

Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil

RESOLUCIONES

RESOLUCIÓN NÚMERO 01599 DE 2020

(agosto 26)

por la cual se adopta el Protocolo de Medición y Evaluación de Cumplimiento a los niveles de ruido en la Operación Aérea para el Aeropuerto Internacional El Dorado “Luis Carlos Galán Sarmiento”-SKBO- de la ciudad de Bogotá, D. C.

El Director General, de la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, en uso de las facultades conferidas en los artículos 1782, 1787 y 1790 del Código de Comercio, los artículos 2°, 5° (numerales 3, 7, 8 y 9), y 9° (numeral 4) del Decreto 260 de 2004, modificado por los Decretos 823 de 2017 y 2405 de 2019,

CONSIDERANDO:

Que la República de Colombia es Parte del Convenio sobre Aviación Civil Internacional, desde la promulgación de la Ley 12 de 1947 y como tal miembro de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), por lo cual debe dar cumplimiento al citado convenio y a los demás estándares contenidos en sus Anexos técnicos.

LA IMPRENTA NACIONAL DE COLOMBIA

Informa que como lo dispone el Decreto número 53 de enero 13 de 2012, artículo 3°, del Departamento Nacional de Planeación, a partir del 1° de junio de 2012 los contratos estatales no requieren publicación ante la desaparición del Diario Único de Contratación Pública.

DIARIO OFICIAL

Fundado el 30 de abril de 1864
Por el Presidente **Manuel Murillo Toro**
Tarifa postal reducida No. 56

DIRECTOR: **OCTAVIO VILLAMARÍN ABRIL**

MINISTERIO DEL INTERIOR

IMPRESA NACIONAL DE COLOMBIA

OCTAVIO VILLAMARÍN ABRIL

Gerente General

Carrera 66 N° 24-09 (Av. Esperanza-Av. 68) Bogotá, D. C. Colombia
Conmutador: PBX 4578000.

e-mail: correspondencia@imprensa.gov.co

Que de conformidad con lo previsto en el artículo 37 del mencionado Convenio Internacional, los Estados Parte se comprometieron a colaborar a fin de lograr el más alto grado de uniformidad posible en sus reglamentos, normas, procedimientos y organización relativos a las aeronaves, personal, aerovías y servicios auxiliares, y en todas las cuestiones en que tal uniformidad facilite y mejore la navegación aérea, para lo cual la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) adopta y enmienda las normas, métodos recomendados y procedimientos internacionales correspondientes, contenidos en los anexos técnicos de dicho Convenio.

Que al interior de la Asamblea de la Organización de Aviación Civil Internacional desde el año 2001, mediante la Resolución A35-5, se introdujo el concepto de aproximación balanceada a la gestión del ruido¹ y se invitó a los Estados Partes a reconocer el liderazgo de la OACI frente a los problemas de ruido de las aeronaves.

Que la Resolución A40-17² de la OACI acoge satisfactoriamente acciones sobre control de ruido para aeronaves de menos de 55 toneladas con masa máxima de despegue (MTOM), e invita a que se continúe el trabajo de desarrollo y empleo de escenarios para evaluar el impacto ambiental futuro de las emisiones de la aviación y que cooperen con otras organizaciones internacionales en esta área.

Que el marco normativo para la gestión de ruido está definido en el Anexo 16 OACI "Protección del medio ambiente" Volumen I "Ruido de las aeronaves", en el cual se relacionan los estándares máximos de ruido para criterios de diseño, rehomologación de aeronaves, se efectúa su clasificación por capítulos, le delimita a cada una de ellas un nivel de ruido característico y les fija el respectivo umbral de presión sonora por emisión.

Que se debe garantizar el transporte aéreo como servicio público esencial y proteger los derechos fundamentales de las personas, entre otros: la vida, la salud y la educación, especialmente en aquellos lugares alejados de la geografía nacional, donde la modalidad de transporte es necesaria para suministrar medicamentos, alimentos, provisiones, mercancías, etc., para lo cual se tendrán en cuenta criterios de progresividad hasta el cumplimiento normativo, respecto de las aeronaves que técnica y operativamente no puedan cumplir con el nivel máximo de ruido establecido al momento de la entrada en vigencia de la norma, a través de la formulación, presentación y aprobación por la Aerocivil, por única vez y de forma excepcional, del plan de acción de reducción de niveles de ruido.

Que de conformidad con el artículo 55 de la Ley 105 de 1993 "Corresponde a la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, sancionar administrativamente a los particulares, personas naturales o jurídicas relacionadas con el sector, por la violación de los reglamentos aeronáuticos y las demás normas que regulan las actividades del sector aeronáutico...".

Que el Aeropuerto Internacional El Dorado "Luis Carlos Galán Sarmiento" -SKBO-, localizado en la ciudad de Bogotá, D.C., constituye una obra de infraestructura de gran importancia para el desarrollo social, económico, tecnológico y ambiental del país, permitiendo su conectividad interna y con el resto del mundo; así mismo, es una terminal en tierra destinada al transporte aéreo de pasajeros y carga nacional e internacional, consolidado por su capacidad como intercambiador y gran centro de conexiones debido a su ubicación estratégica a nivel latinoamericano.

Que este aeropuerto con la cantidad de operaciones aeroportuarias y la demanda de vuelos domésticos e internacionales, enfrenta retos ambientales dentro de los cuales la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil de Colombia (UAEAC), responde con acciones sostenibles en función de prevenir y minimizar los impactos que se generan por la operación aérea, con el mayor interés de proteger a las Comunidades aledañas y al entorno en general de la ciudad de Bogotá, D.C.

Que las aeronaves que operen en el Aeropuerto Internacional El Dorado Luis Carlos Galán Sarmiento, deben cumplir con los estándares de certificación de ruido adoptados por el Consejo de la OACI contenidos en el Anexo 16 volumen I, junto con las guías

para que las autoridades aeronáuticas implementen dichos procedimientos, incluidos en el documento 9501 de OACI, así como los procedimientos de abatimiento de ruido contenidos en el documento 8168, control del tráfico aéreo de los procedimientos para los servicios de navegación aérea-operaciones de aeronaves, PANSOPS.

Que el artículo 2.2.5.1.5.17 "Control y seguimiento de ruido de aeropuertos", del Decreto 1076 de 2015 (Decreto Único del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible), establece que las autoridades ambientales competentes, cuando lo consideren necesario, "podrán exigir a los responsables del tráfico aéreo, la instalación y operación de estaciones de seguimiento de los niveles de ruido ambiental en el área de riesgo sometida a altos niveles de presión sonora (...)"

Que el artículo 12 "Ruido de aeronaves" de la Resolución 627 de 2006 expedida por el anterior Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), señala que "para efectos de la emisión de ruido de aeronaves se tendrá en cuenta lo consagrado en la Resolución 2130 de 2004 de la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil o la que la adicione, modifique o sustituya".

Que en este contexto, es de trascendental importancia el control y cumplimiento para conservar la Licencia Ambiental para la actividad, otorgada por el entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS)) mediante la Resolución 1330 del 7 de noviembre de 1995, modificada por las Resoluciones 1389 del 22 de noviembre de 1995, 392 del 15 de abril de 1996, 768 del 19 de julio de 1996, 405 del 20 de mayo de 1997, 598 del 2 de julio 1997, 534 del 16 de junio de 1998, 745 del 5 de agosto de 1998, 639 del 26 de marzo de 2010 y 785 del 26 de abril de 2010.

Que mediante la Resolución 2043 del 14 de noviembre de 2018, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), modificó parcialmente el literal h) del artículo primero de la Resolución 1389 de 1995, y el artículo décimo quinto de la Resolución 534 de 1998, en cumplimiento a lo ordenado el 22 de febrero de 2018 por el Consejo de Estado, Sala de lo Contencioso Administrativo, Sección Quinta, en el trámite con radicación número 25000-23-24-000-1999-00045-01.

Que por la Resolución 1934 de 2015 (donde se modificó la Licencia Ambiental para el Aeropuerto El Dorado, otorgada a través de la Resolución 1330 de 1995), la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), en el literal b), numeral 8 del artículo octavo, requirió a la UAEAC para "Presentar el **protocolo de medición y evaluación de cumplimiento a los niveles de ruido**, probado en un 100%, que le permita a esta Autoridad, ejercer un control efectivo sobre las emisiones de ruido asociadas a la operación aérea".

Que igualmente, el precitado acto administrativo de la ANLA, en el literal d), numeral 8 del artículo octavo, hace referencia de manera específica a las aeronaves de carga que operan en el Aeropuerto Internacional El Dorado "Luis Carlos Galán Sarmiento" -SKBO-, en cuanto a la presentación de la documentación pertinente que dé cuenta de la "reconversión de sus motores a la etapa necesaria para operar en la terminal aérea o de lo contrario un plan de reconversión de la flota aérea específicamente para los operadores de carga".

Que la ANLA, por la Resolución 1842 del 16 de septiembre de 2019 ajustó vía seguimiento el artículo primero de la Resolución 1034 de 2015, en el sentido de autorizar la ejecución temporal del Plan Piloto propuesto por la Aeronáutica Civil, consistente en ajustar la medida de control de ruido asociada a la restricción operacional nocturna para las dos pistas.

Que la misma autoridad ambiental en la Resolución 1980 del 2 de octubre de 2019, "por la cual se resuelve un recurso de reposición interpuesto contra la Resolución 1842 del 16 de septiembre de 2019", decidió modificar el artículo segundo de la Resolución 1842 de 2019, considerando procedente autorizar el denominado "Plan Piloto" con el cumplimiento de las condiciones de temporalidad expuestas en el acto administrativo

Que dentro de las disposiciones vigentes con las que cuenta la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil de Colombia (UAEAC), para realizar control sobre las emisiones de ruido que produce la operación de las aeronaves, tiene la Resolución número 02130 de 2004 y el Reglamento Aeronáutico Colombiano (RAC) 36, normas que son aplicables básicamente para criterios de diseño de límites de ruido admisibles para aeronaves catalogadas por capítulos de ruido, según lo prescribe el Anexo 16 del Convenio sobre Aviación Civil Internacional.

Que la implementación del Protocolo de Medición y Evaluación de Cumplimiento a los Niveles de Ruido en la Operación Aérea para el Aeropuerto Internacional El Dorado "Luis Carlos Galán Sarmiento" -SKBO- de la ciudad de Bogotá, D.C., se determina en apoyo a la gestión de la mitigación en aspectos como la detección, medición, evaluación y reporte de los niveles de ruido producto de la operación de las aeronaves.

Que la aplicación del protocolo de medición y evaluación a los niveles de ruido es un documento técnico de la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, el cual se incorporará al ciclo de mejora continua, en apoyo a la prevención y control de los niveles de ruido que genera la operación aérea del Aeropuerto Internacional El Dorado "Luis Carlos Galán Sarmiento".

Que de conformidad con lo estipulado en el RAC 13, la violación de las normas sobre ruido o los procedimientos de atenuación ha estado catalogada como infracción a las normas técnicas que regulan el sector aeronáutico.

Que el nivel máximo de ruido por operación aérea del Aeropuerto Internacional El Dorado "Luis Carlos Galán Sarmiento" -SKBO- y el procedimiento de reporte del

¹ Resolución A35-5 Declaración refundida de las políticas y prácticas permanentes de la OACI relativas a la protección del medio ambiente. Organización de la Aviación Civil Internacional. Año 2007.

² Resolución A40-17 - Declaración consolidada de políticas y prácticas continuas de la OACI relacionadas con la protección del medio ambiente - Disposiciones generales, ruido y calidad del aire local. Año 2019.

incumplimiento a los niveles de ruido, como instrumentos de seguimiento y control al ruido de las aeronaves, permitirá detectar las infracciones al nivel máximo de ruido establecido.

Que de conformidad con lo dispuesto en el Decreto 260 de 2004 modificado por los Decretos 823 de 2017 y 2405 de 2019 (artículo 16 numerales 9 y 10), el Grupo de Vigilancia Aero comercial de la Oficina de Transporte Aéreo, tendrá a futuro la facultad para investigar y sancionar las infracciones administrativas relacionadas con el abatimiento de ruido, siendo competentes para adoptar las medidas necesarias dentro de la facultad de inspección, control y vigilancia, tendientes a hacer cumplir los Reglamentos Aeronáuticos; y cuando corresponda, adelantar las investigaciones y adoptar las medidas correctivas o las sanciones pertinentes.

Que, en mérito de lo expuesto,

RESUELVE:

Artículo 1°. *Objeto.* Adoptar el Protocolo de Medición y Evaluación de Cumplimiento a los Niveles de Ruido en la Operación Aérea para el Aeropuerto Internacional El Dorado “Luis Carlos Galán Sarmiento” -SKBO- de la ciudad de Bogotá, D.C., el cual hace parte integral de la presente resolución.

Artículo 2°. *Ámbito de Aplicación.* El presente Protocolo de Medición y Evaluación de Cumplimiento a los Niveles de Ruido aplica a los responsables de las operaciones aéreas que se realicen en el Aeropuerto Internacional El Dorado “Luis Carlos Galán Sarmiento” -SKBO-

Artículo 3°. *Actualización.* La Secretaría de Sistemas Operacionales de la UAEAC, es la responsable de la actualización y revisión de este protocolo, sobre una base bianual y las revisiones posteriores se implementarán previa una publicación de los cambios sugeridos en la página web de la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, UAEAC.

Artículo 4°. *Gradualidad de la Aplicación de la Norma.* La aplicación de la presente resolución está sujeta a las siguientes reglas:

1. Dentro de un periodo de trece (13) meses contados a partir de la publicación de la presente resolución en el *Diario Oficial*, la Autoridad Aeronáutica comunicará con el dictamen técnico del Sistema de Vigilancia y Control Ambiental (SVCA) al operador aéreo, quien superó más de una vez al mes el nivel máximo de ruido de 94 dBA Lmax, establecido en el Protocolo de Medición y Evaluación de Cumplimiento a los Niveles de Ruido en la Operación Aérea para el Aeropuerto Internacional El Dorado “Luis Carlos Galán Sarmiento” -SKBO- de la ciudad de Bogotá, D.C.

2. Los operadores aéreos que dentro del periodo de tiempo al cual se hace referencia en el numeral 1 (13 meses) del presente artículo y de conformidad con el dictamen técnico del SVCA, superen el nivel máximo de ruido de 94 dBA Lmax establecido en el Protocolo de Medición y Evaluación de Cumplimiento a los Niveles de Ruido en la Operación Aérea para el Aeropuerto Internacional El Dorado “Luis Carlos Galán Sarmiento” -SKBO- de la ciudad de Bogotá, D.C., estarán obligados al desarrollo de las siguientes actividades con fines pedagógicos de cumplimiento de la norma:

- a) Jornadas de capacitación y sensibilización en materia de reducción de niveles de ruido a las tripulaciones que operan su flota aérea.
- b) Socializaciones sobre su programa de responsabilidad ambiental y social con comunidades aledañas al Aeropuerto Internacional El Dorado.
- c) Asistir obligatoriamente a las jornadas informativas ambientales presenciales o virtuales que lleve a cabo la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, en cumplimiento a la Licencia Ambiental del Aeropuerto Internacional El Dorado.

3. Durante el término de tres meses (3) contados a partir de la publicación de la presente resolución en el Diario Oficial, los operadores aéreos que prevean fundamentamente desde el orden técnico u operacional, que no puedan cumplir con el nivel máximo de ruido de 94 dBA Lmax determinado en la sección 6.1.1 del “Protocolo de Medición y Evaluación de Cumplimiento a los Niveles de Ruido en la Operación Aérea para el Aeropuerto Internacional El Dorado “Luis Carlos Galán Sarmiento” -SKBO-, basado en las condiciones técnicas de su operación y flota aérea, deberán comunicar a la Autoridad Aeronáutica la intención de acogerse a la formulación y presentación de un Plan de Acción de Reducción de Niveles de Ruido.

