetro) para identificar las actividades y servicios que se ejecutan en las diferentes áreas del aeropuerto, formalizando la información con el diligenciamiento de la ficha.	\$ 816.000,00	\$ 1.500.000,00	\$ -	\$ 2.316.000,00

ACTIVIDADES	RECURSOS			
	RECURSO HUMANO	RECURSO TECNOLÓGICO	FINANCIACION	TOTAL
Realizar la base de datos en donde se incluya la información del recorrido, incluyendo el registro fotográfico.	\$ 2.720.000,00	\$ 100.000,00	\$ -	\$ 2.820.000,00
Contratación de un ente certificador en Colombia para realizar las mediciones identificando las actividades, procesos y/o servicios en el aeropuerto que generan el CO ₂ .	\$ 20.000.000,00	\$ -	\$ 16.000.000,00	\$ 36.000.000,00
Monitoreo de los puntos establecidos donde se realizan las actividades procesos y/o servicios que generan dióxido de carbono (CO ₂).	\$ 20.000.000,00	\$ 4.600.000,00	\$ -	\$ 24.600.000,00

ACTIVIDADES	RECURSOS			
	RECURSO HUMANO	RECURSO TECNOLÓGICO	FINANCIACION	TOTAL
Informe de resultados de la información sobre las actividades de emisiones que contribuyen a la generación de CO ₂ , teniendo en cuenta los parámetros establecidos: actividad o fuente, espacios, periodo de tiempo, frecuencia, cuantificación, condiciones meteorológicas, entre otros.	\$ 400.000,00	\$ 4.600.000,00	\$ 4.000.000,00	\$ 9.000.000,00
Captura de datos en el Software ARCGIS sobre los puntos establecidos como generadores de CO ₂ y sus variables (según informe SGS), para realizar el inventario de emisiones de CO ₂ geoespaciales en dos dimensiones y definir la concentración en las diferentes áreas.	\$ 400.000,00	\$ 4.600.000,00	\$ 4.000.000,00	\$ 9.000.000,00

ACTIVIDADES	RECURSOS			
	RECURSO HUMANO	RECURSO TECNOLÓGICO	FINANCIACION	TOTAL
Ubicación de las zonas con concentración de CO ₂ y zonas más problemáticas, que contribuyen a determinar donde podrían necesitarse medidas de control.	\$ 2.666.660,00	\$ 1.500.000,00	\$ -	\$ 4.166.660,00
Establecer las cuatro categorías estratégicas para la reducción de las emisiones.	\$ 3.999.990,00	\$ 1.500.000,00	\$ -	\$ 5.499.990,00
Evaluación de las propuestas	\$ 3.999.990,00	\$ 1.500.000,00	\$ -	\$ 5.499.990,00
TOTAL	\$ 55.036.640,00	\$ 19.900.000,00	\$ 24.000.000,00	\$ 98.936.640,00

Fuente: Gestores del Proyecto. 2015

9. RESULTADOS

9.1. GUÍA METODOLÓGICA APLICABLE PARA EL CALCULO DE HUELLA DE CARBONO EN EL AEROPUERTO

Para el presente estudio la identificación de las fuentes de emisión permite construir un inventario general de emisiones, el cual está compuesto por actividades o procesos, los cuales son considerados por su alto consumo, por la alta frecuencia de la actividad o por la intensidad de emisiones de GEI. Los gases de efecto invernadero que se van a cuantificar son: dióxido de carbono (CO₂).

Realizada la revisión bibliográfica y las comparaciones de las metodologías para la medición de la huella de carbono (HDC), el presente estudio se sustentara mediante la metodología de "GreenHouse Gas Protocol (GHG)", puesto que provee guías para identificar fuentes de emisiones a partir de actividades antropogénicas o procesos que se consideren fuente de emisión de GEI y además es una metodología de trayectoria donde se tiene que es una de las más antigua (GHG Protocol en su primera versión 2003). A continuación se explica esta metodología.

9.1.1. GreenHouse Gas Protocol (GHG)

El GHG Protocol, desarrollado por el Instituto de Recursos Mundiales (WRI) y el Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sustentable (WBCSD), comprende dos estándares distintos, aunque vinculados entre sí: el estándar corporativo de contabilidad y reporte del protocolo de GEI y el estándar de cuantificación de proyectos del protocolo de GEI.

Contiene los métodos de contabilidad mundialmente reconocidos y los límites (organizacionales, operacionales) que se pueden aplicar a diferentes niveles, tipos y tamaños de organizaciones al elaborar sus inventarios de GEI.

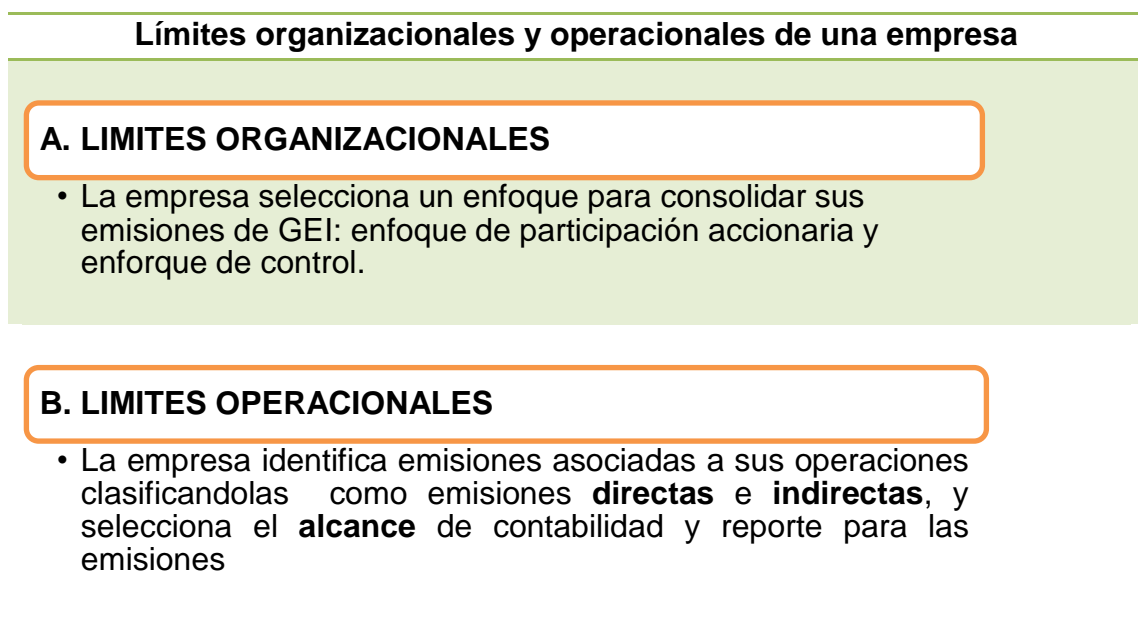
A nivel organizacional los límites de emisión son importantes cuando se elabora un inventario de GEI, ya que dan a las organizaciones coherencia y claridad al trazar su responsabilidad de emisiones.

I. Límites de emisión.

Existen dos "tipos" de límites que se deben establecer al realizar una medición de GEI: un **límite organizacional** y un **límite operativo** (ver **Figura 9-1**)

Los límites organizacionales permiten que una entidad pueda distinguir entre las actividades que emiten GEI atribuibles a su organización, y los que no lo son. Límites operativos permiten a la entidad definir las emisiones que éstos poseen o controlan y clasificarlas en diferentes ámbitos (ya sean directos o indirectos). La división de las emisiones en diferentes ámbitos permite a una organización determinar las oportunidades de reducción que existen, así como proporcionar los conocimientos sobre donde se producen sus emisiones a lo largo de la cadena de valor.

Figura 9-1. Límites de emisión



Fuente: Protocolo (GHG)

A. Límites organizacionales

Al delimitar límites organizacionales, el equipo de trabajo aplica una “lógica de control”. Las organizaciones deben contabilizar y reportar sus datos consolidados de GEI, ya sea en términos de su **participación accionaria** o **de control** que ejercen sobre determinadas actividades. Si la empresa que reporta es propiedad absoluta de todas sus actividades, su límite organizacional será el mismo, independiente del enfoque que se utilice.

El GHG Protocol establece dos métodos cuando define el **control**: operacional y financiero. El GHG Protocol define control operacional como:

"Una compañía tiene control operacional sobre una operación si ella o alguna de sus dependencias tienen la plena autoridad para introducir e implementar sus

políticas operativas en la operación.” (World Business Council for Sustainable Development & World Resources Institute. The Greenhouse Gas Protocol. 2004. <http://www.ghgprotocol.org/>. Pag 18)

El control operacional abarca las actividades donde una organización tiene la autoridad para alterar directamente sus patrones de emisión, ya sea a través de la implementación de una política (como, por ejemplo, una política de compras, viajes del personal, OH&S, contratación, etc.), de una tecnología o de cambios significativos en su funcionamiento (cambio operacional).

Por otro lado una empresa tiene control financiero sobre una operación si tiene la facultad de dirigir sus políticas financieras y operativas con la finalidad de obtener beneficios económicos de sus actividades². Por ejemplo, el control financiero existe generalmente si la empresa posee el derecho de apropiarse de la mayoría de los beneficios.

B. Límites Operacionales

Después de haber determinado sus límites organizacionales, se establece sus límites operacionales.

La principal función de los límites operacionales es la creación de diferentes alcances con el fin de separar y definir las emisiones producidas por sus operaciones. Los 3 alcances se describen en detalle a continuación:

➤ Alcance 1: Emisiones directas de GEI (CO₂)

Las emisiones directas ocurren de fuentes que son propiedad de o están controladas por la empresa. Por ejemplo, emisiones provenientes de la combustión en calderas, hornos, vehículos, etc., que son propiedad o están controlados por la empresa.

➤ Alcance 2: Emisiones indirectas de GEI (CO₂) asociadas a la electricidad

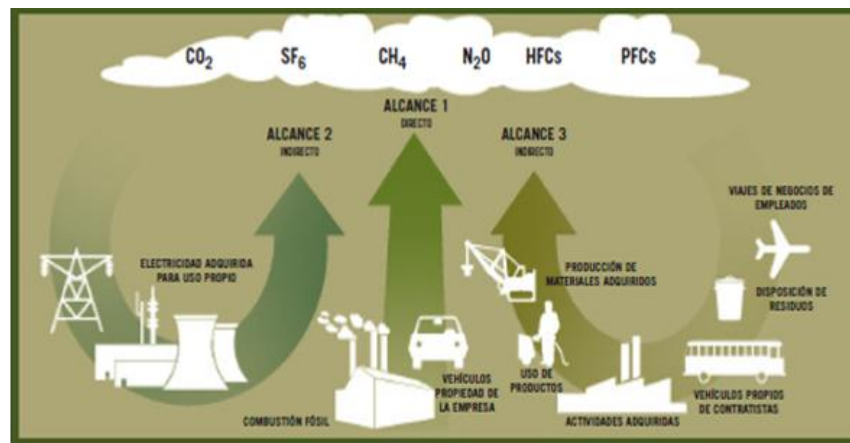
El alcance 2 incluye las emisiones de la generación de electricidad adquirida y consumida por la empresa. Electricidad adquirida se define como la electricidad que es comprada, o traída dentro del límite organizacional de la empresa.

➤ **Alcance 3: Otras emisiones indirectas**

Incluye las emisiones indirectas expandidas que ocurren fuera de la organización a partir de fuentes no pertenecientes o controladas por la misma, pero que están ligadas a sus actividades.

La ilustración a continuación muestra de forma gráfica los tres alcances de las emisiones.

Ilustración 9-1 Ejemplos de distintas fuentes de emisiones directas e indirectas de una empresa (GHG Protocol)



Fuente: CEPAL, 201

II. Elección de un año base.

Una comparación significativa y consistente de las emisiones a través del tiempo requiere fijar una base de desempeño para comparar las emisiones actuales; esto se denomina emisiones del año base.

Se deben elegir y reportar un año base para el cual exista información confiable de emisiones; además de especificar las razones que condujeron a la elección de ese año en particular.

III. Identificación y cálculo de Emisiones GEI (CO₂)

Una vez que el límite del inventario ha sido establecido, las empresas generalmente calculan las emisiones de GEI utilizándolos siguientes pasos:

Paso N°1: Identificar fuentes de emisiones GEI (CO₂).

Se Categoriza las fuentes de emisiones de GEI dentro de los límites de la empresa. Las emisiones de GEI típicamente provienen de las siguientes categorías de fuentes:

- ✓ Combustión fija: combustión de combustibles en equipos estacionarios o fijos, como calderas, hornos, quemadores, turbinas, calentadores, incineradores motores, flameadores, etc.
- ✓ Combustión móvil: combustión de combustibles en medios de transporte, como automóviles, camiones, autobuses, trenes, aviones, buques, barcos, barcas, embarcaciones, etc.
- ✓ Emisiones de proceso: emisiones de procesos físicos o químicos, como el CO₂ de la etapa de calcinación en la manufactura de cemento, el CO₂ del "cracking" catalítico en procesos petroquímicos, las emisiones de PFC en la fundición de aluminio, etc.
- ✓ Emisiones fugitivas: liberaciones intencionales y no intencionales, como fugas en las uniones, sellos, empaques, o juntas de equipos, así como emisiones fugitivas derivadas de pilas de carbón, tratamiento de aguas residuales, torres de enfriamiento, plantas de procesamiento de gas, etc.

➤ **Paso N°2: Seleccionar un método de cálculo de emisiones GEI (CO₂).**

La medición directa de emisiones de GEI mediante el monitoreo de concentración y flujo no es común, aunque puede realizarse. Más a menudo, las emisiones pueden calcularse con base en un balance de masa o fundamento estequiométrico específico para una planta o proceso. Sin embargo, la aproximación más común para calcular las emisiones de GEI es mediante la aplicación de factores de emisión documentados. Estos factores son cocientes calculados que relacionan emisiones de GEI a una medida de actividad en una fuente de emisión. Los lineamientos del IPCC (IPCC, 1996) aluden a una jerarquía de métodos y tecnologías de cálculo que van de la aplicación de factores genéricos de emisión al monitoreo directo.

