	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 5
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-04-19
		PÁGINA: 1 de 1

16

<b>FECHA</b>	08 de Junio 2021
--------------	------------------

Señores  
**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA**  
 BIBLIOTECA  
 Ciudad

<b>UNIDAD REGIONAL</b>	Facatativá
<b>TIPO DE DOCUMENTO</b>	Trabajo de Grado
<b>FACULTAD</b>	Ciencias Agropecuarias
<b>NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO</b>	Pregrado
<b>PROGRAMA ACADÉMICO</b>	Ingeniería Ambiental

El Autor(Es):

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS	No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN
Baena Cerquera	Yojhan	1016083972
Merchan Rojas	Daniel Alejandro	1193511776

Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS
Granda Rodriguez	Hernan Dario
De Luque Villa	Miguel Antonio

TÍTULO DEL DOCUMENTO
Efecto Del Covid-19 Sobre El Cambio Del Ruido Ambiental En Localidad Cercana Al Aeropuerto El Dorado, Fontibón-Bogotá D.C.

SUBTÍTULO (Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)

**TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:**  
Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía

Ingeniero Ambiental

**AÑO DE EDICION DEL DOCUMENTO**

2021

**NÚMERO DE PÁGINAS**

101

**DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS**  
(Usar 6 descriptores o palabras claves)

**ESPAÑOL**

**INGLÉS**

1 Ruido ambiental	1 Environmental noise
2 Ruido por tráfico	2 Traffic noise
3 Nivel de ruido	3 Noise level
4 Pandemia	4 Pandemic
5 Emisión	5 Emission

**RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS**  
(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

**Resumen:**

La contaminación acústica es un problema presente en todas las áreas metropolitanas alrededor del mundo y que causa efectos negativos a la salud y el entorno. No es muy tenida en cuenta por la población debido a que no se presenta de manera visible y solo es percibido por el sentido auditivo. La localidad de Fontibón alberga el principal aeropuerto del país (El Dorado) y con ella diferentes áreas de suma importancia, donde se realizan actividades industriales las cuales son altas fuentes generadoras y aportantes de niveles de ruido en la localidad. La pandemia a causa del COVID-19 generó un cese en la mayoría de las actividades en el país, entre ellas la restricción del transporte público aéreo y terrestre, limitándose solamente al servicio para las necesidades básicas de la población, este cese permitió determinar los niveles de ruido ambiental en la localidad excluyendo las emisiones de las actividades aeroportuarias en las épocas de confinamiento por la pandemia. La caracterización del ruido se realizó en una época en la cual varios sectores reactivaron sus actividades económicas a excepción del aeropuerto, permitiendo así evaluar las emisiones de otros tipos de fuentes y su alcance dentro de la localidad. Para evidenciar si hubo un cambio se tomó como referencia una caracterización del ruido ambiental en la misma localidad realizada en el año 2019, dando como resultado cambios significativos; estos cambios se determinaron de manera estadística, el cumplimiento con normatividad y análisis espaciotemporal con los mapas de ruido obtenidos en las dos caracterizaciones. Se evidenció que las vías principales tienen una alta influencia con respecto al ruido ambiental en la localidad al igual que las áreas residenciales cercanas a sectores industriales; este patrón también se vio reflejado en otros estudios realizados durante el confinamiento del 2020. En conclusión, la actividad aeroportuaria no es la principal fuente emisora aportante al ruido ambiental, sino, el tráfico terrestre de vehículos que circulan por las vías principales cercanas a los sectores residenciales.

**Abstract:**

Noise pollution is a problem present in all metropolitan areas around the world and that causes negative effects on health and the environment. It is not very taken into account by the population since it is not presented in a visible way and is only perceived by the auditory sense. The town of Fontibón is home to the main airport of the country (El Dorado) and with it different areas of great importance where industrial activities are carried out, which are high generating sources and contributors of noise levels in the town. The pandemic caused by COVID-19 generated a cessation in most of the activities in the country, including the restriction of public air and land transport, limiting itself only to the service for the basic needs of the population, this cessation will determine our noise levels environment in the locality, excluding emissions from airport activities in times of confinement due to the pandemic. The characterization of noise was carried out at a time in which several sectors reactivated their economic activities with the exception of the airport, thus allowing the evaluation of emissions from other types of sources and their scope within the locality. To show if there was a change, a characterization of environmental noise in the same locality carried out in 2019 was taken as a reference, resulting in significant changes; These changes were determined statistically, compliance with regulations and spatio-temporal analysis with the noise maps obtained in the two characterizations. It was evidenced that the main ones have a high influence with respect to environmental noise in the locality as well as the residential areas close to industrial sectors; This pattern was also reflected in other studies carried out during the 2020 confinement. In conclusion, the airport activity is not the main source of emission that contributes to environmental noise, but rather the land traffic of vehicles that circulate on the main roads close to it. residential sectors.

### FUENTES (Todas las fuentes de su trabajo, en orden alfabético )

1. Abad, L., Colorado Aranguren, D., Martín Ruiz, D., & Retana Maqueda, M. J. (2011). Ruido ambiental, seguridad y salud. *Tecnología y Desarrollo*, 9, 1–24. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3719298&info=resumen&idioma=SPA>
2. Acuña, andres, & Virgüez, J. (2019). Evaluación del impacto de la contaminación acústica por las actividades del aeropuerto el dorado sobre la localidad de Fontibón - Bogotá D.C. *Universidad de Cundinamarca*, 53(9), 1689–1699.
3. Agarwal, S., & Swami, B. L. (2010). Status of ambient noise levels in Jaipur city. *Environment Conservation Journal*, 11, 105–108.
4. Alayrac, M., Marquis-Favre, C., Viollon, S., Morel, J., & Le Nost, G. (2010). Annoyance from industrial noise: Indicators for a wide variety of industrial sources. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 128(3), 1128. <https://doi.org/10.1121/1.3466855>
5. Alcaldía de Bogotá. (2018). REVISIÓN GENERAL.
6. Alcaldía Mayor de Bogotá. (2003). Decreto 469 de 2003 Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C. 1–137.

### AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son: Marque con una "X":

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)	SI	NO
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	X	
2. La comunicación pública, masiva por cualquier procedimiento, medio físico, electrónico y digital	X	
3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	X	
4. La inclusión en el Repositorio Institucional con motivos de publicación, en pro de su consulta, vicivilización académica y de investigación.	x	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

NOTA: (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

Información Confidencial:

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado. SI\_\_\_ NO\_ **X**\_\_ .  
En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

### LICENCIA DE PUBLICACIÓN

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(emos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).

b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.

c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión, es producto de mí(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el "Manual del Repositorio Institucional AAAM003"

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.





Nota:

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional, está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. Nombre completo del trabajo.pdf)	Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)
1, Efecto Del Covid-19 Sobre El Cambio Del Ruido Ambiental En Localidad Cercana Al Aeropuerto El Dorado, Fontibón-Bogotá D.C.pdf	Texto

2.	
3.	
4.	

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:	
APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS	FIRMA (autógrafo)
Baena Cerquera Yojhan	
Merchan Rojas Daniel Alejandro	

**EFFECTO DEL COVID-19 SOBRE EL CAMBIO DEL RUIDO AMBIENTAL EN  
LOCALIDAD CERCANA AL AEROPUERTO EL DORADO, FONTIBÓN-BOGOTÁ  
D.C.**

**YOJHAN BAENA CERQUERA  
DANIEL ALEJANDRO MERCHÁN ROJAS**

**TRABAJO DE GRADO**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
INGENIERÍA AMBIENTAL  
FACATATIVÁ, CUNDINAMARCA  
2021**

**EFFECTO DEL COVID-19 SOBRE EL CAMBIO DEL RUIDO AMBIENTAL EN  
LOCALIDAD CERCANA AL AEROPUERTO EL DORADO, FONTIBÓN-BOGOTÁ  
D.C.**

**YOJHAN BAENA CERQUERA  
DANIEL ALEJANDRO MERCHÁN ROJAS**

Tesis presentada para obtener el título de  
Ingeniero Ambiental

Director  
Hernán Darío Granda Rodríguez  
Biólogo  
Magister en áreas silvestres y conservación de la naturaleza  
Codirector  
Miguel De Luque Villa  
Ingeniero ambiental  
Magister en Gestión ambiental

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
INGENIERÍA AMBIENTAL  
FACATATIVÁ, CUNDINAMARCA  
2021

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo principalmente a mi madre y mi abuela que han sido mi motivación para culminar mi carrera y me han prestado todo el apoyo que he requerido para cumplir mis metas y objetivos. También está dedicado a toda la población de la localidad de Fontibón que se vio afectada por la pandemia a causa del COVID-19.

Dedico este trabajo a los docentes de la Universidad de Cundinamarca, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

*YOJHAN BAENA CERQUERA*

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional. A mi padre, quien siempre estuvo apoyándome a lo largo de la carrera siento totalmente incondicional, por ser mi mejor amigo, consejero y ejemplo a seguir.

Y por supuesto a la universidad de Cundinamarca, en especial a nuestros docentes quienes nos formaron a lo largo de la carrera con su esfuerzo y dedicación.

*DANIEL ALEJANDRO MERCHÁN ROJAS*



## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a nuestros padres por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado.

Agradecemos a nuestros docentes de la Universidad de Cundinamarca, del programa ingeniería ambiental por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, de manera especial, a nuestro director Hernán Darío Granda y codirector a Miguel De Luque quienes nos han guiado con su paciencia, y rectitud como docentes.

## TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	13
2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
3	JUSTIFICACIÓN.....	19
4	OBJETIVOS.....	22
4.1	General.....	22
4.2	Específicos.....	22
5	MARCO REFERENCIAL.....	23
5.1	MARCO TEÓRICO.....	23
5.1.1.	Ruido ambiental.....	23
5.1.2.	Ruido por aeronaves.....	26
5.1.3.	Ruido vehicular.....	29
5.1.4	Ruido industrial.....	30
5.1.5	Efectos a la salud por el ruido.....	31
5.1.6	Mapa de ruido.....	36
5.2	MARCO CONCEPTUAL.....	37

5.3	MARCO LEGAL .....	41
6	MATERIALES Y MÉTODOS.....	45
6.1	Área de estudio.....	45
6.2	Caracterización del ruido ambiental en la localidad de Fontibón en épocas de pandemia por COVID-19.....	47
6.2.1	Selección de puntos de muestreo .....	47
6.2.2	Medición del ruido ambiental .....	52
6.2.3	Cumplimiento con la normatividad vigente (RES 627 de 2006).....	55
6.3	Elaboración del mapa de ruido de la localidad de Fontibón .....	55
6.4	Análisis del cambio en los niveles de ruido comparados en época de total normalidad	58
6.5	Análisis estadístico.....	59
7	Resultados.....	61
7.1	Caracterización del ruido ambiental.....	61
7.2	Mapas de ruido .....	70
7.3	Comparación de caracterizaciones de ruido ambiental localidad de Fontibón .....	72
7.3.1	Comparación del cumplimiento de las caracterizaciones de acuerdo con la resolución 627 de 2006.....	73
7.3.2	Comparación Mapas de ruido ambiental caracterizaciones año 2019 y 2020. ....	74

8	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	77
9	CONCLUSIONES.....	84
10	BIBLIOGRAFÍA.....	85
11	ANEXOS.....	94

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Niveles de intensidad sonora y subjetividad.....	32
Tabla 2 Normatividad .....	41
Tabla 3 Estándares máximos permisibles RES 627 de 2006.....	44
Tabla 4 Formato de monitoreo.....	52
Tabla 5 Colores definidos por la RES 627 de 2006.....	58
Tabla 6. monitoreo diurno.....	61
Tabla 7 Monitoreo nocturno .....	64
Tabla 8. Prueba <i>Pos hoc</i> de Tukey para ver diferencias entre los grupos .....	72

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 UPZs localidad de Fontibón .....	46
Figura 2 Puntos de muestreo aproximados .....	48
Figura 3 Puntos de muestreo seleccionados.....	49
Figura 4 Puntos de muestreo diurno .....	50
Figura 5 Puntos de muestreo nocturnos .....	51
Figura 6 Interfaz del programa Post-process of SLM file-PCE.....	54
Figura 7. porcentaje de cumplimiento monitoreo diurno.....	66
Figura 8. porcentaje de cumplimiento monitoreo nocturno.....	67
Figura 9. Mapa de cumplimiento monitoreo diurno .....	68
Figura 10. Mapa de cumplimiento monitoreo nocturno .....	69
Figura 11. Mapa de ruido ambiental diurno Fontibón .....	70
Figura 12. Mapa de ruido ambiental nocturno Fontibón .....	71
Figura 13. Comparación monitoreo diurno año 2019 y 2020.....	73
Figura 14 Comparación monitoreo nocturno año 2019 y 2020 .....	74
Figura 15 comparación mapas de ruido ambiental localidad de Fontibón 2019 y 2020. ....	75
Figura 16 comparación mapas de ruido ambiental localidad de Fontibón 2019 y 2020. ....	76

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Caracterización del ruido diurno año 2019. ....	94
Anexo 2 Caracterización del ruido nocturno año 2019 .....	95
Anexo 3 estructura de medición de ruido ambiental .....	96
Anexo 4 medición de ruido nocturno estudiante N°1 .....	97
Anexo 5 medición de ruido nocturno estudiante N°2.....	98
Anexo 6 medición de ruido diurno estudiante N°1.....	99
Anexo 7 medición de ruido diurno estudiante N°2.....	100
Anexo 8 sonómetro en medición de ruido ambiental. ....	101

## RESUMEN

La contaminación acústica es un problema presente en todas las áreas metropolitanas alrededor del mundo y que causa efectos negativos a la salud y el entorno. No es muy tenida en cuenta por la población debido a que no se presenta de manera visible y solo es percibido por el sentido auditivo. La localidad de Fontibón alberga el principal aeropuerto del país (El Dorado) y con ella diferentes áreas de suma importancia, donde se realizan actividades industriales las cuales son altas fuentes generadoras y aportantes de niveles de ruido en la localidad. La pandemia a causa del COVID-19 genero un cese en la mayoría de las actividades en el país, entre ellas la restricción del transporte público aéreo y terrestre, limitándose solamente al servicio para las necesidades básicas de la población, este cese permitió determinar los niveles de ruido ambiental en la localidad excluyendo las emisiones de las actividades aeroportuarias en las épocas de confinamiento por la pandemia. La caracterización del ruido se realizó en una época en la cual varios sectores reactivaron sus actividades económicas a excepción del aeropuerto, permitiendo así evaluar las emisiones de otros tipos de fuentes y su alcance dentro de la localidad. Para evidenciar si hubo un cambio se tomó como referencia una caracterización del ruido ambiental en la misma localidad realizada en el año 2019, dando como resultado cambios significativos; estos cambios se determinaron de manera estadística, el cumplimiento con normatividad y análisis espaciotemporal con los mapas de ruido obtenidos en las dos caracterizaciones. Se evidenció que las vías principales tienen una alta influencia con respecto al ruido ambiental en la localidad al igual que las áreas residenciales cercanas a sectores industriales; este patrón también se vio reflejado en otros estudios realizados durante el confinamiento del 2020. En conclusión, la actividad aeroportuaria no es la principal fuente emisora aportante al ruido ambiental, sino, el tráfico terrestre de vehículos que circulan por las vías principales cercanas a los sectores residenciales.



PALABRAS CLAVE, ruido ambiental, ruido por tráfico, nivel de ruido, pandemia, emisión.

### **ABSTRACT**

Noise pollution is a problem present in all metropolitan areas around the world and that causes negative effects on health and the environment. It is not very taken into account by the population since it is not presented in a visible way and is only perceived by the auditory sense. The town of Fontibón is home to the main airport of the country (El Dorado) and with it different areas of great importance where industrial activities are carried out, which are high generating sources and contributors of noise levels in the town. The pandemic caused by COVID-19 generated a cese in most of the activities in the country, including the restriction of public air and land transport, limiting itself only to the service for the basic needs of the population, this cessation will determine our noise levels environment in the locality, excluding emissions from airport activities in times of confinement due to the pandemic. The characterization of noise was carried out at a time in which several sectors reactivated their economic activities with the exception of the airport, thus allowing the evaluation of emissions from other types of sources and their scope within the locality. To show if there was a change, a characterization of environmental noise in the same locality carried out in 2019 was taken as a reference, resulting in significant changes; These changes were determined statistically, compliance with regulations and spatio-temporal analysis with the noise maps obtained in the two characterizations. It was evidenced that the main ones have a high influence with respect to environmental noise in the locality as well as the residential areas close to industrial sectors; This pattern was also reflected in other studies carried out during the 2020 confinement. In conclusion, the airport activity is not the main source of emission that contributes to environmental noise, but rather the land traffic of vehicles that circulate on the main roads close to it. residential sectors.

KEY WORDS, environmental noise, traffic noise, noise level, pandemic, emission.

# 1 INTRODUCCIÓN

El ruido se define como aquella emisión de energía originada por un fenómeno de vibraciones las cuales son percibidas por el sentido auditivo y que puede ser molesto para el receptor, o en otras palabras el tipo de sonido que no es deseado (Kadilar, 2017), y que de acuerdo con sus niveles puede ser molesto y a largo plazo generar afectaciones a la salud, este fenómeno es generado por diferentes acciones y actividades que bien pueden ser naturales o artificiales en su mayoría.

Este fenómeno representa una problemática ambiental importante, donde la población no lo tiene en cuenta como uno de los principales contaminantes en su entorno, en los últimos años se ha registrado el ruido como un riesgo sanitario y la legislación laboral reconoce la pérdida del sentido auditivo, como accidente de trabajo causado por el ruido según (Ballesteros & Daponte, 2015). Se conocen efectos a la salud relacionados con problemas de concentración, dificultad en la conciliación del sueño (Muzet, 2007) y otras afectaciones como dolores de cabeza y estrés entre otras (Baliatsas et al., 2016).

El ruido ambiental es un tipo de contaminación atmosférica y se conoce como cualquier fuente emisora o el resultante de la suma de estas, por ejemplo los vehículos terrestres, calles, aeronaves, etc. Es un problema mundial el cual los países tratan de diferentes maneras (Bruel & Kjaer, 2000); en Colombia la Resolución 0627 de 2006, establece la norma nacional de emisión del ruido y ruido ambiental, donde decreta los lineamientos y niveles máximos permisibles de diferentes actividades, y así mismo de sectores según el uso del suelo, determinado por el plan de ordenamiento territorial.

La actividad aeroportuaria es una fuente emisora de ruido que representa una problemática alrededor de los aeropuertos donde coincide la baja altitud y los motores a alta potencia de las

aeronaves. El desarrollo y crecimiento de las ciudades aumenta el tráfico aéreo y por ende el incremento en la contaminación acústica. Uno de los alivios para la población es la disminución del ruido de los motores y las restricciones en los horarios de operación, como recurso final se opta por el aislamiento en ventanas y tejados de las viviendas. La normativa nacional (Resolución 0627 de 2006) considera que los aeropuertos están estipulados como sectores industriales y la evaluación del ruido debe ser determinada según este sector como lo indica a norma.

El aeropuerto El Dorado está ubicado en la localidad de Fontibón de Bogotá D.C. Fue ideado en la década de 1950 por el ingeniero civil Gustavo Rojas Pinilla, como un proyecto ambicioso debido a que el aeropuerto de Techo en el cual hoy se ubican urbanizaciones de la localidad de Kennedy no era lo suficientemente grande para la demanda que requería la actividad aeroportuaria (Gonzalez, 2015). Los aeropuertos son áreas de influencia atractivas para diferentes actividades económicas las cuales permiten la identificación de un patrón urbano característico de las urbes postmodernas. El sector de la aviación tiene una gran relevancia en el desarrollo urbano, la dinámica de este sector requiere que su planificación sea estratégica para capturar y mitigar los impactos de la actividad aeroportuaria sobre la calidad de vida y de su influencia sobre la forma urbana (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2018).

Debido al atractivo económico que representa el aeropuerto, se justifica la ubicación de terrenos construidos destinados para actividades comerciales y entre ellas también viviendas cerca el aeropuerto El Dorado de Bogotá, lo que evidenció una falta de planificación y estudios de impactos que generaría el aeropuerto a las urbes y a la población habitante de esta. Hoy en día la población habitante de la localidad y más específico la colindante del aeropuerto presentan molestias por el ruido provocado por las aeronaves al momento de su despegue, aunque el

aeropuerto generó programas de mitigación, la comunidad aledaña no está conforme con estos planes de mitigación puesto que presentan molestias en la mayor parte del horario nocturno y su alivio por este tipo de contaminación no ha sido evidenciado (Rodríguez, 2020).

Como se había dicho anteriormente el ruido procedente de las aeronaves está relacionado a su despegue y corta altura, de aquí radica la problemática que se presenta en la localidad por la influencia del aeropuerto El Dorado. Este se encuentra cerca de las áreas donde habita gran parte de la población de la localidad de Fontibón. Aunque esta no es la única fuente relevante de contaminación acústica, es una de las mayores aportadoras a este tipo de contaminación en la localidad, pero aún se requiere evidenciar que tanto influyen las demás fuentes emisoras de diferentes actividades que se presentan en la localidad.

El presente estudio determina el posible cambio en la contaminación acústica en la localidad de Fontibón en la época de la pandemia a causa del COVID-19, donde se presentaron restricciones a la movilidad y el aeropuerto El Dorado de Bogotá redujo su operación limitándose solamente al transporte de carga y emergencias, lo que será de apoyo para determinar si el aeropuerto es el gran influyente en la contaminación acústica presente en la localidad de Fontibón, o si existen otras fuentes que serían de mayor aporte a este tipo de contaminación.