4. Dentro de los dos (2) meses siguientes contados a partir del vencimiento del término referido en el numeral inmediatamente anterior, los operadores aéreos deberán formular y presentar ante la Autoridad Aeronáutica, “El Plan de Acción de Reducción de Niveles de Ruido”.

5. Para aquellos operadores aéreos que no comuniquen su intención de acogerse al Plan de Acción de Reducción de Niveles de Ruido, continuarán en el marco de lo establecido en el numeral 1 del presente artículo, y una vez finalizado el término de los trece (13) meses, quedarán sujetos a la aplicación de lo señalado en el artículo octavo de la presente resolución.

Artículo 5°. *contenido del plan de acción de reducción de niveles de ruido.*

El plan de acción deberá contener como mínimo:

- Descripción detallada del alcance, misión, visión del servicio que presta como operador aéreo dentro de la aviación civil.

- Objetivos general y específicos del plan, de manera que garanticen el cumplimiento integral del protocolo.

- Plazo, cronograma, metas e indicadores que demuestren acciones en reducción de niveles de ruido a corto, mediano y largo plazo para el cumplimiento al nivel máximo de ruido de 94 dBA Lmax.

- Cronograma y presupuesto del costo total del programa de reconversión de flota aérea a ejecutar.

- Las demás que, a criterio técnico del operador aéreo, resulten pertinentes con la progresividad del plan y el cumplimiento del protocolo.

Condiciones:

- El Plan no deberá superar un período de diez (10) años, contados a partir de la fecha de su aprobación por la autoridad aeronáutica.

- Deberá contener actividades progresivas enmarcadas en la prevención y mitigación de niveles de ruido, teniendo en cuenta la normatividad vigente y los actos administrativos expedidos en el marco de la Licencia Ambiental:

- Reconversión progresiva de la flota aérea.
- Observar la aplicación de los procedimientos de abatimiento y/o atenuación de ruido y demás que resulten pertinentes.
- Cumplimiento de las restricciones horarias y de configuración, establecidas en la Licencia Ambiental y en los actos administrativos proferidos en la etapa del seguimiento, y en aquellos que los modifiquen, adicione o sustituyan emitidos por parte de la ANLA, o quien haga sus veces.

- Las actividades planteadas deberán corresponder con la mitigación progresiva de los niveles de ruido hasta el cumplimiento integral del protocolo.

- El operador aéreo deberá cumplir las indicaciones producto de las actividades de seguimiento relacionadas con el cumplimiento del plan.

- El operador aéreo deberá presentar, a más tardar el 31 de marzo de la correspondiente anualidad, el informe de avance de cumplimiento al Plan de Acción de Reducción de Niveles de Ruido, ante la Dirección de Servicios Aeroportuarios de la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, correspondiente al año inmediatamente anterior, es decir, desde 1° de enero hasta el 31 de diciembre.

Artículo 6°. *Evaluación plan de acción de reducción de los niveles de ruido.* Dentro de los veinte (20) días hábiles siguientes a la recepción del Plan de Acción de Reducción de los Niveles de Ruido, la Autoridad Aeronáutica podrá solicitar información adicional, para lo cual requerirá al operador aéreo la información necesaria para iniciar el proceso de aprobación.

Dentro de los tres (3) meses siguientes a la presentación del plan con la información adicional que se hubiere requerido, la Autoridad Aeronáutica otorgará o negará su aprobación, mediante acto administrativo, contra el cual proceden los recursos de ley conforme a lo estipulado en el Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo.

Parágrafo: El Plan de Acción de Reducción de los Niveles de Ruido, se podrá modificar en los siguientes casos y sujeto a la aprobación de la Autoridad Aeronáutica:

- 1.. A solicitud del operador aéreo, cuando prevea la modificación de los cronogramas propuestos, metas e indicadores o el ajuste de las actividades y otros, sin que ello implique exceder el plazo máximo de diez (10) años, conforme a lo dispuesto en el artículo quinto de la presente resolución.

2. A solicitud de la Autoridad Aeronáutica debido a modificaciones de la normatividad nacional y aeronáutica que puedan afectar la implementación del plan.

Artículo 7°. *Incumplimiento del Plan de Acción de Reducción de los Niveles de Ruido.* Cuando exista incumplimiento del Plan de Reducción de los Niveles de Ruido, la Autoridad Aeronáutica solicitará mediante acto administrativo motivado contra el cual procederán los recursos de ley, el cumplimiento inmediato del Protocolo de Medición y Evaluación de Cumplimiento a los Niveles de Ruido en la Operación Aérea para el Aeropuerto Internacional El Dorado “Luis Carlos Galán Sarmiento” -SKBO- de la ciudad de Bogotá, D.C., sin perjuicio de las sanciones administrativas a que haya lugar.

Artículo 8°. *Régimen Sancionatorio.* En caso de violación a lo dispuesto en la presente resolución y para efectos de la aplicación del régimen sancionatorio establecido en el RAC 13, o las normas que las modifiquen, adicione o sustituyan, se impondrán las sanciones administrativas y/o medidas preventivas a que haya lugar.

Artículo 9°. *Vigencia* La presente resolución rige a partir de la fecha de su publicación en el *Diario Oficial*.

Publíquese y cúmplase.

Dada en Bogotá, D. C., a 26 de agosto de 2020.

El Director General,

Juan Carlos Salazar Gómez.

ANEXO: Protocolo de Medición y Evaluación de Cumplimiento a los Niveles de Ruido en la Operación Aérea para el Aeropuerto Internacional El Dorado “Luis Carlos Galán Sarmiento” -SKBO- de la ciudad de Bogotá, D. C.

**PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO
A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA
PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO
LUIS CARLOS GALAN SARMIENTO –SKBO-
DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ, D.C.**AERONÁUTICA CIVIL
Unidad Administrativa EspecialBOGOTÁ, D.C.
AGOSTO DE 2019PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS
NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO
INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO-**TABLA DE CONTENIDO**

1	INTRODUCCIÓN.....	5
2	OBJETIVOS.....	7
2.1	OBJETIVO GENERAL.....	7
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
3	ÁREA DE ESTUDIO.....	8
3.1	AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ, D.C. 8	
3.1.1	Descripción Territorial.....	8
3.1.2	Condiciones Operacionales.....	9
4	ANTECEDENTES NORMATIVOS RELACIONADOS.....	11
4.1	REGLAMENTOS AERONÁUTICO DE COLOMBIA.....	21
5	MEDICIÓN A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO SKBO.....	22
5.1	COMPONENTES DEL SISTEMA DE VIGILANCIA Y CONTROL AMBIENTAL (SVCA):.....	22
5.1.1	Descripción de Equipos de Medición Empleados.....	23
6	EVALUACIÓN A LOS NIVELES MÁXIMOS DE RUIDO DE LA OPERACIÓN AÉREA DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO.....	46
6.1	ESTANDARIZACIÓN DE NIVEL MÁXIMO RUIDO A PARTIR DEL REGISTRO DE LAS OPERACIONES AÉREAS EN LAS ESTACIONES DE MONITOREO PARA EL DORADO (EMRI).....	46
6.1.1	Box Plot, Diurno.....	46
6.1.2	Box Plot, Nocturno.....	47
6.2	NIVEL MÁXIMO DE RUIDO POR OPERACIÓN AÉREA DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO.....	48
6.3	EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LAS OPERACIONES AÉREAS.....	49
6.4	NIVELES DE AJUSTES DE MEDICIÓN A LAS ESTACIONES DE MONITOREO. 51	
6.5	INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN.....	51
6.6	POSIBLES CAUSAS DE LA SUPERACIÓN DEL NIVEL MÁXIMO DE RUIDO PERMITIDO DE 94 DBA LMAX.....	56
7	APLICACIÓN Y DESARROLLO DEL PRESENTE PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN.....	58

NOVIEMBRE 2019

PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS
NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO
INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO-

7.1	SUPERACIÓN DEL NIVEL MÁXIMO PERMITIDO DE RUIDO, EN LA OPERACIÓN AÉREA, DE EL DORADO SKBO.....	58
7.2	DICTAMEN TÉCNICO.....	59
7.3	PROCESO ADMINISTRATIVO INTERNO DE COMUNICACIÓN.....	60
8	FASES DE IMPLEMENTACIÓN.....	62
9	REFERENCIAS.....	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Foto Cenital Aeropuerto EL DORADO 2018.....	8
Figura 2.	Localización Aeropuerto Internacional EL DORADO.....	9
Figura 3.	Trayectorias y estaciones de seguimiento a los niveles de ruido de las operaciones aéreas.....	50
Figura 4.	Flujograma de posibles causantes de superar límite máximo permisible.....	57
Figura 5.	Flujograma del Protocolo de Medición y Evaluación a los Niveles de Ruido en la Operación Aérea para el Aeropuerto Internacional EL DORADO -SKBO-.....	58
Figura 6.	Estructura de proceso administrativo de comunicación sobre superación de nivel máximo permisible de ruido.....	60
Figura 7.	Fases de Implementación.....	62

NOVIEMBRE 2019

PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS
NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO
INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO-**LISTA DE TABLAS**

Tabla 1.	Normograma de control de ruido Aeropuerto Internacional El Dorado.....	15
Tabla 2.	Parámetros e indicadores.....	40
Tabla 3.	Estaciones de monitoreo que evaluarán el presente protocolo.....	45
Tabla 4.	Resumen del procedimiento de cálculo de la incertidumbre.....	52

NOVIEMBRE 2019

REPÚBLICA DE COLOMBIA
AERONÁUTICA CIVIL
Unidad Administrativa Especial



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO.

iv

ANEXOS

Anexo Digital 1. Memorias Aeronáuticas Justificativas

NOVIEMBRE 2019

REPÚBLICA DE COLOMBIA
AERONÁUTICA CIVIL
Unidad Administrativa Especial



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO

1 INTRODUCCIÓN

El Aeropuerto Internacional EL DORADO, localizado en la ciudad de BOGOTÁ, D.C., Colombia, constituye una obra de infraestructura de gran importancia, que ha contribuido con el desarrollo social, económico, tecnológico y ambiental del país, permitiendo su conectividad interna y con el resto del mundo; asimismo, es una terminal en tierra destinada al transporte aéreo de pasajeros y carga nacional e internacional, consolidado por su capacidad como intercambiador y gran centro de conexiones debido a su ubicación estratégica a nivel Latinoamérica.

Este aeropuerto enfrenta con la magnitud de su cantidad de operaciones Aeronáuticas y la demanda de vuelos domésticos e internacionales, retos ambientales de los cuales, la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil de Colombia (UAEAC), responde con acciones sostenibles en función de prevenir y minimizar los impactos que se generan por la operación aérea, prospectiva de proteger a las comunidades aledañas como en el entorno general de la ciudad de BOGOTÁ, D.C.

En este contexto, es importante el control y el cumplimiento de la licencia ambiental otorgada para la actividad mediante la Resolución 1330 de 07 de noviembre de 1995 por el entonces Ministerio de Medio Ambiente (Hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS), modificada recientemente por parte de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), quien expidió la Resolución No. 1034 del 2015, en la cual requirió; como lo establece el literal b., numeral 8 del artículo octavo, la obligación a la UAEAC de **“Presentar el protocolo de medición y evaluación de cumplimiento a los niveles de ruido, probado en un 100%, que le permita a esta Autoridad, ejercer un control efectivo sobre las emisiones de ruido asociadas a la operación aérea”**. Para lo cual deberá contar con el Sistema de vigilancia y control ambiental SCAVA que posibilite el control y seguimiento a las restricciones impuestas y el cumplimiento a los niveles de ruido generados por aeronave (literal a, ibídem).

La implementación de este protocolo en el Aeropuerto Internacional EL DORADO de la ciudad de BOGOTÁ, D.C. se determina en apoyo a la gestión de la mitigación con detección, medición, evaluación y reporte de los niveles de ruido producto de las operaciones aéreas, y que sean equiparables a las condiciones de operación del aeropuerto, asimismo, se promueve la aplicación de los lineamientos establecidos en instrumentos como el Reglamento Aeronáutico de Colombia (RAC - 216) o la que adicione, modifique o sustituya o haga sus veces la Información Pública Aeronáutica (AIP) y las Resolución 1034 de 2015 modificada por la 1567 de 2015 o las normas que las modifiquen, adicionen o sustituyan.

Clave: GDIR-3.0-12-08
Versión: 01
Fecha: 20/09/2011
Página: 5 de 64

REPÚBLICA DE COLOMBIA
AERONÁUTICA CIVIL
Unidad Administrativa Especial



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO

De igual manera, contiene el estándar a cumplir en las operaciones aéreas, como un instrumento de seguimiento y control al ruido de las aeronaves que permita detectar en tiempo real las infracciones a los niveles máximos de ruido establecidos e imponer de conformidad con lo establecido en el Reglamento Aeronáutico Colombiano, comúnmente conocido como el RAC 13, las sanciones a que haya lugar.

Igualmente, se espera que ello contribuya conceptual, metodológica y procedimentalmente a la mejor gestión de la operación aérea del Aeropuerto Internacional EL DORADO, así como en el cumplimiento de las obligaciones establecidas en el instrumento de manejo y control o los requerimientos establecidos por la autoridad ambiental competente. Para lo cual, se espera que, con su implementación, tener el mayor grado de prevención y cumplimiento por los destinatarios obligados con la norma.

Finalmente, con la aplicación del presente documento se incorpora un ciclo de mejora continua, en apoyo a la mitigación de los impactos por ruido que genera el Aeropuerto Internacional EL DORADO.

Clave: GDIR-3.0-12-08
Versión: 01
Fecha: 20/09/2011
Página: 6 de 64

REPÚBLICA DE COLOMBIA
AERONÁUTICA CIVIL
Unidad Administrativa Especial



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Establecer los procedimientos de medición, y evaluación de cumplimiento del nivel máximo de ruido para la operación aérea del Aeropuerto Internacional EL DORADO – SKBO de la ciudad de BOGOTÁ, D.C., Colombia.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Establecer los parámetros y condiciones de medición del nivel máximo de ruido generados por la operación aérea, a través del SVCA.
- ✓ Establecer la evaluación de cumplimiento del nivel máximo de ruido permisibles para operaciones aéreas en el Aeropuerto Internacional EL DORADO -SKBO-
- ✓ Establecer los procedimientos de reporte de superación del nivel máximo de ruido permisibles, en la operación aérea del Aeropuerto Internacional EL DORADO -SKBO-, de la ciudad de BOGOTÁ, D.C.

Clave: GDIR-3.0-12-08
Versión: 01
Fecha: 20/09/2011
Página: 7 de 64



3 ÁREA DE ESTUDIO.

3.1 AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ, D.C.

El Aeropuerto Internacional EL DORADO -SKBO- de la ciudad de BOGOTÁ, D.C. cuenta con una superficie total de área de 1,100 hectáreas, una superficie de la terminal unificada de 173,037 m² (Muelle Internacional: 107,819 m² y Muelle Nacional: 65,218 m²) y una superficie de Terminal Puente Aéreo (TPA) de 14,000 m².



Figura 1. Foto Cenital Aeropuerto EL DORADO 2018.
Fuente: OPAIN S.A.

El Aeropuerto manejó un movimiento total de pasajeros entre enero a agosto de 2018 de 21.540.850 de acuerdo al boletín estadístico de tráfico de aeropuertos por parte de la Aerocivil¹. A su vez, para el movimiento de carga, se encuentra entre 487.464 toneladas para lo corrido hasta el mes de agosto del año 2018 y cuenta con aerolíneas para vuelos internacionales y nacionales, así como de transporte de carga.