➤ **Paso N°3: Recolectar datos sobre sus actividades y elegir factores de emisión.**

Para la mayoría de las empresas, las emisiones de alcance 1 serán calculadas con base en las cantidades adquiridas de combustibles comerciales (gas natural, diesel, combustóleo, gasolina, etc.) utilizando los factores de emisión publicados. Las emisiones de alcance 2 se calcularán primordialmente a partir del consumo medido de electricidad y de factores de emisión publicados por los proveedores de electricidad o por la red eléctrica local. Las emisiones de alcance 3 se calcularán primordialmente a partir de los datos de las actividades de la empresa, como el uso de combustible o los kilómetros recorridos por pasajeros, y factores de emisión publicados o de terceras partes.

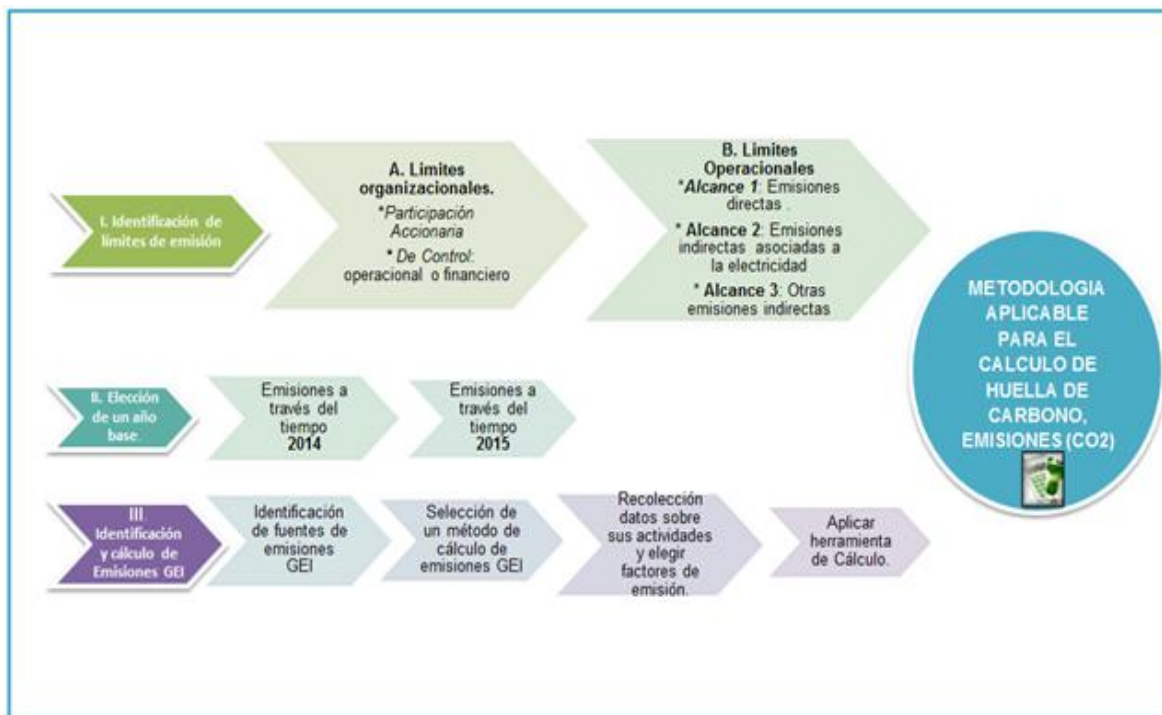
➤ **Paso N°4: Aplicar Herramienta de Cálculo.**

Esta sección ofrece una descripción de las herramientas de cálculo, existen dos categorías principales de herramientas de cálculo:

- **Herramientas intersectoriales** que pueden ser aplicadas a distintos sectores. Estas incluyen: combustión fija, combustión móvil, uso de HFC en refrigeración y aire acondicionado, e incertidumbre en la medición y estimación.
- **Herramientas sectoriales** que están diseñadas para calcular emisiones en sectores específicos, como aluminio, hierro y acero, cemento, petróleo y gas, pulpa y papel, organizaciones basadas en oficinas, etc.

La mayoría de las empresas deberán utilizar más de una herramienta de cálculo para cubrir la totalidad de sus emisiones de GEI.

Figura 9-2. Metodología GreenHouse Gas Protocol (GHG)



Fuente: Gestores del Proyecto. 2015

9.2. LIMITE ORGANIZACIONAL DEL AEROPUERTO

Este límite se fija con el fin de tener claridad y consolidar las emisiones de GEI que genera la entidad, para lo cual se deberá utilizar siempre el mismo criterio. De acuerdo a la metodología propuesta, la empresa OPAIN es propietaria de todas las operaciones que realiza, y por lo tanto, el límite de la organización que empleará será el enfoque: de control que ejercen sobre determinadas operaciones.

El Aeropuerto Internacional El Dorado (OPAIN) ejerce control operacional cuando tiene autoridad plena para introducir e implementar sus políticas operativas en las diferentes sedes. La empresa que posee el control de una operación, deberá contabilizar como propio el 100% de las emisiones de la operación.

9.3. ACTIVIDADES, PROCESOS Y/O SERVICIOS EN EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO LUIS CARLOS GALÁN SARMIENTO QUE CONTRIBUYEN A LA GENERACIÓN DE CO₂

La metodología establece una línea base para la evaluación y análisis de las emisiones GEI, da las pautas para reportar las emisiones, reducciones y capturas de éstos gases y establece las emisiones directas e indirectas en el Aeropuerto el Dorado, a través de los siguientes tres alcances (límites operativos) que se describen a continuación:

9.3.1. Alcance 1: Emisiones directas de GEI (CO₂).

Provenientes de la combustión de vehículos, que son propiedad o están controlados por la empresa, así como, las provenientes de proceso propios o controlados por la empresa.

Para el Aeropuerto el Dorado los medios de transporte, lo cuales son definidos como aquellos por medio de los cuales se facilita el traslado de personas, bienes, o mercancías de un lugar de origen hasta uno de destino. El transporte está al servicio del interés público e incluye todos los medios e infraestructuras implicadas en el proceso de viaje, así como los servicios de recepción , entrega y manipulación de tales bienes, dicha infraestructura comprende entonces: terminales terrestres, estaciones complementarias, red de paradas de autobús entre otros.

Estos medios de transporte que están controlados y son fuentes móviles que emiten emisiones de CO₂, tienen incidencia en la huella de carbono del Aeropuerto el Dorado. Así, en este alcance se incluye el transporte realizado por los vehículos propios y sobre los que tiene control la empresa.

Tipos de transporte implicados en desplazamientos:

- **Bus Satélite:** Servicio Contractual que permite conexión regular con las diferentes terminales que componen el Aeropuerto Internacional El Dorado.

Ilustración 9-2. Bus Satélite



Fuente: Área HSEQ Opain 2015

- **Camioneta:** la definición de camioneta es de un vehículo automóvil menor que el camión, empleado generalmente para el transporte de mercancías.
- **Vehículo de bomberos aeronáuticos:** es un vehículo empleado por los bomberos diseñado para la lucha contra el fuego. Suele tener como principal misión la de transportar los utensilios necesarios para actuar en una emergencia por incendio, principalmente. Suele llevar un motor para bombear agua obtenida de una boca de riego o de cualquier otra fuente de agua disponible, un equipo de comunicaciones y diversas herramientas necesarias para abordar urgencias.

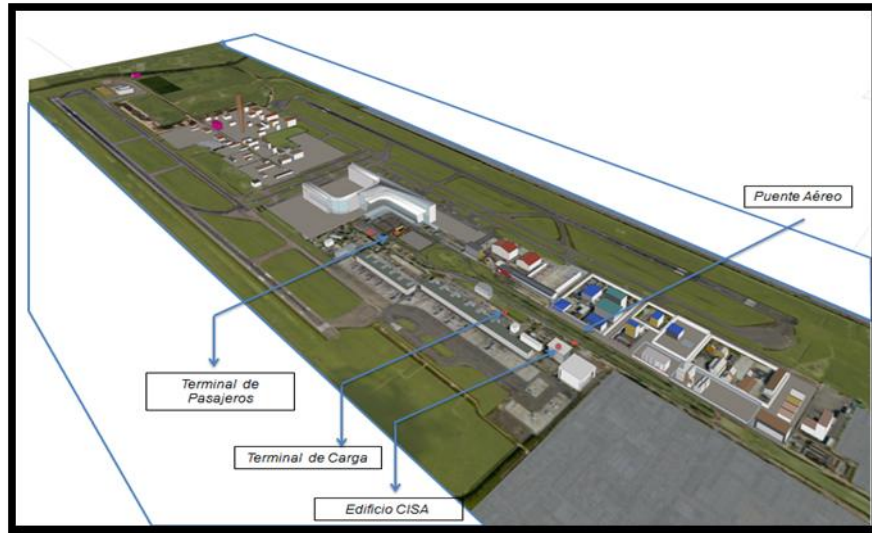
Tabla 9-1 Características de Vehículos en el Aeropuerto el Dorado.

TIPO DE VEHICULO	MARCA	REFERENCIA	TIPO DE COMBUSTIBLE	AREA
CAMIONETA 4X2	NISSAN	URBAN	GASOLINA (CORREINTE)	MANTENIMIENTO
CAMIONETA 4X4	CHEVROLET	DIMAX	ACPM (DIESEL)	
CAMIONETA 4X2	NISSAN	FRONTIER	ACPM (DIESEL)	OPERACIONES
CAMIONETA 4X2	NISSAN	FRONTIER	ACPM (DIESEL)	
CAMIONETA 4X2	NISSAN	FRONTIER	ACPM (DIESEL)	
CAMIONETA 4X2	NISSAN	FRONTIER	ACPM (DIESEL)	
CAMIONETA 4X4	CHEVROLET	DIMAX	ACPM (DIESEL)	
CAMIONETA 4X4	CHEVROLET	DIMAX	ACPM (DIESEL)	

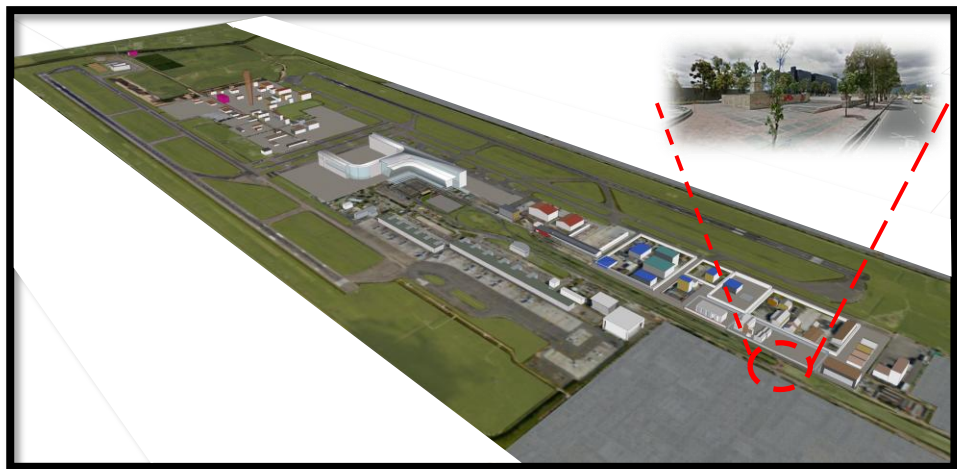
TIPO DE VEHICULO	MARCA	REFERENCIA	TIPO DE COMBUSTIBLE	AREA
CAMION BARREDORA	INTERNATIONAL	CROSSWIND	ACPM (DIESEL)	
CAMIONETA 4X2	NISSAN	FRONTIER	ACPM (DIESEL)	SEGURIDAD OPERACIONAL
CAMIONETA 4X2	SUZUKI	GRAND VITARA	GASOLINA (CORRIENTE)	
BUS	CHEVROLET	ISUZU	ACPM (DIESEL)	SERVICIO AL CLIENTE
BUS	CHEVROLET	ISUZU	ACPM (DIESEL)	
CAMIONETA 4X4	TOYOTA	FORTUNER	GASOLINA (CORRIENTE)	SEGURIDAD AEROPORTUARIA
CAMIONETA 4X4	TOYOTA	FORTUNER	GASOLINA (CORRIENTE)	
CAMIONETA 4X4	TOYOTA	FORTUNER	GASOLINA (CORRIENTE)	
CAMIONETA 4X4	TOYOTA	FORTUNER	GASOLINA (CORRIENTE)	
VANS DE PASAJEROS	DFSK	V29	GASOLINA (CORRIENTE)	HSEQ
CAMIONETA 4X4	MITSUBISHI	NATIVA	ACPM (DIESEL)	GERENCIA
CAMIONETA 4X4	DODGE	JOURNEY	GASOLINA (CORRIENTE)	
CAMIONETA 4X2	TOYOTA	HILUX	GASOLINA (CORREINTE)	BOMBEROS
CAMIONETA 2X2	CHEVROLET	DIMAX	ACPM (DIESEL)	
CAMIONETA 4X4	CHEVROLET	DIMAX	ACPM (DIESEL)	
CAMIONETA 4X2	NISSAN	FRONTIER	ACPM (DIESEL)	AMBULANCIAS
CAMIONETA 4X2	NISSAN	FRONTIER	ACPM (DIESEL)	
CAMIONETA 4X2	NISSAN	FRONTIER	ACPM (DIESEL)	

Fuente: Área HSEQ Opain 2015

Ilustración 9-3. Recorrido del Bus Satélite



Fuente: Área HSEQ Opain 2015



Fuente: Área HSEQ Opain 2015

Para el desarrollo del proyecto se establecieron las siguientes áreas fuentes de generación de CO₂ y que son de especial interés para la medición de huella de carbono en el marco de mapping inicial en el aeropuerto internacional el Dorado.

Se identificaron las diferentes fuentes fijas en donde se genera emisión de CO₂ en lo cual se identificaron las siguientes plantas de energía eléctrica las cuales se alimentan por medio de combustible (gasolina, ACPM) en diferentes áreas del aeropuerto.

1. Subestación.

Una subestación es un punto dentro del sistema de potencia en el cual se cambian los niveles de tensión y corriente con el fin de minimizar pérdidas y optimizar la distribución de la potencia por todo el sistema.

