

## **Diagnóstico emisión de ruido en la ciudad de Medellín para el año 2018.**

Elaborado por.

**Mario Alberto Marulanda Hincapie**

Asesor Interno.

**David Aguiar Gil.**

Programa.

**Ingeniería Sanitaria**

**Facultad de Ingeniería**

**Universidad de Antioquia**

**MEDELLÍN**

**2019**

## **TABLA DE CONTENIDO**

1	RESUMEN.....	3
2	INTRODUCCIÓN.....	3
3	OBJETIVOS .....	4
3.1	objetivo General.....	4
3.2	objetivos específicos.....	4
4	MARCO TEÓRICO .....	4
5	METODOLOGÍA.....	7
6	RESULTADOS Y ANÁLISIS .....	8
6.1	cumplimiento normativo .....	8
6.2	mediciones realizadas .....	8
6.3	nivel de presión sonora mensual .....	9
6.4	distribución de presión sonora por rangos .....	10
6.5	ajustes .....	11
6.5.1	Ajustes por componentes tonales, KT.....	11
6.5.2	Ajustes por componentes impulsivos, KI.....	13
6.6	mediciones reiteradas.....	15
6.7	distribución temporal de los registros de emisión.....	16
7	CONCLUSIONES .....	17
7.1	GEOPROCESAMIENTO .....	18
7.1.1	Distribución Espacial .....	18
8	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	21

### **Lista de Tablas**

Tabla 1. Estándares permisibles de niveles de emisión de ruido expresados en dB(A) establecidos por la Resolución 0627 de 2006. ....	6
--	---

### **Lista de Ilustraciones**

Ilustración 1. Mapa distribución espacial de las intervenciones realizadas.....	19
Ilustración 2. Mapa zonas con mayor número de intervenciones. ....	20

## **1 RESUMEN**

La alcaldía de Medellín en conjunto con el Laboratorio GIGA de la Universidad de Antioquia realizan el monitoreo de emisión de ruido en establecimientos públicos en la ciudad de Medellín desde junio de 2017, a la fecha actual se continúa con el monitoreo de ruido, así para establecer un diagnóstico se determina el año 2018 como lapso de tiempo de estudio y línea base en contraste con el diagnóstico a realizar en años próximos.

En el 2018 el LABGIGA realizó 160 intervenciones a establecimientos públicos para determinar la emisión de ruido, lo cual se logró para 102 establecimientos bajo un promedio de nivel de emisión de 82,3 dB(A), para los 58 establecimientos restantes, no se pudo determinar la emisión de ruido ya que la diferencia aritmética entre el **LRAeq** y el **LRAeq, Residual**, fue menor o igual a 3 dB(A). De los establecimientos para los que se calculó su emisión, 100 de ellos presentaron un nivel de presión sonora fuera de los estándares máximos permisibles de emisión de ruido definidos por la Resolución 0627, de esta manera, sólo 2 establecimientos públicos presentaron cumplimiento normativo para emisión de ruido. Sin embargo, en términos generales para el año de estudio, se presentó una reducción media en los niveles de emisión de presión sonora del 4,8 %. En relación a las intervenciones se realizaron en promedio 13 intervenciones a establecimientos públicos por mes, con el mes de diciembre como el intervalo de tiempo con mayor cantidad de intervenciones realizadas en el 2018.

## **2 INTRODUCCIÓN**

El Laboratorio GIGA adscrito al Grupo de Ingeniería y Gestión Ambiental brinda sus servicios de extensión en la Universidad de Antioquia desde la prestación de servicios de toma de muestras, procesamiento y diagnóstico de la calidad de aguas potables, residuales, superficiales y subterráneas, toma de muestras, procesamiento y diagnóstico de la calidad del aire por material particulado en suspensión, material particulado menor a 10  $\mu$ , material particulado menor a 2,5  $\mu$ , óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno y monóxido de carbono, así como toma de muestras, procesamiento y diagnóstico de emisión de ruido y ruido ambiental.

Para este caso se tiene como campo de estudio el ruido como componente de la matriz aire, específicamente emisión de ruido la cual consiste en la identificación, análisis y verificación de los niveles de emisión de ruido por parte de una o varias fuentes emisoras. (Resolución 0627 de 2006 del MAVDT). En este caso de estudio las verificaciones de presión sonora se realizaron específicamente para establecimientos abiertos al público, principalmente de venta de licor, con fuente de sonido tipo consola o sistemas de sonido. El objetivo principal es verificar el cumplimiento normativo acorde a los estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido establecidos particularmente para sector C. "Zonas con usos

permitidos comerciales” para la cual se establece como nivel máximo permisible de emisión de ruido de, 70 dB(A) en jornada diurna y 60 dB(A) en jornada nocturna.

El proceso para medición de emisión de ruido de acuerdo a lo establecido por la Resolución 0627 de 2006 del MAVDT, consiste en ubicar el sonómetro a 1,5 metros de la fachada del establecimiento y a 1,2 metros sobre el nivel mínimo de la fuente de emisión del lugar a medir. La medición se efectúa con emisión de ruido continuo durante 15 min. distribuidos en una hora. posteriormente se realiza una medición de 15 min. con la fuente fuera de operación, con el fin de determinar el ruido residual.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Realizar un análisis de las mediciones de emisión de ruido efectuadas por el Laboratorio GIGA en el año 2018, a fin de establecer un diagnóstico direccionado al comportamiento de la emisión de ruido en la ciudad de Medellín a la luz de la Resolución 0627 de 2006 del MAVDT.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Establecer una línea base en relación al comportamiento de las emisiones de ruido para 2018.
- Analizar el comportamiento de los diferentes parámetros que intervienen en las mediciones de emisión de ruido.
- Caracterizar las condiciones que impiden el desarrollo de la medición de emisión de ruido.

### **4 MARCO TEÓRICO**

El sonido es una alteración física en un medio (gas, líquido o sólido) que puede ser detectada por el oído humano. El medio por el cual viajan las ondas sonoras debe poseer masa y elasticidad por lo tanto no puede haber transmisión del sonido en el vacío. Las ondas sonoras en el aire están causadas por las variaciones de presión por encima y por debajo del valor estático de la presión atmosférica. (Harris, 1995). Se denomina a esto presión sonora.

La unidad utilizada para expresar la intensidad del sonido es un bel. Por comodidad se usa normalmente 1/10 de un bel (B) como descriptor y recibe el

nombre de decibel (dB) (Francone Lossow, 1986). Este último es una unidad de nivel que denota la relación entre dos cantidades que son proporcionales en su potencia. El número de decibeles que corresponde a ésta relación es 10 veces el logaritmo (de base 10) de la razón de las dos cantidades. Las razones de presión sonora no siempre son proporcionales a las razones de potencia correspondientes, pero es práctica habitual ampliar el uso de ésta unidad (dB) a tales casos.  $dB = 10 \log_{10} (P/P_0)$  (David & Vázquez, s. f.). De esta manera un dB se define como la décima parte del Bel, siendo a su vez la razón de energía, potencia o intensidad que cumple la siguiente expresión  $\text{Log } R = 1\text{dB}/10$  (Ministerio de Ambiente, 2006).