3.1.1 Descripción Territorial

El Aeropuerto Internacional EL DORADO se encuentra ubicado a 12 km del centro de la ciudad de BOGOTÁ, D.C. a 2,548.16 m / 8.360 ft sobre el nivel del mar, tomando como referencia las siguientes coordenadas del punto de referencia de aeródromo (ARP): 04° 42' 05.76" de latitud Norte y 074° 08' 49.00" de longitud Oeste.

¹http://www.aerocivil.gov.co/atencion/estadisticas-de-las-actividades-aeronauticas/_layouts/15/WopiFrame.aspx?source=/atencion/estadisticas-de-las-actividades-aeronauticas/Estadisticas%20Operacionales/Estadisticas%20Tráfico%20de%20Aeropuertos%20Agosto%202018.xls&action=default



Figura 2. Localización Aeropuerto Internacional EL DORADO.

Fuente: Adaptado por equipo consultor de Maryland Institute for Advanced Computer Studies UMIACS.

Colinda con las localidades de Engativá para el costado norte del Aeropuerto, Fontibón para el costado sur del Aeropuerto y al Oeste con las veredas La Florida y El Hato pertenecientes al municipio de Funza. (Ver Figura 2).

3.1.2 Condiciones Operacionales

3.1.2.1 Pista Norte (Cabeceras 13L-31R)

Dispone de cinco carreteros de salida que se conectan con la pista de carretero y que discurre en forma paralela con igual longitud que la pista en mención. La pista de carretero tiene cuatro salidas que comunican a una segunda zona de carretero, la cual conduce a la plataforma de operaciones de aeronaves.

Horario de operación vigente autorizado por la Resolución 1034 de 2015, modificada por la Resolución 1567 de 2015 (ANLA) o las normas que las modifiquen, adicionen o sustituyan.

Pista Norte (Cabeceras 13L – 31 R):



- De 06:00 am y las 10:00 pm, sin restricción alguna para la operación de todo tipo de aeronaves.
- De 10:01 pm a 11:59 pm las operaciones podrán realizarse sobrevolando la ciudad.
- A partir de las 12:00 pm no se podrá sobrevolar la ciudad de Bogotá (Decolajes 100% en sentido oriente – occidente sin sobrevolar la ciudad
- Aterrizajes 100% occidente-oriente).

3.1.2.2 Pista Sur (Cabeceras 13R-31L)

Construida longitudinalmente con 3,800 m y con un ancho de 45 m. Presenta seis comunicaciones con la pista de carretero, que discurre en forma paralela a 240 m de la misma. Las dos pistas se comunican a lo largo de la zona central por un área de 950 m de largo y 250 m de ancho.

Horario de operación vigente autorizado por la Resolución 1034 de 2015, Modificada por la Resolución 1567 de 2015 (ANLA) o las normas que las modifiquen, adicionen o sustituyan. Pista sur (Cabeceras 13R – 31L):

- De 06:00 a.m. y las 10:00 p.m. sin restricción alguna para la operación de todo tipo de aeronaves.
- De 10:01 p.m. a 11:59 p.m. se permitirán los aterrizajes sin sobrevolar la ciudad, sentido occidente-oriente
- De 12:00 p.m. a 05:59 a.m. que opere bajo las siguientes condiciones:
- las operaciones de decolaje se realizan en 100% sentido oriente-occidente, sin sobrevolar la ciudad.
- Las operaciones de aterrizaje se realizan en un 100% en dirección occidente –oriente.

3.1.2.3 Excepciones de operación

Podrán operar en la pista (13L - 31R) y en la pista (13R - 31L) del Aeropuerto, en cualquier horario, las aeronaves de todo tipo que tengan que utilizar dicho terminal, como aeropuerto alternativo por motivos meteorológicos, técnicos o de seguridad durante el periodo en que permanezcan dichas razones y que afecten la seguridad del vuelo, y las aeronaves que operen en misiones de ayuda médica, desastres u otras clases de emergencia y vuelos especiales del Ministerio de Defensa Nacional.



4 ANTECEDENTES NORMATIVOS RELACIONADOS.

Se tiene como evolución normativa que la Ley 12 del 23 de octubre de 1947, Colombia aprobó su adhesión al CONVENIO SOBRE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL, suscrito en Chicago el 7 de diciembre de 1944, comúnmente conocido como "Convenio de Chicago"; promulgado mediante el Decreto No. 2007 de agosto 22 de 1991. Este convenio es el instrumento internacional que rige la aviación civil en el mundo y consta de 4 partes, 21 capítulos y 19 anexos.

Adicionalmente, para el caso del Aeropuerto Internacional EL DORADO, el marco normativo para la gestión de ruido, está dado por: i) el Anexo 16 "Protección del medio ambiente" Volumen I "Ruido de las aeronaves" de la Organización de Aviación Civil Internacional - OACI, que fue resultante del convenio de Chicago y que ha sido actualizado por la OACI conforme a la evolución del sector aeronáutico. Este documento relaciona estándares máximos de ruido para criterios de diseño y homologación de aeronaves por clasificación dependiendo de diversos factores tales como: año de fabricación, tipo y número de motores, masa máxima de despegue y performance de ensayo de vuelo; para la generación de certificados de homologación; ii) En el cual se clasifican las aeronaves por capítulo, delimitando a cada una de ellas un nivel de ruido característico y un respectivo umbral de presión sonora por emisión, así:

- **Capítulo 2 de Ruido:**
Aviones de reacción subsónicos con solicitud del certificado de tipo presentada antes del 6 de octubre de 1977. De las cuales, por cumplimiento a lo establecido en el Decreto 2564 del 23 diciembre de 1999 de la Presidencia de la República de Colombia, no pueden operar en el espacio aéreo colombiano aeronaves catalogadas capítulo I y II de ruido.
- **Capítulo 3 de Ruido:**
Aviones de reacción subsónicos con solicitud del certificado de tipo presentada el 6 de octubre de 1977 o después de esa fecha y antes del 1 de enero de 2006.

Aviones de más de 8 618 kg propulsados por hélice con solicitud del certificado de tipo presentada el 17 de noviembre de 1988 o después de esa fecha y antes del 1 de enero de 2006.
- **Capítulo 4 de Ruido:**
Aviones de reacción subsónicos y aviones propulsados por hélice con una masa máxima certificada de despegue de 55 000 kg o más – solicitud del certificado de tipo presentada el 1 de enero de 2006 o después de esa



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO

fecha y antes del 31 de diciembre de 2017.

Aviones de reacción subsónicos con una masa máxima certificada de despegue de menos de 55 000 kg - solicitud del certificado de tipo presentada el 1 de enero de 2006 o después de esa fecha y antes del 31 de diciembre de 2020.

Aviones propulsados por hélice con una masa máxima certificada de despegue de más de 8 618 kg e inferior a 55 000 kg - solicitud del certificado de tipo presentada el 1 de enero de 2006 o después de esa fecha y antes del 31 de diciembre de 2020.

- **Capítulo 5 de Ruido:**
Aviones de más de 8 618 kg propulsados por hélice con solicitud del certificado de tipo presentada antes del 1 de enero de 1985.
- **Capítulo 6 de Ruido:**
Aviones de no más de 8 618 kg propulsados por hélice con solicitud del certificado de tipo presentada antes del 17 de noviembre de 1988.
- **Capítulo 7 de Ruido:**
Aviones STOL propulsados por hélice.
- **Capítulo 8 de Ruido:**
Helicópteros.
- **Capítulo 10 de Ruido:**
Aviones de no más de 8 618 kg propulsados por hélice con solicitud del certificado de tipo, o para la versión derivada, presentada el 17 de noviembre de 1988 o después de esa fecha.
- **Capítulo 11 de Ruido:**
Helicópteros de no más de 3 175 kg de masa máxima certificada de despegue.
- **Capítulo 12 de Ruido:**
Aviones supersónicos.
- **Capítulo 13 de Ruido:**
Aeronaves de rotor basculante.

La Aerocivil, teniendo en cuenta que la operación aérea, puede afectar adversamente a la comunidad en la superficie, mediante la emisión de ruido de aeronaves que, de no ser mitigados sus impactos y adecuarse a los niveles de

Clave: GDIR-3.0-12-08
Versión: 01
Fecha: 20/09/2011
Página: 12 de 64



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO

ruido establecidos. A este respecto el Anexo 16 del Convenio Sobre Aviación Civil Internacional en el Volumen I, desarrolla los lineamientos sobre niveles máximos de ruido admisible a las aeronaves de acuerdo a su peso y año de certificación, consideró necesaria la adopción de normas que garantizaran la observancia de tales parámetros y en razón expidió la Resolución 2130 del 7 de junio de 2004, por la cual se adicionan y modifican las partes Primera, y Séptima de los reglamentos Aeronáuticos de Colombia y se adopta una Parte Once, sobre normas ambientales, estableciendo las disposiciones tendientes a mitigar el impacto en la superficie producido por el ruido de las aeronaves que vuelan en el espacio aéreo nacional, y la obligación, en el sentido de que cada aeropuerto implemente su propio Manual de Procedimientos de Atenuación de Ruido.

En este sentido, se registra la expedición de la Resolución 3185 de 2004, mediante la cual se adoptó en el Manual de Atenuación de Ruido para el Aeropuerto El Dorado, complementada por la Resolución 3996 del 27 de agosto de 2008 y sustituida mediante la Resolución 4819 del 2 de octubre de 2008, en las cuales se establecieron procedimientos de atenuación o abatimiento de ruido.

Por otro lado, con la expedición de la normas ambientales en Colombia, de control de la presión sonora o de emisión de ruidos, básicamente, desde el año 1973, cuando se expide la Ley 23 que establece la responsabilidad por causar daños ambientales y que además facultó al Gobierno Nacional para expedir el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente (Decreto-Ley 2811 de 1974), el cual en su artículo 33 estableció que: "Se establecerán las condiciones y requisitos necesarios para preservar y mantener la salud y la tranquilidad de los habitantes, mediante control de ruidos originados en actividades industriales, comerciales, domésticas, deportivas, de esparcimiento, de vehículos de transporte, o de otras actividades análogas."

Más adelante, se expide la Ley 9 de 1979 (Código Sanitario) que señaló la competencia (artículo 106) al Ministerio de Salud, para determinar los niveles de ruido, vibración y cambios de presión a que puedan estar expuestos los trabajadores. Así, se expidió la Resolución 8321 de 1983, por la cual se dictan normas sobre protección y conservación de la audición de la salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos.

Con la expedición de la Constitución Política de 1991, "denominada Constitución Ecológica o más bien Ambiental), señala en los artículos 8, 79, 80 y numeral 8 del artículo 95, el deber de proteger las riquezas naturales, el derecho a gozar de un ambiente sano, el uso planificado de los recursos naturales y derecho – deber de todos, en la protección del ambiente. Vale decir, que el derecho al ambiente sano se elevó a la categoría de derecho colectivo del cual goza toda persona, no refiriéndose exclusivamente al ambiente, sino a un ambiente integral y sistémico, con condiciones de salubridad, previniendo y corrigiendo las

Clave: GDIR-3.0-12-08
Versión: 01
Fecha: 20/09/2011
Página: 13 de 64



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO

afectaciones. Esta visión constitucional del ambiente y de lo sanitario, hizo que la normativa sobre control de ruidos en el país adquiriese mayor relevancia, y es así como, en el año 1995 se avanza en la expedición del Decreto 948, por el cual se expiden normas relacionadas con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad de aire (hoy copilado en el Decreto 1076 de 2015 "Del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible").

El 7 de abril del año 2006, el entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible) en uso de la facultad reglamentaria expide la Resolución 627, por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental, incorporando un trato diferenciado con respecto al control de la emisión de ruido de aeronaves, para lo cual, señaló que se aplica la Resolución 2130 de 2004 de la Unidad Administrativa Especial de Aeronautica Civil o la que la adicione, modifique o sustituya. A la vez, respecto del ruido ambiental de los aeropuertos, dicha norma los considera como sectores industriales y su ruido se debe evaluar según lo estipulado para este tipo de sectores y respecto de los estándares consignados en la norma.

Continuando, el Gobierno Nacional expidió el Decreto 1076 de 2015 "Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible", el cual en el Título 5 de la Parte 2 del Libro 1 (que copia el referido Decreto 948 de 1995) de prevención y control de la contaminación atmosférica. Igualmente, el artículo 2.2.5.1.5.16, establece que en las licencias ambientales que se otorguen para el establecimiento, construcción y operación de nuevos aeropuertos, la autoridad ambiental competente determinará normas para la prevención de la contaminación sonora; la facultad para establecer medidas de mitigación de ruido para aeropuertos existentes y normas de amortiguación del ruido eventual, cuando se prevean ampliaciones de sus instalaciones de operación aérea o incrementos de tráfico; y le otorga al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible atribuciones para que, en coordinación con las autoridades aeronáuticas, establezca prohibiciones o restricciones a la operación nocturna de vuelos en aeropuertos internacionales, que por su localización perturben la tranquilidad y el reposo en zonas habitadas.

Con relación al control y seguimiento de ruido de aeropuertos en el artículo 2.2.5.1.5.17 prescribe que las autoridades ambientales competentes, cuando lo consideren necesario, podrán exigir a los responsables del tráfico aéreo, la instalación y operación de estaciones de seguimiento de los niveles de ruido ambiental en el área de riesgo sometida a altos niveles de presión sonora; pudiendo verificar los niveles de ruido y el correcto funcionamiento de los equipos instalados en cualquier momento.

Teniendo en cuenta lo anterior, además de las normas de carácter nacional que

Clave: GDIR-3.0-12-08
Versión: 01
Fecha: 20/09/2011
Página: 14 de 64



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO

regulan lo relacionado con control de ruido, para el caso del Aeropuerto Internacional EL DORADO, también se hace referencia este marco normativo la regulación que en materia de ruido ambiental haya sido expedida por el Distrito Capital de Bogotá D.C; por la autoridad ambiental urbana, Secretaría Distrital de Ambiente-SDA Decreto 765 de 1999 expedición para la zona de influencia del Aeropuerto El Dorado; de esta forma, se tiene el Decreto 765 de 1999 mediante el cual se expide para zona de influencia del Aeropuerto el Dorado, y la SDA expidió la Resolución 6919 de 2010, por la cual se establece el Plan Local de Recuperación Auditiva en el Distrito Capital, con el objeto de controlar y reducir las emisiones de ruido de manera progresiva y gradual conforme a la clasificación de las localidades más afectadas, en donde se incluyen Fontibón y Engativá.

Desde el orden nacional, el otrora Ministerio del Medio Ambiente, (hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS), y posteriormente la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA por virtud del Decreto 3573 de 2011, expidieron normas mediante las cuales, se otorgaron y aprobaron los instrumentos de control y manejo ambiental (Plan de Manejo Ambiental - PMA o Licencia Ambiental) al proyecto. Así, en lo relacionado con los actos administrativos de licenciamiento ambiental para la operación del Aeropuerto, en el año 1995 se otorgó la licencia ambiental ordinaria para la ejecución de las obras de construcción y operación de la segunda pista y/o ampliación del Aeropuerto, mediante la Resolución 1330, la cual ha sido objeto de varias modificaciones mediante las Resoluciones 392/96, 598/97, 534/98, 745/98, 1001/09 que hizo una cesión parcial hasta la Resolución 1034 de 2015, modificada por Resolución 1567 de 2015.

Habría que adicionar que, en el año 2011, la ANLA adquirió la competencia como autoridad ambiental, de la evolución, control y seguimiento ambiental del proyecto, quien actualmente ejerce dicha función y es la autoridad competente.

A continuación, se presenta en perspectiva de línea de tiempo, el contexto o algunos de los avances normativos, que componen el normograma del régimen de control de ruido del Aeropuerto Internacional El Dorado:

Tabla 1. Normograma de control de ruido Aeropuerto Internacional El Dorado.