## 2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La localidad de Fontibón-Bogotá, alberga el aeropuerto más importante y el de mayor actividad en el país, tanto como medio de transporte público y así mismo para transporte de carga a nivel nacional e internacional. El aeropuerto El Dorado se encuentra rodeado por áreas donde habita la población de esta localidad, siendo evidente una falta de planeación y estudios de afectaciones al momento de permitir que áreas aledañas al aeropuerto fueran destinadas a la construcción de viviendas para la población (Molina, 2011).

La actividad aeroportuaria es una gran aportadora de contaminación acústica debido a los altos niveles de ruido expulsados por las turbinas y motores de las aeronaves, aun mas en el momento del despegue, el esfuerzo para elevar la aeronave implica llevar al límite de su potencia; generando altos niveles de ruido ha cualquier momento durante las 24 horas del día. El aeropuerto está ubicado cerca de las viviendas, lo cual genera molestias auditivas a los habitantes por la actividad aeroportuaria; la cual es una de las principales y más importantes para el desarrollo económico del país (Escobar, 2017).

La localidad de Fontibón aparte de tener el aeropuerto de la ciudad, también entre sus unidades de planeamiento zonal (UPZ), se encuentran áreas destinadas al uso de suelo industrial de gran importancia como lo son la Zona Franca que se encuentra ubicada en la UPZ con su mismo nombre y también otros parques industriales con actividades económicas destinadas a logísticas empresariales en la UPZ Capellanía y San Pablo. En la UPZ Granjas De Techo se encuentran igualmente áreas de usos del suelo industrial, pero estas basan su actividad económica en fábricas manufactureras de diferentes productos y esta colinda con la UPZ Salitre en la cual se encuentra el Terminal de transporte publico terrestre “El Salitre”. Además de lo anterior Fontibón cuenta con grandes vías principales de alto flujo vehicular y congestión, entre

ellas una de acceso a Bogotá (calle 13) la cual es primordial para el transporte público y de carga dentro y fuera de la ciudad, todas estas actividades son grandes aportadores de ruido para la localidad (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2009).

Teniendo en cuenta los factores aportadores de ruido industrial y vehicular de las UPZs Salitre, Zona Franca, Granjas De Techo, Aeropuerto El Dorado, San Pablo y Capellanía, se evidencia que debido a sus usos del suelo son fuentes externas de la actividad del Aeropuerto El Dorado y que emiten altos niveles de ruido impactando al entorno y la tranquilidad de la comunidad. Por falta de planificación en áreas y vías de acceso a zonas industriales aumentan las fuentes aportantes de ruido ambiental a sectores residenciales, como lo es la ubicación cercana de zonas con diferente uso de suelo y las vías de acceso que obligan al transporte pesado a ingresar en áreas residenciales.

Según (Gutiérrez Acosta & Guzmán Florez, 2016) se presenta una perturbación en la calidad del sueño en la localidad de Fontibón, esto debido a la exposición del ruido, siendo la actividad aeroportuaria la principal fuente emisora. También (Casallas Heredia & Poras Esguerra, 2016) concluyen que en el área de influencia del aeropuerto, no se cumple con la normativa vigente en estándares máximos de ruido ambiental nocturno, de acuerdo a (Quiroz-Arcentales et al., 2013) demuestra que los niveles de ruido diurno sobrepasan los niveles máximos permisibles para zonas de tranquilidad específicamente en instituciones educativas.

Estos estudios basan sus resultados en una fuente de emisión principal que es la actividad aeroportuaria, aunque tienen en cuenta otras fuentes, pero predominando más la del aeropuerto. Actualmente no se ha determinado que tanto impacto generan otros tipos de fuentes hacia el entorno y la comunidad de la localidad de Fontibón, aparte del área de influencia directa del aeropuerto, esto debido a que la actividad aeroportuaria es continua durante todo el año y realizar

un estudio sin presencia de niveles sonoros producidos por aeronaves es complejo si se quiere determinar los niveles de ruido ambiental según la normatividad vigente.

La población de la localidad ha optado por acostumbrarse a vivir con las actividades aeroportuarias, industriales y de transporte cerca a los sectores residenciales, soportando el ruido provocado y las vibraciones que perturban su tranquilidad y descanso tanto en el día como en la noche. Los habitantes de la localidad tienen más en cuenta la perturbación producida por la actividad del aeropuerto que la de las actividades industriales y de transporte en las zonas.

Durante los meses de abril a septiembre hubo disminución en las actividades del aeropuerto internacional el Dorado debido a la emergencia sanitaria de la pandemia del COVID-19. Se plantea que, durante la disminución de actividades de este aeropuerto, logró disminuir el ruido ambiental en la localidad de Fontibón y área de influencia. ¿Cómo variaron los niveles de ruido ambiental en el área de influencia y en la localidad de Fontibón?

### 3 JUSTIFICACIÓN

El ruido ambiental es un tipo de contaminación el cual es poco percibido por la población debido a que no se representa de manera visual sino de forma invisible, trasportándose por la atmosfera hasta llegar al sentido auditivo y su proceder depende del tipo de fuente que genera un ruido especifico, debido a lo anterior, este estudio permitirá evidenciar los cambios en la contaminación acústica que genera el aeropuerto el Dorado durante las 24 horas al tener una disminución significativa en su actividad(Amable et al., 2017).

Se ha evidenciado que el ruido del aeropuerto El Dorado tiene una gran incidencia en la calidad de vida de las personas, así como también una incidencia económica en los avalúos de predios. Según (Ariza & Samudio, 2020) el avalúo de los predios disminuye gradualmente al acercarse a la zona de influencia del aeropuerto. Actualmente los estudios son limitados al momento de demostrar que la incidencia del ruido del aeropuerto afecte la calidad de vida de la población de la localidad, no se ha tomado en cuenta los otros factores que pueden afectar como lo es el ruido vehicular sumado al ruido industrial.

Según la Aerocivil Fontibón cuenta con grandes zonas de suelo no industrial donde se muestra una alta influencia de la operatividad del aeropuerto El Dorado. Según (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2015) en el estudio de impacto ambiental (EIA) se evidencia que hay una deficiencia en lo que respecta a un ambiente sano y la salud publica en el aérea de influencia del aeropuerto El Dorado.

El decreto 765 de 1999 estableció que el área de influencia es totalmente diferente según el EIA de la Aerocivil en el 2014 (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2015). Lo que con lleva a que se actualice el área de influencia del aeropuerto, acomodándose a los niveles de ruido expulsados por las aeronaves con las actualizaciones tecnológicas recientes.



Las UPZs definidas en la localidad de Fontibón según el artículo 49 del Decreto distrital 469 de 2003 (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2003), que genera los aspectos para definir zonas las cuales evidencian que carecen de cumplimiento en los siguientes lineamientos:

- La regulación de intensidad y mezcla de usos
- Lineamientos sobre el manejo del ruido acorde con la política ambiental

De acuerdo con lo anterior se evidencia que en las UPZs de la localidad presentan una mezcla en los usos de suelo, como lo son los destinados a usos residenciales e industriales y no se ha determinado la incidencia del ruido del transporte pesado sumado a los niveles de las actividades industriales entre las mezclas de estas zonas. Lo que implica que se debe determinar los niveles de ruido ambiental, excluyendo el ruido generado por la actividad aeroportuaria y así mismo analizar el alcance del ruido generado en las áreas de actividades industriales y ruidos no relacionados directamente, como lo son el tránsito de vehículos pesados en vías residenciales tanto en el área de influencia del aeropuerto, como en la totalidad del área de la localidad de Fontibón (Díaz Olariaga, 2018).

La pandemia del COVID-19 generó un receso significativo en las actividades aeroportuarias (Ministerio del Interior, 2020), lo que permitirá evaluar si es un gran aportador de contaminación acústica a la localidad de Fontibón o demostrar si hay otras grandes fuentes que influyen en este tipo de contaminación en la localidad (Bruel & Kjaer, 2000); el estudio se realizara en la época de la pandemia donde se llevara a cabo una reapertura económica y con esto varios dieron inicio a la reactivación, simulando una normalidad, pero teniendo en cuenta que no habrá ninguna influencia de la actividad aeroportuaria en el estudio; es muy complejo que la actividad aeroportuaria disminuya debido a la importancia que tiene para la población y economía del país, por lo cual se aprovecha esta pequeña y marcada temporada de la historia

para realizar este estudio, no solo en el área de influencia de la actividad aeroportuaria sino en toda la localidad, teniendo en cuenta las vías principales, los sectores industriales y residenciales de las UPZs de la localidad de Fontibón.

## **4 OBJETIVOS**

### **4.1 General**

Evaluar efecto del COVID-19 sobre el cambio del ruido ambiental en localidad cercana al aeropuerto El Dorado, Fontibón, Bogotá D.C.

### **4.2 Específicos**

1. Caracterizar el ruido en la localidad de Fontibón en tiempos de la pandemia por el COVID-19.
2. Generar el mapa de ruido de la localidad de Fontibón.
3. Analizar el cambio en los niveles de ruido comparados en época de total normalidad.

## 5 MARCO REFERENCIAL

### 5.1 MARCO TEÓRICO

#### 5.1.1. Ruido ambiental

Como definición generalizada y aceptada el ruido es un sonido no deseado, en otras palabras, el ruido es un fenómeno físico el cual el receptor lo considera desagradable para la sensación auditiva, su aspecto físico es un sonido, pero las circunstancias subjetivas del receptor las determinan y clasifican como ruido. El desarrollo de ciudades en busca de una sustentabilidad cobra interés entre el gobierno, agencias y la ciudadanía. La política y los programas públicos tiene varias problemáticas ambientales. Varios de los problemas componen las problemáticas en contaminación del agua, aire y suelo, aunque no han sido consideradas de igual manera en importancia. La ayuda que ha recibido el sistema de gestión ambiental en las ciudades proviene de las quejas ciudadanas y también las nuevas investigaciones y estudios científicos. Estos factores permiten dimensionar los impactos y la significancia que tiene frente al entorno y la ciudadanía. Este es el caso de la contaminación que produce el ruido (Cohen & Castillo, 2017).

Existen diferentes ruidos naturales que emergen de acciones provocados por fenómenos climáticos o naturales como lo son los truenos, precipitación de la lluvia, las olas del mar, y los sonidos generados por las actividades humanas. Por lo general el ruido natural no se cataloga como molesto a excepción del ruido provocado por los truenos que emiten altos niveles sonoros que llegan a ser muy incómodos. Los ruidos artificiales por lo general son desagradables para los receptores, la mayoría de los fenómenos sonoros están asociados con la generación de múltiples fuentes operando simultáneamente y con una distribución en diferentes puntos en un espacio determinado (Domingo Bartí, 2010).

Una zona urbana determinada está compuesta por una variedad de fenómenos sonoros los cuales algunas de esas fuentes son continuas mientras que otras actúan de manera intermitente u ocasional. Se pueden encontrar en el mismo lugar específico mientras que otras se pueden encontrar en lugares totalmente alejados, teniendo en cuenta que algunas fuentes tienen una elevada intensidad, mientras que otras pueden ser penas percibidas por el receptor, estas mismas frecuencias poseen un amplio espectro en comparación con otras que tienen un espectro de banda estrecho. La contribución de todas las fuentes sonoras en el ambiente acústico de un lugar, ciudad o municipio depende de algunas características específicas, así como el lugar donde se encuentra la fuente y la configuración del espacio urbano de su entorno inmediato(Zia Ur et al., 2020).

El ruido también depende de la percepción del individuo receptor, es por esto por lo que para algunos es considerado ruido y para otros puede ser considerado como un sonido agradable y debido a esto su valoración se torna compleja, con base en la fuente generadora del ruido, el tiempo de la exposición y del área. Teniendo en cuenta las principales características como: contaminante barato, complejo de cuantificar y analizar, necesidad de poca energía para producirse, no genera residuos en el ambiente y está presente en el entorno de manera invisible por lo cual es poco tenido en cuenta por los habitantes que solo pueden percibirlo por el sentido auditivo y por ello puede tener un efecto en el receptor(Marmanillo, 2017).

El ruido ambiental se define como el sonido no deseado generado por todas las actividades humanas en un área determinada hacia el exterior, incluidos el ruido que emite el transporte público, las actividades industriales y que puede ser perjudicial para la salud humana y la calidad de vida. El ruido ambiental incluye todas las fuentes de ruido artificiales exceptuando los ruidos

generados al interior de las edificaciones industriales que no emiten hacia el exterior(Murphy & King, 2014b).

Teniendo en cuenta la distribución temporal los ruidos se pueden clasificar en: continuo estable, cuando los niveles de presión sonora son relativamente uniformes, con muy pocos cambios durante un periodo de tiempo (+ o – 2dB). Los intermitentes, es cuando se presentan niveles significativos de presión sonora en periodos no mayores de 15 minutos y con presencia de variaciones (+ o – 3dB) y en cuanto a los no continuos (fluctuante) es cuando existen variaciones apreciables del nivel de presión sonora, considerando periodos de tiempo cortos la clasificación del ruido según los niveles son(Isabel Amable Álvarez et al., 2017):

- Muy bajo, catalogado entre 10 y 30dB.
- Nivel bajo, catalogado entre 30 y 55dB.
- Ambiente ruidoso, a partir de 55 hasta 65dB.
- Ruido fuerte, a partir de 75 y 100 dB.
- Ruido intolerable, a partir de 100 dB en adelante.

El exceso desmedido de ruido producido por diferentes fuentes emisoras que bien pueden ser fuentes fijas y fuentes móviles, como lo es el transporte terrestre o maquinarias operando sin interrupción en el transcurso del día, ha dado lugar u otro tipo de contaminación ambiental, el cual es muy discreta y no es tangible físicamente, pero es percibido por los sentidos, en especial el sentido auditivo. Esta contaminación acústica afecta el ambiente y el entorno sonoro de las áreas pobladas, afectando la salud de la población y calidad de vida(Essandoh & Armah, 2011).

### **5.1.2. Ruido por aeronaves**

Se entiende como contaminante acústico, a todos aquellos estímulos que afectan directa o indirectamente al entorno y medio ambiente, también a la población o habitantes de una zona, a través del sentido auditivo, dando lugar a ruido o sonidos indeseables para los receptores. Al momento de cuantificar el ruido y la relación con el comportamiento ambiental hay que tener ciertos parámetros en cuenta como lo es: la emisión, la propagación, la recepción y capacidad de asimilación(Bellanting, 2008).

La actividad aeroportuaria está ubicada en el segundo lugar de importancia en las fuentes sonoras móviles relacionadas con el transporte, el crecimiento de actividad aérea ha crecido exponencialmente desde los años 70s hasta la actualidad. De todos los avances tecnológicos en las aeronaves el más importante ha sido el motor de turboventilador utilizado por primera vez en el año 1969 en los aviones Boeing 747. Hoy en día se sigue utilizando dicha tecnología, pero con ciertas alteraciones, estas alteraciones también se han adaptado a las exigencias en emisiones de ruido haciendo que las emisiones sean más bajas(Pérez, 2009).

La generación de ruido por la actividad aeroportuaria es objeto de atención ya hace varios años, Para la aviación en primer lugar su atención estaba en mejorar la comodidad de los tripulantes con respecto al ruido. la problemática del ruido ha adquirido importancia para toda la población especialmente cuando se encuentran cerca de las fuentes de ruido, tanto como empleados como ciudadanos(Davila, 2007).

La población solamente tiene en cuenta el impacto de la actividad aeroportuaria relacionada con el sobrevuelo de los aviones, pero no solamente este factor es el único que interviene en su acto sonoro, hay una variedad de fuentes que se suman a la presencia y la navegación aérea de

las aeronaves, estas fuentes se pueden dividir en dos grandes categorías las cuales son directas e indirectas. La primera relacionada con las actividades esenciales del aeropuerto como lo es el despegue y aterrizaje de los aviones, y la segunda está relacionada con todas actividades y servicios, entre los cuales se encuentran talleres de mantenimiento, transporte interior, generadores de energía entre otras (Ruiz et al., 2004).

En el caso de las aeronaves se considera que genera un ruido intermitente debido a que opera por ciclos, estos niveles se aumentan y disminuyen rápidamente en el transcurso del tiempo, pero no solo depende del ruido generado por varias operaciones que da lugar a un determinado periodo de tiempo, en el cual los conceptos de nivel sonoro y la cantidad de operaciones constituyen la base fundamental de todos los índices de exposición para poder evaluar el impacto sonoro de la operación de las aeronaves sobre una población determinada (Filippone, 2014).

El mecanismo propulsor es un sistema completo que aporta un mayor nivel de ruido en donde existen tipos de propulsores los cuales están constituidos con una hélice y los llamados a reacción. Principalmente la función del motor es generar movimiento a unas palas que permitan succionar aire de la parte delantera de la aeronave y distribuirlo a la parte trasera el cual genere un empuje que haga mover la aeronave. Los motores llamados a reacción se basan en un efecto de propulsión debido a la proyección a alta velocidad de masa de aire en la parte posterior de la tobera, en donde esta aceleración impulsa al avión a una velocidad generalmente superior a la producida por los propulsores de hélice. El ruido generado por el propulsor de hélice tiene su origen en el impacto de las palas con el aire y ha este ruido se le debe sumar el del motor de combustión interna el cual genera tres tipos de ruido en sí mismo los cuales son:

- Ruido de la toma de aire
- Ruido de chasis de motor



- Ruido del escape del motor de combustión interna

El ruido que presenta mayor relevancia de otros es el que se genera en la parte exterior del motor donde se mezclan el gas que sale a una alta velocidad y el aire del ambiente circundante, este ruido es llamado “ruido de reacción aerodinámica” . Este es el que representa una potencia de ruido más elevada(Barrera, 2014).

El acto de despegue y aterrizaje generan altos niveles de ruido en donde este se dispersa por varios kilómetros a la redonda persistiendo por un determinado tiempo, ha esto se le denomina huella de ruido o huella acústica. No todas las aeronaves producen la misma huella de ruido debido a que esta depende de la trayectoria, el tipo de aeronave y su sistema de propulsión empleado. El ruido de las aeronaves es el mayor emisor de decibeles (>100 dB) en comparación con otras fuentes, y por ende la que mayor huella de ruido representa (Bruel & Kjaer, 2000)

En comparación entre los eventos de despegue y aterrizaje de una aeronave, se tiene la hipótesis de que la fase de despegue tiende a ser más ruidosa en comparación con el aterrizaje, lo cual es erróneo puesto que la fase de aterrizaje produce niveles sonoros más altos que los del despegue, esto debido a la aerodinámica de la aeronave. Durante el aterrizaje la apertura de los flaps para dar sustentación extra a la aeronave, aumenta notablemente el ruido aerodinámico, generándose vórtices muy fuertes lo cual es la causa principal del ruido. El ruido aerodinámico en la fase de aterrizaje supera el ruido de combustión en la fase de despegue el cual deja muy claro que la aerodinámica es el factor más importante para reducir el ruido de la actividad aeroportuaria, especialmente en la aproximación a la zona de aterrizaje(Bartolomé & Tubay, 2013).

### **5.1.3. Ruido vehicular**

El crecimiento y desarrollo de las ciudades ha influido en la expansión de los tipos de transporte rodado que se encuentran dentro de un ambiente urbano, entre ellos los más comunes el automóvil y los autobuses, sumados a estos, están los tractocamiones y camiones que son de suma importancia en materia de abastecimiento de las ciudades. El tráfico vehicular es uno de los grandes aportadores de ruido para el entorno y mucho más cuando las zonas urbanas no se planearon con una percepción de crecimiento de estos tipos de transporte, la dependencia del uso del transporte público rodado ha generado destacados efectos en ciudad-ambiente, también cabe resaltar el alto número de accidentes viales, tiempo invertido en congestiones vehiculares, las emisiones contaminantes arrojadas hacia la atmósfera y se suma además la contaminación acústica, resultado de su operación (Cohen & Castillo, 2017).

El ruido ambiental es uno de los principales elementos de contaminación en las ciudades modernas. Los vehículos con sus mecanismos, motores y roce de las llantas con el pavimento, son uno de los grandes responsables del ruido total en las grandes ciudades. El uso de combustibles alternativos, como el hidrógeno, gas o biodiésel no son elementos que por sí ayudan a reducir el ruido generado, se debe tener en cuenta que dentro de una ciudad también se encuentran los vehículos recolectores de basuras, los cuales al ser su motor muy grande generan altos niveles de ruido, en especial en la noche teniendo en cuenta que es un servicio que se presta las 24 horas del día, en la mayoría de las grandes ciudades. El avance tecnológico de los vehículos a combustión interna se basa en el ahorro de combustible y en reducción de las emisiones generadas, pero en temas de ruido el cual regula la Unión Europea regula y mantiene los mismos niveles desde 1995, al momento de homologar los vehículos, estos se someten a pruebas muy alejadas de la realidad, si se quiere determinar en realidad el ruido generado por

cada uno de los vehículos sin importar su tamaño o su uso, se deben realizar las pruebas en donde se estos estén en un entorno adecuado y se exponga a límite de su potencia (Zia Ur et al., 2020).

La problemática con los automotores deriva del envejecimiento de estos, de su mal mantenimiento y además de la falta de experiencia al conducir los vehículos. Como se mencionó anterior mente también se presentan varias quejas por el servicio recolector de basuras, además del gran motor con el que cuentan estos vehículos, incorporan sistemas de trituración, las constantes paradas y arranques, lo hacen uno de los vehículos más ruidosos y que mayor molestia representa (Lopez, 2019).