Por su parte el oído, sin embargo, percibe un incremento de 10 dB como el doble de ruido o sonoridad. Es decir, el comportamiento del oído humano está más cerca de una función logarítmica que de una lineal. Un oído humano es capaz de percibir y soportar sonidos correspondientes a niveles de presión sonora entre 0 y 120 dB. este último nivel de ruido marca aproximadamente el denominado “umbral del dolor”. A niveles de ruido superiores pueden producirse daños físicos como ruptura del tímpano (Transición Ecológica, s. f.).

Según datos de la agencia europea de medio ambiente, cerca de 450 millones de europeos (65% de la población europea) están expuestos a niveles de ruido por encima de los 55 dB, lo que puede resultar en molestias, comportamiento agresivo y perturbación del sueño. Un análisis más detallado, muestra que 113 millones están expuestos a niveles mayores de 65 dB(A) y que cerca de 10 millones a niveles por encima de 75 dB(A), lo que potencialmente puede resultar en un incremento de la pérdida de audición. Un nivel sonoro puede considerarse peligroso cuando la comunicación no es posible, en estos casos las consecuencias pueden ir de tinnitus continuo, incapacidad para localizar sonidos, distorsión de los sonidos hasta asincronía en la información inusualmente sensible a los sonidos altos. Si se toma como base la definición de salud de la OMS, la molestia causada por el ruido puede ser considerada un problema de salud. Se estima que el 22% de la población europea está molesta o muy molesta por el ruido (WHO, 2007).

El deterioro auditivo inducido por el ruido puede estar acompañado por una percepción anormal de la sonoridad, distorsión (paracusis) y tinnitus (ruidos que se perciben sin que exista una fuente externa) (Goines & Hagler, 2007). El tinnitus puede ser temporal o hacerse permanente después de una exposición prolongada.

Así para garantizar condiciones óptimas que no afecten la salud auditiva y las consecuencias que conlleva el estar sometido a condiciones adversas, se establecen los estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido ilustrados en la *tabla 1*, contemplados por la Resolución 0627 de 2006 de acuerdo al glosario publicado por la International Standard Organization (ISO), en especial las definiciones contempladas en la ISO 1996 (Ministerio de Ambiente, 2006).

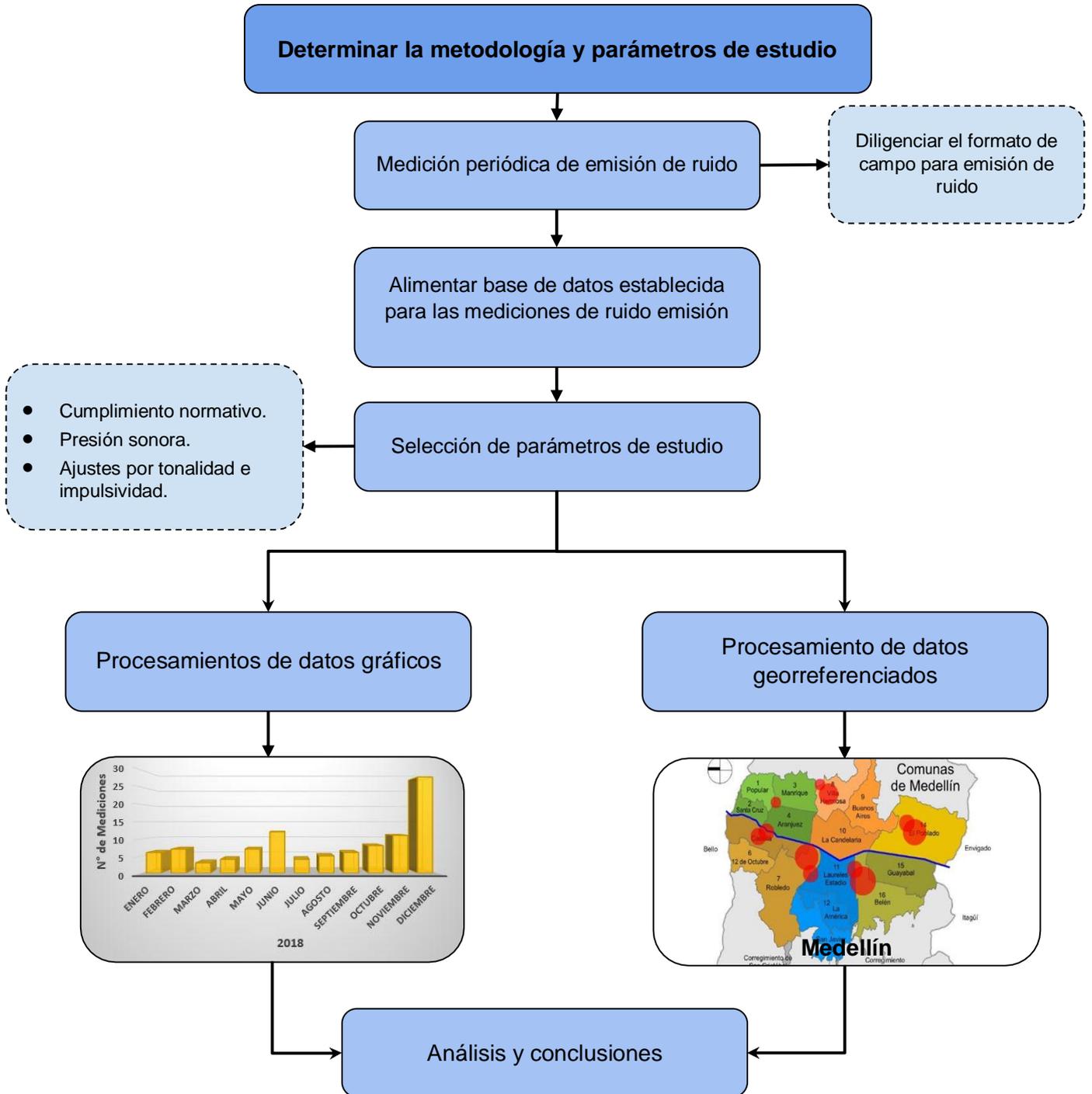
**Tabla 1. Estándares permisibles de niveles de emisión de ruido expresados en dB(A) establecidos por la Resolución 0627 de 2006.**

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

Fuente: Resolución 0627 de 2006 del MAVDT

## 5 METODOLOGÍA

A continuación, se presenta la metodología definida para llevar a cabo el estudio propuesto.



## 6 RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 6.1 CUMPLIMIENTO NORMATIVO

Las mediciones realizadas se encuentran en zona clasificada como sector C, Ruido Intermedio Restringido, zonas con usos permitidos comerciales. Para este tipo de sector, de acuerdo a la Resolución 0627 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, los niveles máximos permisibles de presión sonora se establecen en 70 dB(A) en jornada diurna y 60 dB(A) en jornada nocturna, siendo este último el límite utilizado en un gran porcentaje de las mediciones debido a que estas se realizaron en horario nocturno, en relación a la jornada diurna para sector C. para la cual solo se realizó una intervención. En general todas las intervenciones realizadas por el LABGIGA se efectuaron en zonas definidas por el POT como sector C. con usos permitidos comerciales.

En el Gráfico 1 se resume los resultados obtenidos de cada una de las mediciones realizadas y de los niveles de emisión de ruido, esto teniendo en cuenta lo establecido en la Resolución 0627 de 2006. Se realizaron en el lapso de tiempo mencionado un total de 160 mediciones, acorde a las Resolución 0627 de 2006, se concluye que, el 62,5% de los establecimientos medidos presenta un incumplimiento normativo, el 36,3% de los registros presentan una diferencia aritmética entre  $LRA_{eq, T}$  y  $LRA_{eq, T, Residual}$ , igual o inferior a 3 dB(A), por lo que no se puede determinar la emisión y el 1,3% de las mediciones realizadas presenta cumplimiento respecto a los estándares máximos permisibles de nivel de emisión de ruido dados por la norma.

