

**ANÁLISIS DEL APOORTE AL RUIDO AMBIENTAL EMITIDO POR LOS
VEHÍCULOS PARTICULARES EN BOGOTÁ**

LEIDY NATALIA LÓPEZ REDONDO

**UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SONIDO
PROYECTO DE GRADO
BOGOTÁ, 2007**

**“ANÁLISIS DEL APOORTE AL RUIDO AMBIENTAL EMITIDO POR LOS
VEHÍCULOS PARTICULARES EN BOGOTÁ”**

LEIDY NATALIA LÓPEZ REDONDO

**Proyecto de Grado para optar el título de
INGENIERO DE SONIDO**

**UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SONIDO
ÁREA DE INVESTIGACIÓN
BOGOTÁ, 2007**

Nota de Aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Bogotá, Septiembre de 2007

DEDICATORIA

A Dios, a mi madre, a mi abuelo, que es mi soporte espiritual en cada momento, con sus enseñanzas, principios y dedicación me han puesto en el ser que estoy, por su invaluable apoyo. A Mauro por todo este tiempo, por su amor, apoyo y fortaleza. Mi felicidad.

Gracias!!!

AGRADECIMIENTOS

Al Ingeniero Francisco Ruffa, Docente de la Universidad de San Buenaventura, por sus valiosos conocimientos, por compartir su experiencia, por sus grandes aportes y colaboración en este proyecto.

Al Arquitecto Johann Nuñez, Docente de la Universidad de San Buenaventura, por su colaboración y contribución en la realización de este proyecto.

A la Ingeniera Alexandra Reyerros, por hacer posible este proyecto, contribuyendo con el enfoque adecuado para su desarrollo.

A Olga Lucía Mora, Docente de la Universidad de San Buenaventura, por su amabilidad, por su inmensa colaboración en la presentación de este proyecto.

A Juan Carlos Fernández, Docente de la Universidad de San Buenaventura, por su colaboración y amabilidad, para la finalidad de este proyecto.

A Lucrecia Redondo, por su nobleza, su apoyo e intensa colaboración en este proyecto y en todas las cosas importantes de mi vida.

A todas las personas que de cierta manera colaboraron y contribuyeron en la realización de este proyecto.

A todos ustedes mil y mil gracias.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	10
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.1. ANTECEDENTES.....	14
1.2. DESCRIPCION Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.3. JUSTIFICACION.....	17
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
1.4.1. Objetivo General.....	20
1.4.2. Objetivos Específicos.....	20
1.5. ALCANCES Y LIMITACIONES DEL PROYECTO.....	21
1.5.1. Alcances.....	21
1.5.2. Limitaciones.....	22
2. MARCO DE REFERENCIA.....	23
2.1. MARCO CONCEPTUAL.....	23
2.1.1. Sonido.....	23
2.1.2. Frecuencia.....	23
2.1.3. Nivel de Presión Sonora (SPL).....	23
2.1.4. Decibelio.....	23
2.1.5. Ruido.....	24
2.1.6. Tipos de Ruido.....	24

2.1.6.1. Ruido Ambiental.....	24
2.1.6.2. Ruido de Fondo.....	25
2.1.6.3. Ruido Aleatorio.....	25
2.1.6.4. Ruido Continuo.....	25
2.1.6.5. Ruido Impulsivo.....	25
2.1.6.6. Ruido Intermitente.....	25
2.1.6.7. Ruido de Baja Frecuencia.....	25
2.1.6.8. Ruido con Contenido Tonal.....	25
2.1.7. Tipos de Fuentes Sonoras.....	26
2.1.8. Instrumentos de Medición.....	26
2.1.8.1. Sonómetro.....	26
2.1.9. Nivel de Banda de Octava.....	27
2.1.10. Niveles Sonoros Ponderados.....	27
2.1.11. Ponderación.....	27
2.1.12. Ponderación Temporal.....	27
2.1.13. Ponderación Temporal Exponencial.....	27
2.1.13.1. Respuesta Lenta (Slow).....	27
2.1.13.2. Respuesta Rápida (Fast).....	27
2.1.14. Ponderación de Frecuencia.....	27
2.1.14.1. Ponderación A.....	28
2.1.14.2. Ponderación B.....	28
2.1.14.3. Ponderación C.....	28
2.1.14.4. Ponderación D.....	29
2.1.15. dB(A).....	29
2.1.16. Nivel Sonoro Continuo Equivalente (Leq).....	29
2.1.17. Nivel Percentil.....	29
2.1.18. Clima de Ruido (NC).....	30
2.1.19. Índice de Ruido de Tráfico (TNI).....	30
2.2. MARCO LEGAL O NORMATIVO.....	30
2.3. MARCO TEÓRICO.....	32

3. METODOLOGÍA.....	39
3.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	39
3.2. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN USB / SUB-LÍNEA DE FACULTAD / CAMPO TEMÁTICO DEL PROGRAMA.....	39
3.3. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	40
3.3.1. Metodología de Medición.....	40
3.3.2. Determinación del Sector.....	44
3.3.3. Selección de Puntos de Medición.....	47
3.3.4. Mediciones Comparativas.....	50
3.3.4.1. Martes 30 de Enero de 2007.....	50
3.3.4.2. Miércoles 31 de Enero de 2007.....	62
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	62
3.5. HIPÓTESIS.....	62
3.6. VARIABLES.....	62
3.6.1. Variables Independientes.....	62
3.6.2. Variables Dependientes.....	62
4. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	62
4.1. ESTRATEGIA DE MEDICIÓN.....	62
4.1.1. Flujo Vehicular.....	62
4.2. MEDICIONES.....	62
4.2.1. Jueves 1 de Febrero “Día sin Carro”.....	62
4.2.1.1. Primera Medición.....	62
4.2.1.2. Segunda Medición.....	62
4.2.1.3. Tercera Medición.....	62
4.2.1.4. Cuarta Medición.....	62
4.2.1.5. Quinta Medición.....	62
4.2.1.6. Sexta Medición.....	62
4.2.1.7. Séptima Medición.....	62

4.2.1.8. Octava Medición.....	62
4.2.1.9. Novena Medición.....	62
4.2.1.10. Décima Medición.....	62
4.2.1.11. Décima Primera Medición.....	62
4.2.1.12. Décima Segunda Medición.....	62
4.2.1.13. Décima Tercera Medición.....	62
4.2.1.14. Décima Cuarta Medición.....	62
4.2.1.15. Décima Quinta Medición.....	62
4.2.1.16. Décima Sexta Medición.....	62
4.2.1.17. Resultados.....	62
4.2.2. Jueves 1 de Marzo.....	62
4.2.2.1. Primera Medición.....	62
4.2.2.2. Segunda Medición.....	62
4.2.2.3. Tercera Medición.....	62
4.2.2.4. Cuarta Medición.....	62
4.2.2.5. Quinta Medición.....	62
4.2.2.6. Sexta Medición.....	62
4.2.2.7. Séptima Medición.....	62
4.2.2.8. Octava Medición.....	62
4.2.2.9. Novena Medición.....	62
4.2.2.10. Décima Medición.....	62
4.2.2.11. Décima Primera Medición.....	62
4.2.2.12. Décima Segunda Medición.....	62
4.2.2.13. Décima Tercera Medición.....	62
4.2.2.14. Décima Cuarta Medición.....	62
4.2.2.15. Décima Quinta Medición.....	62
4.2.2.16. Décima Sexta Medición.....	62
4.2.2.17. Resultados.....	62
4.3. ANALISÍS.....	62

5. DESARROLLO INGENIERIL.....	62
6. CONCLUSIONES.....	62
7. RECOMENDACIONES.....	62
LISTA DE TABLAS.....	62
LISTA DE FIGURAS.....	62
BIBLIOGRAFÍA.....	62

INTRODUCCIÓN

Desde hace unos años se ha manifestado un gran interés por la contaminación ambiental ya que está atenta contra la salud humana, pero solamente muy pocas personas están al tanto de los efectos que puede llegar a generar. Dentro de los factores que componen la contaminación ambiental esta el ruido, el cual constituye un agente principal para la pérdida auditiva en las personas, para contrarrestarlo se han tomado algunas medidas legislativas tales como las resoluciones 8321 del 4 de Agosto de 1983 y la más reciente que es la resolución 0627 del 7 de abril de 2006, donde se plantea la realización de un mapa de ruido de pueblos y ciudades y así determinar la cantidad de ruido a la que están expuestos sus habitantes, en busca de medidas que lleven a una mejor calidad de vida auditiva para el ser humano.

Como medidas adicionales a las legislativas, se encuentra una muy importante y conocida, para prevenir la contaminación ambiental. Esta se conoce con el nombre del “**Día sin Carro**”.

Esta iniciativa que comenzó en 1999 fue acogida de manera oficial desde el año 2000 a partir de un referendo donde se acordó realizar la jornada cada primer jueves de febrero. Fueron dos razones, principalmente, las que motivaron esta jornada, la primera ambiental y la segunda, el problema de movilidad en la ciudad.

Después de ocho años y gracias a este día se ha demostrado cuantitativamente la cantidad se ha reducido el smog junto con los índices de contaminación en el aire, durante la jornada, generado gracias a la cantidad de vehículos que circulan

normalmente por la ciudad y que está comprometiendo seriamente la salud de las personas.

Con el tiempo se han venido realizando en este día, mediciones de los niveles de ruido ambiental, como principal factor de la contaminación acústica, pero no con el mismo estado de importancia que se ha hecho con lo relacionado a la calidad del aire. Aparte de estas mediciones, existen monitoreos de ruido, pero estos son mas enfocados al ruido aéreo, debido a su ubicación.

Para llegar a estas conclusiones se debe ir a pasos pequeños para determinar más fácilmente el problema de ruido al que estamos sometidos actualmente, y no es tan factible hablar directamente de las medidas contra el ruido y los efectos que ocasiona en las personas sin antes ubicar la verdadera fuente del problema.

Estudios realizados anteriormente en varios países, han determinado que la fuente que más aporta al ruido ambiental es la que proviene del tránsito vehicular. Debido que esto es una realidad y la ciudadanía puede ser consciente del problema, se hace necesario focalizar y resaltar el grupo de vehículos del parque automotor que más contribuye a este serio problema.

El objetivo del estudio es determinar el mayor contaminante dentro de la polución auditiva en cuanto al tránsito vehicular se refiere, donde los dos grupos principales son el vehículo particular y el transporte público de Bogotá, donde también en varios estudios en diferentes ciudades de América Latina se ha concluido que es este último, aunque en cantidad predominen los vehículos particulares.

Durante la realización de este trabajo, se estableció la metodología de las mediciones bajo las normas nacionales ICONTEC. Se consideraron otras normas, leyes y directrices, como las ISO, la resolución 0627 de 2006, la directiva 49 del parlamento europeo, las guías para el ruido de la OMS; y los mapas de ruido

desarrollados en otros países. Todo esto debido a que las normas ICONTEC no contemplan en profundidad el tema del ruido ambiental.

En la investigación de este proyecto se conocieron los niveles de ruido generado por los vehículos particulares, realizando mediciones en un día normal y un día sin carro, bajo el marco legal especificado. Se llevaron a cabo, también, mediciones dentro de los diferentes días de la semana.

Este documento se dividió en 7 capítulos para su completo desarrollo, se trató en el primero el planteamiento del problema, los antecedentes sobre el tema de ruido, la formulación del problema con su respectiva descripción, la justificación del porque de este trabajo, lo que se pretende con los objetivos y los alcances y limitaciones.

En el segundo capítulo se da una breve explicación de los conceptos relacionados al tema, la normativa aplicada y las teorías existentes que fueron esenciales para la realización del mismo. En el tercer capítulo se trata la metodología aplicada para la realización de este proyecto basado en la hipótesis con las técnicas recolectadas en una larga investigación, enfocándolo al tema de ruido ambiental.

En el cuarto capítulo se concentra el análisis comparativo determinando en qué cantidad aportan los vehículos particulares al ruido ambiental en base al día del no carro.

En los últimos tres capítulos se presentan diferentes alternativas para tratar el problema, basadas en las conclusiones del análisis y contribuyendo con algunas recomendaciones para el curso de este proyecto como para un nuevo grupo de investigación en el programa de Ingeniería de Sonido.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. ANTECEDENTES

El día sin carro en Bogotá parte de la unión a la convocatoria realizada por Francia e Italia en la década pasada, donde Colombia conforma la lista de los más de 25 países unidos en esta jornada cívica y ambiental. En los países europeos como Francia, Inglaterra se dieron a la tarea de realizar mediciones ambientales referentes a la contaminación auditiva, con el objetivo de la realización de los mapas de ruido de las diferentes zonas de las ciudades.

El 24 de Febrero del año 2000 la Alcaldía Mayor de Bogotá inició oficialmente esta jornada, donde se lograron numerosos resultados en los años que se ha realizado, teniendo como objetivo esencial la disminución cuantitativa de partículas en el aire generada por los vehículos. Luego de su inicio se decidió orientar otro factor influyente en la contaminación del medio ambiente: el ruido.

Como resultados existen informes generados a partir de mediciones hechas por el DAMA en 5 vías principales de la ciudad, donde muestra las cifras obtenidas en el Día sin carro junto con las mediciones en días normales comparando respectivamente los resultados de la jornada y determinar la contribución a la mitigación de ruido ambiental producido por el parque automotor.

Desde 1972 se contemplo internacionalmente las consecuencias que trae el ruido y la Organización Mundial de la Salud (OMS) lo clasifico como un tipo más de

contaminación. Se catalogan como fuentes de ruido contaminantes clasificándolas en fuentes fijas y en fuentes móviles.

Dentro de estas últimas tenemos las fuentes de mayor trascendencia en las grandes ciudades del mundo: los vehículos motorizados. Este es el responsable del 70 % de ruido presente en las ciudades.

“En Santiago de Chile la fuente de mayor importancia en el ruido es el flujo vehicular, en especial los microbuses, principales responsables de los altos niveles de ruido y en conjunto con un flujo mixto compuesto de buses, automóviles y motos. Allí un bus promedio genera el ruido equivalente a 14.3 vehículos livianos, dentro de los cuales están los particulares”¹. Se hizo un estudio reciente donde realizaron unas mediciones en un día de paro de buses y se determinó que el nivel de ruido equivalente disminuyó aproximadamente en 10 dB(A) en comparación de un día normal. Donde habían realizado unas mediciones anteriormente². La Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), han elaborado varias normas referentes a los diferentes tipos de ruido, como la que regula los niveles de ruido de fuentes fijas, normas para el aislamiento acústico de viviendas, norma para la emisión de ruidos de buses urbano y rural. Este es un gran ejemplo ya que en Latinoamérica los países que están avanzando en el tema de la contaminación acústica son los del cono sur.

En Perú consideran al parque automotor una fuente principal de contaminación acústica, allí existen varias normas legales para el control de ruidos, algunas desde los años cincuenta, tienen reglamentos para suprimir los ruidos de las ciudades, para los vehículos, dentro de los que se incluye los niveles máximos permisibles de las emisiones sonoras generados por el ruido de los vehículos automotores³.

¹ http://www.webmanager.cl/prontus_cea/cea_1998/site/asocfile/ASOCFILE120030403115940.pdf

² www.cepchile.cl/dms/archivo_3425_1704/r96_diazyotros_micros.pdf

³ <http://www2.congreso.gob.pe/sicr/tradocestproc/clproley2001.nsf/pley/E4E959519D119D4705256DE30075D071?opendocument>

En Ciudad de México consideran que el mayor contaminante es el transporte público, aunque son una parte mínima del parque vehicular; en un estudio que realizaron en 25 sitios en esta ciudad, citado en el Programa de Protección Ambiental, demostró que el 98% del ruido provenía del transporte público y el resto del transporte de carga y de los automóviles. En México DF existe desde 1982 el reglamento para la protección del medio ambiente contra la contaminación originada por la emisión de ruido⁴.

Esta situación se está viviendo actualmente en las principales ciudades de América Latina, sin dejar de lado la ciudad de Sao Paulo – Brasil. Todas estas ciudades coinciden en que el parque automotor es una de las principales fuentes que generan parte de la contaminación acústica, especialmente el flujo vehicular de transporte público.

1.2. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Desde el inicio del día sin carro se vienen realizando mediciones de ruido ambiental durante la jornada, dejando como resultado, la comparación de las cifras obtenidas de los niveles de presión sonora generados por los vehículos en un día sin carro y en un día normal.

Es visible que hasta ahora se ha incrementado el interés de los entes gubernamentales por conocer la situación a la que los ciudadanos se enfrentan con la contaminación auditiva, la importancia que genera el ruido sobre el impacto ambiental y la necesidad de realizar este tipo de estudios.

⁴ www.semarnat.gob.mx/marco_juridico/reglamentos/ruido.shtml

Si bien es cierto que durante el día sin carro se analizan factores referentes a la contaminación auditiva, tales como el ruido ambiental, niveles de presión sonora, así como la disminución que presenta durante la jornada, en comparación con los días normales, pero el día sin carro no es la mejor solución para la reducción de la contaminación acústica generada por el flujo vehicular del parque automotor. Un claro ejemplo de ello fueron las mediciones realizadas por el DAMA, durante el paro de pequeños transportadores que se generó durante los primeros días del mes de mayo de 2006, para contrarrestar la decisión que se tomó sobre la medida del “pico y placa ambiental” para el transporte público. En los resultados de estas mediciones, se encontró, que al no circular más de 25 mil buses, busetas y colectivos, los niveles de contaminación se redujeron de manera significativa, particularmente el nivel de smog que disminuyó en un 60%, por lo que hubiera sido interesante haber logrado determinar cuánto disminuyó el ruido en este día ya que no circuló ningún tipo de transporte público⁵.

