



**ESTUDIO DE LA CONTAMINACIÓN ACUSTICA POR LAS ACTIVIDADES  
DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO EN LA VEREDA LA  
FLORIDA DEL MUNICIPIO DE FUNZA, CUNDINAMARCA**

**Mariajosé Rubio Hernández**

**Universidad de Cundinamarca**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

**Facatativá, Colombia**

**2019**

**ESTUDIO DE LA CONTAMINACIÓN ACUSTICA POR LAS ACTIVIDADES  
DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO EN LA VEREDA LA  
FLORIDA DEL MUNICIPIO DE FUNZA, CUNDINAMARCA**

**Mariajosé Rubio Hernández**

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título

de:

**Ingeniero Ambiental**

**Director:**

Ms., Miguel Antonio De Luque Villa

**Codirector:**

Ing., Daniel Armando Robledo Buitrago

**Universidad de Cundinamarca.**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

**Facatativá, Colombia**

**2019**

*A mis padres: José Antonio y Fanny, a mi  
hermana Sofía y mi familia por haber sido mi  
apoyo a lo largo de mi carrera universitaria y  
de mi vida.*

## **Agradecimientos**

*A todos quienes conforman la Universidad de Cundinamarca, de manera especial al programa de Ingeniería Ambiental, a mi director de tesis el Ing. Miguel Antonio De Luque por ser mi guía y por haberme mostrado su confianza desde el principio, lo cual me dio la seguridad para realizar el presente trabajo, al Ing. Daniel Robledo por su apoyo y sus orientaciones.*

*Al Sr. Jairo Murcia presidente de la Junta de Acción Comunal y a los habitantes de la vereda La Florida en el municipio de Funza por participar activamente en la investigación realizada, de igual manera, a la empresa Seruans Environment S.A.S, por facilitar los equipos para la medición de ruido ambiental.*

*A mis padres: José Antonio Rubio y Fanny Hernández, por creer en mí, en mis expectativas y anhelar siempre lo mejor para mi vida, por su apoyo, cariño, esfuerzo, paciencia, dedicación y confianza, por los valores que inculcaron en mi formación y finalmente por ser los promotores de mis sueños, ya que sin ellos este logro no hubiese sido posible.*

*A mi prima Sandra Urquijo, por querer siempre lo mejor para mí, por su apoyo infinito e incondicional y motivación en todas mis metas propuestas.*

*¡Muchas gracias!*

**Mariajosé Rubio Hernández**

## TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN .....	11
ABSTRACT .....	13
INTRODUCCIÓN.....	15
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	17
2. JUSTIFICACIÓN .....	19
3. OBJETIVOS .....	21
3.1. Objetivo General: .....	21
3.2. Objetivos Específicos:.....	21
4. MARCO NORMATIVO .....	22
5. MARCO GEOGRÁFICO .....	29
5.1. Localización .....	29
6. MARCO TEÓRICO.....	30
6.1. Ruido .....	30
6.2. Ruido Ambiental .....	30
6.3. Caracterización del Ruido .....	31
6.4. Ruido en aeropuertos .....	31
6.5. Índices de calidad del sueño .....	32
6.6. Mapas de ruido.....	34

6.7. Efectos sobre la salud por el ruido en zonas cercanas a aeropuertos.....	35
6.8. Evaluación de impacto ambiental.....	36
7. METODOLOGÍA.....	38
7.1. Caracterización de los niveles de ruido en la vereda La Florida del municipio de Funza, Cundinamarca.....	38
7.2. Generación del mapa de ruido para la vereda La Florida del municipio de Funza, Cundinamarca.....	43
7.2.1. Puntos de monitoreo.....	43
7.3. Determinación de la calidad del sueño en la población expuesta a los diferentes niveles de ruido ambiental en la vereda La Florida del municipio de Funza, Cundinamarca.....	50
7.4. Evaluación del Impacto Ambiental.....	51
8. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	55
8.1. Caracterización del Ruido Ambiental en la vereda La Florida.....	55
8.2. Mapas de Ruido en la vereda La Florida.....	57
8.3. Percepción del ruido y calidad del sueño.....	65
8.3.1. Índice de Calidad de Sueño de Pittsburg en la vereda La Florida.....	66
8.4. Impactos Ambientales sobre el componente atmosférico (ruido) en la vereda La Florida.....	68
9. CONCLUSIONES.....	70
10. RECOMENDACIONES.....	72
11. REFERENCIAS.....	73

12. ANEXOS ..... 80

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Estándares Máximos Permisibles de Niveles de Ruido Ambiental, expresados en Decibeles dB(A).....	23
Tabla 2. Perturbaciones del sueño, de acuerdo al total obtenido del ICSP.....	33
Tabla 3. Combinación de colores para representaciones gráficas con 5 dB(A) .....	34
Tabla 4. Efectos del ruido y sus umbrales establecidos por la OMS.....	36
Tabla 5. Horarios de medición diurnos y nocturnos. ....	39
Tabla 6. Equipo de medición .....	40
Tabla 7. Puntuación Z.....	51
Tabla 8. Criterios para realizar valoración de los impactos ambientales.....	52
Tabla 9. Importancia del impacto ambiental .....	54
Tabla 10. Resultados de los monitoreos de ruido ambiental en la vereda La Florida .....	55
Tabla 11. Resultados de la aplicación del índice de Pittsburg por componente en la vereda a La Florida. ....	67
Tabla 12. Cálculo de la importancia para los impactos identificados para el aeropuerto el Dorado. ....	68



## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización vereda La Florida. ....	29
Ilustración 2. PCE .....	42
Ilustración 3. Tratamiento de datos en PCE.....	42
Ilustración 4. Puntos de monitoreo de ruido ambiental en la vereda La Florida .....	44
Ilustración 5. Activar Geostatistical analyst .....	45
Ilustración 6. Establecer datos y coordenadas. ....	46
Ilustración 7. Visualización de la información básica. ....	46
Ilustración 8. Buscar el método de interpolación IDW.....	47
Ilustración 9. Herramienta IDW .....	48
Ilustración 10. Ajustes .....	48
Ilustración 11. Generación de mapa de ruido .....	49
Ilustración 12. Modificación de rangos y colores de acuerdo a las características establecidas. .	49
Ilustración 13. Mapa de ruido ambiental horario diurno en el mes de mayo en la vereda La Florida.....	57
Ilustración 14. Porcentaje de cumplimiento de la Res. 627 de 2006 para mayo diurno.....	58
Ilustración 15. Puntos de monitoreo mayo diurno cumplimiento de la norma.....	58
Ilustración 16. Mapa de ruido ambiental horario diurno en el mes de junio en la vereda La Florida.....	59
Ilustración 17. Porcentaje de cumplimiento de la Res. 627 de 2006 para junio diurno.....	60
Ilustración 18. Puntos de monitoreo cumplimiento de la norma .....	60
Ilustración 19. Mapa de ruido ambiental horario nocturno en el mes de mayo en la vereda La Florida.....	61

Ilustración 20. Porcentaje de cumplimiento de la Res. 627 de 2006 para mayo nocturno .....	62
Ilustración 21. Puntos monitoreados mayo nocturno.....	62
Ilustración 22. Mapa de ruido ambiental horario nocturno en el mes de junio en la vereda La Florida. ....	63
Ilustración 23. Porcentaje de cumplimiento de la Res. 627 de 2006 para junio nocturno.....	63
Ilustración 24. Puntos de monitoreo junio nocturno.....	64
Ilustración 25. Actividades interrumpidas por el ruido. ....	66
Ilustración 26. Perturbaciones del sueño .....	67

## RESUMEN

Se llevó a cabo un proceso investigativo en la vereda La Florida, área rural del municipio de Funza (Cundinamarca), con el fin de evaluar la contaminación acústica del Aeropuerto El Dorado sobre el componente atmosférico (ruido) en esta comunidad.

Para lograr este objetivo, se caracterizaron los niveles de ruido ambiental en 30 puntos dentro de la vereda utilizando la metodología indicada en la Resolución 627 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible–MADS, empleando un sonómetro tipo II. Esta metodología permitió observar la distribución del ruido ambiental a través de mapas de ruido diseñados con el Software Arc-GIS 10.5 y la aplicación del índice de calidad de sueño de Pittsburgh.

Con el fin de cuantificar el impacto ambiental del componente atmosférico (ruido) a causa de las actividades del Aeropuerto El Dorado, se aplicó la metodología propuesta por Conesa Fernández. Esta metodología fue adaptada a las características del proyecto para definir y ponderar los criterios de evaluación y determinar la importancia de los efectos.

Los resultados de los puntos de monitoreo fueron comparados con el artículo 17 de la Resolución 627 de 2006 para el sector D “Zona suburbana o rural de tranquilidad y ruido moderado”, donde los estándares máximos permisibles de ruido ambiental son de 55 dB para el horario diurno y 45 dB para el horario nocturno.

Se obtuvo que, en horario diurno en los meses de mayo y junio un 67% y 73% respectivamente de puntos monitoreados no cumplen con los estándares máximos permisibles. Así mismo, para el horario nocturno no cumplieron el 97% de los puntos monitoreados en los meses mencionados anteriormente.

Finalmente, el índice de calidad de sueño de Pittsburg arrojó que el ruido generado por las actividades del aeropuerto perturba la tranquilidad del 60% de los residentes tanto en el día como en la noche, por lo tanto, la importancia de los impactos ambientales: modificación de los niveles de presión sonora y modificación en la calidad del sueño sobre el componente atmosférico (ruido), se consideraron como severos para la vereda la Florida del municipio de Funza, Cundinamarca.

### **PALABRAS CLAVE**

Aeropuerto El Dorado, Calidad de sueño, Impacto ambiental, Funza-Cundinamarca, Mapas de ruido, Ruido ambiental.

## ABSTRACT

A research process was carried out in the rural settlement of La Florida, a rural area of the municipality of Funza (Cundinamarca), in order to assess the acoustic contamination at El Dorado Airport on the atmospheric component (noise) in this community.

In order to achieve this objective, environmental noise levels were characterized at 30 points within La Florida by applying the methodology indicated in the Resolution 627 of 2006 of the Ministry of Environment Housing and Land Development, currently known as Ministry of Environment and Sustainable Development – MADS, using a sound level meter type II. This methodology allowed to analyze the distribution of environmental noise through noise maps designed with the Arc-GIS 10.5 Software and execution of the Pittsburgh Sleep Quality Index.

With the purpose of quantifying the environmental impact of the atmospheric component (noise) due to the activities of El Dorado Airport, the methodology proposed by Conesa Fernández was applied. This methodology was adapted to the characteristics of the project to define and weigh the evaluation criteria and determine the importance of the effects.

The results of the monitoring points were compared with the seventeenth article of the Resolution 627 of 2006 for sector D: Suburban or rural zone of tranquility and moderate noise, where the maximum permissible standards of ambient noise are 55 decibels for daytime and 45 decibels for nighttime.

It was proven that, during the daytime in the months of May and June, 67% and 73% respectively of monitored points do not meet the maximum permissible standards. In addition, for night time hours, 97% of the points monitored in the months mentioned above were not met.

Finally, the Pittsburgh Sleep Quality Index showed that the noise generated by the airport's activities disturbs the tranquility of 60% of the residents both day and night. Therefore, the importance of environmental impacts: modification of sound pressure levels and modification in the quality of sleep on the atmospheric component (noise) was considered as severe for the rural settlement of La Florida of the municipality of Funza, Cundinamarca.

### **KEY WORDS**

El Dorado airport, sleep quality, environmental impacts, Funza-Cundinamarca, noise maps, environmental noise.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, se ha estudiado que el ruido ambiental puede causar efectos adversos sobre la salud, está bien documentado que puede llegar a afectar el bienestar humano al interrumpir actividades básicas como el sueño, el descanso, la comunicación, la concentración y la cognición (Fyhri&Aasvang, 2010). Los principales contribuyentes a la contaminación acústica en las ciudades son los aeropuertos (Tezel et al, 2019).

El Aeropuerto Internacional el Dorado es el principal y más importante aeropuerto en el desarrollo económico del país, en función de cantidad de pasajeros y carga que moviliza, ha generado desde hace varios años que todo el sistema de transporte lo tenga como eje central de gran parte de la operación, el cual funciona como intercambiador y centro de conexiones para todos los usuarios del transporte aéreo a nivel nacional e internacional. (Barrera, 2014). Así mismo, el desarrollo de este aeropuerto se ve reflejado en la modernización, ampliación de su infraestructura y proyección de crecimiento en las operaciones aéreas. De manera, que su avance influye de forma positiva al crear comercio, desarrollo y empleo a la población.

Sin embargo, la alta demanda de pasajeros requiere que este aeropuerto alcance la capacidad de movilizar a los usuarios y crear también un complejo de infraestructura más amplio, por lo que se viene proponiendo la construcción y ampliación del aeropuerto, con el proyecto hoy conocido como: El Dorado II. El cual, estará ubicado entre los municipios de Madrid y Facatativá (Cundinamarca), esperando que, con la puesta en operación, se atiendan 4,5 millones de pasajeros. (Aeronáutica civil, 2016)

De tal manera, que los aeropuertos como consecuencia de sus operaciones se encuentran relacionados a niveles altos de presión sonora, por lo tanto, este proyecto se centra en

estudiar el ruido ambiental en las poblaciones cercanas a las actividades aeroportuarias. Por ello, se pretende conocer el efecto sobre la salud, concretamente la calidad del sueño de la población que habita en la vereda La Florida del municipio de Funza (Cundinamarca).

Por otra parte, el objetivo principal de este estudio fue evaluar el componente atmosférico enfocado al ruido debido a las actividades de aterrizaje y despegue del aeropuerto El Dorado sobre la comunidad antes mencionada. Este proceso se ajustó en caracterizar la distribución del ruido ambiental, valorar la calidad del sueño y percepción del ruido de la población, permitiendo evaluar la contaminación acústica en la vereda La Florida.

Así, durante las actividades de campo se calcularon los niveles de presión sonora a que está expuesta la comunidad; con un posterior análisis del ruido ambiental, evidenciados en mapas de ruido diurnos y nocturnos en los meses de mayo y junio, con el fin de conocer los niveles de sonido en un entorno sonoro el cual puede informar el comportamiento y dinámica poblacional, estableciendo si se cumplen los estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental definidos por la Resolución 0627 de 2006 determinada por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-MADS.



## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los aeropuertos son entidades únicas que tienen profundos efectos económicos, sociales y ambientales a nivel local, regional e incluso nacional, proporcionan los medios para el movimiento eficiente de pasajeros y mercancías a cualquier lugar del mundo, desempeñando un papel trascendental en la tendencia hacia la globalización y las interconexiones entre el comercio internacional y las economías locales (Alonso et al, 2017). El Aeropuerto Internacional El Dorado Luis Carlos Galán Sarmiento, se encuentra ubicado en el occidente de la ciudad de Bogotá, el cual colinda hacia el occidente con el municipio de Funza (Vereda la Florida) y el río Bogotá (El Dorado, 2018).

Por lo cual, el aeropuerto tiene que planificar los entornos urbanos con usos de suelo complementarios a la actividad aeroportuaria, considerando algunos aspectos del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de la ciudad de Bogotá, D. C., como también abordando los lineamientos generales de planeamiento de los municipios aledaños, como el Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) del municipio de Funza. (Cámara de Comercio, 2008).

Sin embargo, muchos estudios demuestran que la emisión de ruido producida por los aviones y demás operaciones que se realizan en los aeropuertos traen consigo múltiples efectos negativos como la contaminación acústica, en zonas urbanas y rurales. Tal es el caso de la Localidad de Fontibón en la ciudad de Bogotá, donde la facultad de medicina de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA), realizó un estudio sobre la calidad del sueño asociado al ruido causado por la operación del aeropuerto El Dorado, en adultos de esta localidad en el año 2016, donde se evidencia que los habitantes de dicha localidad presentan una mala

calidad del sueño por exposición al ruido; siendo la operación aeroportuaria una de las principales fuentes generadoras.

Por tanto, el ruido está arraigado a los procesos de urbanización y desarrollo industrial y en algunas áreas puede afectar las zonas rurales. De hecho, en una noticia publicada por RCN Radio en febrero de 2015: Funza es el municipio de Colombia que nunca duerme por culpa del Dorado, ya que sus habitantes no logran descansar, y aún más, la vereda La Florida que se encuentra dentro del anillo vial del aeropuerto, justo en la pista número dos. (RCN, 2015)

En concordancia con lo anterior, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha establecido ciertos umbrales a partir de los cuales pueden surgir distintos riesgos para la salud de las personas, afectando así la calidad de vida de las comunidades expuestas. Además, el ruido de las aeronaves es uno de los efectos ambientales más perjudiciales de la aviación, puede causar molestias en la comunidad, interrumpir el sueño, afectar negativamente el rendimiento académico de los niños y aumentar el riesgo de enfermedades cardiovasculares de las personas que viven cerca a los aeropuertos. (Basner et al, 2017)

Siendo así, el presente estudio tiene como finalidad evaluar la calidad del sueño de la población y caracterizar la distribución del ruido ambiental por actividades del Aeropuerto El Dorado, en las comunidades más cercanas, a partir de la pregunta de investigación: ¿Cuál es el impacto sobre el componente atmosférico (ruido) en la vereda La Florida del municipio de Funza, Cundinamarca debido a las actividades de aterrizaje y despegue llevadas a cabo en el Aeropuerto Internacional El Dorado?

## 2. JUSTIFICACIÓN

Al occidente de la ciudad de Bogotá se encuentra el Aeropuerto Internacional el Dorado, catalogado por su origen comercial como el primero en Latinoamérica por movimiento de carga y tercero por movimiento de pasajeros, opera vuelos nacionales e internacionales, con un horario de funcionamiento de 24 horas. Además, cuenta con dos terminales: el terminal El Dorado y el Puente Aéreo (Cano, 2009); el cual colinda con la vereda La Florida del municipio de Funza, Cundinamarca. Por tal razón, se pretende conocer el impacto causado en la calidad de vida de la comunidad que reside en la vereda La Florida, quienes se encuentran sometidos al ruido producido por los aviones que operan las 24 horas del día.

Sumado a esto, según una noticia publicada por la aeronáutica civil en el año 2016, se establece un nuevo proyecto para apoyar la actual demanda de pasajeros del Aeropuerto Internacional El Dorado, con la puesta en marcha de una nueva infraestructura denominada “El Dorado II”, el cual no contempla los aspectos ambientales y de ruido que la operación de un aeropuerto pueda tener sobre las áreas alrededor de la infraestructura (Deloitte, 2016).

Por otro lado, en junio de 2019, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) negó la licencia de construcción del proyecto Aeropuerto El Dorado II, que fue presentado por la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI), aseverando que no hay información técnica suficiente que permita establecer un concepto para emitir una licencia ambiental. Entre los factores cuyas afectaciones no se explican están las emisiones de ruido, los impactos a humedales en la zona, el manejo de los residuos líquidos y sólidos, entre otros. (El Espectador, 2019)

Así mismo, el pasado 23 de agosto, de acuerdo con el último informe de estudios sectoriales publicado por la Aeronáutica Civil, afirma que la movilización de pasajeros en

Colombia creció 10,1% durante el periodo de enero a julio del presente año, al pasar de 21 millones 193 mil usuarios en 2018 a 23 millones 326 mil pasajeros transportados en lo corrido del 2019 (Presidencia de la República, 2019), lo cual aumenta las operaciones aéreas.