Es además el centro donde se recibe y reparte la energía producida en las centrales generadoras, maniobrando y controlando su destino final a los diferentes centros de consumo, con determinados requisitos de calidad.

De acuerdo con esta subestación alimenta principalmente antigua terminal de pasajeros.

Ilustración 9-4. Subestación



Fuente: Área HSEQ Opain 2015

2. Terminal de Pasajeros

Son los edificios del aeródromo que permiten el manejo y control de pasajeros que embarcan o desembarcan aeronaves. Para los aeropuertos de pasajeros, las terminales tienen como función la conexión entre los modos de acceso, con el modo de transporte aéreo: Taxi, automóvil, autobuses, alimentadores.

La configuración de la terminal está determinada por el tipo de tráfico (regional, nacional o internacional) y por la cantidad de viajeros. Los grandes aeropuertos tienen más de una terminal.

Las terminales tienen las siguientes dependencias: vestíbulos de chequeo, salas de embarque, bandas de equipajes, puertas de salida, zonas de esparcimiento, restaurantes, tiendas, bancos, cajas de cambio y aparcamiento de automóviles. Los aeropuertos internacionales tienen además controles migratorios (control de pasaportes y aduana. En la aduana, los pasajeros que salen o entran del país reportan el ingreso o salida de dinero y mercancías.

Cuando las terminales de pasajeros están alejadas unas de otras o distantes de la terminal principal, entran en juego las líneas de autobuses especiales que conectan una terminal con otra, de modo que faciliten el movimiento de pasajeros y operarios entre todas las terminales.

Ilustración 9-5. Terminal de Pasajeros



Fuente: Área HSEQ Opain 2015

3. Terminal de Carga

El terminal de carga es el encargado de favorecer el flujo de mercancías de entrada y salida en el aeropuerto. Por ello está dotado de los mecanismos suficientes para llevarlo a cabo (zona de despacho aduanero, consolidación, descarga, carga, trasbordo, entre otros).

Ilustración 9-6 Terminal de Carga



Fuente: Área HSEQ Opain 2015

4. Sistema Contra Incendios

Un sistema contra incendio es un sistema de protección que incluye dispositivos, equipos y controles para detectar fuego o humo, para hacer actuar una señal y para suprimir el fuego o humo. Los objetivos de estas instalaciones van desde salvar vidas, minimizar pérdidas económicas producidas por el fuego, hasta conseguir que algún tipo de actividad se reanude en un plazo de tiempo corto en un lugar afectado.

5. PTAR (Planta de tratamiento de aguas residuales)

Se encuentra ubicada en el costado occidental del área concesionada, alledaño a la margen izquierda del Rio Bogotá, donde se realiza el vertimiento final. Esta planta propicia el desarrollo controlado de un proceso natural que permite reducir a niveles convenientes el contenido de materia orgánica y de sustancias varias de carácter físico-químico y biológico para de esta forma disminuir la contaminación de las aguas residuales antes de su descarga al medio natural para favorecer, la recuperación y conservación de la calidad de las aguas de las fuentes receptoras.

Ilustración 9-7. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)



Fuente: Área HSEQ Opain 2015

6. Concentrador de Comunicaciones

Un concentrador es un dispositivo que permite centralizar el cableado de una red y poder ampliarla. Esto significa que dicho dispositivo proporciona los medios por los cuales los IEDs (Dispositivos Electrónicos Inteligentes) se pueden comunicar, recibiendo una señal y repitiendo esta señal emitiéndola por diferentes puertos. En las subestaciones se encuentran IEDs tales como redes, cargadores, baterías, equipos de monitoreo y muchos otros dispositivos; la integración dentro de la subestación, es el proceso de proporcionar la comunicación y las conexiones entre los diferentes módems.

El concentrador de comunicaciones suministra la energía de emergencia del terminal unificado.

7. Recinto Prueba de Motores:

Zona o recinto especializado para este tipo de operación. Se entiende por prueba de motores, toda operación efectuada a una aeronave estacionada, durante la cual, sus motores operan por un período mayor a los cinco (5) minutos o a una potencia/empuje superior a aquella utilizada para las fases de encendido o rodaje, incluido allí el procedimiento de calibración de brújula siempre que, este se realice con los motores encendidos por un lapso superior a los cinco (5) minutos.

Ilustración 9-8. Recinto de prueba de motores

RECINTO DE PRUEBA DE MOTORES
Única en Latinoamérica

EL DORADO



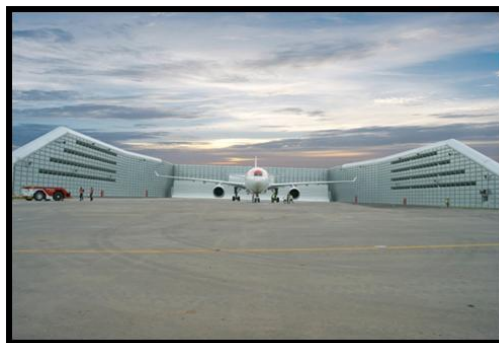
- Estructura metálica que cuenta con 3 paredes recubiertas con paneles acústicos diseñados con tecnología de alta precisión para mitigar el ruido de los motores.
- El recinto se diseñó a la medida de las necesidades de **Eldorado**; obedece a las condiciones particulares del roce, velocidad e intensidad de los vientos. Su ideal localización en el Aeropuerto garantiza la adecuada mitigación del ruido.
- Un sistema de monitoreo determina si es apropiado realizar la prueba de motores según la dirección y velocidad del viento. La tarjeta de memoria registra los cambios cada minuto.



Avión Airbus A330



- Las luces son controladas por foto celdas y se encienden automáticamente al disminuir la luz solar.



Fuente: Área HSEQ Opain 2015

Ilustración 9-9. Localización, Plantas Eléctrica



PLANTAS ELECTRICAS AEROPUERTO	
No.	UBICACION
1	SUBESTACION
2	PRUEBA DE MOTORES O MRO
3	EMISORA
4	SEI
5	PRUEBA DE MOTORES (ANTIGUA) NO SE UTILIZA
6	CISA
7	CENTRO DE GENERACION TERMINAL 2
8	SUBESTACION PRINCIPAL TU 34.5 kV
9	TC2
10	TC3
11	CAC
12	SISTEMA CONTRAINCENDIOS
13	PTAR
14	EBARSUR
15	CONCENTRADOR DE COMUNICACIONES

Fuente: Área HSEQ Opain 2015



Ilustración 9-10. Localización, Plantas Eléctrica por coordenadas








PLANTAS ELECTRICAS AEROPUERTO		Ubicación	
No.	UBICACIÓN	Norte	West
1	SUBESTACION	4°41'55,6"	74°08'33,6"
2	PRUEBA DE MOTORES O MRO	4°42'54,5"	74°10'04,9"
3	EMISORA	4°42'26,1"	74°09'15,4"
4	SEI	4°42'08,8"	74°08'36,4"
5	PRUEBA DE MOTORES (ANTIGUA) NO SE UTILIZA	4°42'54,5"	74°10'04,9"
6	CISA	4°41'20,5"	74°07'59,5"
7	CENTRO DE GENERACION TERMINAL 2	4°41'49"	74°08'20,8"
8	SUBESTACIÓN PRINCIPAL TU 34.5 kv	4°41'40,6"	74°08'10,8"
9	TC2	4°41'35,9"	74°08'15,9"
10	TC3	4°41'28,4"	74°08'06,3"
11	CAC	4°41'33,5"	74°08'11,7"
12	SISTEMA CONTRAINCENDIOS	4°41'34,6"	74°08'13,2"
13	PTAR	4°42'55,4"	74°09'58,2"
14	EBARSUR	4°41'32,7"	74°08'31,0"
15	CONCENTRADOR DE COMUNICACIONES	4°41'29,2"	74°07'45,4"





Fuente: Área HSEQ Opain 2015

Tabla 9-2 Características de las fuentes de Emisión. Alcance 1.


PLANTAS ELECTRICAS AEROPUERTO									
Ubicación	Marca Generador	Motor	Potencia kW	Cantidad de Motores	Tipo de Combustible	Cantidad de Tanques	Capacidad en Gls.	Horas de Uso Mes [h]	Fotografía
SUBESTACION	ATALANTA GENERATOR	CUMMINS	600	2	ACPM	4	2400	0,8	 

PLANTAS ELECTRICAS AEROPUERTO									
Ubicación	Marca Generador	Motor	Potencia kW	Cantidad de Motores	Tipo de Combustible	Cantidad de Tanques	Capacidad en Gl.	Horas de Uso Mes [h]	Fotografía
PRUEBA DE MOTORES O MRO	FG WILSON	PERKINS	600	1	ACPM	1	3000	0,8	 
EMISORA	STEWART & STENVENSON	DETROIT	200	1	ACPM	1	100	0,8	 


PLANTAS ELECTRICAS AEROPUERTO									
Ubicación	Marca Generador	Motor	Potencia kW	Cantidad de Motores	Tipo de Combustible	Cantidad de Tanques	Capacidad en Gl.	Horas de Uso Mes [h]	Fotografía
SEI	CATERPILAR	CATERPILAR	240	1	ACPM	1	200	0,8	
PRUEBA DE MOTORES (ANTIGUA) NO SE UTILIZA	LEROY SOMER	CUMMINS	680	1	ACPM	1	800	0	

PLANTAS ELECTRICAS AEROPUERTO									
Ubicación	Marca Generador	Motor	Potencia kW	Cantidad de Motores	Tipo de Combustible	Cantidad de Tanques	Capacidad en Gl.	Horas de Uso Mes [h]	Fotografía
CISA	STAMFORD	CUMMINS	165	1	ACPM	1	70	0,8	 
CENTRO DE GENERACION TERMINAL 2	STAMFORD	CUMMINS	1998	6	ACPM	7	44560	1,2	 




PLANTAS ELECTRICAS AEROPUERTO



Ubicación	Marca Generador	Motor	Potencia kW	Cantidad de Motores	Tipo de Combustible	Cantidad de Tanques	Capacidad en Gls.	Horas de Uso Mes [h]	Fotografía
SUBESTACIÓN PRINCIPAL TU 34.5 kV	STAMFORD	CUMMINS	100	1	ACPM	2	100+50	0,8	





PLANTAS ELECTRICAS AEROPUERTO

Ubicación	Marca Generador	Motor	Potencia kW	Cantidad de Motores	Tipo de Combustible	Cantidad de Tanques	Capacidad en Gls.	Horas de Uso Mes [h]	Fotografía
TC2	CATERPILLAR	CATERPILLAR	2000	1	ACPM	1	7000	0,8	

PLANTAS ELECTRICAS AEROPUERTO

Ubicación	Marca Generador	Motor	Potencia kW	Cantidad de Motores	Tipo de Combustible	Cantidad de Tanques	Capacidad en Gls.	Horas de Uso Mes [h]	Fotografía
TC3	STAMFORD	CUMMINS	1248	1	ACPM	1	700	0,8	 
CAC	CATERPILLAR	CATERPILLAR	276	1	ACPM	1	300	0,8	

PLANTAS ELECTRICAS AEROPUERTO									
Ubicación	Marca Generador	Motor	Potencia kW	Cantidad de Motores	Tipo de Combustible	Cantidad de Tanques	Capacidad en Gl.	Horas de Uso Mes [h]	Fotografía
SISTEMA CONTRAINCENDIOS	CATERPILLAR	CATERPILLAR	545	1	ACPM	1	400	0,8	
PTAR	STAMFORD	CUMMINS	475	1	ACPM	1	2000	0,8	 

PLANTAS ELECTRICAS AEROPUERTO									
Ubicación	Marca Generador	Motor	Potencia kW	Cantidad de Motores	Tipo de Combustible	Cantidad de Tanques	Capacidad en Gls.	Horas de Uso Mes [h]	Fotografía
EBAL SUR	STAMFORD	CUMMINS	910	1	ACPM	1	2000	0,8	 
CONCENTRADOR DE COMUNICACIONES	STAMFORD	CUMMINS	738	1	ACPM	1	2000	0,8	 

Fuente: Gestores del Proyecto. 2015

9.3.1. Alcance 2: Emisiones indirectas de GEI asociadas a la electricidad.

Las emisiones del Alcance 2 corresponden a aquellas que son indirectamente emitidas por el Aeropuerto a causa del consumo de electricidad. La electricidad adquirida por el Aeropuerto Internacional el Dorado está dado por los siguientes proveedores externos con un consumo anual de 35.622.238 kWh de las instalaciones para el año 2014 (**Tabla 9-3 Consumo de Energía (kWh)**).

Según los datos suministrados se puede determinar que EMGESA es la empresa de mayor de consumo de energía que tiene OPAIN S.A con 32.000.413,6 kWh representando un 90% del total de consumo; este consumo está dado por el concepto de acometida 34.5 kWh y dos subestaciones. Continúa ATESA con un consumo de 1.137.551,81 kWh dado por el concepto de aire acondicionado tc1.

CODENSA tiene un consumo de energía de 1.026.571 kWh representando el 2,8% de consumo total. Este proveedor suministra el servicio con una mayor distribución en los diferentes sectores del Aeropuerto el Dorado, evidencia un consumo alto de energía en los sectores de: caseta satélite 5, suplencia 11,4Kv enero 14-diciembre 14, oficina OPAIN cisa P2 normal, almacén OPAIN cisa bga 6 P1, oficinas y serv.comunes cisa, MRO - nueva zona mantenimiento, oficina OPAIN cisa P2 emerg, subestación emisora; y un consumo bajo de energía para algunos sectores como: caseta satélite 37, bascula pesaje aviones, caseta satélite 45-el triángulo, caseta puerta 2, oficina interventoría operativa, caseta puerta 1, caseta satélite 13,caseta satélite 32.

