

**ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN POR RUIDO GENERADA POR  
AEROPUERTOS Y SU EFECTO EN LA SALUD**

**Autor: Julieth Katherine Escobar Guarnizo**  
**Especialización en Planeación Ambiental y Manejo Integral de los Recursos**  
**Naturales**

**Universidad Militar Nueva Granada**  
**Bogotá D.C Julio 2017**

# ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN POR RUIDO GENERADA POR AEROPUERTOS Y SU EFECTO EN LA SALUD

## ANALYSIS OF NOISE POLLUTION GENERATED BY AIRPORTS AND THEIR EFFECT ON HEALTH

Julieth Katherine Escobar Guarnizo  
Profesional en Salud Ocupacional, Estudiante de posgrado, Planeación ambiental y manejo integral de  
los recursos naturales  
Universidad Militar Nueva Granada  
Bogotá, Colombia  
[u2700729@unimilitar.edu.co](mailto:u2700729@unimilitar.edu.co)

### RESUMEN

El ruido es uno de los principales impactos ambientales generados por la industria aeronáutica, por ende, los niveles en número de decibeles que se manejan en ese entorno, sobrepasan los límites permisibles a los que se puede estar expuesto, lo que puede generar a las personas, según área, tiempo y número de decibeles producidos, afectaciones fisiológicas como lesiones auditivas o psicológicas como el estrés. Mediante una revisión documental en bases de datos, repositorios de universidades, y a partir de los siguientes descriptores: ruido, salud-ruido, ruido-industria y aeropuerto-ruido, se busca analizar los niveles producidos en los aeropuertos y cómo estos pueden afectar la salud de las personas que se encuentran expuestas, identificando las principales fuentes y las posibles medidas de prevención y mitigación, para minimizar el efecto negativo que el sector aeronáutico genera a la población estudio. Entre los efectos físico-psicológicos en las personas expuestas a la contaminación por ruido generado por las industrias, en especial por la industria aeronáutica, se encuentra el rompimiento temporal o permanente del umbral auditivo, problemas de tensión arterial, isquemias cardíacas, náuseas, sordera profesional, fatiga auditiva, dificultad para conciliar el sueño, trastornos de comportamiento, pérdida de productividad, desórdenes mentales y la dificultad de conllevar una conversación. La normativa expedida por diferentes entes de control, las medidas para controlar y mitigar los niveles de presión sonora generados por los aeropuertos, parecen ineficientes dado que hoy en día la contaminación por ruido es una problemática que aun afecta a las poblaciones aledañas a este sector industrial.

**Palabras clave:** aeropuerto, contaminación acústica, efectos físico-psicológicos, impacto ambiental, límites permisibles, ruido.

## ABSTRACT

Noise is one of the main environmental impacts generated by the aeronautical industry. The levels in decibels that are handled in that environment, exceed the permissible limits to which persons can be exposed; this levels can produce physiological affections such as hearing or psychological injuries such as stress, according to area, time and number of created decibels. By means of a documentary review in databases, university repositories, and descriptors like noise, health-noise, noise-industry and airport-noise, we analyze the levels produced at airports and how they can affect health Of the people who are exposed. Aslo we identify the main sources and possible prevention and mitigation measures, to minimize the negative effect that the aeronautical sector generates to the study population. Among the physical and psychological effects on people exposed to noise pollution generated by industries, especially by the aeronautical industry, is the temporary or permanent rupture of the auditory threshold, blood pressure problems, cardiac ischemia, nausea, professional deafness, hearing fatigue, difficulty falling asleep, behavioral disorders, loss of productivity, mental disorders and the difficulty of engaging in conversation. The regulations issued by different control bodies, the measures to control and mitigate the sound pressure levels generated by airports, seem inefficient since today noise pollution is a problem that still affects the populations surrounding this industrial sector.

**Keywords:** Airport, noise pollution, physical-psychological effects, environmental impact, permissible limits, noise.

## INTRODUCCIÓN

La contaminación por ruido es un impacto ambiental a gran escala generado por las diferentes industrias como lo pueden ser: la industria metalúrgica, metalmecánica, construcción y la industria aeronáutica,—unas en mayor porcentajes que otras; el crecimiento de las industrias en los últimos años incide en el aumento de la contaminación auditiva proporcionada por estas.

La industria aeronáutica que cada vez más acrecienta su número de actividades por el número de usuarios que dependen de ella, hoy en día el transporte aéreo de carga y pasajeros se encuentra en aumento con respecto a otros medios de transporte, en la última década del siglo XX tuvo un crecimiento del 9% por año, en la actualidad es del 5% y para los próximos veinte años se considera que este porcentaje sea el mismo [1]. Este crecimiento conlleva a que se encuentre entre una de las industrias que aporta gran parte de la contaminación por ruido que afecta al ambiente a gran escala.

Los niveles en número de decibeles de ruido emitidos en los aeropuertos por la maquinaria utilizada y sus diferentes actividades, se encuentra en la escala de los más altos según los límites permisibles establecidos por la normatividad nacional e internacional, la cual establece que para una exposición mínima de  $\frac{1}{4}$  de hora el Nivel de Presión Sonora (NPS) permitido en decibeles dB(A) es de 100 [2].

La contaminación auditiva de las actividades que se ejecutan en los aeropuertos proporcionan al ambiente niveles de presión sonora que sobrepasan los 130 (dB), lo que se puede calificar como excesivo y según lo establecido por la Organización mundial de la salud (OMS), una exposición continua-prolongada a estos niveles de presión sonora puede ocasionar pérdida de la audición progresiva [3], por ello se ha convertido en una industria que además de proporcionar contaminación acústica ambiental, a su vez puede incrementar la afectación en la salud de las personas expuestas al ruido aeronáutico.

Dentro de las alteraciones a la salud que puede ocasionar una exposición continua a los diferentes niveles de ruido está; dentro de los más bajos, dificultad para conciliar el sueño (30dB); y a mayor escala la pérdida de oído a corto, mediano o largo plazo (75 a 140dB), al igual que alteraciones en el riego cerebral y del sistema digestivo [4].

Dado lo anterior, con este artículo se propende dar a conocer ¿Cómo el ruido producido por la industria aeronáutica afecta a la salud de la población vulnerable expuesta?

De igual forma, el objetivo principal de la presente investigación es identificar los efectos en la salud que se producen a la población vulnerable por la exposición del ruido generado por la industria aeronáutica.

# 1. MARCO TEÓRICO

## 1.1. Concepto y clasificación del ruido

Antes de hablar de ruido es importante tener claro la diferencia que existe entre Sonido y Ruido. El sonido es una sensación auditiva producida por un movimiento de partículas en un medio elástico (gaseoso, líquido o sólido) a partir de una posición de equilibrio [5]; las propiedades de la onda sonora están clasificadas en: longitud de onda, tiempo, periodo, frecuencia o tono; según la frecuencia (tono), amplitud o intensidad [6]. Por otra parte, el ruido es definido por Salinas, M., Parra, M., Zamorano, B., Peña, F., Parra, V., Velásquez, Y., Vargas, J., como un sonido no deseado, desagradable, molesto y que puede producir daño. [2-7-8-9-10] De igual manera se puede decir que el ruido es una onda que produce molestias o alteraciones a nivel del oído, teniendo en cuenta que no todas las personas presentan el mismo grado de molestia y que dependerá, además, de la sensibilidad auditiva, las situaciones como la actividad del receptor y sus expectativas de calidad de vida. Por otra parte desde la física el ruido es un movimiento ondulatorio producido en un medio elástico por una vibración. [11]

La frecuencia es el número de oscilaciones o variaciones de presión sonora en un segundo. Su unidad es el Hertzio (Hz) y equivale a un ciclo por segundo. [12]. Las frecuencias susceptibles a ser percibidas por el órgano auditivo del hombre son 20 a 20.000 ciclos por segundo o Hertz. [10] No todos los sonidos que se producen son percibidos, están los que producen por debajo de los 20Hz, no audibles, y se definen como ultrasonido. Por el contrario los sonidos que se emiten que se emiten en frecuencias superiores a los 20.000 Hz se denominan ultrasonidos. [11]



**Figura 1.** Proceso de percepción auditiva

**Fuente:** Elaboración propia, Laboratorio de condiciones de trabajo Ruido. [2]

Se conocen divisiones entre los autores con respecto a la clasificación de los diferentes tipos de ruido, a continuación se engloban los casos que se pueden presentar [11]:

- **Continuo:** cuando el NPS es constante dentro de un periodo de tiempo. [2-10]
- **Intermitente:** cuando se producen caídas bruscas de forma intermitente, y se logra de nuevo el nivel alto. [2-10]
- **Impacto:** cuando se produce un incremento brusco de ruido en un periodo por debajo de los 35 milisegundos (ms) y una duración global inferior a los 500ms. [2-10]

- **Intermitente variable:** sucesión de distintos niveles de ruidos estables. [11]
- Ruido fluctuante:** es el ruido que varía continuamente sin percibirse estabilidad. [11]

La exposición diaria a niveles de ruido continuo o intermitente según lo estipulado en la Resolución 1792 de 1990 con el objeto de garantizar una verdadera protección a la salud no deberá exceder los valores límites permisibles que se exponen en la Tabla 1 donde un tiempo máximo de 8 horas el NPS debe ser máximo de 85 dB, y de 115 dB para un mínimo de tiempo de 7 minutos.