El coche como agente contaminante móvil esparce sus efectos sobre toda su trayectoria, donde se convierte en un foco de contaminación múltiple (acústica, atmosférica y perturbación del orden). El uso irracional del coche aumenta aún más este foco de contaminación. Se observa que la dependencia básica de los niveles de ruido ambiental esta producido por el tráfico rodado, donde el tráfico pesado o de gran tamaño tiene una mayor influencia de todo el tráfico. La topografía urbana también incide, por ejemplo, al ser las calles muy pendientes requiere un mayor esfuerzo para el automotor, generando mayores niveles de ruido. Las condiciones atmosféricas también inciden, a mayor temperatura mayor propagación. El tipo de pavimento incide mucho más cuando los vehículos superan las velocidades de 60km/hora(Benasayag, 2000).

#### **5.1.4 Ruido industrial**

El crecimiento de las urbes a nivel global está relacionado con el crecimiento de la contaminación ambiental a través de la afectación del aire, agua y contaminación acústica. El

ruido llega a la a población desde diversas fuentes con diferente naturaleza, la cual puede ser compleja o simple, proveniente de las actividades industriales como las fábricas de procesamiento que se encuentran en las ciudades o actividades relacionadas conjuntamente con las operaciones industriales como el transporte de materias primas y distribución de producto terminado, o simplemente actividades industriales que se basan en el almacenamiento y bodegaje de mercancías, vehículos, herramientas y demás(Casas et al., 2014).

El ruido industrial no es muy tenido en cuenta en diversos estudios debido a que sus fuentes se encuentran en ubicaciones específicas y no son tan numerosas como el ruido producido por el transporte. Las fuentes de ruido industrial son heterogéneas debido a los diferentes tipos de actividades industriales, he aquí la dificultad para evaluar y analizar el ruido proveniente de las industrias a causa de la diversa variedad de fuentes de ruido industrial, también se involucran factores no acústicos. Antes de entender los efectos acusados por las fuentes, se debe comprender como los residentes perciben estas diversas fuentes de ruido para así determinar las molestias causadas por estos (Alayrac et al., 2010).

#### **5.1.5 Efectos a la salud por el ruido**

El ruido en la vida cotidiana es una gente perturbadora principalmente en las ciudades, muchas de las actividades que se realizan liberan cantidades de energía de distintas formas. El ruido es una de las formas de energía liberada, puede dañar la capacidad auditiva y afectar el estado psicológico del receptor. En el caso de ser desfavorables las condiciones acústicas de la ciudad o población, los habitantes se exponen a las molestias por ruido, por existir ambientes o entornos inadecuados para los receptores. Deben generarse planes de acción para amortiguar los

efectos a valores máximos aceptables. A continuación se evidencia ciertos efectos del ruido y cómo los percibe la población (Sampath et al., 2004).

Tabla 1. Niveles de intensidad sonora y subjetividad.

<b>dB</b>	<b>Niveles de intensidad sonora</b>	<b>Percepción subjetiva</b>
<b>150</b>	Perforación del tímpano	
<b>140</b>	Cohete especial (a corta distancia)	
<b>130</b>	Avión «jet» al despegar (a 25 metros)	Intolerable
<b>120</b>	Música rock amplificadas (umbral dolor)	
<b>110</b>	Taladrador del pavimento	
<b>100</b>	metro en marcha	
<b>90</b>	motocicleta sin tubo de escape	Muy ruidoso
<b>80</b>	tráfico pesado	
<b>70</b>	gritos niños	
<b>60</b>	conversación en voz alta	
<b>50</b>	música de radio (tono alto)	Poco ruido
<b>40</b>	música de radio (tono bajo)	
<b>30</b>	conversación en voz baja	
<b>20</b>	susurro en un bosque	
<b>10</b>	respiración tranquila	Silencio
<b>0</b>	umbral de la audición	

Fuente: (Alonso, 2003)

En la actualidad el problema de la contaminación por ruido en los centros poblados desde el punto de vista ambiental ha llegado a ser de suma importancia dado el número de individuos expuestos y los efectos que tiene en la comunidad. En la actualidad existen estudios científicos que analizan los efectos a la salud por el ruido y uno de los más completos es el informe realizado para la OMS, titulado Ruido comunitario, donde hace referencia que el ruido ambiental puede causar efectos como: interferencia con la comunicación, perturbación del sueño, afecciones psicofisiológicas, daño en la salud mental, en el desempeño de tareas, en la productividad y también en el comportamiento social. La exposición al ruido ambiental en la mayoría de los casos no causa pérdida auditiva total, pero en los casos de una exposición a niveles altos de ruido puede causar daños irreparables para el sentido auditivo de la persona (Murphy & King, 2014a).

En cuanto al trastorno de audición se pueden definir y señalar algunos conceptos, en primer lugar, se define audición normal como la capacidad de captar sonidos en el rango de 20 a 20.000 Hz. En donde esta audición normal tiende a variar independientemente de cada persona, en donde en esta audición normal influye totalmente la edad. Está comprobado que la pérdida de la audición teniendo en cuenta la edad se denomina presbiacusia, donde esta se presenta con gran relevancia en frecuencias altas y afecta a ambos oídos del individuo, y por otro lado se tiene un factor que varía de unas personas a otras y está relacionado con factores totalmente ambientales, así que la socioacusia tiene en cuenta que en la mayor parte de los países desarrollados o industrializados las mujeres cuentan con un mejor oído en comparación con los hombres que presentan lo contrario. Además de los efectos relacionados con el trastorno de la audición existe lo que se denomina efecto mascara la cual consiste en que un sonido impide la parcial percepción de otros, especialmente en la comunicación hablada. La consecuencia de este efecto es el directo aislamiento de las personas sometidas a él, la total eficacia de trabajo e incluso puede ocasionar accidentes graves. Por otra parte, se encuentran los acúfenos los cuales hacen referencia a los ruidos que aparecen al interior del oído por la alteración del nervio auditivo y este se ha relacionado puntualmente con el ruido del tráfico en el área y este puede provocar una plena ansiedad y cambio de humor del individuo. Por último, se encuentra la fatiga auditiva que tiene en cuenta el déficit parcial de la sensibilidad auditiva y se provoca por ruidos continuos desde los 87 dB(A) (Díaz Jiménez & Linares Gil, 2015).

En un estudio presentado sobre los efectos del ruido por actividades aeronáuticas se reportaron que para un nivel de presión sonora cuyo equivalente es de 65 dB durante un periodo diurno, el porcentaje de residentes perturbados mientras hablaban o conversaban en un área abierta en el exterior y en el interior de la vivienda fueron de 72% y 55% respectivamente,

mientras que el 49% fueron perturbados mientras escuchaban radio o veían televisión, y el 28% durante actividades recreativas. La perturbación de la comunicación ocurre comúnmente con niveles altos de ruido como por ejemplo el tráfico aéreo sobre las viviendas y también el paso de tráfico pesado, dado que el ruido producido por estas actividades interrumpe los sonidos de la comunicación entre las personas. Es por esta razón que se ha recomendado que, para poder conversar en una vivienda sin ningún tipo de interrupción o interferencia sonora durante el periodo diurno, el nivel de ruido no debe sobrepasar los 35dB (German & Santillán, 2006).

Un aspecto que cabe resaltar se relaciona con efectos cardiovasculares a causa del ruido ocupacional, epidemiológicamente no se ha dado una explicación clara. Para determinar el desarrollo de la hipertensión arterial en los trabajadores expuestos a intensidad de ruido superior a 85 dB(A) y hacer una total relación con el área del trabajo teniendo en cuenta factores como antigüedad laboral y el uso de protección auditiva. En el estudio se incluyeron 50 trabajadores hombres en cada grupo de acuerdo con los criterios de inclusión y exclusión. Este estudio registro niveles que excedieron los 85 dB. El 94% utilizaban protección auditiva, de ellos el 60% presentaron hipertensión arterial, mientras los que no utilizaban el 80% la presento sin observar relación significativa entre la pérdida auditiva inducida por ruido ocupacional e hipertensión arterial, intensidad de exposición y la antigüedad laboral con la prevalencia de HTA (Fernández et al., 2010).

El malestar es quizás el efecto más común del ruido sobre las personas debido a que esta sensación proviene no solo de la interferencia con la actividad en curso o con el reposo, sino también de otras sensaciones intensas de estar siendo perturbado. Los individuos afectados con el malestar hablan de intranquilidad, inquietud, desasosiego, depresión, desamparo, ansiedad, rabia y estrés. Con respecto al nivel de malestar, este varia no solamente en función de la intensidad

del ruido sino también de factores tales como miedos asociados a la fuente del ruido o el grado de legitimación que el afectado atribuya a la misma(Muzet, 2007).

Muchas personas experimentan perturbaciones para poder conciliar el sueño debido a los altos niveles de ruido. Algunos estudios arrojan que la perturbación del sueño es considerada uno de los efectos más perjudiciales del ruido ambiente. Los altos niveles de ruido pueden inducir problemas en las personas para dormir o conciliar el sueño y debido a esto se presentan alteraciones en los ciclos de sueño y profundidad y también en el proceso de despertar. Ahora bien, hay que considerar que la exposición al ruido nocturno puede inducir en efectos secundarios o efectos posteriores, algunos se pueden medir en la mañana del día después de estar expuesto al ruido. Con los efectos secundarios se presentan eventos en el organismo como fatiga, disminución del humor y bienestar y disminución del rendimiento. Así mismo la molestia durante la noche también influye en el humor del día siguiente al momento de que despierta la persona(Lobos Vega, 2008).

Además de los efectos auditivos asociados al ruido, también se encuentran algunos efectos no auditivos, estos fueron observados en el año 1930 en un estudio publicado por L.E Smith and L.D Laird volumen 2 del *Journal of the acoustical society of america* y en este los resultados presentaban que la gran exposición al ruido causaba directas contracciones estomacales en las personas sanas y que además de afectar el oído, también causaba daños en otras partes del organismo humano puesto que solo bastaban 50 a 60 dB para que se presentaran enfermedades asociadas al estímulo sonoro. En algunos casos se han podido observar efectos vegetativos como por ejemplo la modificación del ritmo cardiaco y vasoconstricciones del sistema periférico. Entre los 95 y 105 dB se presentan afecciones en el riego cerebral, debidas a espasmos o dilataciones de las vasos sanguíneos, alteraciones en el sistema nervioso central, alteraciones en el sistema



digestivo, además de esto secreciones ácidas del estómago que acarrearán úlceras duodenales, cólicos y otros trastornos intestinales, un notable aumento en la tensión muscular del cuerpo y presión arterial, cambios de pulso en el electroencefalograma, dilatación de la pupila alterando la visión en la noche además de estrechamiento del campo visual (Abad et al., 2011).

### **5.1.6 Mapa de ruido**

Un mapa de ruido es una herramienta la cual nos demuestra de forma gráfica en un área determinada geográficamente el comportamiento acústico en cierto momento determinado. Esta herramienta es un soporte que sirve como ayuda para la planificación urbana. Los mapas de ruido además permiten la cuantificación en el área de estudio y la exposición de la población receptora de los niveles de ruido. Este localiza los puntos de actividades ruidosas, zonas mixtas y sensibles. A si mismo modela diferentes escenarios de la evolución acústica y la prevención y control del impacto acústico(Pinto & Moreno, 2008).

Los mapas de ruido permiten realizar una evaluación objetiva de la exposición acústica en una zona determinada. Se puede estudiar un entorno concreto mediante los niveles de ruido a los cuales se exponen cierta cantidad de viviendas, colegios u hospitales y también la cantidad de población expuesta a niveles de ruido superando el nivel máximo permitido. La cantidad de población afectada por los niveles de ruido que sobrepasan las normativas, es uno de los parámetros más relevantes para establecer las áreas de prioridad para cuantificar y planificar la reducción del ruido(Ausejo, 2009).

Otra finalidad de los mapas de ruido es informar a la población sobre la realidad de los niveles de ruido a los cuales están expuestos en su área de localización. Los mapas de ruido se construyen a partir de localizaciones geográficas, catastrales, de tráfico y de población. La

calidad de los mapas de ruido depende de los datos ingresados en el software de modelamiento (Castrillón et al., 2019).

Para Colombia la normativa vigente es la resolución 627 de 2006 la cual contiene los lineamientos que debemos tener en cuenta al momento de representar gráficamente los niveles de ruido en una zona específica. Las características del mapa de ruido según la normativa son (Ministerio De Ambiente, 2006):

- El mapa de ruido debe mostrar la ubicación donde los datos fueron medidos.
- El mapa debe demostrar datos relevantes como edificios, instalaciones de tráfico, áreas industriales, áreas de agricultura y vegetación.
- Se recomienda que se usen los contornos entre zonas de múltiplos de 5 dB.
- Se debe usar la combinación de colores expresada por la norma para la representación gráfica de dichos niveles.

## 5.2 MARCO CONCEPTUAL

Los términos que se presentaran a continuación servirán para entender temáticas que se mencionaran en el estudio y que también están consignadas en la resolución 627 de 2006 del MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA.

**Acústica:** Rama de la ciencia que trata de las perturbaciones elásticas sonoras. Originalmente aplicada sólo a los sonidos audibles.

**Calibración:** Conjunto de operaciones que establecen, bajo condiciones especificadas, la relación entre los valores de magnitudes indicados por un instrumento o sistema de medición, o

valores representados por una medida materializada o un material de referencia y los correspondientes valores reportados por patrones. Campo sonoro: Es la región del espacio en las que existen perturbaciones elásticas.

**dB(A):** Unidad de medida de nivel sonoro con ponderación frecuencial (A). Debidamente calculada mediante la expresión establecida en el capítulo II de la resolución 627/2006:

$$L_{Aeq} = 10 \cdot \log \left( \left( \frac{1}{5} \right) \cdot \left( 10^{\frac{L_N}{10}} + 10^{\frac{L_O}{10}} + 10^{\frac{L_S}{10}} + 10^{\frac{L_E}{10}} + 10^{\frac{L_V}{10}} \right) \right)$$

Ecuación 1 estimación de LAeq

**Decibel (dB):** Décima parte del Bel, razón de energía, potencia o intensidad que cumple con la siguiente expresión:  $\text{Log } R = 1\text{dB}/10$  Donde R= razón de energía, potencia o intensidad.

**Ajuste (de un instrumento de medición):** Operación destinada a poner un instrumento de medición en estado de funcionamiento adecuado para su uso. El ajuste puede ser automático, semiautomático o manual.

**Frecuencia (f) (Hz):** En una función periódica en el tiempo, es el número de ciclos realizados en la unidad de tiempo ( $f = c/s$ ). La frecuencia es la inversa del período. La unidad es el Hertzio (Hz) que es igual a 1/S.

**Fuente:** Elemento que origina la energía mecánica vibratoria, definida como ruido o sonido. Puede considerarse estadísticamente como una familia de generadores de ruido que pueden tener características físicas diferentes, distribuidas en el tiempo y en el espacio.

**Hertzio (Hz):** Es la unidad de frecuencia, equivalente al ciclo por segundo (c/s). Un fenómeno periódico de 1 segundo de período tiene frecuencia 1 Hz.

**Índices de ruido:** Diversos parámetros de medida cuya aplicación está en función de la fuente productora del ruido y el medio donde incide. Ejemplos: Leq, L10, L90, TNI.

**Leq. - Nivel sonoro continuo equivalente:** es el nivel en dBA de un ruido constante hipotético correspondiente a la misma cantidad de energía acústica que el ruido real considerado, en un punto determinado durante un período de tiempo T.

**Nivel (L):** En acústica, la incorporación del término Nivel a una magnitud, quiere decir que se está considerando el logaritmo decimal del cociente del valor de la magnitud con respecto a otro valor de esta, tomado como referencia.

**Nivel de presión sonora (Lp) (dB):** Es la cantidad expresada en decibeles y calculada según la siguiente ecuación:

$$Lp(dB) = 20 \lg \frac{P}{P_0}$$

Ecuación 2 estimación de nivel de presión sonora

Donde

P = valor cuadrático medio de la presión sonora.

P0 = presión sonora de referencia, en el aire. (2 x10<sup>-5</sup> Pascales)

**Nivel sonoro:** Es el nivel de presión sonora obtenido mediante las redes de ponderación A, B o C. La presión de referencia es 2 x10<sup>-5</sup> Pa.

**Pascal (Pa):** Unidad de presión en el sistema MKS equivalente a: 1 Newton / m<sup>2</sup> = 10 barias.

**Pistófono:** Es una pequeña cavidad provista de un pistón con movimiento de vaivén y desplazamiento medible, que permite establecer una presión conocida en el interior de la cavidad. Generalmente utilizado para efectuar calibraciones de sonómetros.

**Presión sonora:** Es la diferencia entre la presión total instantánea en un punto cuando existe una onda sonora y la presión estática en dicho punto.

**Sonómetro:** Es un instrumento de medición de presión sonora, compuesto de micrófono, amplificador, filtros de ponderación e indicador de medida, destinado a la medida de niveles sonoros, siguiendo unas determinadas especificaciones.

**Umbral de audición:** Es la mínima presión sonora eficaz que debe tener una señal para dar origen a una sensación auditiva, en ausencia de todo ruido. Se expresa generalmente en dB.

### 5.3 MARCO LEGAL

Tabla 2 Normatividad

<b>Normas</b>	<b>Entes</b>	<b>Referencias</b>
<b>Ley 232 de 1995</b>	Congreso de la republica	Por Medio De La Cual Se Dictan Normas Para El Funcionamiento De Los Establecimientos Comerciales
<b>Decreto 2564 Del 23 De diciembre De 1999.</b>	Presidencia De La República De Colombia.	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
<b>Resolución 3185 de 2004</b>	Aeronáutica civil	Manual De Atenuación De Ruido Para El Aeropuerto Internacional El Dorado De Bogotá.
<b>Resolución 627 Del 07 De abril De 2006.</b>	Ministerio De Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial/Colombia	Norma Nacional De Emisión De Ruido Y Ruido Ambiental.
<b>Resolución 6918 de 2010</b>	Secretaria distrital de ambiente.	Por La Cual Se Establece La Metodología De Medición Y Se Fijan Los Niveles De Ruido Al Interior De Las Edificaciones (Inmisión) Generados Por La Incidencia De Fuentes Fijas De Ruido

Continuación Tabla 2 Normatividad

<b>Normas</b>	<b>Entes</b>	<b>Referencias</b>
<b>Resolución 2130 de 2013</b>	Unidad Administrativa Especial De Aeronáutica 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
<b>DECRETO 1076 DE 26 De mayo De 2015</b>	El Presidente De La República De Colombia	Por Medio Del Cual Se Expide El Decreto Único Reglamentario Del Sector Ambiente Y Desarrollo Sostenible
<b>RESOLUCIÓN 385 Del 12 DE MARZO 2020</b>	Ministerio de Salud y Protección Social	Por la cual se declara la emergencia sanitaria por causa del coronavirus COVID-19 y se adoptan medidas para hacer frente al virus
<b>DECRETO 417 MARZO 17 DE 2020</b>	Departamento Administrativo de la Función Pública	Por el cual se declara un Estado de Emergencia Económica, Social y Ecológica en todo el territorio Nacional
<b>DECRETO 457 DEL 23 DE MARZO DE 2020</b>	Ministerio del interior	mediante el cual se imparten instrucciones para el cumplimiento del Aislamiento Preventivo Obligatorio

Continuación Tabla 2 Normatividad		
Normas	Entes	Referencias
<b>DECRETO 1168 DE AGOSTO 25 DE 2020</b>	PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA	Por el cual se imparten instrucciones en virtud de la emergencia sanitaria generada por la pandemia del Coronavirus COVID -19, y el mantenimiento del orden público y se decreta el aislamiento selectivo con distanciamiento individual responsable

Fuente: (Autores, 2021)

Dentro del marco legal se resalta la Tabla 3 la cual establece los niveles máximos permisibles de ruido ambiental por sectores y subsectores consignada en la resolución 627 de 2006.



Tabla 3 Estándares máximos permisibles RES 627 de 2006

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dB(A)	
		Día	Noche
<b>Sector A. Tranquilidad y Silencio</b>	Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.	55	45
	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.		
<b>Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado</b>	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación	65	50
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre		
<b>Sector C. Ruido Intermedio Restringido</b>	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	70
	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	55
	Zonas con usos permitidos de oficinas	65	50
	Zonas con usos institucionales		
	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales.	80	70
<b>Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado</b>	Residencial suburbana		
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.	55	45
	Zonas de Recreación y descanso, como parques y reservas naturales.		

Fuente: (Ministerio De Ambiente, 2006)-

## **6 MATERIALES Y MÉTODOS**

### **6.1 Área de estudio**

La localidad de Fontibón está ubicada hacia el occidente de Bogotá la cual limita al norte con la localidad de Engativá, al oriente con la localidad de Teusaquillo y Puente Aranda, al sur con la localidad de Kennedy, con el eje del río Fucha en medio y al occidente con el río Bogotá y los municipios de Funza y Mosquera (Figura 1). Tiene un área total de 3328 ha. Esta localidad pertenece a la llanura aluvial de la Sabana de Bogotá, en donde su topografía es totalmente plana y su área forma parte de la cuenca baja del río Bogotá, por esta razón se tiene en cuenta que la situación geográfica e hidrográfica de la localidad de Fontibón presenta riesgos por inundación (Alcaldía Mayor De Bogota, 2017).

Fontibón contiene ocho unidades de planeamiento zonas (UPZ) las cuales son: Fontibón, Fontibón san pablo, Zona Franca, Ciudad Salitre Occidental, Granjas de Techo, Modelia, Capellanía y Aeropuerto El Dorado. Una de las UPZ es de tipo con centralidad urbana, cuatro son predominantemente industriales, dos son de tipo residencial cualificado y una es de tipo predominantemente dotacional (Alcaldía de Bogotá, 2018).