Por ende, la intensidad con la que se propaga, la frecuencia, duración y naturaleza del ruido, puede llegar a convertirse en un agente nocivo para la salud de las personas y generar un impacto negativo en el ambiente, alterando el comportamiento natural de las personas y seres vivos que se encuentren expuestos a dicho fenómeno. (Chaparro & Linares, 2017).

De manera que, para este estudio se generaron mapas de ruido, con el fin de conocer la magnitud de este impacto sobre la vereda La Florida, lo cual permitirá a las autoridades ambientales competentes y al mismo Aeropuerto El Dorado, implementar medidas de manejo ambiental específicas que permitan prevenir, corregir o mitigar los niveles de ruido en la zona y así establecer las zonas críticas para que desarrollen alternativas de control.

Conforme a lo anterior, este proyecto apunta al objetivo de desarrollo sostenible número tres: Salud y bienestar, el cual además involucra todos los aspectos que permiten dar soluciones acertadas a los problemas de contaminación auditiva existentes para garantizar el bienestar y la salud de la comunidad. Así mismo, conforme a las acciones del Plan Nacional de Desarrollo frente a las metas para los sistemas de salud, se busca establecer políticas e instrumentos para la prevención y control de la contaminación por ruido.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL:**

Evaluar el componente atmosférico (ruido) debido a las actividades del Aeropuerto Internacional El Dorado sobre la vereda La Florida del municipio de Funza, Cundinamarca.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Caracterizar los niveles de ruido ambiental en la vereda La Florida del municipio de Funza, Cundinamarca.
- Generar el mapa de ruido para la vereda La Florida del municipio de Funza, Cundinamarca.
- Determinar la calidad del sueño de la población expuesta a los diferentes niveles de ruido ambiental en la vereda La Florida del municipio de Funza, Cundinamarca.

#### 4. MARCO NORMATIVO

Dentro de las problemáticas ambientales, el ruido es considerado como uno de los impactos ambientales que más afectan a la población en forma directa, causando dificultades auditivas, alteración de la tranquilidad y bienestar de las personas. Por lo cual, se crea una legislación a partir de estos problemas de ruido ambiental.

La **Resolución 0627 del 2006**, establece la Norma Nacional de Emisión de Ruido y Ruido Ambiental del Ministerio de Ambiente, Vivienda y desarrollo territorial, y considera como emisión de ruido a la presión sonora que generada en cualesquiera condiciones, trasciende al medio ambiente o al espacio público. (MAVDT, 2006). Siendo esta el estándar vigente para la evaluación en materia de ruido y siendo el ruido uno de los impactos que más afecta a las comunidades cercanas a los aeropuertos. La Resolución 627 de 2006 establece los estándares para equipos de medida, mediciones y mapas de ruido relacionados en este proyecto.

El Capítulo III de la presente resolución, contiene lo referente a ruido ambiental: su aplicabilidad, intervalo de tiempo de referencia, intervalo de largo plazo de tiempo de medida y los estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental (Ver Tabla 1). Los resultados obtenidos en las mediciones de ruido ambiental, deben ser utilizados para realizar el diagnóstico del ambiente por ruido, los cuales se llevan a mapas de ruido, de tal forma que permitan visualizar la realidad en lo que corresponde a ruido ambiental, identificando zonas críticas y posibles contaminadores por emisión de ruido, entre otros. Las mediciones de ruido ambiental se efectúan de acuerdo con el procedimiento estipulado en los Capítulos II y III del Anexo 3, de esta resolución. (MAVDT, 2006).

Tabla 1. *Estándares Máximos Permisibles de Niveles de Ruido Ambiental, expresados en Decibeles dB(A)*

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en db(a)	
		Día	Noche
Sector A. Tranquilidad y silencio.	Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.	55	45
Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	50
	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudios.		
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.		
Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	70
	Zonas con usos permitidos comerciales como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e	70	55

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en db(a)	
		Día	Noche
		industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.	
	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.	80	70
Sector D. Zona Suburbana o Rural de tranquilidad o ruido moderado.	Residencial Suburbana.		
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.	55	45
	Zonas de recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.		

*Fuente: Resolución 627 de 2006*

En el “**Artículo 12. Ruido de Aeronaves:** Para efectos de la emisión de ruido de aeronaves se tendrá en cuenta lo consagrado en la Resolución 2130 de 2004 de la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil o la que la adicione, modifique o sustituya”.

Por otro lado, la **Resolución 2130 de 2004**, considera que la operación de aeronaves en inmediaciones de los aeropuertos podría afectar adversamente a la comunidad en la



superficie, mediante la emisión de ruido en cantidades superiores a las permitidas, si no se toman las medidas necesarias para cuantificar dichos niveles de ruido, vigilar su emisión y atenuar sus efectos. (Aeronáutica Civil, 2004)

También la **Resolución 3185 del 13 de agosto de 2004** adopta un manual de atenuación de ruido para el Aeropuerto Internacional El Dorado de Bogotá, D.C, en la que menciona el **Artículo 1º**. *“En desarrollo de lo previsto en la Parte Once de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia, se adopta el Manual de Atenuación de Ruido para el Aeropuerto Internacional El Dorado de la ciudad de Bogotá”*. (Aeronáutica Civil, 2004)

El **Decreto 2564 del 23 de diciembre de 1999**. establece *“el término en el cual pueden operar en el espacio aéreo colombiano las aeronaves que no cumplan con los niveles de ruido previstos en el Capítulo III del Anexo 16 al Convenio de la Aviación Civil Internacional”* (Presidencia de la república, 1999).

Por su parte el **Decreto 948 del 5 de junio de 1995** contiene el Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire, mediante el que se establecen las normas y principios generales para la protección atmosférica, los mecanismos de prevención, control y atención de episodios por contaminación del aire, generada por fuentes contaminantes fijas y móviles, las directrices y competencias para la fijación de las normas de calidad del aire o niveles de inmisión, estándares de emisión y descarga de contaminantes a la atmósfera, emisión de ruido y olores ofensivos. (Ministerio del Medio Ambiente, 1995), también establece en el Artículo 15 los niveles de ruido ambiental de acuerdo con la clasificación de zonas, contempla limitaciones a la generación del ruido ambiental en los Artículos No. 48 al 56 y específicamente en el capítulo V: De la generación y emisión de ruido, en el artículo 57, lo concerniente al ruido de aeropuertos.

**Artículo 57. Ruido de Aeropuertos.** En las Licencias Ambientales que se otorguen para el establecimiento, construcción y operación de nuevos aeropuertos, la autoridad ambiental competente determinará normas para la prevención de la contaminación sonora relacionadas con los siguientes aspectos:

- a. Distancia de las zonas habitadas a las pistas de aterrizaje y carreteo, y zonas de estacionamiento y de mantenimiento.
- b. Políticas de desarrollo sobre uso del suelo en los alrededores del aeropuerto o helipuerto.
- c. Mapa sobre curvas de abatimiento de ruido.
- d. Número estimado de operaciones aéreas.
- e. Influencia de las operaciones de aproximación y decolaje de aeronaves en las zonas habitadas.
- f. Tipo de aeronaves cuya operación sea admisible por sus niveles de generación de ruido.

**Parágrafo Primero.** *“La autoridad ambiental competente podrá establecer medidas de mitigación de ruido para aeropuertos existentes y normas de amortiguación del ruido eventual, cuando se prevean ampliaciones de sus instalaciones de operación aérea o incrementos de tráfico”.* (Ministerio de Medio Ambiente, 1995).

**Parágrafo Segundo.** *“El Ministerio del Medio Ambiente, en coordinación con las autoridades aeronáuticas, podrá establecer prohibiciones o restricciones a la operación nocturna de vuelos en aeropuertos internacionales, que por su localización perturben la tranquilidad y el reposo en zonas habitadas. Las demás autoridades ambientales competentes tendrán la misma facultad para los aeropuertos nacionales”.* (Ministerio de Medio Ambiente, 1995).

Por su parte la **Constitución política de Colombia de 1991** consagra en el Artículo 79 que todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano.

Así mismo, la **Resolución 8321 de 1983** por la cual se dictan normas sobre Protección y Conservación de la Audición de la Salud y el bienestar de las personas, a causa de la producción y emisión de ruidos. (Ministerio de Salud, 1983). Define en el Artículo 1, **Contaminación por Ruido** que cualquier emisión de sonido que afecte adversamente la salud o seguridad de los seres humanos, la propiedad o el disfrute de la misma”. Así mismo, con esta resolución se vigila y controla sobre las normas de ruido en Colombia, el cual se considera como una problemática.

El **Decreto Ley 2811 de 1974** dicta el Código Nacional de Recursos Renovables y de Protección al Medio Ambiente, estableciendo las condiciones y requisitos necesarios para preservar y mantener la salud y la tranquilidad de los habitantes. En el **Artículo 192**, “tiene en cuenta las tendencias de expansión de las ciudades para la localización de aeropuertos y demás fuentes productoras de ruido y emanaciones difícilmente controlables”. (República de Colombia, 1974)

Finalmente, la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) fue creada en 1944 para promover el desarrollo seguro y ordenado de la aviación civil internacional en todo el mundo. El Convenio sobre Aviación Civil Internacional fue firmado el 7 de diciembre de 1944 por 52 estados. En octubre de 1947, la OACI se convirtió en un organismo especializado de las Naciones Unidas vinculado al Consejo Económico y Social, de la cual Colombia es miembro desde 1947. (Cancillería de Colombia, 2019)

El Anexo 16 sobre la protección del medio ambiente en el Convenio sobre Aviación Civil, consagra en el Volumen I, lo concerniente al ruido de las aeronaves, se detiene en dos

aspectos fundamentales a saber: la contaminación sonora (Ruido) y la calidad del aire (Emisiones contaminantes), dichos temas parten del criterio de disminución del impacto en la fuente; esto es, que tanto el ruido como las emisiones contaminantes deben tratarse no desde sus efectos sino desde sus causas. (Vélez L, 2011)

## 5. MARCO GEOGRÁFICO

### 5.1. Localización

El municipio de Funza se encuentra ubicado en la provincia Sábana de Occidente, en el departamento de Cundinamarca, tiene una extensión urbana de 4 km<sup>2</sup> y una extensión rural de 66 km<sup>2</sup>, para un total de 70 km<sup>2</sup> (Alcaldía de Funza, 2018). Se divide en 5 veredas, de las cuales hace parte la vereda La Florida, la cual colinda con las veredas El Hato y La Isla. Este municipio, en cuanto la estructura de la economía rural, se encuentran unidades de producción agrícolas y pecuarias, las cuales están constituidas por pequeños, medianos y grandes productores.

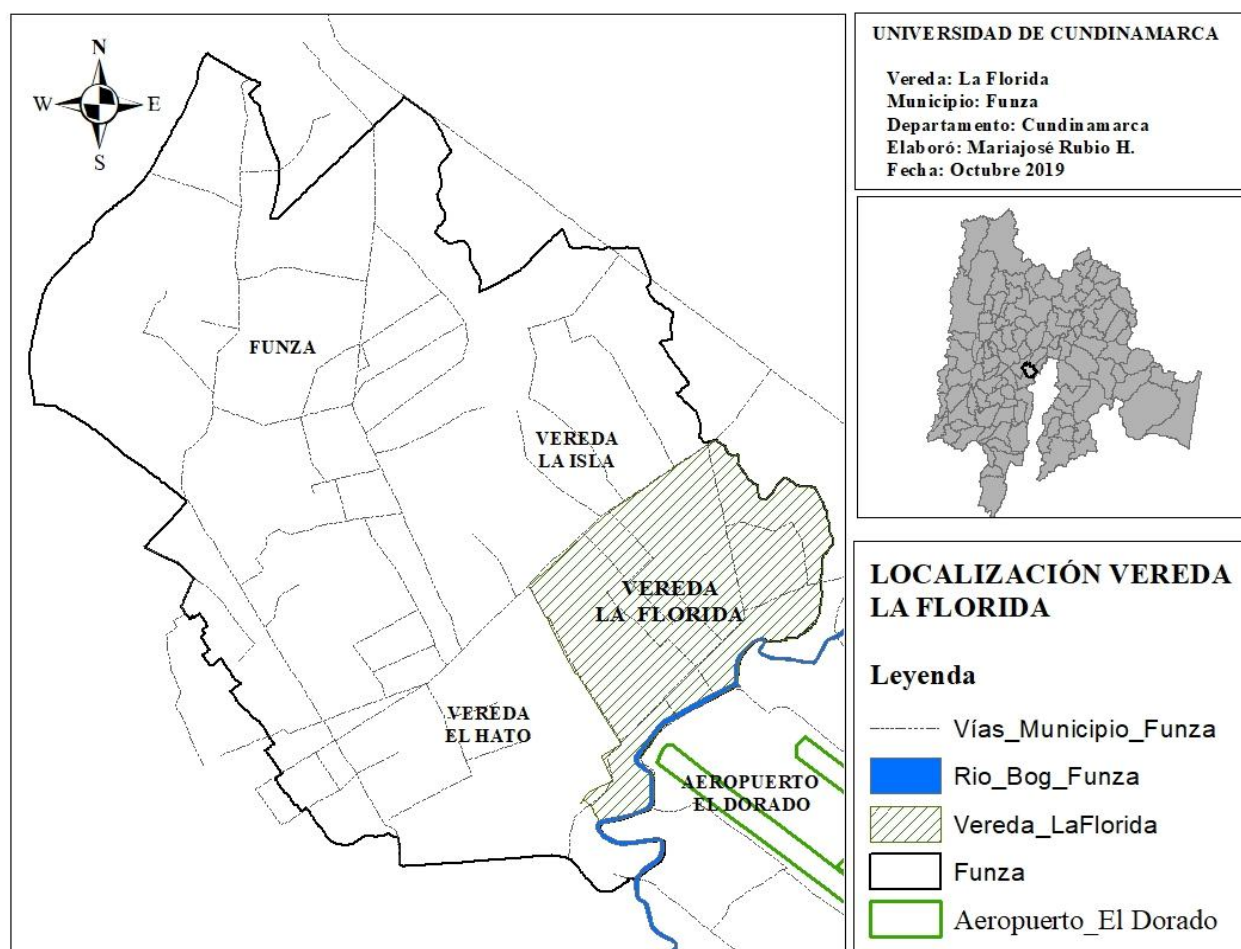


Ilustración 1. Localización vereda La Florida.

Fuente: Autor

## 6. MARCO TEÓRICO

La primera declaración internacional que contempló las consecuencias del ruido sobre la salud humana se remonta a 1972, cuando la Organización Mundial de la Salud (OMS) decidió catalogarlo genéricamente como un tipo más de contaminación. Siete años después, la Conferencia de Estocolmo clasificaba al ruido como un contaminante específico. Posteriormente, las primeras disposiciones oficiales fueron ratificadas por la Comunidad Económica Europea (CEE), que requirió a los países miembros un esfuerzo para regular legalmente la contaminación acústica. (Álvarez et al, 2017).

### 6.1. Ruido

El Ruido acústico se define según la Resolución 627 de 2006 como todo sonido no deseado por el receptor. En este concepto están incluidas las características físicas del ruido y las psicofisiológicas del receptor, un subproducto indeseable de las actividades normales diarias de la sociedad. Así mismo, define el sonido como la sensación percibida por el órgano auditivo, debido generalmente a la incidencia de ondas de comprensión propagadas en el aire (MAVDT, 2006).

### 6.2. Ruido Ambiental

La Directiva del Parlamento Europeo define el ruido ambiental como *“el sonido no deseado o nocivo generado por las actividades humanas, esto incluye el ruido emitido por el parque automotor, zonas industriales y/o comerciales”* (Comunidades Europeas, 2002). Por otro lado, la Organización Mundial de la Salud (OMS) define el ruido ambiental como el ruido de todas las fuentes, con excepción del ruido en el lugar de trabajo.

Así mismo, en la Resolución 627 del 2006 define la norma de ruido ambiental como: el valor establecido por la autoridad ambiental competente, para mantener un nivel

permisible de presión sonora, según las condiciones y características de uso del sector, de manera tal que proteja la salud y el bienestar de la población expuesta, dentro de un margen de seguridad (MAVDT, 2006).

### **6.3. Caracterización del Ruido**

El ruido como sonido, es medido en decibeles (dB), el decibelio es un valor relativo y logarítmico, que expresa la relación del valor medido respecto a un valor de referencia, estos se calculan por medio de un instrumento llamado sonómetro, el cual es capaz de medir el ruido que viaja por el aire, usando un micrófono que capta dichas señales permitiendo analizar la información y obtener los resultados en decibeles.

Para verificar la calibración de un sonómetro se utiliza un calibrador, el cual debe estar en una frecuencia de prueba normalmente de 1.000 Hz, y su amplitud puede variar en valores que van desde 94 dB hasta 124 dB. El calibrador debe acompañar siempre al medidor de ruido, ya que éste permitirá verificar si está midiendo bien o si se detecta algún sesgo que indique que el instrumento de medición no debe ser usado por alguna inconsistencia en su comportamiento. (SIMH, 2019).

### **6.4. Ruido en aeropuertos**

El ruido producido por los aviones puede afectar la salud y el bienestar de la población que vive o trabaja en las cercanías de los aeropuertos. Las alteraciones producidas pueden ir desde una ligera molestia hasta la interrupción de actividades importantes (Cano, 2009).

Según un estudio de la Oficina Federal Alemana para el medio ambiente realizado en la región situada alrededor del Aeropuerto de Colonia/Bonn demuestra que la afectación por

ruido provoca no solamente molestias, sino efectos graves para la salud, por ejemplo: riesgos de infartos miocárdicos, enfermedades cardiovasculares y del oído. (Pollman, 2014).

Así mismo, otros estudios de ruido ambiental, realizados en las zonas cercanas a los aeropuertos han demostrado que los problemas de salud se asocian con la molestia, la sensibilidad y la exposición al ruido de los aviones, tal como un estudio realizado en Alemania en el año 2005 sobre las respuestas de los residentes al ruido de las aeronaves en 66 áreas residenciales cercanas al Aeropuerto Internacional de Frankfurt, demostrando que el impacto del ruido de los aviones en los residentes que viven en las cercanías de un aeropuerto producen reacciones de estrés específicas de ruido (molestias, perturbaciones), así como en la calidad de vida. (Schreckenber et al, 2010).

### **6.5. Índices de calidad del sueño**

La calidad del sueño es un indicador de salud, ya que el tiempo necesario de sueño está sujeto a factores propios del organismo, del ambiente y de la conducta, por tanto, el estudio del sueño y sus patologías son importantes por su impacto sobre la salud de las personas y la salud pública en general (Gureje et al, 2007), así, el dormir bien, nos permite llevar adecuadamente nuestras actividades diarias.

Diferentes estudios establecen una reiteración elevada de alteraciones del sueño en Colombia y otras partes del mundo. Por ejemplo, un estudio realizado sobre los trastornos del sueño y los factores asociados en residentes de Fontibón expuestos al ruido del Aeropuerto El Dorado, evaluó la calidad del sueño mediante el Índice de Calidad del Sueño de Pittsburgh (ICSP) y la escala de somnolencia de Epworth (ESE), arrojando que los habitantes de la localidad presentaron mala calidad del sueño por exposición al ruido, siendo la operación aeroportuaria una de las principales fuentes generadoras. (Hospital de Fontibón, 2013)



Por otro lado, en el Aeropuerto Internacional de Filadelfia se realizó un estudio de los efectos del ruido de los aviones sobre el sueño en comunidades cercanas, donde participaron setenta y nueve personas (39 expuestos al ruido de los aviones y otros 40 no expuestos), que fueron monitoreados durante tres noches consecutivas con grabaciones de sonido en la habitación, demostrando que quienes vivían cerca al aeropuerto tenían una puntuación ICSP significativamente más alta, indicando una mala calidad del sueño. (Basner, Witte, Kallaracka, McGuire, 2017).