**Tabla 1.** Valores límites permisibles para ruido continuo e intermitente

Tiempo de exposición en Horas (h)	Nº de dBA
8	85
4	90
2	95
1	100
1/2 <sup>a</sup>	105
¼	110
1/8	115

**Fuente:** Elaboración propia, Resolución 1792 de 1990. [13]

Según el artículo 42 de la resolución 8321 de 1983 no se permite ningún tiempo de exposición a ruido continuo o intermite por encima de los 115 dB (A) de presión sonora. [14] Por otra parte el artículo 45 de la misma resolución establece los niveles de presión sonora para la exposición a ruido impulsivo o de impacto, el cual está determinado según el número de impulsos o impactos descritos en la siguiente tabla, y los cuales en ningún caso deberá exceder los 140 dB. [14]

**Tabla 2.** Valores límites permisibles para ruido de impacto

Nivel sonoro dB	Nº de impulsos o impactos permitidos por día
140	100
130	1.000
120	10.000

**Fuente:** Elaboración propia, Niveles de ruido protocolo. [10]

Según lo establecido por la Secretaria de Ambiente dentro de la problemática ambiental de las grandes ciudades el ruido es considerado uno de los impactos ambientales que más afectan a la población en forma directa, causando problemas auditivos y extra-auditivos. En la ciudad de Bogotá las fuentes móviles (tráfico rodado, tráfico aéreo, perifoneo) aportan el 60% de la contaminación auditiva y el otro 40% es aportado por las fuentes fijas (establecimiento de comercio abiertos al público, pymes, grandes industrias y construcciones. [15] En la tabla 3 se exponen los estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido expresados en decibeles dB(A):

**Tabla 3. Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido**

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido en dB(A)	
		Día	Noche
Sector A. Tranquilidad y Silencio	Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.	55	50
Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	55
	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación.		
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.		
Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	75
	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.	70	60
	Zonas con usos permitidos de oficinas.	65	55
	Zonas con usos institucionales.		
	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre.	80	75
Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado	Residencial suburbana.	55	50
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.		
	Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.		

**Fuente:** Secretaria Distrital de Ambiente Bogotá D.C. [15]

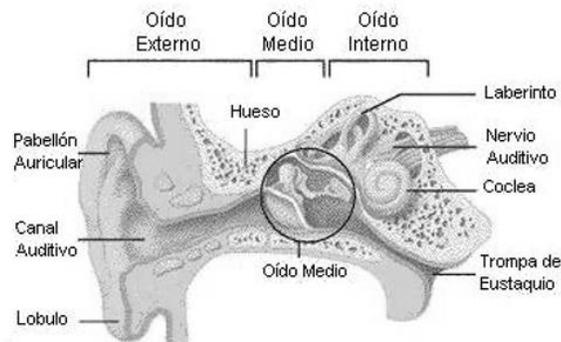
## 1.2. Estructura del sistema auditivo

El sistema auditivo está compuesto por el sistema auditivo periférico en el que se encuentra el oído externo, el oído medio, el oído interno y la vía auditiva, a través de este sistema el sonido se transmite mecánicamente desde el oído externo al medio y al interno. La onda sonora emitida se convierte en mensaje auditivo en el oído interno el cual es el encargado de enviar este mensaje al sistema nervioso central (SNC) [16] Según la Organización mundial de la salud en Colombia (OMS) una persona sufre de pérdida de la audición cuando no es capaz de oír tan bien como una persona cuyo sentido del oído es normal, es decir, cuyo umbral de audición en ambos oídos es igual o mayor a 25dB; esta pérdida puede ser leve, moderada, grave o profunda, puede afectar a ambos oídos y genera dificultades para oír una conversación o sonidos fuertes. [17]

El ruido, dentro del rango audible a niveles elevados por encima de los 120 decibeles produce situaciones incómodas y que limitan con el dolor, a 140 decibeles la sensación sonora se convierte en dolor, por el contrario cuando los niveles de decibeles se encuentran alrededor de los 160 se pueden llegar a producir daños físicos permanentes en el sistema auditivo, como lo puede ser la ruptura de la membrana auditiva. [18]

### 1.2.1. Anatomía y fisiología del oído

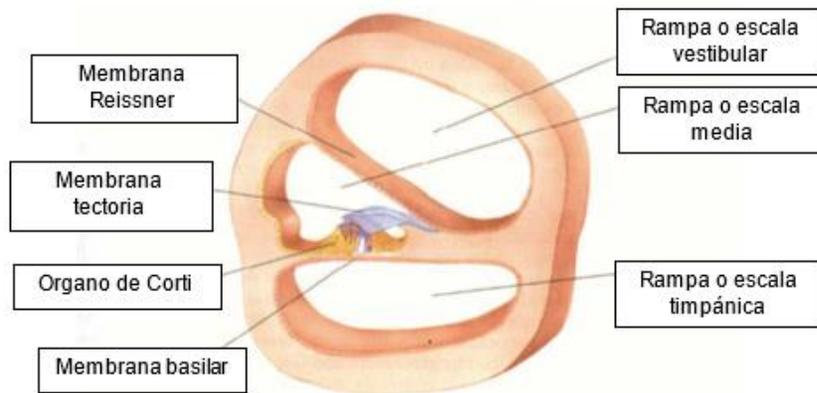
El oído es el órgano sensorial responsable de la audición y del mantenimiento del equilibrio, el cual se compone de tres partes principales: oído externo que se ubica fuera del cráneo y el oído medio e interno que se encuentran ubicados en el hueso temporal. [19] El trauma acústico, que es la pérdida repentina causada por la perforación del tímpano, acompañada o no de la desarticulación de los huesecillos que componen el oído medio, es uno de los efectos que alteran la calidad del sistema auditivo a causa del ruido excesivo. [20] EL oído externo conformada por el pabellón auricular “oreja”, que en gran parte es cartílago elástico recubierto por piel luego se continúa con el conducto auditivo externo el que se comunica al pabellón auricular por el meato; [6] la llamada trompeta acústica donde el pabellón de la oreja forma un conducto que es el encargado de recibir las ondas sonoras. [2]



**Figura 2.** Anatomía oído

**Fuente:** Laboratorio de condiciones de trabajo Ruido. [2]

El oído medio comienza en la membrana del tímpano encargado de recoger las variaciones de presión que se transmiten a través del yunque, martillo y estribo que actúan como una sucesión de palancas construyendo un amplificador. [10] Y por último se encuentra el oído interno el cual tiene una forma de caracol, en este se encuentra el líquido linfático el cual transmite las variaciones de presión al órgano Corti, donde se integra e interpreta dichas señales; actúa como traductor transformando la señal física en señal fisiológica. [10] La células y los nervios del oído interno se destruyen fácilmente con la exposición continua o repetitiva a altas frecuencias auditivas, si se destruyen un considerable número de células y tejidos, se provocara la pérdida de la capacidad auditiva de tipo permanente. [21]



**Figura 3.** Anatomía de la cóclea

**Fuente:** Elaboración propia, Prevalencia de la pérdida auditiva en los trabajadores expuestos a ruido industrial en la empresa metalmecánica S.A. [6]

### 1.3. Efectos nocivos a la salud por exposición a ruido

La contaminación acústica conlleva a analizar la percepción de los receptores al recibirla, debido que no todos pueden reaccionar ante el estímulo del sonido y el ruido de la misma forma, este hecho denota que los efectos a la salud ocasionados derivan de un receptor a otro, por ende se encuentra una gran variedad de respuesta de molestia para un mismo nivel de ruido. [22] La continua exposición a niveles de ruido puede generar una variedad de lesiones fisiológicas como psicológicas. La pérdida de la capacidad auditiva es la consecuencia negativa por exposición a ruido más conocida y probablemente el más grave, debido a que con frecuencia se puede subestimar porque no provoca efectos visibles ni dolor alguno, pero no es la única consecuencia que puede originar. [23] La exposición corta a NPS que sobrepasen los 85dB(A) en primera parte puede originar DTU (Desplazamiento temporal auditivo) que es conocido también como fatiga auditiva y la cual desaparece con el paso del tiempo de un periodo de descanso, si la exposición es más prolongada o los NPS aumentan puede que el DTU aumente pero el regreso a los niveles auditivo iniciales puede que no se presente y se produzca un desplazamiento permanente auditivo (DPU) o la llamada hipoacusia causada por ruido. [24] La OMS estableció los efectos negativos a la salud que se pueden generar por la exposición a ciertos niveles de presión sonora expresados en dB representados en la siguiente tabla:

**Tabla 4.** Efectos nocivos del ruido y sus umbrales

Efectos nocivos	Umbral (dB)
Pérdida de calidad y dificultad de conciliar el sueño	30
Dificultad de la comunicación verbal	40
Probable interrupción el sueño	45
Malestar diurno moderado	50
Malestar diurno fuerte	55

Comunicación verbal extremadamente difícil	65
Pérdida de oído a largo plazo	75
Pérdida de oído a corto plazo	110-140

**Fuente:** Elaboración propia, El problema del ruido en los entornos aeroportuarios. [25]

Las molestias y/o lesiones que puede ocasionar la exposición al ruido están atadas a una serie de factores, como los son: La energía sonora, tiempo de exposición, las características del sonido, la actividad, expectativas y la calidad de vida del receptor. [26] Según la Organización Mundial de la Salud (Ver Tabla 5.), son diversos los factores que influyen en las lesiones ocasionadas por exposición a niveles de presión sonora en distintos rangos.