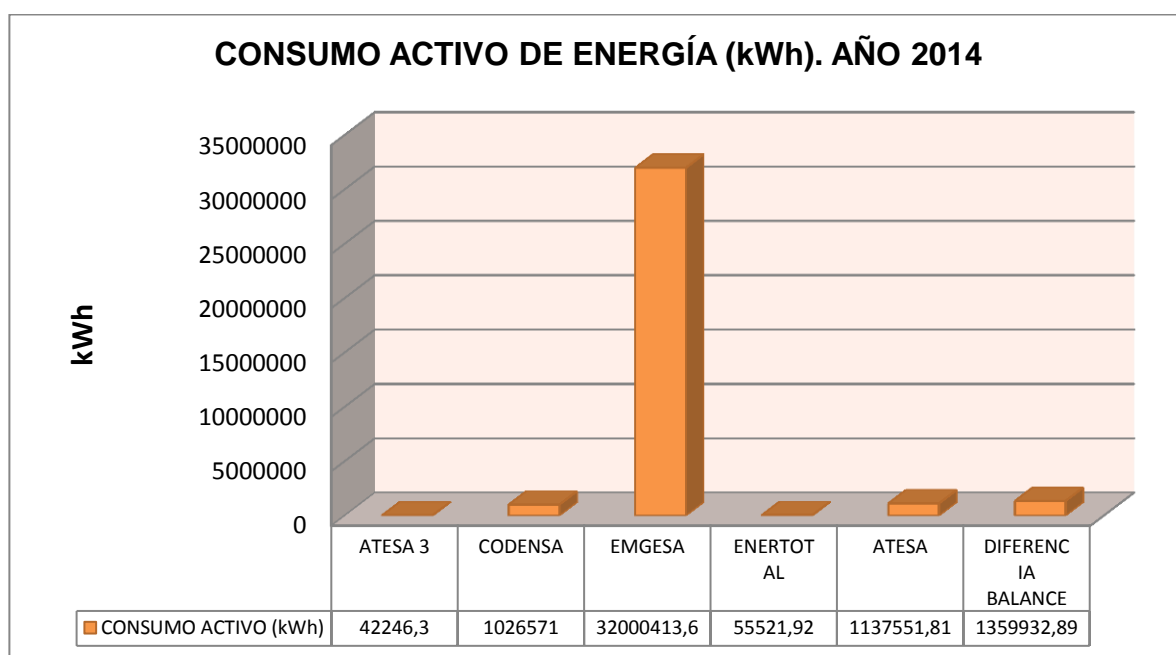
Las empresas que evidencian un menor consumo de energía para OPAIN son ENERTOTAL un consumo de 55.521,92 kWh el cual está dado por el concepto de aire acondicionado tc1 y ATESA 3 con un consumo de 42.246,30 kWh en el sector de comodato ponal carga inter.

Tabla 9-3 Consumo de Energía (kWh).

CONSUMO	COMERCIALIZADOR	CONSUMO (kWh)
CONSUMO OPAIN (kWh)	ATESA 3	42.246,30
	CODENSA	1.026.571
	EMGESA	32.000.413,6
	ENERTOTAL	55.521,92
	ATESA	1.137.551,81
	DIFERENCIA BALANCE	1.359.932,89
CONSUMO TOTAL		35.622.238

Fuente: Gestores del Proyecto. 2015

Figura 9-3 Consumo de Energía en el Aeropuerto el Dorado por Empresa.



Fuente: Gestores del Proyecto. 2015

A continuación se presenta el consumo de energía por cada una de las empresas que prestan el servicio al Aeropuerto el Dorado, segregando en cada una de ellas el sector y el porcentaje de consumo.

ATESA 3.

Tabla 9-4 Consumo de Energía. Empresa ATESA 3

	CONCEPTO	CONSUMO (kWh)
ATESA 3	COMODATO PONAL CARGA INTER	42.246,30
	Consumo Total	42.246,30

Fuente: Gestores del Proyecto. 2015

Figura 9-4 Porcentaje de Consumo de Energía. Empresa ATESA 3



Fuente: Gestores del Proyecto. 2015

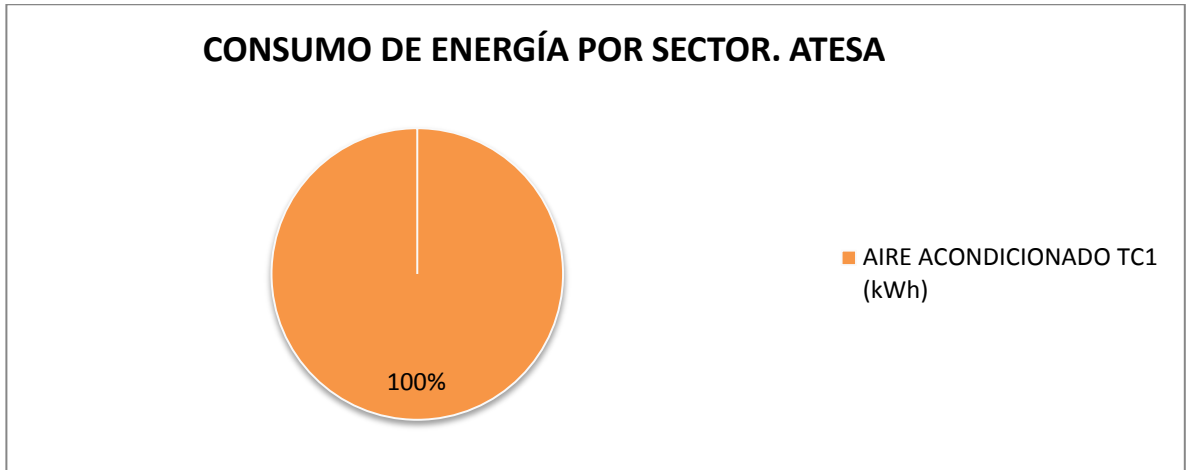
ATESA

Tabla 9-5 Consumo de Energía. Empresa ATESA

	CONCEPTO	CONSUMO (kWh)
ATESA	AIRE ACONDICIONADO TC1	1.137.551,81
	Consumo Total	1.137.551,81

Fuente: Gestores del Proyecto. 2015

Figura 9-5 Porcentaje de Consumo de Energía. Empresa ATESA



Fuente: Gestores del Proyecto. 2015

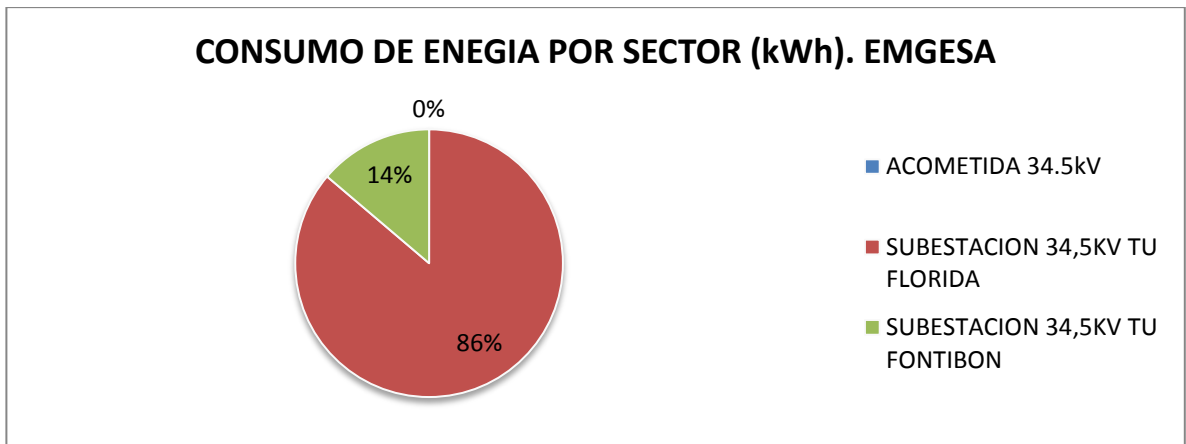
EMGESA.

Tabla 9-6. Consumo de Energía. Empresa EMGESA.

	CONCEPTO	CONSUMO (kWh)
EMGESA	ACOMETIDA 34.5kV	4.225,6
	SUBESTACION 34,5KV TU FLORIDA	27.583.368
	SUBESTACION 34,5KV TU FONTIBON	4.412.820
	Consumo Total	32.000.413,6

Fuente: Gestores del Proyecto. 2015

Figura 9-6 Porcentaje de Consumo de Energía. Empresa EMGESA



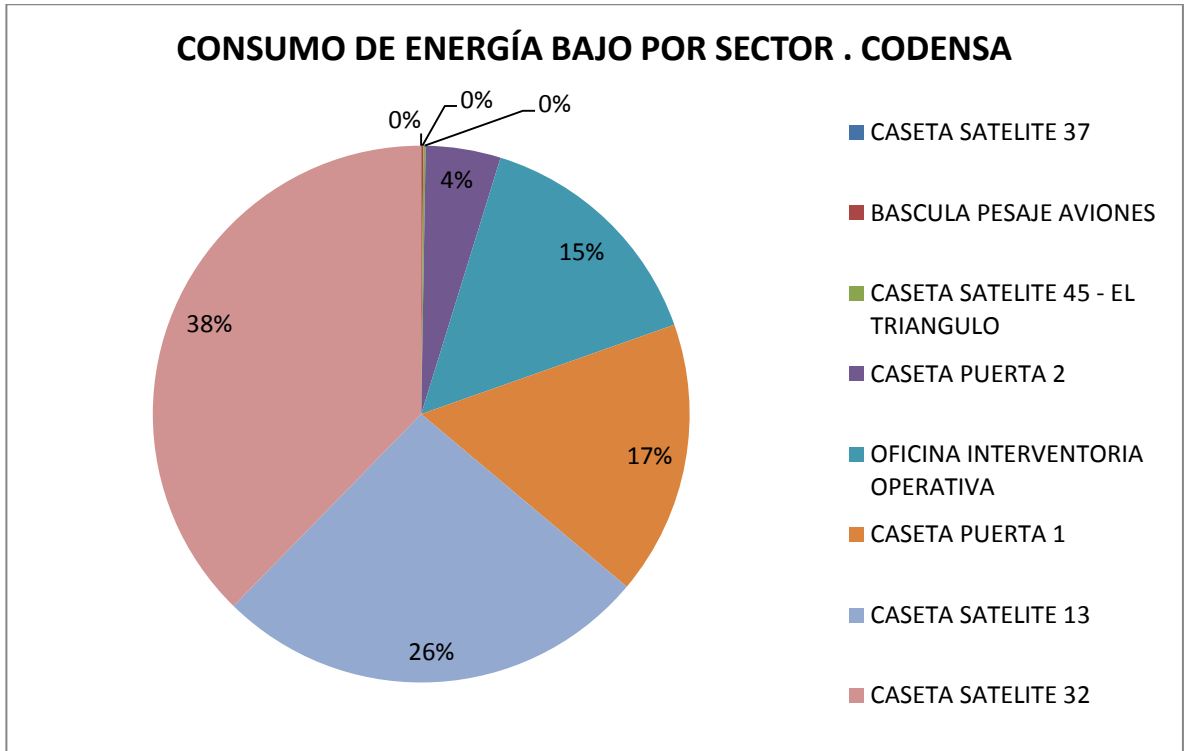
Fuente: Gestores del Proyecto. 2015

Tabla 9-7. Consumo de Energía. Empresa CODENSA.

		CONCEPTO	CONSUMO(kWh)
CODENSA		CASETA SATELITE 37	0
		BASCULA PESAJE AVIONES	17
		CASETA SATELITE 45 - EL TRIANGULO	19
		CASETA PUERTA 2	611
		OFICINA INTERVENTORIA OPERATIVA	2006
		CASETA PUERTA 1	2236
		CASETA SATELITE 13	3547
		CASETA SATELITE 32	5100
		CASATASATELITE 5	6066
		SUPLENCIA 11,4Kv ENERO 14-DICIEMBRE 14	21234
		OFICINA OPAIN CISA P2 NORMAL	28560
		ALMACEN OPAIN CISA BGA 6 P1	33730
		OFICINAS Y SERV.COMUNES CISA	107673
		MRO - NUEVA ZONA MANTENIMIENTO	147533
		OFICINA OPAIN CISA P2 EMERG	233080
		SUBESTACION EMISORA	435159
		Consumo Total	1026571

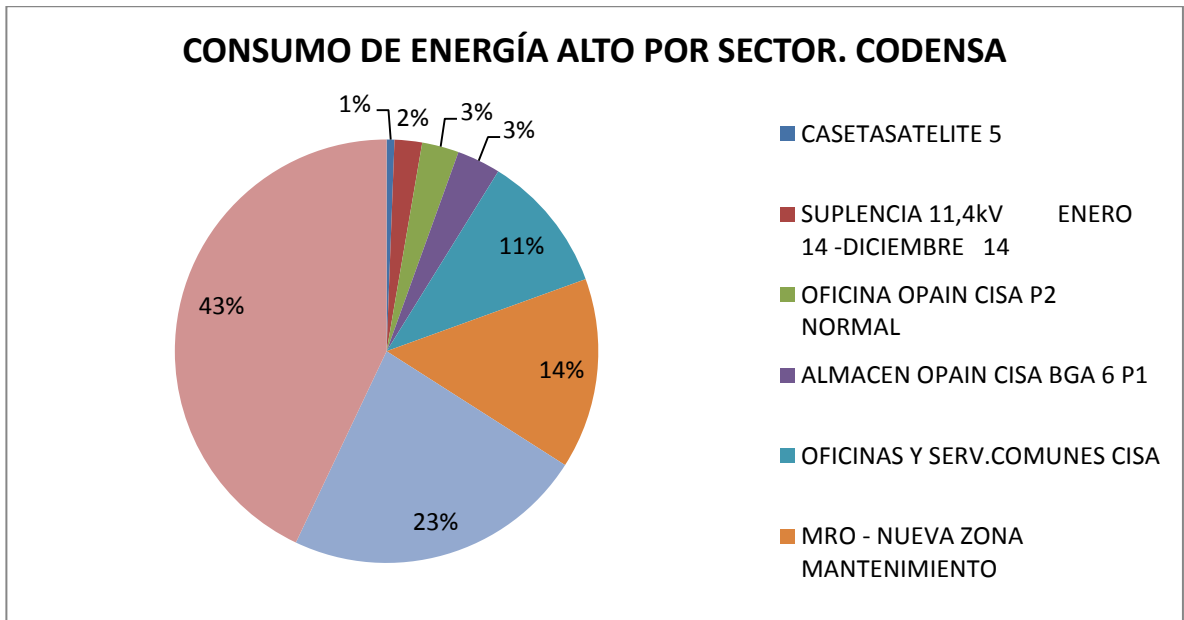
Fuente: Gestores del Proyecto. 2015

Figura 9-7. Porcentaje de Consumo Bajo de Energía. Empresa CODENSA.