## LOCALIZACIÓN FONTIBÓN

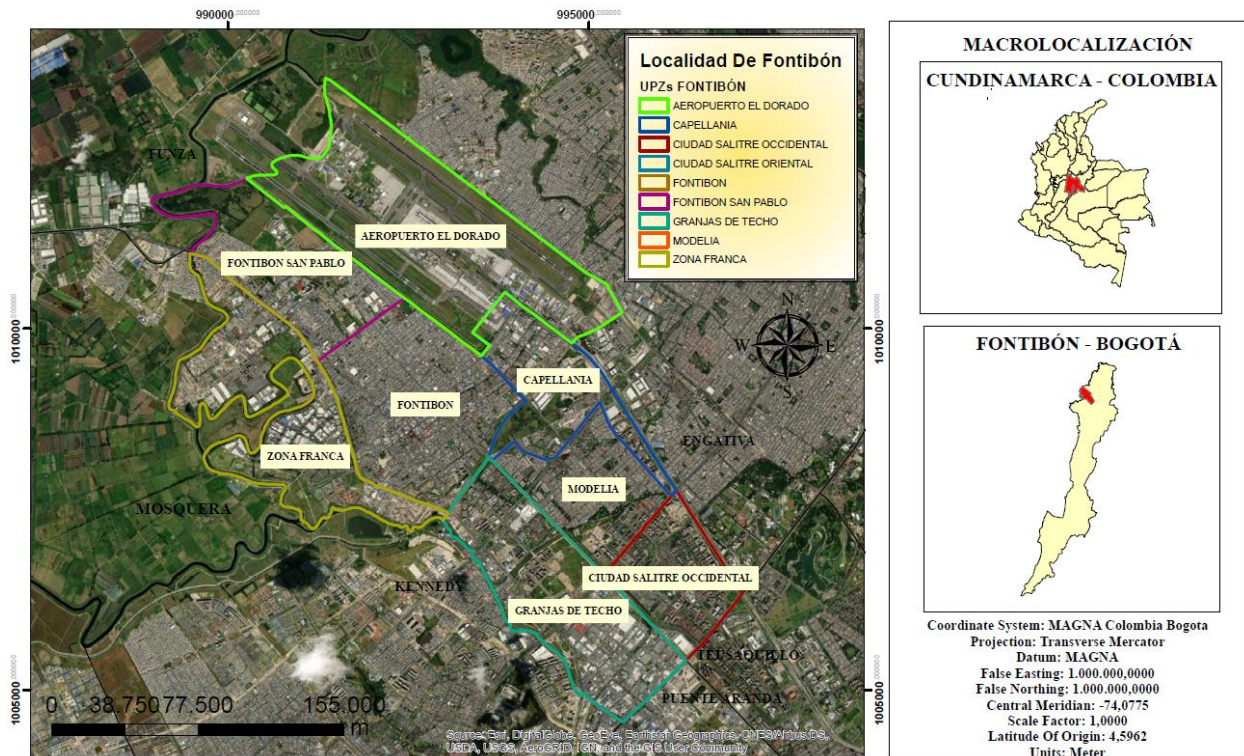


Figura 1 UPZs localidad de Fontibón  
 Fuente: (Autores 2021)

La localidad no cuenta con suelo rural, posee 275.3 ha en suelo de expansión urbana por tratarse de suelos no clasificados como suelo urbano. En la localidad de Fontibón se desarrollan diferentes usos del suelo las cuales son: dotacional, uso urbano integral, residencial, industrial, comercio, servicios y de áreas protegidas, principalmente. Por la caracterización del uso del suelo de la localidad indica que la mitad de las UPZ de Fontibón son predominante industriales. La UPZ predominantemente dotacional corresponde al aeropuerto El Dorado (Alcaldía Mayor De Bogota, 2017)

La localidad cuenta con 541.4 Km de carriles viales entre ellas la troncal de la Av. del Dorado de Transmilenio, como el principal eje de transporte. Es conectada por la Av. calle 26, la Av. ciudad de Cali, Av. Luis Carlos Galán Sarmiento y la Av. Boyacá entre otras. Adicionalmente la

localidad cuenta con 20.50 km de ciclorruta. El suelo de Fontibón está clasificado por diferentes porcentajes los cuales son: 26.42% residencial, 5.75% industrial, 4.15% dotacional, 10.28% comercial, 17.73% servicios y 35.66% otros. La localidad posee potencial turístico debido a que alberga el aeropuerto El Dorado y la terminal de transporte terrestre de la ciudad además cuenta con la zona franca y otros sectores destinados a la logística empresarial de la ciudad y municipios del departamento (Sectorial & Política, 2019).

## **6.2 Caracterización del ruido ambiental en la localidad de Fontibón en épocas de pandemia por COVID-19**

Para determinar el ruido ambiental en la localidad de Fontibón se tomó como referencia los lineamientos establecidos en los capítulos II, III del anexo 3 de la resolución 627 de 2006 (Ministerio De Ambiente, 2006).

### **6.2.1 Selección de puntos de muestreo**

Se inició realizando una grilla con la ayuda del programa ARCMAP 10.8 de la localidad de Fontibón, con unos puntos específicos y con una distancia entre puntos igual para obtener una referencia de los puntos de muestreo a analizar como se evidencia en la Figura 2.



Figura 2 Puntos de muestreo aproximados  
Fuente: autores 2021

Se realizó una inspección en cada uno de los puntos para evidenciar si es accesible para los usuarios con ayuda de GPS. Una vez realizada la inspección se modificaron las ubicaciones de algunos puntos, en cuales no es posible su acceso al público y además se determinaron otros puntos de sectores residenciales que están dentro del área de influencia de las actividades del Aeropuerto El Dorado como se muestra en la Figura 3.



Figura 3 Puntos de muestreo seleccionados  
Fuente: Autores 2021

Con los puntos establecidos se genera una grilla que servirá como herramienta para georreferenciar los puntos de medición para el horario diurno y nocturno en la localidad siguiendo los lineamientos establecidos por la resolución 627 de 2006.

### PUNTOS DE MUESTREO DIURNO FONTIBÓN – BOGOTÁ

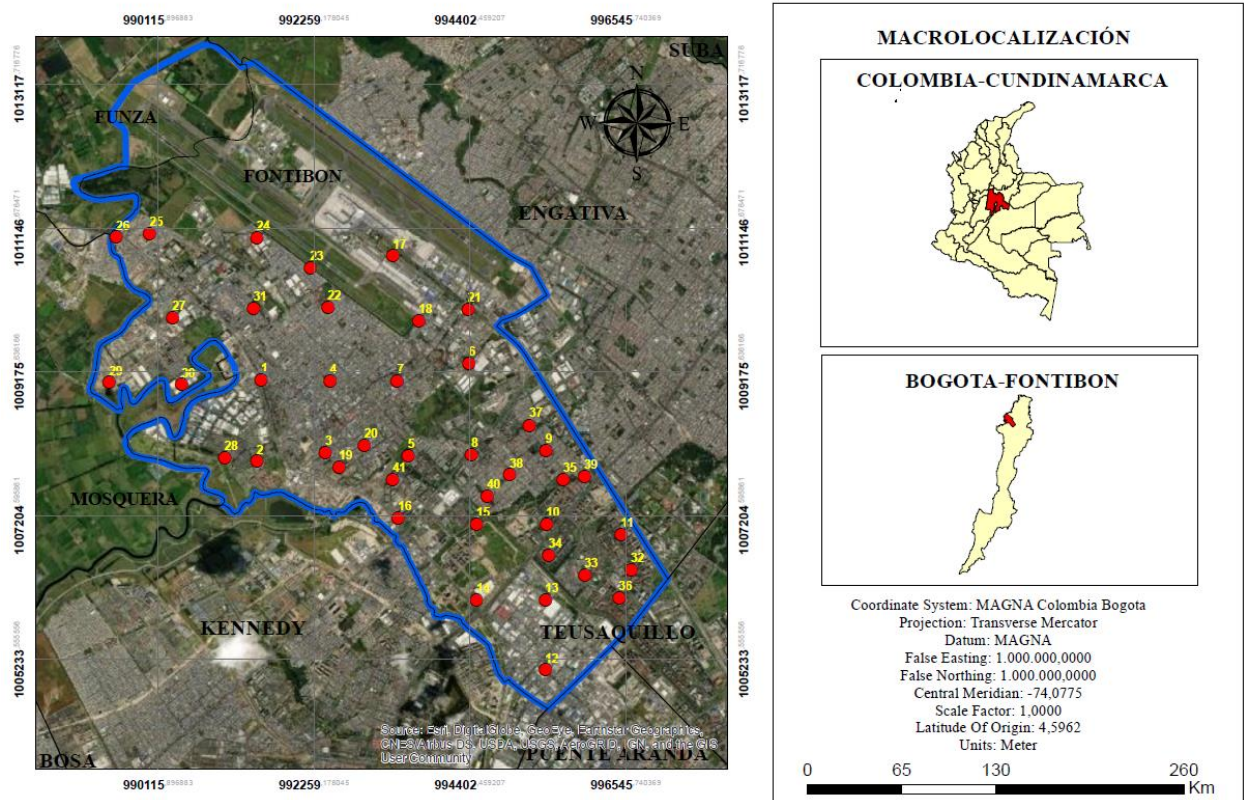


Figura 4 Puntos de muestreo diurno  
 Fuente: (Autores 2021)

## PUNTOS DE MUESTREO NOCTURNO FONTIBÓN – BOGOTÁ

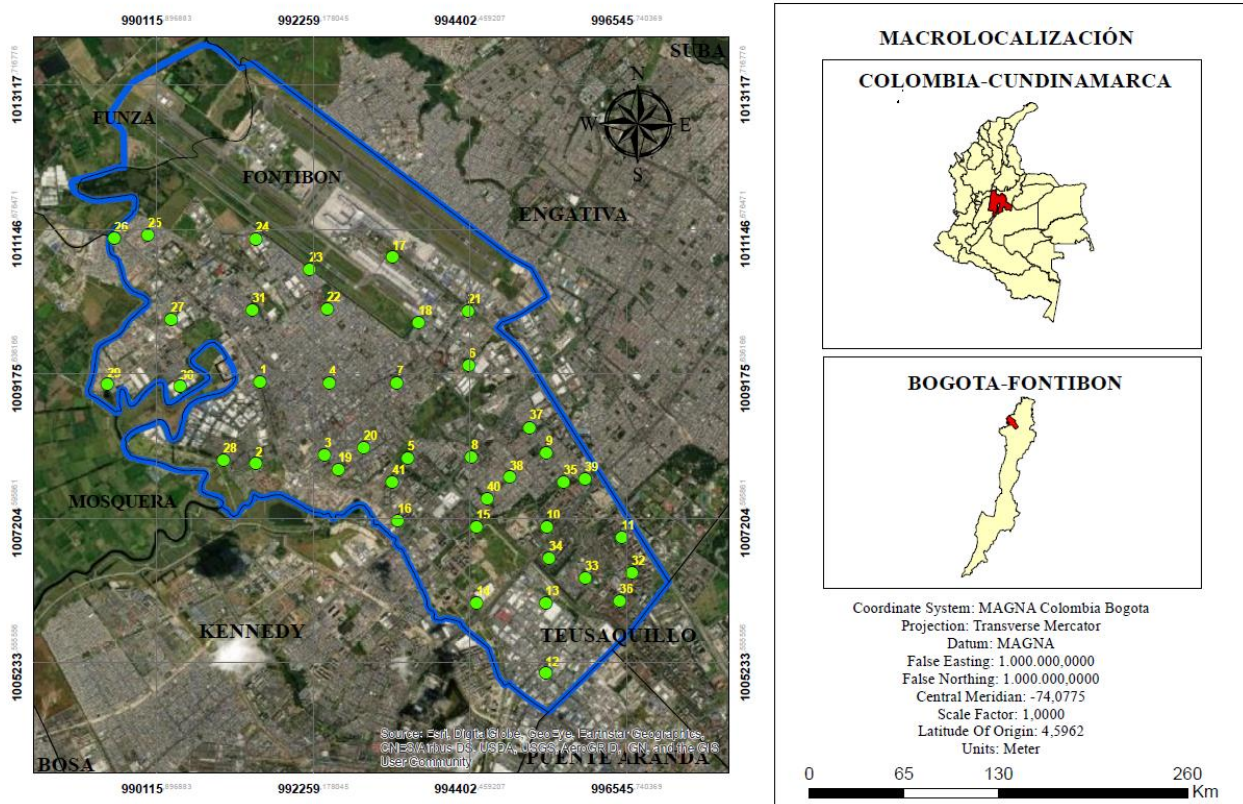


Figura 5 Puntos de muestreo nocturnos  
Fuente: (Autores 2021)

Se elaboró un formato en el cual se consignará el punto, nombre del punto, el día (hábil y no hábil), fecha, hora, fuente permanente de ruido y la distancia, obstáculo ya distancia, velocidad del viento, temperatura, humedad relativa, coordenada este, norte y por último CSD el cual es la referencia de la medición que realiza el sonómetro. Este formado es indispensable para realizar las mediciones y tener una mejor claridad de su ubicación espacial y factores climáticos que se ligara a la medición que realice el sonómetro, como se muestra en la Tabla 4.



Tabla 4 Formato de monitoreo

<b>Punto</b>	<b>Día</b>	<b>Fecha</b>	<b>Monitoreo</b>	<b>Hora</b>	<b>Fuente</b>	<b>Distancia (m)</b>	<b>Obstáculo</b>	<b>Distancia (m)</b>	<b>Descripción</b>	<b>Vel- viento(km/h)</b>	<b>T (°C)</b>	<b>HR (%)</b>	<b>Norte</b>	<b>Ete</b>	<b>CSD</b>	
	DIA NO HABIL		DIURNO													
	DIA NO HABIL		NOCTUR NO													
	DIA HABIL		DIURNO													
	DIA HABIL		NOCTUR NO													

Fuente: (Autores 2021)

### 6.2.2 Medición del ruido ambiental

Antes de cada medición se realizó una calibración con un pistofono el cual permitió asegurar el buen funcionamiento del sonómetro. Este dispositivo genera un tono estable de nivel a una frecuencia predeterminada y así mismo la lectura que realiza el sonómetro lo hace coincidir con el nivel que genera el pistofono. Posterior a esto se inician las mediciones de ruido ambiental en cada uno de los puntos definidos, instalando un micrófono con pantalla de viento a una altura de 4m evitando cualquier tipo de barrera que impida realizar una medición concreta y exacta como se muestra en el Anexo 3. Las mediciones se realizaron con ayuda de un sonómetro *Class 2 Data Logging Sound Level Meter with Certificate PCE428*, previamente calibrado y certificado por la empresa *LABSERVICE* y cada medición contaba con un tiempo de 15 minutos según el capítulo 2 del anexo 3 de la resolución 627 de 2006 (Ministerio De Ambiente, 2006). Entre el tiempo de medición de los 15 minutos el sonómetro realizó 5 mediciones en serie con tiempos iguales lo que sería 5 mediciones de 3 minutos cada una. Estas mediciones se rigen a partir de la posición

orientada del micrófono de la siguiente forma; norte, sur, este, oeste y vertical hacia arriba y de esta forma el resultado de la medición es obtenido mediante la siguiente expresión:

$$L_{Aeq} = 10 \cdot \log \left( \frac{1}{5} \cdot \left( 10^{\frac{L_N}{10}} + 10^{\frac{L_O}{10}} + 10^{\frac{L_S}{10}} + 10^{\frac{L_E}{10}} + 10^{\frac{L_V}{10}} \right) \right)$$

Ecuación 3. estimación de LAeq

Donde:

$L_{Aeq}$  = Nivel equivalente resultante de la medición.

$L_N$  = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido norte

$L_O$  = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido oeste

$L_S$  = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido sur

$L_E$  = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido este

$L_V$  = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido vertical

Con ayuda del software *POST PROCESS OF SLM FILES – PCE* suministrado por el mismo fabricante del sonómetro se extraerán datos con el formato CSD que contienen los niveles equivalentes medios de cada medición y dirección como se evidencia en la Figura 6.

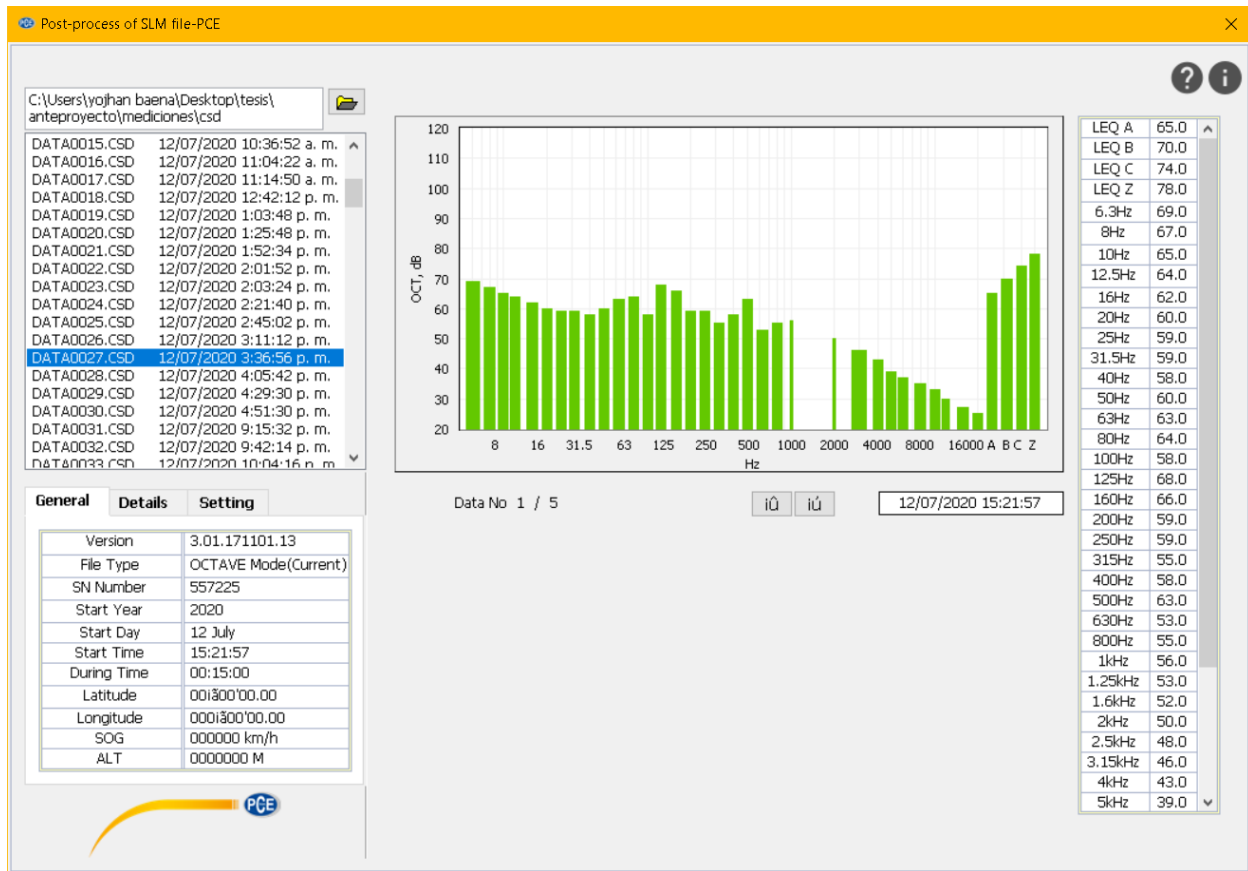


Figura 6 Interfaz del programa Post-process of SLM file-PCE  
Fuente: (Autores 2021)

De acuerdo con lo anterior obtendrá como resultado el  $L_{Aeq}$  dB(A) que serán los niveles de presión sonora determinados para cada punto de medición como lo estipula la norma.

Para evitar errores en las diferentes mediciones el micrófono contó con una pantalla de viento la cual permitió disipar las diferentes corrientes de viento que impidieran tomar una medición incorrecta; esto con el fin de dar cumplimiento a los estándares de velocidad que se denotan en el capítulo 2 del anexo 3 y el parágrafo del artículo 20 del capítulo IV de la resolución 627 de 2006 el cual señala que si la velocidad del viento es superior a 3 m/s se debe cubrir el micrófono con la pantalla de viento, además de esto las mediciones deben efectuarse en condiciones de tiempo

seco, no se pueden presentar lluvias ni lloviznas, truenos y así mismo el pavimento debe estar completamente seco (Ministerio De Ambiente, 2006).

### **6.2.3 Cumplimiento con la normatividad vigente (RES 627 de 2006)**

De acuerdo con el  $L_{Aeq}$  dB(A) obtenido de cada punto de medición se procedió a realizar una comparación y revisión según el artículo 17 de la resolución 627 de 2006 del cumplimiento de los estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental, expresados en decibeles dB(A) (Tabla 3) por cada uno de los sectores y subsectores que están previamente definidos en cada punto de medición. Se realizó una representación cartográfica denotando los puntos de medición en los cuales se cumple y no se cumple la norma.