**Tabla 5.** Efectos sobre la salud y un nivel orientativo a partir del cual se pueden producir

Entorno	Nivel de sonido dB(A)	Tiempo (h)	Efecto sobre la salud
Exterior de viviendas	50 - 55	16	Molestia
Interior de viviendas	35	16	Interferencia con la comunicación
Dormitorios	30	8	Interrupción del sueño
Aulas escolares	35	Duración de la clase	Perturbación de la comunicación
Áreas industriales, comerciales y de tráfico	70	24	Deterioro auditivo
Música en auriculares	85	1	Deterioro auditivo
Actividades de ocio	100	4	Deterioro auditivo

**Fuente:** El problema del ruido en los entornos aeroportuarios. [19]

Como se expuso anteriormente los efectos por la exposición al ruido pueden ser auditivos (fisiológicos) como extra-auditivos (psicológicos); el daño auditivo no depende solo de su nivel sino también de su rango de duración, se considera no dañino para la salud auditiva un medio ambiente con un nivel de presión sonora inferior a los 75dB. Son efectos auditivos reconocidos el zumbido de “pitch” agudo, el desplazamiento temporal del umbral de audición y el desplazamiento permanente del umbral de audición, trauma acústico agudo y crónico y dentro de los efectos extra-auditivos se pueden encontrar el estrés por perturbación del sueño, disturbios en el cerebro y en el sistema nervioso, circulatorio, digestivo, endocrino, inmunológico, en el psiquismo, en la comunicación y el desempeño de tareas físicas y mentales. [26-27] De igual manera varios estudios han demostrado que la exposición continua la ruido facilita la distracción auditiva, aumento en los efectos negativos a largo plazo del proceso cerebral relacionado con el habla y la concentración; [21] A continuación se exponen las afectaciones a la salud física y mental ocasionadas por la exposición al ruido:

**Tabla 6. Efectos auditivos del ruido**

<b>Efectos auditivos</b>	
<b>Agudos</b>	Destaca el conocido como <i>blast auditivo</i> o <i>trauma sonoro</i> , producto de la exposición a un ruido ocasional aislado de gran intensidad (disparos, explosiones, etc), capaz por sí solo de producir un daño auditivo irreparable con aparición de sordera brusca que se acompaña de acúfenos (sensación de zumbidos en el oído) constituye un típico accidente de trabajo.
<b>Crónicos</b>	<b>Fatiga auditiva:</b> es producto de la exposición continuada a ruidos de intensidad notable que ocasionan elevación del umbral auditivo. Constituyen un fallo funcional por exceso de estímulo, que puede ser permanente o temporal dependiendo de la exposición. <b>Trauma sonoro precoz:</b> explica la lesión permanente que se produce entre las frecuencias de 4.000Hz a 6.000Hz debido a la exposición prolongada al ruido en el medio laboral. <b>Sordera profesional:</b> se entiende como la disminución de la agudeza auditiva (hipoacusia) a partir del trauma sonoro precoz que ocasionan pérdida de audición en el espectro conversacional. Sus consecuencias son irreversibles e irrecuperables. Su aparición es progresiva, y además depende de la intensidad y del tiempo de exposición al ruido, y va avanzando inexorablemente. La pérdida de la audición será mayor cuanto más tiempo se permanezca expuesto a un nivel de ruido de riesgo.

**Fuente:** El problema del ruido en los entornos aeroportuarios. [28]

**Tabla 7. Efectos no auditivos del ruido**

<b>Efectos no auditivos</b>	
<b>Respiratorios</b>	Aumento de la frecuencia respiratoria que vuelve a la normalidad cuando cesa la exposición.
<b>Cardiovasculares</b>	Aumento de la tensión arterial y arteriosclerosis.
<b>Digestivos</b>	Aumento de la incidencia de úlceras gastroduodenales y de la acidez.
<b>Visuales</b>	Alteraciones de la agudeza visual, campo visual y visión cromática.
<b>Endocrinos</b>	Modificaciones en el funcionamiento de diversas glándulas como hipófisis, tiroides, suprarrenales, etc.
<b>Sobre el sistema nervioso</b>	Alteraciones en el electro-encefalograma, trastornos del sueño, cansancio, irritabilidad, inquietud e inapetencia sexual. Reducción del grado de atención y aumento del tiempo de reacción, con el que se favorecen los accidentes de trabajo.

**Fuente:** El problema del ruido en los entornos aeroportuarios. [28]

La hipoacusia neurosensorial es una de las principales consecuencias a la exposición prolongada en el lugar de trabajo al ruido. Según un informe de enfermedad profesional en Colombia, realizado por la Dirección General de Riesgos Profesionales del Ministerio de la Protección Social publicado en el año 2004, la cuarta causa de morbilidad profesional en el régimen contributivo es la sordera neurosensorial, y a nivel mundial después de la presbiacusia, es la causa más común de disminución de la agudeza auditiva. [29] El estudio en Yazd-Irán demostró que la exposición crónica al ruido por más de 8 horas diarias, provoca trabajadores más propensos a desarrollar a largo plazo disminución auditiva que conlleva a la pérdida total de la audición.[21]

#### **1.4. Ruido en las industrias**

El ruido es un factor de riesgo presente en gran parte de las actividades en las industrias como factor predominante de exposición y que genera importantes repercusiones sobre la salud. [6] El ruido industrial existe en todas las industrias debido al funcionamiento de máquinas de diversos tipos, en algunos casos las máquinas carentes de algún tipo de

tecnología son aquellas que producen ruidos excesivos, por encima de lo tolerable [20] En España según el Real Decreto 1299/2006 por el cual se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales y se establecen criterios para su notificación y registro, incluye la hipoacusia como enfermedad laboral por exposición a ruidos continuos iguales o superiores a 80 dBA y las diferentes actividades económicas que la pueden generar [12], dentro de estas actividades se contempla: los trabajo en caldera, trabajo de control y puesta a punto de motores de aviación, reactores y de pistón; tráfico aéreo (personal de tierra, mecánicos y personal de navegación de aviones en reacción etc.), moliendo de piedras y minerales, trabajos con martillo y perforadores neumáticos, trabajos en salas de máquinas de navíos, entre otros. [30]

En un estudio realizado en diferentes industrias del sector mueble y madera, textil y metal se encuentra al ruido como uno de los principales contaminantes que puede llegar a afectar la salud de sus trabajadores debido a los niveles de presión sonora que se encontraron durante las mediciones higiénicas de ruido realizadas en los diferentes puestos de trabajo y maquinaria utilizada por estas industrias; a continuación en un cuadro resumen se establecen los niveles de presión sonora expresados en número de decibles que se encontraron en el estudio realizado en 39 industrias ubicadas en la provincias de Valencia y Alicante (Madrid – España); [31] en estos resultados se puede evidenciar que los niveles de ruido que se manejan en estas industrias superan en su gran mayoría los 75dB llegando hasta los 99dB, hecho que denota la gran probabilidad de que se pueda generar afectaciones a la salud de los trabajadores como anteriormente se había mencionado.

**Tabla 8.** Clasificación de los diferentes NPS originados por maquinaria en industrias del sector mueble y madera, textil y metal

<b>Industria de la madera</b>			
<b>Herramienta/Maquinaria</b>	<b>NPS N°Db</b>	<b>Herramienta/Maquinaria</b>	<b>NPS N°Db</b>
Perfiladora	90'2	Taladradora	80'9
Sierra	95'7	Lijadora	83'0
Control numérico	90'4	Máquina de coser	77'7
Taladro múltiple	86'1	Cepilladora	89'0
Moldurera	96'5	Encoladora	75'7
Lijadora	89'7	Tupidora	95'8
Circular	79'8	Engletadora	90'8
Sierra circular múltiple	99'0	Chapadora	87'0
Lijadora circular	92'7	Agujereadora	85'7
<b>Industria Textil</b>			
<b>Herramienta/Maquinaria</b>	<b>NPS N°Db</b>	<b>Herramienta/Maquinaria</b>	<b>NPS N°Db</b>
Tinte hilo	83'1	Máquina de liar	91'9
Conera	84'8	Caldera	86'9
Continua	85'0	Carda	87'6

Carda	86'8	Cortadora	90'0
Telar lizo	89'0	Mezcladora	88'6
Telar de lanzadera	99'9	Telar Jacquar	89'0
Continua	91'5	Oficinas	52'5
Canillera	95'5	Embaladora	79'7
Repasadora	95'1	Superba	85'6
<b>Industria del Metal</b>			
<b>Herramienta/Maquinaria</b>	<b>NPS N°Db</b>	<b>Herramienta/Maquinaria</b>	<b>NPS N°Db</b>
Esmeriladora eléctrica	94'2	Tornos	83'4
Cortadora	90'9	Soldadura	80'1
Trefiladora	92'7	Taladro	84'8
Trefiladora bobinadora	87'6	Cortadora de plasma	85'4
Mantenimiento	82'7	Matriceria	74'4
Prensas	85'2	Laboratorios	72'2
Hornos	88'7	Taladro y remachadora	77'1
Fresadora	84'1	Cizalladora	88'1
Transfer	87'8	Punzunadora	84'5