En el día sin carro se evalúa, entre otros, el ruido que genera el flujo del transporte vehicular que circula en este día, donde la gran mayoría es transporte público por ello surge el siguiente interrogante: **¿Que tanto contribuye el vehículo particular al nivel de ruido ambiental?**

1.3. JUSTIFICACIÓN

En el programa de Ingeniería de Sonido se han realizado diversos proyectos de grado enfocados hacia el tema de ruido ambiental o control de ruido, evaluaciones de resoluciones, metodologías de medición, pero también es importante el estudio

⁵ EL TIEMPO, La Polución se redujo en un 60 por ciento. 3 de Mayo de 2006, sección Bogotá -1, Pág 7

de los niveles de ruido que se están evaluando en el “Día sin Carro”, ya que es una de las referencias más influyentes frente al problema de ruido que inquieta a los ciudadanos y entes gubernamentales y en el que se basan análisis de ruido ambiental que realizan algunas entidades en la actualidad, como lo es la Secretaria Distrital de Ambiente – DAMA.

Si se va a hablar de contaminación ambiental, se debe mencionar que dentro de esta se encierran muchos factores como lo es la contaminación del aire, del agua, el ruido, y por parte del flujo particular, el tráfico, el smog, los trancones y el exceso de velocidad. Para saber el origen de la contaminación por ruido ambiental es necesario determinar los agentes productores, los que se pueden dividir en dos grandes grupos: fuentes móviles, que son los vehículos motorizados como los de más trascendencia, y las fuentes fijas como las fábricas, talleres, industrias, discotecas, bares, espacios de esparcimiento y otros. Este proyecto se va enfocar en el primer grupo, específicamente en vehículos particulares.

Las conclusiones de muchos estudios en las grandes ciudades de América Latina, señalan que el transporte público es el mayor contribuyente para la contaminación por ruido ambiental y aunque es un problema que todos conocemos es necesario que este sea demostrado, aún cuando existen antecedentes como los de estas ciudades y los resultados arrojados por las mediciones realizadas en el Día sin Carro durante los últimos años y las que se hallaron en el paro de buses, realizado en los primeros días de mayo de 2006, que fueron enfocadas a la contaminación del aire, pero son un gran indicio para los resultados de disminución de otros aspectos que también hacen parte del tema como lo es el ruido ambiental, cuando no hay circulación del transporte público.

El día sin carro es el punto de referencia para las mediciones de ruido ambiental que se vienen realizando desde el año 2000, donde el fundamento principal fue la contaminación ambiental, pero específicamente la contaminación del aire. Si se hace una comparación de los resultados entregados por el DAMA en los informes

del paro de buses frente a los entregados en el día sin carro, en el año 2006, la diferencia es bastante notoria, ya que en el primero se encontró una reducción del 60% en los niveles de smog⁶ mientras que en el segundo su reducción es tan solo del 9%⁷.

Se observa, en forma subjetiva, que los vehículos que producen menos ruido son los particulares, sin embargo, esta es una variable que no ha sido evaluada por que en todos los resultados de las mediciones realizadas siempre está presente el transporte público, estas se realizan en las principales vías de la ciudad, donde hay bastante influencia de este sistema, exceptuando la Av. Circunvalar, donde se marca el flujo vehicular particular y se genera un evidente factor de reducción en el día sin carro, además en este día, según un artículo de El Tiempo del 1 de Febrero de 2006, aumenta la cantidad del transporte público, por parte de Transmilenio, que disponen para la jornada de 772 buses y 442 alimentadores, más la cantidad de buses y busetas que existen y circulan durante este día, completando un total de 15.200 vehículos de este tipo, a lo que se tiene que agregar la cantidad de taxis que prestan servicio durante el transcurso de la jornada, un número aproximado a 40.000 vehículos⁸.

Luego de este análisis investigativo, no se observa relación entre la mayoría de los objetivos del día sin carro, pero sí está claro que el transporte público es el mayor contaminante ambiental y este incrementa su circulación para este día.

Todo lo anterior da motivo para realizar un análisis comparativo de los niveles de presión sonora generado por los vehículos en el día sin carro versus un día normal, evaluando la influencia de los vehículos particulares en el ruido ambiental,

⁶ Ibid.,

⁷ <http://observatorio.dama.gov.co/anexos/pdf/dsc/feb2006.pdf>

⁸ EL TIEMPO, Día sin Carro, guía para no perderse. 1 de Febrero de 2006, sección Bogotá -1, Pág 10

además de la comparación entre sí de los días de la semana (de lunes a sábado), utilizando una metodología normalizada apropiada, basada en normativa nacional, porque dentro de esta encontramos un gran compendio de normativas internacionales, como es el caso de la ISO y de la DIN; con el fin de conocer si el día sin carro realmente contribuye, a la reducción de ruido.

Con este proyecto se puede contribuir a la decisión de nuevas medidas legislativas y ocupacionales, ya que la contaminación por ruido, a la que se está expuesto continuamente en la actualidad, puede llegar a generar efectos fisiológicos irreversibles, como daños en la capacidad auditiva y otros efectos en la salud como lo muestra la Organización Mundial de la Salud (OMS) en la guía sobre niveles de ruido máximo recomendado para las personas⁹.

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Realizar un análisis comparativo de los niveles de ruido generado por el tráfico vehicular particular en el día sin carro versus un día normal, basado en aplicación de normas ICONTEC.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Establecer la metodología para realizar la medición, basado en normativa ICONTEC

⁹ Ver tabla 1

- Determinar el sector para realizar las mediciones en los diferentes días y en el día sin carro.
- Determinar puntos y horas de medición, así como los periodos.
- Realizar mediciones de los niveles de ruido en un sector particular de Bogotá, en un día normal y en el día sin carro,
- Determinar el aporte al ruido ambiental del transporte particular a la contaminación acústica generada en la actualidad, basado en el día sin carro, a partir de mediciones.
- Analizar si el día sin carro colabora exitosamente con la disminución de los niveles de contaminación acústica, producida por el flujo vehicular durante la jornada.

1.5. ALCANCES Y LIMITACIONES DEL PROYECTO

1.5.1. Alcances

Determinar el aporte al ruido ambiental producido por los principales grupos de flujo vehicular, como los vehículos particulares y el transporte público.

Despertar la necesidad de tener personas especializadas en varios campos de acción vinculados con esta temática, tema de gran interés para los alumnos de Ingeniería de Sonido, profesionales y empresas.

Crear normas de control de tráfico que favorezcan la disminución de los niveles de ruido en la ciudad.

1.5.2. Limitaciones

- El margen de error en las mediciones propuestas para el día sin carro, debido a factores climáticos.
- La oportuna autorización por parte de la localidad donde se van a realizar dichas mediciones.
- El tráfico vehicular en el proceso de las mediciones in situ, ya que se pueden presentar congestiones, que llevarían a la anulación de estas.
- La velocidad del viento dentro del intervalo de tiempo en que se realizaran las mediciones, ya que afectara en gran medida la veracidad de los resultados, interfiriendo directamente en ellas.
- Las limitaciones en el tiempo de las pólizas de los equipos de medición, que dificultan su uso fuera de la universidad, dado que solo cubre el horario académico.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1. MARCO CONCEPTUAL

Es necesario conocer conceptos básicos para comprender mejor los términos que se utilizarán en este proyecto, siendo estos la base para el desarrollo del estudio. Para ello empezaremos con los conceptos más básicos.

2.1.1. Sonido: El sonido es una alteración física de un medio que puede ser sólido, líquido o gaseoso, perceptible para el oído humano en el rango de frecuencia que va desde 20 Hz hasta 20 KHz.

2.1.2. Frecuencia (Hz): Número de veces que se repite una función periódica en 1 segundo.

2.1.3. Nivel de Presión Sonora (SPL): En el aire, 20 veces el logaritmo en base diez de la relación entre una presión sonora determinada y la presión sonora de referencia en el umbral de audibilidad cuyo valor es $p_{ref}=20 \mu P= 2 \times 10^{-5}(N/m^2)$. El nivel de presión sonora expresa a 1000 Hz el valor en decibeles de la presión sonora relativa al umbral de audibilidad.

2.1.4. Decibelio (dB): Es la relación entre dos cantidades de energía siendo una de ellas una cantidad de referencia. En vez de un análisis de magnitudes grandísimas, se usan escalas logarítmicas en forma de niveles. Así mismo se utiliza para manejar información de presiones e intensidad debido a que

el oído humano del ser humano tiene una respuesta de tipo logarítmico. El decibelio es la décima parte del Bel.

El número de decibelios está dado como 10 veces el logaritmo de la relación entre las dos energías.¹⁰

Los niveles expresados en decibeles facilitan el manejo del extenso rango de sensibilidad que caracterizan al oído y el cual es capaz de percibir.

2.1.5. Ruido: Sonido o alteración desagradable, no deseado, para cada individuo. En él encontramos una mezcla compleja de sonidos de frecuencias diferentes. Para lo que una persona puede ser un sonido agradable (música), para otra persona puede ser un sonido molesto y lo considera como ruido, además de que interfiere con alguna actividad humana (de forma no deseada). Físicamente, el ruido es una mezcla compleja de vibraciones diferentes, las cuales producen, generalmente, una sensación desagradable.

2.1.6. Tipos de ruido: Existen diferentes tipos de ruido que pueden conllevar a un ruido general, tal el ruido ambiental, que es la combinación de varios ruidos y que puede llegar a generar grandes molestias a las personas. A continuación una descripción breve de algunos de los diferentes tipos de ruido.

2.1.6.1. Ruido Ambiental: "El ruido envolvente asociado con un ambiente determinado en un momento específico, compuesto habitualmente del

¹⁰ GUARDIA, Moisés, Escobar Diana, Torres Jennifer. Análisis de ruido en zonas de alto tráfico vehicular para la Ciudad de Tunja entre los periodos 2005- 2006. Pág. 26

sonido de muchas fuentes en muchas direcciones, próximas y lejanas; ningún sonido en particular es dominante.”¹¹

- 2.1.6.2. Ruido de Fondo: Es la totalidad del ruido que proviene de fuentes distintas a la fuente o fuentes del sonido que es de interés.
- 2.1.6.3. Ruido Aleatorio: Es el ruido proveniente de la suma de una gran cantidad de ondas (sinusoidales), que varían continuamente en amplitud, frecuencia y fase, como es el ruido de un circuito eléctrico donde su magnitud no puede ser descrita en un momento dado.
- 2.1.6.4. Ruido Continuo: Es un ruido constante o casi constante que presenta pequeñas variaciones en el tiempo con fluctuaciones inferiores a 5 dB.
- 2.1.6.5. Ruido Impulsivo: Es el ruido que tiene un tiempo de crecimiento, prácticamente cero, con variaciones rápidas del nivel de presión sonora en intervalos de tiempo menores.
- 2.1.6.6. Ruido Intermitente: Es aquel que su intensidad sonora aumenta brusca y repentinamente en forma periódica.
- 2.1.6.7. Ruido de Baja Frecuencia: Es aquel que maneja niveles de presión sonora significativos en el intervalo de frecuencias que va desde 8Hz, hasta 50Hz.
- 2.1.6.8. Ruido con Contenido Tonal: Es aquel ruido que analizado en bandas normalizadas de tercio de octava que en una banda cualquiera el nivel supere en 5 dB o más el nivel de las adyacentes, medido en respuesta lineal, lenta

¹¹ HARRIS Cyril M. Manual de medidas acústicas y control de Ruido. p. 1.26

2.1.7. Tipo de fuentes sonoras: Podemos llamar fuentes sonoras a toda aquella que genere sonido. Las fuentes sonoras se pueden clasificar en dos grupos: las fuentes externas y fuentes internas a un recinto, con diferentes composiciones. Para el objetivo de este estudio las fuentes externas son las de interés, siendo las que se producen en un ambiente abierto y de uso comunal, como puede ser una obra de construcción, ruido de industrias, actividades o eventos públicos, personas, factores atmosféricos y la fuente de ruido producido por el transporte rodado, aéreo y ferroviario. La fuente sonora que funciona como eje principal para el desarrollo de este proyecto es la que produce el transporte rodado.

2.1.8. Instrumentos de medición: En el estudio de la acústica se requiere realizar mediciones para establecer algunos parámetros como el ruido y el tiempo de reverberación. Para realizar estas mediciones es necesario hacerlo bajo ciertas normas que cumplen los estándares de calidad y así hacer más confiable la medición que se quiere realizar. Existen varios tipos de aparatos diferentes para medir los niveles sonoros, pero el más utilizado es el medidor de nivel sonoro ó sonómetro.

2.1.8.1. Sonómetro: Instrumento que es utilizado para la medición del nivel sonoro, con ponderación de frecuencia y ponderación exponencial de tiempo promedio estandarizadas.

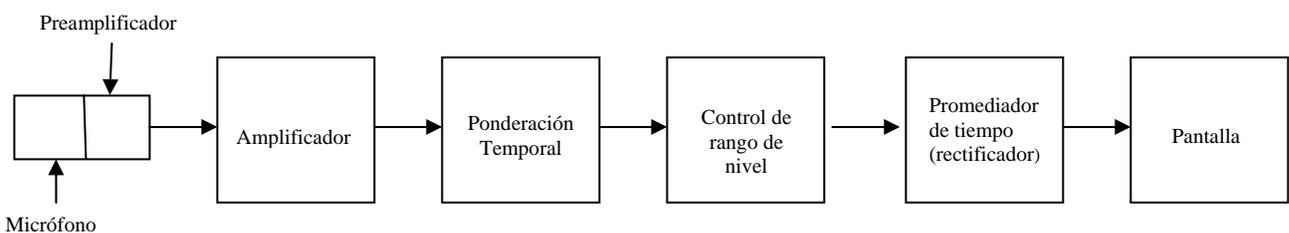


Figura1. Diagrama de Bloques con los principales componentes de los sonómetros¹²

¹² Ibid., p. 5.1

- 2.1.9. Nivel de banda de octava: Es el nivel de presión sonora dentro de una banda y con una octava de anchura.¹³
- 2.1.10. Niveles sonoros ponderados: Son niveles que se obtienen a partir de las lecturas de un sonómetro, o bajo otras alternativas como las tablas de ponderación.¹⁴
- 2.1.11. Ponderación: Una respuesta de frecuencia normalizada que aporta un sonómetro.
- 2.1.12. Ponderación temporal: Nivel sonoro con ponderación de frecuencia y ponderación exponencial en el tiempo que fluctúa con mucha rapidez.¹⁵
- 2.1.13. Ponderación temporal exponencial: Las dos ponderaciones exponenciales de tiempo normalizadas, son la lenta (slow) y la rápida (fast).
- 2.1.13.1. Respuesta Lenta (Slow): La ponderación temporal lenta aporta una mayor amortiguación del nivel sonoro, hace más fácil utiliza una constante temporal aproximadamente de un segundo.
- 2.1.13.2. Respuesta Rápida (Fast): Utiliza un tiempo constante de aproximadamente de 1/8 de segundo. Esta más influido por los sonidos recientes y menos influido por los sonidos que se produjeron en el pasado distante que el correspondiente.
- 2.1.14. Ponderación de Frecuencia: “La ponderación de frecuencia en un sonómetro altera las características de la respuesta de frecuencia de acuerdo a las especificaciones técnicas de una norma nacional o internacional.

¹³ Ibid., p. 1.20

¹⁴ Ibid., p. 1.18

¹⁵ Ibid., p. 1.20

Así la indicación de un instrumento para medir el nivel sonoro, para un nivel determinado de presión sonora de entrada, depende de la frecuencia del sonido que llega al micrófono y de la ponderación de frecuencia determinada”.¹⁶

En conclusión la ponderación en frecuencia es el nivel de presión sonora que ejerce una correlación adecuada con varias respuestas humanas para distintos tipos de fuentes de ruido.

Existen varios tipos de ponderaciones, llamadas A, B, C, y D, pero la más utilizada actualmente es la denominada “A”.

Su descripción es:

2.1.14.1. Ponderación A: Los niveles sonoros con ponderación A brinda una correlación adecuada con varias respuestas del oído humano para distintos tipos de fuentes de ruido. Por esta razón es la ponderación de frecuencia más utilizada. Este filtro tiene la característica de tener en cuenta la sensibilidad reducida de la audición humana normal para las frecuencias bajas, donde decrece a frecuencias menores a 1000 Hz y a las frecuencias medias y altas le da un mayor énfasis, lo que quiere decir que son menos filtradas.

2.1.14.2. Ponderación B: Esta ponderación ya no se utiliza en ningún instrumento de medición acústica.

2.1.14.3. Ponderación C: La respuesta con ponderación C es bastante uniforme entre 50 y 5000 Hz y se utiliza para una medición global, en caso de que el sonómetro no incluya la ponderación lineal.