NORMA	AUTORIDAD ADMINISTRATIVA	OBJETO
NORMAS DEL ORDEN NACIONAL		
Constitución Política 1991	Asamblea Nacional Constituyente	Marco principal normativo que rige en la estructura y en el ordenamiento jurídico y político del país, incluye normas sobre medio ambiente, desarrollo

Clave: GDIR-3.0-12-08
Versión: 01
Fecha: 20/09/2011
Página: 15 de 64



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO

NORMA	AUTORIDAD ADMINISTRATIVA	OBJETO
		económico sostenible y el transporte.
Ley 12 de 1947	Congreso de la República	Aprueba adhesión de Colombia al Convenio Sobre Aviación Civil Internacional
Ley 23 de 1973	Congreso de la República	Profiere normas sobre asuntos ambientales y confiere facultades al Gobierno para expedir un Código de Recursos Naturales
Decreto – Ley 2811 de 1974	Gobierno Nacional	Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente
Ley 9 de 1979	Congreso de la República	Por la cual se dictan medidas sanitarias
Resolución 8321 de 1983	Ministerio de Salud	Por la cual se dictan normas sobre protección y conservación de la audición de la salud y el bienestar de las personas
Decreto 2007 de 1991	Gobierno Nacional	Por el cual se promulga el "Convenio de Aviación Civil Internacional", firmado en Chicago el 7 de diciembre de 1944
Ley 99 de 1993	Congreso de la República	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones
Ley 105 de 1993	Congreso de la República	Por la cual se dictan disposiciones básicas sobre el transporte, se redistribuyen competencias y recursos entre la Nación y las Entidades Territoriales, se reglamenta la planeación en el sector transporte y se dictan otras

Clave: GDIR-3.0-12-08
Versión: 01
Fecha: 20/09/2011
Página: 16 de 64



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO

NORMA	AUTORIDAD ADMINISTRATIVA	OBJETO
		disposiciones.
Decreto 948 de 1995	Ministerio del Medio Ambiente	Por el cual se expiden algunas normas relacionadas con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad de aire
Ley 336 de 1996	Congreso de la República	Estatuto General de Transporte
Decreto 2564 de 1999	Gobierno Nacional	Por el cual se establece el término en el cual pueden operar en el espacio aéreo colombiano las aeronaves que no cumplan con los niveles de ruido previstos en el Capítulo III del Anexo 16 al Convenio de la Aviación Civil Internacional
Resolución 627 de 2006	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental
Decreto 1076 de 2015	Gobierno Nacional	Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible
NORMAS DEL ORDEN DISTRITAL		
Decreto 301 de 1990	Alcaldía Mayor de Bogotá	Por el cual se dictan disposiciones sobre usos en los terrenos ubicados en inmediaciones del Aeropuerto EL DORADO, localizados en zona de influencia de ruido y se dictan otras disposiciones
Decreto 1261 de 1997	Alcaldía Mayor de Bogotá	Por el cual se adoptan medidas de protección ambiental en el aeropuerto internacional El Dorado
Resolución 1198 de 1998	Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente	Por la cual se definen unas zonas de nivel sonoro en el Distrito Capital de Santa Fe de Bogotá
Decreto 765 de 1999	Alcaldía Mayor de Bogotá	Por el cual se reglamenta el Acuerdo 6 de 1990, mediante la

Clave: GDIR-3.0-12-08
Versión: 01
Fecha: 20/09/2011
Página: 17 de 64



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO

NORMA	AUTORIDAD ADMINISTRATIVA	OBJETO
		expedición para la zona de influencia del Aeropuerto El Dorado, correspondientes a los polígonos de reglamentación asignados por los Decretos 735, 736 y 737 de 1993.
Resolución 832 de 2000	Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente	Por el cual se adopta el sistema de clasificación empresarial por el impacto sonoro sobre el componente atmosférico, denominado "Unidades de Contaminación por Ruido - UCR"
Acuerdo 79 de 2003	Concejo de Bogotá	Código de Policía de Bogotá. Contiene normas sobre los comportamientos en relación con la contaminación auditiva y sonora
Resolución 6919 de 2010	Secretaría Distrital de Ambiente	Por la cual se establece el Plan Local de Recuperación Auditiva en el Distrito Capital
Decreto 446 de 2010	Alcaldía Mayor de Bogotá	Por medio del cual se precisa el alcance de las facultades de la Secretaría Distrital de Ambiente como Autoridad Ambiental en el Distrito Capital y se dictan otras disposiciones
Resolución 3514 de 2010	Alcaldía Mayor de Bogotá	Por la cual se adopta el Documento Técnico del Plan de Gestión Ambiental PGA del Distrito Capital 2008-2038
NORMAS DEL SECTOR AERONAUTICO		
Resolución 2450 del 19 de diciembre de 1974	Departamento Administrativo de Aeronautica Civil	Adopta el Manual de Reglamentos Aeronáuticos de Colombia, hoy Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC)
Resolución 2853 del 23 de julio de 1999	Unidad Administrativa Especial de Aeronautica Civil	Modificó en su totalidad la parte séptima de los Reglamentos Aeronáuticos
Resolución 4034 del 15	Unidad Administrativa Especial de Aeronautica Civil	Por la cual se modifican algunos numerales a la parte séptima de

Clave: GDIR-3.0-12-08
Versión: 01
Fecha: 20/09/2011
Página: 18 de 64



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO

NORMA	AUTORIDAD ADMINISTRATIVA	OBJETO
de octubre de 1999	Civil	los reglamentos aeronáuticos
Resolución 2130 del 7 de junio de 2004	Unidad Administrativa Especial de Aeronautica Civil	Por la cual se adicionan y modifican las partes Primera, y Séptima de los reglamentos Aeronáuticos de Colombia y se adopta una Parte Once, sobre disposiciones Ambientales
Resolución 4819 del 2 de octubre de 2008	Unidad Administrativa Especial de Aeronautica Civil	Por la cual se sustituye el Manual de Atenuación de Ruido para el Aeropuerto Internacional El Dorado de Bogotá, D. C.
Resolución 5036 del 18 de septiembre de 2009	Unidad Administrativa Especial de Aeronautica Civil	Por la cual se atribuye carácter oficial a la versión de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC) publicada en la página Web de la UAEAC.
Resolución 680 del 30 de marzo de 2016	Unidad Administrativa Especial de Aeronautica Civil	Por la cual se adopta el Reglamento Aeronáutico de Colombia No. 36 (RAC 36), que regula estándares de ruido
Resolución 1209 del 25 de mayo de 2015	Unidad Administrativa Especial de Aeronautica Civil	Por la cual se adopta el Reglamento Aeronáutico de Colombia No. 13 (RAC 13), que regula el régimen sancionatorio
Resolución 2517 del 1 de octubre de 2015	Unidad Administrativa Especial de Aeronautica Civil	Modifica el Reglamento Aeronáutico de Colombia No. 13 (RAC 13)
Resolución 588 del 7 de marzo de 2016	Unidad Administrativa Especial de Aeronautica Civil	Modifica el Reglamento Aeronáutico de Colombia No. 13 (RAC 13)
NORMAS DEL LICENCIAMIENTO AMBIENTAL		
Resolución 1330 del 7 de noviembre de 1995	Ministerio del Medio Ambiente	Otorgar a la UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE LA AERONAUTICA CIVIL Licencia Ambiental Ordinaria para la ejecución de las obras de construcción y operación de la segunda pista y/o ampliación del Aeropuerto Internacional El

Clave: GDIR-3.0-12-08
Versión: 01
Fecha: 20/09/2011
Página: 19 de 64



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO

NORMA	AUTORIDAD ADMINISTRATIVA	OBJETO
		Dorado.
Resolución 1389 del 22 de noviembre de 1995	Ministerio del Medio Ambiente	Por la cual se resuelven unos recursos de reposición y se modifica parcialmente la Resolución 1330 del 7 de noviembre de 1995 en el sentido de que todos los niveles de ruido mencionados en la citada resolución, corresponden a niveles de ruido promedio día-noche (Ldn)
Resolución 392 del 15 de abril de 1996	Ministerio del Medio Ambiente	Modifica la Resolución 1330 de 1995
Resolución 768 del 19 de julio de 1996	Ministerio del Medio Ambiente	Modifica la Resolución 1330 de 1995
Resolución 405 del 20 de mayo de 1997	Ministerio del Medio Ambiente	Modifica la Resolución 1330 de 1995
Resolución 598 del 2 de julio de 1997	Ministerio del Medio Ambiente	Modifica la Resolución 1330 de 1995
Resolución 534 del 16 de junio de 1998	Ministerio del Medio Ambiente	Modifica la Resolución 1330 de 1995
Resolución 745 del 5 de agosto de 1998	Ministerio del Medio Ambiente	Modifica la Resolución 1330 de 1995
Resolución 1001 del 1 de junio de 2009	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Autoriza la cesión parcial de la licencia ambiental a favor de la Sociedad Concesionaria Operadora Aeroportuaria Internacional S.A. – OPAIN S.A.
Resolución 1034 del 24 de agosto de 2015	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA	Modifica la Licencia Ambiental en el sentido de modificar el horario de operación nocturna de la pista sur; establece una zonificación de manejo ambiental y ajusta algunas fichas del PMA.

Clave: GDIR-3.0-12-08
Versión: 01
Fecha: 20/09/2011
Página: 20 de 64



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO

NORMA	AUTORIDAD ADMINISTRATIVA	OBJETO
Resolución 1567 del 7 de diciembre de 2015	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA	Resuelve recursos de reposición interpuestos contra la Resolución 1034 de 2015 y hace algunas aclaraciones.

4.1 REGLAMENTOS AERONÁUTICO DE COLOMBIA.

El artículo 1782 del Código de Comercio establece que a la Autoridad Aeronáutica le corresponde dictar los reglamentos aeronáuticos; y de acuerdo con la Ley 336 de 1996 el modo de transporte aéreo, además de ser un servicio público esencial, continuará rigiéndose exclusivamente por las normas del Código de Comercio (Libro Quinto, Capítulo Preliminar y Segunda Parte), por el Manual de Reglamentos Aeronáuticos que dicte la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, y por los Tratados, Convenios, Acuerdos y Prácticas Internacionales debidamente adoptados o aplicados por Colombia (Art.68).

Conforme a esos mandatos, a partir de la vigencia de la Resolución 2450 de 1974 se adoptó el referido Manual de Reglamentos Aeronáuticos de Colombia, hoy Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC), como un compendio normativo que, debido a las diferentes modificaciones que se le han hecho, se decidió darle carácter oficial a la versión de los reglamentos publicada en la página web de la Aeronáutica Civil por medio de la Resolución 5036 del 18 de septiembre de 2009; de manera que se pueda tener seguridad acerca de cuál es la versión vigente en un determinado momento.

Los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC) se componen de 40 partes, cada una de ellas con una asignación numérica respectiva no consecutiva; y son aplicables, de manera general a toda persona natural o jurídica, nacional o extranjera, que desarrolle actividades relacionadas con el sector aeronáutico (actividades aeronáuticas civiles). Particularmente dichos reglamentos se aplican dentro del territorio nacional, o a bordo de aeronaves civiles de matrícula Colombiana o extranjeras que sean operadas por explotador Colombiano, bajo los términos del artículo 83 bis del Convenio de Chicago /44, cuando se encuentren en espacios no sometidos a la soberanía o jurisdicción de ningún otro Estado, o en el espacio aéreo o territorio de cualquier Estado siempre y cuando ello no resulte incompatible con las leyes o reglamentos de dicho Estado, ni con los Convenios Internacionales vigentes en materia de aviación civil.

Clave: GDIR-3.0-12-08
Versión: 01
Fecha: 20/09/2011
Página: 21 de 64



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO

5 MEDICIÓN A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO SKBO.

La Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (UAEAC) mediante la Dirección de Servicios Aeroportuarios con el Grupo de Gestión Ambiental y Control Fauna, se inició el proceso de implementación, con diseño, instalación y puesta en marcha desde el año 2015 con el Sistema de Vigilancia y Control Ambiental SVCA; de esta forma, se detectan los niveles de presión sonora y posteriormente se asocian a niveles de ruido producidos por las operaciones aéreas en inmediaciones al Aeropuerto Internacional EL DORADO de la ciudad de BOGOTÁ, D.C. Además, de realizar seguimiento a la calidad de aire en el área de influencia (AID) de la terminal aérea mediante el monitoreo continuo (24 horas) de todos los parámetros de criterio en la contaminación de este medio.

Este sistema surgió de la necesidad de realizar seguimiento continuo a los niveles de ruido producto de las operaciones en aire del aeródromo, evaluando las mediciones continuas desde el año 2015 y con lo cual se ha permitido generar acciones, control y seguimiento a planes de mitigación en el compromiso socio ambiental con las comunidades y en cumplimiento a los requerimientos establecidos por la autoridad ambiental competente - ANLA.

5.1 COMPONENTES DEL SISTEMA DE VIGILANCIA Y CONTROL AMBIENTAL (SVCA):

El Sistema de Vigilancia y Control Ambiental SVCA, se compone de los siguientes módulos de software y hardware:

- Hardware de medición de niveles de presión sonora: son las estaciones inteligentes de monitoreo que están ubicadas según criterios de la OACI (Organización de Aviación Civil Internacional) y otras consideraciones de pertinencia acústica establecidas por profesionales en el área. Para el Aeropuerto Internacional EL DORADO, se estipularon un total de 20 estaciones fijas y 5 estaciones de tipo móvil sin alterar el correcto funcionamiento de la red principal. Cada estación cuenta con un sonómetro tipo 1, micrófono y antena para transmisión y recepción de datos, caja de protección, mástiles, para rayos, cableado, sistema de autosuficiencia energética (batería, panel solar, regulador de voltaje), 6 estaciones meteorológicas Vaisala que integran la información meteorológica a las estaciones y calibradores acústicos.
- Software de ruido: Comprende los programas de gestión aeronáutica, Fly Information System (FIS), base de datos, análisis y procesamiento de información y modelación.

Clave: GDIR-3.0-12-08
Versión: 01
Fecha: 20/09/2011
Página: 22 de 64



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO

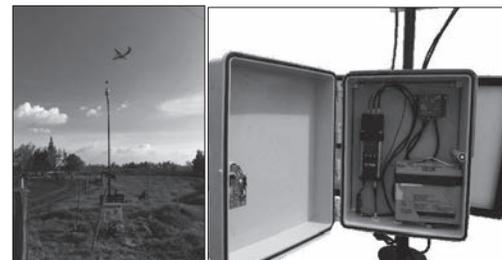


Ilustración 1. Ejemplo de estación Inteligente para monitoreo de ruido.
Fuente: Propia.

5.1.1 Descripción de Equipos de Medición Empleados.

5.1.1.1 Estaciones meteorológicas.

Los equipos empleados para la obtención de la información meteorológica en el SVCA, se compone de un equipo meteorológico Vaisala².

La estación es capaz de medir los seis parámetros meteorológicos relevantes en la propagación del sonido (temperatura, humedad relativa, presión atmosférica, precipitación velocidad y dirección del viento), igualmente es una estación de bajo consumo energético capaz de funcionar con un panel solar. Es de peso liviano, fácil de instalar y no posee partes móviles.

El equipo Vaisala, es innovador en su tecnología, puesto que se compone de un moderno sensor de lluvias RAINCAP. El RAINCAP es un sensor acústico que mide el impacto de las gotas de agua individuales en una superficie lisa de acero inoxidable utilizando un detector piezoeléctrico. El sensor proporciona información en tiempo real de la intensidad de la lluvia, la duración, y la acumulación de precipitaciones. También tiene la capacidad de distinguir entre la lluvia y el granizo. El RAINCAP no tiene partes móviles o componentes que necesitan vaciado o limpieza y es esencialmente libre de mantenimiento.