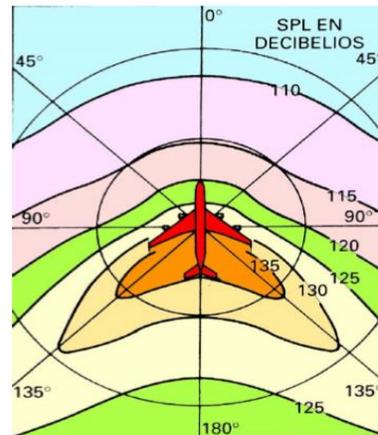
**Fuente:** Elaboración propia, Estudio del ruido ambiental y sus efectos sobre los trabajadores en industrias de la Madera, textil y metal [31]

El ruido provocado por las fuentes fijas de las diferentes actividades industriales se percibe interiormente afectando a los trabajadores al igual que a cientos de metros al exterior de estas y debido a la centralización de los sectores industriales en las grandes ciudades sin tener en cuenta las recomendaciones que la OMS establece de 1500m como distancia prudencial que se debe mantener entre las industrias y las zonas residenciales, hecho que ha originado molestias a las comunidades aledañas a estos sectores. [22]

### 1.5. Ruido en la industria aeronáutica

Los aeropuertos son infraestructuras que como consecuencia de sus operaciones se encuentran relacionados a índices altos de generación de ruido ambiental, el crecimiento que han tenido sus infraestructuras por cuestiones de demanda y al crecimiento de la población en cercanías a estas, ha provocado aumento en la problemática por contaminación acústica al igual que las molestias y efectos sobre la población aledaña. [32] El avión como fuente aportante de gran parte de la contaminación acústica al ambiente durante su de despegue y vuelo, generando niveles de presión sonora de 130dB y 150dB respectivamente. [22] El flujo de aire a través del fuselaje del avión, el cual es necesario para su sustentación durante el vuelo, provoca turbulencias que son fuentes generadoras de ruido. En las turbinas, las grandes diferencias de presión y temperatura, provocan intermitencia en los flujos de aire y de igual manera que los alerones y el tren de aterrizaje, se convierten en fuentes que producen grandes

cantidades, a continuación se pueden evidenciar las isófonas del nivel de presión sonora alrededor de una aeronave operando en tierra a plena potencia de despegue. [18-33]



**Figura 4.** NPS en dB(A) emitido por una aeronave

**Fuente:** Guía ambiental para la operación y funcionamiento de aeropuertos. [33]

Dentro de la guía ambiental para la operación y funcionamiento de los aeropuertos, se hace referencia a los impactos ambientales que se originan por la ejecución de las actividades en estos, donde se destaca en tercer lugar la generación de ruido ambiental como uno de sus principales impactos. En esta guía se establece una clasificación en lista de las principales fuentes que producen ruido dentro de los aeropuertos, la cual se expone a continuación:

**Tabla 9.** Fuentes generadoras de ruido en aeropuertos

Fuente	Descripción
<b>Aeronaves</b>	El ruido se presenta durante las operaciones de despegue, aterrizaje y laterales (carreteo). El grupo de control técnico dispone de bases de datos y ecuaciones para determinar los niveles de ruido generados por los distintos tipos de aeronaves en función de la etapa, el peso y el número de motores.
<b>Vehículos Grupo I</b>	Ruido generado por los vehículos de la UAEAC, el concesionario y de gobierno destinados a la vigilancia y servicios de aeropuerto.
<b>Vehículos Grupo II</b>	Ruido generado por vehículos de apoyo a las aeronaves (tractores movilizados de aeronaves, equipo o vehículos de cargue y descargue, tractores movilizados de carga y equipaje vehículos de mantenimiento de aeronaves, vehículos de aprovisionamiento de combustible, vehículos de servicio de catering, buses de abordaje).
<b>Vehículos Grupo III</b>	Ruido generado por vehículos de servicios ocasionales en plataforma (transporte de carga aduanera, transporte de mercancías in-bond, transporte de prensa, transporte de valores, vehículos de construcción o ampliación – volquetas, moto niveladora, retroexcavadoras, bulldózer).
<b>Servicio de comunicaciones</b>	Ruido generado por los servicios de comunicaciones del terminal de pasajeros, salas de espera y oficinas.
<b>Plantas eléctricas</b>	Ruido generado durante el funcionamiento de las plantas eléctricas de emergencia.
<b>Otros equipos</b>	Ruido generado por el incinerador, sistemas de aire acondicionado, sistemas de bombeo, entre otros.

**Fuente:** Guía ambiental para la operación y funcionamiento de aeropuertos. [33]

**Tabla 10.** Áreas y actividades generadoras de ruido en aeropuertos

Generación de Ruido	Instalación	Actividad
	Termina de pasajeros	Atención a los usuarios del terminal
	Plataformas	Estacionamiento de aeronaves
	Pista y calles de rodaje	Aterrizaje, despegue y taxeo de aeronaves

**Fuente:** Elaboración propia. Guía ambiental para la operación y funcionamiento de aeropuertos. [33]

En los últimos 25 años se evidencia un aumento sustancial en los niveles de contaminación auditiva en la ciudad de Bogotá D.C., sin tener en cuenta el ruido generado por el sector industrial, ya que se puede atribuir este aumento en los niveles de ruido a la expansión urbanística, el tráfico aéreo y automotor, estas fuentes fijas aportan el 60% de la contaminación auditiva producido en la ciudad. Este hecho origino para el año 2010 en la Subdirección de calidad del aire, auditiva y visual de la secretaria Distrital de Ambiente 4.293 solicitudes a causa de la contaminación auditiva. [34] El ruido provocado por las operaciones aéreas es una problemática que afecta no solo a las personas al interior de los aviones o aeropuertos sino día a día incrementa el malestar de las personas que habitan en las zonas aledañas a estos, por lo que el ruido generado por el tráfico aéreo se ha convertido con el pasar de los años en una problema de salud pública con repercusiones somáticas, fisiológicas y bioquímicas. [35]

## 2. MARCO NORMATIVO

La problemática generada por la contaminación por ruido que afecta no solo a la comunidad trabajadora sino a la sociedad en general, es un tema de gran preocupación para gran parte de países a nivel Internacional, Latinoamericano y Nacional. Debido a esto muchos países han expedido legislación que contrarreste y de alguna manera ayude a controlar y mitigar la generación de ruido por las diferentes fuentes fijas y móviles que lo puedan originar asimismo poder realizar seguimiento y tomar acciones sancionatorias para aquellos que incumplan lo establecido por la ley. La Unión Europea creo el Libro Verde sobre política futura para establecer la lucha contra el ruido, desprendiéndose de allí la creación de políticas para ejercer controles efectivos y establecer medidas preventivas para las emisiones de ruido que se generaban en la sociedad Europea. De allí se adopta la directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión de política ambiental, donde se establece los parámetros para los países y unificar su regulación. [34]

Al año inmediatamente siguiente se expide la Directiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo y del Consejo del 6 de febrero del año 2003 por la cual “se adopta las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos, específicamente para el ruido, donde se especifica el valor límite permisible en 87dB(A), valor superior de exposición 85dB(A) y

como valores inferiores de exposición 80dB(A). [36] En España el Decreto 78 de 1999 regula el régimen de protección contra la contaminación acústica de la comunidad de Madrid [37]; en el año 2003 la Jefatura del Estado publica la Ley del Ruido, Ley 37 de 2003, donde establece disposiciones de calidad acústica en los diferentes sectores, índices y valores límites de inmisión y emisión; prevención y corrección de la contaminación acústica al igual que el régimen sancionador e inspector. [38] Para el año 2007 se expide el Real Decreto 1367 por el que se desarrolla la ley 37 de 2003, del ruido y lo referente a la zonificación, calidad y emisión acústica. [39]

En Venezuela para el año 1992 se expide el Decreto 2217 del 23 de Abril, por el cual se dictan normas sobre el control de la contaminación ambiental producida por fuentes fijas y móviles generadoras de ruido, a su vez establece los NPS permisibles en ciertas zonas en las jornadas diurnas y nocturnas. [40] En Chile en el marco de control del ruido ambiental se genera una normativa ambiental específica para este impacto y surge como necesidad de primer orden la Decreto Supremo N° 286/84 MINSAL, la cual fija “El reglamento sobre niveles máximos permisibles de ruidos molestos generados por fuentes fijas” los cuales se expresan en la siguiente tabla: [41]

**Tabla 11.** Niveles máximos permisibles de presión sonora corregidos (NPC)

<b>NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DE PRESION SONORA CORREGIDOS (NPC) EN dB(A) LENTO</b>		
	de 7 a 21 Hrs.	de 21 a 7 Hrs.
Zona I	55	45
Zona II	60	50
Zona III	65	55
Zona IV	70	70

**Fuente:** Estudio del ruido ambiental y sus efectos sobre los trabajadores en industrias de la Madera, textil y metal [41]