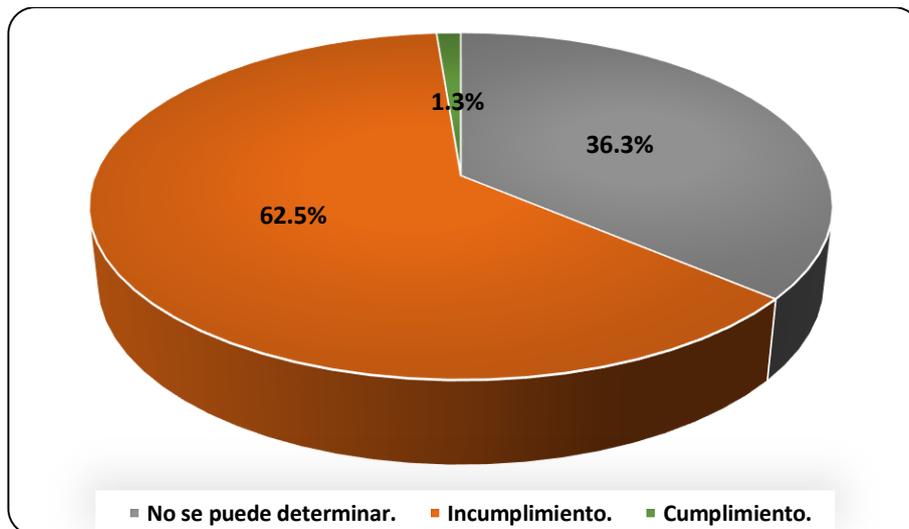


Gráfico 1. Resultado de las intervenciones respecto a la Normatividad.

### 6.2 MEDICIONES REALIZADAS

El Laboratorio GIGA inició las mediciones de emisión de ruido el 23 de junio de 2017 y hasta la fecha aún se realizan el monitoreo de emisión de ruido, teniendo así, un registro continuo respecto a los monitoreos del nivel de emisión de ruido en el municipio de Medellín para el año 2018, con un total de 160 intervenciones

realizadas y una distribución mensual como se muestra en la Gráfico 2, en la cual se evidencia un promedio mensual de 13 intervenciones realizadas a establecimientos públicos y un evidente aumento en cuanto al número de intervenciones realizadas para el mes de diciembre. Adicionalmente, cabe resaltar que durante la temporada de lluvia en muchas ocasiones se cancelaron las intervenciones programadas, lo que dio origen a lapsos de tiempo con pocas intervenciones, como es el caso del mes de marzo y septiembre al coincidir con la temporada de lluvia en nuestro país.

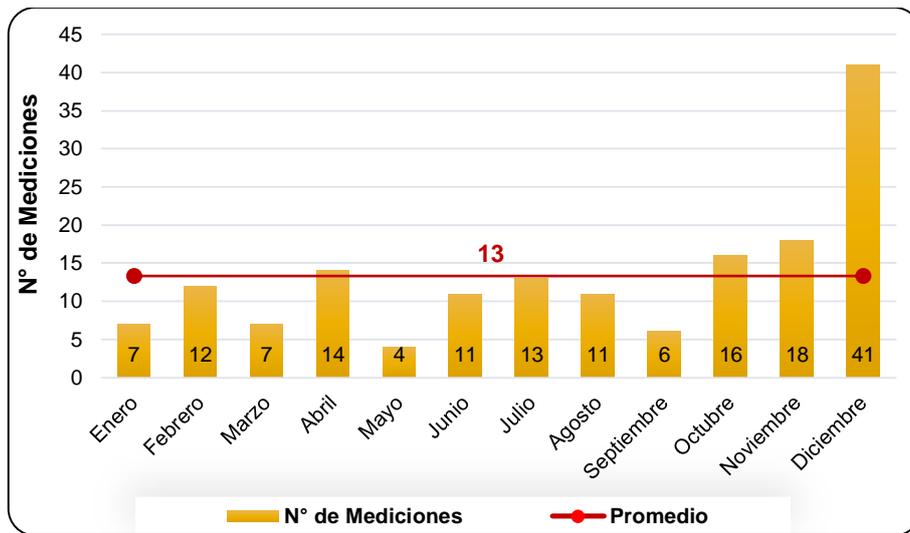


Gráfico 2. Número de intervenciones realizadas por mes.

### 6.3 NIVEL DE PRESIÓN SONORA MENSUAL

En el Gráfico 3 se presentan los niveles de presión sonora promedio mensual para el año 2018, donde se evidencia un nivel promedio máximo de presión sonora de 86,4 dB(A) para el mes de octubre, y un nivel promedio mínimo de presión sonora de 78,7 dB(A) correspondiente al mes de septiembre. Adicionalmente se establece un nivel promedio general de emisión de ruido para el año 2018 de 82,3 dB(A), lo que implica una diferencia en más de 20 dB(A) respecto a los 60 dB(A) establecidos como límite máximo permisible en aproximadamente la totalidad de las intervenciones.

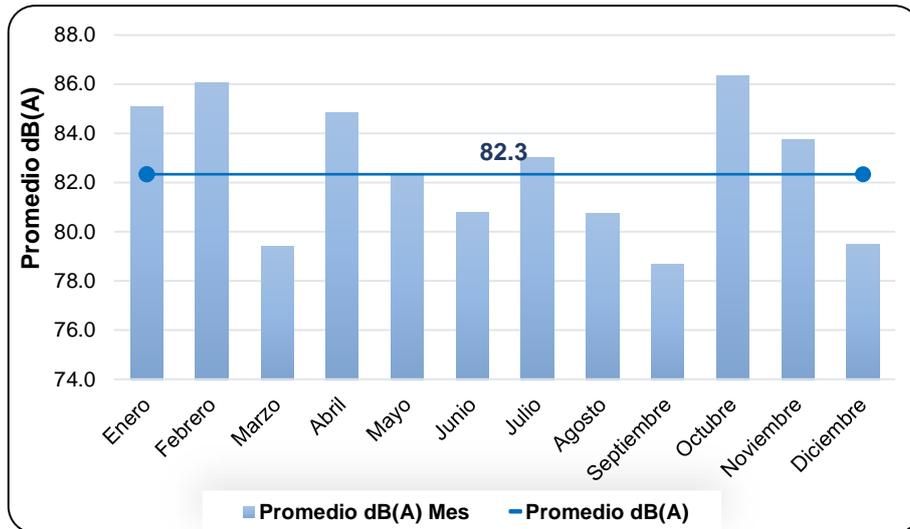


Gráfico 3. Promedio de aporte de ruido por mes.

#### 6.4 DISTRIBUCIÓN DE PRESIÓN SONORA POR RANGOS

Se pueden categorizar los resultados relacionados al nivel de presión sonora emitido por fuentes fijas por medio de rangos que permitan visualizar y caracterizar los rangos de presión sonora con mayor frecuencia ilustrados para las 102 intervenciones en las que se pudo determinar la emisión (**Leq emisión**). De esta manera se clasifican los registros obtenidos dentro de los rangos mostrados en la Gráfico 4, en la cual se evidencia un comportamiento general de los rangos semejante a una curva de distribución normal, para la cual el valor medio de nivel de emisión de ruido (**82,3 dB(A)**) se ubica dentro del rango que presenta el mayor número de registros (80 – 85dB(A)), Por lo tanto, a la hora de realizar una medición y determinar el nivel de presión sonora, hay más probabilidades de encontrar este valor de **Leq emisión** entre el rango de 80 dB(A) y 85 dB(A) en contraste con los demás rangos definidos.