² Transmisor Meteorológico Vaisala. <http://es.vaisala.com/sp/products/multiweathersensors/Pages/WXT520.aspx>

Clave: GDIR-3.0-12-08
Versión: 01
Fecha: 20/09/2011
Página: 23 de 64



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO



Figura 1. Estación meteorológica WXT520 Vaisala

5.1.1.2 Sonómetro Inteligente CUBE³

El sonómetro CUBE de la marca 01dB es una terminal de monitoreo de ruido que puede ser adaptado como portable o como una unidad estacionaria, compatible con los servicios de monitoreo en web que ofrece el fabricante. Posee un sistema de generación de alarmas en tiempo real, publicación automática de datos, opciones de audio y de visualización de datos en tiempo real. Puede llegar a conectarse con sistemas de luz al momento de generar alarmas.



Figura 2. Terminal inteligente CUBE de 01dB-metravid.

Tabla - Especificaciones técnicas sonómetro CUBE de 01dB-metravid.

METROLÓGICA	- IEC 61672 Clase 1 (0-90°)
-------------	-----------------------------

³ <http://www.acoemgroup.com/catalog/CUBE-Smart-Noise-Monitoring-Terminal-1-0-274-product>



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO

	- DMK01 unidad de micrófono para exteriores. - 40CE G.R.A.S. micrófono para cualquier clima. - Sistema de autoverificación periódico basado en carga de inyección.
INTEGRADO	- Wi-Fi incorporado. - 3G Modem. - Interface LAN. - Antena GPS.
SIMPLE PARA INTEGRAR	- Compacto. - Peso livianos. - Antenas externas (GPS, Wi-Fi y 3G) - Montaje en carril de tren DIN.
CONEXIÓN	- Modo DHCP para conexión a todo tipo de módems. - Conexión a red Wi-Fi. - Administración remota vía a Interface web. - Escucha remota de señales.
INTELIGENTE	- Indicadores de ruido en aeropuertos. - Grabación de señales sin tratar (metrológica WAV o MP3 comprimido). - Indicadores acústicos avanzados. - Sincronización temporal. - Codificación sincronizada multi-punto.
ALTO DESEMPEÑO	- Batería de back-up de 24 horas. - Adaptable a cualquier batería externa. - Memoria SD de alta capacidad (2 a 128 GB). - Procesamiento de información con el software dBTRAIT.

Fuente: Acoem Group, 2014.

5.1.1.3 Calibradores Acústicos CAL21 01dB-metravid

El calibrador utilizado es suministrado por la marca 01dB – Metravid, es un



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO

equipo compacto y ligero para la calibración de sonómetros de alta precisión. Al ser Clase 1⁴, es apto para calibrar sonómetros Clase 1 y Clase 2, con micrófonos de 1" ó 1/2". El calibrador manejado dispone de un sensor que detecta la presión atmosférica y corrige la amplitud de la señal de salida, de forma que el nivel sonoro sea constante. Utiliza una sola frecuencia de verificación 1 kHz y un solo nivel sonoro de 94 dB.



Figura 3. Calibrador acústico CAL21 Clase 1 de 01dB-metravid

5.1.1.4 Operación del Sistema de Vigilancia y Control Ambiental.

La detección de eventos acústicos relacionados únicamente a la operación aérea se realiza mediante la continua operación del Sistema de Vigilancia y Control Ambiental; de tal forma que la red de monitoreo relacione e indique los niveles de ruido obtenidos de las estaciones (EMRIs), con los datos de los procedimientos aéreos realizados a partir de información brindada de radar. De esta manera, la información recopilada es procesada y correlacionada por medio de un software especializado permitiendo determinar el nivel de ruido con indicadores acústicos que de cada aeronave genera.

⁴ <http://www.acoemgroup.com/>



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO



Ilustración 2. Diagrama de operación del SVCA
Fuente: Propia

5.1.1.5 Micro y Macro Localización de Estaciones de Monitoreo de Ruido Inteligente (EMRI).

Las 20 estaciones de monitoreo de ruido inteligentes fijas y las 5 estaciones móviles, se encuentran ubicadas estratégicamente y su georreferenciación (macro localización y micro localización) fue estipulada bajo metodologías de índole ingenieril. La firma ACOEM, indicó su concepto técnico mediante la experiencia en casos internacionales de ruido aeroportuario, evaluando y aprobando la metodología de localización para las estaciones de la red del SVCA en el Aeropuerto Internacional EL DORADO de BOGOTÁ, D.C.

La ubicación de las estaciones es justificada basándose en las rutas teóricas aéreas de las aeronaves que tienen para despegue y aterrizaje del Aeropuerto Internacional EL DORADO, junto con la muestra histórica y pertinencia acústica de los niveles presentados en los sectores contiguos a la terminal aérea.

5.1.1.5.1 Macro localización de estaciones de monitoreo de ruido.

La macro localización de los diferentes puntos de monitoreo se realizó en función de criterios científicos y objetivos como pueden ser:

- Ubicación estratégica: puede ser dentro o cerca del área de influencia (curva de ruido LDN de 65dBA), distribuidos uniformemente en los barrios y áreas afectadas por ruido ambiental, preferencialmente en áreas



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO

residenciales o áreas críticas como hospitales, bibliotecas, sanatorios o hogares geriátricos.

- Revisión de rutas teóricas aéreas preestablecidas: análisis de los procedimientos de vuelo y corredores aéreos utilizados comúnmente para las trayectorias aéreas.
- Punto de comparación al interior del aeropuerto: es primordial obtener un punto de referencia base para realizar consolidados históricos y comparaciones de los niveles de ruido (cercanías a las operaciones aéreas y en tierra).
- Representaciones de las molestias por ruido y quejas de la población vulnerable.

5.1.1.5.2 Micro localización de estaciones de monitoreo de ruido.

La comunicación del sistema de monitoreo se realiza a través de módem 3G, que permite acceder a los niveles de presión sonora en tiempo real, descarga de datos, modificación de la configuración de medición, etc. Por lo tanto, cada estación de monitoreo cuenta señal 3G sea correcta, y que no hay equipos eléctricos cerca que puedan generar ondas electromagnéticas y potencialmente afectar la comunicación.

5.1.1.5.3 Ubicación de las Estaciones de Monitoreo de Ruido Inteligente (EMRIs).

La localización de los puntos de monitoreo que a la fecha de publicación del presente documento se encuentran establecidos; se puede apreciar en la siguiente Ilustración:



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO



Ilustración 3. Ubicación de estaciones EMRI
Fuente: Google Earth

Del total de las 20 estaciones fijas, los puntos identificados como EMRI (Estación de Monitoreo de Ruido Inteligente), EMRI_2, EMRI_3, EMRI_7, EMRI_8, EMRI_17 y EMRI_4, se definieron bajo los criterios de la Resolución No. 2130 de 2004 de la Aerocivil, que se basa en el documento "Protección del medio ambiente" del Anexo 16 de la OACI - Volumen I "Ruido de las aeronaves". En dicha normativa y documentación se mencionan puntos a considerar de ruido lateral, sobrevuelo y de aproximación, es por esto por lo que las estaciones mencionadas se ubicaron en estos sectores.

El punto de medición del ruido lateral es un punto en una paralela a 400 m del eje de pista o de su prolongación, en el que el nivel de ruido de despegue es máximo. En cambio, el punto para la medición de ruido de sobrevuelo se ubicó en la prolongación del eje de pista a una distancia de 6,5 Km desde el cual comienza el recorrido de despegue y, por último, el punto de medición de ruido por aproximación se ubicó sobre el terreno donde haya una prolongación del eje de pista a 120 m en terreno horizontal por debajo de la trayectoria de descenso de 3°, que intercepta la pista a 300 m más allá del umbral.

Dada la geografía del Aeropuerto Internacional EL DORADO - SKBO, el punto de medición de ruido por aproximación coincide con el punto de medición de ruido de sobrevuelo y, por tanto, se tienen un total de 6 estaciones de monitoreo bajo estandarización de la OACI.

A continuación, se encuentra la ficha técnica de cada una de las 25 terminales CUBE instaladas, en el cual se describen los datos principales de cada una de



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO

las estaciones de monitoreo de ruido ambiental, desde las coordenadas geográficas dadas por los equipos hasta una breve descripción del entorno de ubicación con respecto a fuentes sonoras en aproximación.

EMRI	Localidad:	Entorno:
EMRI_1	Engativá	Estación localizada en zona industrial de la localidad de Engativá, 1.000 m sobre la prolongación de la cabecera de pista 31R en dirección oriente. El sobrevuelo de aeronaves constituye una de las principales fuentes de ruido por el despegue y aterrizajes en esta dirección.
EMRI_2	Engativá	La estación EMRI_2 se ubica en zona residencial de la localidad de Engativá. Estación localizada según criterios OACI, siendo considerada como estación de sobrevuelo/aproximación. En esta zona se presenta un tráfico vehicular bajo. Las fuentes de ruido más importantes de este punto son el despegue de aeronaves de las cabeceras 13L y 13R, así como las construcciones civiles en obra, la operación de talleres de soldadura cercanos y la presencia de un colegio de secundaria. Estación con meteorología integrada para el análisis y correlación de los datos de ruido aeronáutico.
EMRI_3	Fontibón	



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO

EMRI	Localidad:	Entorno:
EMRI_4	Funza Rural	La estación EMRI_4 se ubica en zona rural del municipio de Funza, es un área mayormente agrícola y las principales fuentes de ruido las constituyen las operaciones aéreas y el tráfico de vehículos pesados por la vía destapada aledaña. Este punto de monitoreo es uno de los 6 que cuentan con criterios de localización OACI y con monitoreo continuo de parámetros meteorológicos que alimentan el Sistema de Vigilancia y Control Ambiental SVCA del Aeropuerto EL DORADO.
EMRI_5	Funza Rural	



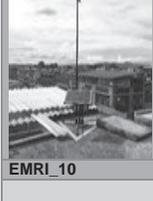
PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO - SKBO

	Tipo de estación:	Fija
	Entorno:	Estación localizada en un área mayormente agrícola, sobre zona rural del municipio de Funza en el cono de aproximación occidental del Aeropuerto EL DORADO, a 7.700 m en la prolongación occidental de la cabecera 13L. Las principales fuentes de ruido identificadas fueron el tráfico de vehículos por la vía destapada que pasa al frente de la hacienda y las operaciones aéreas en baja proporción debido a la altura que llevan las aeronaves al transitar por este punto.
EMRI_7	Localidad:	Fontibón
	Coordenadas:	N: 4°41'13.89" W: 74°8'40.5"
	Dirección:	Cra. 112 # 23b - 16
	Tipo de estación:	Fija
	Entorno:	La estación EMRI_7 es una de las estaciones más representativas de su zona de influencia de la localidad de Fontibón, ubicada según los criterios dados por la OACI para estaciones laterales. Las fuentes de ruido importantes para esta estación son el paso de aeronaves que despegan por la cabecera 13R, también está la presencia adyacente de un colegio de secundaria y, por último, pero no menos importante los bares, negocios de ocio que existen en el área y el parque central Atahualpa.
EMRI_8	Localidad:	Engativá
	Coordenadas:	N: 4°41'52.26" W: 74° 7'28.9"
	Dirección:	Cra. 105 # 65-04
	Tipo de estación:	Fija

Clave: GDIR-3.0-12-08
Versión: 01
Fecha: 20/09/2011
Página: 32 de 64



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO - SKBO

	Entorno:	Estación con criterios de ubicación OACI, EMRI_8 se encuentra ubicada sobre la paralela de la pista norte, tiene intervención de las operaciones realizadas en esta pista, sumadas a ella el constante tráfico vehicular por la zona.
EMRI_10	Localidad:	Engativá
	Coordenadas:	N: 04°40'09.99" W: 74°05'46.81"
	Dirección:	Cil 63ª Bis 68f-60
	Tipo de estación:	Fija
	Entorno:	Localizada a 4 km sobre la prolongación de la cabecera 31R en dirección oriente, la estación EMRI_10 se ubicó como el punto de referencia más lejano dentro de la última área de influencia calculada para el Aeropuerto El Dorado. Las fuentes de ruido identificadas en la zona de la estación EMRI_10 es el ruido por tráfico vehicular, de vehículos livianos, motos y buses que transitan tanto en la Carrera 69 y la Calle 63, siendo esta última una vía primaria, también se tiene el sobrevuelo de aeronaves que operan en el aeropuerto El Dorado en dirección oriente.
EMRI_11	Localidad:	Funza Rural
	Coordenadas:	04° 44' 32.55" N: 74° 13' 15.72 W
	Dirección:	Finca Los Ocales
	Tipo de estación:	Fija
	Entorno:	Localizada sobre la prolongación de la cabecera de pista 13R en dirección occidental, EMRI_11 tiene como principales fuentes de ruido el aterrizaje y despegue de aeronaves.
EMRI_13	Localidad:	Engativá
	Coordenadas:	04° 42' 16.11" N - 74° 8' 15.29" W

Clave: GDIR-3.0-12-08
Versión: 01
Fecha: 20/09/2011
Página: 33 de 64



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO - SKBO

	Dirección:	Satélite 32
	Tipo de estación:	Fija
	Entorno:	La estación EMRI_13 está localizada al interior del Aeropuerto de forma paralela a la pista norte. Este punto de monitoreo pretende identificar el ruido generado por las aeronaves en la fuente y con la menor intervención de ruido ambiental posible. Sin embargo, se encuentra influenciada por varias fuentes de ruido de fondo, como lo son el frecuente paso de camiones pesados por la vía perimetral.
EMRI_15	Localidad:	Fontibón
	Coordenadas:	04° 41' 51.59" N: 74° 9' 16.73" W
	Dirección:	Satélite 13
	Tipo de estación:	Fija
	Entorno:	La estación de monitoreo EMRI_15 es una de las cuatro estaciones de monitoreo al interior del Aeropuerto, está localizada sobre la paralela de la pista sur (13R-31L) siendo las operaciones aéreas la principal fuente de ruido. Este punto permite captar el ruido generado por las aeronaves, antes de que este sobrepase los límites del Aeropuerto hacia la localidad de Fontibón.
EMRI_17	Localidad:	Funza Rural
	Coordenadas:	N: 4°43'42.17" W: 74°10'12.24"
	Dirección:	Hacienda Frutama
	Tipo de estación:	Fija
	Entorno:	Esta estación se encuentra ubicada en área rural, sobre la vereda la florída, en una hacienda donde se puede percibir que la mayor fuente de ruido es la operación aérea, teniendo en cuenta que esta hacienda se encuentra sobre el cono de aproximación de la cabecera 13L.

Clave: GDIR-3.0-12-08
Versión: 01
Fecha: 20/09/2011
Página: 34 de 64



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO - SKBO

	Entorno:	La estación EMRI_18 se ubica en la localidad de Engativá, en área residencial, con bajo ruido de fondo, espacio abierto que facilita la transmisión y posterior recepción de las ondas sonoras provenientes de las aeronaves que tiene trayectorias cercanas a este sector.
EMRI_19	Localidad:	Funza Rural
	Coordenadas:	04° 42' 57.01" N: 74° 10' 2.79" W
	Dirección:	Satélite 20
	Tipo de estación:	Fija
	Entorno:	Mediante observaciones de campo se identificó ruido proveniente por los carros que transitan por una vía destapada cerca a la estación de monitoreo, además de esto, cabe destacar que las otras fuentes de ruido son las aeronaves que son sometidas a pruebas de motores. Sin embargo, el aporte por dicha zona se considera menor debido al acondicionamiento y aislamiento acústico del área de prueba de motores.
EMRI_20	Localidad:	Fontibón
	Coordenadas:	04° 42' 34.18" N: 74° 9' 16.26" W
	Dirección:	Escuela de Aviación Militar
	Tipo de estación:	Fija
	Entorno:	Sobre esta estación se identificaron diferentes tipos de ruido entre los cuales se destaca propiamente el ruido de despegue y aterrizaje de las aeronaves de la escuela de aviación, también el paso de personas por esta zona y el flujo vehicular alrededor de esta última.