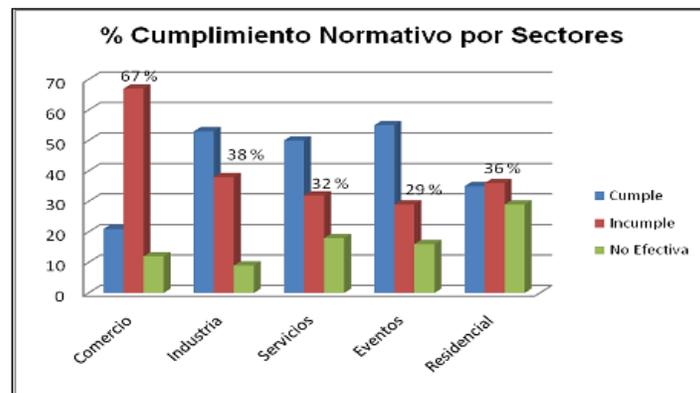
En Colombia para el año 1983 el Ministerio de Salud expide la resolución 8321 en la cual se establecen normas de protección y conservación de la audición de la salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos, a su vez establece NPS máximos permisibles en el día y la noche en zona residencial de 65 a 45dB, comercial de 70 a 60dB, industrial 75 a 75dB, y una zona de tranquilidad donde los NPS deberían ser de 45Db. [14]. El Decreto 948 de 1995 expedido por el ministerio del medio ambiente por la cual se reglamenta la protección y control de la calidad del aire en el territorio Colombiano, en su capítulo V realiza disposiciones generales acerca de la generación y emisión de ruido donde específicamente en su artículo 57 y 58 expone el ruido de los aeropuertos su control y seguimiento respectivamente. [42]

La Aeronáutica Civil mediante la resolución 2130 de 2004 en la cual adicionan y modifican la primera y séptima parte de los reglamentos Aeronáuticos de Colombia y asimismo se establece una parte once con respecto a disposiciones ambientales. En esta se establecen normas ambientales para la aviación civil con respecto al ruido de las aeronaves establece la homologación de las estas en cuanto al ruido, la cual es

concedida por la Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil UAEAC. [43] Para el año 2005 el Ministerio de Medio Ambiente expide la resolución 1023 del 28 del mes de julio, “por la cual se adoptan guías ambientales como instrumento de autogestión y autorregulación”, en esta resolución se establece dentro del sector de infraestructura y transporte, la guía ambiental para la operación y funcionamiento de los aeropuertos en el país, esta guía se adoptara como instrumento de consulta técnica, metodológica y procedimental para la realización de las actividades en esta industria. [44]

El año inmediatamente el Ministerio de medio ambiente, vivienda y desarrollo territorial, expide en el mes de abril la resolución 627 de 2006 “Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental” y en su artículo 13 establece que el ruido generado por los aeropuertos debe ser evaluado según lo estipulado en dicha resolución para este sector industrial asimismo expone los niveles máximos permisibles del ruido y ruido ambiental en el día como en la noche para los diferentes sectores y subsectores.[45]

Un estudio realizado por la Secretaria de Ambiente en Bogotá D.C. se realizó la clasificación de los diferentes sectores económicos en la ciudad que son las principales fuentes generadoras de ruido en la ciudad, donde se detalla el incumplimiento normativo de dichos sectores a los que se les realiza Inspección, Verificación y control, ocupando el segundo lugar a este incumplimiento el sector industria, a continuación se representa gráficamente los resultados dicho estudio. [34]



**Figura 5.** Cumplimiento normativo por sectores económicos  
**Fuente:** Documento técnico línea de intervención Aire, Ruido y Radiación electromagnética. [34]

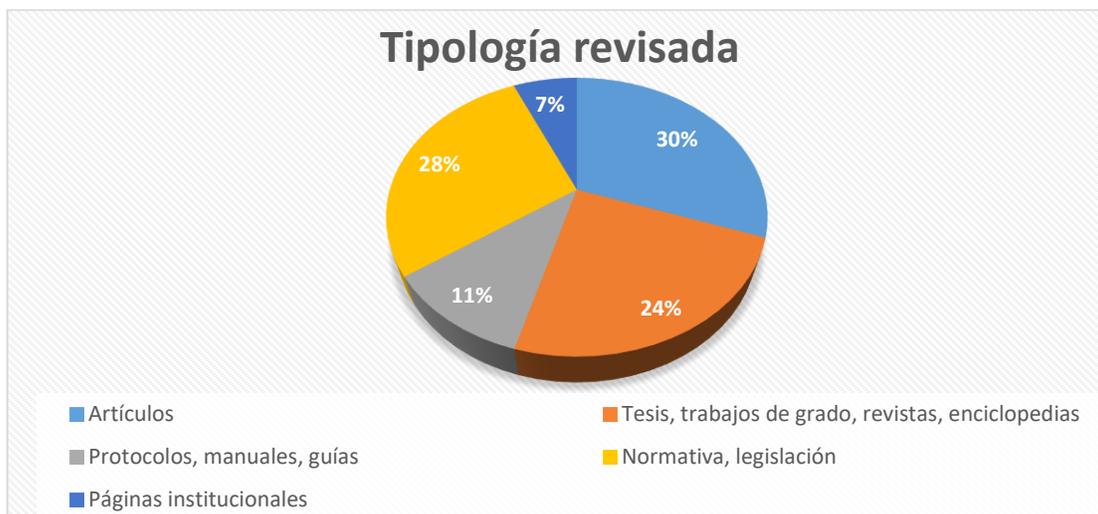
### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

La ejecución del presente artículo de investigación se llevó a cabo mediante la revisión documental de textos escritos en idioma español (Castellano), a través de diferentes fuentes como bases de datos: google académico, dialnet; scielo, repositorio de la Universidad Militar Nueva Granada y Universidad Nacional. Páginas institucionales como: Organización mundial de la salud (OMS), Ministerio de fomento del Gobierno

Español, Organismo internacional rector de la aviación (OACI) Secretaria distrital de ambiente, aeronáutica civil, Ministerio del medio ambiente.

Dentro de la selección de estos documentos se tuvo en cuenta: libros, manuales, artículos, tesis, guías, documentos normativos, tanto de orden internacional, latinoamericano como de orden nacional. La búsqueda de esta documentación se realiza mediante el análisis de unos descriptores teórico y normativo con respecto a la industria aeronáutica, el ruido y lo referente a la salud auditiva. Mediante la búsqueda de estos descriptores se logra recolectar información sobre: contaminación por ruido; qué es ruido, su clasificación y generalidades; límites permisibles con respecto a un periodo de tiempo de exposición; las diferentes afectaciones que tiene en la salud de la población vulnerable; la exposición a los diferentes NPS expresados en dB de menor a mayor escala; industrias que pueden generar contaminación acústica; niveles de ruido ocasionados por las actividades efectuadas en los aeropuertos; maquinaria, herramientas y procesos que conllevan a elevar estos niveles de ruido generados.

Esto con el fin de compilar dicha información que dé a conocer en una línea del tiempo no mayor a 20 años, las afectaciones que tiene a la salud de la población expuesta a contaminación ambiental por ruido que genera la industria aeronáutica. A continuación se describe en términos de porcentaje la tipología de la documentación y a su vez el origen de esta:



**Figura 6.** Clasificación tipología producto de revisión

**Fuente:** Elaboración propia

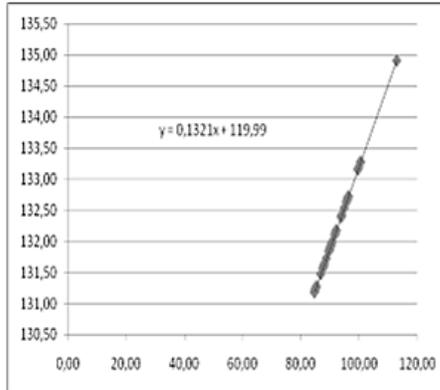
El origen de la documentación anteriormente mencionada es un 41% internacional, 20% latinoamericano y en un 39% de origen nacional.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dentro de los efectos fisiológicos producidos por el ruido aéreo se encuentra el daño al sistema auditivo por el corrimiento temporal y/o permanente del umbral de la audición, el cual se da por exposición alrededor de los 4.000Hz, y depende de la gradualidad, del tiempo de exposición y la sensibilidad del oído de las personas expuestas. Los efectos no físicos que se producen por el ruido aéreo son al sistema endocrino así como desórdenes mentales, los procesos cognitivos, la productividad, irritabilidad, sensibilidad, trastornos en el comportamiento, evidenciándose que el número de personas mortificadas se encuentra entre un 80% y 90% cuando los NPS superan los 85dB(A) a 90dB(A). [18] Las molestias y efectos a la salud humana que puede provocar la exposición al ruido producido por el despegue de una avión, el cual alcanza unos NPS de 150dB(A), ubicándose según clasificación en un ambiente insoportable; se puede decir que: el estrés, problemas del sueño, falta de descanso, hipertensión, ansiedad, dolor de cabeza y problemas digestivos, se encuentran dentro de los efectos negativos. [26]

Asimismo las isquemias cardiacas, aumento de un 20% al 30% en el riesgo a ataque al corazón, náuseas, neurosis o psicosis en personas predispuestas. [5] La contaminación por ruido generado por las actividades aeroportuarias que en algunos casos sobre pasa los NPS de 150dB(A) denominado "Umbral de dolor" y comparándolo con la tabla establecida por la OMS sobre los efectos nocivos por la exposición a ciertos NPS, se evidencia que al tener una exposición larga y constante a los NPS entre los 120dB(A) y 150dB(A) a los que la población colindante al aeropuerto se puede ver expuesta, y que puede generar la pérdida de oído a corto plazo. [3]

De acuerdo a un estudio Británico en donde se tomó como muestra a 140 personas de una zona residencial cercana al aeropuerto Heathrow de Londres, al igual que en Atenas, Milán y Estocolmo, durante este estudio se ejecutaron mediciones de los niveles de ruido en las habitaciones y medición de la presión arterial cada quince minutos de la población muestra mientras esta dormía. El resultado de este estudio evidencio un aumento notorio en la presión sistólica y diastólica en un promedio de 6.2mmHg y 7.4mmHg respectivamente a las personas objeto cuando los NPS se encontraban por encima de los 35dB(A). [35] En la siguiente figura se evidencia que a mayor número de decibeles puede generar el aumento de 0.1321mmHg en la presión arterial de las personas.