### **6.3 Elaboración del mapa de ruido de la localidad de Fontibón**

Con la ayuda del programa ARCMAP 10.8 se elaboró la representación gráfica de los niveles de ruido obtenidos de las mediciones en la localidad de Fontibón (mapa de ruido) de la siguiente manera:

- Se generó una tabla en Excel la cual lleva los siguientes datos consignados: punto, coordenadas NORTE, coordenada ESTE, el resultado obtenido de  $L_{Aeq}$  dB, la zona, nombre del punto, subsector según el capítulo III de la resolución 627 de 2006, los niveles máximos permisibles y el cumplimiento. El archivo se guardó con formato libro de Excel 2003-2007.
- Previamente se debe contar con la capa del polígono representando la localidad de Fontibón la cual aporta la página web *DATOS ABIERTOS BOGOTÁ* de la *UNIDAD DE PLANEAMIENTO DE BOGOTÁ D.C.*

- En el programa *ARCMAP 10.8* se ingresó a la pestaña *file*, en la opción *add data* se seleccionó *add xy data*. Se desplegó una pequeña ventana la cual en el inicio se tendrá una barra desplegable en blanco a su derecha un icono de carpeta que se seleccionó para buscar el archivo Excel con los datos ya mencionados. Con el archivo seleccionado, en la parte inferior de la ventana se encuentran tres barras desplegables con nombre *XField* para las coordenadas Este, *YField* para las coordenadas Norte y *ZField* para los niveles de ruido dB(A). De esta manera se cargaron los puntos ya georreferenciados en la zona espacial del programa con todos los datos consignados.
- Con los puntos cargados al programa se hizo una conversión a formato de capa de la siguiente manera: en la tabla de contenidos del programa se visualizó la hoja del archivo Excel y con el clic derecho del mouse se seleccionó la hoja de Excel, luego de esto se desplegó una lista de opciones y se eligió la barra desplegable *Data* y luego se seleccionó *Export Data*. Se abrirá una pequeña ventana que tiene una serie de opciones que se dejaron por defecto a excepción de *output feature class* la cual dio la ruta a la carpeta donde reposa el archivo ya en formato *capa de puntos* con todos los datos consignados.
- Con la herramienta *Add Data* se adhirió la capa ya previamente obtenida de la localidad de Fontibón
- Con la capa de puntos y de localidad se eliminó la hoja de Excel, se procedió a buscar la herramienta *IDW* la cual realizó una interpolación mediante la distancia inversa ponderada la cual determinó los valores de celda por medio de una combinación ponderada de un conjunto de puntos de muestra. Esta herramienta esta consignada el *ArcToolbox* en la caja de *Spatial Analyst Tools* y se selecciona *interpolation* y finalmente *IDW*.

- Con la herramienta IDW se desplegó una ventana con las siguientes opciones respectivamente: *input point features* en donde se seleccionó la capa de puntos, *Zvalue field* en donde se seleccionó la opción de la celda *L<sub>Aeq</sub> dB*, *output ráster* en donde se seleccionó la ruta a la carpeta donde se guardaron los archivos de salida, con respecto a las demás opciones se dejaron por defecto. En la misma ventana de la herramienta se ingresó al botón inferior con nombre *Environments settings* se buscó y se seleccionó la opción *processing extent*, en la barra desplegable *extent* se seleccionó *same as layer fontibon* que será la extensión del procesamiento de la interpolación y Finalmente se pulsó *OK* y se generó un archivo ráster con rangos de niveles.
- En la tabla de contenido se visualizó el ráster generado por la herramienta *IDW* y se pulsó doble clic para ingresar a las propiedades de la capa. A continuación, Se desplegó una ventana con nombre *layer properties* y se ingresó a la pestaña *symbolology*, se visualizaron una serie de opciones en un cuadro derecho de la ventana y se seleccionó la opción *classified*. En la parte derecha de la ventana se ingresó a un botón llamado *classify* y se seleccionó la cantidad de clases ordenándolas de tal manera que sus rangos sean de 5 unidades y se pulso *OK*. Luego procedió a asignar lo colores por cada rango según la resolución 627 la cual denota que se debe manejar la siguiente codificación de colores  
Tabla 5.

Tabla 5 Colores definidos por la RES 627 de 2006

<b>Zona de ruido dB(A)</b>	<b>Color</b>
<b>0-35</b>	verde claro
<b>35-40</b>	verde
<b>40-45</b>	verde oscuro
<b>45-50</b>	amarillo
<b>50-55</b>	ocre
<b>55-60</b>	naranja
<b>60-65</b>	cinabrio
<b>65-70</b>	carmín
<b>70-75</b>	rojo lila
<b>75-80</b>	azul
<b>80-85</b>	azul oscuro

Fuente: (Ministerio De Ambiente, 2006)

- Con base en lo anterior se dio cumplimiento a los lineamientos de la resolución 627 del 2006 para elaboración de los mapas de ruido. Finalmente, se modificaron aspectos estéticos que dieron mejor presentación al mapa de ruido como lo son convenciones, macro localizaciones, escala, sistema de coordenadas, grilla, entre otras.

#### **6.4 Análisis del cambio en los niveles de ruido comparados en época de total normalidad**

En año 2019 se realizó un estudio basado en la *EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA POR LAS ACTIVIDADES DEL AEROPUERTO EL DORADO SOBRE LA LOCALIDAD DE FONTIBÓN - BOGOTÁ D.C.* (Acuña & Virgüez, 2019). donde se caracterizó el ruido y se verificó el cumplimiento con la normatividad vigente y se obtuvo la representación gráfica y resultados de los niveles de ruido como se muestra en el Anexo 1 y Anexo 2. Todo esto sirvió como línea base para comparar las caracterizaciones de ruido que se realizaron en el año 2019 en donde las operaciones industriales y residenciales marchaban con completa normalidad y la caracterización realizada en el presente estudio donde las actividades

aeroportuarias, industriales y residenciales se vieron restringidas por la emergencia sanitaria a causa de la pandemia por el COVID-19 en varios meses del año 2020. Las comparaciones se realizaron de la siguiente manera:

- Una comparación entre el cumplimiento de la caracterización del año 2019 para los horarios diurnos y nocturnos y el cumplimiento de la caracterización del año 2020.
- Se realizó un análisis espacio temporal con las representaciones gráficas de los niveles de ruido en los dos estudios para los horarios diurnos y nocturnos, los cuales permitieron identificar cambios en puntos específicos de la localidad y el área de influencia del aeropuerto.

## 6.5 Análisis estadístico

Con el fin de determinar si hubo diferencias estadísticas significativas en el ruido ambiental se realizó una comparación entre 2019 época no COVID y 2020 época de COVID (Cuarentena) mediante un análisis de varianza a una vía (Anova) a través de la función *aov()* en el software R v4.0 ([www.r-project.org](http://www.r-project.org)) antes de realizar el Anova se realizaron las pruebas para ver si se cumplía con los supuestos del Anova prueba de Levene para homogeneidad de varianza ( $F=1.51$ ,  $P=0.21$ ) y test de Shapiro-Wilk ( $W=0.9858$ ,  $P=0.3458$ ) cumpliendo con los supuestos, por lo cual se realizó esta prueba paramétrica. En tal caso que hubiera diferencias entre las variables se realizó una prueba *Pos hos* de Tukey.

Se compararon los muestreos realizados en la noche y día en época no COVID versus los muestreos realizados en la noche y día en época COVID, donde se hipotetizó: Que en la época COVID el ruido ambiental es menor en la localidad Fontibón, que en la época no COVID, debido a la disminución de vuelos en el aeropuerto El Dorado.



- Hipótesis nula: No hay diferencias entre las medias de los diferentes grupos (día y noche no COVID; día y noche COVID):  $\mu_1 = \mu_2 \dots = \mu_k = \mu$
- Hipótesis alternativa: Al menos un par de medias son significativamente distintas la una de la otra.

## 7 Resultados

### 7.1 Caracterización del ruido ambiental

El resultado de la caracterización del ruido se demuestra en las Tabla 6 y Tabla 7 en el cual estará evidenciada la caracterización del ruido diurno y nocturno respectivamente en los puntos monitoreados y la comparación con el cumplimiento de los niveles máximos permisibles según la resolución 627 de 2006.

Tabla 6. monitoreo diurno

Punto diurno	Coordenada este	Coordenada norte	L <sub>Aeq</sub> dB	Subsector según RES 627 de 2006	Niveles máximos permisibles según res 0627	Cumplimiento
1	-74.15383	4.67813	71.1	Vía principal	80	Cumple
2	-74.15439	4.66802	59.3	Zona residencial	65	Cumple
3	-74.145884	4.669132	64.5	Zona residencial	65	Cumple
4	-74.14531	4.67802	62.0	Zona residencial	65	Cumple
5	-74.135645	4.668727	54.0	Zona residencial	65	Cumple
6	-74.12814	4.68018	55.5	Industrias en general	75	Cumple
7	-74.13701	4.67798	55.3	Zona residencial	65	Cumple
8	-74.12781	4.66888	68.0	Vía principal	80	Cumple
9	-74.1186	4.66933	58.5	Zona residencial	65	Cumple
10	-74.11852	4.66026	61.0	Zona residencial	65	Cumple
11	-74.10925	4.65896	59.2	Zona residencial	65	Cumple
12	-74.11863	4.64216	67.3	Industrias en general	75	Cumple

Continuación Tabla 6 monitoreo diurno

<b>Punto diurno</b>	<b>Coordenada este</b>	<b>Coordenada norte</b>	<b>L<sub>Aeq</sub> dB</b>	<b>Subsector según RES 627 de 2006</b>	<b>Niveles máximos permisibles según res 0627</b>	<b>Cumplimiento</b>
13	-74.11863	4.65082	65.7	Industrias en general	75	Cumple
14	-74.12715	4.65086	64.2	Vía principal	80	Cumple
15	-74.12715	4.66028	54.9	Zona residencial	65	Cumple
16	-74.136873	4.66102	66.7	Vía principal	80	Cumple
17	-74.1375	4.6935	68.1	Vía principal	80	Cumple
18	-74.13429	4.68547	68.8	Zona residencial	65	No cumple
19	-74.1442	4.66728	52.9	Zona residencial	65	Cumple
20	-74.14105	4.67003	56.8	Zona residencial	65	Cumple
21	-74.12819	4.68687	67.5	Vía principal	80	Cumple
22	-74.1456	4.68716	49.9	Zona residencial	65	Cumple
23	-74.14776	4.69200	72.0	Vía principal	80	Cumple
24	-74.1544	4.69576	63.6	Industrias en general	75	Cumple
25	-74.16767	4.696293	66.9	Zona residencial	65	No cumple
26	-74.1718	4.69583	71.3	Vía principal	80	Cumple
27	-74.16479	4.6858	49.3	industrias en general	75	Cumple
28	-74.15835	4.66844	76.7	Zona residencial	65	No cumple
29	-74.17265	4.67779	60.3	Zona residencial	65	Cumple
30	-74.16368	4.67754	48.3	Industrias en general	75	Cumple
31	-74.1548	4.68701	53.1	Zona residencial	65	Cumple

Continuación Tabla 6 monitoreo diurno

<b>Punto diurno</b>	<b>Coordenada este</b>	<b>Coordenada norte</b>	<b>L<sub>Aeq</sub> dB</b>	<b>Subsector según RES 627 de 2006</b>	<b>Niveles máximos permisibles según res 0627</b>	<b>Cumplimiento</b>
<b>32</b>	-74.108030	4.654580	54.3	Zona residencial	65	Cumple
<b>33</b>	-74.113789	4.653894	51.8	Zona residencial	65	Cumple
<b>34</b>	-74.118233	4.656350	55.5	Zona residencial	65	Cumple
<b>35</b>	-74.116413	4.665736	56.1	Zona residencial	65	Cumple
<b>36</b>	-74.109541	4.651075	53.3	Zona residencial	65	Cumple
<b>37</b>	-74.120640	4.672528	56.3	Zona residencial	65	Cumple
<b>38</b>	-74.123043	4.666327	54.6	Zona residencial	65	Cumple
<b>39</b>	-74.113824	4.666093	51.6	Zona residencial	65	Cumple
<b>40</b>	-74.125851	4.663717	54.7	Zona residencial	65	Cumple
<b>41</b>	-74.137557	4.665750	53.0	Zona residencial	65	Cumple

Fuente: (Autores 2021)

Tabla 7 Monitoreo nocturno

<b>Punto nocturno</b>	<b>Coordenada este</b>	<b>Coordenada norte</b>	<b>L<sub>Aeq</sub> (dB)</b>	<b>Subsector según RES 0627 de 2006</b>	<b>Niveles máximos permisibles según RES 0627 (dB(A))</b>	<b>Cumplimiento</b>
1	-74.15383	4.67813	68.8	Vía principal	70	Cumple
2	-74.15439	4.66802	55.0	Zona residencial	50	No cumple
3	-74.145884	4.669132	59.3	Zona residencial	50	No cumple
4	-74.14531	4.67802	47.9	Zona residencial	50	Cumple
5	-74.135645	4.668727	47.6	Zona residencial	50	Cumple
6	-74.12814	4.68018	54.1	Industrias en general	70	Cumple
7	-74.13701	4.67798	49.4	Zona residencial	50	Cumple
8	-74.12781	4.66888	62.2	Vía principal	70	Cumple
9	-74.1186	4.66933	44.8	Zona residencial	50	Cumple
10	-74.11852	4.66026	61.4	Zona residencial	50	No cumple
11	-74.10925	4.65896	51.7	Zona residencial	50	No cumple
12	-74.11863	4.64216	63.4	Industrias en general	70	Cumple
13	-74.11863	4.65082	60.6	Industrias en general	70	Cumple
14	-74.12715	4.65086	58.2	Vía principal	70	Cumple
15	-74.12715	4.66028	50.0	Zona residencial	50	No cumple
16	-74.136873	4.66102	60.9	Vía principal	70	Cumple
17	-74.1375	4.6935	64.3	Vía principal	70	Cumple
18	-74.13429	4.68547	63.0	Zona residencial	50	No cumple
19	-74.1442	4.66728	49.9	Zona residencial	50	Cumple
20	-74.14105	4.67003	52.4	Zona residencial	50	No cumple

Continuación Tabla 7 Monitoreo nocturno

<b>Punto nocturno</b>	<b>Coordenada este</b>	<b>Coordenada norte</b>	<b>L<sub>Aeq</sub> (dB)</b>	<b>Subsector según RES 0627 de 2006</b>	<b>Niveles máximos permisibles según RES 0627 (dB(A))</b>	<b>Cumplimiento</b>
21	-74.12819	4.68687	63.2	Vía principal	70	Cumple
22	-74.1456	4.68716	51.6	Zona residencial	50	No cumple
23	-74.14776	4.69200	68.0	Vía principal	70	Cumple
24	-74.1544	4.69576	58.1	Industrias en general	70	Cumple
25	-74.16767	4.696293	50.0	Zona residencial	50	Cumple
26	-74.1718	4.69583	72.3	Vía principal	70	No cumple
27	-74.16479	4.6858	46.5	Industrias en general	70	Cumple
28	-74.15835	4.66844	55.6	Zona residencial	50	No cumple
29	-74.17265	4.67779	53.2	Zona residencial	50	No cumple
30	-74.16368	4.67754	50.4	industrias en general	70	Cumple
31	-74.1548	4.68701	39.6	Zona residencial	50	Cumple
32	-74.108030	4.654580	47.7	Zona residencial	50	Cumple
33	-74.113789	4.653894	46.0	Zona residencial	50	Cumple
34	-74.118233	4.656350	45.5	Zona residencial	50	Cumple
35	-74.116413	4.665736	41.1	Zona residencial	50	Cumple
36	-74.109541	4.651075	42.9	Zona residencial	50	Cumple
37	-74.120640	4.672528	36.4	Zona residencial	50	Cumple
38	-74.123043	4.666327	32.9	Zona residencial	50	Cumple
39	-74.113824	4.666093	35.3	Zona residencial	50	Cumple

Continuación Tabla 7 Monitoreo nocturno

Punto nocturno	Coordenada este	Coordenada norte	L <sub>Aeq</sub> (dB)	Subsector según RES 0627 de 2006	Niveles máximos permisibles según RES 0627 (dB(A))	Cumplimiento
40	-74.125851	4.663717	43.0	Zona residencial	50	Cumple
41	-74.137557	4.665750	43.2	Zona residencial	50	Cumple

Fuente: (Autores 2021)

Con base en lo anterior se obtuvo el porcentaje de cumplimiento para los horarios diurnos y nocturnos de los puntos de monitoreo en las Figura 7 y Figura 8.

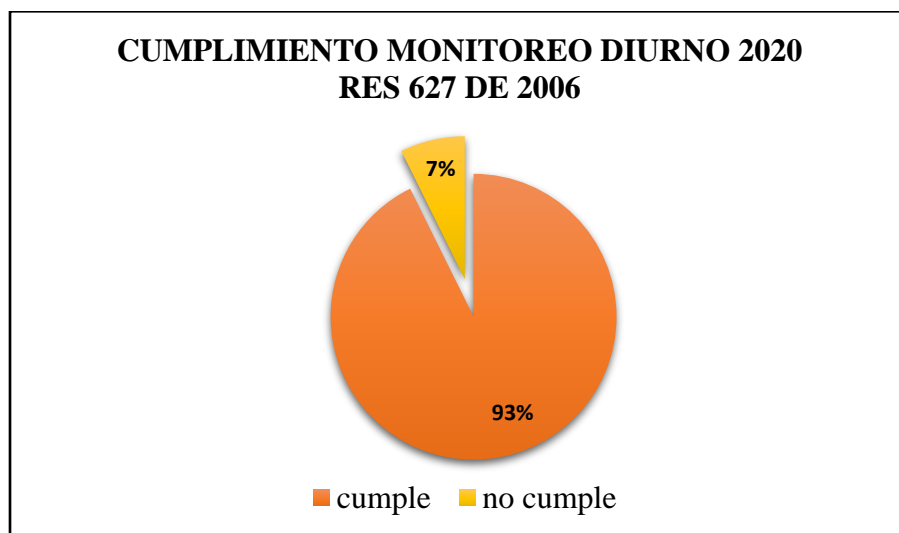


Figura 7. porcentaje de cumplimiento monitoreo diurno  
Fuente: (Autores 2021)

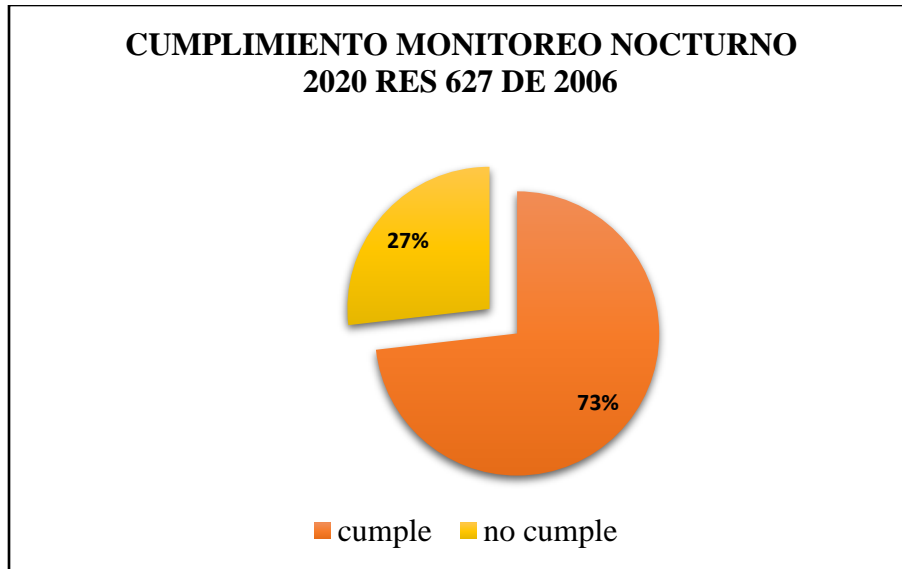


Figura 8. porcentaje de cumplimiento monitoreo nocturno  
Fuente: (Autores 2021)

Como lo demostró anteriormente para el monitoreo diurno se evidencio que el incumplimiento en la localidad es del 7% que representan 3 de los 41 puntos monitoreados como se muestra en la Tabla 6 en la columna de cumplimiento. Para el monitoreo nocturno el incumplimiento en la localidad es del 27% que representan 11 de los 41 puntos monitoreados como se muestra en Tabla 7 en la columna de cumplimiento.

A continuación, en las Figura 9 y Figura 10 se presentan cartográficamente el cumplimiento por puntos de monitoreo diurno y nocturno en la localidad de Fontibón en el año 2020 según los subsectores indicados por la resolución 627 de 2006.