Estas condiciones han llevado a desarrollar instrumentos con la intención de evaluar estas alteraciones. Uno de los instrumentos para la aplicación de la calidad del sueño es el Índice de Calidad de Sueño de Pittsburg - ICSP, el cual fue desarrollado por Buysse y col., y validado en 1989 en Estados Unidos, con el objetivo de evaluar la calidad del sueño y sus alteraciones clínicas (Luna, S. Robles, A, & Agüero, P, 2015)

El cuestionario cuenta con 19 preguntas de autoevaluación, utilizadas para la obtención de la puntuación global. Estas preguntas se organizan en 7 componentes, que son: calidad subjetiva de sueño, latencia, duración, eficiencia, perturbaciones del sueño, uso de medicación para dormir y disfunción diurna.

La suma de las puntuaciones de estos componentes da una puntuación total que varía entre 0 y 21 puntos, clasificando la perturbación del sueño de la siguiente manera:

Tabla 2. *Perturbaciones del sueño, de acuerdo al total obtenido del ICSP*

Rango	Perturbaciones del sueño
( <b>&lt; 5</b> )	Sin problemas de sueño
( <b>5-7</b> )	Merece atención médica
( <b>8-14</b> )	Merece atención y tratamiento medico
( <b>&gt;15</b> )	Se trata de un problema de sueño grave

## 6.6. Mapas de ruido

Según la Directiva del Parlamento Europeo y el Consejo sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental, un mapa de ruido se define como: *“la presentación de datos sobre una situación acústica existente o pronosticada en función de un indicador de ruido, en la que se indicará el rebasamiento de cualquier valor límite pertinente vigente, el número de personas afectadas en una zona específica o el número de viviendas expuestas a determinados valores de un indicador de ruido en una zona específica”*. (Comunidades Europeas, 2002). Estos mapas son *“un método efectivo y relativamente económico de manejo, administración y manipulación de datos referidos al ruido y constituye una herramienta fundamental de gestión, planificación y control de ruido”*. (CAR, 2007)

Los mapas de ruido son utilizados como documento básico para conocer la realidad de ruido ambiental en áreas rurales o urbanas y así, poder desarrollar planes, programas y proyectos preventivos, correctivos o de seguimiento (ANLA, 2015).

De acuerdo con lo estipulado en la Res 627 del 2006 en el Anexo 5: “Mapas de Ruido presentación de resultados”, se usa la siguiente combinación de colores (Tabla 3).

Tabla 3. *Combinación de colores para representaciones gráficas con 5 dB(A)*

<b>Zona de ruido dB(A)</b>	<b>Color</b>	<b>Sombreado</b>
<b>Menor de 35</b>	Verde Claro	Puntos pequeños, baja densidad
<b>35 a 40</b>	Verde	Puntos medianos, media densidad
<b>40 a 45</b>	Verde oscuro	Puntos grandes, alta densidad

<b>Zona de ruido dB(A)</b>	<b>Color</b>	<b>Sombreado</b>
<b>45 a 50</b>	Amarillo	Líneas verticales, baja densidad
<b>50 a 55</b>	Ocre	Líneas verticales, media densidad
<b>55 a 60</b>	Naranja	Líneas verticales, alta densidad
<b>60 a 65</b>	Cinabrio	Sombreado cruzado, baja densidad
<b>65 a 70</b>	Carmín	Sombreado cruzado, media densidad
<b>70 a 75</b>	Rojo lila	Sombreado cruzado, alta densidad
<b>75 a 80</b>	Azul	Franjas verticales anchas
<b>80 a 85</b>	Azul oscuro	Completamente negro

*Fuente: (MAVDT, 2006)*

### **6.7. Efectos sobre la salud por el ruido en zonas cercanas a aeropuertos**

De acuerdo con la información anterior, los niveles altos de ruido durante un tiempo prolongado, pueden provocar pérdidas temporales o definitivas en la audición. El ruido es un agente perturbador que no solo acarrea problemas sociales, sino también efectos negativos sobre la salud y el comportamiento de los individuos (Cano, 2009). Por ello, la Organización Mundial de la Salud (OMS) establece los efectos negativos a la salud por la exposición a ciertos niveles de presión sonora expresados en dB, tal como se muestra en la Tabla 4:

Tabla 4. *Efectos del ruido y sus umbrales establecidos por la OMS.*

<b>Efecto</b>	<b>Umbral (Decibeles)</b>
Perdida en la calidad y dificultad para conciliar el sueño.	30 Db
Dificultad en la comunicación verbal	40 dB.
Interrupción del sueño	+45 Db
Malestar diurno entre moderado y fuerte	Entre 50 y 55 dB
La comunicación verbal extremadamente difícil	+65 Db
Pérdida de oído a largo plazo	75 Db
Pérdida de oído a corto plazo	Entre 110-140 dB

*Fuente: Organización Mundial de la Salud (OMS)*

Según Daniel Bernabeu indica que “*El ruido debe considerarse como un contaminante ambiental de primer orden con efectos nocivos importantes sobre la salud de la población y su calidad de vida. Su ubicuidad y difícil control hace que esté presente en prácticamente todos los ámbitos de la vida cotidiana y, por tanto, estemos expuestos a sus efectos.*” Por tanto, el ruido más allá de ser una molestia, causa enfermedades y resta la calidad de vida en las personas, por lo que se considera que la contaminación acústica se ha convertido en un problema de salud pública de primer orden. (Fernández M, 2017)

### **6.8. Evaluación de impacto ambiental del componente atmosférico (ruido).**

Por otro lado, la evaluación de los impactos ambientales consiste en la identificación, interpretación y medición de las consecuencias ambientales de los proyectos. De acuerdo con Conesa Fernández Vítora (1997), la importancia del impacto se mide “*en función, tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cualitativo tales como extensión,*

*tipo de efecto plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad”.*

Así mismo, los impactos ambientales valorados como significativos, deben ser prevenidos, mitigados, corregidos o compensados, de acuerdo a los Planes de Manejo Ambiental; los cuales, tienen como objetivo garantizar que la calidad ambiental de los factores físicos, bióticos y/o socioeconómicos no se afecten de manera significativa por las acciones o actividades del proyecto (MAVDT, 2010).

Conforme a lo mencionado, para contrarrestar el deterioro de la calidad de vida de las comunidades que viven alrededor de los aeropuertos, los entes competentes en la aviación, son requeridos para explorar escenarios con diferentes opciones de tecnología, procedimientos de vuelo y estrategias de reemplazo de las aeronaves (Torija et al, 2017).

## **7. METODOLOGÍA**

En el presente estudio, la metodología utilizada es de tipo cuantitativo con el fin de medir los niveles de ruido causados por las actividades de aterrizaje y despegue de los aviones en el Aeropuerto el Dorado, con un análisis de información cualitativo ya que se referencia la aplicación de una encuesta de percepción del ruido e Índice de Calidad de Sueño de Pittsburg, con un alcance descriptivo que permite comparar los resultados de las mediciones obtenidas con la opinión de las personas residentes en la vereda La Florida.

### **7.1. Caracterización de los niveles de ruido en la vereda La Florida del municipio de Funza, Cundinamarca.**

El procedimiento de medición para ruido ambiental, se realizó tal como lo indica la resolución 627 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y desarrollo Territorial, en los capítulos II y III del Anexo 3.

Inicialmente se realizó una descripción general de la vereda La Florida para determinar el número de puntos de monitoreo, luego se localizaron geográficamente los puntos a evaluar y se establecieron los tiempos de medición.

Cada medición se realizó empleando el sonómetro, previamente calibrado a 94 dB por un período de 15 minutos y con el micrófono orientado así: Norte, Sur, Este, Oeste y Vertical hacia arriba, según se estipula en el Artículo 5 de la Resolución 627 del 2006. Dichas mediciones se realizaron en horario diurno y nocturno, tal como lo indica la resolución.

Tabla 5. *Horarios de medición diurnos y nocturnos.*

<b>DIURNO</b>	<b>NOCTURNO</b>
De las 7:01 a las 21:00 horas	De las 21:01 a las 7:00 horas

*Fuente: Resolución 627 de 2006 (MAVDT, 2006)*

Luego, la determinación del nivel de presión sonora continuo equivalente (LAeq) se realiza y expresa en decibeles corregidos por tonos e impulsividad; se lleva a cabo por medio de la siguiente expresión:

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

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

Lo anterior, se realiza usando el equipo de medición de ruido detallado a continuación en la Tabla 6:

Tabla 6. *Equipo de medición*

Instrumento	Descripción	Uso
<b>Sonómetro PCE – 428</b> 	<p><b>Clase:</b> 2 CE-428 con banda de octavas o tercio de octavas</p> <p><b>Muestra:</b> Nivel de presión de sonido (SPL) numérica y gráficamente en tiempo real.</p> 	<p>Medición de niveles de presión sonora en un lapso de 15 minutos, De acuerdo con el Artículo 5, de la Res 627 del 2006, debe constar de 5 mediciones parciales, distribuidas en tiempos de 3 minutos, orientada en una posición diferente: Norte, Sur, Este, Oeste y Vertical.</p>
<b>Calibrador</b> 	<p>Permite calibrar el sonómetro y garantizar mediciones más precisas, con certificado de calibración ISO</p> 	<p>Antes de iniciar la medición, se debe realizar la calibración en 94dB para cada punto.</p>



---

**Anemómetro Topker GM8908**

Anemómetro de Registro la velocidad del enfriamiento por viento de viento en km/h y la temperatura del viento.



---

**Trípode**

Estructura vertical en aluminio. Sostiene el micrófono a una altura de 4 metros.

---

*Fuente: Autor*

En conjunto, se realiza la medición, tal como se evidencia en la Fotografía 1:



Fotografía 1. *Monitoreo de ruido.*

Luego, los datos son descargados y procesados en el programa Post Process of SLM file-PCE, el cual arroja el resultado para cada una de las diferentes posiciones: Norte, Sur, Este, Oeste y Vertical, en la casilla SPLAS.



Ilustración 2. PCE



Ilustración 3. Tratamiento de datos en PCE

En la ilustración anterior, se verifica la fecha de medición (día, mes, año), así mismo, la hora y el tiempo de medición, el cual corresponde a 15 minutos, indicando la hora inicial y final.

## **7.2. Generación del mapa de ruido para la vereda La Florida del municipio de Funza, Cundinamarca.**

### **7.2.1. Puntos de monitoreo.**

Para la evaluación del ruido ambiental se ubicaron 30 puntos de monitoreo (Ver Ilustración 4) teniendo en cuenta lo establecido en el Anexo III Capítulo III de la resolución 627 de 2006 sobre el procedimiento para la determinación del número de puntos y de los tiempos de medición para ruido ambiental (MAVDT, 2006):

1. Definir claramente los objetivos del estudio
2. Realizar un estudio y evaluación rápida de la(s) ciudad(es) y de la(s) zona(s) a estudiar
3. Determinar las áreas donde se deben hacer las mediciones.
4. Establecer una grilla o retícula sobre estos sectores
5. Determinar las distancias máximas para ubicación de sitios de medida
6. Ubicar los sitios de medida, estableciendo el número de horas diurnas y nocturnas durante las cuales se efectúa la toma de mediciones
7. Establecer los horarios de medición
8. Establecer el número de días por semana y el número de semanas por mes durante las cuales se efectúan las mediciones
9. Determinar el número de meses al año durante los cuales se desarrollan mediciones.
10. Establecer otras actividades a desarrollar simultáneamente con la tarea de mediciones.

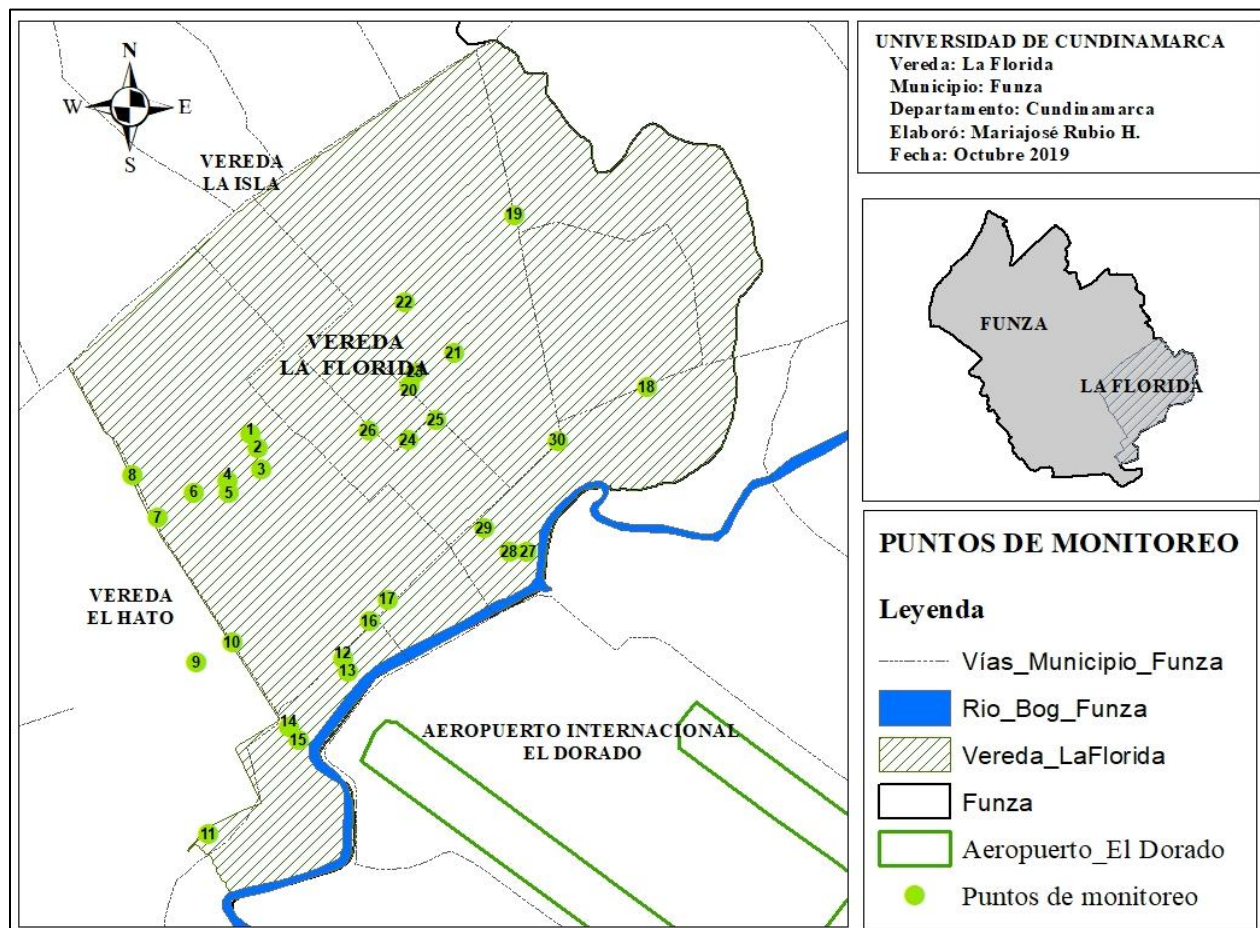


Ilustración 4. *Puntos de monitoreo de ruido ambiental en la vereda La Florida*  
Fuente: Autor

El monitoreo de ruido ambiental en la vereda La Florida se realizó con la medición de 30 puntos, en horario diurno y nocturno, en los meses de mayo y junio, según lo definido por la resolución 627 de 2006, para determinar zonificación de ruido y a su vez verificar el cumplimiento de la normatividad.

Para el manejo de la información en Arc-Gis, se requiere que se tenga una hoja de cálculo en Excel, que contenga las siguientes columnas:

- ❖ Punto: Identificador del punto de medición

- ❖ Este: Coordenada X del punto de medición
- ❖ Norte: Coordenada Y del punto de medición.
- ❖ Valores de presión sonora de cada uno de los meses, los cuales deben estar en columnas con formato tipo número, para que el software Arc-GIS las reconozca.

El mapa de ruido se generó usando el software Arc-Gis 10.5, inicialmente se debe activar la barra de herramientas de Geostatistical Analyst, para ello se debe dar clic en **Customize** seguido de **Extensions** (Ilustración 5).

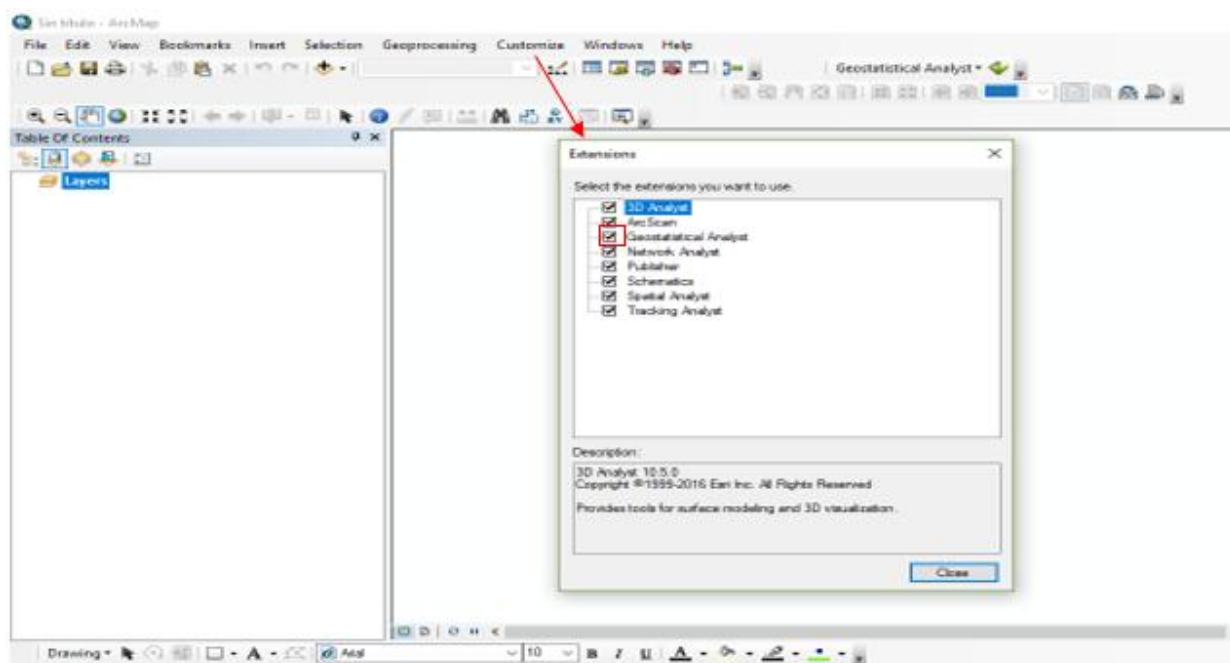


Ilustración 5. Activar *Geostatistical analyst*

Después, se debe insertar la hoja de cálculo con los datos correspondientes, y así mismo, establecer el sistema de coordenadas de los datos (Ilustración 6). Permitiendo visualizar los puntos monitoreados en el mapa (Ilustración 7).