**Figura 7.** Relación de NPS dB(A) – Presión arterial

**Fuente:** Externalidades auditivas en la industria aeronáutica: un problema de salud pública. [35]

A su vez en un estudio realizado a través de una encuesta sobre el impacto de la contaminación sonora sobre la población que reside en el entorno aeroportuario de Son Sant Joan (Mallorca - España), donde se toma como población estudio aquella que se encuentra en un entorno desde 0 hasta 20 Km (áreas más afectadas por despegues y aterrizajes), en donde el 82% hasta 97% de la población afirma percibir el ruido generado por el tráfico aéreo y los cuales en mayor medida sufren molestias por su causa puesto que en un 85% a 87% así lo manifiestan; siendo las mujeres y las personas de la tercera edad los que refieren percibirlo y sentir mayor molestia derivada del ruido en un 61% y 46% respectivamente. Los índices más altos en cuanto a las molestias causadas se encuentran en, la dificultad para mantener una conversación en un 34% y las perturbaciones del sueño encontrándose en un 22% y curiosamente solo un 7% dice presentar efectos nocivos en la salud. A pesar de esto la gran mayoría de la población dice sentirse adaptada al ruido y son tan solo el 34% los que toman la decisión de migrar de estas zonas. [46]

En zonas de influencia del Aeropuerto internacional de la Ciudad de Quito (Ecuador) mediante mediciones ejecutadas a través de su estación de monitoreo ubicada en la secretaria de ambiente de la ciudad, se establece el ruido emitido por este aeropuerto, como resultado de estas mediciones se consideran unas zonas de alta influencia donde los NPS se encuentran entre los 80db(A) a 90dB(a) y una zona media que se entra entre los 70dB(A) A 80dB(A), hecho que tuvo como consecuencia debido a los altos índices de contaminación acústica ambiental perjudicial en gran magnitud para los habitantes de la ciudad en especial aquellos que se encuentran ubicados en las zonas de alta influencia, se ejecutó el traslado de la zona aeroportuaria Mariscal sucre de Quito a Tababela. [47]

Otro estudio a nivel latinoamericano realizado acerca de los niveles de ruido y el grado de molestias que se pueden producir a la comunidad colindante del Aeropuerto Internacional de Perú Jorge Chávez; aeropuerto que se encuentra ubicado en cercanías a colegios, hospitales, clínicas, universidades y zona residencial, hecho que denota la

inadecuada zonificación y planificación de la infraestructura aeroportuaria, lo que aumenta las molestias a población aledaña por la contaminación acústica que este proporciona. El estudio evidenció a las aeronaves Boeing 707 y 727 las que más impacto acústico en tierra provoca con unos NPS entre los 120dB(A) y 109dB(A) respectivamente. [18] Esto evidencia que aunque normativamente la OACI estableció la renovación de la flota aérea, en algunos casos esto no se ha ejecutado, por ende se evidencia altas falencias en los seguimientos ejecutados a la industria aeronáutica con el fin de renovar la flota aérea para mitigar la alta contaminación acústica provocada por los modelos antiguos.

En Colombia para la guía ambiental para la operación y funcionamiento de aeropuertos que estableció el Ministerio del Medio ambiente en el año 2001, se establecen ciertos criterios a tener en cuenta en el funcionamiento de los aeropuertos para la reducción del ruido emitido por las actividades que se realizan en estos. Dentro de estas medidas se establece la restricción de las aeronaves no certificadas por ruido (NNC), la racionalización de las pruebas de motores, mantenimientos preventivos y correctivos, optimización de los procesos, establecimiento de tarifa diferenciada para las operaciones de despegue y aterrizaje, procedimientos operacionales para la reducción del ruido, el uso de procedimientos de abatimiento del ruido, instalación de barreras para el tratamiento acústico, redistribución de áreas, uso de elementos de protección auditiva individual al igual que la implementación de un programa de prevención para la conservación de la audición para los funcionarios del aeropuerto. Se establece actuar frente a tres principales factores dentro de las que se encuentra la fuente de generación (aeronaves y otros equipos); los medios de propagación (instalación de barreras acústicas) y frente a los receptores del ruido (Protección auditiva para los trabajadores y usuarios) [33] Dentro de las medidas que se pueden implementar a los trabajadores expuestos al ruido a niveles superiores a 80dB(A) esta la implementación de programas de vigilancia epidemiológica, ejecución de evaluaciones auditivas pre-operacionales y seguimiento pos-ocupacional, uso de EPP ajustados a los niveles a los que se encuentra expuesto y seguimiento médico cada 5 años. [29]

Uno de los controles que se puede tomar sobre las aeronaves para mitigar el ruido generado por estas, está en el cambio de los diseños de las hélices, dentro de lo que se puede denotar el incremento en la distancia entre las aspa, incrementar el tamaño de las hélices, selección diferencial del número de hélices al igual que reducir la velocidad de los bordes del aspa. [18] Aun así con la existencia de guías metodológicas y técnicas, la generación y propagación de alto niveles de ruido que generan molestias a la comunidad por parte de la industria aeronáutica en Colombia es conocida por la problemática de salud física y mental vivida por las personas que habitan las localidades de Engativá y Fontibón debido a la cercanía con el aeropuerto Internacional el Dorado.[35] Un estudio comparativo realizado con la población escolar de los grados 9°, 10° y 11° y adultos residentes de estas dos localidades en Bogotá – Colombia anteriormente mencionadas, en donde por medio de sonometrías ejecutadas a estas poblaciones y de acuerdo a los índices ELI extendido y Larsen se quiso indagar sobre la

prevalencia de hipoacusia sobre la población expuesta como la no expuesta al ruido generado en zonas aledañas al aeropuerto el Dorado, lo que dio como resultado lo siguiente: [48]

Prevalencia de hipoacusia en Escolares por exposición según índice ELI					Prevalencia de hipoacusia en Escolares por exposición según índice ELI Extendido				
Exposición	Hipoacusia			Total	Exposición	Hipoacusia			Total
	No	Si				No	Si		
No	No.	165	9	174	No	No.	148	26	174
	%	94,8%	5,2%	100,0%		%	85,1%	14,9%	100,0%
Si	No.	155	19	174	Si	No.	117	57	174
	%	89,1%	10,9%	100,0%		%	67,2%	32,8%	100,0%
<b>Total</b>	<b>No.</b>	<b>320</b>	<b>28</b>	<b>348</b>	<b>Total</b>	<b>No.</b>	<b>265</b>	<b>83</b>	<b>348</b>
	<b>%</b>	<b>92,0%</b>	<b>8,0%</b>	<b>100,0%</b>		<b>%</b>	<b>76,1%</b>	<b>23,9%</b>	<b>100,0%</b>

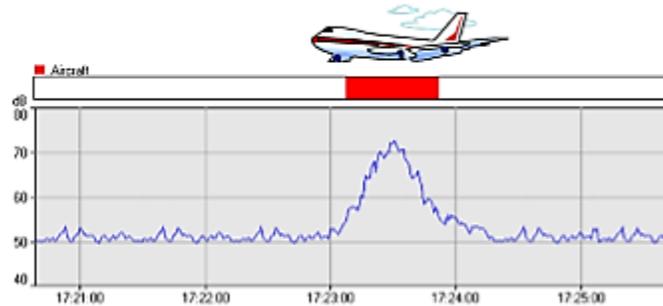
Prevalencia de hipoacusia en Escolares por exposición según índice ELI Extendido				
Exposición	Hipoacusia			Total
	No	Si		
No	No.	494	106	600
	%	82,3%	17,7%	100,0%
Si	No.	454	146	600
	%	75,7%	24,3%	100,0%
<b>Total</b>	<b>No.</b>	<b>948</b>	<b>252</b>	<b>1.200</b>
	<b>%</b>	<b>79,0%</b>	<b>21,0%</b>	<b>100,0%</b>

**Figura 8.** Prevalencia de hipoacusia en Escolares y adultos expuestos y no expuestos al ruido

**Fuente:** Elaboración propia. Efectos auditivos del ruido producido por el tráfico aéreo del aeropuerto internacional El Dorado en las poblaciones de Engativá y Fontibón [48]

Entre las medidas preventivas que se toman en aeropuertos de España con el fin de mitigar el daño causado al medio ambiente por la contaminación acústica causada por estos se tienen la renovación de las flotas de las aeronaves, puesto que está comprobado que un reactor de los 60' producía nueve veces más ruido que uno de los años 90'. Es así que se evita sobrevolar aviones como el DC-9, DC-10 y el Boeing 727 en Europa desde el año 2002. Otra medida preventiva es la gestión de cabeceras y rutas donde se tiene en cuenta la dirección al momento de despegar y aterrizar de acuerdo a la dirección del viento; por último se tiene los procedimientos de abatimiento del ruido, donde se tienen en cuenta maniobras al despegue, el uso de distintas velocidades, regímenes del motor que en conjunto ayudan a minimizar el ruido. [49] Asimismo se puede ejecutar monitoreo y evaluación de ruido en los aeropuertos realizada por medio de un micrófono ubicado sobre una altura determinada del nivel del suelo, este micrófono posee un amplificador que capta la señal acústica y la convierte en una señal eléctrica la cual ayuda a obtener los indicadores adecuados, la medición continua de las señales acústicas provocadas permite evaluar el crecimiento y/o disminución del ruido producido por el paso de un avión, donde se evidencia un aumento sustancial en NPS

sobrepasando los 70dB(A) que van disminuyendo a su paso, [32] como se puede ver en la siguiente figura:



**Figura 9.** Prevalencia de hipoacusia en Escolares y adultos expuestos y no expuestos al ruido

**Fuente:** Aportaciones a los sistemas de discriminación de fuentes sonoras en la medida de ruido en aeropuertos [32]

En el Aeropuerto internacional el Dorado (Bogotá - Colombia) entrada en operación la segunda pista se implementó por la aeronáutica civil ciertas medidas para minimizar la contaminación acústica generada por esta industria, entre las que se encuentra, unas barreras anti-ruido denominados también (Jarillones), la arborización del aeropuerto, la ubicación de una zona de motores en donde se efectúan de manera aislada y minimizando en 15dB(A) el ruido generado de la prueba de turborreactores, manuales de abatimiento del ruido, al igual que la ubicación de sonómetros fijos y móviles ubicados en distintos puntos de las comunidades aledañas expuestas, de esta manera efectuar control de los niveles de ruido producidos. [3] Estas estaciones de monitoreo se encuentran ubicadas en Capellanía, Jardín Botánico y Villa Luz. [5] De acuerdo a un estudio donde se tomaron los registros emitidos por las estaciones de monitorio de la emisión de ruido generado por el Aeropuerto Internacional el Dorado de los meses de enero a junio de 2008, se evidencia que son un gran número de vuelos los que sobrepasan los NPS establecidos en la Resolución 627 de 2006 donde se establece como máximos permisible en zonas industriales los 75dB(A) [5], por lo que se puede concluir que el seguimiento y control por parte de las autoridades es ineficiente con respecto la contaminación acústica en este sector industrial.

## **5. CONCLUSIONES**

De acuerdo a la información recopilada se hace evidente que tanto a nivel Nacional, Latinoamericano e Internacional el ruido generado por la industria aeronáutica es aún hoy en día una problemática a nivel sectorial y poblacional que lleva consigo afectación sobre la salud física y psicológica de la población expuesta, la cual depende del tiempo de exposición y la sensibilidad o predisposición de las personas. Esto, a pesar de la legislación existente expedida por diferentes entes de control y seguimiento con respecto a la contaminación ambiental por ruido, las técnicas expuestas y conocidas para garantizar la mitigación de la presión sonora emitida por las aeronaves y las diferentes actividades ejecutadas por la industria aeronáutica.

Durante el análisis no se encontró documentación que proporcionara información con respecto a los efectos a la salud que se pueden generar en los funcionarios al interior de los aeropuertos debido a los niveles de presión sonora a los que se encuentran expuestos durante su jornada laboral.

Es importante poder establecer en futuras investigaciones cuáles son las medidas de control y seguimiento que se podrían implementar para dar cumplimiento a lo establecido a nivel normativo con respecto a la contaminación acústica que genera la industria aeronáutica, y establecer un mecanismo de seguimiento a las medidas de prevención ejecutadas al interior de los aeropuertos para evitar que el ruido afecte la salud físico-psicológica de sus funcionarios.

## REFERENCIAS

- [1] Alonso Rodrigo, G., & Benito Ruiz de Villa, A. (2012). El impacto ambiental del transporte aéreo y las medidas para mitigarlo. Recuperado de [http://oa.upm.es/20345/1/INVE MEM 2012 133532.pdf](http://oa.upm.es/20345/1/INVE_MEM_2012_133532.pdf)
- [2] Facultad de ingeniería industrial. (2011) Ruido. Recuperado de [http://www.escuelaing.edu.co/uploads/laboratorios/7863 ruido.pdf](http://www.escuelaing.edu.co/uploads/laboratorios/7863_ruido.pdf)
- [3] Barrera Aristizábal, S. E. (2014). el ruido aeronáutico: realidad que enfrenta el aeropuerto internacional el dorado y sus comunidades aledañas (Bachelor's thesis, Universidad Militar Nueva Granada). Recuperado de [http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/11805/1/Monograf%C3%ADa%20de %20Grado.pdf](http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/11805/1/Monograf%C3%ADa%20de%20Grado.pdf)
- [4] Cano Álvarez, J. A. (2009). Metodología para el análisis de la dispersión del ruido en aeropuertos, estudio de caso: aeropuerto Olaya Herrera de la ciudad de Medellín (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia). Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/2274/1/98494873.2009.pdf>
- [5] Rivera Garzón, S. C. (2008). Propuesta de alternativas de gestión para controlar los niveles de ruido generados por el funcionamiento del Aeropuerto Internacional El Dorado. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- [6] Peralta Yáñez, C. A. (2012). Prevalencia de la Pérdida Auditiva en los Trabajadores expuestos a ruido industrial en la empresa Metal Mecánica SA (Doctoral dissertation, Quito, 2012.). Recuperado de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/7837/1/CD-4388.pdf>
- [7] Salinas, M. (2006). Editorial| Ciencia & Trabajo. Ruido Laboral, 8(20), 25.
- [8] Parra, M. (2003). Conceptos básicos en salud laboral. Santiago de Chile: Oficina Internacional del Trabajo, OIT. Recuperado de [http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/36982913/Conceptos\\_basicos\\_de \\_seguridad\\_laboral.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1497 928772&Signature=9KYhNBGLsQqrRvZU4PIQdZNx0Is%3D&response-content- disposition=inline%3B%20filename%3DConceptos\\_basicos\\_en\\_salud\\_laboral\\_Conce.p df](http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/36982913/Conceptos_basicos_de_seguridad_laboral.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1497928772&Signature=9KYhNBGLsQqrRvZU4PIQdZNx0Is%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DConceptos_basicos_en_salud_laboral_Conce.pdf)
- [9] Zamorano González, B., Peña Cárdenas, F., Parra Sierra, V., Velázquez Narváez, Y., & Vargas Martínez, J. I. (2015). Contaminación por ruido en el centro histórico de Matamoros. Acta universitaria, 25(5), 20-27.
- [10] Facultad de ingeniería laboratorio de producción. (2007). Niveles de ruido protocolo. Recuperado de [http://copernico.escuelaing.edu.co/lpinilla/www/protocols/HYSI/PROTOCOLO%20DE% 20RUIDO1.pdf](http://copernico.escuelaing.edu.co/lpinilla/www/protocols/HYSI/PROTOCOLO%20DE%20RUIDO1.pdf)

- [11] Mapfre, F., & Carril, J. L. A. (1996). Manual de higiene industrial. MAPFRE.
- [12] Cortés, R. R. N. (2013). Guía práctica para el análisis y la gestión del ruido industrial. FREMAP. Recuperado de [http://www.icasst.es/archivos/documentos\\_contenidos/3653\\_3.LIB.018.pdf](http://www.icasst.es/archivos/documentos_contenidos/3653_3.LIB.018.pdf)
- [13] Colombia. Ministerio del Trabajo y Seguridad Social. (1990). Resolución 1792 de 1990, mayo 3, por la cual se adoptan valores límites permisibles para la exposición ocupacional al ruido. Recuperado de <http://www.bogotaturismo.gov.co/sites/intranet.bogotaturismo.gov.co/files/RESOLUCI%C3%93N%201792%20DE%201990.pdf>
- [14] Colombia. Ministerio de Salud. (1983). Resolución 8321 de 1983, Agosto 4, 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. Recuperado de [http://biblioteca.saludcapital.gov.co/img\\_upload/03d591f205ab80e521292987c313699c/resolucion-8321-de-1983.pdf](http://biblioteca.saludcapital.gov.co/img_upload/03d591f205ab80e521292987c313699c/resolucion-8321-de-1983.pdf)
- [15] Secretaria Distrital de Ambiente. (2017) Información general sobre la problemática de ruido. Recuperado de <http://www.ambientebogota.gov.co/web/sda/ruido>
- [16] J. A. F Tresguerres. (2005). Fisiología Humana. Madrid: Mc Graw-Hill. Recuperado de <http://www.untumbes.edu.pe/bmedicina/libros/Libros10/libro123.pdf>
- [17] OMS. (2017) Sordera y pérdida de la audición. Recuperado de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs300/es/>
- [18] Moy Rivera, J. C. (2011). Ruido de aeropuertos: estudio del problema del ruido en el Aeropuerto Jorge Chávez, situación actual y propuesta de solución. Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/116>
- [19] Salud, O. y Medio ambiente (2009). Ruido y Salud. Junta de Andalucía.
- [20] Robazzi, M. D. C., Almeida da Silva, L., Ganime, J. F., Faleiro, S. A., & Valenzuela Suazo, S. (2010). El ruido como riesgo laboral. Una revisión de la literatura. Enfermería global. Recuperado de <https://digitum.um.es/xmlui/bitstream/10201/24457/1/EI%20ruido%20como%20riesgo%20laboral.%20Una%20revisi%C3%B3n%20de%20la%20literatura..pdf>
- [21] Martínez, M. G., García, J. J. J., Ceballos, Y. L., Valencia, A. M., Zapata, M. A. V., & Vásquez, E. M. (2012). Ruido industrial: efectos en la salud de los trabajadores expuestos. Revista CES Salud Pública, 3(2), 174. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4163349>
- [22] Benasayag, E. F. M. (2000, January). El ruido nos mata en silencio. In Anales de geografía de la Universidad Complutense (Vol. 20, p. 149).