¹⁶ Ibid., p. 5.14

2.1.14.4. Ponderación D: Esta ponderación es usada para medir el ruido de las aeronaves.

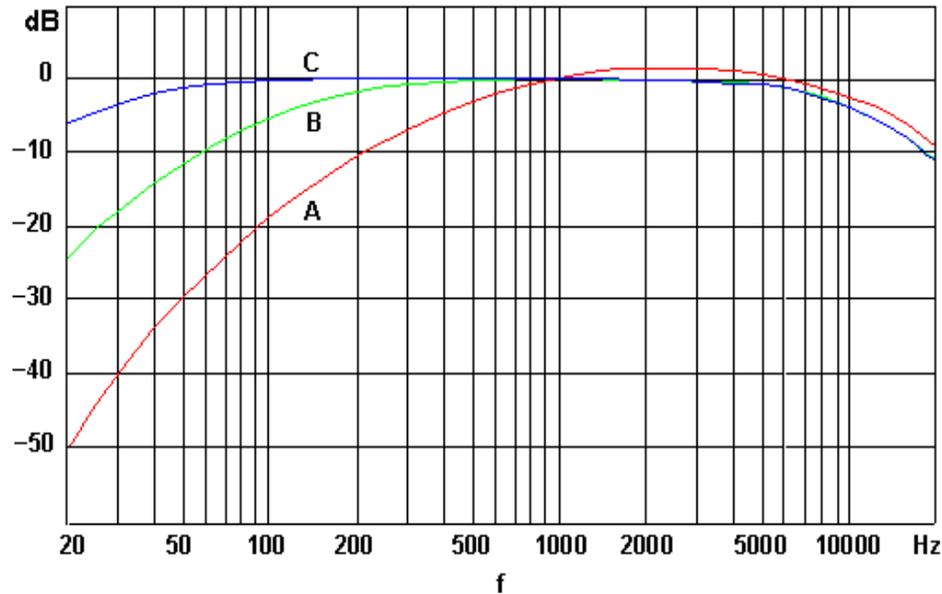


Figura 2. Curvas de Ponderación¹⁷

2.1.15. dB(A): Nivel sonoro obtenido mediante el uso de ponderación A.

2.1.16. Nivel sonoro continuo equivalente (Leq): Diez veces el logaritmo en base 10 de la relación entre el cuadrado de la presión sonora del tiempo medio (con ponderación de frecuencia) y la presión sonora de referencia correspondiente $p_{ref}=20 \mu P= 2 \times 10^{-5} (N/m^2)$.

2.1.17. Nivel Percentil: Nivel sonoro ponderado A, medido en condiciones de registro rápido (fast), igualado o superado por un nivel sonoro fluctuante, en un determinado porcentual del tiempo de medición establecido.

¹⁷ MIYARA, Federico. Niveles Sonoros. <http://www.eie.fceia.unr.edu.ar/~acustica/comite/niveles.htm>

2.1.18. Clima de ruido (NC): Es el intervalo de niveles sonoros registrados durante el 80% del tiempo total de medida, considerando de forma tal que durante el 10% de dicho tiempo el nivel sonoro existente en un cierto lugar es mayor que el límite superior del clima de ruido y durante el 10% restante el nivel sonoro correspondiente es menor que el límite inferior de dicho índice.

El valor del clima de ruido viene dado por la expresión:

$$NC = L_{10} - L_{90}$$

Donde L10 y L90 representa los percentiles correspondientes a esas proporciones del tiempo total de medida¹⁸.

2.1.19. Índice de ruido de tráfico (TNI): Se utiliza para valorar el ruido producido específicamente por el tráfico rodado y se define con la siguiente expresión¹⁹:

$$TNI = 4NC + L_{90} - 30$$

2.1. MARCO LEGAL O NORMATIVO

Las normas y resoluciones tanto nacionales como internacionales que se ajustan y respaldan este proyecto son:

¹⁸ RUFFA Francisco, Medición y Control III

¹⁹ Ibid.

- **NTC-3428**

Fecha de Publicación: 16 de Febrero de 1992

Título: Acústica. Sonómetros (Medidores de la Intensidad de Sonido).

- **NTC-3520**

Fecha de Publicación: 19 de mayo de 1993

Título: Descripción y Medición del Ruido Ambiental. Obtención de datos Relativos al uso del Campo.

- **NTC-3521**

Fecha de Publicación: 19 de Mayo de 1993

Título: Descripción y Medición del Ruido Ambiental. Aplicación de los Límites de Ruido.

- **NTC-3522**

Fecha de Publicación: 19 de Mayo de 1993

Título: Descripción y Medición del Ruido Ambiental. Cantidades Básicas y Procedimientos.

- **NTC-2508**

Fecha de Publicación: 26 de Junio de 2003

Título: Acústica. Frecuencias Normales para utilizar en Mediciones.

- **RESOLUCIÓN 8321**

Fecha de Publicación: 4 de Agosto de 1983

Título: Protección y conservación de la Audición de la Salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos.

- **RESOLUCIÓN 0627 DE ABRIL DE 2006**

Fecha de Publicación: 7 de Abril de 2006

Título: Norma nacional de emisión de Ruido y Ruido Ambiental

- **DIRECTIVA 49 DEL PARLAMENTO EUROPEO**

Fecha de Publicación: 25 de Junio de 2002

Título: Evaluación y gestión del ruido ambiental

- **GUÍAS PARA EL RUIDO URBANO DE LA OMS**

Fecha de Publicación: Abril de 1999

Título: Guías para el Ruido Urbano de la OMS

2.1. MARCO TEORICO

El ruido se ha convertido en uno de los principales problemas ambientales que inquietan a las grandes ciudades. Se han realizado bastantes estudios sobre el ruido urbano, pero estos se han limitado por varios factores dentro de los que esta la falta de conocimiento sobre sus efectos en lo seres humanos, su efectos y

consecuencias se están generalizando por falta de planificación, convirtiéndose en un serio problema.

Para evitar lesiones sobre la salud auditiva, mental y fisiológica de las personas, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha realizado una guía sobre los niveles de ruido máximo recomendados para las personas.

		Valores límites recomendados		
Recinto	Efectos en la salud	LAeq (dB)	Tiempo (horas)	LAmx, fast (dB)
Exterior habitable	Malestar fuerte, día y anochecer	55	16	-
	Malestar moderado, día y anochecer	50	16	-
Interior de viviendas Dormitorios	Interferencia en la comunicación verbal, día y anochecer	35	16	
	Perturbación del sueño, noche	30	8	45
Fuera de los dormitorios	Perturbación del sueño, ventana abierta (valores en el exterior)	45	8	60
Aulas de escolar y preescolar, interior	Interferencia en la comunicación, perturbación en la extracción de información, inteligibilidad del mensaje	35	Durante la clase	-
Dormitorios de preescolar, interior	Perturbación del sueño	30	Horas de descanso	45
Escolar, terrenos de juego	Malestar (fuentes externas)	55	Durante el juego	-
Salas de hospitales, interior	Perturbación del sueño, noche	30	8	40
	Perturbación del sueño, día y anochecer	30	16	-
Salas de tratamiento en hospitales,	Interferencia con descanso y restablecimiento	? ¹		

interior				
Zonas industriales, comerciales y de tráfico, interior y exterior	Daños al oído	70	24	110
Ceremonias, festivales y actividades recreativas	Daños al oído (asistentes habituales: < 5 veces/año)	100	4	110
Altavoces, interior y exterior	Daños al oído	85	1	110
Música a través de cascos y auriculares	Daños al oído (valores en campo libre)	85 ? ⁴	1	110
Sonidos impulsivos de juguetes, fuegos artificiales y armas de fuego	Daños al oído (adultos)	-	-	140 ? ²
	Daños al oído (niños)	-	-	120 ? ²
Exteriores en parques y áreas protegidas	Perturbación de la tranquilidad	? ³		

Tabla 1. Niveles de Ruido Máximo (OMS). Tomado de http://www.ruidos.org/Referencias/Guia_OMS.html

Notas

?¹: Tan débil como se pueda.

?²: Presión sonora pico (no L_{Amax}, fast), medida a 100 mm del oído.

?³: Las zonas tranquilas exteriores deben preservarse y minimizar en ellas la razón de ruido perturbador a sonido natural de fondo.

?⁴: Bajo los cascos, adaptada a campo libre.

El Día Sin Carro se compone básicamente de dos conceptos: el primero es de carácter ambiental y el segundo el problema de movilidad que hay en la ciudad; la

gente se queja mucho de la contaminación, el aire, el ruido, el smog, el exceso de velocidad de vehículos y los trancones.

Este día invita al ciudadano a reflexionar sobre la manera como contribuye frente a los problemas ambientales. Esta propuesta implica el desarrollo paralelo de un sistema de transporte masivo de gran alcance que permita a los bogotanos disfrutar de un medio ambiente más limpio, al igual que una ciudad más tranquila, segura e igualitaria.

“Los seres humanos se encuentran rodeados por el ruido en todas sus actividades, por lo que sí se desea conocer y valorar la reacción de una persona o de un colectivo, ante el ruido, es necesario crear una escala que relacione la respuesta subjetiva de las personas, con alguna propiedad física mensurable de la fuente sonora (potencia emitida, nivel de intensidad o de nivel de presión sonora en punto situado a una distancia de r (m), etc.).

El grado de contaminación ambiental en los grandes centros de población debido al ruido, tiene cada día más trascendencia, por lo que se trata de estudiar y conocer con profundidad las fuentes sonoras y sus características físicas, para disminuir los niveles de ruido que generan, y proteger a las personas de esta lacra de las modernas sociedades, que produce grandes problemas sociales, económicos, psicológicos, etc.”²⁰

Harris (1995) propone esta técnica para la medición del ruido

- Procedimiento de Medida:

²⁰ MANUEL RECUERO, Ingeniería Acústica, Cáp. 13, Fuentes de Ruido, Índices de Valoración de Ruido

- ✓ Determinar qué cantidades hay que medir
- ✓ Seleccionar los instrumentos de medición
- ✓ Determinar el número mínimo de posiciones del micrófono y su localización.
- ✓ Comprobar la sensibilidad del sistema de medición, realizando todas las calibraciones necesarias.
- ✓ Medir el nivel de ruido de fondo
- ✓ Medir los niveles sonoros de la fuente
- ✓ Aplicar todas las correcciones necesarias a las medidas observadas.
- ✓ Hacer un registro de los datos relevantes

- Cantidades a medir:

Cuando una norma, requiere que se mida una cantidad específica, debe plantearse un programa de medida para obtenerla. El nivel sonoro con ponderación A es la magnitud básica que más a menudo se mide, siendo adoptada en muchas normativas nacionales e internacionales.

- Número de puntos de medición:

El número de puntos de medición necesarios para determinar el nivel de presión sonora promediado en el tiempo y en el espacio con determinada precisión depende de la uniformidad del campo sonoro.

Si el campo sonoro es muy uniforme, como suele ocurrir en frecuencias altas, son suficientes unas pocas localizaciones del micrófono, por otra parte, el sonido de frecuencia baja varía mucho más, tanto en posición como en tiempo, y por lo tanto

precisa un tiempo de promedio más largo y más posiciones de medición para lograr la misma precisión.

- Selección del grado de precisión de los sonómetros

Habitualmente el grado de precisión del sonómetro elegido para una aplicación concreta viene determinado por las normas aplicables a la medición que se va a llevar a cabo.

Los sonómetros se clasifican en los siguientes tipos:

Tipo 0 (Clase 0): un instrumento que cumple las tolerancias más estrictas con respecto al nivel de linealidad, desviaciones en la respuesta en frecuencia y desviaciones del patrón directivo (omnidireccionalidad). Se utiliza como referencia de laboratorio, donde se requiere una precisión extrema.

Tipo1 (Clase 1): un instrumento de precisión que se utiliza en mediciones de ruido donde se requiere una precisión plana, de grado técnico para un rango amplio de medidas de campo.

Tipo 2 (Clase 2): un instrumento de propósito general que cumple con la tolerancia menos estricta (más amplia) con respecto a la linealidad del nivel y la respuesta en frecuencia. Un sonómetro de tipo 2 solo tiene que poseer ponderación de frecuencia A; otras ponderaciones de frecuencia son opcionales.

Tipo 3 (Clase 3): un sonómetro del tipo más sencillo. Aunque tienen menor precisión que cualquiera de los demás tipos, su sencillez hace que su uso sea

más fácil. Se utiliza frecuentemente en mediciones de sondeos de ruido, con el fin de determinar la existencia de problemas. De existir habrá que llevar a cabo un análisis más detallado mediante sonómetros de mayor precisión.

3. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El enfoque que se va emplear en este proyecto es el empírico-analítico, ya que durante su desarrollo, se realizarán las mediciones técnicas correspondientes a los diferentes días a medir, analizando posteriormente sus resultados, dando así una conclusión respecto al impacto auditivo que se está manifestando en el día sin carro, siendo así el inicio para la decisión sobre una nueva medida futura que contribuya de manera adecuada a la mitigación de la contaminación auditiva.

3.2. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DE USB / SUB-LÍNEA DE FACULTAD / CAMPO TEMÁTICO DEL PROGRAMA

Para el proyecto se definió como línea de investigación de la Universidad de San Buenaventura la de Tecnologías Actuales y Sociedad ya que como ingeniero de sonido se tiene el conocimiento técnico y científico de vanguardia, solucionando los problemas de una persona o grupo de personas así como la contribución en las empresas. En la sublínea de la facultad se determina que el proyecto corresponde a Instrumentación y Control de Procesos, ya que en este se realizarán mediciones de las variables y parámetros de los días a analizar, para su posterior estudio. El campo de Investigación de Ingeniería de Sonido es el campo de Acústica y este proyecto está enfocado al ruido ambiental, constituyendo el punto de partida para tomar decisiones pertinentes al control de ruido ambiental en el futuro.

3.3. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

El proyecto maneja información objetiva, dado que el enfoque del trabajo está dirigido a investigar en qué cantidad contribuyen los vehículos particulares al ruido ambiental, haciéndolo como primer paso para un estudio que conlleve el tiempo necesario de realización para cubrir la ciudad de Bogotá, determinando así puntos estratégicos para este tipo de medición en las diferentes zonas de la ciudad y de igual manera identificar la verdadera fuente del problema en cuanto tiene que ver con el ruido por tránsito rodado.

3.3..1. Metodología de Medición

La metodología se estableció bajo las normas Icontec NTC 3120, NTC 3121, NTC 3122, NTC 3428, NTC 2508, la resolución 8321 de 1983, ISO 1996, la directiva 49 del parlamento europeo, resolución 0627 de 2006. También en base a un compendio de estudios realizados internacionalmente como el Protocolo de Mediciones para Trazado de Mapas de Ruido Normalizados²¹, Guías para el Ruido Urbano de la OMS²², Mapa Acústico de Montevideo²³, Mapa de Ruido de la Región de Madrid²⁴.

Cada uno de estos documentos contiene sus metodologías que aplicaron sobre el estudio realizado y en base a estas se propuso la metodología para este proyecto

²¹ Viro, Gabriel E, Ing. Oscar Bonillo, Ing. Francisco Ruffa, Ing. Daniel Gavinowich. Protocolo de Mediciones para Trazado de Mapas de Ruido Normalizados. Febrero de 2002

²² Documento de la OMS, Guías para el Ruido Urbano de la OMS, Abril de 1999

²³ Mapa Acústico de Montevideo, Octubre de 1999

²⁴ Recuero Manuel, Mínguez Antonio, Gil Constantino, Cutanda Vicen. Noise map of the Madrid region. 1999

El documento de la OMS sobre "*Guías para el Ruido Urbano*"²⁵, se puede aplicar a cualquier lugar del mundo. Se realizó en Alemania por un grupo de expertos de esta organización y con la colaboración de varios países, en gran parte enfocado sobre las consecuencias que genera sobre la salud humana, en la deficiencia auditiva de los seres humanos en cuanto a la contaminación del ruido y en los efectos fisiológicos que ejerce sobre las personas. En el capítulo 5 incluye estrategias para el control de ruido interno y externo, para política y legislación, donde las prioridades de manejo del ruido serán diferentes en cada país. Aclara que las normas de emisión de ruido no han sido suficientes, generando así que la tendencia a la contaminación sonora sea razonable.

En la realización del "*Mapa Acústico de Montevideo*"²⁶ se establecieron tiempos mínimos de medición de 30 minutos, en periodos horarios diarios de 8 a 20 horas diarias y se eligieron 24 puntos de medición diferentes en toda la ciudad.

El "*Protocolo de mediciones para Trazado de Mapas de Ruido Normalizados*"²⁷, reúne diversos estudios realizados internacionalmente, como guía y analiza el muestreo de diferentes formas que se han aplicado en estos diferentes países.

En este trabajo se determinó hacer las mediciones por un tiempo de 15 minutos, después de analizar los diferentes intervalos de tiempo propuestos por los informes anteriores y específicamente en el protocolo, se comprobó mediante mediciones previas que los niveles dados en 15 minutos de medición varían muy poco con relación a una hora completa de medición; los horarios de medición también, fueron identificados para las mediciones comparativas. Por otra parte se

²⁵ Documento de la OMS, *Guías para el Ruido Urbano* de la OMS, Abril de 1999

²⁶ *Mapa Acústico de Montevideo*, Octubre de 1999

²⁷ *Protocolo de Mediciones para Trazado de Mapas de Ruido Normalizados*. Febrero de 2002

realizó un desplazamiento dentro del intervalo de medición, con el fin de caracterizar y hacerla más representativa al momento de un análisis estadístico.

Con estos intervalos de tiempo, el desvío estándar puede llegar a ser, en algunos casos, mayor. La medición de L_{eq} se estabiliza luego de un tiempo en un entorno del valor final que se obtendrá midiendo en forma continua. Una medición más extensa no aportaría nueva información, siendo innecesario prolongar el período de muestreo²⁸.

Teniendo en cuenta todos los factores necesarios para la medición y con toda la información que se acumuló hasta el momento, se extractaron varios contenidos con los que se realizó la metodología para este proyecto.

Como primera medida se debió escoger el tipo de sonómetro y micrófono a usar para la medición, según las características y usos que indican las normas ICONTEC NTC 3428. En este caso se eligió un sonómetro marca Svantek 943A Tipo I con un micrófono de medición Tipo II. La calibración de este equipo se hace de manera eléctrica, que consiste en ajustar el sonómetro a la sensibilidad del micrófono, ya que no se poseía el instrumento necesario para hacerla de manera acústica que es lo recomendado, sin embargo ambos tipos de calibración son igualmente válidos.