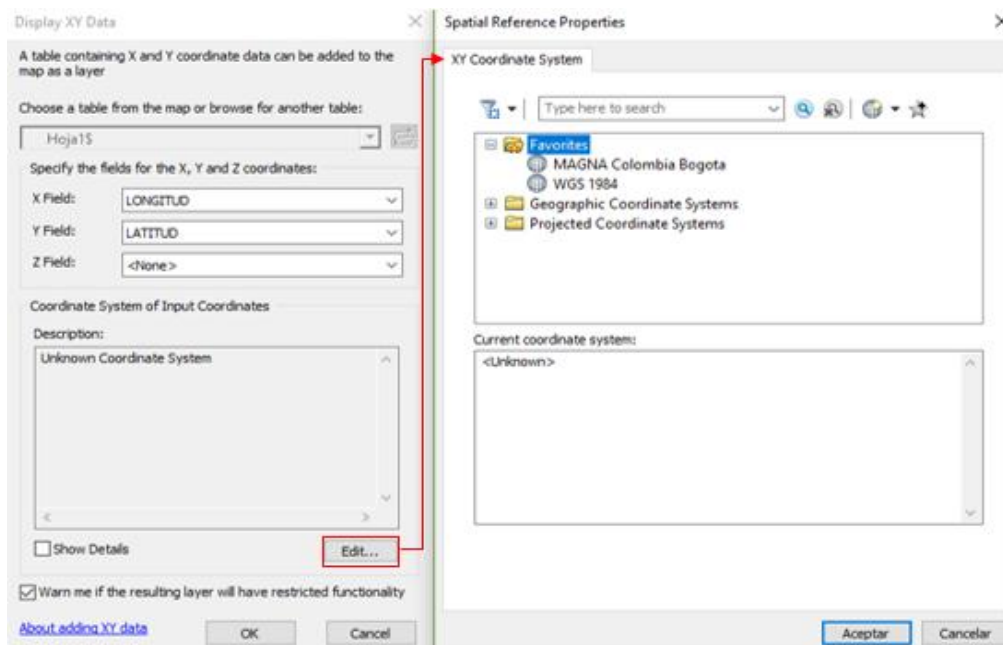


Ilustración 6. Establecer datos y coordenadas.

Para la ubicación de los puntos de monitoreo en la vereda “La Florida” del municipio de Funza, se usó el sistema de coordenadas Magna\_Sirgas\_Bogotá y proyección Transverse Mercator.

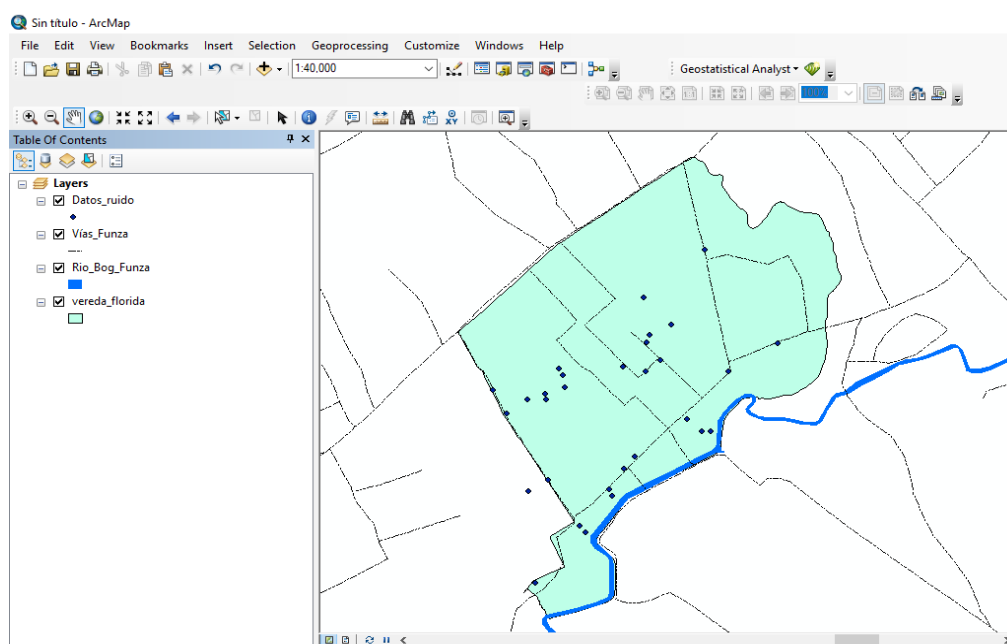


Ilustración 7. Visualización de la información básica.



Luego, se empleó el método de interpolación Inverse Distance Weighting (IDW), el cual arroja resultados satisfactorios, cuando hay gran cantidad de puntos de medición de ruido ambiental en el área y estos están distribuidos correctamente (Ilustración 8).

El método IDW se utiliza teniendo en cuenta los datos obtenidos de las fuentes de ruido y las distancias entre ellos. Para su predicción, IDW emplea los valores dados que rodean la ubicación prevista. Predice que cada punto dado tiene una influencia local que se reduce con el espacio; dando así mayor peso a los puntos más cercanos a la ubicación de predicción, en función del efecto de disminución de la distancia (Oyedepo et al., 2019).

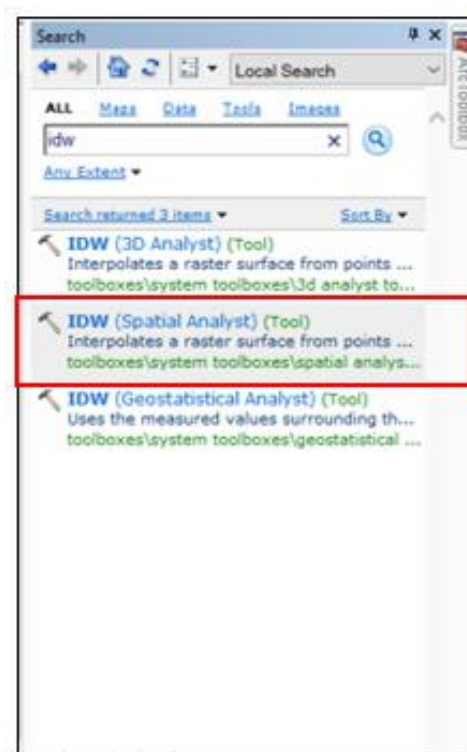


Ilustración 8. *Buscar el método de interpolación IDW*

En seguida, aparecerá una nueva ventana, donde se debe seleccionar en la casilla N°1 los datos anteriormente insertados en la hoja de cálculo. En la segunda casilla se debe escoger los datos del mes a representar, en este caso “M\_D” corresponde a los datos obtenidos en horario

diurno en el mes de mayo (Ilustración 9). Posteriormente, dar clic en **Environments**, para extender la capa en el mapa de la vereda La Florida (Ilustración 10).

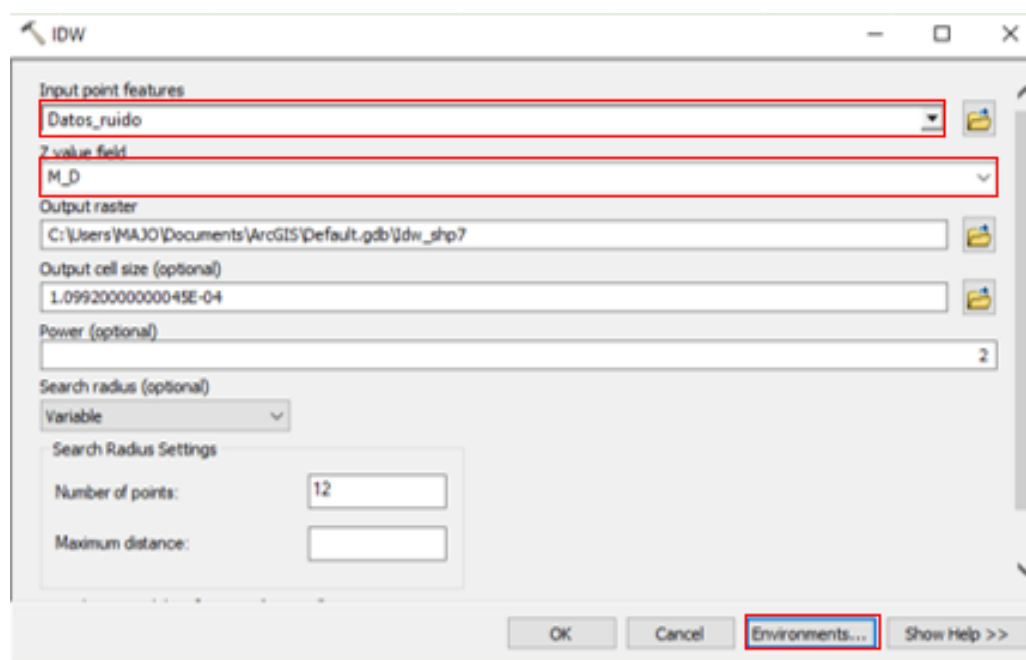


Ilustración 9. Herramienta IDW

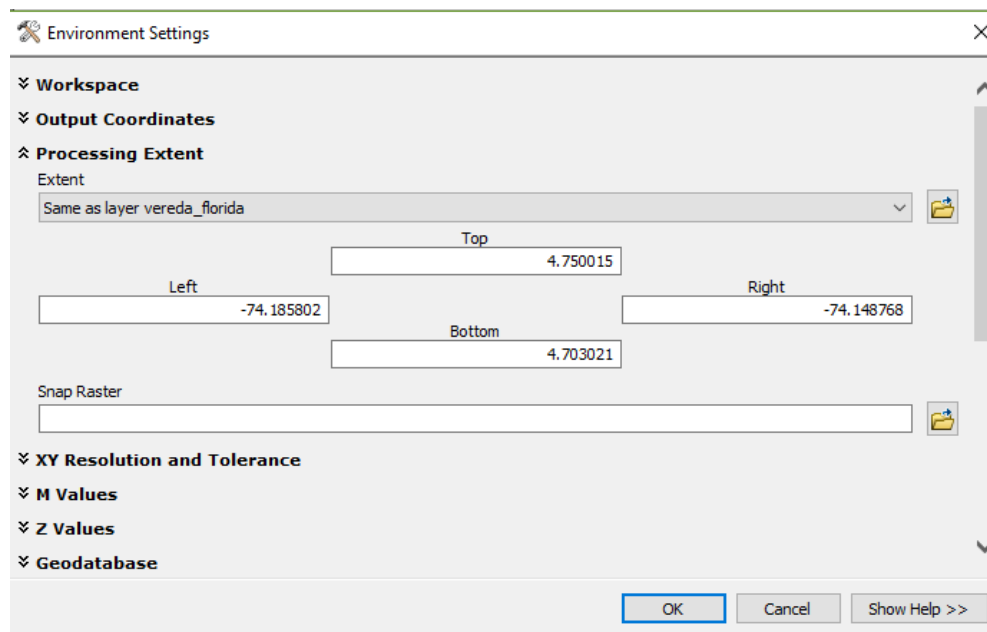


Ilustración 10. Ajustes



A continuación, se genera el mapa de ruido, ocupando toda el área de la zona de estudio (Ilustración 11) y se procede a ajustar los rangos de acuerdo a las características establecidas (Ilustración 12).

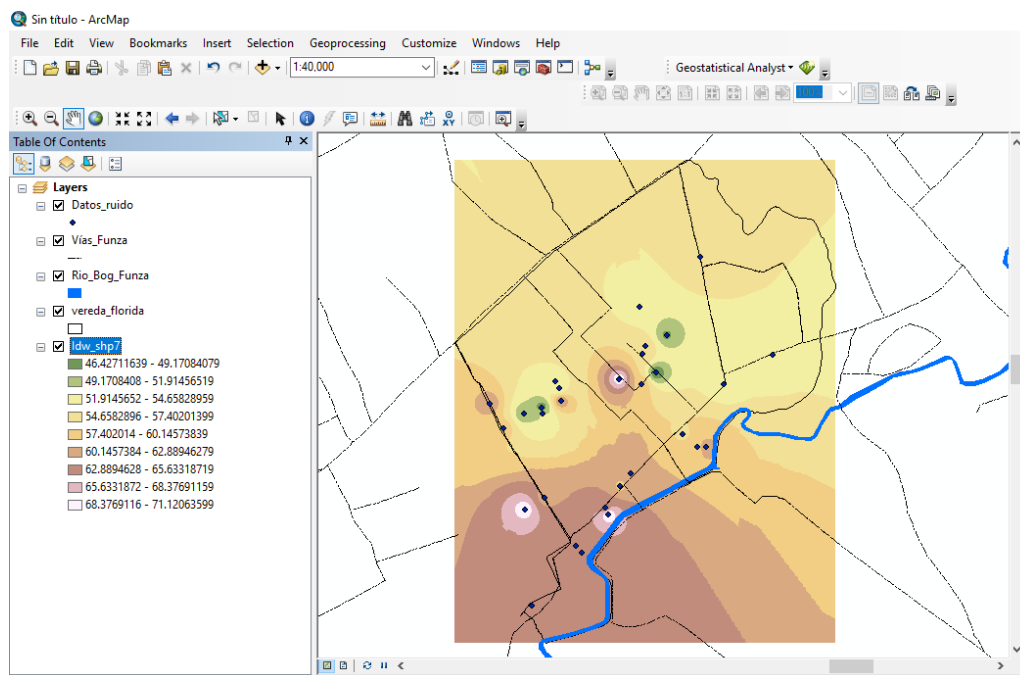


Ilustración 11. Generación de mapa de ruido

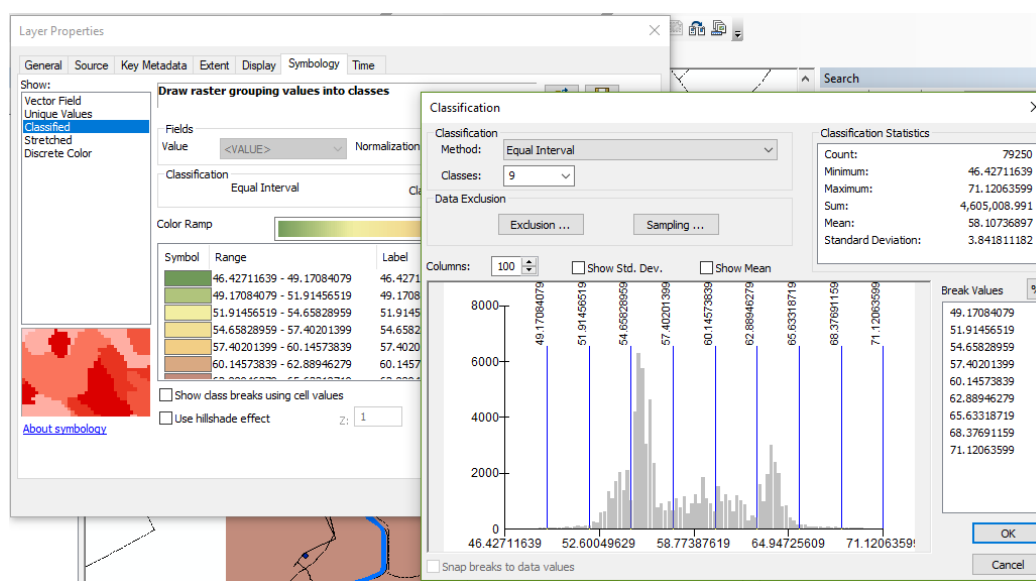


Ilustración 12. Modificación de rangos y colores de acuerdo a las características establecidas.

### **7.3. Determinación de la calidad del sueño en la población expuesta a los diferentes niveles de ruido ambiental en la vereda La Florida del municipio de Funza, Cundinamarca.**

Se efectuó una encuesta (Anexo 2) sobre percepción del ruido y la calidad de sueño en la población de la vereda La Florida, a través de la aplicación del instrumento índice de calidad de sueño de Pittsburg ICSP, el cual ha sido utilizado a nivel mundial en similares estudios (Kim S, 2014). La encuesta se aplicó a 60 personas, mayores de edad residentes en la vereda, las cuales fueron seleccionadas aleatoriamente, tales resultados fueron comparados con los datos obtenidos de los niveles de ruido y el mapa de ruido.

Para la obtención de la muestra se realizó el siguiente cálculo, con un nivel de confianza del 90% y con una muestra poblacional de 300 personas.

#### **7.3.1. Tamaño de la muestra.**

$$\text{Tamaño de la muestra} = \frac{\frac{Z^2 \times p(1-p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{Z^2 \times p(1-p)}{e^2 N}\right)}$$

N = tamaño de la población (300 personas)

- La cantidad total de personas en el grupo objeto de estudio.

e = margen de error

- Es el error muestral deseado.

$p$  = probabilidad de éxito.

- Es la proporción de personas que posee la característica del estudio.
- $(1-p)$  es la proporción de personas que no posee la característica del estudio.

$z$  = puntuación  $z$

- Es una constante que depende del nivel de confianza que le asignemos al estudio.

Para establecer  $Z$  se debe tener en cuenta la siguiente información:

Tabla 7. *Puntuación Z*

<b>Nivel de confianza deseado</b>	<b>Puntuación <math>z</math></b>
<b>80 %</b>	1.28
<b>85 %</b>	1.44
<b>90 %</b>	1.65
<b>95 %</b>	1.96
<b>99 %</b>	2.58

*Fuente: Survey Monkey*

Por lo cual, escogimos un 90% de nivel de confianza. El resultado se obtuvo con la aplicación SurveyMonkey, el cual arrojó un tamaño de muestra mínimo de 56 personas, en la que los encuestados se eligieron completamente al azar entre la población total del grupo objetivo.

#### **7.4. Evaluación del Impacto Ambiental**

La evaluación de los posibles impactos ambientales debido a las actividades de aterrizaje y despegue en el aeropuerto El Dorado se realizó tomando como base la metodología propuesta por Conesa Fernández, la cual se adapta a las características del proyecto para definir y ponderar los criterios de evaluación y determinar la importancia de los efectos. En la *Tabla 8* se

presenta la descripción de los criterios. Los impactos evaluados sobre el ruido corresponden a la modificación de los niveles de presión sonora y modificación de la calidad del sueño.

La importancia de un impacto está determinada por la combinación de los criterios de calificación descritos en la *Tabla 8*. Razón por la cual se define la importancia como el resultado de la suma de todos los criterios evaluados para cada impacto, excepto la magnitud que se multiplicaría por tres (3) y la cobertura por dos (2) (*Tabla 9*); debido a que estos dos criterios, de acuerdo con la experiencia, son relevantes en la determinación del valor de un impacto. La importancia del mismo, permite priorizar los impactos y así determinar las acciones de manejo ambiental requeridas (Fernández C, 2010).