[23] Suter, A. H. (2001). Naturaleza y efectos del ruido. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo.

[24] Hernández Díaz, A., & González Méndez, B. M. (2007). Alteraciones auditivas en trabajadores expuestos al ruido industrial. Medicina y seguridad del trabajo, 53(208), 09-19. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2474706>

[25] Pons, J. M. S., Reynés, M. R. M., Pérez, M. R., & Peñas, J. E. M. (2004). El problema del ruido en los entornos aeroportuarios. El caso del aeropuerto de palma de mallorca1. Boletín de la AGEN<sup>o</sup>, 38, 225-243. Recuperado de [https://www.researchgate.net/profile/Mauricio\\_Ruiz2/publication/28078889\\_El\\_problema\\_del\\_ruido\\_en\\_los\\_entornos\\_aeroportuarios\\_El\\_caso\\_del\\_aeropuerto\\_de\\_Palma\\_de\\_Mallorca/links/0deec523aeeb91d52f000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Mauricio_Ruiz2/publication/28078889_El_problema_del_ruido_en_los_entornos_aeroportuarios_El_caso_del_aeropuerto_de_Palma_de_Mallorca/links/0deec523aeeb91d52f000000.pdf)

[26] Toribio, L. A., Aranguren, D. C., Ruiz, D. M., & Maqueda, M. J. R. (2011). Ruido ambiental, seguridad y salud. Tecnología y desarrollo, (9), 1-24.

[27] Teles, R. D. M., & Medeiros, M. P. H. D. (2007). Perfil audiométrico de trabalhadores do distrito industrial de Maracanaú-CE. Rev. Soc. Bras. Fonoaudiol, 12(3), 233-239. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/rsbf/v12n3/a11v12n3.pdf>

[28] Secretaría de Salud. (2012) Cuadernillo informativo de PRL: Ruido y Mediciones. Madrid

[29] Bautista J. Guías de atención integral basadas en la evidencia para patologías ocupacionales (gatiso). Parte III. Hipoacusia neurosensorial. Gaceta Informativa. 2010 Agst; 9. Recuperado de <https://www.minsalud.gov.co/Documentos%20y%20Publicaciones/GATISO-HIPOACUSIA%20NEROSENSORIAL.pdf>

[30] Estado, B. O. (2006). Real Decreto 1299 de 2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro. Recuperado de <http://www.boe.es/buscar/pdf/2006/BOE-A-2006-22169-consolidado.pdf>

[31] García, A., & García, A. M. (2000). Estudio del ruido ambiental y sus efectos sobre los trabajadores en industrias de la madera, textil y metal. Recuperado de [http://sea-acustica.es/fileadmin/publicaciones/publicaciones\\_4350qp079.pdf](http://sea-acustica.es/fileadmin/publicaciones/publicaciones_4350qp079.pdf)

[32] Rivera, C. A., & López, D. M. R. (2012). Aportaciones a los sistemas de discriminación de Fuentes sonoras en la medida de ruido en aeropuertos. Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado de [https://www.researchgate.net/profile/Cesar\\_Asenio/publication/311101439\\_Aportaciones\\_a\\_los\\_sistemas\\_de\\_discriminacion\\_de\\_fuentes\\_sonoras\\_en\\_la\\_medida\\_de\\_ruido\\_en\\_aeropuertos/links/583d8e8308ae61f75dc44c56.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Cesar_Asenio/publication/311101439_Aportaciones_a_los_sistemas_de_discriminacion_de_fuentes_sonoras_en_la_medida_de_ruido_en_aeropuertos/links/583d8e8308ae61f75dc44c56.pdf)

[33] Consorcio B. Veritas. (2001). Guía ambiental para la operación y funcionamiento de aeropuertos. Ministerio de Medio Ambiente. Recuperado de

[http://www.siame.gov.co/siame/documentos/Guias\\_Ambientales/Gu%C3%ADas%20Resoluci%C3%B3n%201023%20del%2028%20de%20julio%20de%202005/INFRAESTRUCTURA%20Y%20TRANSPORTE/Guia%20ambiental%20para%20la%20operacion%20y%20funcionamiento%20de%20aeropuertos.pdf](http://www.siame.gov.co/siame/documentos/Guias_Ambientales/Gu%C3%ADas%20Resoluci%C3%B3n%201023%20del%2028%20de%20julio%20de%202005/INFRAESTRUCTURA%20Y%20TRANSPORTE/Guia%20ambiental%20para%20la%20operacion%20y%20funcionamiento%20de%20aeropuertos.pdf)

[34] Bogotá, A. M. (2011). Política distrital de salud ambiental para Bogotá DC 2011-2023. Bogotá, Colombia: Alcaldía Mayor de Bogotá. Recuperado de [http://ambientebogota.gov.co/c/document\\_library/get\\_file?uuid=5572b766-73ed-4087-bf27-21fc6406a810&groupId=55886](http://ambientebogota.gov.co/c/document_library/get_file?uuid=5572b766-73ed-4087-bf27-21fc6406a810&groupId=55886)

[35] Buitrago, D., Márquez, C., Romero, M., & Velasco, S. (2011). Externalidades Auditivas En La Industria Aeronáutica: Un Problema De Salud Pública. ISOCUANTA, 1(2). Recuperado de <http://revistas.usta.edu.co/index.php/isocuanta/article/view/1393/1588>

[36] 2003/10/CE-Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo de 6 de febrero de 2003 sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (ruido). Recuperado de <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2003L0010:20081211:ES:PDF>

[37] España, G. (1999). Decreto 78 de 1999, de 27 de mayo, Regula el régimen de protección contra contaminación acústica de la comunidad de Madrid. Recuperado de <http://www.madrid.org/bdccm/normativa/PDF/Ruidos%20y%20vibraciones/Normas%20Tratadas/CMDDe00781999.pdf>

[38] España, G. (2003). Ley 37 de 2003, de 17 de noviembre, del Ruido. Recuperado de <http://www.fomento.gob.es/NR/rdonlyres/D3199D34-80B3-462F-AF0D-4DBBFD97E81C/68183/LEY372003Ruido.pdf>

[39] España, G. (2007). Real Decreto 1367 de 2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas. Recuperado de <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/aplicaciones/Normativa/ficheros/rd1367.pdf>

[40] R. B. Venezuela (1992) Decreto 2217 de 1992, de 23 de abril, Normas sobre el control de la contaminación generada por ruido. Recuperado de <http://www.adan.org.ve/documentos/Decreto-2217.pdf>

[41] Aplicación, M. (1998). Norma de emisión de ruidos molestos generados por fuentes fijas. CONAMA (Departamento de Descontaminación, Planes y Normas) 2ª Edición-2000. Recuperado de [http://www.sinia.cl/1292/articles-27597\\_pdf\\_manual\\_146.pdf](http://www.sinia.cl/1292/articles-27597_pdf_manual_146.pdf)

[42] Colombia. Ministerio de Medio Ambiente. (1995). Decreto 948 de 1995, Por el cual se reglamentan, parcialmente, la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73,74, 75 y 76 del Decreto - Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9 de 1979;

y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire. Recuperado de [http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/54-dec\\_0948\\_1995.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/54-dec_0948_1995.pdf)

[43] Colombia. Aeronáutica civil. (2004). Resolución 2130 de 2004, Junio 7, 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 Recuperado de [http://legal.legis.com.co/document?obra=legcol&document=legcol\\_75992041f42cf034e0430a010151f034](http://legal.legis.com.co/document?obra=legcol&document=legcol_75992041f42cf034e0430a010151f034)

[44] Colombia. Ministerio de Ambiente, vivienda y desarrollo territorial. (2005). Resolución 1023 de 2005, Julio 28, Por la cual se adoptan guías ambientales como instrumento de autogestión y autorregulación. Recuperado de <https://www.arlsura.com/index.php/resoluciones/177-resolucion-numero-1023-de-2005>

[45] Colombia. Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. (2006),. Resolución 627 de 2006, Abril 7, por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental. Recuperado de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=19982>

[46] Pons, J. M. S., Reynés, M. R. M., & Pérez, M. R. (2007). Ruido y sostenibilidad ambiental en el aeropuerto de Son San Joan (Mallorca). Cuadernos de geografía, (81), 51-70.

[47] Berrazueta, A. F. M. (2015). Evaluación del impacto de ruido de tráfico aéreo en las zonas de influencia del Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre de la Ciudad de Quito, Ecuador. SONAC, 4(1), 93-103. Recuperado de <http://www.udla.edu.ec/ojs/index.php/sonac/article/view/55/56>

[48] Londoño, J., Restrepo, H., Vieco, F., & Quinchía, R. (2009). Efectos auditivos del ruido producido por el tráfico aéreo del aeropuerto internacional El Dorado en las poblaciones de Engativá y Fontibón. Facultad Nacional de Salud Pública, 22(2). Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5079689>

[49] Sanuy, C. J. (2008). Impacto ambiental del transporte aéreo y de las infraestructuras aeroportuarias. Ingeniería y territorio, (83), 26-33. Recuperado de <https://www.terra.org/data/iaaereo.pdf>