Por otro lado, se encuentra que el **88,2%** de los registros obtenidos, presentan un valor en nivel de emisión de ruido igual o mayor a 75 dB(A), manteniendo una diferencia igual o superior a 15 dB(A) respecto al valor límite máximo permisible de la *Resolución 0627 de 2006* para sector C, de 60 dB(A) en jornada nocturna, siendo este el límite utilizado en un gran porcentaje de las mediciones debido a que estas se realizaron en horario nocturno.

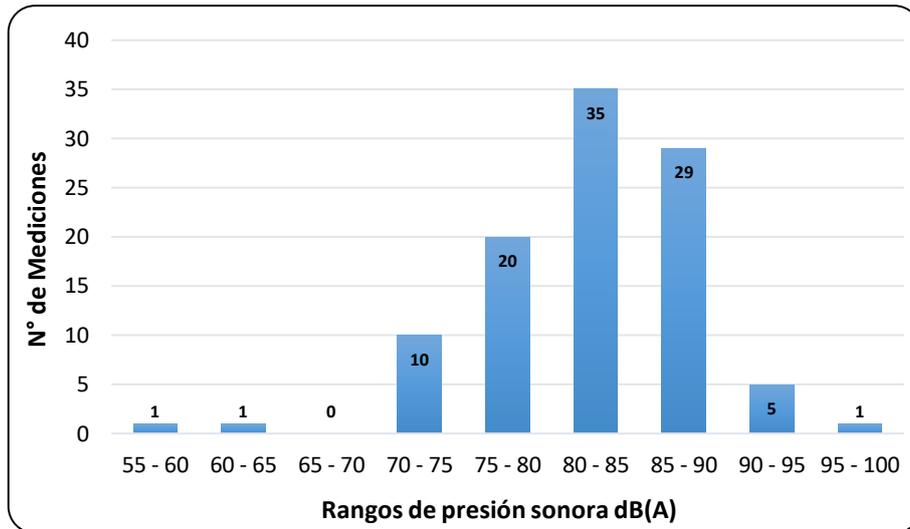


Gráfico 4. Número de mediciones realizadas para los rangos de presión sonora dB(A).

## 6.5 AJUSTES

El ajuste es toda cantidad, positiva o negativa, constante o variable, que se suma a un nivel de presión sonora medido o pronosticado para explicar parte del carácter acústico, la hora del día y tipo de fuente.

### 6.5.1 Ajustes por componentes tonales, KT

La mayoría de la gente que escucha un ruido no deseado de cierto nivel, encuentra el ruido más molesto si contiene tonos audibles. En la evaluación del ruido ha sido usual adicionar algunos decibeles de penalización al nivel medio si contiene sonidos tonales. Si el nivel del tono puro está un cierto número de decibeles por encima del nivel del resto de la señal dentro de la misma banda crítica, el tono se considera perceptible. Dependiente de la cantidad por encima del nivel de detección del tono puro, se establece una penalización que se calcula al adicionar un cierto número de decibeles al nivel medio con filtro de ponderación A.

Los ajustes por componentes tonales se realizan para todos los tonos que comprenden la composición espectral analizada sonómetro, sin embargo, estos se clasifican en tres rangos, frecuencias bajas, medias y altas, se definen las frecuencias bajas como aquel rango que comprende las bandas de tercios de octava contenidas entre 20 Hz y 125 Hz, frecuencias medias entre 160 Hz y 400 Hz y por último frecuencias altas establecidas como toda banda de tercios de octava > 500HZ.

A continuación, en el Gráfico 5 y Gráfico 6 se presentan de manera cuantitativa las correcciones tonales efectuadas con el nivel de penalización por rangos de frecuencias, para el  $L_{Aeq, T}$  con filtro de ponderación A, y  $L_{Aeq, T, Residual}$  con filtro

de ponderación A. En relación a los registros ilustrados, se encuentra un gran porcentaje de mediciones con ausencia de correcciones para los tres rangos de frecuencias (bajas, medias y altas) al no darse una penalización por componentes tonales, este escenario se aprecia tanto durante la medición del **LAeq, T**, como el **LAeq, T, Residual**, la ausencia de correcciones por componentes tonales se da debido a la uniformidad de la magnitud en presión sonora (dB) entre bandas de tercios de octava contiguas, es decir, a lo largo de la composición espectral analizada por el sonómetro, no hay variaciones significativas entre bandas próximas entre sí para un gran porcentaje de las intervenciones realizadas.

Por otro lado, se presenta un conjunto de registros con variaciones significativas de presión sonora entre las bandas contiguas específicamente en las frecuencias altas (> 500 Hz) durante la medición del **LAeq, T** lo que indica la implementación de correcciones por componentes tonales en frecuencias altas, esta situación sucede análogamente durante la medición del **LAeq, T, Residual**, pero con porcentaje de penalización menor debido a frecuencias altas.

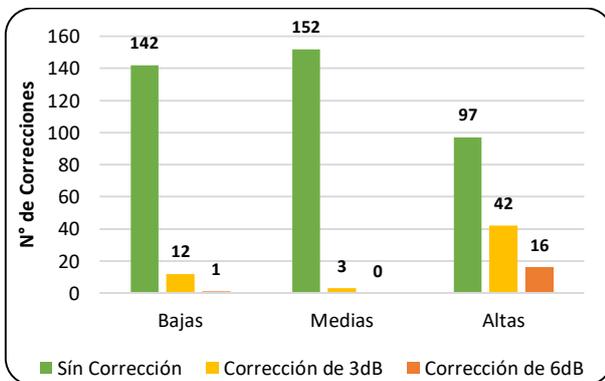


Gráfico 5. Correcciones Tonales por frecuencias, **LAeq, T**

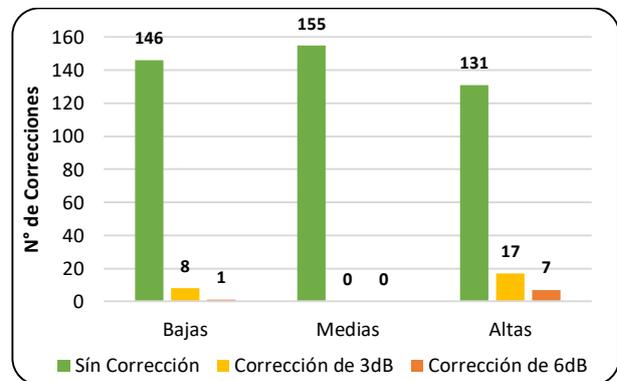


Gráfico 6. Correcciones Tonales por frecuencias, **LAeq, T, Residual**.

Para determinar la etapa del procedimiento de medición más crítico frente a molestia percibida por tonos puros, en la Gráfico 7 se cuantifican los registros con penalizaciones a causa de componentes tonales presentes en al menos uno de los rangos de frecuencia establecidos (bajas, medias y altas), tanto durante la medición del **LAeq, T**, como el **LAeq, T, Residual**, ambos procesos con filtro de ponderación (A).