Tabla 8. *Criterios para realizar valoración de los impactos ambientales.*

<b>CRITERIOS</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>VALOR</b>
<b>Carácter (CR)</b>	Positivo si genera cambios favorables sobre el elemento ambiental afectado	(+)
	Negativo si los cambios son perjudiciales.	(-)
<b>Magnitud (MG)</b>	Magnitud baja	1
	Magnitud media	4
	Magnitud alta	8
<b>Cobertura (CO)</b>	Puntual: efectos generados en el área directamente intervenida por el proyecto.	1
	Local: efectos que trascienden las áreas directamente intervenidas por el proyecto.	4
	Regional cuando el efecto social, físico o biótico abarca el área de estudio en la totalidad de su extensión y/o puede llegar a trascenderlo, hasta llegar al orden municipal.	8

<b>CRITERIOS</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>VALOR</b>
<b>Duración (DR)</b>	Fugaz: si el efecto persiste por menos de un (1) año	1
	Temporal: si el efecto persiste por 1 a 10 años.	4
	Pertinaz: si el efecto persiste de 11 a 15 años.	8
	Permanente: si el efecto persiste por un tiempo indefinido o mayor a 15 años.	12
<b>Reversibilidad (RS)</b>	Corto Plazo: la recuperación natural se puede producir en menos de dos (2) años.	1
	Mediano Plazo: la recuperación natural de se puede producir entre dos (2) años y seis (6) años.	4
	Largo Plazo: la recuperación natural se puede producir entre seis (6) años y quince (15) años.	8
	Irreversible: la recuperación natural sin medidas de manejo, no es posible.	12
<b>Recuperabilidad (RE)</b>	Corto Plazo: el efecto se puede eliminar en un tiempo menor a un (1) año.	1
	Mediano Plazo: el efecto se puede eliminar en un tiempo entre un (1) año y tres (3) años.	4
	Largo Plazo: el efecto se puede eliminar en un tiempo entre cuatro (4) años y diez (10) años.	8
	Irrecuperable: el efecto no se puede eliminar ni mitigar con medidas de manejo socio-ambiental.	12
<b>Periodicidad (PE)</b>	Irregular: el efecto se manifiesta esporádicamente y de forma imprevisible a lo largo de la duración del proyecto.	1
	Periódico: el efecto se manifiesta de forma regular pero intermitente a lo largo de la duración del proyecto.	4

CRITERIOS	CALIFICACIÓN	VALOR
	Discontinuo: el efecto se manifiesta de forma irregular a lo largo de la duración del proyecto.	8
	Continuo: el efecto se manifiesta constantemente o permanentemente a lo largo de la duración del proyecto.	12
<b>Tendencia (TD)</b>	Simple: Cuando una acción se manifiesta sobre un solo componente ambiental.	1
	Acumulativo: Cuando una acción al prolongarse en el tiempo, incrementa progresivamente la magnitud del efecto.	4
<b>Tipo (Ti)</b>	Directo: se da cuando el efecto que se está evaluando es consecuencia de la actividad o acción que se está desarrollando.	4
	Indirecto: se da cuando el efecto que se genera sobre una variable socio-ambiental es consecuencia de la interacción con otra variable.	1
<b>Sinergia (SI)</b>	Sin sinergia: Cuando el potencial de multiplicación de los efectos es bajo	1
	Con sinergia: Cuando el potencial de multiplicación de los efectos es alto	4

Tabla 9. *Importancia del impacto ambiental*

IMPORTANCIA DEL IMPACTO		
CARÁCTER NEGATIVO		
<b>IMPORTANCIA (I)=</b> <b>- (3MG+2CO+DR+RS+RE+PE+TD+TI+SI)</b>	<b>Irrelevante</b>	<b>&lt;-25</b>
	<b>Moderado</b>	<b>-25 A &lt;-50</b>
	<b>Severo</b>	<b>-51 A -75</b>
	<b>Critico</b>	<b>&gt;-75</b>

## 8. RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 8.1 Caracterización del Ruido Ambiental en la vereda La Florida

En la *Tabla 10* se presentan los resultados de los puntos monitoreados y su comparación con la Resolución 627 de 2006.

Tabla 10. *Resultados de los monitoreos de ruido ambiental en la vereda La Florida*

<b>Sector D. Zona suburbana o rural de tranquilidad y ruido moderado - Estándar máximo Artículo 17 Res 627/2006 - Diurno: 55dB Nocturno: 45 dB</b>				
<b>Punto</b>	<b>Diurno Mayo</b>	<b>Diurno Junio</b>	<b>Nocturno Mayo</b>	<b>Nocturno Junio</b>
<b>1</b>	54,2	50,7	45,0	57,0
<b>2</b>	51,1	56,7	49,5	54,1
<b>3</b>	64,0	55,7	58,5	62,6
<b>4</b>	46,8	62,2	62,7	57,6
<b>5</b>	52,4	50,7	59,2	62,7
<b>6</b>	49,6	50,0	58,2	54,5
<b>7</b>	59,1	62,0	65,4	53,7
<b>8</b>	62,3	63,0	57,3	52,6
<b>9</b>	69,9	69,6	51,3	54,0
<b>10</b>	62,1	58,7	57,5	52,8
<b>11</b>	65,2	63,1	59,4	54,7
<b>12</b>	62,9	65,3	55,3	60,0
<b>13</b>	71,2	63,7	56,6	59,9
<b>14</b>	62,9	55,9	57,8	62,8
<b>15</b>	63,8	64,4	60,9	62,2
<b>16</b>	59,6	61,1	55,2	54,9
<b>17</b>	61,2	54,3	55,2	54,0

**Sector D. Zona suburbana o rural de tranquilidad y ruido moderado -  
Estándar máximo Artículo 17 Res 627/2006 - Diurno: 55dB Nocturno: 45 dB**

<b>Punto</b>	<b>Diurno Mayo</b>	<b>Diurno Junio</b>	<b>Nocturno Mayo</b>	<b>Nocturno Junio</b>
<b>18</b>	52,7	54,5	56,5	54,9
<b>19</b>	57,0	57,7	53,9	49,7
<b>20</b>	57,7	50,4	47,9	53,1
<b>21</b>	48,6	49,4	59,3	50,0
<b>22</b>	52,3	46,5	50,5	48,6
<b>23</b>	56,1	58,7	47,4	51,2
<b>24</b>	59,9	75,3	63,0	54,0
<b>25</b>	46,4	56,7	55,7	50,5
<b>26</b>	70,2	71,2	51,2	58,4
<b>27</b>	61,1	67,1	47,0	67,3
<b>28</b>	59,6	65,7	52,7	64,4
<b>29</b>	56,8	66,1	53,9	61,6
<b>30</b>	52,2	55,9	54,9	41,8

\*Verde: Cumple; Amarillo: No Cumple

De acuerdo a los resultados obtenidos en la *Tabla 10* se calcula el porcentaje de incumplimiento de los estándares máximos de ruido ambiental permitidos en el artículo 17 de la resolución 627 de 2006, evidenciando que para el horario diurno se incumplió en un 68% para el mes de mayo y en un 73% para el mes de junio, de igual manera, para el horario nocturno el 97 % de los puntos monitoreados incumplieron en ambos meses.

Con base en lo anterior, se puede afirmar que los niveles de presión sonora en la vereda La Florida son modificados por las actividades de aterrizaje y despegue de aeronaves debido a que es la única fuente de emisión de ruido evidenciada en el área de estudio.



## 8.2. Mapas de Ruido en la vereda La Florida.

En las siguientes ilustraciones se presentan los mapas de ruido para la vereda La Florida en los horarios diurno y nocturno, correspondientes a los datos obtenidos durante los meses de mayo y junio del año 2019. Se puede observar que la mayoría del área de la vereda La Florida presenta niveles de presión sonora por encima de los estándares máximos permitidos para ambos horarios.

La representación de los niveles de ruido ambiental monitoreados en el mes de mayo, en horario diurno se ven evidenciados en las ilustraciones 13, 14 y 15:

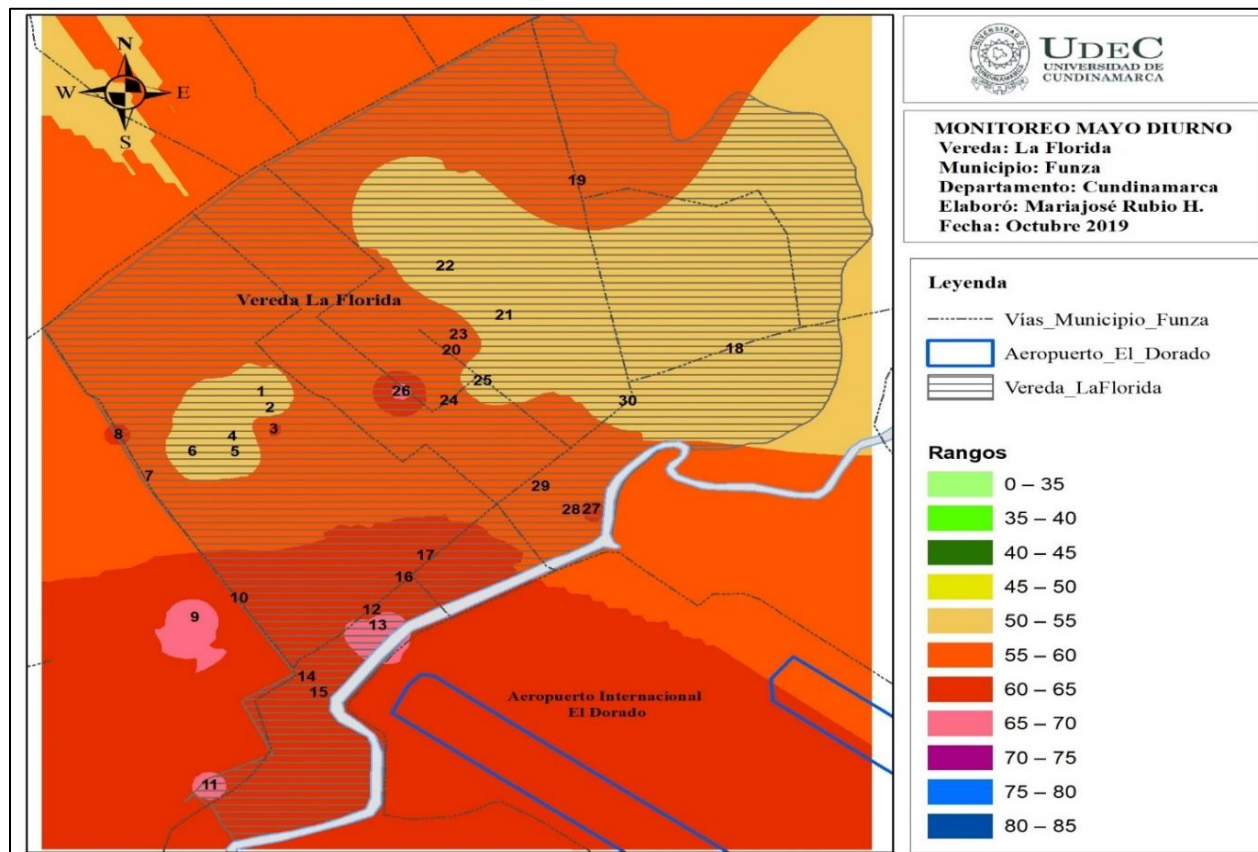


Ilustración 13. Mapa de ruido ambiental horario diurno en el mes de mayo en la vereda La Florida

Fuente: Autor

### Resolución 627 De 2006-Mayo Diurno-cumplimiento

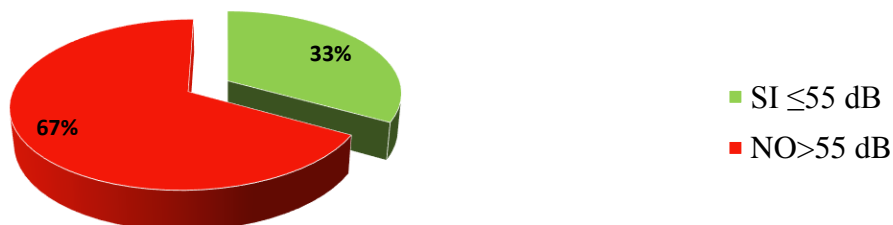


Ilustración 14. Porcentaje de cumplimiento de la Res. 627 de 2006 para mayo diurno  
Fuente: autor

El 33% de los puntos monitoreados cumplieron con los estándares máximos permisibles y el 67% incumplió en el mes de mayo en horario diurno.

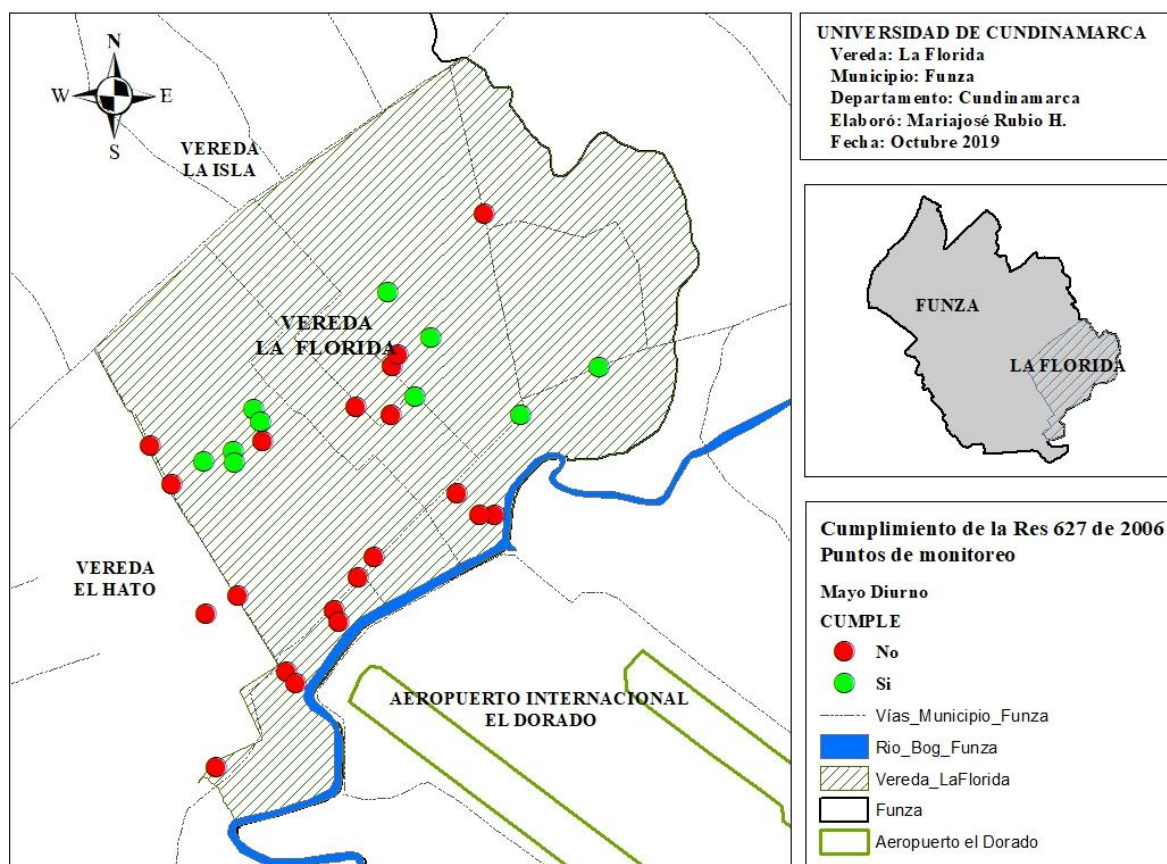


Ilustración 15. Puntos de monitoreo mayo diurno cumplimiento de la norma  
Fuente: Autor

Así mismo, se establece que los puntos monitoreados 9, 24, 26, 27, 28 y 29, ubicados sobre la trayectoria de los aviones, presentan mayores niveles de ruido entre 65 y 70 decibeles, en horario diurno para el mes de junio.

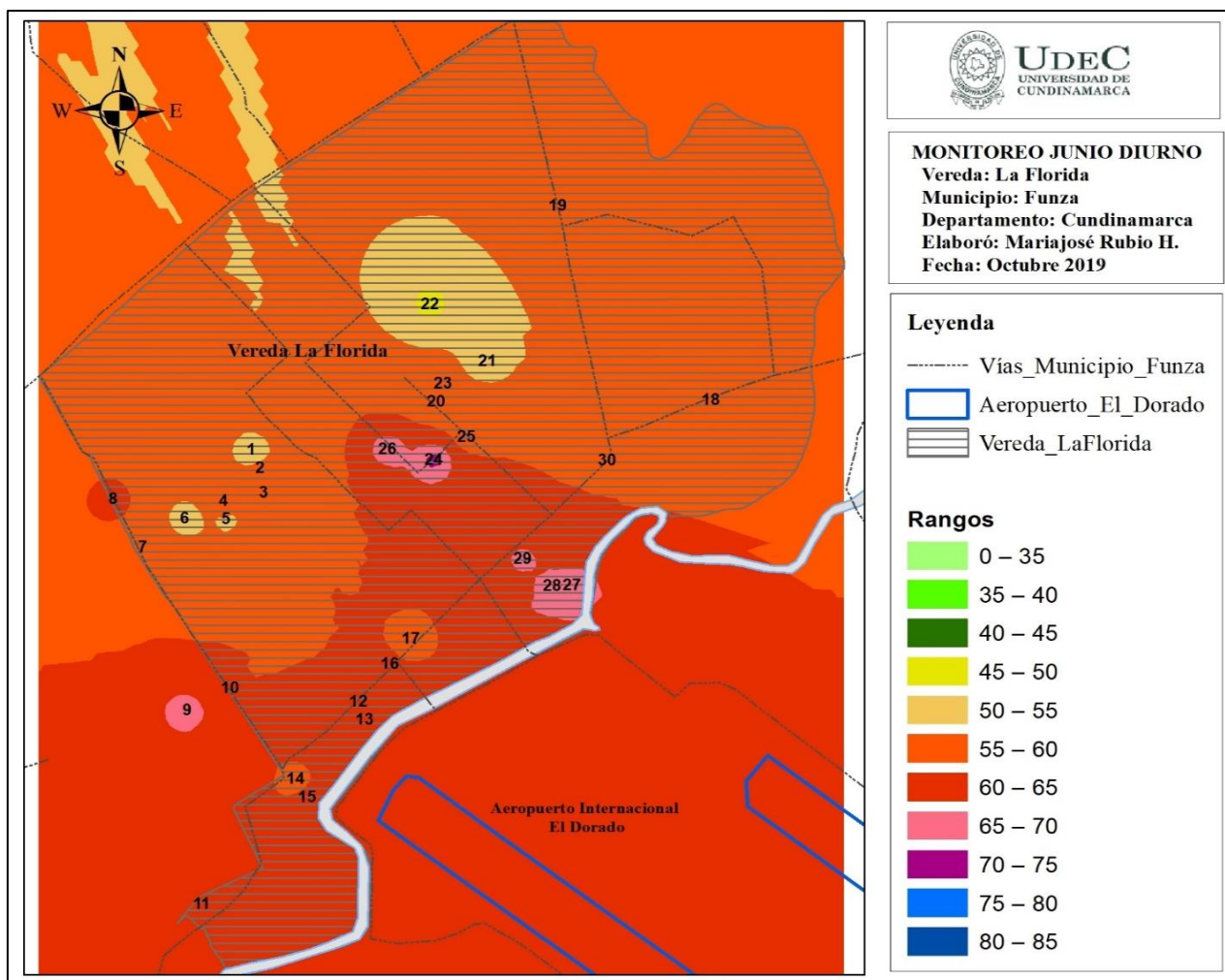


Ilustración 16. Mapa de ruido ambiental horario diurno en el mes de junio en la vereda La Florida  
Fuente: Autor

Por otro lado, fue difícil realizar la medición en el punto 19, por el alto flujo vehicular de la zona, por ende, deduzco que este punto presento un nivel alto en las ilustraciones 13 y 17, por encima de los 55 dB no por las actividades de aterrizaje y despegue de los aviones sino por el tráfico vehicular.