Clave: GDIR-3.0-12-08
Versión: 01
Fecha: 20/09/2011
Página: 35 de 64



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO - SKBO

		La mayoría de los ruidos de la operación aérea y la escuela de aviación, son detectados en esta estación.
	EMRI 21	<p>Localidad: Fontibón</p> <p>Coordenadas: N: 04°41'4.84" W: 74°7'58.18"</p> <p>Dirección: Cll 25b # 101 - 25 Torre 6 - Apto 201</p> <p>Tipo de estación: Fija</p> <p>Entorno: La estación EMRI_21 es una de las estaciones claves del SVCA, esta se ubica sobre la prolongación de la cabecera de pista 31L, sobre el corredor aéreo, teniendo como mayor fuente de ruido las operaciones aéreas del aeropuerto El Dorado.</p>
	EMRI 23	<p>Localidad: Fontibón</p> <p>Coordenadas: 04° 40' 3.37" N: 74° 07' 1.72" W</p> <p>Dirección: Cra 74b # 24d - 92</p> <p>Tipo de estación: Fija</p> <p>Entorno: En esta zona residencial las fuentes de ruido que se pudieron identificar fue el flujo vehicular, pero a manera moderada ya que por ser una zona residencial la afluencia de carros no es llega a ser prioritaria, sin embargo se obtienen niveles de ruido asociados a los procedimientos que se alcanzan a gestionar a este punto.</p>
	EMRI 24	<p>Localidad: Funza</p> <p>Coordenadas: N: 04°43'05.23" W: 74°12'40.52"</p> <p>Dirección: Cll. 15 # 15-71</p> <p>Tipo de estación: Fija</p>

Clave: GDIR-3.0-12-08
Versión: 01
Fecha: 20/09/2011
Página: 36 de 64



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO - SKBO

	Entorno:	La estación EMRI_24 se ubicó en el centro del casco urbano del municipio de Funza, recibiendo la presión sonora generada por actividades propias del municipio. Actividades como el comercio informal, el tráfico vehicular son las mayores fuentes de ruido.
	EMRI 25	<p>Localidad: Fontibón</p> <p>Coordenadas: 04° 40' 57.93" N: 74° 07' 36.04" W</p> <p>Dirección: Cll 25d Bis # 96-22</p> <p>Tipo de estación: Fija</p> <p>Entorno: Esta estación se encuentra ubicada sobre zona residencial de la localidad de Fontibón, en la cual se encuentran fuentes de ruido importantes a destacar es el flujo vehicular que corre por la Calle 26 (Dorado) en el que hay concurrencia de motos, autos, buses, camiones y por último una planta de embotellamiento de gaseosas que también puede ser considerada como una fuente de ruido significativa.</p>
	EMRI 27	<p>Localidad: Fontibón</p> <p>Coordenadas: 04° 41' 27.89" N: 74° 08' 51.48" W</p> <p>Dirección: Calle 23c # 117ª - 25</p> <p>Tipo de estación: Fija</p> <p>Entorno: Adicional al ruido aeroportuario, en los alrededores de esta estación se destaca como principal fuente de ruido el paso de vehículos como camiones, buses, motos y autos que circulan por la Carrera 117.</p>
	EMRI 28	<p>Localidad: Engativá</p>

Clave: GDIR-3.0-12-08
Versión: 01
Fecha: 20/09/2011
Página: 37 de 64



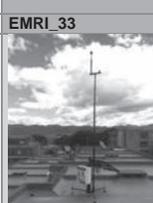
PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO - SKBO

		<p>Coordenadas: 04° 42' 36.55" N: 74° 08' 27.69" W</p> <p>Dirección: Cra 115 # 63h -04</p> <p>Tipo de estación: Fija</p> <p>Entorno: Mediante las observaciones en campo se pudo identificar diversas fuentes de ruido, entre las cuales se evidenció ruido generado por equipos de sonido en una vivienda cercana a la estación EMRI_28 de manera esporádica. Otra de las fuentes que pudo ser identificada es el ruido vehicular que se encuentran sobre la carrera 115. El criterio de ubicación se relaciona a identificar los niveles de ruido en la lateral de las pistas por las operaciones de aterrizaje y despegue</p>
	EMRI 29	<p>Localidad: Funza Rural</p> <p>Coordenadas: 04° 43' 25.56" N: 74° 11' 28.6" W</p> <p>Dirección: Km 2 Vía Funza - Cota</p> <p>Tipo de estación: Fija</p> <p>Entorno: En esta estación se destacan como fuentes predominantes de ruido, el tráfico vehicular constante por la vía Funza-Cota y el alto uso de bocinas de los camiones que por ahí circulan, sumado a paso de las operaciones aéreas del aeropuerto EL DORADO que utilizan la configuración occidental. Finalmente encontramos el ruido normal emitido por las actividades diarias de la institución educativa que allí funciona.</p>
	EMRI 30	<p>Localidad: Fontibón</p> <p>Coordenadas: 04° 40' 50.49" N: 74° 8' 3.56" W</p> <p>Dirección: Cra 99 Bis # 23j - 13</p> <p>Tipo de estación: Fija</p> <p>Entorno: Se destacan como fuentes predominantes de ruido, el tráfico vehicular de la Av. Esperanza y la CRA 99 y el alto uso de las bocinas en las vías vehiculares.</p>

Clave: GDIR-3.0-12-08
Versión: 01
Fecha: 20/09/2011
Página: 38 de 64



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO - SKBO

	EMRI 32	<p>Localidad: Fontibón</p> <p>Coordenadas: 4° 41' 46.78" N : 74° 9' 28.62" W</p> <p>Dirección: Tv 129b # 22C-66</p> <p>Tipo de estación: Móvil</p> <p>Entorno: La estación EMRI_32 se localiza sobre la Tv 129b, a 510 m de distancia del eje de la pista sur del aeropuerto. Siendo el tráfico vehicular, el aterrizaje y despegue de aeronaves, el paso del ferrocarril y la actividad industrial cercana, las principales fuentes de emisión de ruido. La estación se ubica sobre un predio privado y en zona con uso de suelo mixto.</p>
	EMRI 33	<p>Localidad: Engativá</p> <p>Coordenadas: 4° 41' 0.46" N : 74° 6' 47.2" W</p> <p>Dirección: Cll 63 # 851 - 43</p> <p>Tipo de estación: Móvil</p> <p>Entorno: La estación EMRI_33 se localiza 1.670 m sobre la prolongación de la pista norte en dirección oriente (sobre la ciudad de Bogotá). Localizada en un área mayormente residencial, las principales fuentes de ruido en esta zona son el paso de aeronaves y el alto flujo vehicular sobre la Av J.S Mutis.</p>

5.1.1.5.4 Tiempo de medición e integración.

Las estaciones de monitoreo de ruido inteligente (EMRI) que componen la red de monitoreo del Sistema de Vigilancia y Control Ambiental, realizan monitoreo continuo 24 horas al día, 7 días a la semana. Con un tiempo de integración determinado para los sonómetros en intervalos de 500ms.

5.1.1.5.5 Parámetros acústicos de análisis.

Las estaciones de monitoreo de ruido determinan los siguientes parámetros asociados a un evento aéreo:

Clave: GDIR-3.0-12-08
Versión: 01
Fecha: 20/09/2011
Página: 39 de 64



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO

Parámetro.	Indicación.
Date	Fecha y hora del evento registrado.
NMT	Estación de monitoreo equivalencia a EMRI.
Event max time	Fecha y hora del evento máximo registrado.
Event start time	Fecha y hora de inicio del registro del evento.
Event end time	Fecha y hora de finalización de registro del evento.
Leq max 1sec	Nivel equivalente máximo evaluado en 1 segundo.
Leq	Nivel equivalente del evento acústico.
Event duration	Duración en segundos del evento.
Leq max elementary	Nivel máximo equivalente del evento acústico.
SEL	Nivel de exposición sonora.
PNL max	Máximo nivel de ruido percibido.
SEL OACI	Nivel de exposición sonora a evento aeronáutico.
LEQ OACI	Nivel equivalente del evento aeronáutico.
EPNL OACI	Nivel efectivo de ruido percibido.
EPNL correction	Factor de corrección entre PNL y EPNL.
OACI duration	Duración del evento aeronáutico.
Atmospheric pressure	Nivel de presión atmosférica.
Wind speed	Velocidad de viento.
Wind direction	Dirección del viento.
Humidity	Humedad relativa.
Rainfall	Indicación de lluvia.
Temperature	Indicación de temperatura.
Luminosity	Intensidad de luminosidad.
Event ID	Número de identificación del evento asociado.
Callsign	Códigos de indicación de aerolíneas.
Direction	Dirección
Aircraft type	Tipo de aeronaves

Tabla 2. Parámetros e indicadores.

Clave: GDIR-3.0-12-08
Versión: 01
Fecha: 20/09/2011
Página: 40 de 64



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO

5.1.1.6 *Detección de eventos acústicos relacionados a la operación aérea en las estaciones de monitoreo⁵.*

Mediante la integración del SVCA al Aeropuerto Internacional EL DORADO de la ciudad de BOGOTÁ, D.C. se relacionan y analizan los eventos acústicos asociando dichos parámetros acústicos únicamente a la operación que se produce por el sobrevuelo de una aeronave. Luego entonces, el sistema discrimina la influencia sonora de otras fuentes presentes al momento de la detección de una aeronave para solamente asociar el nivel acústico que puede producir una operación aérea al momento de sobrevolar una estación de monitoreo.

Para la identificación de eventos de ruido vinculados al sobrevuelo de una aeronave por una estación de monitoreo en el sistema Mapaero; se basa principalmente en filtrado digital para la parte de ruido y un análisis de seguimiento para la vinculación del evento de una aeronave detectada. La combinación e implementación de estos dos algoritmos permite que los eventos de ruido de las aeronaves sean extraídos del ruido ambiental capturado por las terminales de monitoreo de ruido.

5.1.1.6.1 *Análisis del filtro digital para la detección acústica de aeronaves en el sistema.*

Los filtros digitales permiten analizar la curva de ruido registrada con el fin de extraer una lista de posibles aeronaves candidatas en función de los criterios descritos a continuación. Los parámetros se pueden establecer en estos criterios para el sistema dependiendo de la posición o ubicación de la estación de monitoreo con respecto a la altura de las aeronaves y la ruta establecida.

El sistema en modo automático, detecta un máximo local en una evolución de ruido que tiene un período de tiempo predefinido (por ejemplo, +/- 300 segundos), luego de esto se realiza y se mantiene un cálculo del ruido de fondo tanto superior como inferior del nivel máximo detectado.

El sistema realiza un suavizado de la curva de ruido y detecta su salida del ruido de fondo en sentido descendente (comienzo del evento) y su entrada en el ruido de fondo en sentido ascendente (final del evento); Entonces se identifica un evento de ruido. Luego el sistema determina si este evento de ruido es potencialmente proveniente de una aeronave o de otra fuente.

⁵Documento – A-Tech: "Procedure - Identification of acoustical events linked to an aircraft pass."

Clave: GDIR-3.0-12-08
Versión: 01
Fecha: 20/09/2011
Página: 41 de 64



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO

El filtro analiza el comportamiento de la curva en función de verificar si la energía acústica sea lo suficientemente sustancial como para ser considerada como resultado del sobrevuelo de una aeronave.

- Tiempo de duración del paso (segundos entre el comienzo y el final) suficientemente alto.
- Emergencia del ruido de fondo superior a 5 dB(A).
- Verificación de que la curva de ruido no se encuentre perturbada o distorsionada.

Una aeronave candidata es luego identificada por:

- Correlación con el movimiento de una aeronave.
- Método de correlación.

Se determina un radio de influencia centrado en el punto de medida; dentro de este radio, todas las aeronaves que pasan deben ser capturadas por el micrófono; más allá de este radio, la aparición de ruido no es suficiente. Este radio de influencia permite la extracción de todos los recorridos del avión que influyeron en el punto de medición.

Se crea una lista de movimientos de aeronaves extraídas y se compara con la lista de candidatos de aeronaves construidos a partir de las medidas de ruido. La correlación entre estas dos listas se realiza en función del tiempo y la proximidad a las estaciones de monitoreo de las aeronaves.

Todos los eventos de ruido que no tienen correlación de movimiento de la aeronave se consideran dentro del ruido de fondo y no se consideran en las estadísticas de ruido de la plataforma del aeropuerto.

Se considera que todos los movimientos de aeronaves que no tienen correlación de ruido no han registrado la suficiente amplitud de los niveles de ruido en el punto de medición para tener en cuenta en las estadísticas adjuntas a este punto de medición. Además, estas aeronaves pueden haber hecho algo de ruido en otros puntos de medición.

5.1.1.6.2 *Conciliación con la información del tiempo.*

El sistema correlaciona datos de ruido con los datos de radar, como criterio principal, la información de fecha y hora. El sistema detecta el máximo de LeqA con los datos de ruido y obtiene la fecha y hora de ese valor máximo. Luego, la traza de radar más cercana se extrae el registro y su información de fecha y hora se compara con la fecha y hora del evento. La correlación es efectiva si la

Clave: GDIR-3.0-12-08
Versión: 01
Fecha: 20/09/2011
Página: 42 de 64



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO

diferencia entre estos dos valores no excede un número predefinido de segundos (parámetro local de la estación de monitoreo).

5.1.1.6.3 *Validez de los eventos de ruido.*

Los eventos se consideran válidos cuando se validan los criterios de correlación. Es posible modificar manualmente una correlación realizada por el sistema a priori, pero esta operación requiere conocimiento acústico para realizarse correctamente.

5.1.1.6.4 *Casos especiales.*

• **Múltiples eventos.**

Es posible correlacionar un registro con varios eventos que ocurrieron en un solo lugar; Para hacer esto, este registro debe haber entrado en el círculo de influencia y haberlo salido varias veces. El sistema correlaciona solo un paso de una aeronave por evento y solo un evento por sobre vuelo de una aeronave. Los eventos se bloquean cuando se han correlacionado con un solo movimiento de una aeronave y no se propondrán relacionar nuevamente en una siguiente correlación de datos.

• **Gestión de eventos no relacionados con la aviación.**

El sistema solo correlaciona eventos considerados fuera de la aviación. Esta consideración se basa en el ajuste del filtro del punto de medida. De hecho, cada estación de monitoreo tiene su propio entorno y la instalación de la estación de monitoreo incluye una fase de análisis de las curvas de ruido de la aeronave en este punto. El filtro está construido y posee los siguientes criterios que definen una aeronave en este entorno específico:

- El comportamiento de la curva global de ponderación A.
- La duración del evento.
- La emergencia del evento.

En caso de que se genere un evento mediante una inserción eléctrica o una calibración, se elimina automáticamente del sistema y se codifica como una actividad no medida (codificación específica) para la estación de monitoreo. Los eventos no relacionados con la aviación se excluyen automáticamente del sistema de correlación automática.

Clave: GDIR-3.0-12-08
Versión: 01
Fecha: 20/09/2011
Página: 43 de 64



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO

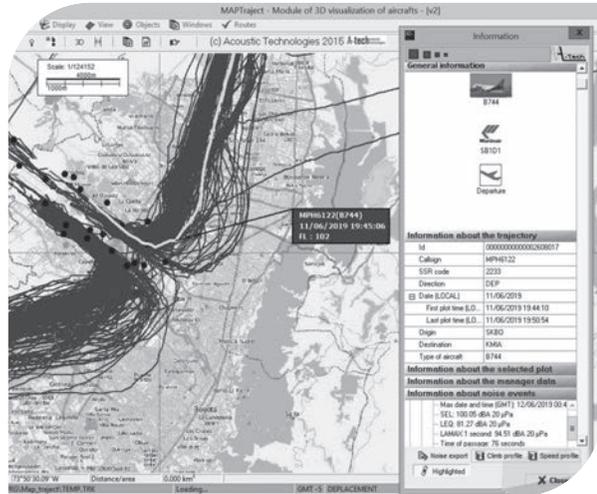


Ilustración 4. Ejemplo de evaluación de niveles de ruido a trayectoria aérea.