Así, se identifica el procedimiento de medición con fuente encendida (**LAeq, T**), es decir con las fuentes de sonido de interés en constante funcionamiento, como la etapa crítica respecto a la percepción significativa de tonos puros, encontrando una relación lógica entre el número de correcciones por componentes tonales y nivel de presión sonora captado ya que el sonómetro puede realizar un análisis de la composición espectral con mayor precisión al captar una emisión de ruido con niveles de presión sonora mayor.

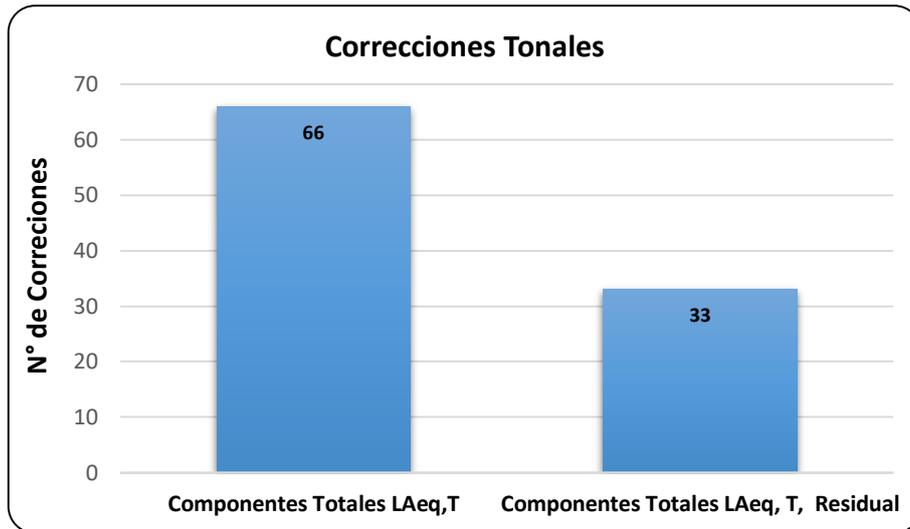


Gráfico 7. Correcciones por componentes tonales durante el procedimiento.

### 6.5.2 Ajustes por componentes impulsivos, KI

El ruido impulsivo se caracteriza por ser un sonido con un alto nivel de energía acústica y que se da en un periodo de tiempo corto, este tipo de ruido durante el monitoreo del  $L_{eq}$ , emisión se interpreta como componentes impulsivas y la presencia de estas durante la medición implica una corrección sobre el nivel de presión sonora continuo equivalente ( $L_{Aeq, T}$ ) y/o el ruido residual ( $L_{Aeq, T, Residual}$ ), dependiendo de la etapa del procedimiento de medición en la que se perciban componentes impulsivas, la magnitud de dicha corrección dependerá del nivel percepción de componentes impulsivas.

En este caso las mediciones se realizaron con Sonómetros con la capacidad de realizar la medición simultánea del nivel de presión sonora continuo equivalente con filtro de ponderación A, determinado con respuesta lenta ( $L_{Aeq, T}$ ), y del nivel presión sonora continuo equivalente con filtro de ponderación A, con la característica temporal por impulso ( $L_{AI}$ ).

La diferencia entre el  $L_{AI}$  y el  $L_{Aeq, T}$  se define como  $L_I$  y según magnitud, se determina el nivel de ajuste por impulsividad. Acorde al Gráfico 8 y Gráfico 9 en la mayoría de los registros, el  $L_I$  fue menor a 3 dB(A), lo que define la ausencia de ajustes por componentes impulsivos, este escenario se presenta tanto durante la medición del  $L_{Aeq, T}$ , como en el  $L_{Aeq, T, Residual}$ , siendo esta última la etapa del procedimiento la que exhibe un mayor porcentaje de correcciones implementadas por componentes tonales, es decir con un  $L_I \geq 3$  dB(A).

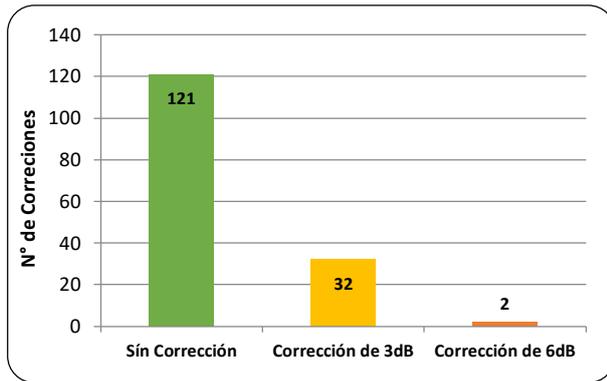


Gráfico 8. Correcciones por componentes Impulsivas, LAeq, T.

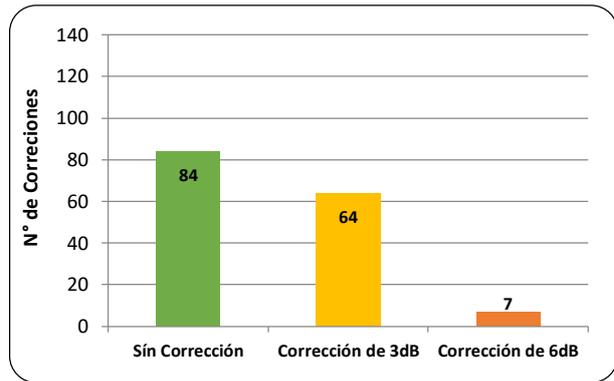
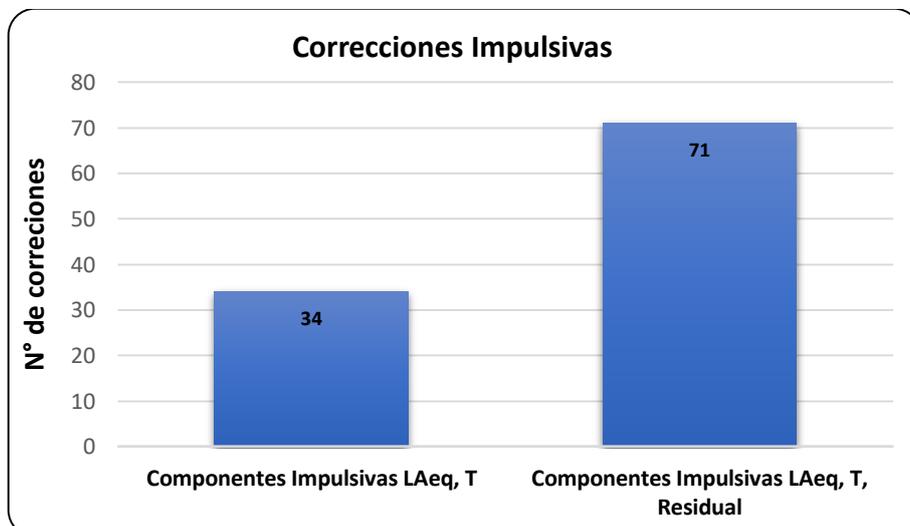


Gráfico 9. Correcciones por componentes Impulsivas, LAeq, T, Residual.