También, se registra que un 27% de los puntos monitoreados cumplen con los estándares máximos permisibles y en mayor proporción un 73% no cumple con la normatividad.

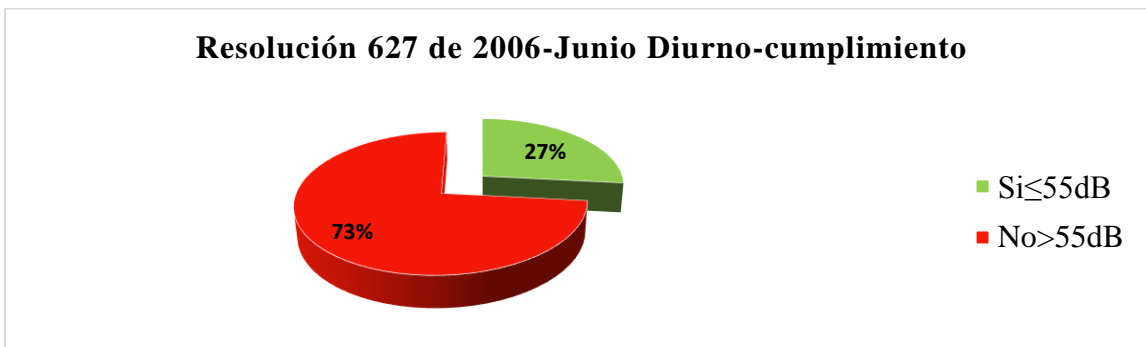


Ilustración 17. Porcentaje de cumplimiento de la Res. 627 de 2006 para junio diurno  
Fuente: Autor

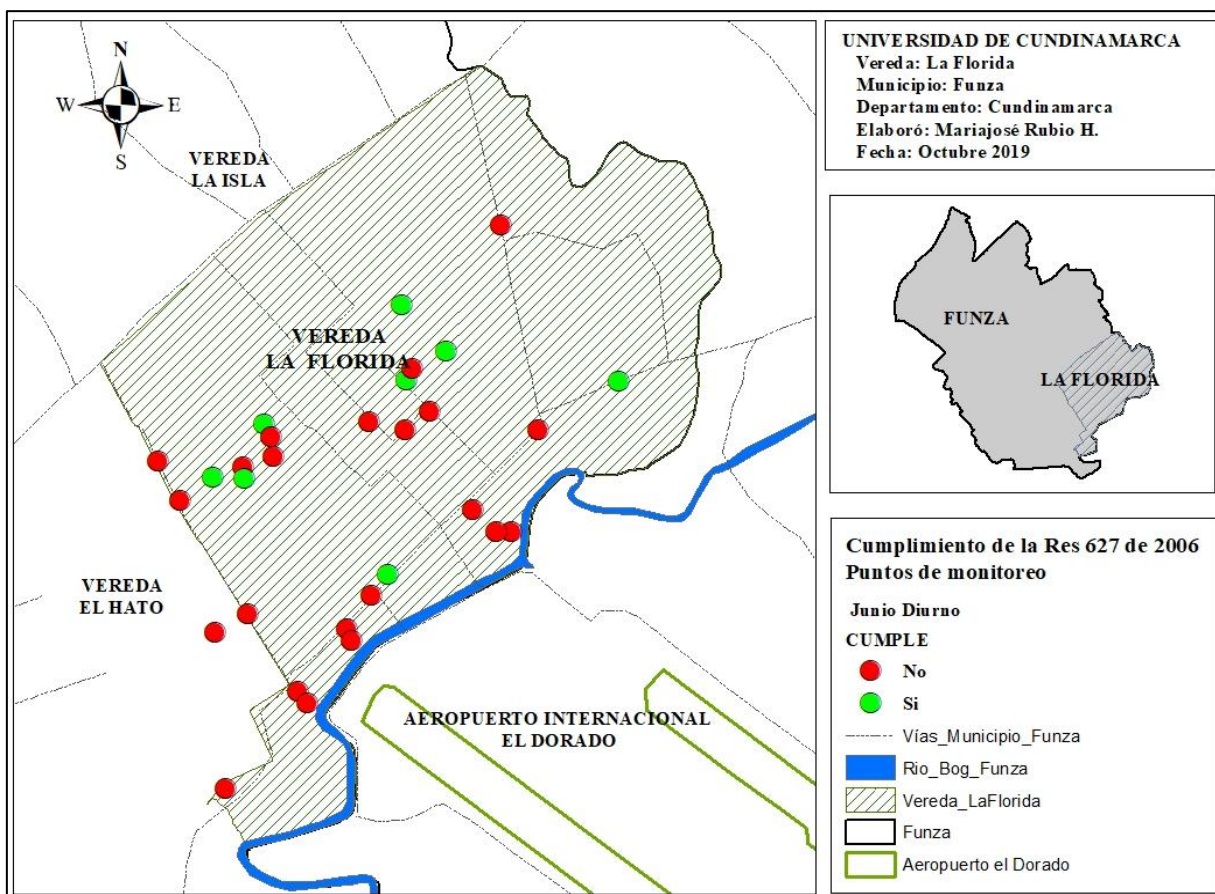


Ilustración 18. Puntos de monitoreo cumplimiento de la norma  
Fuente: autor



Acorde, a los resultados obtenidos para los meses de mayo y junio en horario nocturno, se evidencia que los puntos monitoreados incumplen en un 97% y que tan solo el 3% cumplen con la normatividad.

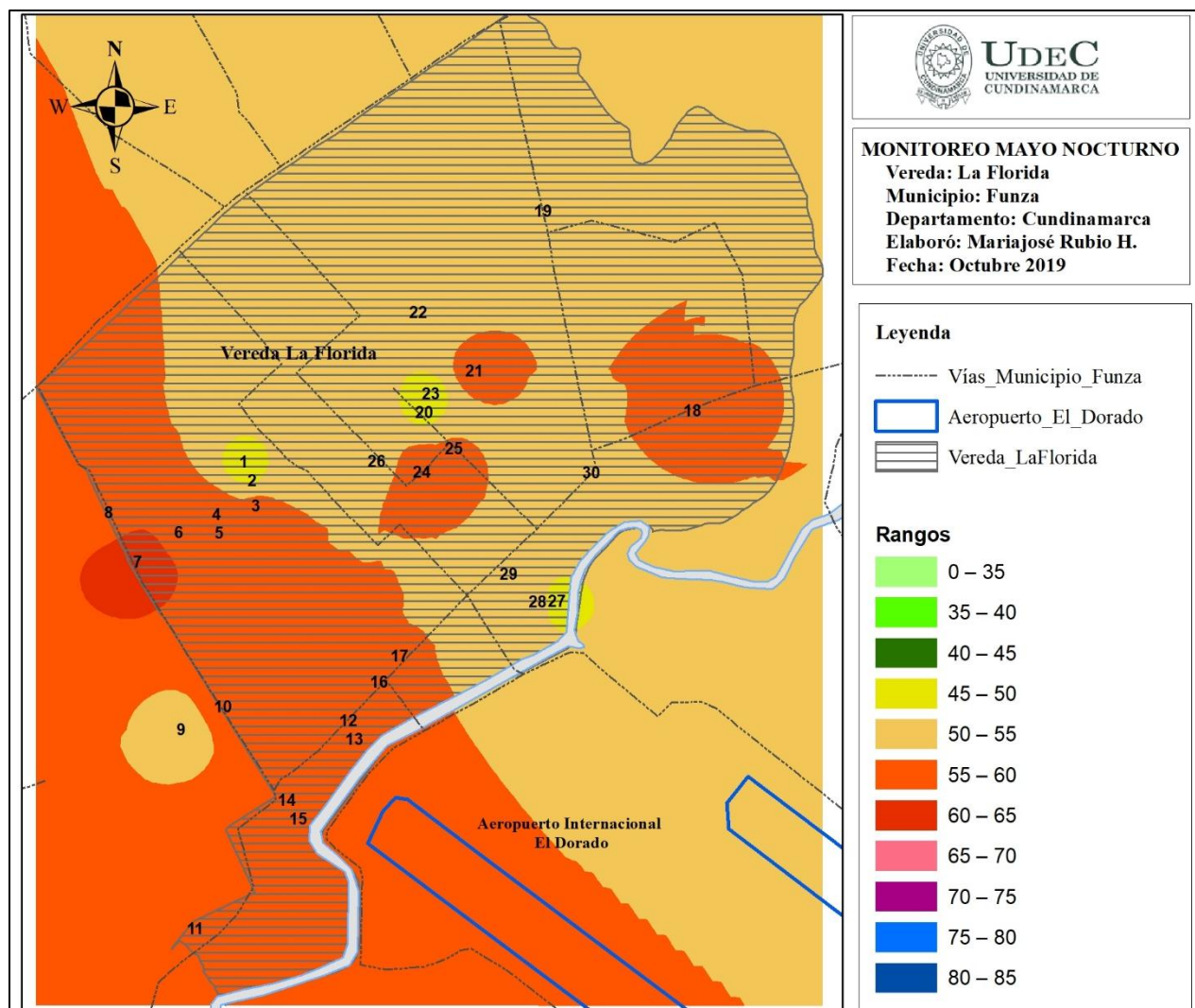


Ilustración 19. Mapa de ruido ambiental horario nocturno en el mes de mayo en la vereda La Florida

### Resolución 627 de 2006-mayo nocturno-cumplimiento

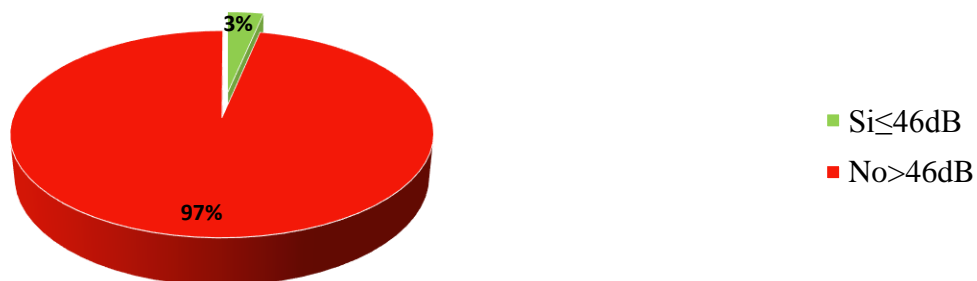


Ilustración 20. Porcentaje de cumplimiento de la Res. 627 de 2006 para mayo nocturno  
Fuente: Autor

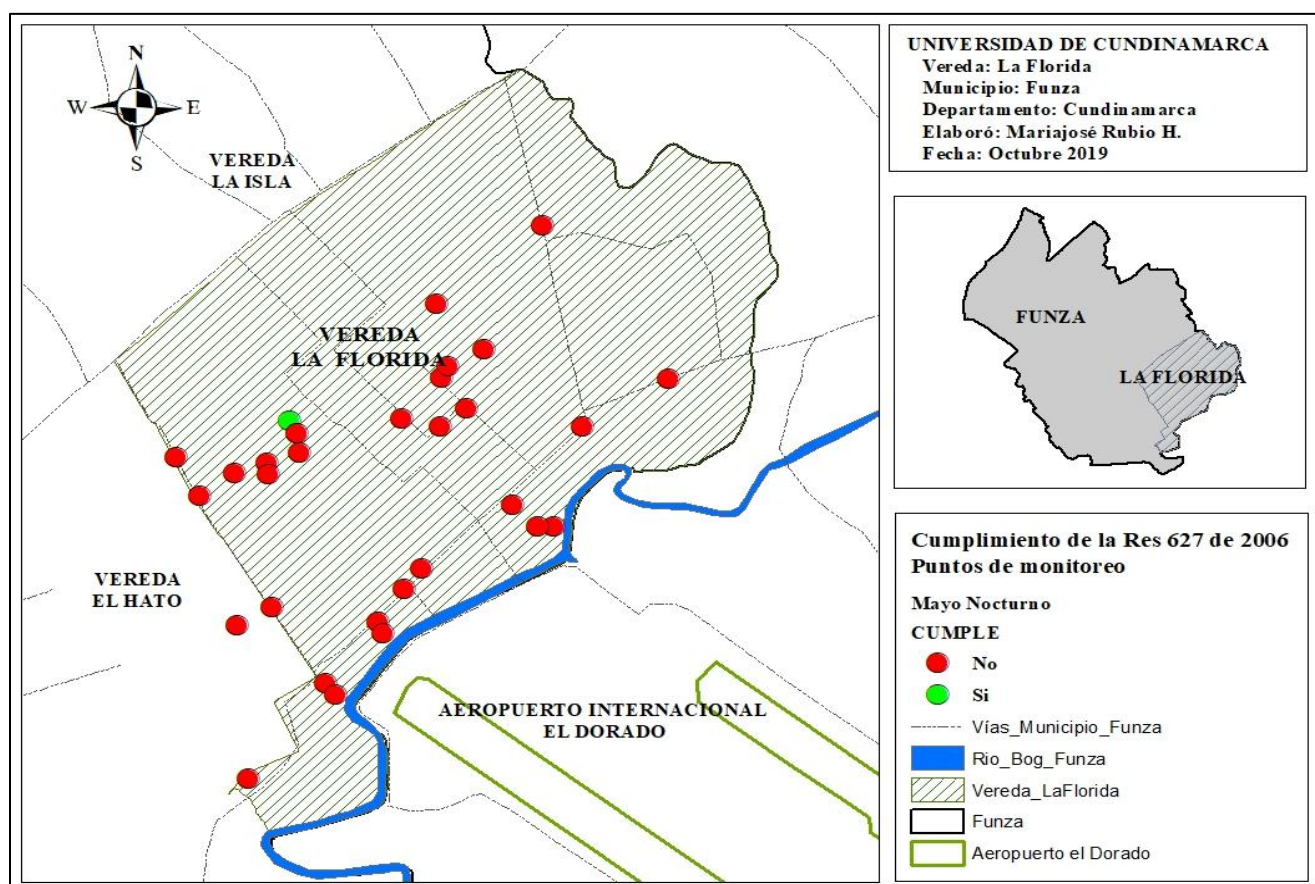


Ilustración 21. Puntos monitoreados mayo nocturno  
Fuente: Autor

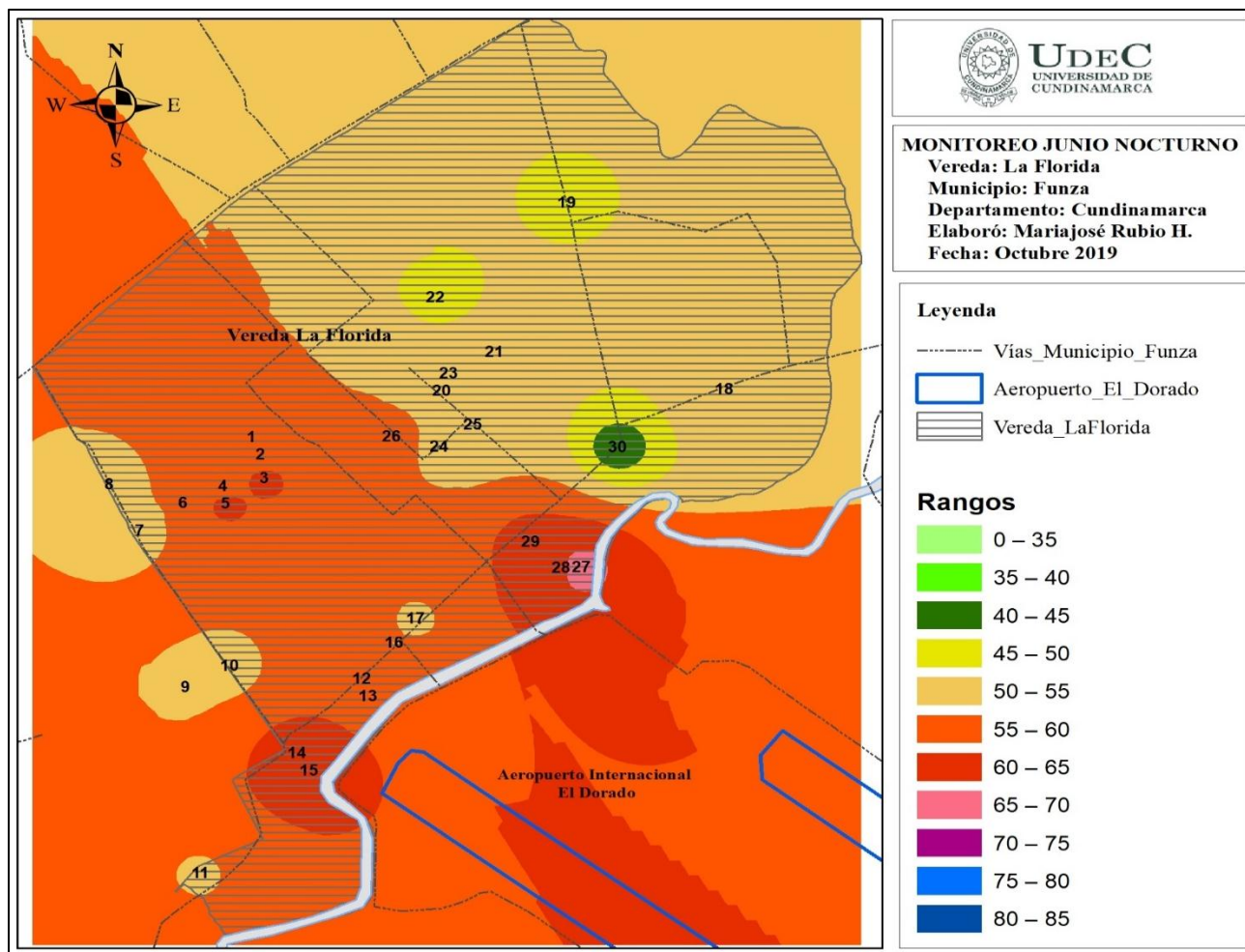


Ilustración 22. Mapa de ruido ambiental horario nocturno en el mes de junio en la vereda La Florida.

Fuente: Autor



Ilustración 23. Porcentaje de cumplimiento de la Res. 627 de 2006 para junio nocturno.