Se determinó el sector y/o tramos donde se realizarían las mediciones, para escoger los puntos a medir y los horarios en que se tomarían las muestras, lo cual será explicado con detalle más adelante.

Después de establecer lo anterior se iniciaron las mediciones, las cuales son comparativas, ya que se pretende establecer los niveles de ruido de un día normal

²⁸ Ibid.,p. 43

y el día sin carro para ser comparados entre si, al igual que los diferentes días de la semana.

El sonómetro se ubicó en la mitad de los carriles de alta velocidad (entre los sentidos norte y sur) a una altura 1,5 metros, ya que esta es la más sencilla y económica entre las tres recomendadas para la medición de ruido de tránsito según el informe de ruido urbano de Federico Miyara²⁹, realizado en Uruguay; como también lo expone el protocolo de mediciones mencionado anteriormente, este explica que “la práctica habitual con instrumental portátil es medir a una altura entre 1,2 y 1,5 metros sobre el nivel del suelo, que es la altura típicamente obtenida con un trípode. En las estaciones permanentes es más común, en cambio, ubicar el micrófono a una altura más elevada, cerca de 4 metros, lo que presenta ventajas objetivas desde el punto de vista de la seguridad. Comparativamente, aparecen ventajas en ambos casos. Mientras una altura entre 1,5 y 1,8 metros representa mejor la percepción acústica de los peatones, una elevación de 4 metros reflejaría mejor el impacto del ruido a la altura de la mayoría de las viviendas en edificios de departamentos”.³⁰

La norma colombiana del ICONTEC NTC 3522 recomienda que la altura de medición sea de 1,2 a 1,5 metros por encima de la tierra para mediciones al aire libre.

El posicionamiento del micrófono se dejó entre 0 y 90 grados, en base que no afecta su resultado porque no varían los niveles de la respuesta de bajas frecuencias que es donde considerablemente se establece el problema de ruido ambiental generado por tráfico rodado.

²⁹ Miyara, Federico. Ruido Urbano. Julio de 2004

³⁰ Viro, Op. Cit., p. 49

En base a las muestras tomadas se realizó un análisis estadístico descriptivo, donde se compara las mediciones del día sin carro con las de un jueves cualquiera que contenga los mismos factores del jueves en el que se realizó la jornada, como la cantidad de muestras, clima y horarios, los cuales no tienen que ser exactos ya que como se realiza un desplazamiento horario en el tiempo, no muy grande, se tendrá una mejor representación de los datos, como lo expone el protocolo, logrando así analizar la incidencia de los vehículos particulares en el ruido ambiental para determinar en qué medida se reduce los niveles de presión sonora en el día sin carro frente a un día normal, determinando su contribución en la mitigación de la contaminación auditiva que se evalúa durante la jornada.

3.3.2. Determinación del sector

Para escoger el sector es necesario plantear que se necesita y que se pretende lograr con la medición. Primeramente se realizó una preselección de algunos lugares de Bogotá para luego analizar los factores requeridos para la medición. En la selección del sector se tuvo en cuenta la cantidad de flujo vehicular, tipos de vehículos que circulan, posteriormente clasificados, tipo de piso de la autopista (asfalto, cemento, etc.), fachada aledaña a la autopista, distancia entre carriles.

El sector que se escogió está ubicado en la localidad de Puente Aranda, sobre la Avenida 68 entre Calle 13 y Avenida de las Américas. Es un sector que cumple con los requisitos que exige el proyecto, ya que por allí circula todo tipo de vehículo, desde motos hasta grandes camiones gracias a que esta ubicación permite la cercanía con la zona industrial. A cualquier hora del día se aprecia el movimiento de un flujo vehicular considerable. El tipo de pavimento es asfalto, poroso y absorbente. La fachada aledaña a la avenida 68 es baja, en ambos

sentidos (sur y norte), lo cual nos va a evitar en gran medida las reflexiones del sonido, haciendo más confiables las mediciones.



Figura 3. Sector seleccionado para las mediciones



Figura 4. Mapa de las Localidades de Bogotá³¹. - Localidad para mediciones: Puente Aranda -

Tanto el día sin carro como en los demás días, se realizaron las mismas mediciones comparativas bajo parámetros similares, con un desplazamiento horario de aproximadamente cuatro minutos para estos días especiales, provenientes de la siguiente expresión:

$$\text{Desplazamiento de horario} = (\text{Numero de horas de medición}/60) \times \text{tiempo de medición}^{32}$$

³¹ <http://www.bogota.gov.co/mad/buscador.php>

Esta expresión se utilizó para determinar el corrimiento horario del día sin carro y el jueves, que se tomó aleatoriamente para la comparación de estos. En los demás días se optó por un corrimiento de 15 minutos³³ ya que se tomaron pocas muestras en comparación con el día sin carro.

Todo esto determina un desplazamiento en minutos de la hora de inicio de medición, acumulativo con las horas de las siguientes mediciones a lo largo del día, por lo que se determinó que las mediciones en el día sin carro se realizarían cada hora y cuatro minutos respectivamente a la hora de inicio de la anterior medición, como también se hizo en el jueves comparativo con los resultados dados en el día sin carro. Para los días normales se realizaron las mediciones cada hora y quince minutos ya que la cantidad de muestras tomadas para estos días eran pocas en comparación con las del día sin carro.

3.3.3. Selección de Puntos de Medición

En el caso de este proyecto únicamente se escogió un punto, donde se realizaron las mediciones comparativas, ya que fue el más relevante del análisis que se realizó en aproximadamente un kilómetro de distancia que existe entre el puente vehicular de la Calle 13 y el puente vehicular de la Avenida de las Américas

Para escoger el punto de mayor relevancia en cuanto al ruido, se realizaron las mediciones en el separador de la mitad de los dos carriles de alta velocidad, donde se encuentra la zona verde.

³² Viro, Gabriel E, Ing. Oscar Bonillo, Ing. Francisco Ruffa, Ing. Daniel Gavinowich. Protocolo de Mediciones para Trazado de Mapas de Ruido Normalizados. Febrero de 2002

³³ Ibid.,



Figura 5. Plano del lugar de medición. Selección y ubicación de puntos.³⁴

³⁴ <http://www.bogota.gov.co/mad/buscador.php>

Para ejecutarlas, se seleccionaron unos puntos a lo largo del separador de la Avenida 68, cada 50 metros, que es aproximadamente la distancia que hay entre cuadra y cuadra pudiendo medir en el área cercana a la intersección de las calles. Se ubicó un punto en línea recta, partiendo de la zona más cercana al puente vehicular de las Américas, hasta la más cercana al puente de la Calle 13, como lo muestra la figura 5. Para las mediciones previas no se tuvo en cuenta el flujo vehicular, ya que el interés de estas se limitaba únicamente a encontrar el punto de medición que concentraba mayor ruido.

El estudio del flujo de vehicular se realiza para determinar cómo es el comportamiento del ruido en función de la cantidad de vehículos que circulan en el intervalo de medición.

Ubicados dichos puntos, se realizó una medición de 15 minutos en cada uno, sin tener en cuenta el tiempo que transcurre entre medición y medición, simplemente para encontrar entre ellos, el que tenía el mayor nivel de ruido. Es preferible realizar estas mediciones previas, como mínimo con una semana de antelación, para así tener la seguridad del punto definitivo de medición de los valores para el análisis final.



Figura 6. Punto seleccionado

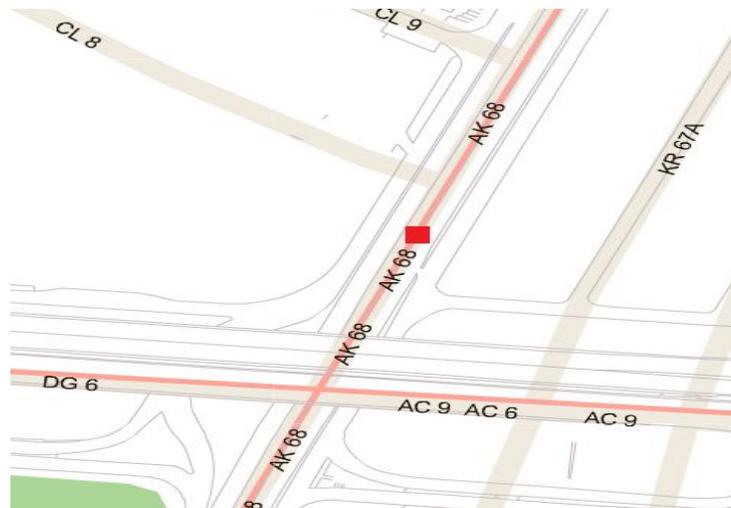


Figura 7. Ubicación en el plano del punto seleccionado

El punto seleccionado para las mediciones posteriores se muestra en la figura 7, este se determinó por que fue el que presento mayor nivel de ruido en comparación con los demás puntos. En las mediciones previas del martes 30 y miércoles 31 de Enero mostró valores de 80,6 dB(A) y 80,4 dB(A) respectivamente, lo que indico que en este punto fue donde se presentaron lo más altos niveles de ruido en ambas mediciones y con una mínima diferencia entre una y otra, descartando los demás puntos preseleccionados aunque en estos se obtuvieron valores entre 78 dB(A) y 80,1 dB(A) para el primer día de medición , y 78,3 dB(A) y 80 dB(A) en el segundo día.

La recolección de los datos acústicos de información se obtuvo a partir de mediciones de niveles de presión sonora con un sonómetro Svantek 943 A, realizadas durante un mes en la Avenida 68 con Avenida de las Américas, desde el 30 de Enero de 2007 hasta el 3 de Marzo del mismo año. Los días 30 y 31 de Enero se destinaron a realizar mediciones previas sobre la Avenida 68 en el separador de los dos carriles de alta velocidad de la misma, entre la calle 13 y la Avenida de las Américas, teniendo aproximadamente 1 Km. de distancia entre

punto y punto. Estos datos fueron analizados estadísticamente para ver el comportamiento del ruido a lo largo de las mediciones realizadas, basadas en las obtenidas en el día sin carro y también en el flujo vehicular.

A continuación se presenta las tablas y figuras en las que se muestra de manera detallada los valores obtenidos en cada punto de medición durante los días 30 y 31 de Enero.

3.3.4 MEDICIONES COMPARATIVAS

En las siguientes tablas y gráficas se observa los valores de los niveles correspondientes para la medición, donde el valor principal es el de $Leq(A)$ ya que con este se determinó cual de los puntos medidos concentró mayores niveles de ruido, definiendo así el punto que sería el objeto de estudio de en este proyecto. Los valores de las bandas de frecuencia se obtienen para determinar el comportamiento del ruido en las diferentes bandas de frecuencias haciéndose más visible en bajas frecuencias. Los demás valores de niveles como lo son los percentiles de L10 y L90 se utilizan para determinar el clima de ruido y el índice de ruido de tráfico, y los niveles de máximo, mínimo y pico, para conocer cuáles fueron estos valores durante el intervalo de medición.

3.3.4.1. Martes 30 de Enero de 2007

Factores Climáticos	
T (°C)	13,5
H (%)	71
V (Km/h)	11,5

Tabla 2. Factores climáticos Enero 30. Fuente: www.tutiempo.net/clima/Bogota_Eldorado/802220.htm

- Medición en 0 metros.

Hora: 1:10 PM

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	82,3	86,8	81,3	77	75,4	76,5	74	69,1	62,8	56

Tabla 3. Niveles por banda de Frecuencia para 0 metros. Fuente. Autor

Leq (A)	L10 dB (A)	L90 dB (A)	Peak dB (A)	Min dB (A)	Max dB (A)
80,6	82,7	76	108,2	72,8	94,8

Tabla 4. Niveles en 0 metros. Fuente Autor

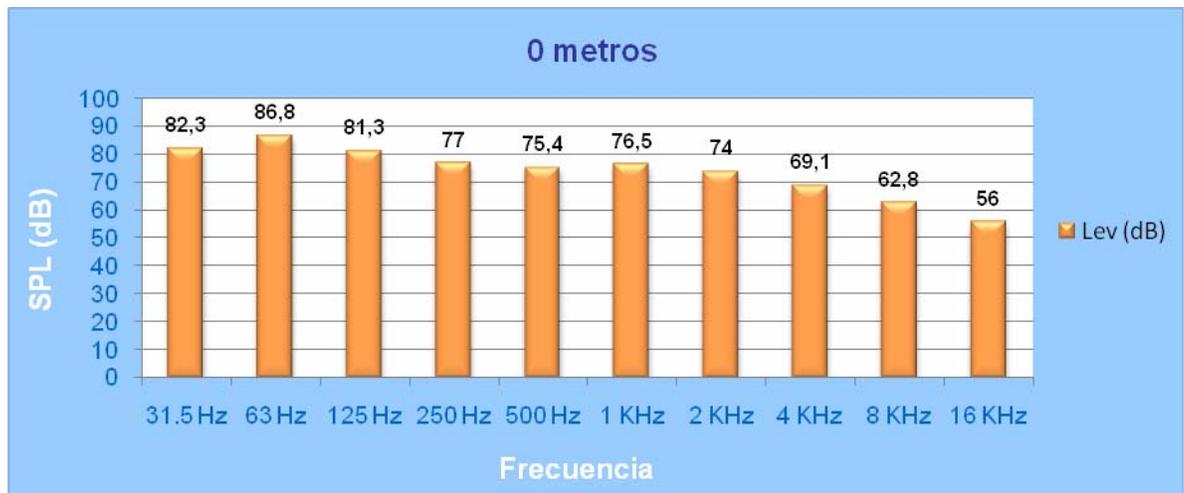


Figura 8. Niveles de Bandas de Frecuencia. Fuente: Autor

- Medición en 50 metros.

Hora: 1:30 PM

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	81,2	86,8	81,1	76,2	73,7	76	73	67,4	61,8	55,7

Tabla 5. Niveles por banda de Frecuencia para 50 metros. Fuente. Autor

Leq (A)	L10	L90	Peak	Min	Max
79,7 dB (A)	81,5 dB (A)	74,7 dB (A)	110,9 dB (A)	71,6 dB (A)	98,9dB (A)

Tabla 6. Niveles en 50 metros. Fuente Autor

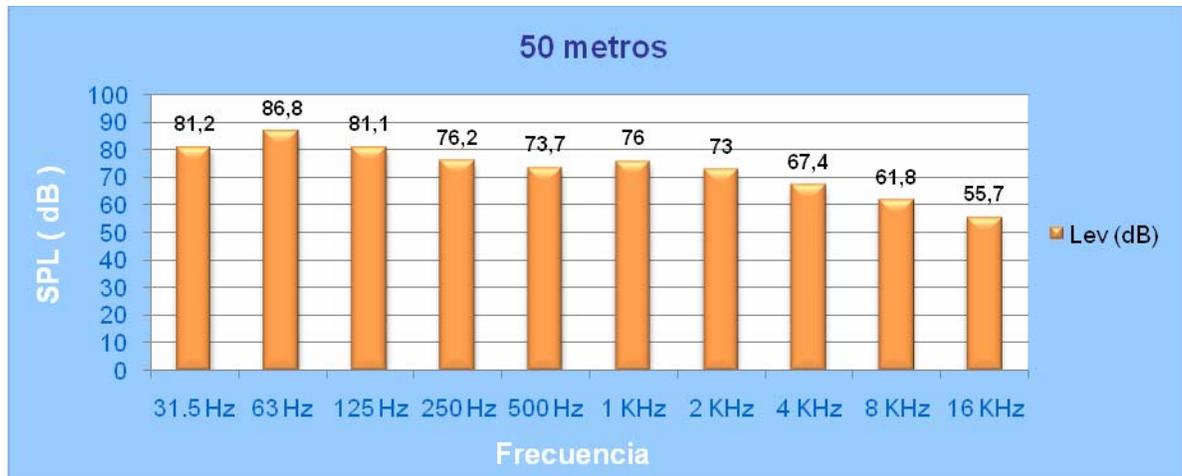


Figura 9. Niveles de Banda de Frecuencia. Fuente: Autor

- Medición en 100 metros

Hora: 2:30 P.M

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	81,7	86,6	80,9	75,3	74,2	75,3	72,5	66,7	62,5	55,8

Tabla 7. Niveles por banda de Frecuencia para 100 metros. Fuente. Autor

Leq (A)	L10	L90	Peak	Min	Max
79,2 dB (A)	81,3 dB (A)	75 dB (A)	107 dB (A)	71,5 dB (A)	94,5 dB (A)

Tabla 8. Niveles en 100 metros. Fuente Autor

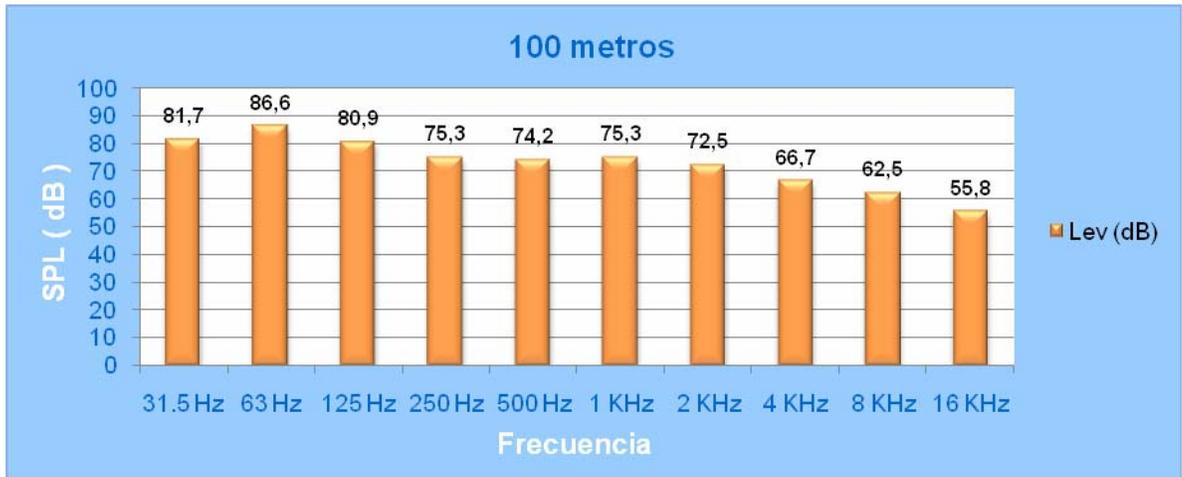


Figura 10. Niveles de Banda de Frecuencia. Fuente: Autor

- Medición en 150 metros.