Fuente: Gestores del Proyecto. 2015

Figura 9-8. Porcentaje de Consumo Alto de Energía. Empresa CODENSA.



Fuente: Gestores del Proyecto. 2015

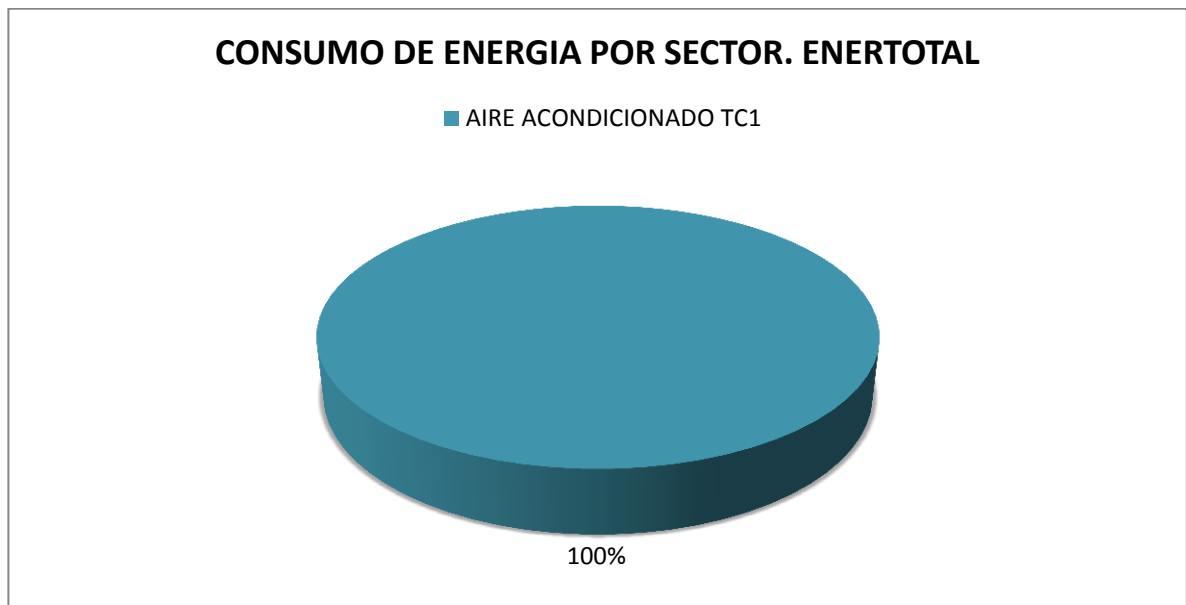
- **ENERTOTAL**

Tabla 9-8 Consumo de Energía. Empresa ENERTOTAL

		CONCEPTO	CONSUMO (kWh)
ENERTOTAL		AIRE ACONDICIONADO TC1	55.521,92
		Consumo Total	55.521,92

Fuente: Gestores del Proyecto. 2015

Figura 9-9 Porcentaje de Consumo de Energía. Empresa ENERTOTAL



Fuente: Gestores del Proyecto. 2015

Emisiones por de Residuos Peligrosos en el Aeropuerto Internacional el Dorado

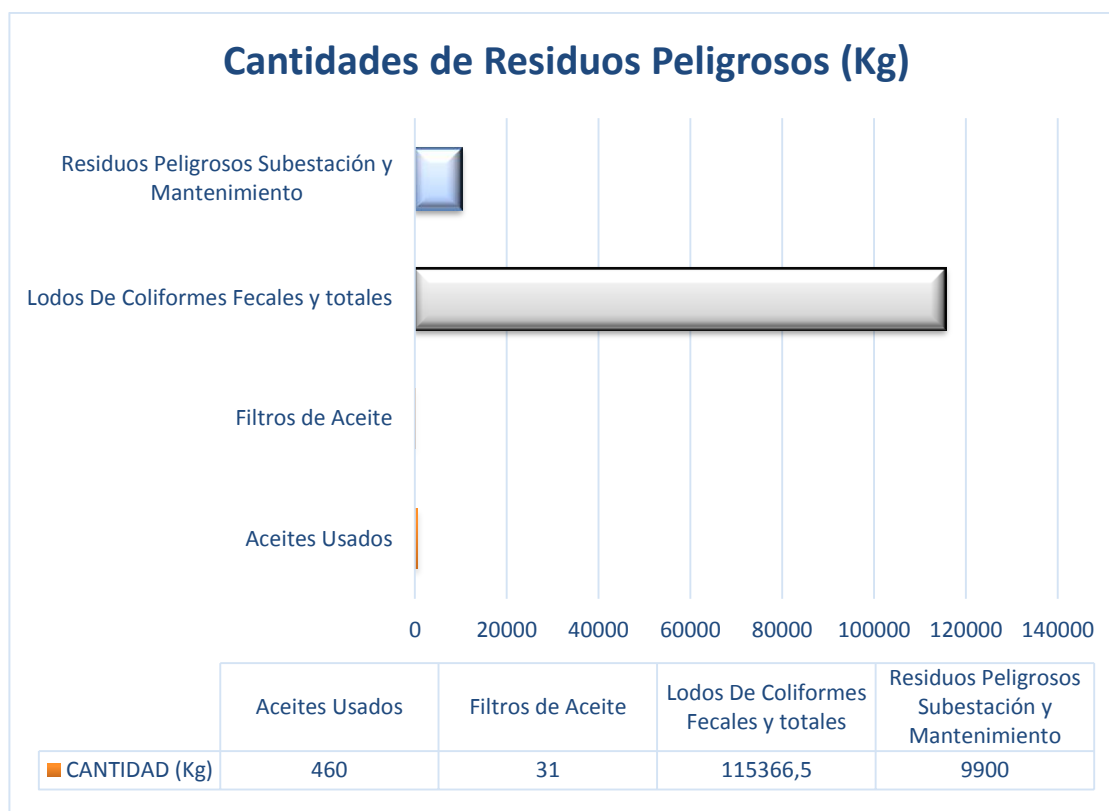
De acuerdo con la generación de residuos peligrosos el aeropuerto el Dorado se evidencia la mayor cantidad en kilogramos (kg) generados es en las lagunas de oxidación con un valor de 115366.5 Kg con un resultados de lodos de coliformes fecales y totales, continuando con los residuos peligrosos generados por el área de mantenimiento con un valor de 9900 kg, es de anotar que esos residuos peligrosos se generan de dichas actividades, los cuales son incinerados dando cumplimiento a la normatividad legal vigente.

Tabla 9-9 Cantidades de Residuos Peligrosos

TIPO DE RESPEL	CANTIDAD (Kg)
Aceites Usados	460
Filtros de Aceite	31
Lodos De Coliformes Fecales y totales	115366,5
Residuos Peligrosos Subestación y Mantenimiento	9900
Emisiones Totales	125.757,5

Fuente: Gestores del Proyecto. 2015

Figura 9-10 Cantidades de Residuos Peligrosos

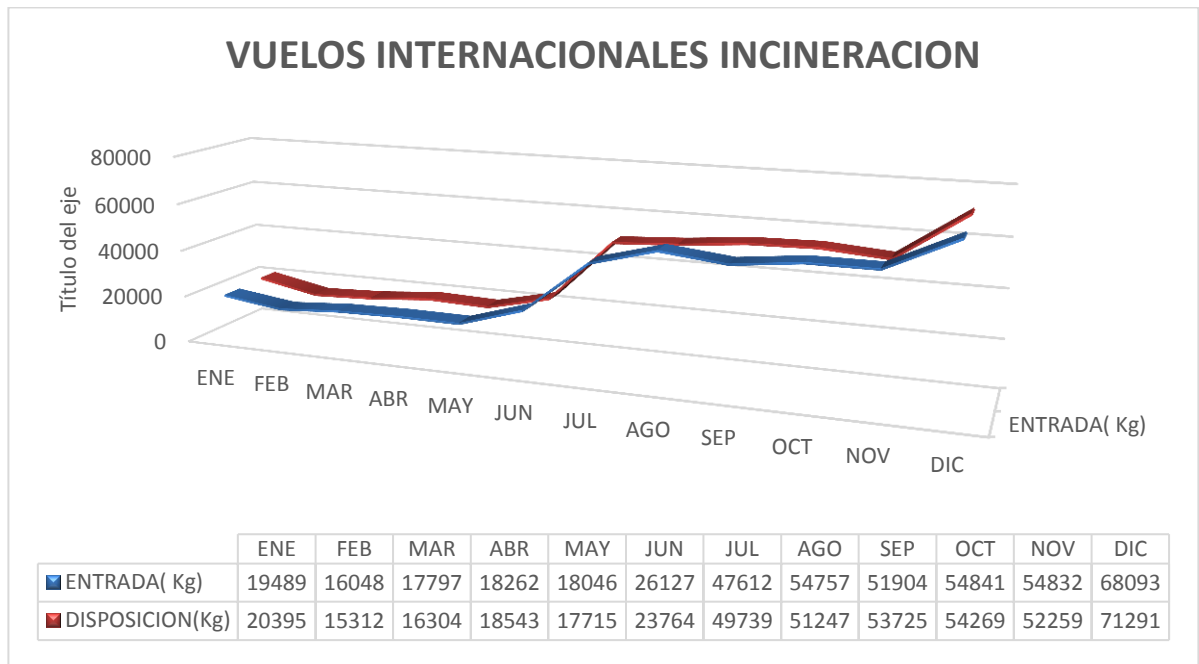


Fuente: Gestores del Proyecto. 2015

Los residuos de vuelos internacionales son también considerados residuos peligrosos por sus características, además se considera las exigencias de cumplimiento con los entes de vigilancia como el Ministerio de Salud, Secretaria de salud en el área de puertos seguros y Ministerio de ambiente a través de la ANLA (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales) , el manejo de estos residuos por decreto 389 de 1979 por Ministerio de Agricultura y decreto 1601 DE 1984 (27 de Jun. de 1984) *por el cual se reglamentan parcialmente los Títulos*

111, V Y VII de la Ley 09 de 1979, en cuanto a Sanidad Portuaria y Vigilancia Epidemiológica en naves y vehículos terrestres obliga a la incineración de este tipo de residuos.

Figura 9-11 Residuos de Vuelos Internacionales



Fuente: Gestores del Proyecto. 2015

9.3.2. Alcance 3: Otras emisiones indirectas

Es una categoría opcional de reporte, que permite incluir el resto de las emisiones indirectas. Las emisiones del alcance 3 son consecuencia de las actividades de la empresa, pero ocurren en fuentes que no son propiedad ni están controladas por ésta.

Es una categoría opcional de reporte, que permite incluir el resto de las emisiones indirectas. Las emisiones del alcance 3 son consecuencia de las actividades de la empresa, pero ocurren en fuentes que no son propiedad ni están controladas por ésta, por ejemplo los equipos de asistencia en tierra en el aeropuerto.

Equipo terrestre aeronáuticos. Artículos especiales que se usan para el mantenimiento, reparación y servicio de las aeronaves en tierra, incluso los aparatos comprobadores y los elementos utilizados para el embarque y desembarque de pasajeros y carga. Nota: *Definición adicionada conforme al artículo 1º de la Resolución No. 00012 del 05 de enero de 2015. Publicada en el Diario Oficial No. 49.394 del 14 de enero de 2015.*

- **Tractor de arrastre:** Es especialmente concebido para realizar las maniobras de arrastre y de empuje de aeronaves. Con sus reducidas dimensiones, tracción total permanente a las 4 ruedas y opcionalmente equipado con un sistema de dirección a las cuatro ruedas lo hacen especialmente adecuado a las citadas operaciones. Tractor dotado de puesto de conducción adelantado con un excelente ángulo de visión del gancho delantero y del gancho trasero, para maniobras push-pull, y tracción a las cuatro ruedas. El tractor puede suministrarse con una amplia gama de opcionales, tales como cabina abierta o cerrada con o sin calefacción/aire acondicionado, dirección a las cuatro ruedas, marcha atrás/adelante por impulsos desde la parte posterior, gancho trasero operado desde cabina, gancho delantero, sistema de rellenado automático de aceite, etc
- **Pay Mover:** Se conecta al tren de nariz con el tiro su función es remolcar el avión, hasta una calle de rodaje o hasta un lugar donde el avión no valla a causar ningún daño cuando sean prendidos los motores. A la hora de remolcar tendrán que haber 2 personas en el pay mover, una que opere el vehículo y otra que mantiene la comunicación con el primer comandante en cabina
- **Conveyor Belt:** Es una banda transportadora que permita el cargar y descargar del equipaje a granel de los aviones. Deben tener un pasamanos que asegura la protección del hombre que opera este equipo. Tiene bandas

protectoras de caucho para evitar dar algún golpe al avión a la hora del acoplamiento, sin embargo ningún equipo o vehículo puede tocar el avión y deben mantener una distancia de aproximadamente 2 pulgadas.

- **Vehículo Cisterna:** Su Ingreso al diamante de seguridad depende de la altura de los planos del avión y es el que provee el combustible “JET A1” a la aeronave. Los puntos de conexión para tanquear queda en los planos y existen dos formas: una es por la parte inferior donde ingresa el combustible por presión o también por la parte superior donde ingresa el combustible por gravedad. Si la altura del avión permite que este vehículo pueda estacionarse debajo de los planos si entrará al diamante de seguridad de lo contrario no podrá ingresar. El personal que maneja este vehículo y el encargado de proveer el combustible es altamente calificado y entrenado para desarrollar esta tarea. Este vehículo tiene dos sistemas de frenos y doble sistema de extinción de incendios, la puerta del conductor siempre estará abierta mientras se esté aprovisionando el combustible, entre otras normas de prevención; es el vehículo con más restricciones y normas de seguridad.
- **Dollie:** Equipo ingresa al diamante de seguridad. Aplica para aviones tipo 767. Es un equipo que puede ser individual o un tren que acude hacia o desde los puestos de estacionamiento y/o bodegas de carga para hacer la transferencia al Dorry, con el fin de proceder a desembarcar o embarcar carga. En la plancha contiene rodillos que facilitan el movimiento y transferencia de la carga.
- **Carro Escalera:** Vehículo Automotor. Ingresa al diamante de seguridad. Es un vehículo que cuenta con una escalera que alcanza grandes alturas, por eso mismo es utilizado solo para los aviones más grandes y permite que las escaleras sean más amplias, y algunos cuentan con iluminación para los escalones. Contiene estabilizadores que se apoyan al piso para evitar un rodamiento. Todas las escaleras contienen un borde de caucho para evitar golpear el avión.