5.1.1.7 Estaciones de monitoreo de ruido (EMRI) para efectos de aplicación del protocolo de medición y evaluación a los niveles de ruido.

Si bien el Sistema de Vigilancia y Control Ambiental cuenta con 25 estaciones de monitoreo de ruido continuo ubicadas estratégicamente en coberturas de rutas aéreas definidas en la implementación del sistema, requerimientos de quejas por parte de la comunidad dentro del aérea de influencia y al interior del aeropuerto; no todas las estaciones evaluarán el proceso de protocolo de medición y evaluación de cumplimiento a los niveles de ruido en los procedimientos aéreos descritos para el Aeropuerto Internacional EL DORADO – SKBO-; ya que en principal medida no todas las estaciones de la red de monitoreo cumplen con la función de evaluar los niveles de ruido de los

Clave: GDIR-3.0-12-08
Versión: 01
Fecha: 20/09/2011
Página: 44 de 64



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO

procedimientos aéreos, algunas de ellas son para evaluar los procedimientos en tierra del aeródromo.

Con ello, las estaciones de monitoreo que se establecieron para determinar los niveles de cumplimiento son las siguientes, que cumplen con cobertura a los procedimientos RNAV y convencionales desde su implementación en octubre del 2017.

Estación de monitoreo	Altitud (m.s.n. m)	Elevación con respecto al aeródromo (m)	Latitud (N)	Longitud (W)
EMRI_1	2626	37	04° 41' 12.36" N	74° 07' 03.91" W
EMRI_2	2631	42	04° 40' 40.95" N	74° 06' 19.48" W
EMRI_10	2568	21	04° 40' 29.28" N	74° 07' 20.0" W
EMRI_3	2554	67	04° 40' 09.27" N	74° 05' 47.82" W
EMRI_23	2595	26	04° 40' 6.81" N	74° 06' 55.05" W
EMRI_30	2566	55	04° 40' 50.49" N	74° 8' 3.56" W

Tabla 3. Estaciones de monitoreo que evaluarán el presente protocolo.

Clave: GDIR-3.0-12-08
Versión: 01
Fecha: 20/09/2011
Página: 45 de 64



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO

6 EVALUACIÓN A LOS NIVELES MÁXIMOS DE RUIDO DE LA OPERACIÓN AÉREA DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO.

Es importante señalar que con base en los procedimientos de abatimiento y/o atenuación de ruido, los cuales corresponden a las obligaciones del operador de aeronaves y que están determinadas en el Manual de Abatimiento de Ruido para el Aeropuerto Internacional EL DORADO -SKBO-, con el fin de incorporar estos procedimientos como parte de la rutina en el funcionamiento de una aeronave, incluirlos en sus programas de entrenamiento y demás verificaciones sobre la operación en el Aeropuerto Internacional EL DORADO; logrando determinar metodológicamente la estandarización y análisis del comportamiento de los niveles de ruido según un tiempo representativo de un año mediante el SVCA. Luego entonces cada operación aérea registrada por el Sistema fue analizada para el comportamiento y evaluación según normativa aplicable. Dichos procedimientos son publicados en el AIP para el aeródromo de SKBO dada su última actualización.

6.1 ESTANDARIZACIÓN DE NIVEL MÁXIMO RUIDO A PARTIR DEL REGISTRO DE LAS OPERACIONES AÉREAS EN LAS ESTACIONES DE MONITOREO PARA EL DORADO (EMRI).

Con el registro de los niveles de ruido y detección de los eventos acústicos por periodo establecido diurno (07.01 horas hasta las 21.00 horas) y nocturno (21.01 horas hasta las 07.00 horas) a partir del 2018, y dada la implementación de la restructuración del espacio aéreo de la ciudad de BOGOTÁ, D.C. con la inclusión de la capacidad PBN en las aeronaves; se determinó el comportamiento de los niveles de ruido en las estaciones de análisis (Tabla 3. Estaciones de monitoreo que evaluarán el presente protocolo.) Según las trayectorias definidas de procedimientos RNAV y procedimientos convencionales.

Los resultados estadísticos de manera completa, que soportan la evaluación proyectada en el tiempo representativo se encuentran anexados en la memoria justificativa del presente documento.

6.1.1 Box Plot, Diurno.

Clave: GDIR-3.0-12-08
Versión: 01
Fecha: 20/09/2011
Página: 46 de 64



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO

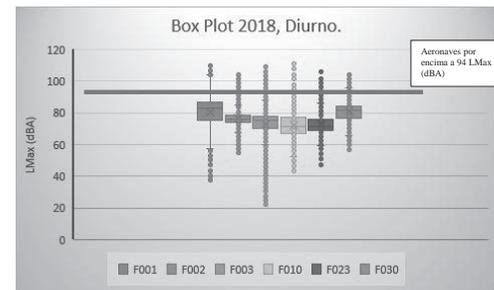


Ilustración 5. Box Plot de la distribución de datos año 2018, Diurno.

Los resultados presentados en esta ilustración evidencian en un diagrama de cajas y bigotes la distribución de datos para las estaciones de monitoreo evaluados durante el periodo diurno en todo el año 2018. De esta manera, se representan los cuartiles, valores mínimos y máximos en una dispersión y simetría de los datos.

Los resultados representaron una simetría cercana entre las estaciones a partir de la distancia con respecto a la cabecera y los procedimientos a evaluar luego entonces el comportamiento registrado para las siguientes características son las que obedecen a un componente similar.

Cabecera	Estación	Proximidad	Estación	Cabecera.
31 R	EMRI_1	Cercana	EMRI_30	31 L
	EMRI_2	Media	EMRI_3	
	EMRI_10	Lejana	EMRI_23	

6.1.2 Box Plot, Nocturno.

Clave: GDIR-3.0-12-08
Versión: 01
Fecha: 20/09/2011
Página: 47 de 64



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO

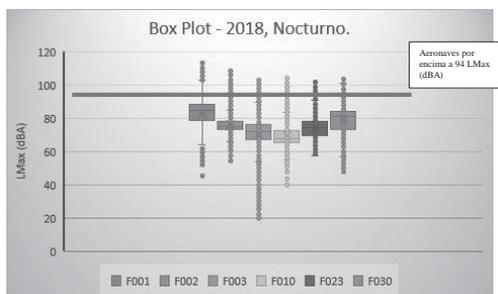


Ilustración 6. Box Plot de la distribución de datos año 2018, Nocturno.

El mismo procedimiento de evaluación se estableció para los niveles de ruido en horario nocturno según la operación aérea.

Cabecera	Estación	Proximidad	Estación	Cabecera.
31 R	EMRI_1	Cercana	EMRI_30	31 L
	EMRI_2	Media	EMRI_3	
	EMRI_10	Lejana	EMRI_23	

6.2 NIVEL MÁXIMO DE RUIDO POR OPERACIÓN AÉREA DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO.

En referencia a la normativa de medición de los niveles de ruido de aeronaves en cercanías a aeropuertos ISO: 20906⁶ que para el numeral 3.8 se especifica porcentaje de excedencia a partir de análisis estadístico con referencia a (N%95) y según las identificaciones de los eventos acústicos durante el año 2018 a partir de la implementación de los nuevos procedimientos aéreos y en análisis de los resultados que soportan el comportamiento acústico dependiendo del cumplimiento del procedimiento en altitud y procedimiento en *performance* de la aeronave en decolaje. Se logra determinar que cualquier aeronave después de despegar deberá ser operada de tal manera que no cause un nivel superior a 94 dBA Lmax en las estaciones de monitoreo dispuestas en Tabla 3. Estaciones de

⁶ ISO: 20906 Acoustics – Unattended monitoring of aircraft sound in the vicinity of airports. Clave: GDIR-3.0-12-08 Versión: 01 Fecha: 20/09/2011 Página: 48 de 64



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO

monitoreo que evaluarán el presente protocolo.⁷

De esta forma se adopta el nivel máximo de operación que puede realizar una aeronave en función de cumplimiento a los procedimientos de abatimiento de ruido ya sean con SID RNAV (RNAV DEPARTURES RWY 13L/13R) ó SID (RWY 13L/13R)

6.3 EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LAS OPERACIONES AÉREAS.

El seguimiento y control a los niveles máximos de ruido aeronáutico se cuantifica de manera unitaria para cada operación aérea y se consideran los indicadores acústicos que sobre pasen el rango establecido de 94 dBA Lmax causantes de un impacto de ruido por fuera de la distribución normal de los datos según la operación aérea, en el marco del no cumplimiento a los procedimientos establecidos en el AIP de SID RNAV (RNAV DEPARTURES RWY 13L/13R) ó de abatimiento y/o atenuación de ruido para SID (RWY 13L/13R), entre otras causas.

Los resultados de niveles máximos de ruido cuantificado y determinado a una superación del estándar máximo permisible se ajustan al rango de incertidumbre expandida con el nivel de confianza del 95% caracterizada con un $k = 2$, en el cual no se encuentre el valor mínimo de la incertidumbre en 94 dBA Lmax.

El seguimiento de estas operaciones se realiza con las siguientes estaciones de monitoreo las cuales garantizan una cobertura de detección de ruido aeronáutico en los procedimientos actuales del Aeropuerto.

⁷ Los métodos de evaluación dispersión de los resultados y demás pertinencia de evaluación se encuentran en la memoria justificativa.

Clave: GDIR-3.0-12-08 Versión: 01 Fecha: 20/09/2011 Página: 49 de 64



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO

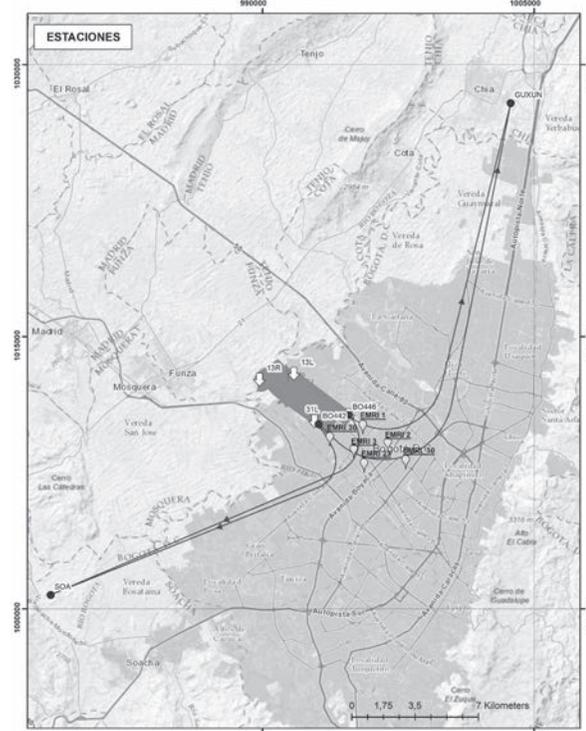


Figura 3. Trayectorias y estaciones de seguimiento a los niveles de ruido de las operaciones aéreas.

Fuente: Propia.

Clave: GDIR-3.0-12-08 Versión: 01 Fecha: 20/09/2011 Página: 50 de 64



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO

Nota: Toda operación se considera excluida de la evaluación y cumplimiento a los niveles de ruido descritos en esta sección por las siguientes condiciones donde prima la seguridad operacional de cada vuelo:

- Condiciones meteorológicas reportadas que representen dificultad en la operación y que sean declaradas según lineamientos del Anexo 6 – Operación de Aeronaves - Parte II, PANS-OPS, (Doc 8168), Volumen I, de la OACI.
- Condiciones reportadas de emergencia en vuelo.
- Aeronaves reportadas de misiones de ayuda médica, desastres u otras clases de emergencia.
- Aeronaves que realicen operación de estado y seguridad militar.

6.4 NIVELES DE AJUSTES DE MEDICIÓN A LAS ESTACIONES DE MONITOREO.

El límite especificado para cualquier procedimiento de decolaje se ajustará de acuerdo a la siguiente tabla con respecto a la cuantificación de manera unitaria para cada operación aérea de los niveles de aportes de ruido aeronáutico identificados en las estaciones de monitoreo, lo anterior se realiza teniendo en cuenta la ubicación de la estación de monitoreo y su elevación del suelo en relación con la elevación del aeródromo.

Estación de monitoreo	Ajuste (dBA)
EMRI_1	3.7
EMRI_2	1.9
EMRI_10	1.9
EMRI_3	1.7
EMRI_23	1.7
EMRI_30	3.9

6.5 INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN.

Para todo procedimiento de mediciones acústicas, los eventos presentes en el transcurso de la captura, los implementos que atraviesan el registró sonoro, la variabilidad de las condiciones atmosféricas y demás factores, influyen en el nivel de confianza que se puede asociar a los resultados.

A causa de la variabilidad evidenciada por todas estas fuentes de incertidumbre,

⁸ Organización de Aviación Civil Internacional – ICAO, International Civil Aviation Organization.

Clave: GDIR-3.0-12-08 Versión: 01 Fecha: 20/09/2011 Página: 51 de 64



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO

el resultado de una medida de ruido consta generalmente de varias componentes, que pueden agruparse en dos tipos, según el modo en que se estime su valor numérico:

- Incertidumbre Tipo A. Aquellas que se evalúan por métodos estadísticos,
- Incertidumbre Tipo B. Aquellas que se evalúan por otros medios.

El procedimiento está ajustado a los estándares de la ISO/1996-2:2017 para el cálculo general de la incertidumbre expandida y la ISO 20906:2009 para la incertidumbre típica debida a la instrumentación, no obstante, se observan los dos tipos de incertidumbres en las diversas contribuciones evaluadas.

En este caso, la incertidumbre de los niveles de presión sonora es cuantificada teniendo en cuenta diferentes factores que afectan la fiabilidad de los resultados registrados, tales como, la fuente sonora, la distancia de la fuente respecto al punto de medición, el ruido de fondo y la relación señal/ruido, las condiciones meteorológicas, entre otros.

La normativa en mención determina el procedimiento por el cual se calcula la incertidumbre de las mediciones de ruido ambiental el cual se resume en la siguiente tabla:

Tabla 4. Resumen del procedimiento de cálculo de la incertidumbre.

Incertidumbre Típica				Incertidumbre típica combinada	Incertidumbre de medición expandida
Debido a la Instrumentación	Debido a las condiciones de funcionamiento	Debido a las condiciones meteorológicas y del terreno	Debido al sonido residual		
A dB	X dB	Y dB	Z dB	$\sigma_t = \sqrt{A^2 + X^2 + Y^2}$ dB	$\pm 2\sigma_t$ dB

Fuente: ISO 1996-2.

A continuación, se detalla el procedimiento efectuado para obtener cada uno de los ítems de la tabla anterior.

6.5.1.1 Incertidumbre típica debida a la instrumentación (A)

La ISO 1996-2:2017 sugiere que para toda instrumentación tipo 1, se asuma una incertidumbre típica de ± 1 dB; no obstante, para ampliar la representatividad de

Clave: GDIR-3.0-12-08
Versión: 01
Fecha: 20/09/2011
Página: 52 de 64



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO

este factor, se hace uso de la ISO 20906:2009 para obtener la incertidumbre según cálculos.