En la medición de emisión de ruido ( $L_{eq}$ , emisión) se pueden caracterizar diferentes ruidos de carácter impulsivo, durante la medición de  $L_{Aeq,T}$ , se puede atribuir la presencia de componentes impulsivos a las variaciones abruptas en la energía acústica de una canción con fuente de emisión tipo consola de sonido, el nivel de percepción en este caso depende tanto del nivel de potencia acústica (volumen), como del tipo de género musical predominante que reproducen los Disc jockey por medio de los sistemas de sonido. En cambio, durante la medición del  $L_{Aeq, T, Residual}$ , estas componentes se determinan por el entorno, consolas de sonido cercanas, motos de alto cilindraje, el pito de un automóvil, entre otros.

En el caso de estudio, las correcciones por componentes tonales acorde a los registros presentes en el Gráfico 10, se dan principalmente en el tiempo que se realiza la medición del  $L_{Aeq, T, Residual}$ , superando considerablemente el número de correcciones realizadas durante la medición del  $L_{Aeq,T}$ , lo que indica una incidencia considerable de las fuentes de ruido impulsivo del entorno sobre la medición de presión sonora, en comparación con la incidencia que presenta el ruido impulsivo de origen en la consola de sonido durante la medición con fuente encendida. Por otro lado, es probable que la energía acústica del ruido emitido por una consola de sonido durante la etapa de medición del  $L_{Aeq, T}$ , pueda interferir en el sonómetro frente a la recepción de componentes impulsivas por parte de fuentes externas



**Gráfico 10. Correcciones por componentes impulsivas durante el procedimiento.**

## **6.6 MEDICIONES REITERADAS**

Las mediciones de emisión de ruido se pueden caracterizar por ser una medida correctiva, implementada con el objetivo de lograr un entorno saludable respecto a la percepción de ruido de origen antropogénico, específicamente aquellos con origen en establecimientos públicos tipo bares, discotecas, gimnasios, casinos y demás establecimientos públicos presentes en sectores residenciales con usos permitidos comerciales.

Las mediciones reiteradas, es decir aquellas intervenciones que se realizan en un establecimiento con mediciones de ruido dadas anteriormente, toman un rol importante dentro de un diagnóstico general, precisamente estas intervenciones permiten evaluar la eficiencia del procedimiento en cuanto al objetivo que se quiere lograr tras implementar una medida correctiva. Para el estudio de este parámetro, es necesario realizar el análisis de las intervenciones realizadas desde junio de 2017 hasta diciembre de 2018, puesto que tomar únicamente el año 2018 como intervalo de tiempo para el estudio de este parámetro en este caso, implica descartar mediciones reiteradas anteriores al año 2018 o asumir mediciones como realizadas por primera vez teniendo ya un registro de intervenciones previas. Así el integrar los registros de las mediciones de emisión de ruido realizadas por el LABGIGA desde el inicio del proyecto en esta instancia, permite tener un diagnóstico acertado frente al estudio del comportamiento de la emisión de ruido para intervenciones reiteradas.

Se determinan en total veintidós (22) registros que se caracterizan por presentar mediciones reiteradas y adicionalmente presentan datos cuantitativos de presión sonora en la intervención realizada por primera vez, los resultados obtenidos en una segunda intervención se presentan en el Gráfico 11. En el cual el 40,9% correspondiente a nueve (9) establecimientos, no se pudo determinar la emisión por parte de la fuente de estudio, el 51,9 % restante correspondiente a trece (13) establecimientos presentan por su parte datos cuantitativos de emisión, al analizar estos 13 establecimientos se encuentra que el 76,9% presentan un nivel de presión sonora superior al valor registrado en una primera intervención y el 23,1% restante registra un nivel de presión sonora inferior a los valores determinados en una primera intervención.

En términos generales se presenta un conjunto de registros alusivo a un 40,9 % en el cual no se pudo determinar la emisión, esto podría deberse a múltiples factores que impiden determinar el **LAeq, emisión**, sin embargo, asumiendo un **LAeq, T, Residual**, similar entre la primera intervención y las intervenciones posteriores de un mismo establecimiento, es probable que se presente una reducción en el **LAeq, T**, respecto a la primera intervención, hasta un nivel de emisión comparable con el nivel de presión sonora del entorno logrando una diferencia aritmética entre el **LAeq, T**, y el **LAeq, T, Residual** menor a 3 dB(A), lo que obstaculiza determinar el aporte de ruido por la fuente específica de interés. Para demostrar el anterior escenario considerado se requiere el estudio del ruido residual en cada caso en particular, y realizar la respectiva comparación entre la primera intervención y las intervenciones posteriores, corroborando que el nivel

de ruido residual no exhiba variaciones significativas entre mediciones, y así precisar la reducción del  $L_{Aeq, T}$  y en efecto la reducción del  $L_{Aeq, emisión}$ .

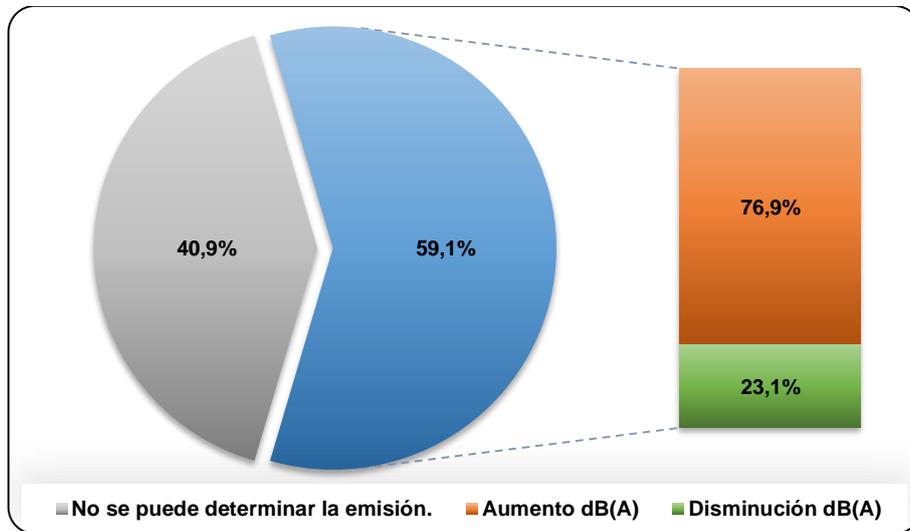


Gráfico 11. Mediciones realizadas por segunda vez en un mismo establecimiento.

## 6.7 DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LOS REGISTROS DE EMISIÓN

Para analizar el comportamiento general durante el lapso de tiempo de estudio, se ilustra la distribución de los registros obtenidos específicamente las intervenciones en las cuales se pudo determinar el nivel de emisión de presión sonora ( $L_{eq, emisión}$ ). En total se realizaron 160 intervenciones a establecimientos públicos en el municipio de Medellín, de esto se pudo determinar el nivel de emisión de presión sonora para 102 de ellos, correspondiente al 62,6% del total de intervenciones. En el Gráfico 12 se presentan los registros de niveles de emisión de ruido distribuidos de manera consecutiva y en el cronológico en el cual se realizó la intervención.

Al establecer una línea de tendencia para los registros dados y distribuidos en orden temporal se evidencia una tendencia negativa, es decir al finalizar el año se presenta una reducción media en los niveles de emisión de presión sonora del 4,8 %.