Ilustración 9-11. Equipos de asistencia en tierra en el aeropuerto



Fuente: Área HSEQ Opain 2015

Emisiones de Aeronaves:

Para la realización del inventario de las aeronaves, hay que considerar gran diversidad de parámetros y de fuentes de información externas. Los parámetros a tener en cuenta para posteriormente poder realizar el cálculo de las emisiones son los siguientes: 1. Las variables de actividad: en el caso del tráfico aéreo la variable de actividad puede ser, dependiendo de la metodología a emplear alguna de las siguientes: - Combustible vendido al tráfico aéreo tanto en vuelos domésticos como internacionales. - Número de ciclos LTO, divididos en ciclos LTO nacionales e internacionales. - Número de ciclos LTO por tipo de aeronave, divididos de nuevo en vuelos nacionales e internacionales. - Datos vuelo a vuelo con información detallada acerca del tipo de aeronave utilizada en cada vuelo concreto y la distancia realizada, en trayectos tanto nacionales como internacionales. La información debe ser lo más detallada posible de forma que, dependiendo del

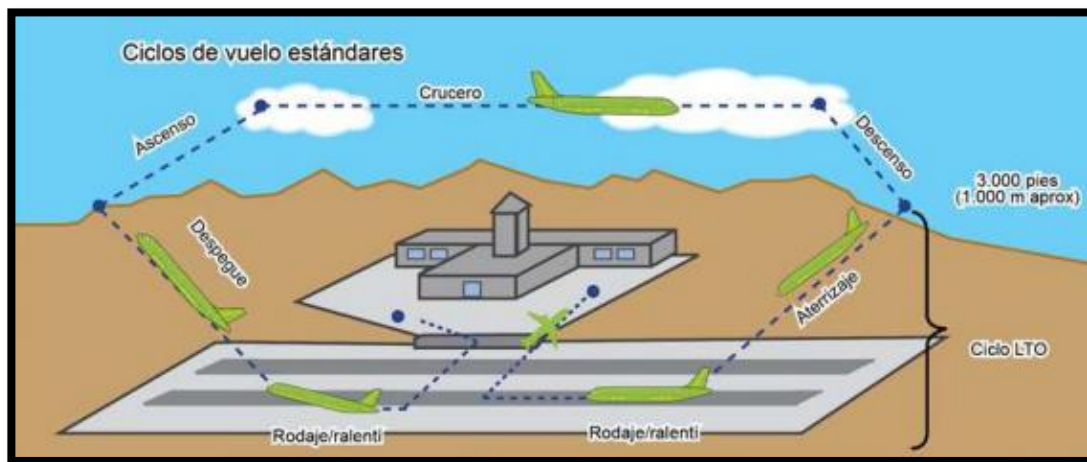
grado de desagregación de los datos conseguidos, se podrá emplear diferentes metodologías más o menos detalladas.

Los factores de emisión de los contaminantes:

Las fuentes de información para la obtención de los factores de emisión son:

- Agencia Europea de Medioambiente (EEA):
- Libro guía EMEP/CORINAIR de inventario de emisiones a la atmósfera 2007.
- Libro guía EMEP/EEA de inventario de emisiones a la atmósfera 2009.
- Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC).
- IPCC 2006: 2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.
- CEPMEIP: Co-ordinated European Programme on Particulate Matter Emission Inventories, Projections and Guidance. (http://www.air.sk/tno/cepmeip/em_factors.php) – ICAO Database Emissions Databank: (<http://www.caa.co.uk/default.aspx?catid=702&pagetype=90>)

Ilustración 9-12 Fases en las que se divide un vuelo para medición de huella de carbono



Fuente: http://www.obsa.org/Lists/Documentacion/Attachments/418/Elaboraci%C3%B3n_inventarios_emisiones_aeropuertos_ES.pdf

9.4. ELABORACIÓN DEL MAPPING PARA IDENTIFICAR LOS IMPACTOS CAUSADOS Y ANALIZAR LOS RESULTADOS POR LA GENERACIÓN DE CO₂

9.4.1. Método de cálculo de la Huella de Carbono

Para la elaboración de este estudio se tiene en cuenta que el conjunto de emisiones en el que se centra el documento será según los alcances 1 y 2; se realizará el cálculo de la huella de carbono según los alcances establecidos para cada una de las actividades mencionadas anteriormente (ver **Ilustración 9-13** *Resumen de alcances y las fuentes de emisiones en el Aeropuerto Internacional el Dorado*). Además se indicarán los factores de emisión correspondientes de acuerdo a las actividades o fuentes del aeropuerto.

Ilustración 9-13 Resumen de alcances y las fuentes de emisiones en el Aeropuerto Internacional el Dorado



Fuente: Gestores del Proyecto. 2015

Para cada una de las actividades analizadas se aplicara la siguiente formula:

$$\text{Huella de carbono (t CO}_2\text{)} = \text{Dato actividad} \times \text{Factor Emisión}$$

Siendo:

- Dato de actividad: el parámetro que define la actividad referido al factor de emisión (p.ej.: kWh de gas natural)
- Factor de emisión: cantidad de CO₂ emitido por cada unidad del parámetro “dato de actividad” (p.ej.: 0.202 kg CO₂/kWh)
- La unidad utilizada para exponer los resultados (t CO₂) representa la tonelada equivalente de CO₂, unidad universal de medida que indica el potencial de calentamiento global (PCG) de cada uno de los GEI.

La herramienta Airport Carbon and Emission Reporting Tool (ACERT) fue financiado inicialmente por Transport Canada. A lo largo del desarrollo y modificaciones del proyecto, que recibió un importante apoyo de los Consejo Internacional de Aeropuertos, Zurich Airport, y Toronto Pearson Airport.

Los siguientes organismos e individuos contribuyeron en el desarrollo de este modelo:

- Transport Canada Alec Simpson
- Sheila Sankey
- Consejo Internacional de Aeropuertos (ACI) Xavier Oh
- Zurich Airport Emanuel Fleuti
- Toronto Pearson Aeropuerto Randy McGill
- Allison Barrett
- Tetra Tech (EBA) Clark Norton
- Daniel Qian
- Carmen Yu

Los aeropuertos tienen muchas opciones para incluir fuentes y alcances, para el Aeropuerto Internacional el Dorado se estableció una hoja de cálculo que ofrece un único sistema, llamado Airport Carbon and Emission Reporting Tool (ACERT v3.0 2014) para permitir la compatibilidad global. Un aeropuerto puede categorizar las fuentes de manera diferente o añadir otros para sus propios fines.

Para poder definir resultados en esta hoja de cálculo se establecieron los siguientes parámetros para la definición del cálculo de huella de carbono:

- **Alcance 1: Emisiones Directas del Operador del Aeropuerto**

Emisiones de los vehículos de la parte aeronáutica se basan totalmente en combustible suministrado. Combustible dispensado a los vehículos.

Se requiere de combustible, utilizado para la generación de energía por plantas de aeropuerto las cuales cuentan como Alcance 1 para este mismo.

- **Alcance 2: La electricidad y el calor adquirido por el Operador Aeropuerto**

Se establece el factor de emisión de CO₂ para las redes nacionales que están disponibles, y es donde se genera la electricidad para el aeropuerto.

Para el cálculo de la huella de carbono se tienen en cuenta las siguientes medidas establecidas por la herramienta Airport Carbon and Emission Reporting Tool (ACERT v3.0 2014)

- CO₂ equivalente (CO₂e) para el CH₄ y N₂O se calculan utilizando Potencial de Calentamiento Global (GWP) factores de 21 y 310, respectivamente.
- Unidad de Tráfico (TU) = 1 PAX movimiento o 100 kg de carga que llegan o salen(este no se utiliza para el presente proyecto puesto es para alcance 3)

9.4.2. Cálculo De La Huella De Carbono: Emisiones Cuantificadas.

A continuación se exponen los resultados del cálculo, obtenidos a partir de los alcances establecidos en el proyecto.

9.4.2.1. Alcance 1: Emisiones directas de GEI

- Consumo de Combustible por Vehículos

A continuación los datos en este alcance que se incluyen es el consumo de combustible de transporte realizado por los vehículos que son propiedad o están controlados por la empresa y, por lo tanto, puede incidir directamente en la reducción de sus emisiones.

Tabla 9-10 Combustible utilizado en vehículos

Fuel used in vehicles, including airside transport, machinery, ground service equipment			
Total Fuel used in Vehicles	Airport Owned Vehicles	Non-Airport, Tenant, or Airline Vehicles	Unit
Gasoline	6.148		litre
Diesel	124.777		litre
Natural Gas	0		kg
Propane	0		litre
Biofuel	0		litre

Fuente: Área HSEQ Opain 2015

Tabla 9-11 Combustible utilizado por vehículos de bomberos

Fuel used for fire training			
Fuel	Airport Owned Fire Services	Non-Airport Owned Fire Services	Unit
Kerosene			litre
Butane			litre
Propane			kg
Diesel	908		litre
Jet A			litre
Jet B			litre
Wood			kg

Fuente: Área HSEQ Opain 2015

- Consumo de Combustibles Fósiles en Fuentes Fijas: Plantas Eléctricas:

En este alcance se incluyen las emisiones derivadas del consumo de combustibles en instalaciones fijas como son:

Tabla 9-12 Combustible utilizado para las unidades de generación de energía de emergencia estacionaria

Fuel used for Stationary Emergency Power Generation Units			
Fuel	Airport Owned Equipment	Tenant Owned Equipment	Unit
Diesel or Jet A	39.477		litre

Fuente: Área HSEQ Opain 2015

9.4.2.2. Alcance 2: Emisiones indirectas de GEI asociadas a la electricidad.

▪ Consumo de Electricidad

EL consumo de electricidad del Aeropuerto se debe principalmente a iluminación y climatización. La información relativa a consumo de electricidad ha sido aportada por la empresa (en kWh), procedente de varios proveedores externos mencionados anteriormente en el numeral (9.3.2.1 Proveedores que suministran de energía para las actividades al Aeropuerto Internacional el Dorado). Es importante señalar que para el Aeropuerto, debido a que la electricidad es controlada por varias comercializadoras, en lugar de desglosar los kWh consumidos en cada una de ellas; se simplificó el procedimiento y se realizó una suma total de consumo.

Dato de Actividad

Consumo Energía Eléctrica	KWh
Total Consumo Aeropuerto	35.622.238 Kwh

Factor de Emisión

Los factores de emisión de CO₂ para las redes eléctricas nacionales tomadas del Protocolo GHG WRI se utilizan de forma predeterminada. De acuerdo con la herramienta se establece que para el cálculo se debe contemplar como Factor de emisión Colombia Resolución 91304 de 2014 del ministerio de Minas y Energía el cual es de 374 g CO₂/Kwh

Tabla 9-13 Electricidad anual total

Total annual Electricity purchased by airport from off-site supplier	<input type="text" value="35.622.238"/>	kWh	
Total annual Electricity purchased then resold to tenants:	<input type="text" value="0"/>	kWh	
Total annual Electricity generated by airport and sold to tenants	<input type="text" value="0"/>	kWh	
Total annual Electricity purchased by tenants directly from off-sit	<input type="text" value="0"/>	kWh	
Your country is	<input type="text" value="Colombia"/>	Default EF is	
		<input type="text" value="411,5"/>	g CO2/k
Input your actual emissions factor, if you know it (if not, leave blank	<input type="text" value="374,0"/>		g CO2/k

Fuente: Área HSEQ Opain 2015

Se incluye la generación de emisiones que ocasiona la incineración de residuos peligrosos de las actividades propias del aeropuerto las cuales se describen en toneladas (Ton).

Tabla 9-14 Residuos solidos

Solid Waste Processing			
Waste disposal	On site (under airport control)	Off-airport (contractor)	Unit
Municipal waste incineration	1.270		tonnes
Industrial waste incineration	99		tonnes
Wood or plant material incineration	0		tonnes
Composting	0		tonnes

Fuente: Área HSEQ Opain 2015

Cuando se incluyen los datos anteriores a la herramienta genera un resultado el cual se describe a continuación:

Tabla 9-15 Resultados de GEI (CO_{2e}), Alcances 1 y 2.