Hora: 2:45 PM

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	80,8	85,6	80	75,4	74,5	74,8	72,3	66,2	61,7	57,7

Tabla 9. Niveles por banda de Frecuencia para 150 metros. Fuente. Autor

Leq (A)	L10	L90	Peak	Min	Max
79 dB (A)	81,6 dB (A)	74,2 dB (A)	111,5 dB (A)	71,5 dB (A)	91,3 dB (A)

Tabla 10. Niveles en 150 metros. Fuente Autor

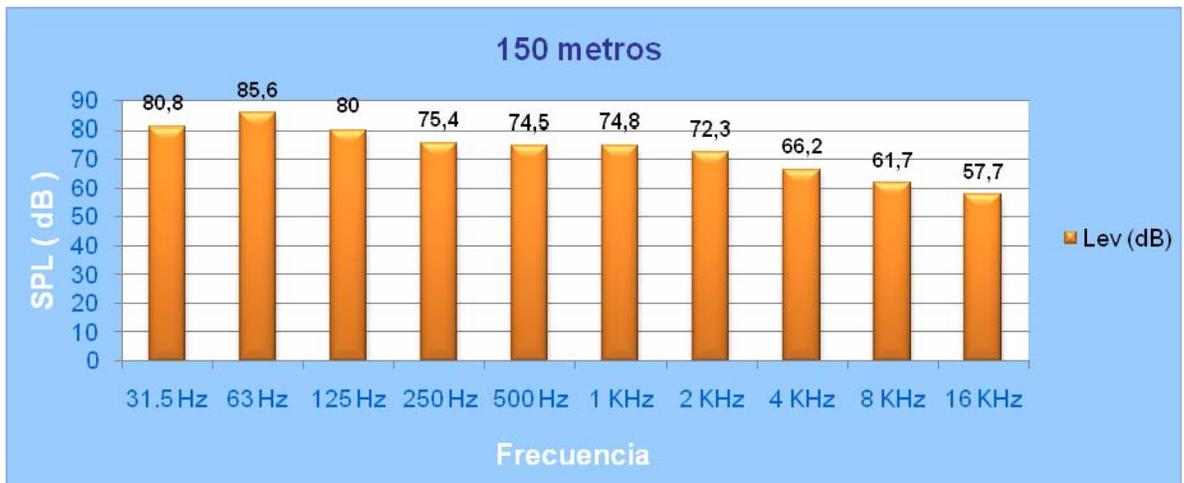


Figura 11. Niveles de Banda de Frecuencia. Fuente: Autor

- Medición en 200 metros.

Hora: 3:02 PM

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	80,6	85,5	80,3	75,5	73,7	74,5	72,4	66,8	61,2	57,4

Tabla 11. Niveles por banda de Frecuencia para 200 metros. Fuente. Autor

Leq (A)	L10	L90	Peak	Min	Max
78,8 dB (A)	81 dB (A)	74,2 dB (A)	110,9 dB (A)	71,5 dB (A)	93,7 dB (A)

Tabla 12. Niveles en 200 metros. Fuente Autor

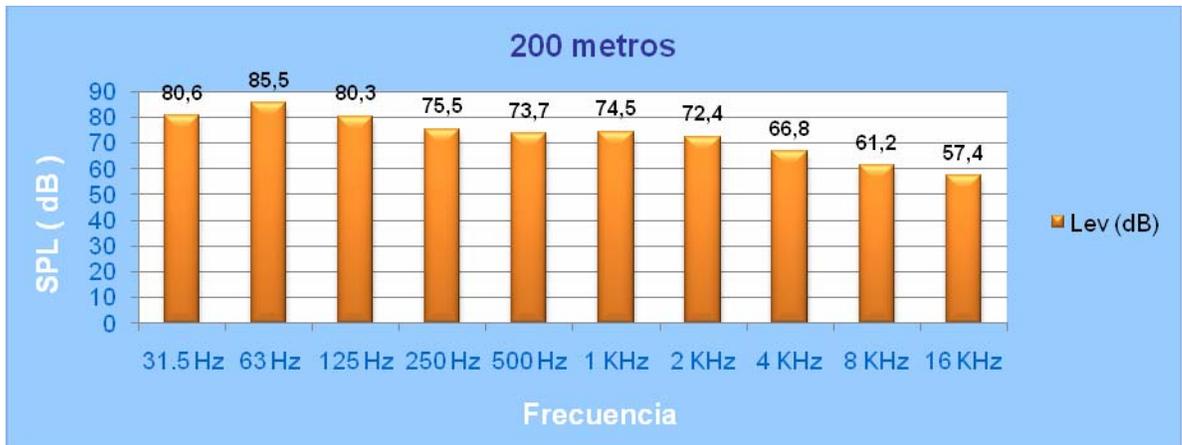


Figura 12. Niveles de Banda de Frecuencia. Fuente: Autor

- Medición en 250 metros.

Hora: 3:18 PM

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	80,7	85,1	80,2	75,7	73,9	74,6	72,2	66,7	60,9	55,9

Tabla 13. Niveles por banda de Frecuencia para 250 metros. Fuente. Autor

Leq (A)	L10	L90	Peak	Min	Max
78,8 dB (A)	81,1 dB (A)	74,1 dB (A)	106,2 dB (A)	69,8 dB (A)	88,9 dB (A)

Tabla 14. Niveles en 250 metros. Fuente Autor

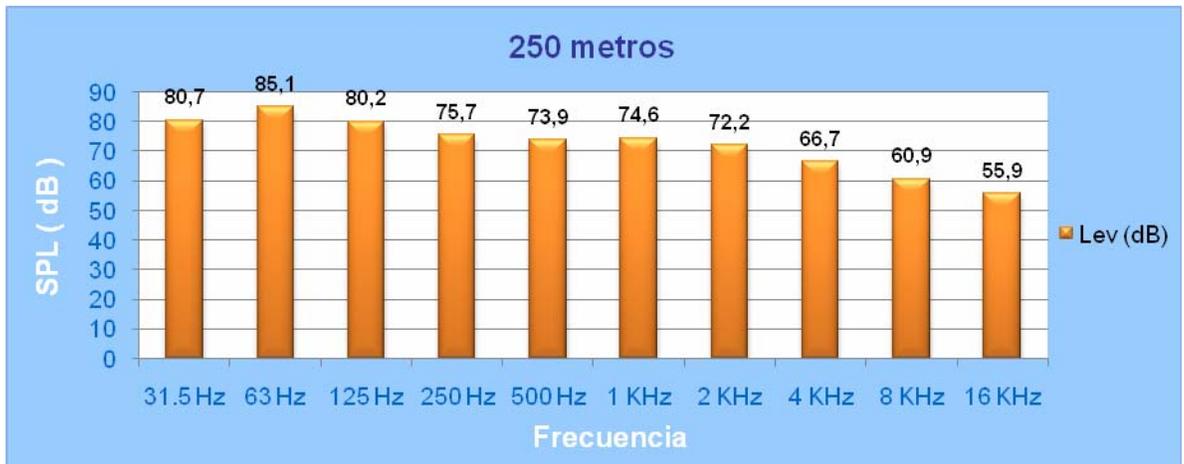


Figura 13. Niveles de Banda de Frecuencia. Fuente: Autor

- Medición en 300 metros.

Hora: 3:35 PM

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	80	85,3	79,9	74,8	73,6	74,3	72,4	66,7	61,5	55,1

Tabla 15. Niveles por banda de Frecuencia para 300 metros. Fuente. Autor

Leq (A)	L10	L90	Peak	Min	Max
78,7 dB (A)	81,2 dB (A)	74 dB (A)	105,8 dB (A)	70,5 dB (A)	87,8 dB (A)

Tabla 16. Niveles en 300 metros. Fuente Autor

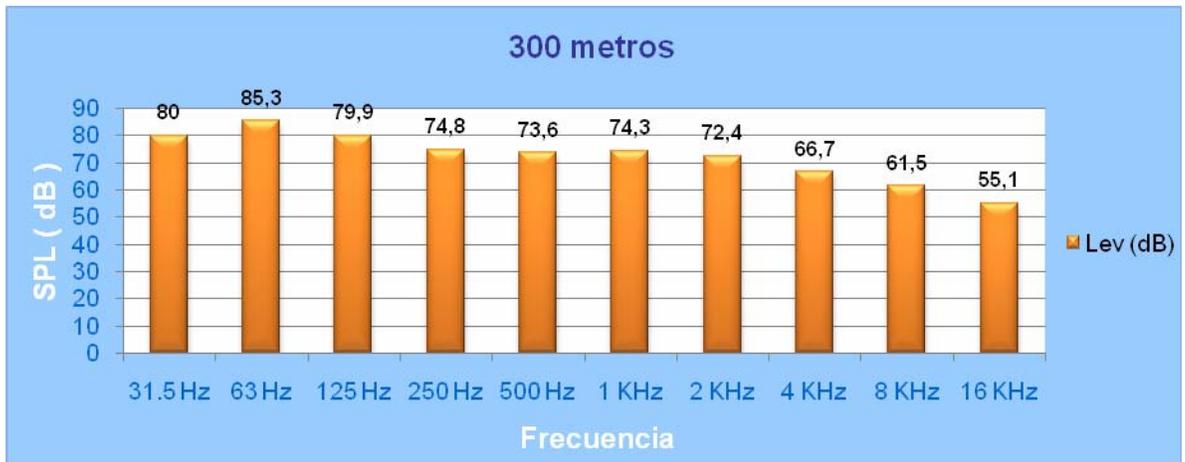


Figura 14. Niveles de Banda de Frecuencia. Fuente: Autor

- Medición en 350 metros.

Hora: 3:51 PM

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	80,4	86,7	81	76,6	75	74,6	72,7	67,9	62,2	55,8

Tabla 17. Niveles por banda de Frecuencia para 350 metros. Fuente. Autor

Leq (A)	L10	L90	Peak	Min	Max
79,3 dB (A)	81,8 dB (A)	75 dB (A)	105,9 dB (A)	71,9 dB (A)	88,2 dB (A)

Tabla 18. Niveles en 350 metros. Fuente Autor

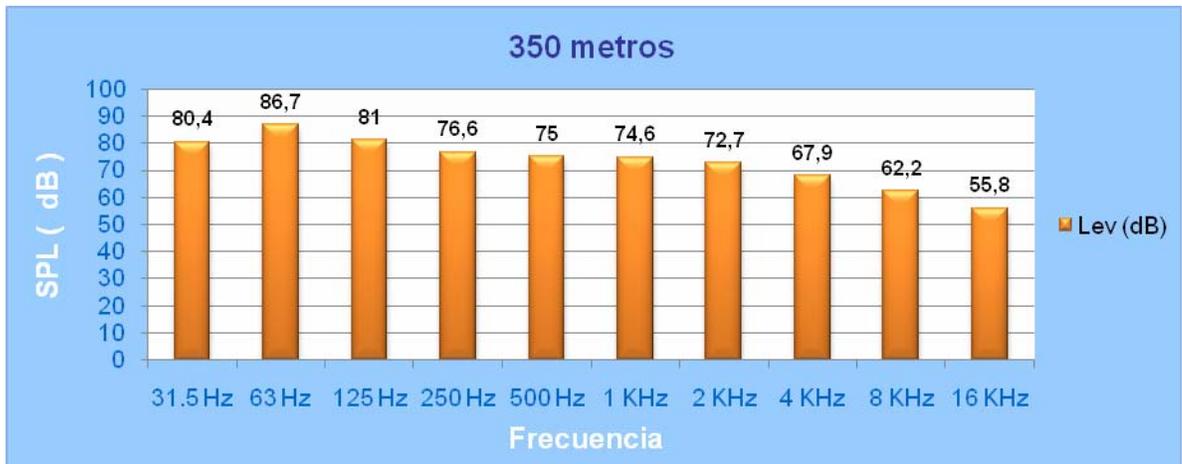


Figura 15. Niveles de Banda de Frecuencia. Fuente: Autor

- Medición en 400 metros.

Hora: 4:10 PM

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	80,2	87	80,6	76,6	74,9	74,8	73	67,3	62,1	55,7

Tabla 19. Niveles por banda de Frecuencia para 400 metros. Fuente. Autor

Leq (A)	L10	L90	Peak	Min	Max
79,5 dB (A)	81,9 dB (A)	75,1 dB (A)	103,9 dB (A)	71,4 dB (A)	88,9 dB (A)

Tabla 20. Niveles en 400 metros. Fuente Autor

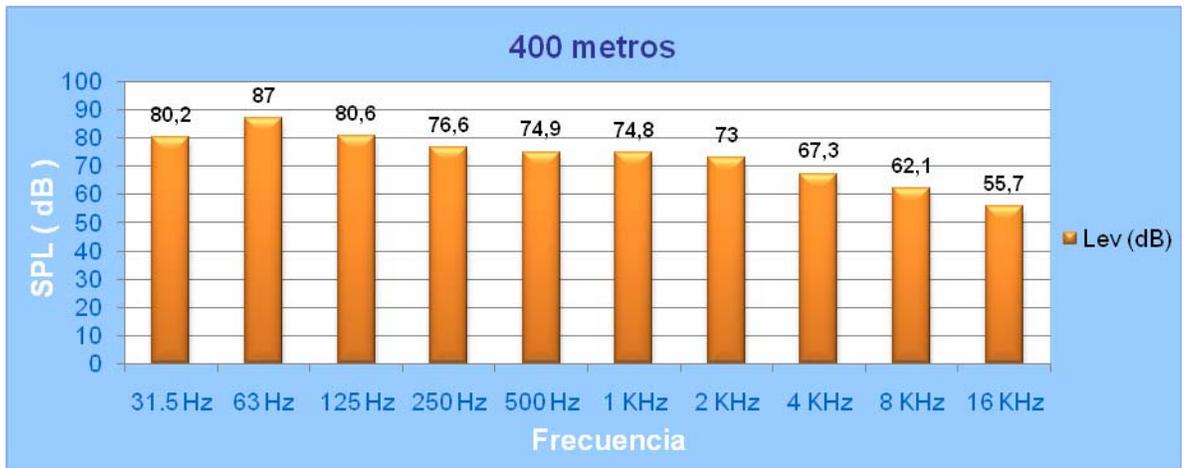


Figura 16. Niveles de Banda de Frecuencia. Fuente: Autor

- Medición en 450 metros.

Hora: 4:28 PM

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	79,1	84,9	79,7	75,3	74,4	76	72,4	66,4	61,5	56,4

Tabla 21. Niveles por banda de Frecuencia para 450 metros. Fuente. Autor

Leq (A)	L10	L90	Peak	Min	Max
79,5 dB (A)	80,9 dB (A)	74,6 dB (A)	107,8 dB (A)	71,1 dB (A)	95,9 dB (A)

Tabla 22. Niveles en 450 metros. Fuente Autor

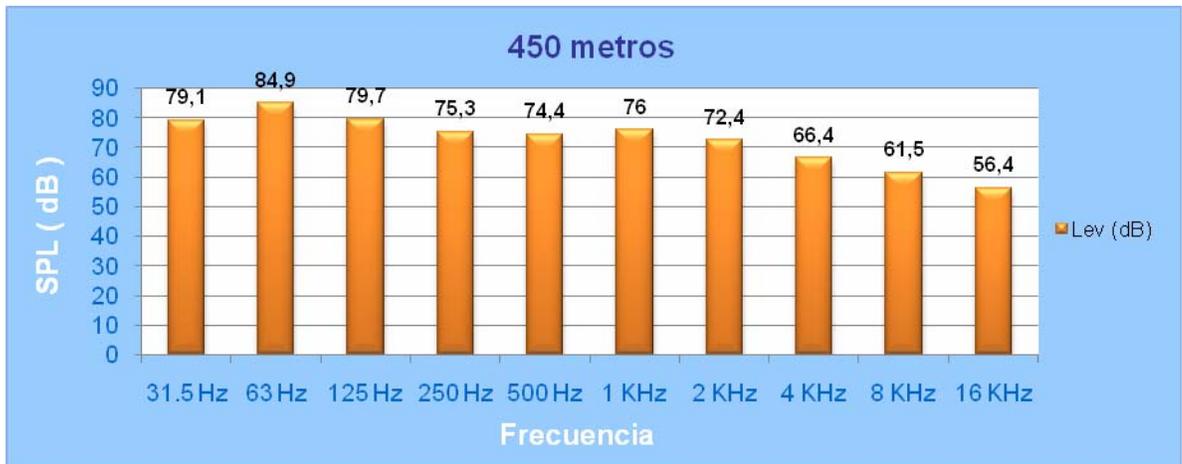


Figura 17. Niveles de Banda de Frecuencia. Fuente: Autor

- Medición en 500 metros.