**CUMPLIMIENTO DIURNO RESOLUCIÓN 627 DE 2006  
FONTIBÓN – BOGOTÁ**

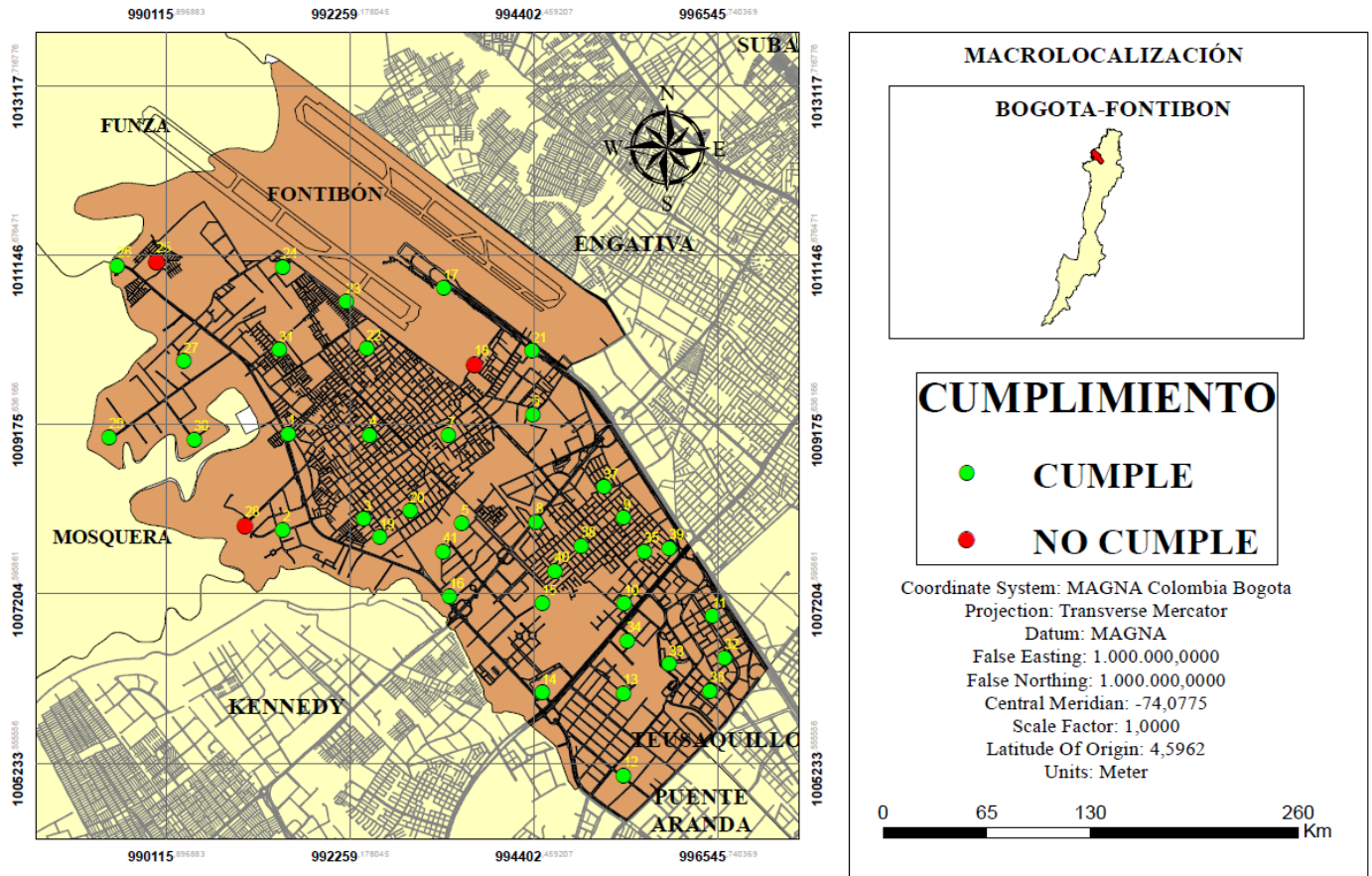


Figura 9. Mapa de cumplimiento monitoreo diurno  
Fuente: (Autores 2021)

**CUMPLIMIENTO NOCTURNO RESOLUCIÓN 627 DE 2006  
FONTIBÓN – BOGOTÁ**

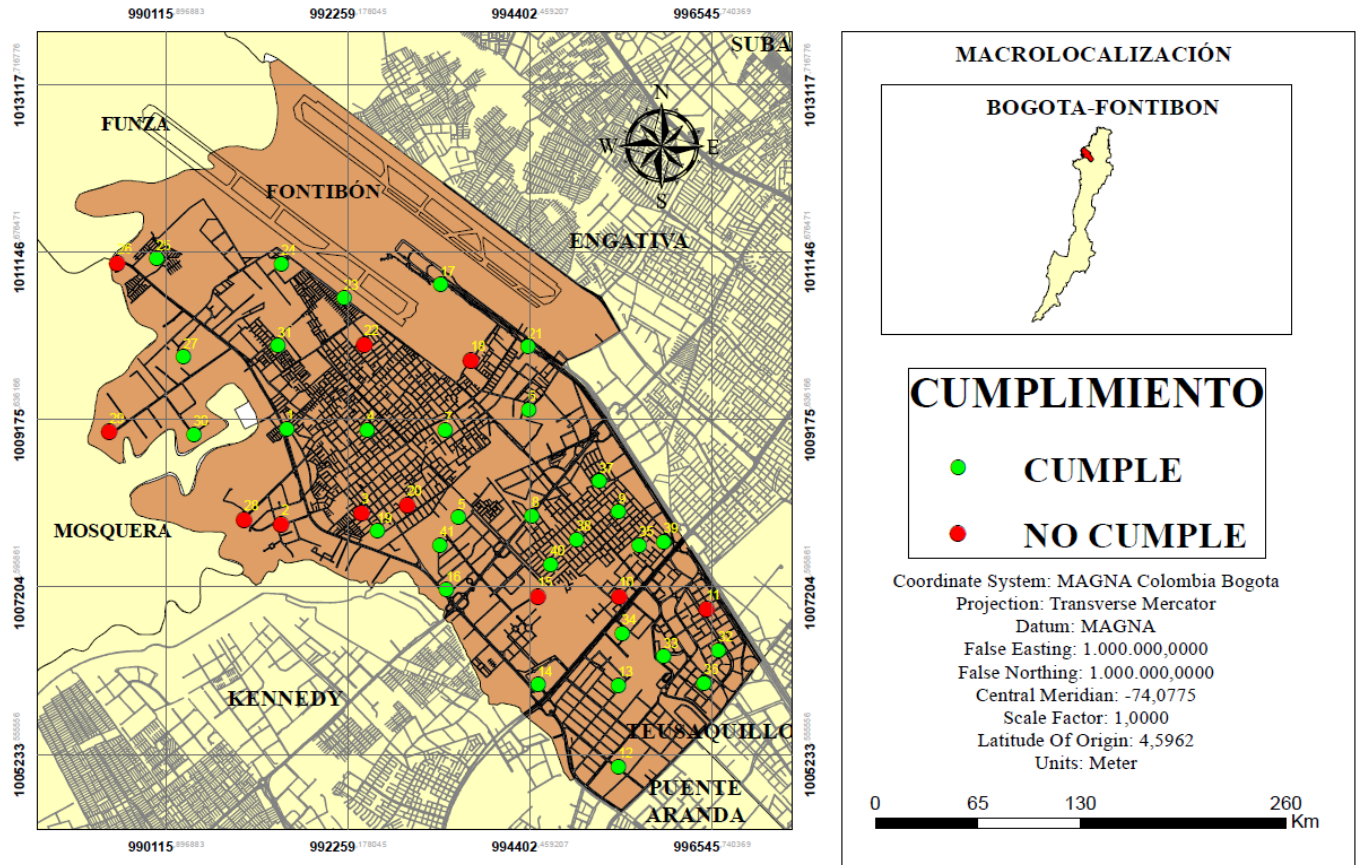


Figura 10. Mapa de cumplimiento monitoreo nocturno  
Fuente: (Autores 2021)

## 7.2 Mapas de ruido

En este apartado se plasmarán las representaciones graficas (Figura 11 y Figura 12) de los niveles de ruido obtenidos de los monitoreos diurno y nocturnos para la localidad de Fontibón teniendo en cuenta los lineamientos denotados de la resolución 627 de 2006.

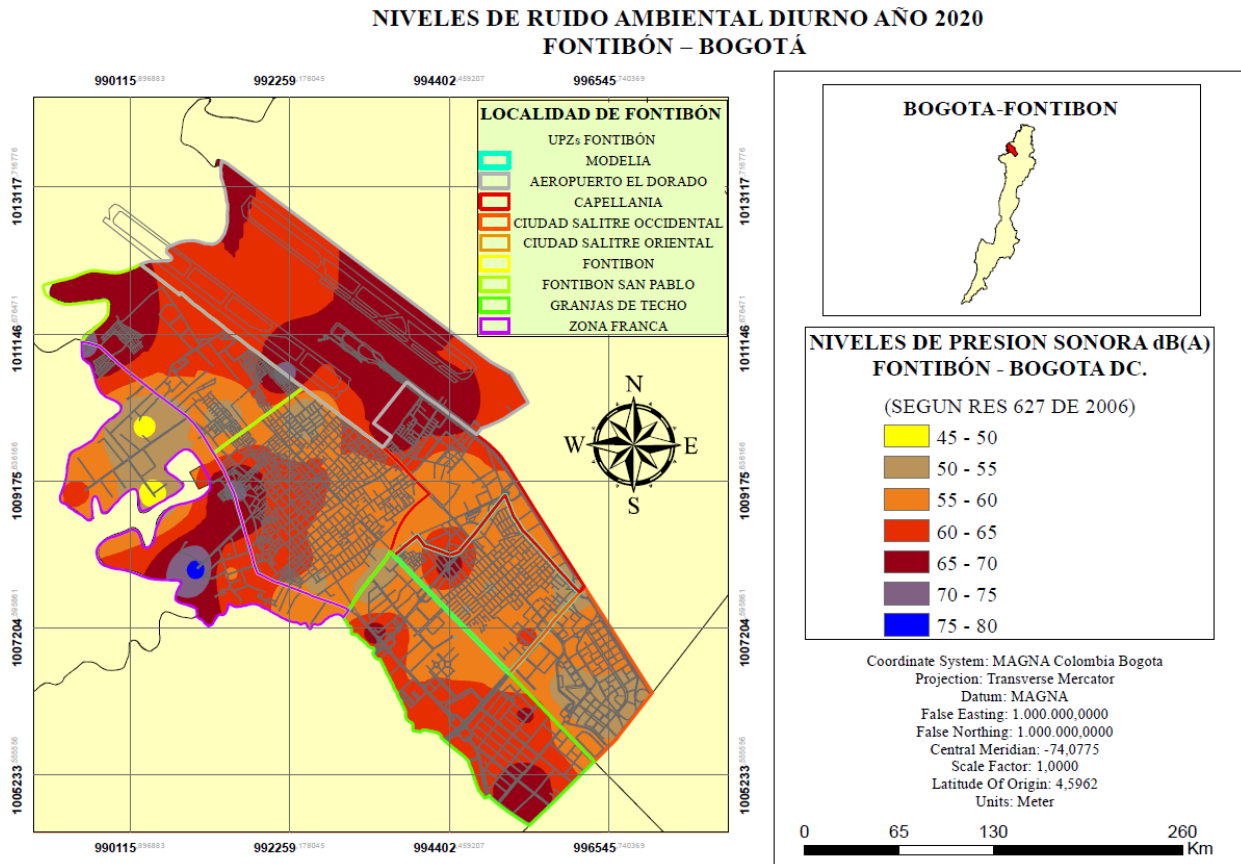


Figura 11. Mapa de ruido ambiental diurno Fontibón  
Fuente: (Autores 2021)

**NIVELES DE RUIDO AMBIENTAL NOCTURNO AÑO 2020  
FONTIBÓN – BOGOTÁ**

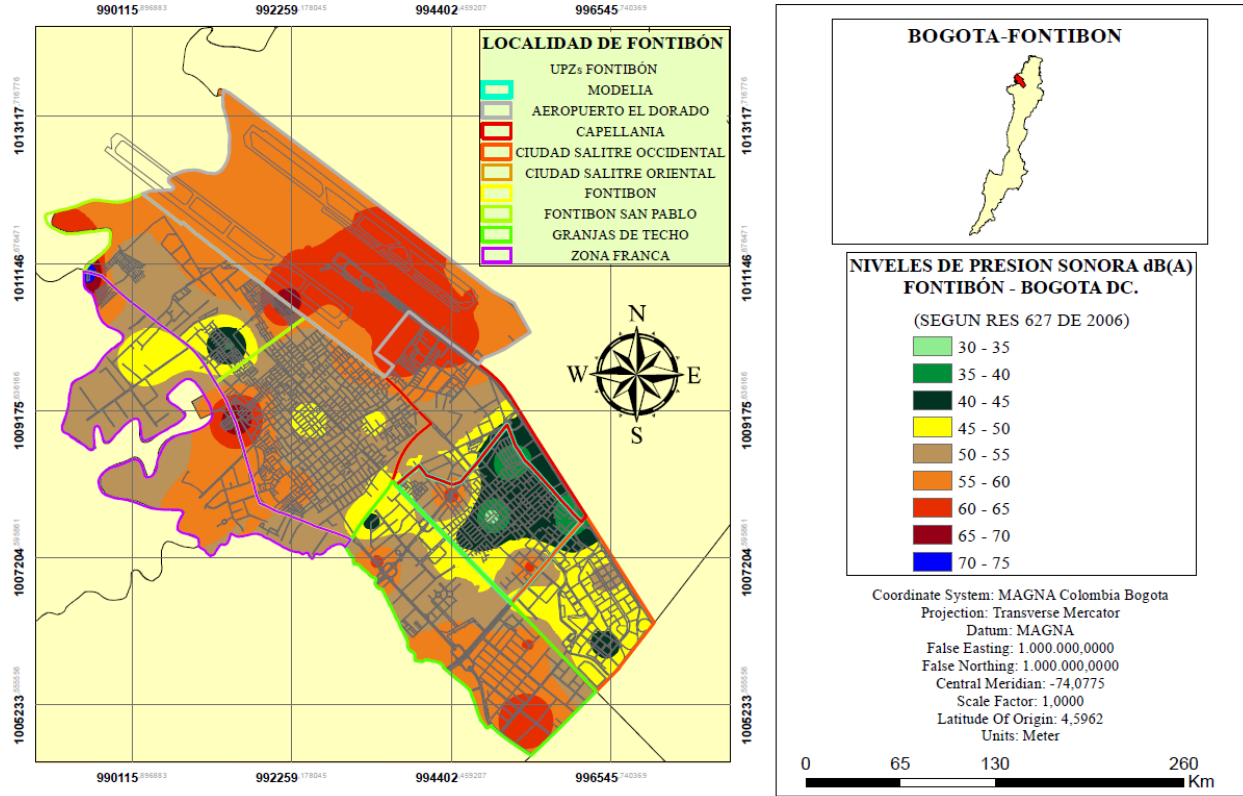


Figura 12. Mapa de ruido ambiental nocturno Fontibón  
Fuente: (Autores 2021)

### 7.3 Comparación de caracterizaciones de ruido ambiental localidad de Fontibón

Al realizar el Anova se encontró que hubo diferencias estadísticas significativas entre la época COVID y la no COVID ( $F = 8.22$ ,  $P < 0.001$ , Grados de libertad 3) por lo cual se rechaza la hipótesis nula y al menos uno de los grupos es diferente a los demás (

Tabla 8). Mediante la prueba Tukey se encontró que hubo diferencias entre la noche COVID versus los demás grupos (Sin COVID día y noche, COVID día), entre los otros grupos no hubo diferencias, lo que quiere decir que el ruido ambiental disminuyó en las horas de la noche en medio de la cuarentena debido al COVID.

Tabla 8. Prueba *Pos hoc* de Tukey para ver diferencias entre los grupos

<b>Grupo</b>	<b>P ajustado</b>	<b>Diferencias</b>
<b>COVID noche vs COVID día</b>	0.0000315	Diferencias altamente significativas
<b>Sin COVID día vs COVID día</b>	0.4642	No hubo diferencias
<b>Sin COVID noche vs COVID día</b>	0.5103	No hubo diferencias
<b>Sin COVID día vs COVID noche</b>	0.012	Diferencias altamente significativas
<b>Sin COVID noche vs COVID noche</b>	0.010	Diferencias altamente significativas
<b>Sin COVID día vs sin COVID noche</b>	0.99	No hubo diferencias

Fuente: (Autores 2021)

### 7.3.1 Comparación del cumplimiento de las caracterizaciones de acuerdo con la resolución 627 de 2006

Al evaluar la época COVID día versus la no COVID día se observó que hay un aumento del 10% en el cumplimiento para el monitoreo diurno y un aumento del 34 % en el cumplimiento para el monitoreo nocturno como se muestra en la Figura 13 y Figura 14 respectivamente. los niveles de ruido fueron menores o al menos inferiores al nivel máximo permisible para cumplir con la normatividad dado una evidencia positiva a la hipótesis de que el ruido disminuyo en épocas de confinamiento.

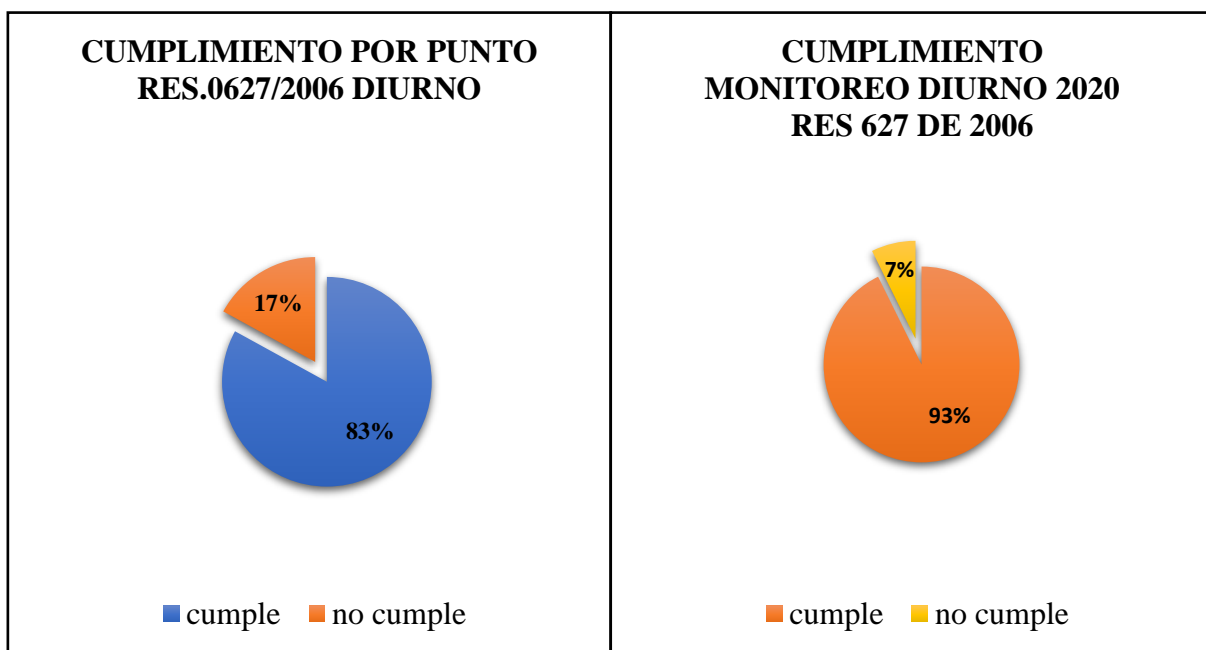


Figura 13. Comparación monitoreo diurno año 2019 y 2020  
Fuente: (Autores 2021)

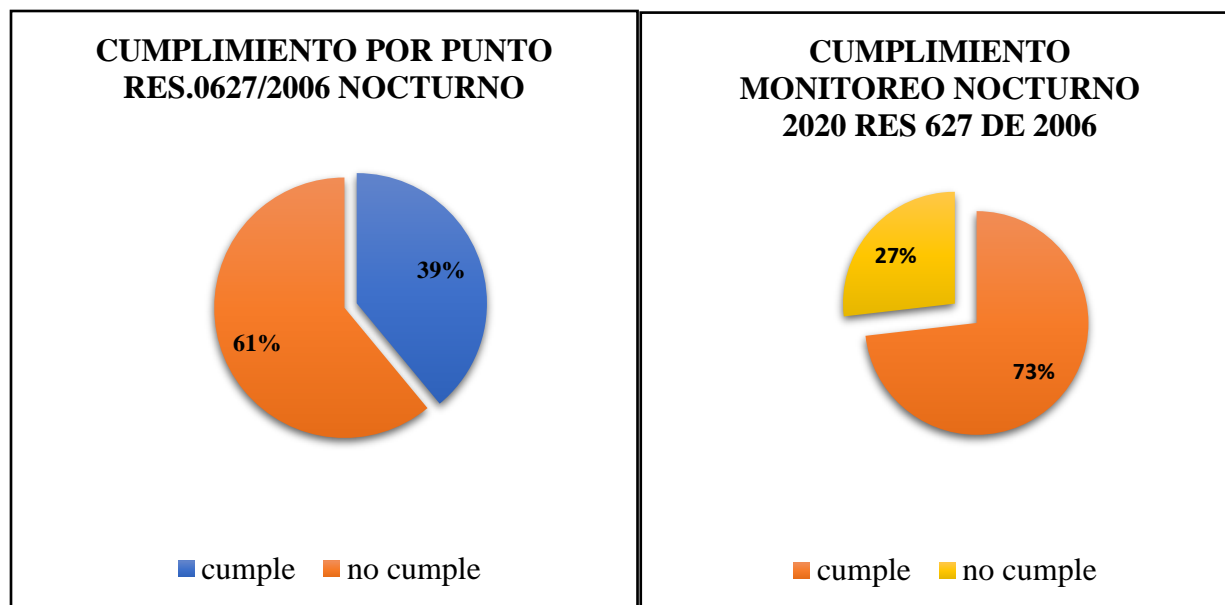
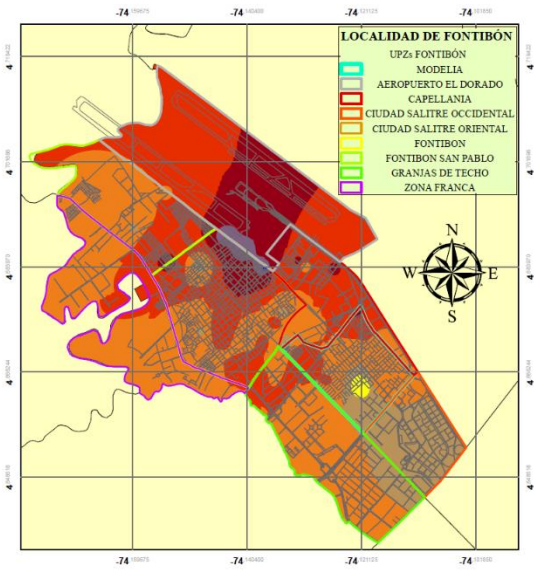


Figura 14 Comparación monitoreo nocturno año 2019 y 2020  
Fuente: (Autores 2021)

### 7.3.2 Comparación Mapas de ruido ambiental caracterizaciones año 2019 y 2020.

para a la comparación entre los dos mapas de ruido del monitoreo realizado en el año 2019 y el año 2020 se observaron pequeños cambios en puntos específicos a detalle, que no se diferencian a simple vista para el monitoreo diurno de las dos caracterizaciones como se muestra en la Figura 15. Para los mapas de ruido ambiental del monitoreo nocturno si se observaron cambios notables en las diferentes UPZs de la localidad demostrando niveles de ruido menores a los obtenidos en el año 2019 como se muestra en la Figura 16.