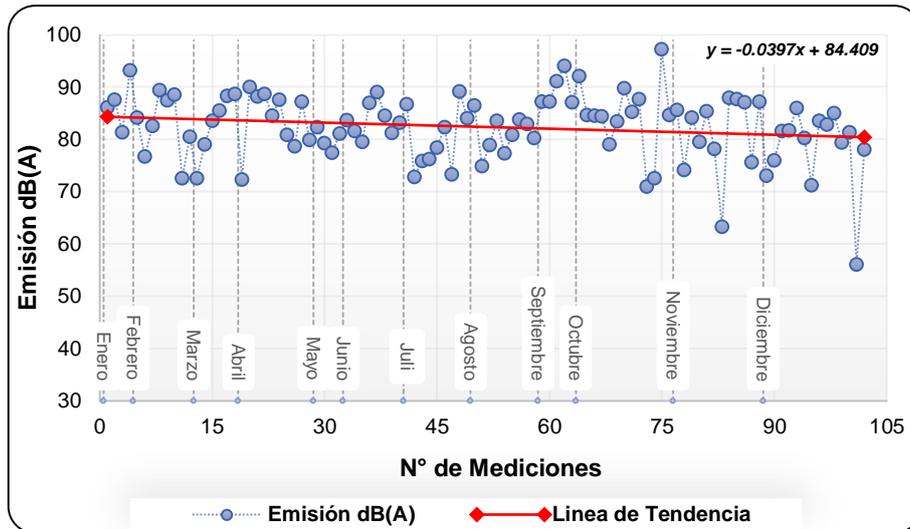


Gráfico 12. Distribución espacio temporal de los niveles de emisión.

**Nota:** Para una mejor visualización de la distribución de los registros, se ilustran las ordenadas a partir de los 30 dB(A).

## 7 CONCLUSIONES

El LABGIGA durante el lapso de tiempo de estudio realizó 160 intervenciones en establecimientos públicos en jornada nocturna para la mayoría de los casos, con el objetivo de caracterizar los niveles de emisión de presión sonora y verificar el cumplimiento normativo acorde a los límites máximos permisibles de emisión indicados en la Resolución 0631 de 2006. De esta manera se logra determinar el nivel de emisión de presión sonora ( $L_{eq, emisión}$ ), para 60 establecimientos públicos, de estos, bajo la Resolución 0627 de 2006, se concluye cumplimiento normativo para dos (2) de ellos, y un incumplimiento para los 58 establecimientos restantes, adicionalmente. Se cuantifican 100 intervenciones en las cuales no se pudo determinar el ruido de emisión de la fuente, es decir no hay una variación significativa entre el nivel de presión sonora que emite el establecimiento ( $L_{Aeq, T}$ ) respecto a la emisión de presión sonora emitida por el entorno que lo rodea ( $L_{Aeq, T, Residual}$ ).

Las intervenciones en las que no se pudo determinar el  $L_{eq, emisión}$  representa más de la mitad de las intervenciones realizadas y puede justificarse por diversos factores, entre los que se encuentra; el sitio de monitoreo, la alteración de las condiciones normales del entorno respecto al ruido y el flujo tanto peatonal como vehicular. En relación con el sitio de monitoreo, la mayoría de los monitoreos se programan para zonas previamente estudiadas y que representan una molestia para el bienestar de las residencias aledañas, estas zonas normalmente se caracterizan por la existencia de numerosos establecimientos públicos situados de manera contigua, sin barreras de insonorización que impidan que el ruido trascienda al exterior y con los sistemas de sonido tipo parlantes direccionados

al exterior del local en la mayoría de los establecimiento. Así la proximidad entre locales con emisión de ruido continuo y en ausencia de sistemas de insonorización, genera un entorno con altos niveles de presión acústica desfavorable a la hora de determinar el nivel de ruido para una fuente específica. Por otro lado, en algunas intervenciones se evidencia la alteración de las condiciones normales de ruido en el entorno durante la medición de **L<sub>Aeq, T, Residual</sub>**, debido a situaciones como el bullicio generado por algunos clientes del establecimiento, o por el aumento de nivel de presión sonora con origen en establecimientos públicos ajenos al establecimiento de estudio. Respecto al tránsito vehicular y flujo peatonal, los establecimientos públicos ubicados en zonas con alto flujo vehicular y/o peatonal también aumenta la probabilidad de que la diferencia entre el **L<sub>RAeq, T</sub>**, y el **L<sub>RAeq, T, Residual</sub>**, sea menor o igual a 3 dB.

Al estudiar los registros de emisión de ruido se evidencia una reducción progresiva respecto a los decibeles medios registrados a lo largo del año por el LABGIGA, con un promedio de emisión de ruido de 85,1 dB(A) para el mes de enero del 2018 y de 79,5 dB(A) para el mes de diciembre el mismo año, considerando además este último mes como el lapso de tiempo mensual más representativo debido al número de registros dados durante el mes de diciembre en contraste con los demás meses en el año de estudio.

## **7.1 GEOPROCESAMIENTO**

### **7.1.1 Distribución Espacial**

Al tener una distribución espacial de las intervenciones realizadas en el municipio de Medellín (Ilustración 1), se muestra la ubicación en la cual se llevó a cabo cada una de las intervenciones para el monitoreo de ruido emisión las comunas del municipio de Medellín y sus corregimientos.

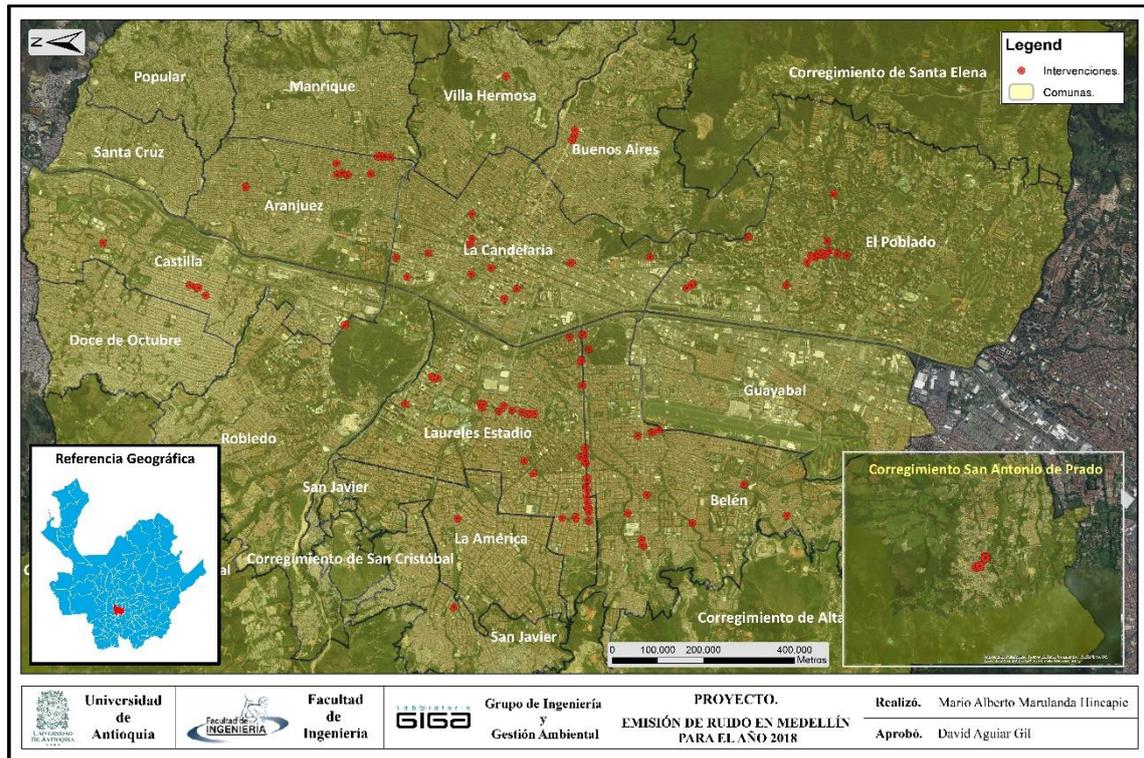


Ilustración 1. Mapa distribución espacial de las intervenciones realizadas

Para visualizar las zonas con mayor número de intervenciones efectuadas, se presenta en la Ilustración 2, las zonas en las cuales se realizó un mayor número de intervenciones con una proximidad considerable entre los sitios intervenidos, estas zonas se denotan con una tonalidad rojiza y las zonas con un número mínimo de intervenciones se denota con una tonalidad verde.