Hora: 4:28 PM

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	79,7	84,7	79,9	75,9	73,6	73,8	72,1	67	62,7	57,5

Tabla 23. Niveles por banda de Frecuencia para 500 metros. Fuente. Autor

Leq (A)	L10	L90	Peak	Min	Max
78,5 dB (A)	80,8 dB (A)	74,2 dB (A)	115 dB (A)	70,6 dB (A)	90 dB (A)

Tabla 24. Niveles en 500 metros. Fuente Autor

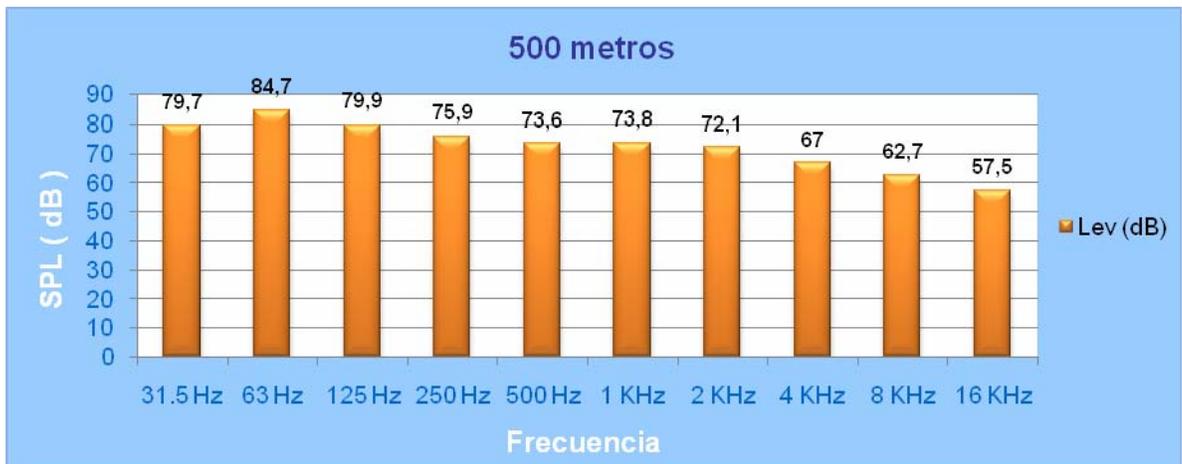


Figura 18. Niveles de Banda de Frecuencia. Fuente: Autor

- Medición en 550 metros.

Hora: 5:00 PM

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	80,5	86,6	81,6	76,5	74,5	74,2	72,9	67,5	62,2	56

Tabla 25. Niveles por banda de Frecuencia para 550 metros. Fuente. Autor

Leq (A)	L10	L90	Peak	Min	Max
79,2 dB (A)	81,7 dB (A)	74,9 dB (A)	103,8 dB (A)	70,4 dB (A)	88 dB (A)

Tabla 26. Niveles en 550 metros. Fuente Autor

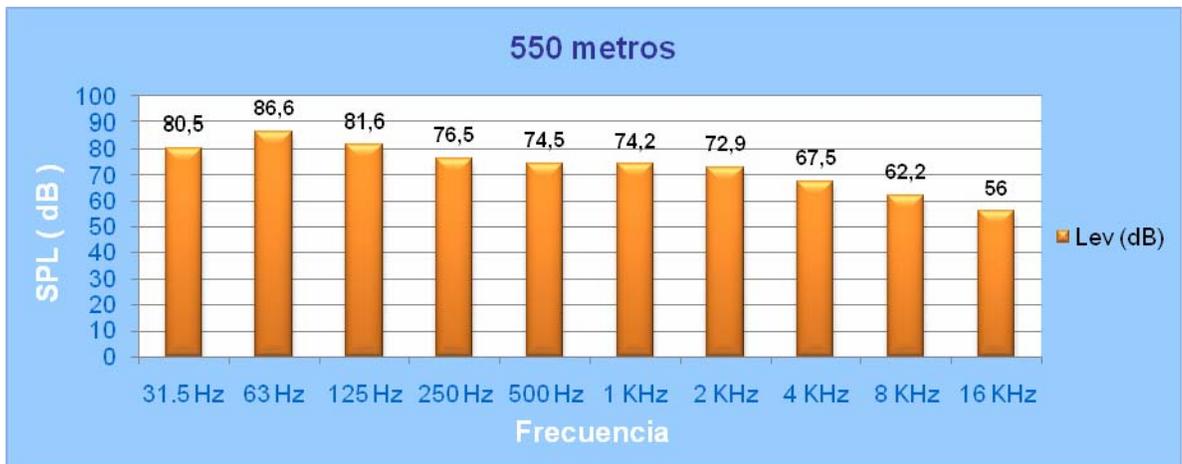


Figura 19. Niveles de Banda de Frecuencia. Fuente: Autor

- Medición en 600 metros.

Hora: 5:17 PM

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	81,6	86,1	81,3	76,1	74,6	76,5	73,1	67,8	61,9	55,9

Tabla 27. Niveles por banda de Frecuencia para 600 metros. Fuente. Autor

Leq (A)	L10	L90	Peak	Min	Max
80,1 dB (A)	81,3 dB (A)	75,1 dB (A)	110,6 dB (A)	72,3 dB (A)	98,9 dB (A)

Tabla 28. Niveles en 600 metros. Fuente Autor

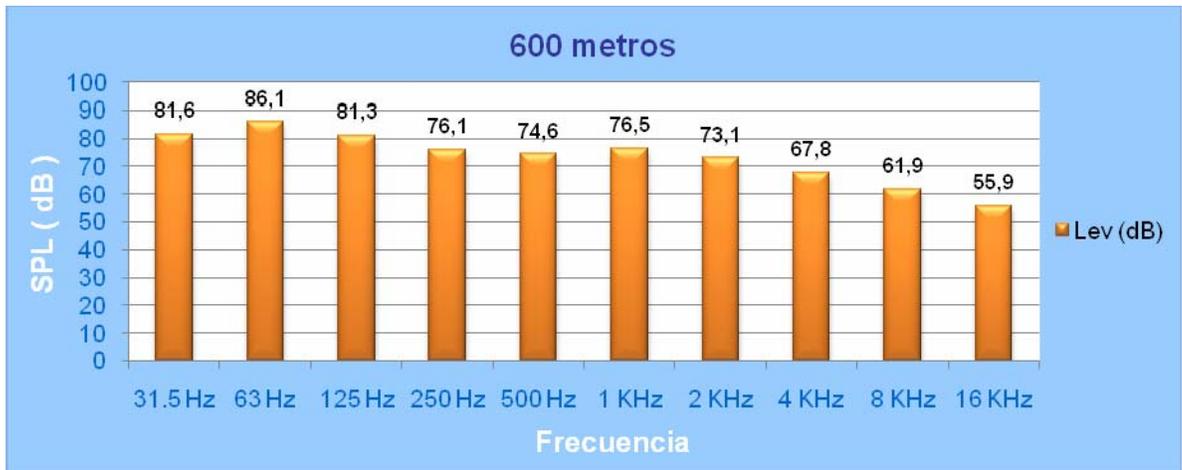


Figura 20. Niveles de Banda de Frecuencia. Fuente: Autor

- Medición en 650 metros.

Hora: 5:33 PM

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	80,7	85,9	80,7	75,9	73,9	73,9	72,4	67,4	62,1	56

Tabla 29. Niveles por banda de Frecuencia para 650 metros. Fuente. Autor

Leq (A)	L10	L90	Peak	Min	Max
78,8 dB (A)	81,1 dB (A)	74,5 dB (A)	105,7 dB (A)	71,7 dB (A)	87,4 dB (A)

Tabla 30. Niveles en 650 metros. Fuente Autor

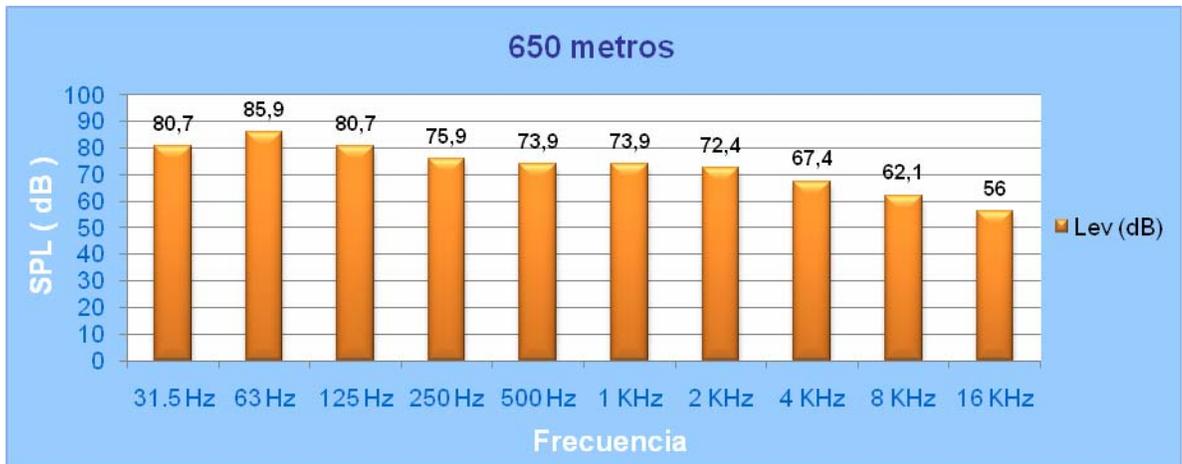


Figura 21. Niveles de Banda de Frecuencia. Fuente: Autor

- Medición en 700 metros.

Hora: 5:50 PM

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	80,5	85,7	80,2	75,6	74,6	75	72,3	67,4	62,4	57,6

Tabla 31. Niveles por banda de Frecuencia para 700 metros. Fuente. Autor

Leq (A)	L10	L90	Peak	Min	Max
79,2 dB (A)	81 dB (A)	74,5 dB (A)	109,1 dB (A)	67,7 dB (A)	93,8 dB (A)

Tabla 32. Niveles en 700 metros. Fuente Autor

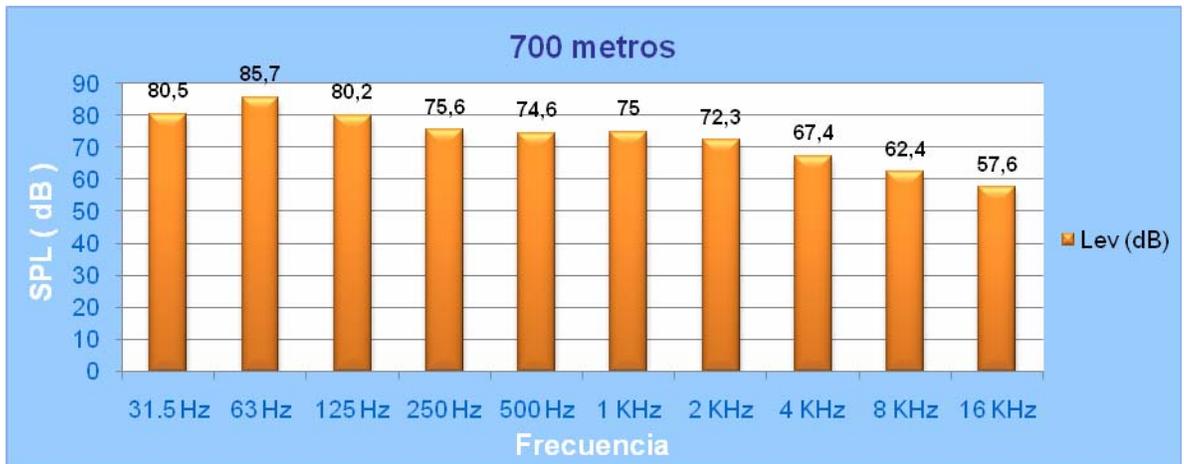


Figura 22. Niveles de Banda de Frecuencia. Fuente: Autor

- Medición en 750 metros.

Hora: 6:11 PM

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	81,3	86,2	81,1	75,8	74,3	73,9	72,4	66,8	61,4	57,2

Tabla 33. Niveles por banda de Frecuencia para 750 metros. Fuente. Autor

Leq (A)	L10	L90	Peak	Min	Max
78,8 dB (A)	81 dB (A)	74,9 dB (A)	107,1 dB (A)	72,1 dB (A)	87,3 dB (A)

Tabla 34. Niveles en 750 metros. Fuente Autor



Figura 23. Niveles de Banda de Frecuencia. Fuente: Autor

- Medición en 800 metros.

Hora: 6:28 PM

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	81,6	85,4	80,1	75,7	73,8	73,6	71,7	66,2	61,6	56,4

Tabla 35. Niveles por banda de Frecuencia para 800 metros. Fuente. Autor

Leq (A)	L10	L90	Peak	Min	Max
78,3 dB (A)	80,6 dB (A)	74,3 dB (A)	117,2 dB (A)	67,2 dB (A)	87,9 dB (A)

Tabla 36. Niveles en 800 metros. Fuente Autor

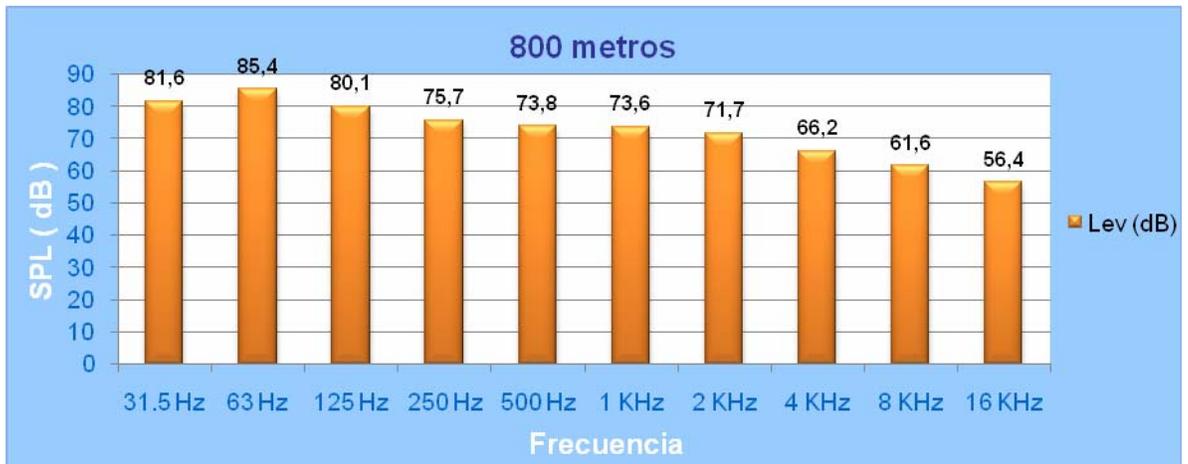


Figura 24. Niveles de Banda de Frecuencia. Fuente: Autor

- Medición en 850 metros.

Hora: 6:45 PM

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	83,2	85,8	80,1	75,6	73,7	74	70,4	65,7	61	56,6

Tabla 37. Niveles por banda de Frecuencia para 850 metros. Fuente. Autor

Leq (A)	L10	L90	Peak	Min	Max
78 dB (A)	80,2 dB (A)	72,7 dB (A)	107,2dB (A)	68,5 dB (A)	93,5 dB (A)

Tabla 38. Niveles en 850 metros. Fuente Autor



Figura 25. Niveles de Banda de Frecuencia. Fuente: Autor

- Medición en 900 metros.