### ESTUDIO - 2019



### ESTUDIO - 2020

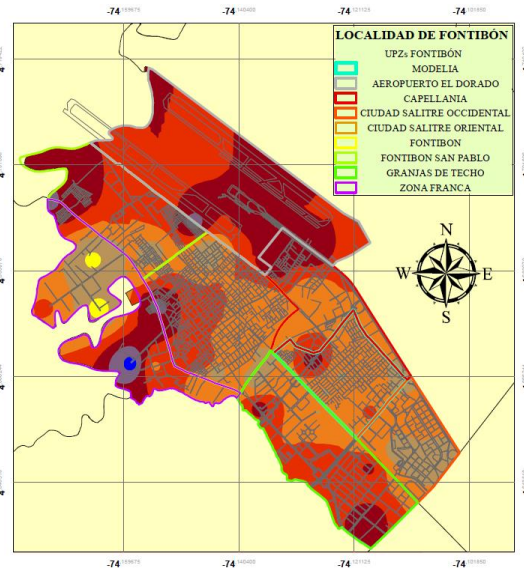


Figura 15 comparación mapas de ruido ambiental localidad de Fontibón 2019 y 2020.  
Fuente: (Autores 2021)



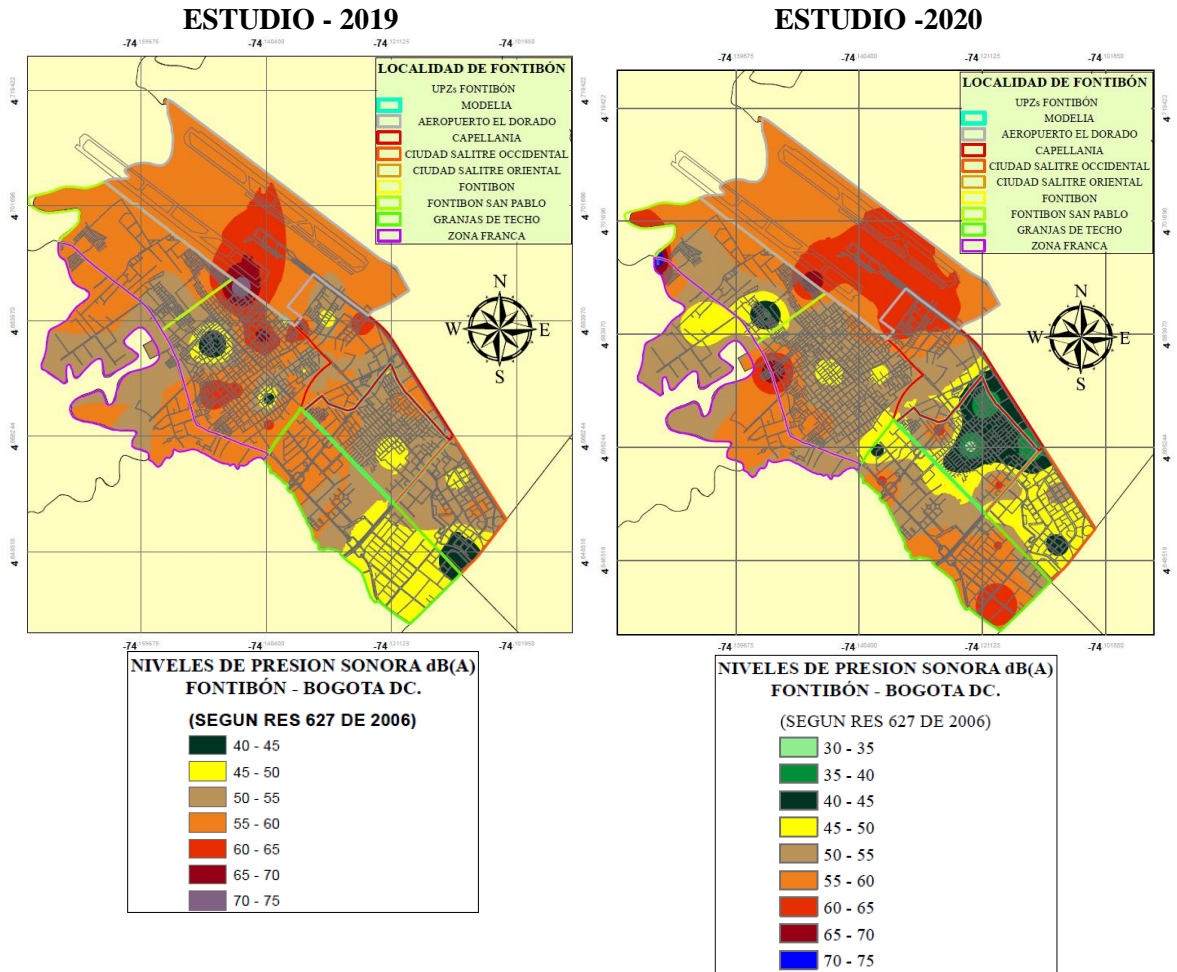


Figura 16 comparación mapas de ruido ambiental localidad de Fontibón 2019 y 2020.

Fuente: (Autores 2021)

## 8 ANÁLISIS DE RESULTADOS

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente estudio se demostraron varios cambios con respecto al cumplimiento y niveles de ruido ambiental, se tiene en cuenta que para el estudio del 2019 se caracterizó el ruido principalmente en el área de influencia del aeropuerto El Dorado y no se monitoreo en la totalidad de la localidad, el área estudiada incluyo UPZs con uso del suelo combinado y que no está dentro de la influencia del aeropuerto, así mismo presenta cambios significativos con respecto a los puntos de monitoreo.

El cumplimiento de los monitoreos presento un aumento significativo con respecto a los monitoreos del 2019, teniendo en cuenta que fueron más los puntos monitoreados en el presente estudio lo cual permitió obtener mediciones más exactas con respecto a la totalidad del área de estudio.

Para los puntos que incumplen con la normatividad de ruido ambiental diurno del presente estudio los cuales fueron: puntos 18, 25 y 28 son zonas de tranquilidad y ruido moderado en las cuales tienen en su perímetro vías principales y que algunas de estas no están en óptimas condiciones siendo grandes fuentes de ruido ambiental. Estas vías son principales corredores viales que sirven de abastecimiento y transporte, tanto de carga como público, las cuales son esenciales para las actividades económicas de la localidad de Fontibón.

Se puede evidenciar que el punto 26 está ubicado en una vía principal la cual es uno de los acceso a la ciudad de Bogotá por la localidad de Fontibón y aun así cumple con la normatividad, esto debido a que está clasificado como sector de ruido intermedio restringido siendo su permisibilidad mayor que la de otras zonas y subzonas, a comparación del punto 25 que está

cercano al punto anteriormente mencionado y que no cumple su nivel máximo permisible pero su subzona es diferente, por lo tanto la permisibilidad es menor .

Para el incumplimiento del monitoreo nocturno que se presentó en los puntos: 2, 3, 10, 11, 15, 18, 20, 22, 26, 28 y 29. Se evidencio que su incumplimiento deriva de que son sectores de tranquilidad y ruido moderado ubicados cerca o aledaños a vías principales, sectores industriales y transito concurrido generalmente.

Los puntos que incumplieron en la UPZ Zona Franca que tiene usos de suelo industrial y residencial, muestran una falta de planeación sobre las vías de acceso a las áreas industriales, puesto que el problema no es el ruido generado por la actividad industrial sino por el transporte de insumos, mercancías, materias primas que transportan los vehículos pesados y que para acceder a estas áreas están obligados a transitar por los sectores residenciales.

El punto que presento incumplimiento en la UPZ Ciudad Salitre Occidental está ubicado en un sector residencial cercano a una vía principal la cual es la calle 26, este es el principal corredor vial de acceso al aeropuerto y por esta razón el tráfico es concurrido las 24 horas por el sistema integrado de transporte público de Bogotá, el cual se compone de una flota con vehículos pesados y motores a combustión interna que generan altos niveles de ruido.

El punto que incumplió en la UPZ granjas de techo se podría descartar como punto de incumplimiento, debido a que sobrepaso el valor máximo permisible por 0.02 unidades; además este punto de medición se tomó en una zona residencial donde hay presencia de árboles con gran altura y un cuerpo de agua que sirve como drenaje para esta zona, este nivel de ruido ambiental se puede atribuir a ruidos naturales y actividades silvestres como los cantos de las aves.

En la UPZ Modelia se presentó un incumplimiento en un solo punto (punto 10) ubicado en zona residencial, pero también cercano a la vía principal avenida Boyacá, el cual es un corredor vial que conecta de norte a sur a la ciudad para todo tipo de transporte y que genera altos niveles de ruido las 24 horas del día.

En la UPZ capellanía se presenta igualmente un solo punto de incumplimiento (punto 18), este punto está ubicado en zona residencial con limitaciones al aeropuerto El Dorado y a una vía la cual es altamente transitada por vehículos pesados que transportan carga y combustible de las actividades logísticas del aeropuerto.

La UPZ Fontibón centro presentó 3 puntos de incumplimiento, el punto 22 es un sector residencial que igualmente está cercano al aeropuerto y a la vía principal Avenida Esperanza la cual es un corredor transitado por vehículos de carga pesada de las actividades logísticas del aeropuerto y las áreas industriales que se encuentran en esta UPZ. Para los puntos 3 y 20 son puntos ubicados en sectores residenciales, el punto 3 se encuentran ubicado en una pequeña vía la cual es el acceso principal a los barrios de su alrededor. El punto 20 si presenta un incumplimiento, pero no muy elevado, sobrepasa el límite por 2 dB debido a que es alcanzado por la influencia de una vía de alto tránsito vehicular y del sistema integrado de transporte de Bogotá (carrera 96c).

La pandemia a causa del COVID-19 provoco un cese significativo en las actividades aeroportuarias de transporte publico mas no de carga. Con respecto al sector de trasporte público y de carga terrestre sus actividades funcionaron normalmente movilizandoo personal de primera línea, materias primas, productos, entre otros. fueron pocas las industrias manufactureras que redujeron la operación de sus actividades debido a que eran esenciales para la población como lo son industrias alimenticias, empaques, productos hospitalarios, logística de mercancías entre

otros. Estos factores permitieron evidenciar los diferentes tensionantes aportantes a la contaminación acústica en las diferentes UPZs de la localidad de Fontibón.

Para el análisis estadístico se observó una diferencia significativa para las comparaciones en los monitoreos realizados en horario nocturno de los dos estudios, dando como resultado una disminución en los niveles de ruido para las épocas de COVID-19, lo que nos indica que la hipótesis que se tenía es verdadera.

Un estudio similar en la ciudad de Dublín en Irlanda en la época de confinamiento a causa de la pandemia por el COVID-19 hecho por (Basu et al., 2020). Demuestra que la reducción en el tráfico aéreo y terrestre influyen en la disminución del ruido ambiental. Se evidencia que con respecto al presente estudio se sigue el mismo patrón, las ubicaciones en las cuales los puntos de monitoreo están cercanos a vías principales presentan un mayor nivel de ruido ambiental; otros puntos los cuales tenían una mínima influencia de las actividades humanas presentaron altos niveles de ruido ambiental en horario nocturno y se lo atribuyen a la actividad de la vida silvestre como sucede igualmente en el punto de monitoreo N°15 del presente estudio.

Se evidencia la influencia que tienen las vías principales y las zonas industriales de una ciudad sobre los sectores residenciales y el aumento de los niveles de ruido ambiental que afectan a la población. Las causas y fuentes de ruido ambiental pueden ser múltiples y pueden señalarse las más significativas como: la falta de planeación al momento de ordenar los usos del suelo, esto debe hacerse racionalmente, deben establecerse las diferencias entre las distintas zonas evitando que los sectores en los cuales los niveles de ruido son altos afecten a las áreas residenciales, hospitalarias o de descanso; el planeamiento del trazado vial que soporta un tráfico de gran aforo de las ciudades no deben afectar las áreas o zonas residenciales; ausencia de aislamiento acústico en las edificaciones destinadas a diferentes actividades; deficiencia en el

aislamiento acústico de equipos o maquinas, de forma que logre absorber los niveles de ruido que emiten, y la proximidad de los aeropuertos a las zonas de núcleos urbanos(Alonso, 2003).

Otros estudios realizados en épocas de total normalidad por (Cai et al., 2019) demuestra que el ruido del tráfico rodado es más grave en áreas residenciales que en otro tipo de zonas como lo es la industrial y comercial, dando como conclusión que la población es más sensible frente al ruido generado por el tráfico rodado. También (Das et al., 2019) evidencia que el tráfico rodado es una fuente principal de ruido sobre todo en horario diurno y nocturno registrando así niveles mayores a los 70 dB a lo largo de vías principales y que genera molestias sensibles dependiendo de su sexo, edad y el aislamiento acústico de sus viviendas.

El impacto generado por los vehículos no es muy tomado en cuenta por las autoridades ambientales, básicamente por la propiedad emergente de sus efectos. Diversos estudios demuestran que el ruido vehicular es la principal fuente de contaminación acústica, producto de la necesidad y la demanda del transporte público, además que sobrepasa la capacidad de las mallas viales y alcanzan niveles de ruido entre los 80 y 90 dB (Coral Carrillo, 2020).

Se debe tener en cuenta que el ruido vehicular no está limitado a las grandes ciudades en las horas de mayor tráfico. En el transcurso de los últimos años se ha evidenciado que la tranquilidad nocturna relativa por el ruido se ha ido reduciendo cada vez más, debido al gran aumento de la demanda del uso del transporte público en todas las horas del día(Agarwal & Swami, 2010).

El ruido industrial no solo afecta a los trabajadores en los cuales los eventos sonoros tienen influencia directamente, la falta de planeamiento urbanístico, el trazado de las vías públicas, la falta de aislamiento en edificios residenciales, falta de normalización en niveles máximos de

emisión permisible y la proximidad a zonas industriales; son factores que han llegado a afectar a la población, la cual no está relacionada directamente con las actividades industriales. Estas afectaciones tiene influencia directa en la salud y calidad de vida de las comunidades(Romo & Gómez, 2013).

La industria va de la mano con otras actividades como lo es el transporte, abastecimiento y distribución de productos, materias primas y mercancías. Estas actividades dan un resultante de ruidos combinados y origen o inicio de otras fuentes de ruido. Cómo se mencionó anteriormente diversos factores como lo es el mal planeamiento urbanístico y vial, derivan en zonas industriales colindantes con zonas residenciales las cuales tienen influencia directa e indirecta sobre la población, además cuando no se planifican corredores viales especiales para el transporte pesado o que no implique el tránsito entre zonas residenciales o zonas en que los altos niveles de ruido industrial afecten(Morel et al., 2016).

En la segunda mitad del actual siglo, la comunidad científica del mundo ha mostrado un interés importante con respecto al aumento del estudio de ruido ambiental sobre la población expuesta en diferentes zonas de donde residen. La mayoría de los especialistas están de acuerdo en la afirmación de que el ruido es un tensionante de suma importancia y además de esto es un agente muy generalizado y se encuentra presente en todos los países del mundo y con mayor intensidad en países industrializados. Además de esto la importancia de este efecto a la salud también radica cuando se toma en consideración la disminución de la capacidad auditiva por causa de diferentes actividades cotidianas de las personas como, por ejemplo, el ocio, el trabajo, entre otros. En donde estos efectos negativos tienden a afectar la salud, bienestar y plena calidad de vida de la población (Morales suarez et al., 1992).

Los niveles de ruido en el mapa son representados por colores definidos. Los mapas de ruido son de gran importancia para la planificación urbana, como herramienta de diseño de medidas de control del ruido ambiental(Bastián, 2015). El propósito de los mapas es minimizar el impacto negativo de la contaminación acústica y son instrumento de apoyo para la toma de decisiones en el ordenamiento territorial de un área (Castrillón et al., 2019).

Otros beneficios que apporto la disminución de ruido fue la reducción de ruido sísmico el cual permitió identificar fuentes más profundas y que se abrían ocultado en épocas de total normalidad, al no tener influencia de las fuentes de ruido antropogénico. todo esto debido a que el ruido por las actividades humanas se redujera a tal manera que el ruido sísmico disminuyo hasta en un 50% en todo el mundo sobre todo en los centros poblados, esto fue demostrado por (Lecocq et al., 2020).



## 9 CONCLUSIONES

- Se evidencia que para muchos estudios los aeropuertos son la principal fuente emisora de ruido y por ende la que más afecta a la comunidad dejando a un lado el impacto generado por otras actividades emisoras de niveles de ruido aún más constantes que la actividad aeroportuaria.
- El cese de las actividades aeroportuarias causado por la pandemia del COVID-19 permitió evidenciar otras fuentes aportantes a la contaminación acústica en la localidad de Fontibón.
- El ruido vehicular se encuentra con mayor presencia en la totalidad de la localidad generando niveles de ruido altos que conllevan a un incumplimiento frente a la normatividad vigente.
- El ruido ambiental es un factor poco tenido en cuenta al momento de diseñar un proyecto de áreas residenciales cercano a las vías principales, las cuales generan altos niveles de ruido afectando la tranquilidad de los residentes.
- El ruido industrial y vehicular están directamente relacionados al aporte de ruido ambiental siendo estos diferentes a la actividad aeroportuaria.
- El ruido ambiental generado indirectamente por las industrias es un factor poco tenido en cuenta al momento de diseñar un proyecto de áreas industriales cercano a sectores residenciales en cuanto a la planificación de las vías de acceso a estas áreas sin que afecten la tranquilidad de los residentes.

## 10 BIBLIOGRAFÍA

Abad, L., Colorado Aranguren, D., Martín Ruiz, D., & Retana Maqueda, M. J. (2011). Ruido ambiental, seguridad y salud. *Tecnología y Desarrollo*, 9, 1–24.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3719298&info=resumen&idioma=SPA>

Acuña, andres, & Virgüez, J. (2019). Evaluación del impacto de la contaminación acústica por las actividades del aeropuerto el dorado sobre la localidad de Fontibón - Bogotá D.C.

*Universidad de Cundinamarca*, 53(9), 1689–1699.

Agarwal, S., & Swami, B. L. (2010). Status of ambient noise levels in Jaipur city. *Environment*

*Conservation Journal*, 11, 105–108.

Alayrac, M., Marquis-Favre, C., Viollon, S., Morel, J., & Le Nost, G. (2010). Annoyance from industrial noise: Indicators for a wide variety of industrial sources. *The Journal of the*

*Acoustical Society of America*, 128(3), 1128. <https://doi.org/10.1121/1.3466855>

Alcaldía de Bogotá. (2018). *REVISIÓN GENERAL*.

Alcaldía Mayor de Bogotá. (2003). *Decreto 469 de 2003 Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.* 1–137.

<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=10998#180>

Alcaldía Mayor de Bogotá. (2009). Conociendo la localidad de fontibon. *Secretaría Distrital De*

*Planeacion*, 149.

Alcaldía Mayor De Bogotá. (2017). Consejo Local de gestión del Riesgo y Cambio Climático

Caracterización General de Escenarios de Riesgo. *Instituto Distrital de Gestion de Riesgos y Cambio Climatico*.

<http://www.idiger.gov.co/documents/220605/257531/IDENTIFICACION+Y+PRIORIZACION.pdf>

Alcaldía Mayor de Bogotá. (2015). Modificación de la licencia ambiental. *Secretaría Distrital De Ambiente*.

Alcaldía Mayor de Bogotá. (2018). *Aeropuerto El Dorado Retos y Oportunidades*.

Alonso, A. D. E. (2003). Noise pollution and health. *Recent Trends and Advances in Environmental Health*, 83–96.

Amable, I., Méndez Martínez, J., Delgado Pérez, L., Acebo Figueroa, F., de Armas Mestre, J., & Rivero Llop, M. (2017). Contaminación ambiental por ruido. *Revista Médica Electrónica*, 39(3), 640–649.

Ariza, Y., & Samudio, L. (2020). Análisis Multitemporal de la Incidencia del Ruido en el Comportamiento de los Avalúos Catastrales de los Predios en el Área de Influencia de la Operación del Aeropuerto El Dorado y su Repercusión en la Gestión Territorial. *Universidad Santo Tomás de Aquino*, 21(1), 1–9.

Ausejo, M. (2009). *Estudio de la validación, errores e incertidumbre en la elaboración de mapas de ruido*. 119. <https://www.researchgate.net/publication/40763405>

Baliatsas, C., van Kamp, I., van Poll, R., & Yzermans, J. (2016). Health effects from low-frequency noise and infrasound in the general population: Is it time to listen? A systematic review of observational studies. In *Science of the Total Environment* (Vols. 557–558, pp. 163–169). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.03.065>

Ballesteros, V., & Daponte, A. (2015). Ruido y Salud. *Junta de Andalucía*, 68.

[http://www.osman.es/contenido/profesionales/ruido\\_salud\\_osman.pdf](http://www.osman.es/contenido/profesionales/ruido_salud_osman.pdf)

Barrera, S. (2014). El ruido aeronáutico: Realidad que enfrenta el aeropuerto el dorado y sus comunidades aledañas. *Universidad Militar Nueva Granada*, 40.

Bartolomé, J., & Tubay, B. (2013). Restricciones operativas relacionadas con el ruido en el aeropuerto de Barcelona. *Universitat Politècnica De Catalunya*, 137.