Fuente: autor

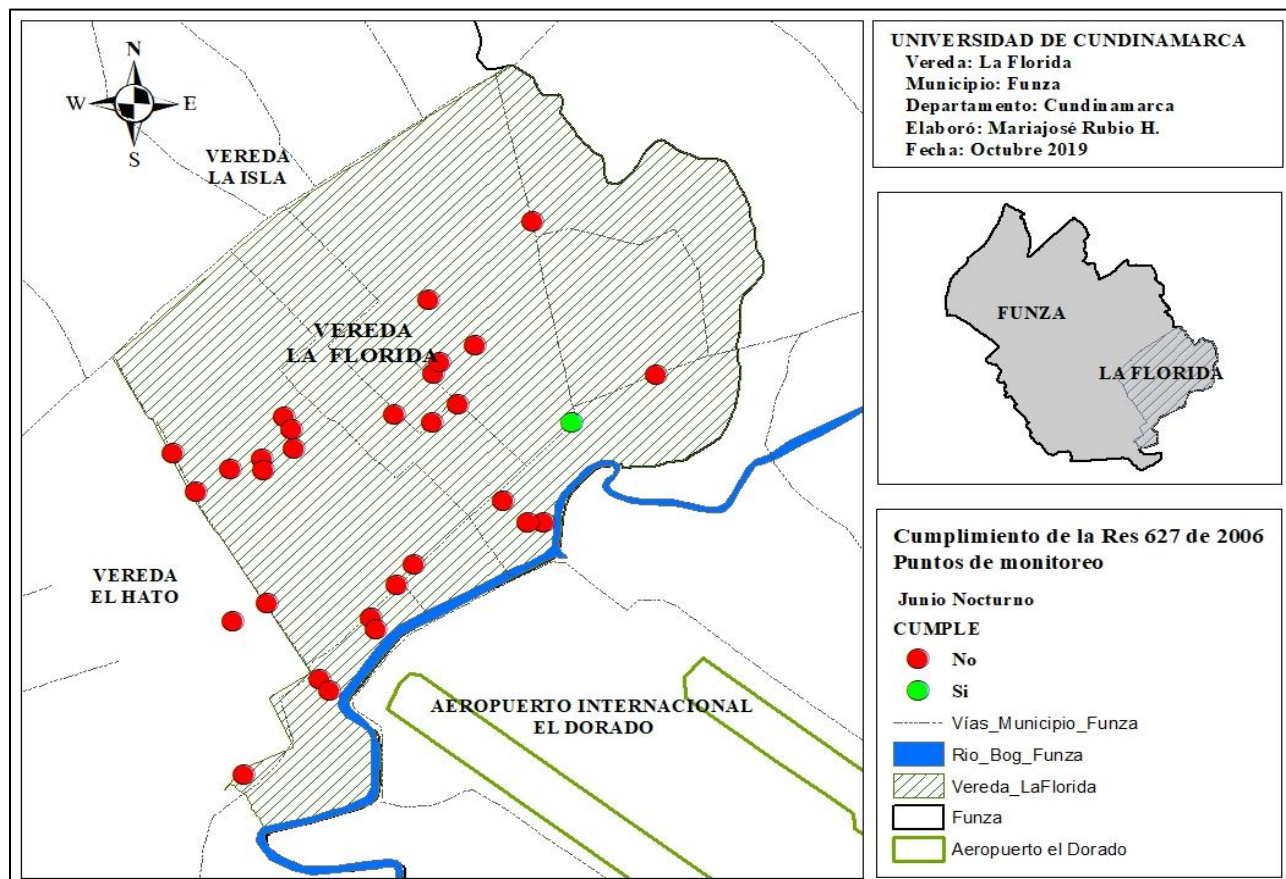


Ilustración 24. *Puntos de monitoreo junio nocturno*

*Fuente: Autor*

En general, el ruido generado por la operación del Aeropuerto Internacional el Dorado concerniente al aterrizaje y despegue de los aviones, altera el comportamiento de los niveles de presión sonora de la vereda La Florida, así, tal como lo arrojan los resultados, mientras la Aeronáutica busca mejorar el tráfico aéreo en el Aeropuerto, los habitantes de La Florida y zonas aledañas al mismo, con el nuevo proyecto perderían las pocas horas de descanso, lo cual afectaría su salud.

Así mismo, el presente estudio se desarrolló a corto plazo, ya que las mediciones se realizaron durante los meses de mayo y junio del presente año, comparando una temporada baja



que corresponde a mayo y una temporada alta para junio. Sin embargo, se evidencia que no hay diferencias significativas, lo que nos permite establecer que el número de vuelos no define el ruido en la zona de estudio ni tampoco depende de la época de medición, ya que la intensidad del ruido obtenida en el sonómetro está relacionada con tan solo el ruido de un avión que se registre en la medición.

### **8.3. Percepción del ruido y calidad del sueño**

Se logró evaluar y contrastar entre distintas variables, la percepción que tiene la población de la vereda la Florida sobre el ruido ambiental y la calidad del sueño.

La muestra estuvo constituida por 60 personas residentes en la vereda, mayores de edad entre 18 y 72 años, siendo 37% mujeres y 63% hombres. Los resultados arrojaron que un 49% de los habitantes encuestados, coinciden en que el ruido producido por el aeropuerto El Dorado es igualmente ruidoso tanto de día como en la noche y un 67% que el ruido es medianamente audible dentro de sus viviendas, así mismo, el 93% de la población considera que el ruido ambiental es un problema importante para la calidad de vida, afirmando en su totalidad que las actividades de dicho aeropuerto son las que más generan ruido en la zona objeto de estudio.

También el 93% afirman permanecer en su vivienda todo el día y la noche, así mismo, el 77% dicen que les molesta o perturba el ruido producido por las actividades del aeropuerto el Dorado, concretamente el despegue y aterrizaje de los aviones, aunque también manifiestan incomodidad con las sirenas que eventualmente se activan en el aeropuerto El Dorado.

Durante la aplicación de la encuesta se evidencia que solo un 5% de la población, ha presentado denuncias y quejas sobre ruidos molestos ante las autoridades competentes, tales como: Aeronáutica Civil, Junta de acción comunal y alcaldía municipal; dichas solicitudes se instauraron

hace más de 10 años. Así, el 17% afirmó, que estas fueron importantes en su momento, para que el Aeropuerto el Dorado tomara medidas de manejo ambiental sobre ruido como: el cambio de los vidrios de las ventanas, puertas y aislamiento acústico en los techos de las viviendas.

Por otro lado, las personas encuestadas coinciden en que las actividades interrumpidas son conversar y comunicarse telefónicamente, ya que estas se ven afectadas por el ruido y también porque hay momentos en que la señal de sus celulares se pierde.

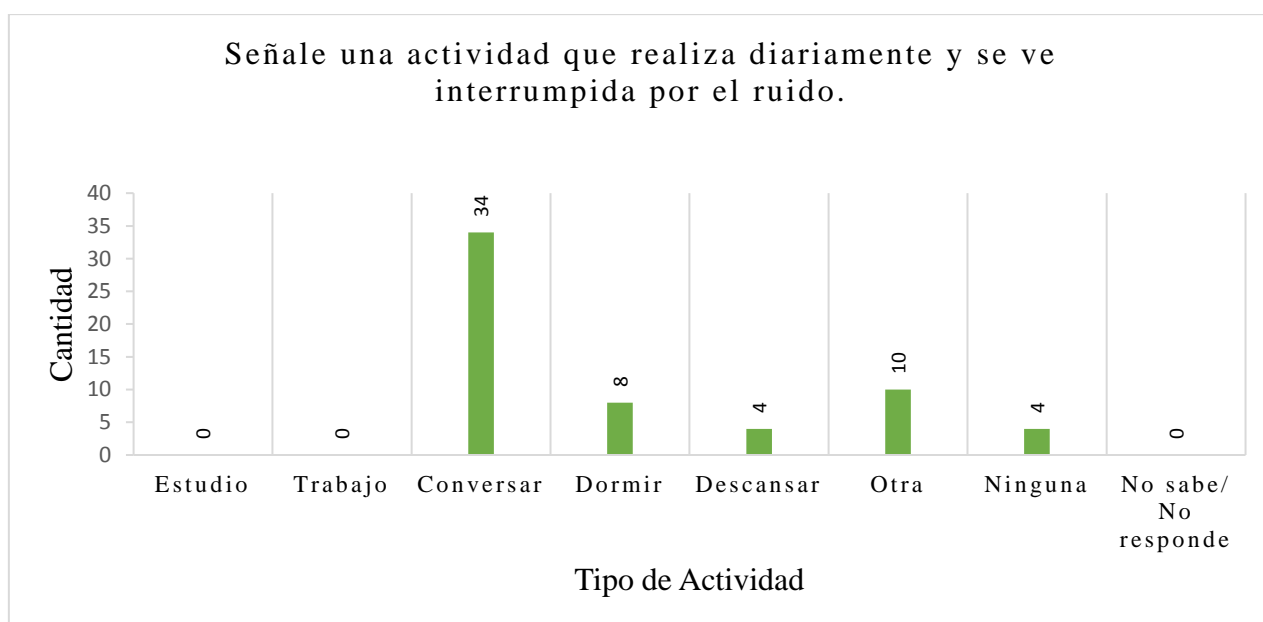


Ilustración 25. *Actividades interrumpidas por el ruido.*  
Fuente: Autor

### 8.3.1. Índice de Calidad de Sueño de Pittsburg en la vereda La Florida

A continuación, se presentan los resultados de la encuesta aplicada para determinar el Índice de Calidad de Sueño de Pittsburg en la vereda La Florida. Entre los componentes valorados: la media, mediana y moda de la eficiencia del sueño, el uso de medicamentos para dormir

y eficiencia del sueño, en relación a los puntajes del ICSP tuvo una puntuación baja igual o cercana a 0 (Tabla 11), lo cual permite indicar que estos componentes se encuentran dentro lo que consideramos un sueño ideal. Contrario a esto, se destaca que los componentes con alteraciones en el sueño son: la latencia y perturbaciones del sueño.

Tabla 11. *Resultados de la aplicación del índice de Pittsburg por componente en la vereda a La Florida.*

<b>Cálculo del ICSP</b>			
<b>Componente</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>
1. Calidad subjetiva de sueño	1.2	1.0	1.0
2. Latencia de sueño	1.3	2.0	2.0
3. Duración del dormir	1.2	1.0	1.0
4. Eficiencia del sueño	0.7	0.0	0.0
5. Perturbaciones del sueño	1.5	1.5	2.0
6. Uso de medicamentos para dormir	0.0	0.0	0.0
7. Disfunción diurna	0.7	0.0	0.0

*Fuente: Autor*

Finalmente, se encontró que el 57% de las personas, presentan problemas de sueño por lo cual requieren atención o tratamiento médico, y un 3% tienen un problema de sueño grave, el cual requiere atención médica inmediata (Ilustración 26).

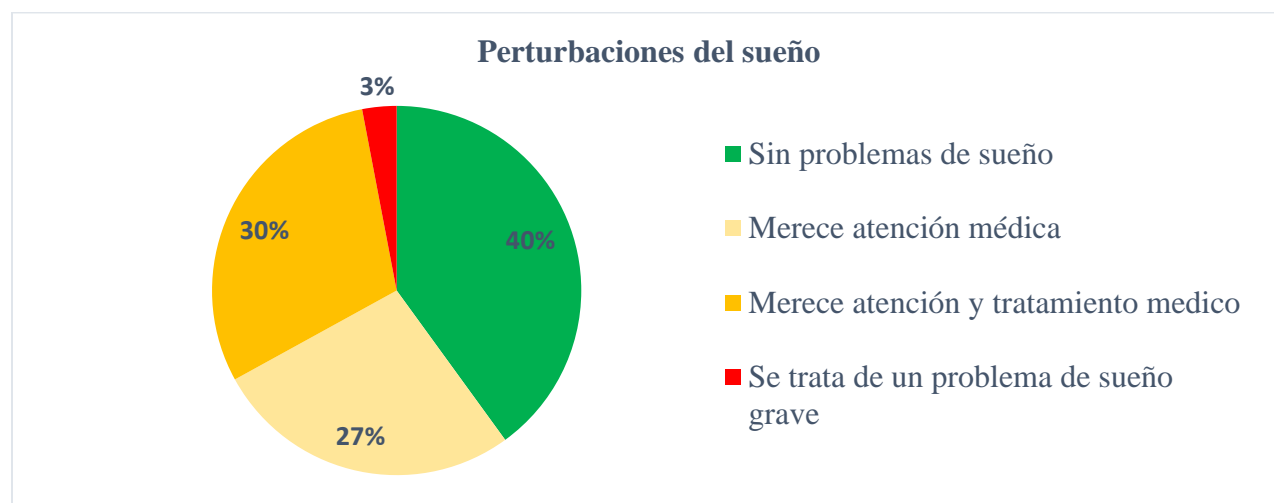


Ilustración 26. *Perturbaciones del sueño*

#### 8.4. Impactos Ambientales sobre el componente atmosférico (ruido) en la vereda

##### La Florida

Con base en los resultados obtenidos durante los monitoreos de ruido y la aplicación del Índice de Calidad de Sueño de Pittsburg se evaluaron los impactos ambientales: modificación en los niveles de presión Sonora y modificación en la calidad del sueño, en la Tabla 12 se presentan los resultados de la evaluación, donde se puede observar que los impactos ambientales mencionados, son considerados como severos en ambos casos.

Tabla 12. *Cálculo de la importancia para los impactos identificados para el aeropuerto el Dorado.*

Impacto ambiental	Actividad de aterrizaje y despegue de aeronaves en el aeropuerto El Dorado										
	CR	MG	CO	DR	RS	RE	PE	TD	Ti	SI	I
Modificación en los niveles de presión sonora	-1	8	4	1	1	1	12	1	4	1	-54
Modificación en la calidad del sueño	-1	8	4	4	4	4	12	1	4	1	-62

De acuerdo a la valoración de los criterios, el carácter (CR) fue negativo (-) ya que la zona presenta cambios en cuanto el ruido y la calidad del sueño, los cuales son perjudiciales para los habitantes de la vereda la Florida. Por otro lado, la magnitud (MG) de los impactos para ambos casos se manifiesta como alta o muy notable y la cobertura se cataloga como local, ya que los efectos trascienden sobre el área directamente intervenida en el proyecto, que corresponde a la zona de estudio de la vereda La Florida.

La duración para la modificación del ruido es fugaz y para la modificación de la calidad del sueño es temporal. En cuanto la reversibilidad (RS), se puede realizar en menos de dos años para el ruido generado en la zona y en mediano plazo para la modificación del sueño.

La recuperabilidad (RE) para la modificación del ruido es a corto plazo ya que puede eliminarse en un tiempo menor a un año y para la calidad del sueño es a mediano plazo, por tanto, se da un valor de 4, el cual indica que los efectos se pueden eliminar en un tiempo entre 1 y 3 años, ya que la alteración puede eliminarse estableciendo las oportunas medidas correctivas.

La periodicidad (PE) tiene una ponderación de 12, lo cual indica que el efecto se manifiesta constantemente por las actividades continuas del Aeropuerto Internacional El Dorado. Respecto a la tendencia (TD) es simple estableciendo que este proyecto se manifiesta sobre el componente atmosférico, exclusivamente haciendo referencia al ruido.

Es de Tipo (Ti) directo, porque el efecto que se está evaluando es consecuencia de las actividades de aterrizaje y despegue llevadas a cabo por el Aeropuerto internacional El Dorado, las cuales se desarrollan todo el tiempo; y no hay sinergia ya que el impacto está aislado de los demás componentes ambientales.

Finalmente, en la zona de estudio, si bien el tránsito de los aviones no genera un ruido continuo, cuando ocurre sobrepasan los niveles máximos permisibles, lo cual impacta a la población de la vereda La Florida e incluso otros lugares, como lo demuestran estudios realizados en las localidades de Fontibón y Engativá en la ciudad de Bogotá. Demostrando que las actividades de aterrizaje y despegue de los aviones que operan en el Aeropuerto afectan la calidad de sueño de los habitantes en las zonas aledañas.

## 9. CONCLUSIONES

- Los niveles de presión sonora promedios para el periodo diurno se encuentran entorno a los 58 dB y para el periodo nocturno entorno a los 55 dB, por tanto, los puntos monitoreados no cumplen con los estándares máximos permisibles establecidos en la Resolución 627 del 2006. Evaluar los niveles de presión sonora en dos periodos de tiempo diferentes (mayo y junio), permitió establecer que no existe una diferencia significativa entre las dos épocas de medición, debido a la constante actividad del Aeropuerto el Dorado durante todo el año.
- La calidad del sueño se vio impactada en un 60% de los habitantes de la vereda La Florida (según el índice de calidad del sueño de Pittsburgh). Así mismo, los encuestados indican que no se han tomado las suficientes medidas que atenúen significativamente el ruido producido por ciertas actividades del aeropuerto El Dorado (aterrizaje y despegue). Por consiguiente no se observan medidas de manejo ambiental por parte del proyecto para prevenir, corregir o mitigar los impactos ambientales sobre las poblaciones aledañas, situación que debería alertar a los responsables de la salud pública.
- El 48% de la población se halla muy arraigada a la zona, con cinco o más años de residencia, si tomamos en consideración los niveles sonoros permitidos de la Organización Mundial de la Salud y los niveles obtenidos en las mediciones, se pueden generar efectos negativos importantes en la salud de los residentes. Sin embargo, a pesar de que la población de la vereda La Florida se ve impactada, respecto a lo que indica el índice de calidad de sueño de Pittsburg, infortunadamente los habitantes no cambiarían su residencia por su estabilidad laboral y familiar.

- El Aeropuerto El Dorado en su conjunto genera impactos negativos severos en la modificación de los niveles de presión sonora y en la calidad del sueño. Por lo cual, es necesario que las autoridades competentes, realicen un seguimiento profundo a las medidas de manejo ambiental que están implementado actualmente.

## 10. RECOMENDACIONES

- El Aeropuerto Internacional El Dorado debería asumir un proceso de insonorización de las viviendas permanentemente, buscando adecuaciones tecnológicas adecuadas, de manera que se pueda mitigar el impacto por el componente atmosférico (ruido) causado a los habitantes de la zona objeto de estudio.
- Considerando el ruido como un problema de Salud Pública, la alcaldía municipal de Funza, debería contemplar programas de prevención y atención a los residentes de la vereda La Florida, quienes se ven altamente afectados por la interrupción del sueño, malestar diurno y la comunicación verbal.
- El municipio de Funza cuenta con una población de más de 100.000 habitantes, por lo que sería ideal que la Corporación Autónoma Regional - CAR analice la necesidad de realizar los mapas de ruido, porque tal como se evidencia a través de estudio se presentan impactos severos de ruido en dicho municipio.
- Es necesario como medida de mitigación contemplar los Planes de Ordenamiento Territorial de los municipios aledaños al Aeropuerto el Dorado, realizando una planificación más adecuada para el desarrollo de estas actividades.



## 11. REFERENCIAS

- Aeronáutica civil (2016). El Dorado II permitirá atender la futura demanda de viajeros del país. Bogotá D.C. Aeronáutica Civil Unidad Administrativa Especial. Recuperado de: <http://www.aerocivil.gov.co/prensa/noticias/Pages/El-Dorado-II-permitir%C3%A1-atender-la-futura-demanda-de-viajeros-del-pa%C3%ADs.aspx>
- Alcaldía de Funza, 2018. Nuestro municipio. Funza, Cundinamarca. Alcaldía municipal de Funza. Recuperado de: <http://www.funza-cundinamarca.gov.co/municipio/nuestro-municipio>
- Alonso, G., Benito, A., and Boto, L. (2017). The efficiency of noise mitigation measures at European airports. *Transportation Research Procedia*, 25C, pp. 103–135. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.385>
- Álvarez, A., Méndez, M., Delgado L., Acebo F., de Armas, J, y Rivero, M., (2017). Contaminación ambiental por ruido. *Revista Médica Electrónica*, 39(3), 640-649. Recuperado en 21 de septiembre de 2019, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1684-18242017000300024&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242017000300024&lng=es&tlng=es)
- ANLA 2015. Mapas de ruido ambiental. Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. Recuperado de: [http://portal.anla.gov.co:93/documentos/9952\\_Presentaci%C3%B3n\\_Ruido\\_14-04-2015.pdf](http://portal.anla.gov.co:93/documentos/9952_Presentaci%C3%B3n_Ruido_14-04-2015.pdf)
- Barrera Aristizábal, S. E. (2014). El ruido aeronáutico: Realidad que enfrenta el Aeropuerto internacional El Dorado y sus comunidades aledañas. Especialización. Universidad Nueva Granada.