Greenhouse Gases (t)							
Entity	Source	Scope	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO _{2e}	CO _{2e} %
Airport Operator	Airside Vehicles	1	346	0,0157	0,0194	353	2,37%
	Buildings (gas/oil/coal)	1	0	-	-	-	0,00%
	Fire Training	1	2	0,0001	0,0002	2	0,02%
	Emergency Generator	1	105	0,0053	0,0158	110	0,74%
	Glycol	1	0			-	0,00%
	Process (Waste/Water)	1	154	45	0	1.118	7,50%
	Electricity Purchase	2	13.323			13.323	89,38%
	Heat Purchase	2	0	-	-	-	0,00%
Airport Operator Sub-total						14.906	100,0%
Total Emissions (tonne)			13.931	44,74	0,11	14.906	100,00%

Fuente: Área HSEQ Opain 2015

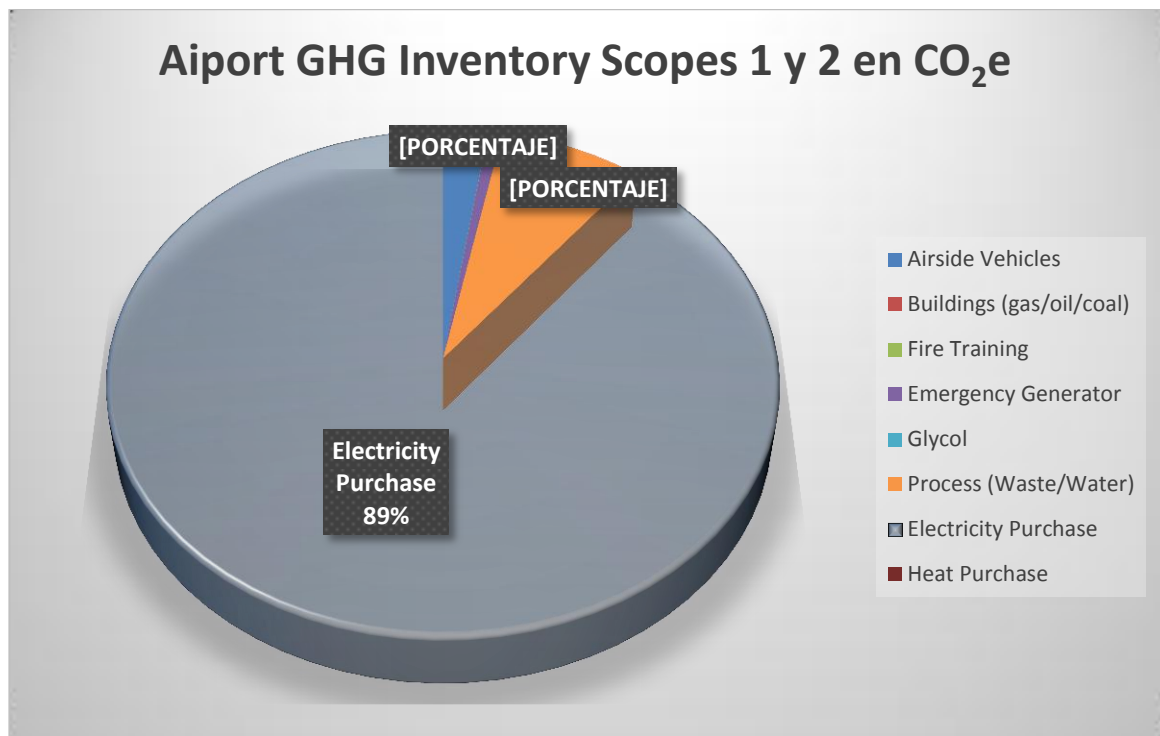
Summary	t CO _{2e}	CO _{2e} %
Airport Scope 1	1.583	10,62%
Airport Scope 2	13.323	89,38%
Airport Scope 3	-	0,00%

Total CO_{2e} Emissions (t)	14.906	100%
--	---------------	-------------



De acuerdo con el resultado de la medición de huella de carbono se puede concluir el 89.38% es debido a la generación de electricidad por las diferentes actividades realizadas en el aeropuerto el Dorado, incluyendo iluminación, esto refleja una alta concentración de CO₂ con un total de emisión de 13.323 y CH₄ de 44.74 toneladas, se describe en la **Figura 9-12** Contribución Huella de Carbono (HDC) Alcance 1 y 2.

Figura 9-12 Contribución Huella de Carbono (HDC) Alcance 1 y 2



Fuente: Gestores del Proyecto. 2015

De acuerdo con el resultado el 89.38% corresponde a la electricidad en el aeropuerto, siguiéndola con el 8% generada por la incineración de residuos peligrosos RESPEL que incluyen los hospitalarios por sanidad aeroportuaria y vuelos internacionales y los generados por el administrador del aeropuerto, el 2% y 1% es referente a los vehículos directos de Opain S.A. los cuales son contemplados en el scope 1.

9.5. MEDIDAS DE REDUCCIÓN (REDUCTION) NECESARIAS PARA LA MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS IDENTIFICADOS.

La efectividad de la huella de carbono viene dada, no solamente de obtener el conocimiento de las emisiones de CO₂ de las que es responsable una actividad o proceso, sino también establecer unos objetivos y líneas de acción de mejora. Es difícil gestionar y mejorar una actividad si no se dispone de una medición comparable y objetiva que la defina.

Mediante el cálculo de la huella de carbono se identifican todas las fuentes de emisión de CO₂ y consecuentemente se logra un mejor conocimiento de cuáles son los puntos críticos. De esta manera, se pueden definir de una forma más precisa medidas de reducción del consumo y medidas de eficiencia energética.

Así como el cálculo de la huella de carbono se realiza para un año concreto, en el contexto del plan de mejora se debe tomar un año (año base) de referencia, para el caso del aeropuerto el dorado se tomó como base el año 2014, con objeto de computar las reducciones realizadas en referencia a dicho año. También, tal y como se indica en el Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte de GHG Protocol, la referencia temporal respecto a la cual medir la eficacia de un plan de reducción de emisiones, en lugar de ser un año concreto, puede ser el promedio de varios años o bien una referencia móvil (normalmente, el año anterior al año de cálculo).

Finalmente, hay que mencionar que las empresas tienen la posibilidad de compensar sus emisiones en proyectos que promueven la reducción de emisiones. La compensación no reduce la huella de carbono, que es un compromiso individual, pero permite a las empresas contribuir a la consecución del objetivo global de lucha contra el cambio climático. (Oficina Española de Cambio Climático. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente., 2015)


La elaboración de las fichas de las medidas de reducciones es la fase del Plan de Acción que controla las emisiones producidas por las actividades del Aeropuerto.

Posiblemente es la fase de mayor importancia y complejidad.

La estructura de las fichas de medidas de actuación propuestas es la siguiente:

1. Encabezado de la ficha
2. Objetivo
3. Impactos potenciales
4. Descripción de la medida
5. Momento de implementación
6. Recursos
7. Actividades a desarrollar
8. Indicadores de seguimiento
9. Emisiones de CO₂
10. Reducciones en el periodo 2014 – 2015
11. Monitoreo y control
12. Responsables

Ilustración 9-14 Formato Ejemplo De Ficha De Plan De Acción De Mejora

Nombre de la empresa	Medida N° 7	Fomento de programas de formación "Comportamientos ambientalmente responsables" en temas de cambio climático, ahorro y eficiencia energética, compras verdes, huella de carbono, huella hídrica, entre otras, para trabajadores, gestores y responsables, tanto de las administraciones como de las empresas y otras organizaciones y entidades, procurando que tengan un carácter activo, innovador y participativo.
ALCANCE 1 y 2		DESCRIPCIÓN. Incluye las emisiones directas y las derivadas del consumo de electricidad
Línea(s) de Acción de Mejora		Poner en práctica acciones de ahorro, incentivar a las buenas prácticas ambientales.
3.1		
1. Objetivo		
Reducir del consumo energético mediante buenas prácticas en el puesto de trabajo.		
Contaminación Atmosférica		2. Impactos Potenciales
El agotamiento progresivo de los recursos no renovables		
3. Descripción de la Medida a Mitigar		
<p>En el Aeropuerto el Dorado se considera fundamental que los empleados cuenten con la formación necesaria para el buen desarrollo de su actividad. Y no menos importante es que adquieran unos conocimientos básicos en temas ambientales para afianzar las medidas que se van implantando. Por este motivo, cada año se realizara unas jornadas formativas "Comportamientos ambientales responsables" encaminadas a dar unas pautas de comportamiento responsable en los puestos de trabajo, enfocadas al ahorro en el consumo energético fundamentalmente.</p> <p>Estas jornadas se emplean como foro de debate entre los empleados y el formador, de manera que exista una retroalimentación que nos ayude a todos a mejorar.</p>		
		
Tipo de Energía	Ventajas	Inconvenientes
Eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> * Disminución en consumo de energía * Disminución de costos para la empresa * Promover la reducción de las emisiones de CO₂ * Eficiencia energética y lucha contra el cambio climático. * Mejorar el rendimiento de los equipos * Nueva cultura del ahorro en el Aeropuerto 	<ul style="list-style-type: none"> * Falta de apropiación por las acciones de mejora por el personal. * Falta de innovación en las capacidades. * Costos de las capacitaciones adquiridas por la empresa.
4. Momento de Implementación		Ejecución año 2016
5. Recursos/medios necesarios		Aporte económico. Aporte de conocimientos. Materiales (presentación PowerPoint) y sala de juntas.
6. Actividades a Desarrollar		
<ul style="list-style-type: none"> * Ahorro y eficiencia energética en iluminación (aprovechar luz natural) * Ahorro y eficiencia energética en equipos de oficina * Ahorro y eficiencia energética en sistemas eléctricos industriales * Ahorro y eficiencia energética en climatización de instalaciones 		
7. Indicadores de Seguimiento		
N° de jornadas realizadas		
Cantidad de consumo de energía por el Aeropuerto anual		
Emisiones de CO ₂ .		
8. Emisiones CO₂		
Fuente de emisión	Consumo	Huella de Carbono (2014)
Electricidad	35.622.238	13.323
Vehiculos, Plantas Electricas	171,3	453
Residuos Peligrosos	1.369	154
9. Reducciones. Periodo: 2014-2015		
AHORRO ELÉCTRICO (kWh/año)	AHORRO DE COMBUSTIBLE (---)	AHORRO DE EMISIONES (tCO₂eq/año)
10. Monitoreo y Control		
Se debe dejar registro de todas las reuniones sostenidas tanto con las entidades como con las personas involucradas. Así mismo, se debe mantener los registros de consumo de energía al día correspondientes.		
11. Responsables		
Área HSEQ OPAIN S.A		

Fuente: Gestores del Proyecto. 2015

A continuación se describen los apartados de la ficha del Plan de Acción De Mejora para cada una de las medidas propuestas

1. **Encabezado de la ficha:** en esta primera parte de la ficha debe mencionar el nombre de la empresa, el número de la medida, el título de la medida y la línea de acción de mejora en la que se enmarca la medida propuesta.

Logo de la empresa	Medida N° 1	Fomento de programas de formación "Comportamientos ambientalmente responsables" : en temas de cambio climático, ahorro y eficiencia energética, compras verdes, huella de carbono, huella hídrica, entre otras, para trabajadores, gestores y responsables, tanto de las administraciones como de las empresas y otras organizaciones y entidades, procurando que tengan un carácter activo, innovador y participativo.
ALCANCE 2		DESCRIPCIÓN. Incluye las emisiones directas y las derivadas del consumo de electricidad
Línea/s de Acción de Mejora		Puesta en práctica acciones de ahorro, incentivar a las buenas prácticas ambientales.
3.1		

Algunas de las medidas que pueden emplearse a nivel organizacional se observan en la **Tabla 9-16** Medidas de Reducción y Línea/s de Acción de Mejora Por Sector. Las líneas de acción de mejora se enmarcan en sectores, enunciando para cada uno de ellos los niveles de acción.

En la siguiente tabla se muestran las Línea/s de Acción de Mejora que se establecieron en proyecto.

Tabla 9-16 Medidas de Reducción y Línea/s de Acción de Mejora Por Sector

ALCANCE	SECTOR	TITULO DE LA MEDIDA	LÍNEA/S DE ACCIÓN DE MEJORA	CODIGO
ALCANCE 1	TRANPORTE	Potenciación del uso de los vehículos industriales de tipo eléctrico o híbrido.	Cambio de buses satélite por híbridos y los vehículos de la compañía por tipo eléctrico.	1.1
		Efectuar mantenimiento periódico de los vehículos empleados	Contribuir al mantenimiento de los vehículos con un ente certificado, el cual garantice el 100% de efectividad.	1.2
		Implementar bandas transportadoras dentro del terminal de pasajeros.	Contribuir a la movilidad sostenible como proyecto de disminución a la huella de carbono	1.3
		Reducción del uso del vehículo: incentivar uso de la bicicleta y otros mecanismos de transporte limpios.	Contribuir a la movilidad sostenible como proyecto de disminución a la huella de carbono	1.4
ALCANCE 2	ILUMINACION/EQUIPOS	Desarrollo de buenas prácticas de ahorro y eficiencia energética, mediante tecnologías y buenos usos para reducir sus emisiones.	Poner en práctica acciones de ahorro, incentivar a las buenas prácticas ambientales.	2.1
		Incentivar energías alternativas para carga de celular en el aeropuerto y en oficinas de OPAIN S.A	Adquirir cargadores solares	2.2
ALCANCE 1 y 2	MEDIDAS GENERALES	Fomento de programas de formación "Comportamientos ambientalmente responsables" : en temas de cambio climático, ahorro y eficiencia energética, compras verdes, huella de carbono, huella hídrica, entre otras, para trabajadores, gestores y responsables, tanto de las administraciones como de las empresas y otras organizaciones y entidades, procurando que tengan un carácter activo, innovador y participativo.	Poner en práctica acciones de ahorro, incentivar a las buenas prácticas ambientales.	3.1
ALCANCE 1 y 2	COMPENSACIÓN	Realizar siembras de especies vegetales apropiadas y en espacios permitidos	Disminuir la emisiones de CO ₂ generadas por el aeropuerto	4.1

Fuente: Gestores del Proyecto. 2015

2. Objetivo: En este apartado se describe el principal objetivo que se persigue con la implementación de la medida propuesta.

1. Objetivo

Reducción del consumo energético mediante buenas prácticas en el puesto de trabajo.

3. Impactos Potenciales: Donde se identifican las consecuencias ambientales que puede generar la actividad correspondiente.

2. Impactos Potenciales

Contaminación Atmosférica

El agotamiento progresivo de los recursos no renovables

4. Descripción de la medida: Breve descripción de la medida a desarrollar o bien ya implantadas, además de describir las ventajas y desventajas de la medida.

3. Descripción de la Medida a Mitigar

En el Aeropuerto el Dorado se considera fundamental que los empleados cuenten con la formación necesaria para el buen desarrollo de su actividad. Y no menos importante es que adquieran unos conocimientos básicos en temas ambientales para afianzar las medidas que se van implantando. Por este motivo, cada año se realizara unas jornadas formativas “Comportamientos ambientales responsables” encaminadas a dar unas pautas de comportamiento responsable en los puestos de trabajo, enfocadas al ahorro en el consumo energético fundamentalmente. Estas jornadas se emplean como foro de debate entre los empleados y el formador, de manera que exista una retroalimentación que nos ayude a todos a mejorar.



Tipo de Energía

Eléctrica

Ventajas

- * Disminución en consumo de energía
- *Disminución de costos para la empresa
- *Promover la reducción de las emisiones de CO2
- *Eficiencia energética y lucha contra el cambio climático.
- *Nueva cultura del ahorro en el Aeropuerto

Inconvenientes

- *Falta de apropiación por las acciones de mejora por el personal.
- *Falta de innovación en las capacidades.
- *Costos de las capacitaciones adquiridas por la empresa.