Bastián, N. (2015). Elaboración de mapa de ruido de la ciudad de Valdivia mediante software de modelación utilizando métodos de simplificación. *Síntesis Tecnológica*, Octubre 2015, 14.  
[https://www.researchgate.net/publication/282914265\\_Elaboracion\\_de\\_mapa\\_de\\_ruido\\_de\\_la\\_ciudad\\_de\\_Valdivia\\_mediante\\_software\\_de\\_modelacion\\_utilizando\\_metodos\\_de\\_simplificacion](https://www.researchgate.net/publication/282914265_Elaboracion_de_mapa_de_ruido_de_la_ciudad_de_Valdivia_mediante_software_de_modelacion_utilizando_metodos_de_simplificacion)

Basu, B., Murphy, E., Molter, A., Basu, A. S., Sannigrahi, S., Belmonte, M., & Pilla, F. (2020). Effect of COVID-19 on noise pollution change in Dublin, Ireland. *ArXiv*, August.

Bellanting, D. D. (2008). Contaminación sonora producida por fuentes estáticas y móviles en la ciudad de santa rosa, la Pampa. *Universidad Nacional de La Pampa*.

Benasayag, E. (2000). El ruido nos mata en silencio. *Anales de Geografía de La Universidad Complutense*, 149–161.

[/citations?view\\_op=view\\_citation&continue=/scholar%3Fhl%3Des%26as\\_sdt%3D0,5%26scilib%3D1%26scioq%3Ddescribir%2Bruido&citilm=1&citation\\_for\\_view=KOekTuwAAA](#)  
[AJ:u5HHmVD\\_uO8C&hl=es&oi=p](#)

Bruel & Kjaer. (2000). Ruido Ambiental. *Briuel & Kjaer Sound & Vibration Measurement A/S*, 35. <http://www.meteogalicia.gal/datosred/infoweb/meteo/docs/ruido/Informe->

Ruido\_Amb\_es.pdf

- Cai, M., Lan, Z., Zhang, Z., & Wang, H. (2019). Evaluation of road traffic noise exposure based on high-resolution population distribution and grid-level noise data. *Building and Environment*, *147*, 211–220. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.08.037>
- Casallas Heredia, E., & Poras Esguerra, E. (2016). Estudio sonométrico sobre el impacto de la apertura de la ventana operacional en el área de influencia directa del aeropuerto internacional el dorado de Bogotá. *Fundacion Universitaria Los Libertadores*.
- Casas, W. J. P., Cordeiro, E. P., Mello, T. C., & Zannin, P. H. T. (2014). Noise mapping as a tool for controlling industrial noise pollution. *Journal of Scientific and Industrial Research*, *73*(4), 262–266.
- Castrillón, S., Durango-Vanegas, C., & Murillo, D. (2019). Buenas prácticas para el desarrollo de mapas de ruido dinámicos en entornos Web GIS. *Cuaderno Activa*, *11*, 67–80.
- Cohen, M. A., & Castillo, O. S. (2017). Noise in the city. Acoustic pollution and the walkable city. *Estudios Demográficos y Urbanos*, *32*(1), 65–96.  
<https://doi.org/10.24201/edu.v32i1.1613>
- Coral Carrillo, K. V. (2020). Modelos estadísticos de ruido ambiental para el Distrito Metropolitano de Quito DMQ, mediante datos históricos del 2009 al 2015, como herramienta de calidad ambiental. *ACI Avances En Ciencias e Ingenierías*, *12*(1), 24.  
<https://doi.org/10.18272/aci.v12i1.941>
- Das, P., Talukdar, S., Ziaul, S., Das, S., & Pal, S. (2019). Noise mapping and assessing vulnerability in meso level urban environment of Eastern India. *Sustainable Cities and*

*Society*, 46(November 2018), 101416. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.01.001>

Davila, C. N. B. (2007). Contaminacion por ruido de aeronaves en Bellavista - Callao.

*Universidad Nacional Mayor de San Marcos*, 6.

Díaz Jiménez, J., & Linares Gil, C. (2015). Efectos en salud del ruido de tráfico: más allá de las “molestias.” *Revista de Salud Ambiental*, 15(2), 121–131.

Diaz Olariaga, O. (2018). *Análisis de mitigación de ruido aeroportuario. El caso del aeropuerto internacional de Bogotá-El Dorado (Colombia)*. 1, 376–557.

Domingo Bartí, R. (2010). Acústica Medioambiental Vol. I. *Acústica Medioambiental*, I, 286.

<https://www.editorial-club-universitario.es/pdf/3521.pdf>

Escobar, J. (2017). Análisis de contaminación por ruido generada por Aeropuertos y su efecto en la salud. *Universidad Militar Nueva Granada*, 1–29.

<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/16428/1/EscobarGuarnizoJuliethKatherine2017.pdf>

Essandoh, P. K., & Armah, F. A. (2011). Determination of Ambient Noise Levels in the Main Commercial Area of Cape Coast , Ghana. *Research Journal of Environmental and Earth Sciences*, 3(6), 637–644.

Fernández, J., Butrón, J., & Colina, J. (2010). Efecto del ruido sobre la presión arterial en trabajadores de una empresa petrolera venezolana. *Investigacion Clinica*, 51(3), 301–314.

Filippone, A. (2014). Aircraft noise prediction. *Progress in Aerospace Sciences*, 68, 27–63.

<https://doi.org/10.1016/j.paerosci.2014.02.001>

German, M., & Santillán, A. (2006). Del concepto\nde ruido urbano\nnal de paisaje sonoro.

*Revista Bitácora Urbano Territorial*, 1(10), 39–52.

<http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=74801005>

Gonzalez, J. (2015). El Dorado, de una leyenda a un aeropuerto que vuela al futuro. *El*

*Espectador*. <https://www.elespectador.com/noticias/economia/el-dorado-de-una-leyenda-a-un-aeropuerto-que-vuela-al-futuro/>

Gutiérrez Acosta, A. M., & Guzmán Florez, D. K. (2016). Calidad del sueño asociado al ruido causado por la operación del aeropuerto el dorado en adultos de las localidades de Fontibón, Bogotá, 2016. *Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales UDCA*, 53(9), 1689–1699.

Isabel Amable Álvarez, D., Lic Jesús Méndez Martínez, I., Dra Lenia Delgado Pérez, I., Fernando Acebo Figueroa, I., Dra Joanna de Armas Mestre, I., Lic Marta Lidia Rivero Llop I Policlínico Docente Ramón Martínez Matanzas, I. I., & Julio Aristegui Villamil Matanzas, D. M. (2017). Contaminación ambiental por ruido Environmental contamination caused by noise. *Revista Médica Electrónica*, 39(3), 640–649.

Kadilar, C. (2017). Preface of the “advanced Statistical Methods and Applications.” *AIP Conference Proceedings*, 1863. <https://doi.org/10.1063/1.4992403>

Lecocq, T., Hicks, S. P., Noten, K. Van, Wijk, K. Van, & Koelemeijer, P. (2020). *Global quieting of high-frequency seismic noise due to COVID-19 pandemic lockdown measures*. 1343(September), 1338–1343.

Lobos Vega, V. H. (2008). Evaluación del ruido ambiental en la ciudad de Puerto Montt. *Tesis En Ciencias Ambientales*, 1–124.

Lopez, I. (2019). Rolling noise in road and rail transportation systems. *Inter-Noise 2019 Madrid*.

- Marmanillo, K. M. (2017). Fuentes, M., & Maudelia, K. (2017). El ruido ambiental diurno y sus efectos psíquicos en peatones de nueve puntos de la ciudad de Huancayo-2016. *Repositorio de La UC*, 144. <http://repositorio.continental.edu.pe/handle/continental/3826>
- Ministerio De Ambiente, V. y D. T. (2006). Resolución 0627. *Diario Oficial 46232 de Abril 05 de 2006*, 1. <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=19983>
- Molina, A. N. (2011). El aeropuerto El Dorado como elemento de planeamiento multiescalar y articulador urbano regional: instrumentos y actores de la planeación arquitectura y diseño. *Pontificia Universidad Javeriana Facultad de Arquitectura y Diseño*, 4(3), 410–419.
- Morales suarez, M., Lopiz Gonzales, A., Cotanda Gutierrez, P., Garcia Garcia, M., & Garcia Rogriguez, A. (1992). Evaluación de los efectos del ruido ambiental sobre los residentes en el centro histórico de Valencia. *Revista Espanola De Salud Publica*, 66(3), 239–244.
- Morel, J., Marquis-Favre, C., & Gille, L. A. (2016). Noise annoyance assessment of various urban road vehicle pass-by noises in isolation and combined with industrial noise: A laboratory study. *Applied Acoustics*, 101, 47–57.  
<https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2015.07.017>
- Murphy, E., & King, E. A. (2014a). Environmental Noise and Health. *Environmental Noise Pollution*, 1994, 51–80. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-411595-8.00003-3>
- Murphy, E., & King, E. A. (2014b). Principles of Environmental Noise. *Environmental Noise Pollution*, 9–49. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-411595-8.00002-1>
- Muzet, A. (2007). Environmental noise, sleep and health. *Sleep Medicine Reviews*, 11(2), 135–142. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2006.09.001>



- Pérez, A. C. M. y A. (2009). *Acústica Ambiental : análisis , legislación y soluciones* (A. D. Pórtela (ed.)). Sociedad Española de Acústica.
- Pinto, F., & Moreno, M. D. (2008). Mapa de ruido de barrios densamente poblados. Ejemplo de Copacabana, Rio de Janeiro - Brasil. *VI Congreso Iberoamericano de Acústica*, 1–10.
- Quiroz-Arcenales, L., Hernández-Flórez, L. J., Corredor-Gutiérrez, J. C., Rico-Castañeda, V. A., Rugeles-Forero, C., & Medina-Palacios, K. (2013). Efectos auditivos y neuropsicológicos por exposición a ruido ambiental en escolares, en una localidad de Bogotá, 2010. *Revista de Salud Publica*, 15(1), 116–128.
- Rodríguez, K. (2020). La mitigación de ruido que no les suena a los vecinos del aeropuerto El Dorado. *El Espectador*, 4–7. <https://www.elespectador.com/noticias/bogota/la-mitigacion-de-ruido-que-no-les-suena-los-vecinos-del-aeropuerto-el-dorado-articulo-901898/>
- Romo, J. M., & Gómez, A. (2013). La percepción social del ruido como contaminante. *Ordenamiento Territorial y Participación Social*, 271–293.  
<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/670/cap10.pdf>
- Ruiz, M., Martínez Reynés, M., & Seguí Pons, J. (2004). El problema del ruido en los entornos aeroportuarios. El caso del aeropuerto de Palma de Mallorca. *Boletín de La Asociación de Geógrafos Españoles*, 38, 225–244. <https://doi.org/10.21138/bage.490>
- Sampath, S., Das, S. M., & Kumar, V. S. (2004). *Ambient noise levels in Major Cities in Kerala*. 8(4), 293–298.  
[http://www.researchgate.net/publication/264838296\\_Ambient\\_noise\\_levels\\_in\\_Major\\_Cities\\_in\\_Kerala](http://www.researchgate.net/publication/264838296_Ambient_noise_levels_in_Major_Cities_in_Kerala)

Sectorial, S. de I., & Política, S. de P. y. (2019). Diagnostico Fontibón. *Alacaldia Mayor De Bogota, Secretaria Del Habitat.*

Zia Ur, F., Muhammad, S., Nukshad, Z., & Ghulam, M. (2020). Vehicular Noise Pollution: Its Environmental Implications and Strategic Control. *Intech*, 32(tourism), 137–144.

<https://www.intechopen.com/books/advanced-biometric-technologies/liveness-detection-in-biometrics>

## 11 ANEXOS

Puntos	Decimal_La	Decimal_Lo	Ponderado	Uso suelo	Max_Per	Cumplimiento
1	4.6731	-74.1482	54.3	Residencial	65dB(A)	cumple
2	4.6733	-74.1449	64.6	Residencial	65dB(A)	cumple
3	4.6719	-74.1397	54.4	Residencial	65dB(A)	cumple
4	4.6747	-74.1355	62.7	Residencial	65dB(A)	cumple
5	4.6762	-74.1344	53.0	Residencial	65dB(A)	cumple
6	4.6784	-74.1341	58.0	Residencial	65dB(A)	cumple
7	4.6829	-74.1351	61.5	Residencial	65dB(A)	cumple
8	4.6827	-74.1363	64.9	Residencial	65dB(A)	cumple
9	4.6836	-74.1374	76.1	Residencial	65dB(A)	no cumple
10	4.6817	-74.1407	65.4	Residencial	65dB(A)	no cumple
12	4.6866	-74.1413	72.0	Residencial	65dB(A)	no cumple
13	4.689	-74.1442	71.7	Residencial	65dB(A)	no cumple
14	4.6887	-74.1501	64.9	Residencial	65dB(A)	cumple
15	4.6963	-74.1539	59.9	Residencial	65dB(A)	cumple
16	4.6925	-74.161	58.3	Industrial	75dB(A)	cumple
17	4.6906	-74.1594	53.9	Residencial	65dB(A)	cumple
18	4.6887	-74.1567	63.5	Residencial	65dB(A)	cumple
19	4.6848	-74.1538	66.7	Residencial	65dB(A)	no cumple
20	4.6844	-74.1484	52.1	Residencial	65dB(A)	cumple
21	4.6682	-74.1399	62.0	Residencial	65dB(A)	cumple
22	4.6712	-74.1381	63.3	Residencial	65dB(A)	cumple
23	4.671	-74.1341	50.3	Residencial	65dB(A)	cumple
24	4.6691	-74.1316	63.9	Residencial	65dB(A)	cumple
25	4.6675	-74.1302	61.1	Residencial	65dB(A)	cumple
26	4.6648	-74.1268	60.3	Residencial	65dB(A)	cumple
27	4.664	-74.121	44.9	Residencial	65dB(A)	cumple
28	4.665	-74.118	59.9	Residencial	65dB(A)	cumple
29	4.6718	-74.1178	59.7	Residencial	65dB(A)	cumple
30	4.6762	-74.1217	65.3	Residencial	65dB(A)	no cumple
31	4.6835	-74.126	66.2	Residencial	65dB(A)	cumple
32	4.6828	-74.1282	60.0	Residencial	65dB(A)	cumple
33	4.6842	-74.1308	56.2	Residencial	65dB(A)	cumple
34	4.6848	-74.1315	67.6	Residencial	65dB(A)	cumple
35	4.6557	-74.1113	52.8	Residencial	65dB(A)	cumple
36	4.6546	-74.1125	54.3	Residencial	65dB(A)	cumple

Anexo 1 Caracterización del ruido diurno año 2019.

<b>Puntos</b>	<b>Decimal_La</b>	<b>Decimal_Lo</b>	<b>Ponderado</b>	<b>Uso suelo</b>	<b>Max_Per</b>	<b>cumplimiento</b>
1	4.6731	-74.1482	62.9	Residencial	50dB(A)	no cumple
2	4.6733	-74.1449	61.1	Residencial	50dB(A)	no cumple
3	4.6719	-74.1397	39.8	Residencial	50dB(A)	cumple
4	4.6747	-74.1355	58.1	Residencial	50dB(A)	no cumple
5	4.6762	-74.1344	49.3	Residencial	50dB(A)	cumple
6	4.6784	-74.1341	53.9	Residencial	50dB(A)	no cumple
7	4.6829	-74.1351	66.3	Residencial	50dB(A)	no cumple
8	4.6827	-74.1363	65.6	Residencial	50dB(A)	no cumple
9	4.6836	-74.1374	47.7	Residencial	50dB(A)	cumple
10	4.6817	-74.1407	67.3	Residencial	50dB(A)	no cumple
11	4.689	-74.1442	72.4	Residencial	50dB(A)	no cumple
12	4.6963	-74.1539	58.8	Industrial	70dB(A)	cumple
13	4.6925	-74.161	56.5	Residencial	50dB(A)	no cumple
14	4.6906	-74.1594	58.4	Residencial	50dB(A)	no cumple
15	4.6887	-74.1567	50.7	Residencial	50dB(A)	no cumple
16	4.6848	-74.1538	53.9	Residencial	50dB(A)	no cumple
17	4.6804	-74.1484	37.9	Residencial	50dB(A)	cumple
18	4.6682	-74.1399	61.0	Residencial	50dB(A)	no cumple
19	4.6712	-74.1381	59.4	Residencial	50dB(A)	no cumple
20	4.671	-74.1341	55.1	Residencial	50dB(A)	no cumple
21	4.6691	-74.1316	60.5	Residencial	50dB(A)	no cumple
22	4.6675	-74.1302	56.7	Residencial	50dB(A)	no cumple
23	4.664	-74.121	48.0	Residencial	50dB(A)	cumple
24	4.665	-74.118	50.2	Residencial	50dB(A)	no cumple
25	4.6718	-74.1178	59.0	Residencial	50dB(A)	no cumple
26	4.6762	-74.1217	49.9	Residencial	50dB(A)	cumple
27	4.6835	-74.126	63.5	Industrial	70dB(A)	cumple
28	4.6828	-74.1282	58.8	Industrial	70dB(A)	cumple
29	4.6842	-74.1308	45.6	Industrial	70dB(A)	cumple
30	4.6848	-74.1315	49.8	Industrial	70dB(A)	cumple
31	4.6557	-74.1113	50.8	Residencial	50dB(A)	no cumple
32	4.6546	-74.1125	57.6	Residencial	50dB(A)	no cumple
33	4.651	-74.1112	44.2	Residencial	50dB(A)	cumple
34	4.6484	-74.1105	39.4	Industrial	70dB(A)	cumple
35	4.6552	-74.1081	58.1	Residencial	50dB(A)	cumple
36	4.6594	-74.1109	48.7	Residencial	50dB(A)	cumple



Anexo 3 estructura de medición de ruido ambiental



Anexo 4 medición de ruido nocturno estudiante N°1



Anexo 5 medición de ruido nocturno estudiante N°2

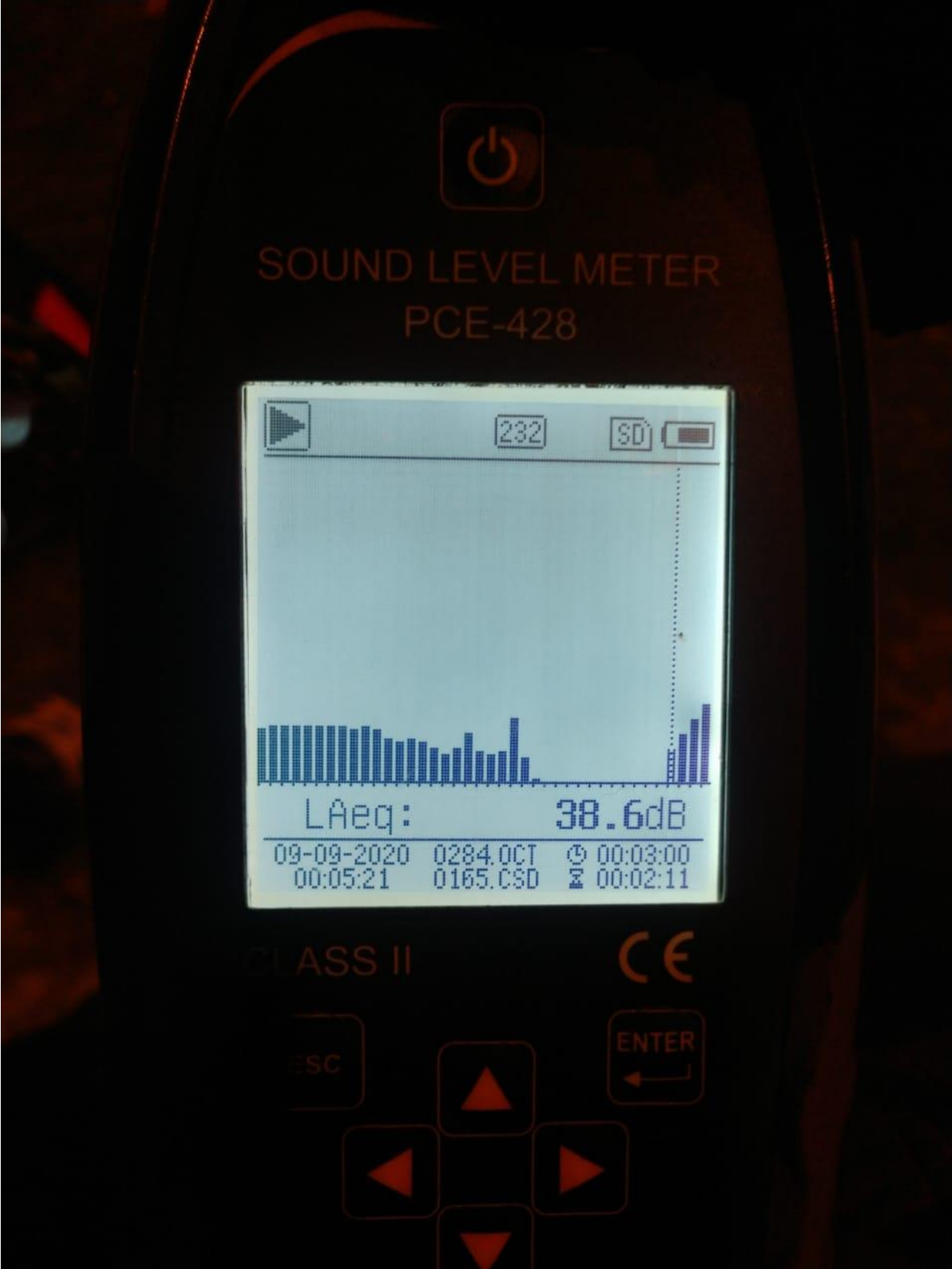


Anexo 6 medición de ruido diurno estudiante N°1





Anexo 7 medición de ruido diurno estudiante N°2



Anexo 8 sonómetro en medición de ruido ambiental.