Hora: 7:01 PM

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	84,2	87,4	81,8	77,6	75,3	75,2	71,9	67,2	62,3	58,8

Tabla 39. Niveles por banda de Frecuencia para 900 metros. Fuente. Autor

Leq (A)	L10	L90	Peak	Min	Max
79,5 dB (A)	81,6 dB (A)	73,4 dB (A)	112,5dB (A)	68 dB (A)	96,6 dB (A)

Tabla 40. Niveles en 900 metros. Fuente Autor

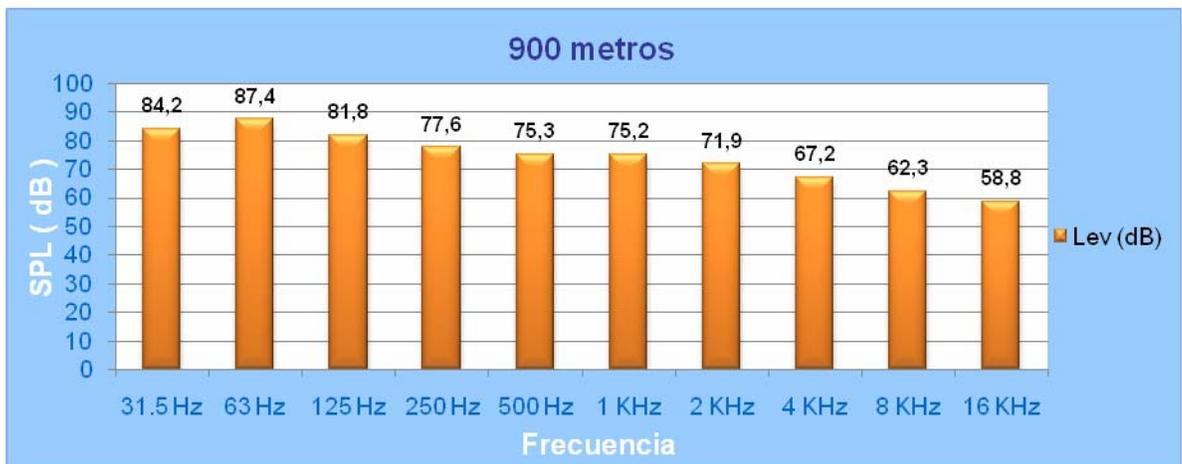


Figura 26. Niveles de Banda de Frecuencia. Fuente: Autor

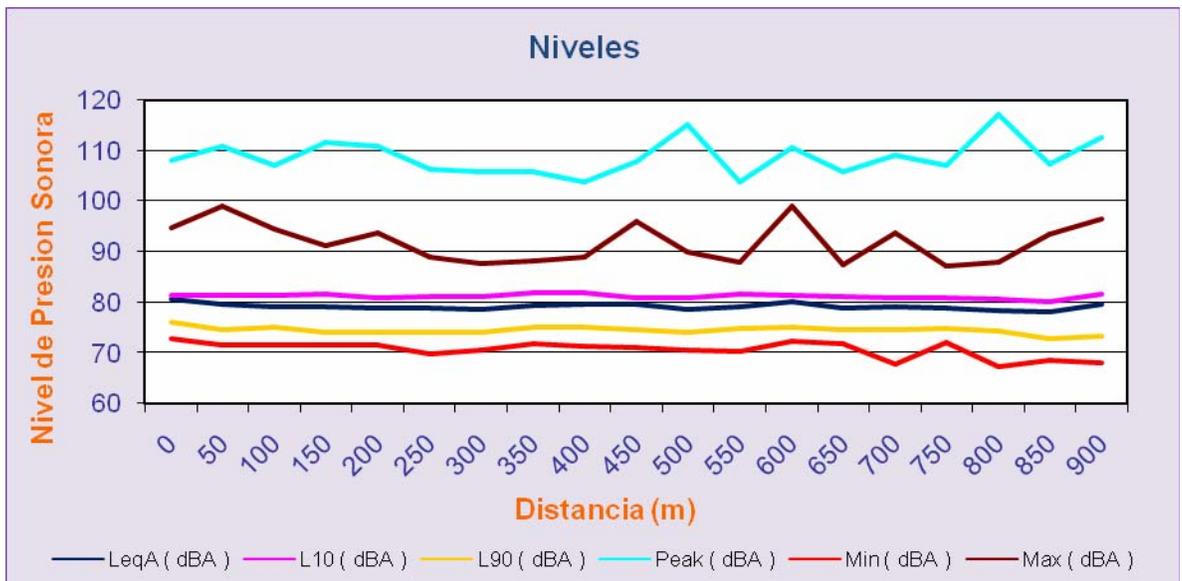


Figura 27. Niveles obtenidos en los puntos de medición. Enero 30. Fuente: Autor

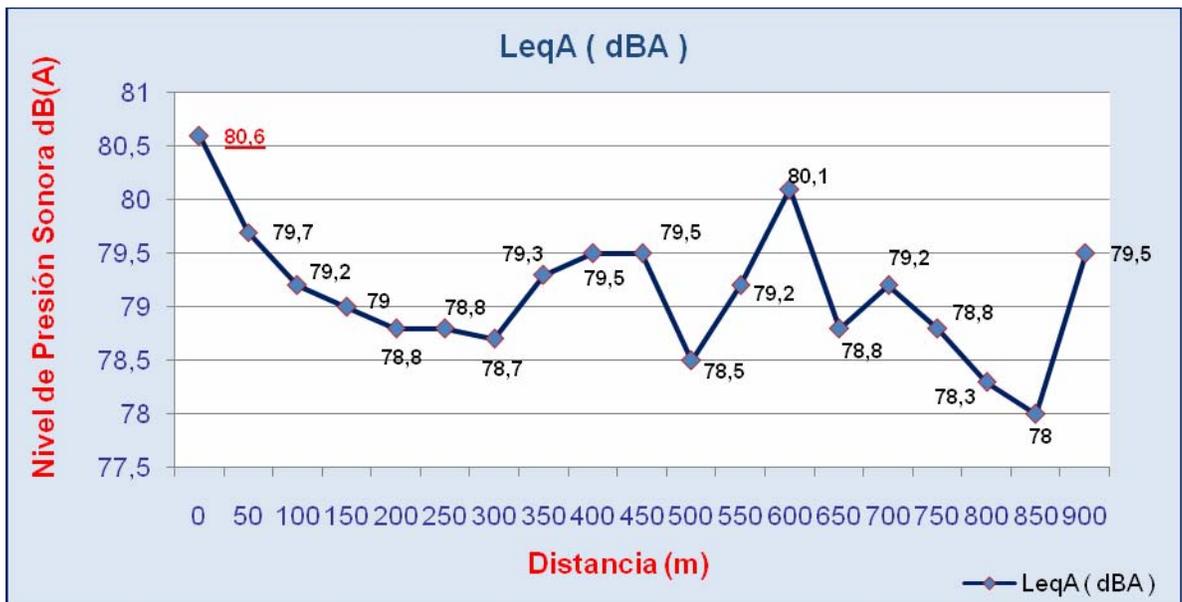


Figura 28. Comportamiento de Leq(A) en los puntos de medición. Enero 30. Fuente: Autor

3.3.4.2. Miércoles 31 de Enero de 2007

Factores Climáticos	
T (°C)	12,2
H (%)	79
V (Km/h)	7,4

Tabla 41. Factores climáticos Enero 31. Fuente: www.tutiempo.net/clima/Bogota_Eldorado/802220.htm

- Medición en 0 metros.

Hora: 10:11AM

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	82,5	87,7	81,9	77,7	76,3	75,9	73,7	68,1	62,3	55,2

Tabla 42. Niveles por banda de Frecuencia para 0 metros. Fuente. Autor

Leq (A)	L10	L90	Peak	Min	Max
80,4 dB (A)	82,6 dB (A)	76,1 dB (A)	111,2 dB (A)	73,4 dB (A)	93,3 dB (A)

Tabla 43. Niveles en 0 metros. Fuente Autor

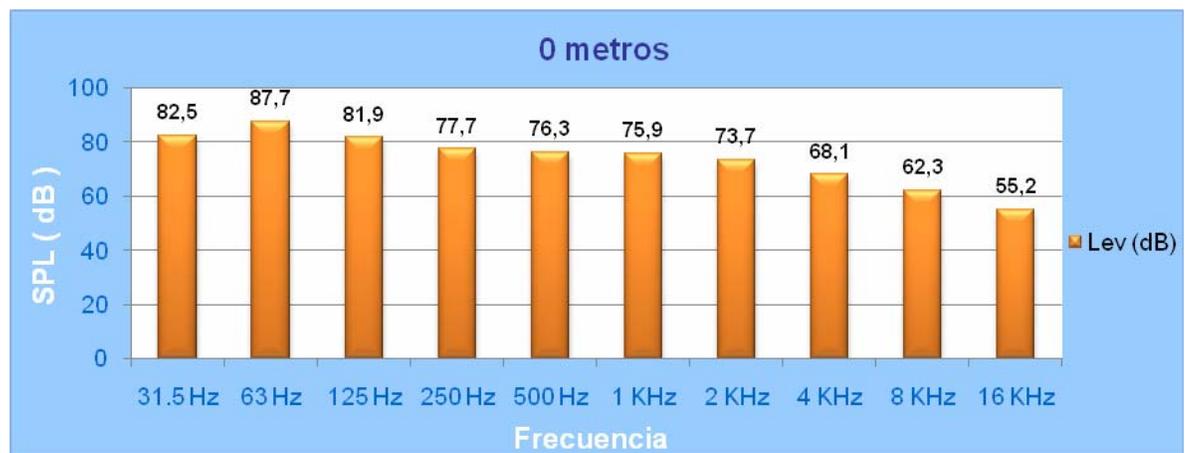


Figura 29. Niveles de Banda de Frecuencia. Fuente: Autor

- Medición en 50 metros

Hora: 10:28 AM

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	81,5	86,6	81,4	76,3	74,2	74,8	72,9	66,9	60,8	55,4

Tabla 44. Niveles por banda de Frecuencia para 50 metros. Fuente. Autor

Leq (A)	L10	L90	Peak	Min	Max
79,3 dB (A)	81,8 dB (A)	74,7 dB (A)	105,3 dB (A)	70,7 dB (A)	89,5dB (A)

Tabla 45. Niveles en 50 metros. Fuente Autor

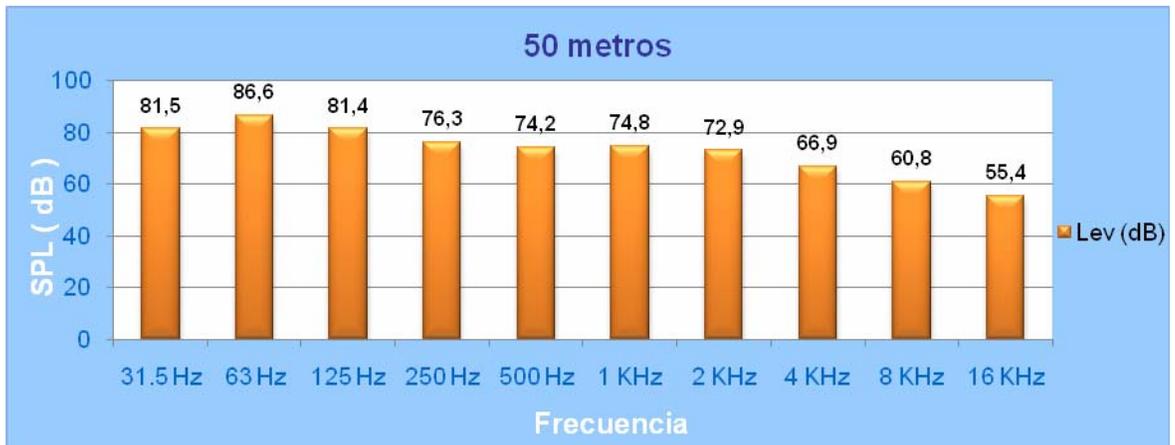


Figura 30. Niveles de Banda de Frecuencia. Fuente: Autor

- Medición en 100 metros

Hora: 10:45 AM

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	80,8	86,3	80,6	75,6	73,6	74,3	72,1	66,1	60,3	54,6

Tabla 46. Niveles por banda de Frecuencia para 100 metros. Fuente. Autor

Leq (A)	L10	L90	Peak	Min	Max
78,6 dB (A)	81 dB (A)	74 dB (A)	106,6 dB (A)	69,7 dB (A)	89,1 dB (A)

Tabla 47. Niveles en 100 metros. Fuente Autor



Figura 31. Niveles de Banda de Frecuencia. Fuente: Autor

- Medición en 150 metros

Hora: 11:02 AM

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	80	85,5	80,6	75,4	73,8	74,3	71,9	65,4	59,8	54,3

Tabla 48. Niveles por banda de Frecuencia para 150 metros. Fuente. Autor

Leq (A)	L10	L90	Peak	Min	Max
78,5 dB (A)	81 dB (A)	74,1 dB (A)	105 dB (A)	70 dB (A)	86,4 dB (A)

Tabla 49. Niveles en 150 metros. Fuente Autor

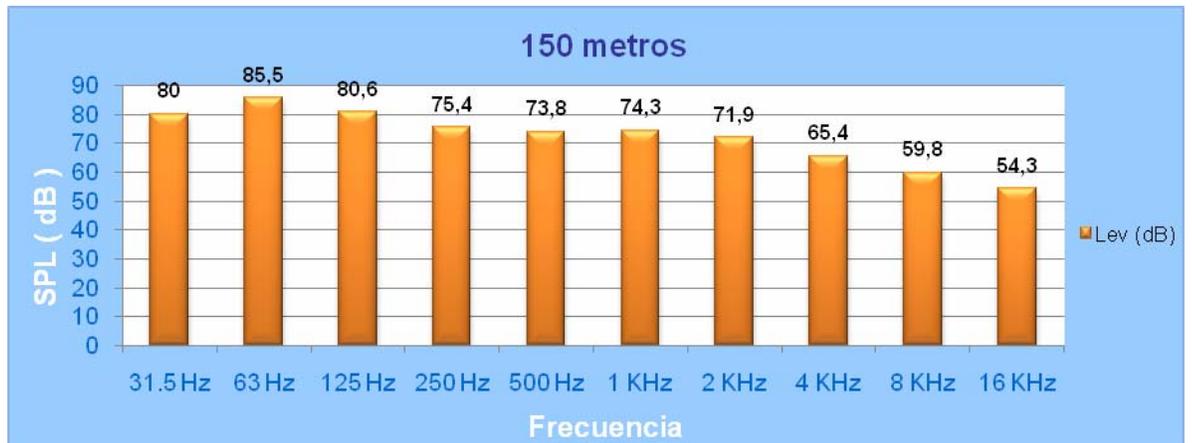


Figura 32. Niveles de Banda de Frecuencia. Fuente: Autor

- Medición en 200 metros

Hora: 11:18 AM

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz
Lev (dB)	79,7	86,4	81,1	76	74,1	74,7	72,4	66,6	60,9

Tabla 50. Niveles por banda de Frecuencia para 200 metros. Fuente. Autor

Leq (A)	L10	L90	Peak	Min	Max
79 dB (A)	81,6 dB (A)	74,5 dB (A)	103,9 dB (A)	71,1 dB (A)	86,3 dB (A)

Tabla 51. Niveles en 200 metros. Fuente Autor



Figura 33. Niveles de Banda de Frecuencia. Fuente: Autor

- Medición en 250 metros

Hora: 11:35 AM

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	82,2	85,2	79,7	75,3	73,7	74	71,8	66,3	61,4	56,1

Tabla 52. Niveles por banda de Frecuencia para 250 metros. Fuente. Autor

Leq (A)	L10	L90	Peak	Min	Max
78,4 dB (A)	80,8 dB (A)	73,7 dB (A)	127,5 dB (A)	70,9 dB (A)	94,5 dB (A)

Tabla 53. Niveles en 250 metros. Fuente Autor

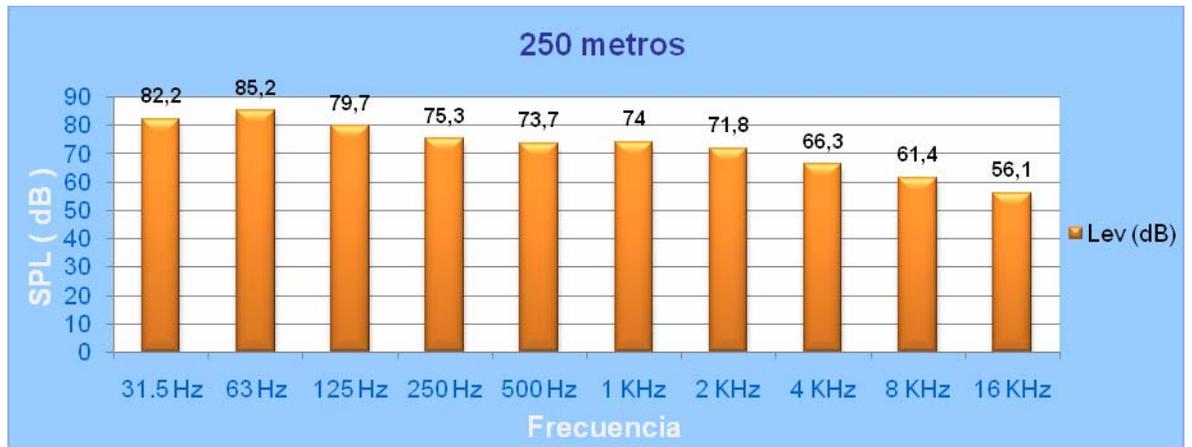


Figura 34. Niveles de Banda de Frecuencia. Fuente: Autor

- Medición en 300 metros

Hora: 11:51 AM

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	81,6	84,6	78,9	74,2	73	75,4	73,4	65,5	60,9	55,2

Tabla 54. Niveles por banda de Frecuencia para 300 metros. Fuente. Autor

Leq (A)	L10	L90	Peak	Min	Max
79,2 dB (A)	80,7 dB (A)	72,7 dB (A)	111,9 dB (A)	67,9 dB (A)	100,8 dB (A)

Tabla 55. Niveles en 300 metros. Fuente Autor

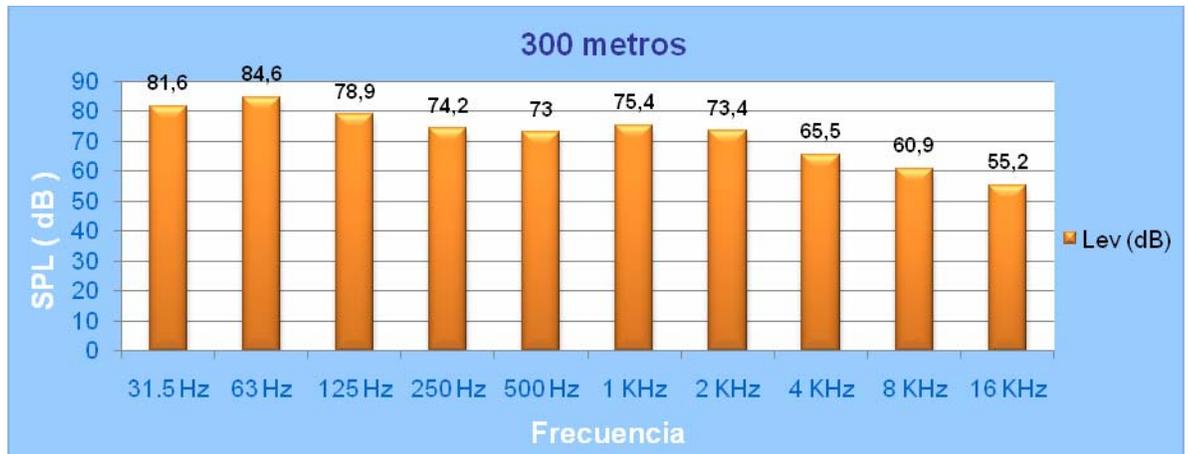


Figura 35. Niveles de Banda de Frecuencia. Fuente: Autor

- Medición en 350 metros

Hora: 12:08 AM

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	79,5	85,4	80,1	76,2	74,5	74,3	72,6	67,4	61,6	55,4