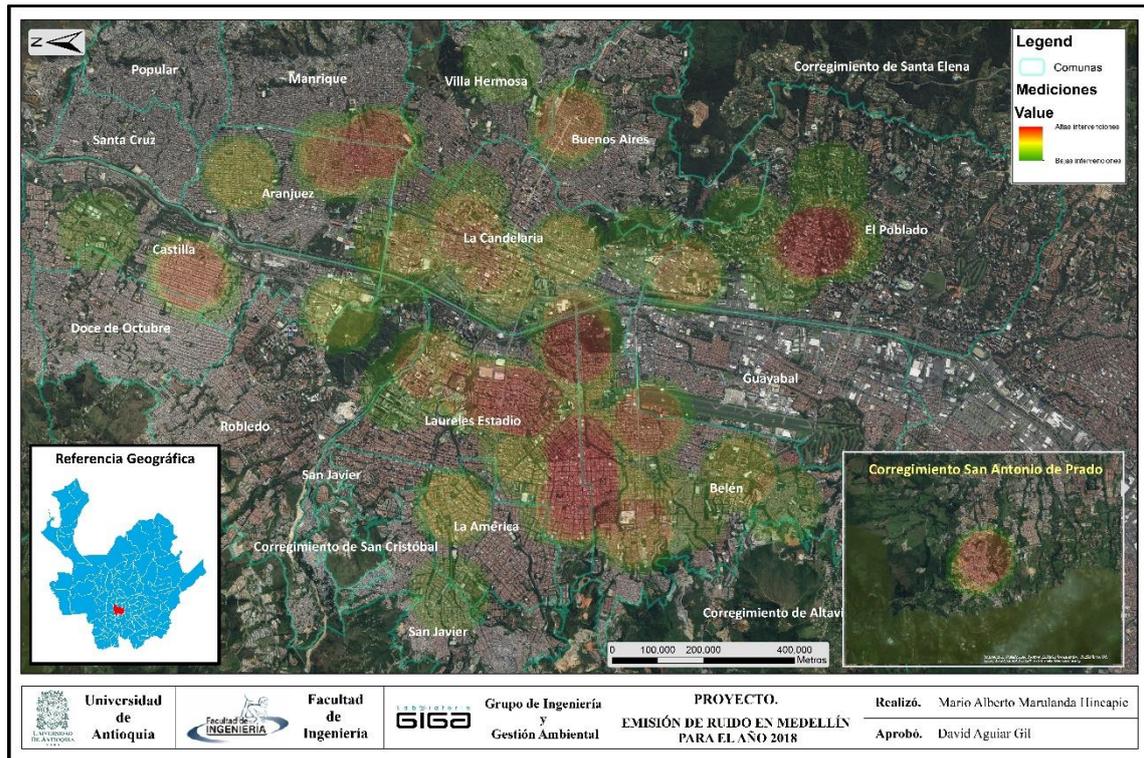


Ilustración 2. Mapa zonas con mayor número de intervenciones.

Al analizar los lugares con mayor concentración de intervenciones en el municipio de Medellín se encuentra que, un número considerable de intervenciones programadas se dan en zonas comerciales tradicionales tales como; *El Lleras, Calle 33, Carrera 70, Carrera 45, y Carrera 68*. Es decir, las intervenciones se han realizado en focos específicos del municipio, siendo efectuadas en las denominadas por tradición “zonas de fiestas” en Medellín, en consecuencia, las mediciones se realizan en puntos con un nivel característico de ruido residual (**LAeq, T, Residual**), el cual generalmente presenta niveles de presión sonora considerables, siendo una interferencia a la hora de precisar el nivel de emisión aportando por la fuente de interés. Adicionalmente, se caracterizan diversas comunas con pocas o ninguna intervención para el monitoreo de emisión de ruido tales como, Popular, Robledo, La América, Villa Hermosa, Buenos Aires, Doce de Octubre, Santa Cruz y Guayabal. Es claro que las limitadas intervenciones realizadas en estas comunas se deben parcialmente a problemas de orden público que estas puedan presentar, limitando la seguridad del personal y los equipos de medición, sin embargo, la centralización de los registros en ciertas zonas mencionadas de la ciudad implica un diagnóstico con representatividad para las zonas con registros realizados, y probablemente impreciso para las demás comunas con un número de intervenciones nulas y mínimas.

La exposición prolongada a niveles de ruido mayor a 85 dB puede ser potencialmente peligroso, causando Tinnitus continuo, Incapacidad para localizar sonidos, distorsión de los sonidos o asincronía en la información

inusualmente sensible a sonidos altos. Respecto a las componentes tonales, se determina que la ejecución de ajustes por componentes tonales ocurre especialmente en frecuencias altas, es decir toda frecuencia mayor a 500 Hz con fuente de emisión de ruido en equipos de sonido tipo consola, la exposición prolongada a estas frecuencias en particular bajo un nivel de presión sonora mayor a 85 dB puede causar hipoacusia parcial, es decir, afectación de las células ciliadas encargadas de captar la presión sonora en frecuencias altas, disminuyendo el espectro audible natural en las personas, comprendido entre 20 Hz y 20 KHz. En relación a las componentes impulsivas, estas pueden generar la pérdida de audición inducida, sea por un eventual sonido impulsivo con un nivel de presión sonora considerable, o la exposición prolongada a la recepción de sonidos impulsivos fuertes, cabe aclarar que este tipo de ruido tiene origen especialmente en fuentes externas al establecimiento público como pitos de automóviles, motos de alto cilindraje, uso de pólvora, bullicio y demás fuentes externas.

## **8 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- David, A., & Vázquez, M. (s. f.). Evaluación de la exposición sonora y de su impacto sobre la salud y calidad de vida de la población residente en la zona este de la ciudad de Córdoba sobre los accesos principales de la zona central. Córdoba, Argentina: Subsecretaría de Ambiente - Observatorio Ambiental.
- Francone Lossow, J. (1986). Anatomía y Fisiología Humana. 4° ed. Interamericana.
- Goines, L., & Hagler, L. (2007). Noise pollution: a modern plague. Southern Medical Journal, Volume 100, Number 3.
- Harris, C. (1995). Manual de medidas acústicas y control de ruido. 3° ed. Mc. Graw-Hill.
- Ministerio de Ambiente, V. y D. T. (2006). Resolución 0627, Norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental. República de Colombia.
- Transición Ecológica, M. para la. (s. f.). Conceptos básicos del ruido ambiental. España: Gobierno de España.
- WHO. (2007). Experts consultation on methods of quantifying burden of disease related to environmental noise. World Health Organization.