- Basner M., Clark C., Hansell A., Hileman J., Janssen S., Shepherd K., and Sparrow V., (2017) Aviation Noise Impacts: State of the Science. *Noise & Health*. pp 41–50. Doi: 10.4103 / nah.NAH\_104\_16. PMID: PMC5437751
- Basner, M., Witte M., Kallaracka A & McGuire, S. (2017). Pilot study examining the effects of aircraft noise on sleep in communities near Philadelphia International Airport. Division of Sleep and Chronobiology, Department of Psychiatry, University of Pennsylvania Perelman School of Medicine, Philadelphia, PA, USA
- Cámara de Comercio, (2008) Caracterización urbanística, social y ambiental del entorno del Aeropuerto Internacional El Dorado. Bogotá D.C., Cámara de comercio de Bogotá. Recuperado de: <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/handle/11520/3116>
- Cancillería de Colombia (2019). Organización de Aviación Civil Internacional (OACI). Bogotá D.C. Recuperado de: <https://www.cancilleria.gov.co/en/organizacion-aviacion-civil-internacional-oaci>
- Cano, J. (2009). Metodología para el análisis de la dispersión del ruido en aeropuertos, estudio de caso: Aeropuerto Olaya Herrera de la ciudad de Medellín. Maestría. Universidad Nacional de Colombia, Medellín. <https://doi.org/10.2174/138920312803582960>
- CAR, 2007. Mapa de ruido. Girardot, Cundinamarca. Recuperado de: <https://www.car.gov.co/uploads/files/5b32a013443e2.pdf>

Chaparro, M. Linares, C. (2017). Prevención y Control de la Contaminación Ambiental Evaluación del Cumplimiento de los Niveles de Presión Sonora (Ruido Ambiental). Bogotá D.C. Proyecto de Trabajo de grado. Universidad Libre de Colombia.

Comunidades Europeas, 2002. Directiva 2002/49/Ce del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental. Recuperado de: <http://sicaweb.cedex.es/docs/leyes/Directiva-2002-49-CE-Evaluación-gestion-ruido-ambiental.pdf>

Constitución Política de Colombia, 1991, Artículo 79.

Deloitte, (2016). Contrato de Consultoría Ve-118 del 5 de Mayo de 2015. Unión temporal Deloitte Duran & Osorio.

El Dorado, (2018) Aeropuerto Internacional El Dorado Luis Carlos Galán Sarmiento. Bogotá D.C., El Dorado. Recuperado de: <https://eldorado.aero/aeropuerto/>

El Espectador. (2019) La ANLA archivó la licencia ambiental para la construcción del Aeropuerto El Dorado II. El Espectador. Bogotá. Recuperado de: <https://www.elespectador.com/noticias/bogota/la-anla-nego-la-licencia-ambiental-para-la-construccion-del-aeropuerto-el-dorado-ii-articulo-866151>

Fernández, C, (2010) Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental.

Fernández, M, (2017). Ruido y salud en Madrid. Observatorio salud y medio ambiente. España. Recuperado de: <https://www.gaes.es/uploads/imagen/753-observatorio-ruido-madrid.pdf>

- Fyhri, A, & Aasvang G.B., (2010) “Noise, sleep and poor health: Modeling the relationship between road traffic noise and cardiovascular problems,” *Sci. Total Environ.*, vol. 408, no. 21, pp. 4935–4942.
- Gureje O. Makanjuola VA, Kola L. Insomnia and role impairment in the community. Results from the Nigerian survey of mental health and wellbeing. *Soc Psychiatry. Psychiatr Epidemiol.* 2007; 42:495–501.
- Gutiérrez A.M., y Guzmán 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. Pregrado. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales UDCA.
- Hospital de Fontibón, (2013). Calidad del sueño en una población adulta expuesta al ruido del Aeropuerto El Dorado, Bogotá, 2012. Bogotá D.C.
- Kim S, J,. (2014) “Exposure-response relationship between aircraft noise and sleep quality: A community-based cross-sectional study,” *Osong Public Heal. Res. Perspect.*, vol. 5, no. 2, pp. 108–114.
- Luna, S. Robles, A, & Agüero, P. (2015) Validación del índice de calidad de sueño de Pittsburgh en una muestra peruana. *Anales de Salud Mental 2015 / Volumen XXXI*
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT (2006). Resolución 627 del 07 de abril de 2006. Recuperado de: [http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/emisiones\\_atmosfericas\\_contaminantes/norma\\_ruido/Resolucion\\_627\\_de\\_2006\\_-\\_Norma\\_nacional\\_de\\_emision\\_de\\_ruido.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/emisiones_atmosfericas_contaminantes/norma_ruido/Resolucion_627_de_2006_-_Norma_nacional_de_emision_de_ruido.pdf)

Ministerio de Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial – MAVDT (2010). Decreto 2820 del 2010. Bogotá: Ministerio De Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial. Recuperado de: [http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2010/dec\\_2820\\_2010.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2010/dec_2820_2010.pdf)

Ministerio de Salud (1983). Resolución 8321 del 4 de agosto de 1983. Recuperado de: [http://biblioteca.saludcapital.gov.co/img\\_upload/03d591f205ab80e521292987c313699c/resolucion-8321-de-1983.pdf](http://biblioteca.saludcapital.gov.co/img_upload/03d591f205ab80e521292987c313699c/resolucion-8321-de-1983.pdf)

Ministerio del Medio Ambiente (1995). Decreto 948 del 5 de junio de 1995. Recuperado de: [https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/54-dec\\_0948\\_1995.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/54-dec_0948_1995.pdf)

Pollman, M, (2014). Un aeropuerto de clase mundial merece un sistema de gestión de ruidos con los más altos estándares internacionales. Programa de Gestión Ambiental e Urbana. Recuperado de: <https://imco.org.mx/wp-content/uploads/2014/12/Presentaci%C3%B3n-Michael-Pollman.pdf>

Presidencia de la Republica de Colombia (1999) Decreto 2564 del 23 de diciembre de 1999. Recuperado de: [https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/nuestra/normatividad/otras\\_normas/dec\\_2564\\_1999.pdf](https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/nuestra/normatividad/otras_normas/dec_2564_1999.pdf)

Presidencia de la Republica (2019) Entre enero y julio de 2019, la movilización de pasajeros en Colombia creció en 10,1% Bogotá D.C. Presidencia de la Republica de Colombia. Recuperado de: <https://id.presidencia.gov.co/Paginas/prensa/2019/190823-Entre-enero-y-julio-de-2019-la-movilizacion-de-pasajeros-en-Colombia-crecio-en-10-1.aspx>

RCN, (2015) Funza, el municipio que nunca duerme. Bogotá D.C., RCN RADIO. Recuperado de: <https://www.rcnradio.com/colombia/funza-el-municipio-que-nunca-duerme-por-culpa-del-el-dorado-195202>

República de Colombia (1974). Decreto 2811 del 18 de diciembre de 1974. Recuperado de: [http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Decreto\\_2811\\_de\\_1974.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Decreto_2811_de_1974.pdf)

Schreckenber, D.; Meis, M.; Kahl, C.; Peschel, C. Eikmann, T, (2010). Ruido de aeronaves y calidad de vida alrededor del aeropuerto de Frankfurt. En t. J. Environ. Res. Public Health, 7, 3382-3405.

SIMH, 2019. Calibración de sonómetros. México. Servicios Integrales en Medición e Higiene S.A. de C.V. Recuperado de: <https://www.simh-mexico.com/calibracion-acustica/>

Tezel M.N., Sari D., Erdol M., Hamamci S.F, and Ozkurt N., (2019) “Evaluation of some health impact indices in two airports’ domain,” Appl. Acoust., vol. 149, pp. 99–107.

Torija, A. J., Self, R. H., and Flindell, I. H. (2018). Airport noise modelling for strategic environmental impact assessment of aviation. Applied Acoustics, 132, 49–57. doi:10.1016/j.apacoust.2017.10.017

Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (2004). Resolución 2130 del 07 de junio de 2004. Recuperado de: [http://legal.legis.com.co/document/Index?obra=legcol&document=legcol\\_75992041f42cf034e0430a010151f034](http://legal.legis.com.co/document/Index?obra=legcol&document=legcol_75992041f42cf034e0430a010151f034)

Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (2004). Resolución 3185 del 13 de agosto de 2004. Recuperado de: [https://www.redjurista.com/Documents/resolucion\\_3185\\_de\\_2004\\_aeronautica\\_civil.aspx#/](https://www.redjurista.com/Documents/resolucion_3185_de_2004_aeronautica_civil.aspx#/)

Vélez, L., (2011). La contaminación acústica producto de la actividad aeronáutica, civil comercial en las inmediaciones aeroportuarias de la ciudad de Quito. Ecuador. Licenciatura. Pontificia Universidad Católica Del Ecuador.

## 12. ANEXOS

*Anexo I. Resumen resultados.*

Punto	Coordenadas		Ubicación Punto	Mayo	Mayo	Junio	Junio
	Este	Norte		D	N	D	N
1	-74.17601	4.72850	Finca San Antonio (Lote 1, esquina 2)	54	45	51	57
2	-74.17563	4.72776	Finca San Antonio (Lote 1, esquina 1)	51	50	57	54
3	-74.17544	4.72656	Finca San Antonio (Centro Lote 1)	64	58	56	63
4	-74.17729	4.72592	Finca San Antonio (Casa)	47	63	62	58
5	-74.17718	4.72529	Finca San Antonio (Lote 2, Establo)	52	59	51	63
6	-74.17907	4.72532	Finca San Antonio (Carretera Casa-Portón)	50	58	50	54
7	-74.18101	4.72393	Vía Big Cola (Entrada San Antonio)	59	65	62	54
8	-74.18237	4.72627	Vía Big Cola (Reciclaje)	62	57	63	53
9	-74.17896	4.71602	Finca Santa Helena	70	51	70	54
10	-74.17700	4.71710	Finca Santa Helena (Portón)	62	57	59	53
11	-74.17830	4.70662	Vía, Entrada Almagro	65	59	63	55
12	-74.17111	4.71619	Criadero el imperio (Casa)	63	55	65	60
13	-74.17082	4.71554	Criadero el imperio (Bodega)	71	57	64	60
14	-74.17399	4.71248	Finca La Esperanza (Casa)	63	58	56	63
15	-74.17345	4.71178	Finca La Esperanza (Lote)	64	61	64	62
16	-74.16966	4.71827	Caseta el Oasis (Vía principal)	60	55	61	55
17	-74.16869	4.71947	Vía, Entrada Criadero los acantos	61	55	54	54
18	-74.15489	4.73107	Vía (Arcos-CAR)	53	57	54	55
19	-74.16194	4.74050	Vía pavimentada (La Florida, Funza-Siberia)	57	54	58	50
20	-74.16752	4.73115	Finca José Rincón, Casa	58	48	50	53
21	-74.16517	4.73294	Finca José Rincón, Cultivo	49	59	49	50
22	-74.16781	4.73572	Finca José Rincón, Cultivo 2	52	50	46	49
23	-74.16722	4.73187	Finca José Rincón, Establo	56	47	59	51
24	-74.16764	4.72817	Vía (intersección-Finca Sr. Izquierdo)	60	63	75	54
25	-74.16614	4.72929	Vía Defensa Civil (intersección)	46	56	57	50
26	-74.16976	4.72869	Finca Sr. Izquierdo (Antena)	70	51	71	58
27	-74.16129	4.72208	Finca Tortoroma (Cultivo 2, aeropuerto)	61	47	67	67
28	-74.16218	4.72205	Finca Tortoroma (Cultivo)	60	53	66	64
29	-74.16357	4.72336	Finca Tortoroma (Casa)	57	54	66	62
30	-74.15966	4.72815	Vía-Entrada Arcos	52	55	56	42



*Anexo 2. Encuesta percepción de ruido e ICSP*

**ESTUDIO DE LA CONTAMINACIÓN ACUSTICA POR LAS ACTIVIDADES DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO EN LA VEREDA LA FLORIDA DEL MUNICIPIO DE FUNZA, CUNDINAMARCA**

¡Buen día! Estoy realizando un proyecto sobre el ruido ambiental generado por ciertas actividades del Aeropuerto Internacional El Dorado, el cual consta de 2 etapas:

1. Realizar mediciones en la vereda La Florida para elaborar un “mapa de ruido”.
2. Estudio de opinión sobre la percepción del ruido ambiental y análisis del Índice de Calidad de Sueño de Pittsburgh a los habitantes de la vereda La Florida.

Para la etapa 2 del estudio, le solicito su participación respondiendo la siguiente encuesta, es completamente confidencial y en ella NO se registra su nombre. Además, tenga en cuenta que: Debe responder cualquier persona, mayor de edad, que habite en la vereda. Si en alguna pregunta no sabe qué contestar, la pregunta es poco clara o no corresponde a su situación marque por favor “No Sabe o No Responde (NS/NR)”. Cada persona valora los estímulos en forma diferente. Su valoración de los sonidos puede no coincidir con la de otras personas, eso no significa que usted esté equivocado. Es importante conocer su apreciación, y le agradezco conteste en forma personal ¡Finalmente le recuerdo que su participación y colaboración es fundamental e importante, de antemano, muchas gracias!

1. Sexo:  
Femenino ( ) Masculino ( )
2. Edad: ( )
3. ¿Hace cuánto tiempo reside en la vereda La Florida?  
  - a) Menos de 5 años
  - b) Entre 5 a 10 años
  - c) Entre 10 a 20 años
  - d) Más de 20 años
  - e) NS/NR
4. ¿Cuánto tiempo permanece en su vivienda?  
  - a) Solo durante el día
  - b) Solo durante la noche
  - c) Medio día (en la mañana o en la tarde)
  - d) Todo el día y toda la noche
  - e) NS/NR
5. ¿Es usted sensible al ruido?  
  - a) Nada sensible
  - b) Medianamente sensible
  - c) Muy sensible
  - d) Extremadamente sensible
  - e) NS/NR
6. Cuando usted se encuentra en el interior de su vivienda ¿cuán audible es el ruido ambiental exterior?  
  - a) Nada audible
  - b) Medianamente audible
  - c) Muy audible
  - d) Extremadamente audible
  - e) NS/NR
7. Respecto al ruido ambiental durante el día y la noche, usted opina que:  
  - a) Siempre es más ruidoso en el día
  - b) Son igualmente ruidosos día y noche
  - c) Siempre es más ruidosa la noche
  - d) NS/NR
8. ¿Cuánto le molesta o perturba el ruido producido por ciertas actividades del aeropuerto el Dorado?  
  - a) No molesta absolutamente nada
  - b) Molesta medianamente
  - c) Molesta extremadamente
  - d) NS/NR
9. Señale una o las actividades que realiza diariamente y se ven interrumpidas por el ruido.  
  - a) Estudio
  - b) Trabajo
  - c) Conversar
  - d) Dormir
  - e) Descansar
  - f) Otra: ¿Cuál? \_\_\_\_\_
  - g) Ninguna
  - g) NS/NR
10. ¿Cree que el ruido es un problema ambiental importante en la calidad de vida?  
  - a) Si
  - b) No
  - c) NS/NR
11. ¿Ha presentado alguna vez una denuncia por ruidos molestos ante alguna autoridad?  
  - a) Si (¿Dónde? \_\_\_\_\_)
  - b) No
  - c) NS/NR
12. ¿Conoce alguna norma de ruido ambiental?  
  - a) Si (¿Cuál? \_\_\_\_\_)
  - b) No
  - c) NS/NR
13. ¿Cree que las actividades del aeropuerto El Dorado son las que generan mayor ruido en la vereda La Florida?  
  - a) Si
  - b) No
  - c) NS/NR

14. ¿El aeropuerto El Dorado ha implementado medidas de manejo ambiental sobre el ruido, en la vereda o en su vivienda?

- a) Si (¿Cuáles? \_\_\_\_\_)
- b) No
- c) NS/NR

Si su respuesta anterior es SI, responda la siguiente pregunta, sino, continúe con la pregunta 16.

15. ¿Estas medidas han corregido, prevenido o mitigado el impacto ambiental, causado por el ruido?

- a) Si
- b) Medianamente
- b) No
- c) NS/NR

### Índice de Calidad de Sueño de Pittsburgh

Las siguientes preguntas hacen referencia a la manera en que ha dormido durante el último mes. Responda de la manera más exacta posible lo ocurrido durante la mayor parte de los días y noches del último mes.

16. Durante el último mes, ¿Cuál ha sido, usualmente, su hora de acostarse?

\_\_\_\_\_

17. ¿Cuánto tiempo ha tardado en dormirse, normalmente, en las noches del último mes? \_\_\_\_\_

18. Durante el último mes, ¿a qué hora se ha levantado habitualmente por la mañana?

\_\_\_\_\_

19. ¿Cuántas horas calcula que ha dormido verdaderamente cada noche durante el último mes? \_\_\_\_\_

Para cada una de las siguientes preguntas, elija la respuesta que más se ajuste a su caso.

20. Durante el último mes, ¿cuántas veces ha tenido problemas para dormir a causa de:

a) No poder conciliar el sueño en la primera media hora:

- Ninguna vez en el último mes
- Menos de una vez a la semana
- Una o dos veces a la semana
- Tres o más veces a la semana

b) Despertarse durante la noche o madrugada:

- Ninguna vez en el último mes
- Menos de una vez a la semana
- Una o dos veces a la semana
- Tres o más veces a la semana

c) Tener que levantarse para ir al sanitario:

- Ninguna vez en el último mes
- Menos de una vez a la semana
- Una o dos veces a la semana
- Tres o más veces a la semana

d) No poder respirar bien:

- Ninguna vez en el último mes
- Menos de una vez a la semana
- Una o dos veces a la semana
- Tres o más veces a la semana

e) Toser o roncar ruidosamente:

- Ninguna vez en el último mes
- Menos de una vez a la semana
- Una o dos veces a la semana
- Tres o más veces a la semana

f) Sentir frío:

- Ninguna vez en el último mes
- Menos de una vez a la semana
- Una o dos veces a la semana
- Tres o más veces a la semana

g) Sentir demasiado calor:

- Ninguna vez en el último mes
- Menos de una vez a la semana
- Una o dos veces a la semana
- Tres o más veces a la semana

h) Tener pesadillas o “malos sueños”:

- Ninguna vez en el último mes
- Menos de una vez a la semana
- Una o dos veces a la semana
- Tres o más veces a la semana

i) Sufrir dolores:

- Ninguna vez en el último mes
- Menos de una vez a la semana
- Una o dos veces a la semana
- Tres o más veces a la semana

j) Otras razones (describalas a continuación):

---



---



---

- Ninguna vez en el último mes
- Menos de una vez a la semana
- Una o dos veces a la semana
- Tres o más veces a la semana

21. Durante el último mes ¿cómo valoraría, en conjunto, la calidad de su dormir?

- Bastante buena
- Buena
- Mala
- Bastante mala

22. Durante el último mes, ¿cuántas veces ha tomado medicamentos para dormir?

- Ninguna vez en el último mes
- Menos de una vez a la semana
- Una o dos veces a la semana
- Tres o más veces a la semana

23. Durante el último mes, ¿cuántas veces ha sentido somnolencia mientras conducía, comía o desarrollaba alguna otra actividad?

- Ninguna vez en el último mes
- Menos de una vez a la semana
- Una o dos veces a la semana
- Tres o más veces a la semana

24. Durante el último mes, ¿ha representado para usted mucho problema el “tener ánimos” para realizar alguna de las actividades detalladas en la pregunta anterior?

- Ningún problema
- Solo un leve problema
- Un problema
- Un grave problema