5. Momento de implementación: Es necesario conocer la fecha en la que la medida se pone en funcionamiento y su finalización si es que tiene un periodo operacional limitado.

4. Momento de Implementación	Ejecución año 2016
-------------------------------------	--------------------

6. Recursos: identificar los recursos o medios que se van a necesitar para su implementación. Se puede hacer referencia tanto a recursos materiales como humanos con una estimación del coste que suponen.

5. Recursos/medios necesarios	Aporte económico. Aporte de conocimientos. Materiales (presentación PowerPoint) y sala de juntas.
--------------------------------------	---

7. Actividades a desarrollar: Donde se describen una serie de acciones o actividades que se van a realizar para llevar a cabo la acción de mitigación, tendientes a prevenir, y mitigar los impactos y efectos negativos que la actividad puede generar.

6. Actividades a Desarrollar
*Ahorro y eficiencia energética en iluminación (aprovechar luz natural)
*Ahorro y eficiencia energética en equipos de oficina
*Ahorro y eficiencia energética en sistemas eléctricos industriales
*Ahorro y eficiencia energética en climatización de instalaciones

8. Indicadores de seguimiento: La finalidad de los indicadores de seguimiento es gestionar y evaluar los progresos conseguidos respecto a los objetivos fijados. Cada medida debe tener uno varios indicadores.

Se pueden tener indicadores distintos dependiendo de la medida o actuación:

- ❖ Indicadores temporales: En el caso, por ejemplo, de sustitución de luminarias, podría fijarse como indicador el número de luminarias sustituidas respecto del total. Este indicador dejaría de medirse en el momento de que todas las luminarias estuvieran sustituidas.
- ❖ Indicadores permanentes: Existen otros indicadores que pueden medirse a lo largo del tiempo, como por ejemplo, el consumo de electricidad anual.

7. Indicadores de Seguimiento
Nº de jornadas realizadas
Cantidad de consumo de energía por el Aeropuerto anual

9. Emisiones de CO₂: En este apartado debe indicarse los datos de emisiones de CO₂, de la actividad relacionada con la medida de mitigación.

8. Emisiones CO₂		
Fuente de emisión	Consumo	Huella de Carbono (2014)
Consumo de Electricidad	94.591.838,63 kWh	34.998,98 t CO ₂

10. Reducciones en el periodo: En otro ítem se resumen los ahorros energéticos y de emisiones procedentes de dicha ayuda.

9. Reducciones. Periodo: 2014- 2015		
AHORRO ELÉCTRICO (kWh/año)	AHORRO DE COMBUSTIBLE (----)	AHORRO DE EMISIONES (tCO_{2eq}/año)

11. Monitoreo y control: Establece las actividades de control y registros necesarios para la evaluación de la efectividad de las medidas aplicadas.

10. Monitoreo y Control
Se debe dejar registro de todas las reuniones sostenidas tanto con las entidades como con las personas involucradas. Así mismo, se debe mantener los registros de consumo de energía al día correspondientes.

12. Responsables: Establece la persona o personas responsables de la ejecución de las actividades de control y mitigación.

11. Responsables
Área HSEQ

Es importante señalar que el objetivo que se busca mediante el seguimiento del plan es definir unos instrumentos que permitan conocer el grado de cumplimiento de los objetivos de reducción de emisiones fijados en este.

Para cada una de las medidas de reducción de emisiones planteadas (Tabla 9-16 Medidas de Reducción y Línea/s de Acción de Mejora Por Sector) se ha definido un indicador. El seguimiento de estos indicadores es el primer paso que permite analizar el avance en la reducción de emisiones. Sin embargo pueden establecerse otros indicadores complementarios, a nivel de organización que permitan analizar de forma global el plan de acción de mejora.

Los siguientes anexos presentan las Fichas De Plan De Acción De Mejora diseñadas para el proyecto.

- Anexo 1 Plan de acción de mejora. Uso Vehículo Híbrido y Eléctrico.
- Anexo 2 Plan de acción de mejora. Mantenimiento de Vehículos.
- Anexo 3 Plan de acción de mejora. Bandas Transportadoras.
- Anexo 4 Plan de acción de mejora. Movilidad Sostenible.
- Anexo 5 Plan de acción de mejora. Consumos en stand-by.
- Anexo 6 Plan de acción de mejora. Energías alternativas carga de celular.
- Anexo 7 Plan de acción de mejora. Comportamientos Responsables.
- Anexo 8 Plan de acción de mejora. Siembra de especies arbóreas.

10. CONCLUSIONES

- Para el desarrollo estratégico ambiental de la empresa, los resultados de la medición de huella de carbono permiten establecer estrategias de mitigación para tres categorías vehículos, electricidad y medidas generales como compensación, las cuales pretenden establecer un mejoramiento de las condiciones existentes y disminuir de esta manera la huella de carbono, el programa de medición de huella de carbono se encuentra enfocado a los 2 primeros alcances establecidos por el protocolo GreenHouse Gas y así mismo lograr establecer los alcances requeridos por la ACI (Airports Council International) los cuales son mapping y reduction.
- La huella de carbono es un punto de referencia básico para el inicio de actuaciones de reducción de consumo de energía y para la utilización de recursos con mejor comportamiento medioambiental.
- Las principales fuentes de emisión que contribuyen a la generación de CO₂ del Aeropuerto Internacional el Dorado son: Alcance 1. vehículos de las áreas, buses satélites, plantas eléctricas; Alcance 2. Generación de residuos sólidos y respel y generación energía en el aeropuerto.
- Después de identificar las actividades que contribuyen a la generación de CO₂, estas son de gran importancia para la operación del aeropuerto como para el administrador del mismo, la identificación de las zonas en donde se encuentran las plantas eléctricas, la generación de residuos peligrosos, como los vehículos propios permitió tener una visión más amplia sobre las actividades y así mismo poder establecer las medidas pertinentes y que puedan ser de gran ayuda para el equipo HSEQ del administrador del aeropuerto.
- Para la medición de Huella de carbono se estableció por medio de la herramienta Airport Carbon and Emission Reporting Tool (ACERT) establecida específicamente para aeropuertos, esto genera confiabilidad en los datos analizados los cuales involucran el número de pasajeros y dimensión del aeropuerto, además establece datos específicos para cada país de acuerdo con sus especificaciones, en este caso Colombia. Sin embargo el propósito de la medición es la certificación del aeropuerto ante

la ACI, esta medición deberá certificarse por un ente competente en Colombia con el fin de dar continuidad al proceso.

- La medición de huella de carbono involucró las actividades directas del administrador, dando cumplimiento a los dos alcances de la ACI mapping y reduction, teniendo como resultado que el mayor contribuyente a la huella de carbono es la generación de electricidad con una medición de emisión de un 90% el cual es 14.548 Ton, es donde se debe establecer las principales estrategias de mitigación.
- Después de realizar la identificación de las fuentes de emisión que contribuyen a la generación de CO₂ y de medición, en el Aeropuerto Internacional el Dorado, se han caracterizado ocho (8) medidas de reducción. Estas medidas implicarían una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, teniendo como resultado en emisiones con un total de 14.906 t CO₂e en la actualidad. Cada una de estas medidas se detalla en su correspondiente ficha, en los Anexos.
- En el Aeropuerto Internacional el Dorado, a través de la implementación de un Plan de Acción de Mejora, se llevará a cabo medidas de ahorro, eficiencia energética y medidas de compensación con el objetivo de minimizar su impacto sobre el cambio climático.
- El Aeropuerto Internacional el Dorado al calcular su huella de carbono, contribuye a la lucha contra el cambio climático, siendo esta una temática mundial; con la ventaja de identificar sus fuentes de mayor emisión de GEI.

11.RECOMENDACIONES

- Se deberá realizar la certificación de la medición de huella de carbono para lograr la certificación ante la ACI como primer aeropuerto en Latinoamérica, esto será de gran impacto y ejemplo para los demás aeropuertos en Colombia que deseen incluirse en este proceso.
- Es importante continuar con el siguiente alcance que es Neutrality (neutralidad) con el fin de abarcar la huella de carbono de los terceros como lo es tenedores de espacio y contratistas, esto con el fin de definir la huella en su totalidad hacia todas las actividades y procesos del aeropuerto en donde incluye emisiones de las aeronaves, equipos de asistencia en tierra, pasajeros, vehículos externos.
- Las medidas expuestas en este proyecto de grado no tienen obligatoriedad en realizarlas, son propuestas con el estricto profesionalismo y técnico de los gestores del mismo, no significa que no existan otras medidas que el administrador del aeropuerto no pueda implementar durante el desarrollo de la medición de huella de carbono.

12. BIBLIOGRAFÍA

- ACI. (2009). *Aiport accreditation carbon*. Obtenido de <http://www.airportcarbonaccreditation.org/>
- AEROCIVIL. (2013). *Reglamentos Aeronauticos de Colombia. RAC 14* . Obtenido de www.aerocivil.gov.co/AAeronautica/Rrglamentacion/RAC/Biblioteca%20Indice%20General/RAC%20%2014%20-Aer%C3%B3dromos
- Aeropuerto El Dorado. (2014). Obtenido de www.eldorado.aero
- ICAO. (2004). *MAYORES ACTIVIDADES QUE PRODUCEN EMISION*. Obtenido de <http://www.icao.int/Pages/default.aspx>
- Ministerio de Transporte. (11 de 09 de 2013). *Anuario Transporte en Cifras - estadísticas 2012*. Obtenido de www.mintransporte.gov.co/documentos.php?id=15
- opi, n. m. (13 de 03 de 2015). Obtenido de <https://www.google.com/>
- PROTOCOLO GEI. (2005). *Estandar Corporatico de Contabilidad y Reporte*. Mexico: World Business Council for Sustainable.
- AEC. (2011). *La Huella de Carbono*. España: Centro Nacional de Información de la Calidad.
- Aeropuerto Internacional El Dorado. (s.f.). <http://www.aeropuertos.net/aeropuerto-internacional-el-dorado-llegadas-de-vuelos/>. Recuperado el 29 de Mayo de 2015, de <http://www.aeropuertos.net/aeropuerto-internacional-el-dorado-llegadas-de-vuelos/>: <http://www.aeropuertos.net/>
- Carbon Trust . (2007). *"Carbon footprints in the supply chain: the next step for business"*. Report Number CTC616, November 2006, The Carbon Trust, London, UK. Londres.
- Carbon Trust, 2006. (Junio). *Una definición de " huella de carbono "*. 2007: ISAUK Research & Consulting.

- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2011). *Metodologías de cálculo de la Huella de Carbono y sus potenciales implicaciones para América Latina*. Republica Francesa: CEPAL.
- Ecointeligencia. (2013). <http://www.ecointeligencia.com/wp-content/uploads/2012/04/desarrollosostenible.png>. Recuperado el 14 de Mayo de 2015, de <http://www.ecointeligencia.com>
- <http://www.jmarcano.com/recursos/contamin/catmosf2.html>. (s.f.). Recuperado el 25 de Mayo de 2015, de <http://www.jmarcano.com/recursos/contamin/catmosf2.html>: <http://www.jmarcano.com>
- "Guía para la elaboración de un Plan de Acción". Dirección General de Calidad Ambiental del Departamento de Agricultura, Mayo, 2012
- Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2008). *Cambio Climático 2007 Informe De Sintesis*. Informe de síntesis, IPCC (OMM, PNUMA).
- Javier, G. F. (2014). *ESTUDIO DE IMPACTO PARA EL CONTROL Y DISMINUCION DE LAS*. Bogota: Maestria.
- Lineamientos de Política de Cambio Climático. (2002). *Resumen Ejecutivo*. Bogotá, D.C: Ministerio Del Medio Ambiente.
- MINTRANSPORTE. (s.f.). <https://www.mintransporte.gov.co/loader.php?IServicio=FAQ&IFuncion=view Preguntas&id=67#a473>. Recuperado el 29 de Mayo de 2015, de <https://www.mintransporte.gov.co/loader.php?IServicio=FAQ&IFuncion=view Preguntas&id=67#a473>: <https://www.mintransporte.gov.co>
- MINTRANSPORTE. (s.f.). <https://www.mintransporte.gov.co/loader.php?IServicio=FAQ&IFuncion=view Preguntas&id=67#a473>. Recuperado el 29 de Mayo de 2015, de <https://www.mintransporte.gov.co/loader.php?IServicio=FAQ&IFuncion=view Preguntas&id=67#a473>: <https://www.mintransporte.gov.co>
- Sepulveda, M. (Septiembre de 2011). <http://efectoinvernaderotierra.blogspot.com/>. Recuperado el 10 de Mayo de 2015, de <http://efectoinvernaderotierra.blogspot.com/>: <http://efectoinvernaderotierra.blogspot.com>

- Sepulveda, M., (Septiembre de 2013). <http://efectoinvernaderotierra.blogspot.com/>. Recuperado el 10 de Mayo de 2015, de <http://efectoinvernaderotierra.blogspot.com/>: <http://efectoinvernaderotierra.blogspot.com>
- WWF. (2006). *Informe Planeta Vivo*. Suiza: Worl Wild Fund.
- Oficina Española de cambio Climatico. Ministerio de Agricultura, Alimentacion y Medio Ambiente. (2015). Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización . Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

13. ANEXOS

Anexo 1 Plan de acción de mejora. Uso Vehículo Híbrido y Eléctrico.

Anexo 2 Plan de acción de mejora. Mantenimiento de Vehículos.

Anexo 3 Plan de acción de mejora. Bandas Transportadoras.

Anexo 4 Plan de acción de mejora. Movilidad Sostenible.

Anexo 5 Plan de acción de mejora. Consumos en stand-by.

Anexo 6 Plan de acción de mejora. Energías alternativas carga de celular.

Anexo 7 Plan de acción de mejora. Comportamientos Responsables.

Anexo 8 Plan de acción de mejora. Siembra de especies arbóreas.

Anexo 9 Facturación energía a diciembre 2014.

Anexo 10 Datos residuos peligrosos.

Anexo 11 Consolidado de plantas versión 2015. OPAIN