La norma ISO 20906:2009 plantea que en la incertidumbre de la información reportada existen dos componentes principales que afectan de forma directa el grado de confianza del nivel de presión sonora continuo equivalente LAeq, de acuerdo con las condiciones dadas:

- Influencia de los instrumentos
- Manipulación del operario

La incertidumbre que genera la influencia de estos instrumentos y la manipulación de los operarios es calculada de la siguiente manera:

$$A = \delta slm = \delta mic + \delta A + \delta lin + \delta V + \delta p + \delta T + \delta RH + \delta calref + \delta calop$$

Donde:

- δslm : Es la incertidumbre estándar combinada que se asume sobre toda la medición.
- δmic : Es una cantidad de entrada para prever influencias de la respuesta direccional del micrófono, preamplificador, pantalla de viento y todos los accesorios relevantes.
- δA : Es una cantidad de entrada que prevé tolerancias en la ponderación A.
- δlin : Es una cantidad de entrada que prevé tolerancias para la linealidad del nivel.
- δV : Es una cantidad de entrada que prevé tolerancias debido a la influencia del suministro variable de voltaje.
- δp : Es una cantidad de entrada que prevé influencias de las variaciones en la presión del aire estático ambiental.
- δT : Es una cantidad de entrada que prevé influencias de las variaciones en la temperatura del aire.
- δRH : Es una cantidad de entrada que prevé influencias de las variaciones en la humedad.
- $\delta calref$: Es una cantidad de entrada que prevé tolerancias en los niveles de presión sonora dentro de la cavidad del calibrador bajo condiciones de referencia.

Clave: GDIR-3.0-12-08
Versión: 01
Fecha: 20/09/2011
Página: 53 de 64



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO

- $\delta calop$: Es una cantidad de entrada que prevé tolerancias en los niveles de presión sonora dentro de la cavidad del calibrador bajo condiciones de operación.

Para aplicar la estimación de dicha incertidumbre, se asume que la población de datos dentro del análisis estadístico tiene una distribución normal con un nivel de confianza del 95%.

- **Estimación δmic :** Teniendo en cuenta que tanto los sonómetros (IEC 61672-1) como los calibradores (IEC 60942) empleados son Clase 1, y que según normativa el ángulo "θ" de incidencia del sonido es cercano a los 30°; se asume con distribución normal un factor de cobertura de K=2.58.
- **Estimación δA :** La tolerancia en el rango de frecuencia desde 50 Hz a 1.25 KHz se mantiene por debajo de los ± 1.5 dB (IEC 61672-1:2002, Tabla 2, Clase 1).
- **Estimación δlin :** El error por la linealidad del nivel no excede los ± 1.1 dB (IEC 61672-1:2002, 5.5.5, Clase 1).
- **Estimación δV :** La desviación del nivel sonoro visualizado no debería exceder los ± 0.3 dB para cambios en el voltaje de suministro (IEC 61672-1:2002, 5.20.2, Clase 1).
- **Estimación δp :** La desviación del nivel de presión sonora visualizado no debería exceder los ± 0.7 dB para variaciones en la presión del aire estático entre los 850 hPa y 1080 hPa (IEC 61672-1:2002, 6.2.1, Clase 1).
- **Estimación δT :** La desviación del nivel sonoro visualizado no debería exceder los ± 0.8 dB para variaciones en la temperatura entre los -10 °C y +50 °C (IEC 61672-1:2002, 6.3.3 y 6.4, Clase 1).
- **Estimación δRH :** La desviación del nivel sonoro visualizado no debería exceder los ± 0.8 dB para humedad relativa entre el 25% y el 90% (IEC 61672-1:2002, 6.4, Clase 1).
- **Estimación $\delta calref$:** El límite de tolerancia es de 0.4 dB para el nivel de presión sonora en la cavidad del calibrador a condiciones de referencia (IEC 60942, Clase 1).

Clave: GDIR-3.0-12-08
Versión: 01
Fecha: 20/09/2011
Página: 54 de 64



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO

- **Estimación $\delta calop$:** El límite de tolerancia es 0.4 dB a condiciones de operación (IEC 60942, Clase 1).

Dicho valor de incertidumbre se indica que en las mediciones realizadas con un ángulo de incidencia sobre el receptor de 30° y una distribución de probabilidad normal del 95% en una población de datos con un factor de cobertura de "2".

Este factor de "Incertidumbre típica debida a la instrumentación" es constante para todas las EMRI puesto que el sonómetro implementado en todas las estaciones cumple con condiciones idénticas a las expuestas.

6.5.1.2 Incertidumbre típica debida a las condiciones de funcionamiento (Tráfico Mixto)

El segundo factor que se debe tener en cuenta es el tráfico que circunda cada estación de medición, ya que influye directamente en los niveles registrados debido a su fluctuación constante e inestabilidad. Para el cálculo de esta incertidumbre x se hace uso de la siguiente ecuación:

$$X = \frac{10}{\sqrt{n}} dB$$

Donde:

n : Número de vehículos en un periodo de tiempo.

La variable n se determina contando la cantidad de tráfico dependiendo de la incidencia principal de fuente sonora que circulan en relación con cada EMRI en un periodo de tiempo de 30 minutos (Hora Pico), y de ahí se toma la representatividad a partir del peor de los casos de muestreo, que sería circulación vehicular constante de hora pico.

6.5.1.3 Incertidumbre típica debida a las condiciones meteorológicas

Esta incertidumbre "Y" para el caso específico de este informe y las condiciones con las que se cuenta de fuente – receptor en cada EMRI, se iguala a:

$$Y = \sigma M = \text{valor } dB$$

Lo anterior debido a que según la norma ISO 1996-2:2015 se cuantifica de este modo tal contribución, en los casos donde la EMRI no está bajo condiciones de

Clave: GDIR-3.0-12-08
Versión: 01
Fecha: 20/09/2011
Página: 55 de 64

PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO

“sombra sonora”⁹, y la superficie del terreno entre la fuente y la posición de medición es dura, entonces la desviación típica inducida por el clima se evalúa según las condiciones climatológicas diarias y horarias de medición a partir de las estaciones meteorológicas.

6.5.1.4 *Incertidumbre típica debido al sonido residual*

El último factor que se tiene en cuenta es el ruido residual, esta incertidumbre **Z** varía dependiendo de la diferencia entre los valores medidos y el nivel residual en cada estación.

Para calcular la incertidumbre del nivel sonoro residual se emplea la siguiente ecuación:

$$Z = \sqrt{(\sigma_z)^2 - (\sigma_0)^2}$$

Donde:

- σ_s : Incertidumbre del nivel sonoro específico.
- σ_0 : Incertidumbre del nivel sonoro total medido actual.
- Z : Incertidumbre del nivel sonoro residual.

6.5.1.5 *Incertidumbre típica combinada*

Al obtener todas las incertidumbres necesarias, se realiza el cálculo de la incertidumbre típica combinada, por medio de la siguiente ecuación:

$$U_c = \sigma = \sqrt{A^2 + X^2 + Y^2 + Z^2}$$

6.5.1.6 *Incertidumbre de medición Expandida*

Teniendo todos los factores de contribución de incertidumbre y su respectivo coeficiente, se calcula la incertidumbre expandida con un nivel de confianza del 95%. La incertidumbre expandida se caracteriza con un $k = 2$, con lo cual el término se define como:

$$U = k * u_c$$

6.6 POSIBLES CAUSAS DE LA SUPERACIÓN DEL NIVEL MÁXIMO DE RUIDO PERMITIDO DE 94 DBA LMAX.

En el caso de reportarse que el nivel máximo nivel de ruido permisible sea superado en las estaciones de monitoreo establecidas para la medición y

⁹ Cada una de las estaciones EMRI fueron ubicadas según protocolos de referenciación precisos en donde se evaluó la pertinencia acústica y sus condiciones en campo.

PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO

posterior evaluación de su cumplimiento, se deben evaluar las siguientes causas posibles de la superación:



Figura 4. Flujograma de posibles causantes de superar límite máximo permisible.

Nota: Dichas causantes son objeto de análisis por parte del operador aéreo, así como todas aquellas otras adicionales que se consideren de índole directas en la generación de niveles de ruido producto de las operaciones aéreas que realizan las aeronaves y que sean las posibles causas de superación de niveles de ruido; esto con el fin de que el operador aéreo garantice acciones correctivas y/o de reducción de niveles de ruido para cumplimiento al límite establecido en la sección 6.1.2.

PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO

7 APLICACIÓN Y DESARROLLO DEL PRESENTE PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN.

En la siguiente figura se expone el flujograma de aplicación del Protocolo de medición y evaluación de cumplimiento del nivel máximo de ruido permitido, descrito para el Aeropuerto Internacional EL DORADO – SKBO.

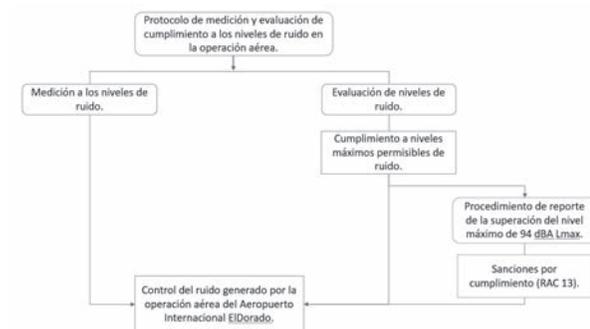


Figura 5. Flujograma del Protocolo de Medición y Evaluación a los Niveles de Ruido en la Operación Aérea para el Aeropuerto Internacional EL DORADO -SKBO-. Fuente: Propia.

7.1 SUPERACIÓN DEL NIVEL MÁXIMO PERMITIDO DE RUIDO, EN LA OPERACIÓN AÉREA, DE EL DORADO SKBO.

A efectos de la aplicación del régimen sancionatorio establecido RAC 13, constituirán violación por acción u omisión al presente protocolo de medición y evaluación de cumplimiento a los niveles de ruido en la operación aérea del aeropuerto internacional EL DORADO – SKBO de la ciudad de Bogotá D.C, la siguiente infracción administrativa:

- a) La superación del nivel máximo permitido de ruido de 94 dBA Lmax, por los responsables de las operaciones aéreas.

Lo anterior, sin perjuicio de las demás infracciones que se puedan generar en el marco del cumplimiento de otras reglamentaciones aeronáuticas o normas que

PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO

regulan las actividades aeronáuticas

7.2 DICTAMEN TÉCNICO.

Para todo evento en donde se incurra en la superación el nivel de 94 dBA Lmax tal como fue estipulado en la sección 6.1.1, y la misma no se encuentre amparada dentro de los casos de excepción permitidos, se emitirá el Dictamen Técnico en el cual se describa brevemente las razones y recomendaciones técnicas, que dan lugar a la presunta superación, el cual contendrá lo siguiente:

- Relación de los hechos que dan lugar a la superación del nivel máximo permisible de ruido máximo:

Callsign	Códigos de indicación de aerolíneas.
SSR code	Código SSR identificado para la aeronave y aerolínea
Direction	Dirección de despegue o aterrizaje.
Begin (local)	Fecha y hora de inicio del registro de la trayectoria.
End (local)	Fecha y hora de final del registro de la trayectoria.
Origin:	Origen de destino de ruta.
Destination	Destino de ruta.
Type of aircraft	Tipo de aeronave relacionada al evento.
Route	Configuración de pista utilizada.
Dev. track	Notificación de desvío.
Deviation reason	Razón de desvío.
Airline	Nombre de aerolínea a la que hace referencia el evento.
Date of evento.	Fecha y hora del registro del evento en la estación.
LAMAX	Nivel en dBA LMax registrado por la estación.
Station	Estación registrada del evento.
ALTITUDE (Feets)	Altura aproximada sobre la estación en pies.
ALTITUDE (Meters)	Altura aproximada sobre la estación en metros.

- Descripción de la medición, mediante las especificaciones técnicas y componentes del SVCA, de los cuales se encuentran en la sección 5.

- Breve descripción conceptual y/o teórico pertinente o que le resulte proporcional para la evaluación del nivel máximo permisible de ruido máximo. Igualmente, se tendrá en cuenta, los factores de incertidumbre relacionados a las condiciones variables que se presenta para cada evento determinados en la sección 6.5.



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO

- Cuando se presenten hechos en donde un infractor hubiese generado dos o más conductas generadoras de la superación al nivel máximo permisible de ruido, en el mismo rango temporal (Días, Semana, Mes), estas se agruparan y serán evaluadas en un solo *Dictamen técnico*.
- Las demás que se consideren adicionales para la fundamentación del dictamen.
- Conclusiones y recomendaciones.

7.3 PROCESO ADMINISTRATIVO INTERNO DE COMUNICACIÓN.

Una vez sea detectada la superación del nivel de **94 dBA Lmax**, y se formule el dictamen técnico con base en la información reportada por el Sistema de Vigilancia y Control Ambiental SVCA para el Aeropuerto Internacional EL DORADO. El Grupo de Gestión Ambiental remitirá junto con los anexos y/o al Grupo de Vigilancia Aerocomercial de la Oficina de Transporte Aéreo para su competencia, en el marco de la aplicación del RAC 13.



Figura 6. Estructura de proceso administrativo de comunicación sobre superación de nivel máximo permisible de ruido.
Fuente: Propia

El Sistema de Vigilancia y Control Ambiental SVCA entregará el dictamen técnico por la superación del nivel máximo permitido a la Dirección de Servicios Aeroportuarios, dentro de los diez (10) días hábiles posteriores al respectivo mes

Clave: GDIR-3.0-12-08
Versión: 01
Fecha: 20/09/2011
Página: 60 de 64



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO

evaluado.

La Dirección de Servicios Aeroportuarios tendrá diez (10) días hábiles para realizar la revisión y evaluación del dictamen técnico y en los eventos a los que haya lugar procederá a informar a la Oficina de Transporte Aérea sobre los hallazgos de los posibles infractores para lo de su competencia en el marco del Reglamento Aeronáutico Colombiano (RAC) 13.

Clave: GDIR-3.0-12-08
Versión: 01
Fecha: 20/09/2011
Página: 61 de 64



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO

8 FASES DE IMPLEMENTACIÓN

En razón del estado actual de operación del aeródromo, la implementación del protocolo se prevé dentro de las siguientes fases:

Previo a la expedición del presente protocolo se socializará el documento que consistirá en dar a conocer, principalmente a los operadores de aeronaves, pilotos de aviación y demás actores, la importancia de poner en práctica todos los lineamientos presentados en este documento y el manual de abatimiento y/o atenuación de ruido, los cuales permitirán mitigar la exposición al ruido aeronáutico en el área de influencia del aeropuerto.

Con la aplicación de todas las disposiciones presentes en el AIP, la Resolución No. 1034 de 2015 (ANLA) y el Anexo 16 de la OACI, los operadores de aeronaves podrán desarrollar sus actividades aeroportuarias en congruencia con las políticas ambientales de la Entidad.



Figura 7. Fases de Implementación.
Fuente: Propia.

Clave: GDIR-3.0-12-08
Versión: 01
Fecha: 20/09/2011
Página: 62 de 64



PROTOCOLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO A LOS NIVELES DE RUIDO EN LA OPERACIÓN AÉREA PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO – SKBO

9 REFERENCIAS

- Orientación sobre el Enfoque Equilibrado para la gestión del ruido de las aeronaves, OACI documento 9829 AN/451, segunda edición 2008.
- International Standard ISO 20906 – Acoustics – Unattended monitoring of aircraft sound in the vicinity of airports.
- Anexo 16 de la convención internacional de aviación civil: Protección Ambiental. Volumen I Ruido de Aeronaves, quinta edición, julio 2008.
- Reglamento Aeronáutico Civil de Colombia, RAC 13 Régimen Sancionatorio, adoptado mediante Resolución N° 01209 del 25 de mayo de 2015.
- Resolución N° 02130 de 2004 Aeronáutica Civil.
- Resolución 1330 Ministerio Del Medio Ambiente.
- Res 1034 de 2015, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA.
- Environmental Noise Directive Noise Action Plan 2013-2018, Heathrow – London.
- Noise Compatibility Program Report, FAR PART 150 STUDY, Volume II, Atlanta – Estados Unidos.

Clave: GDIR-3.0-12-08
Versión: 01
Fecha: 20/09/2011
Página: 63 de 64