Tabla 56. Niveles por banda de Frecuencia para 350 metros. Fuente. Autor

Leq (A)	L10	L90	Peak	Min	Max
79dB (A)	81,2 dB (A)	74,5 dB (A)	113,7 dB (A)	71,1 dB (A)	90,8 dB (A)

Tabla 57. Niveles en 350 metros. Fuente Autor

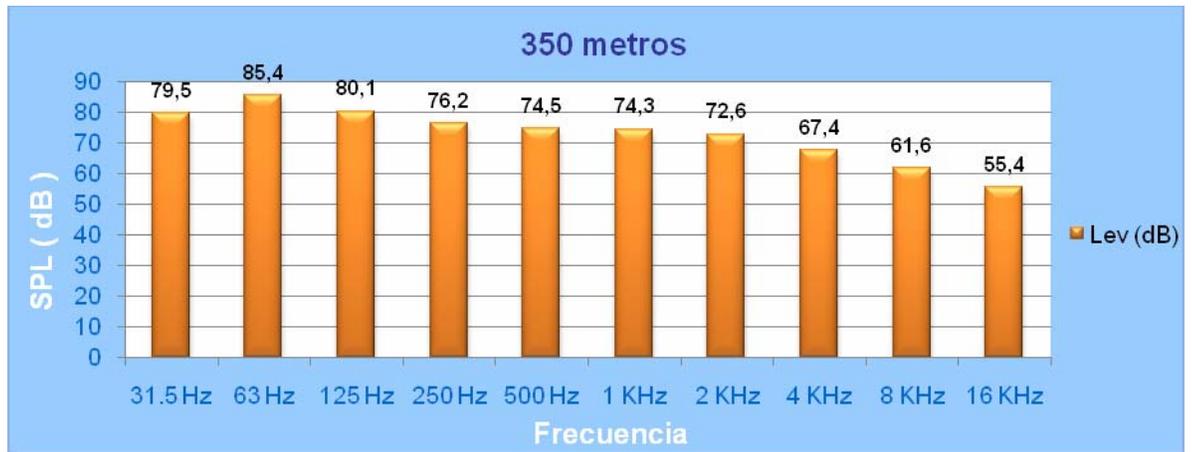


Figura 36. Niveles de Banda de Frecuencia. Fuente: Autor

- Medición en 400 metros

Hora: 12:24 AM

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	79,5	86,7	80,9	76,7	74,4	74,4	72,5	66,6	61,5	55,5

Tabla 58. Niveles por banda de Frecuencia para 400 metros. Fuente. Autor

Leq (A)	L10	L90	Peak	Min	Max
79 dB (A)	81,5 dB (A)	74,9 dB (A)	103,5 dB (A)	72,4 dB (A)	88,2 dB (A)

Tabla 59. Niveles en 400 metros. Fuente Autor

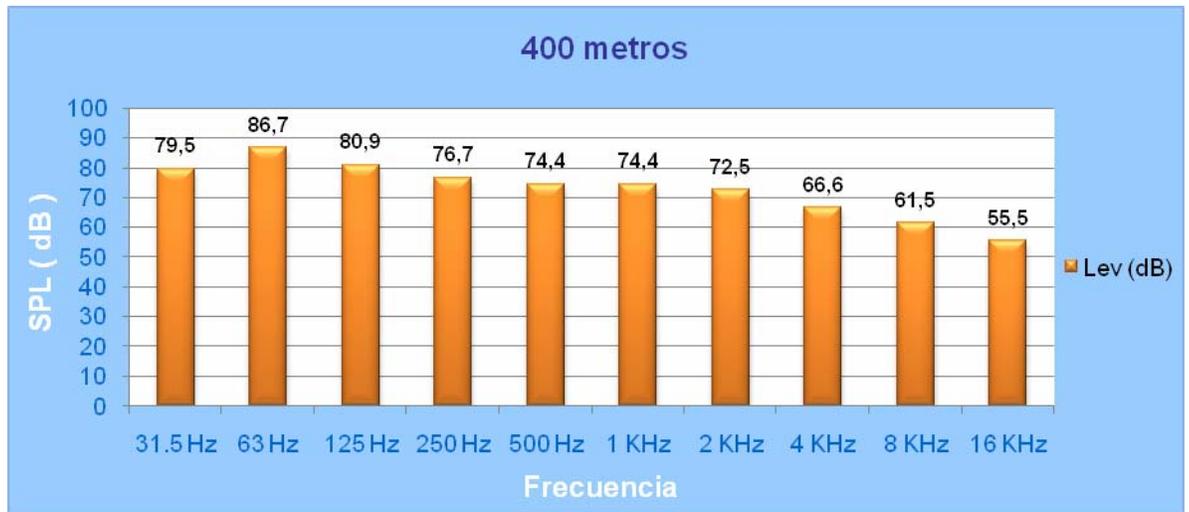


Figura 37. Niveles de Banda de Frecuencia. Fuente: Autor

- Medición en 450 metros

Hora: 12:40 AM

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	79,2	85,7	80	75,3	74	74,1	72,3	66,8	61,7	55,8

Tabla 60. Niveles por banda de Frecuencia para 450 metros. Fuente. Autor

Leq (A)	L10	L90	Peak	Min	Max
78,7 dB (A)	81 dB (A)	74,9 dB (A)	101,9 dB (A)	71,6 dB (A)	84,5 dB (A)

Tabla 61. Niveles en 450 metros. Fuente Autor



Figura 38. Niveles de Banda de Frecuencia. Fuente: Autor

- Medición en 500 metros

Hora: 12:57 AM

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	79,6	85,9	80	75,3	74	74,3	72,7	67,1	61,2	57,3

Tabla 62. Niveles por banda de Frecuencia para 500 metros. Fuente. Autor

Leq (A)	L10	L90	Peak	Min	Max
78,9 dB (A)	81,3 dB (A)	74,8 dB (A)	105,4 dB (A)	70,4 dB (A)	88,6 dB (A)

Tabla 63. Niveles en 500 metros. Fuente Autor



Figura 39. Niveles de Banda de Frecuencia. Fuente: Autor

- Medición en 550 metros

Hora: 1:13 PM

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	81,9	85,7	80,3	75,8	73,6	73,5	71,9	66,7	61,2	56,9

Tabla 64. Niveles por banda de Frecuencia para 550 metros. Fuente. Autor

Leq (A)	L10	L90	Peak	Min	Max
78,3 dB (A)	80,5dB (A)	74,2 dB (A)	109,9 dB (A)	71,8 dB (A)	88,3 dB (A)

Tabla 65. Niveles en 550 metros. Fuente Autor



Figura 40. Niveles de Banda de Frecuencia. Fuente: Autor

- Medición en 600 metros

Hora: 1:30 PM

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	80,5	85,6	80,8	76	73,8	73,4	72	67	61,1	55,5

Tabla 66. Niveles por banda de Frecuencia para 600 metros. Fuente. Autor

Leq (A)	L10	L90	Peak	Min	Max
78,4 dB (A)	80,7 dB (A)	74,4 dB (A)	105,8dB (A)	71,6 dB (A)	87,3dB (A)

Tabla 67. Niveles en 600 metros. Fuente Autor

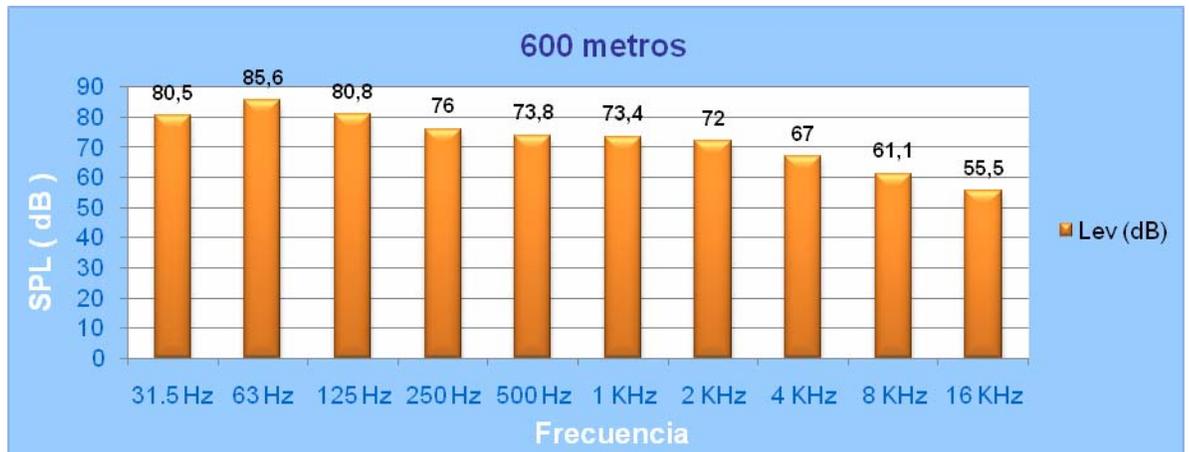


Figura 41. Niveles de Banda de Frecuencia. Fuente: Autor

- Medición en 650 metros

Hora: 1:46 PM

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	80,3	85,9	80,6	76,1	74	73,6	72	66,1	61	55,4

Tabla 68. Niveles por banda de Frecuencia para 650 metros. Fuente. Autor

Leq (A)	L10	L90	Peak	Min	Max
78,5 dB (A)	80,9 dB (A)	74,3 dB (A)	106,2 dB (A)	71 dB (A)	86,3dB (A)

Tabla 69. Niveles en 650 metros. Fuente Autor



Figura 42. Niveles de Banda de Frecuencia. Fuente: Autor

- Medición en 700 metros

Hora: 2:03 PM

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	81	85,2	80,1	75,6	73,6	73,5	72	66,2	61,9	56

Tabla 70. Niveles por banda de Frecuencia para 700 metros. Fuente. Autor

Leq (A)	L10	L90	Peak	Min	Max
78,3 dB (A)	80,5 dB (A)	74,8 dB (A)	105,3 dB (A)	72,6 dB (A)	86,9 dB (A)

Tabla 71. Niveles en 700 metros. Fuente Autor

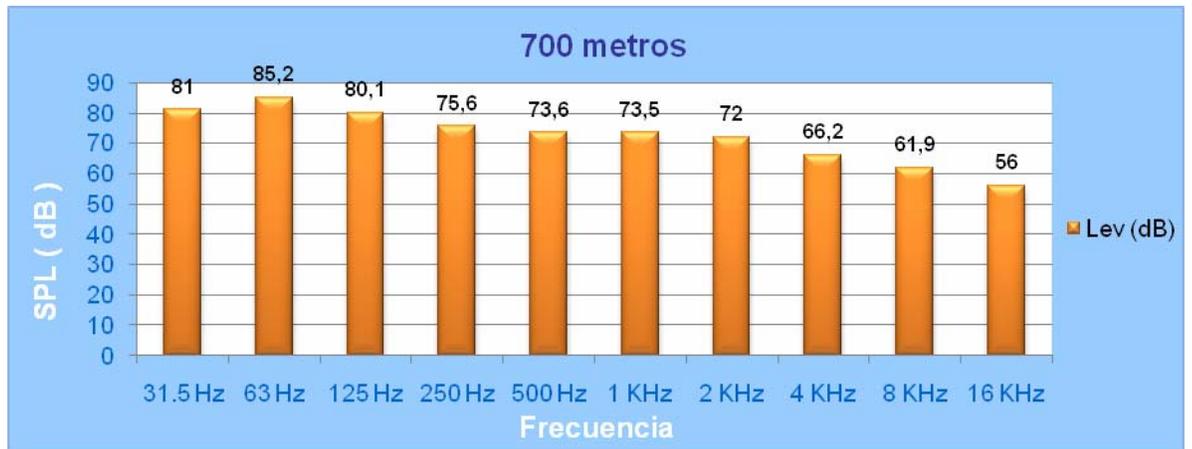


Figura 43. Niveles de Banda de Frecuencia. Fuente: Autor

- Medición en 750 metros

Hora: 2:19 PM

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	80,3	86,2	80,6	75,5	73,8	73,8	72,4	67,9	62,1	57,8

Tabla 72. Niveles por banda de Frecuencia para 750 metros. Fuente. Autor

Leq (A)	L10	L90	Peak	Min	Max
78,7 dB (A)	81 dB (A)	74,6 dB (A)	105,2 dB (A)	69,4 dB (A)	88,8 dB (A)

Tabla 73. Niveles en 750 metros. Fuente Autor

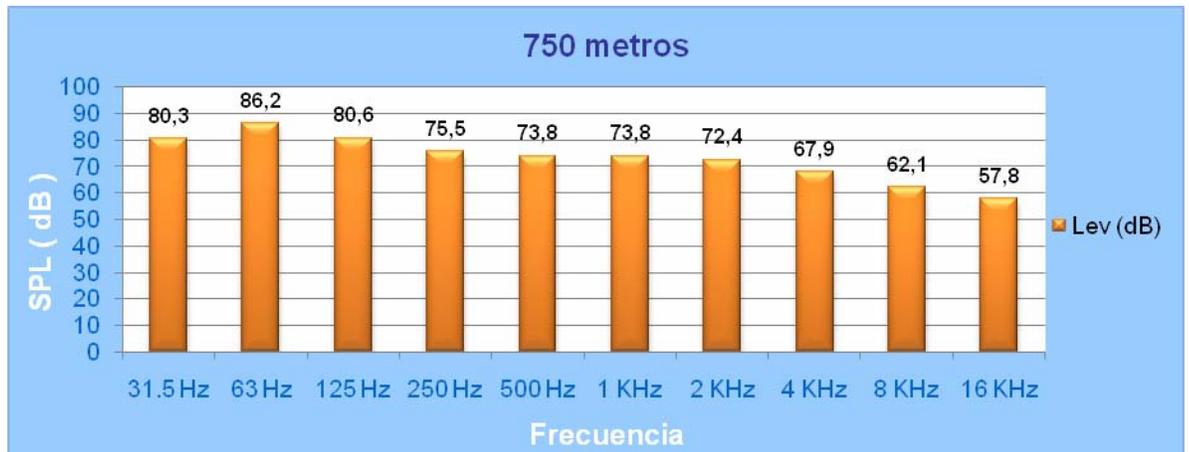


Figura 44. Niveles de Banda de Frecuencia. Fuente: Autor

- Medición en 800 metros

Hora: 2:35 PM

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	81,3	85,2	79,7	74,9	73,4	74,7	72,3	66,4	62,4	56,7

Tabla 74. Niveles por banda de Frecuencia para 800 metros. Fuente. Autor

Leq (A)	L10	L90	Peak	Min	Max
78,7 dB (A)	80,8 dB (A)	74,7 dB (A)	117,5 dB (A)	70,5 dB (A)	94,4 dB (A)

Tabla 75. Niveles en 800 metros. Fuente Autor

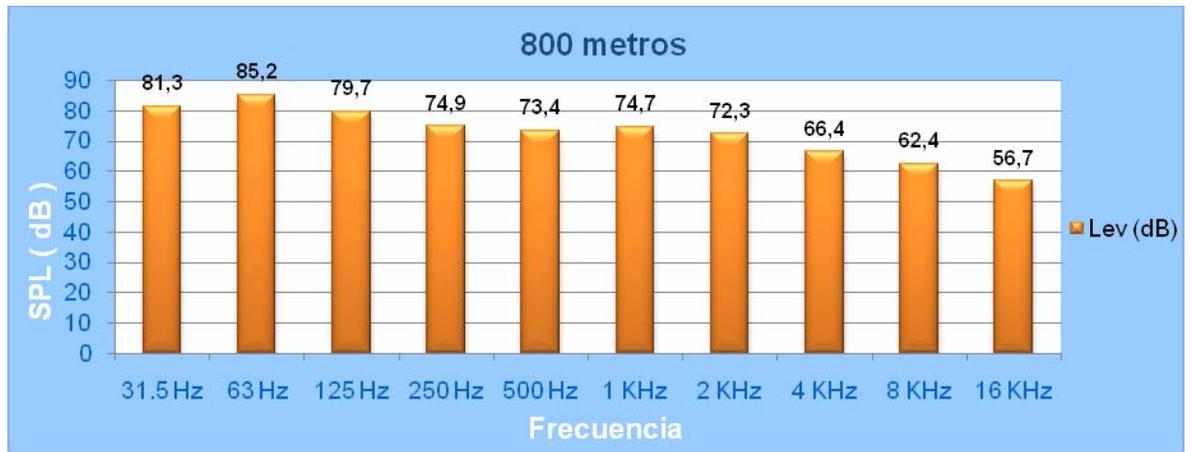


Figura 45. Niveles de Banda de Frecuencia. Fuente: Autor

- Medición en 850 metros

Hora: 2:52 PM

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	81,9	85,9	80,7	76,1	74	74,2	72,3	67,1	62,1	57,6

Tabla 76. Niveles por banda de Frecuencia para 850 metros. Fuente. Autor

Leq (A)	L10	L90	Peak	Min	Max
78,8 dB (A)	81,2 dB (A)	75 dB (A)	104,9dB (A)	69,3 dB (A)	86dB (A)

Tabla 77. Niveles en 850 metros. Fuente Autor



Figura 46. Niveles de Banda de Frecuencia. Fuente: Autor

- Medición en 900 metros

Hora: 3:24 PM

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	83,6	88	82,7	78,3	76	74,6	72,9	69,3	65	60,6

Tabla 78. Niveles por banda de Frecuencia para 900 metros. Fuente. Autor

Leq (A)	L10	L90	Peak	Min	Max
80 dB (A)	81,8 dB (A)	73,1 dB (A)	123,6dB (A)	67,5 dB (A)	96,2dB (A)

Tabla 79. Niveles en 900 metros. Fuente Autor

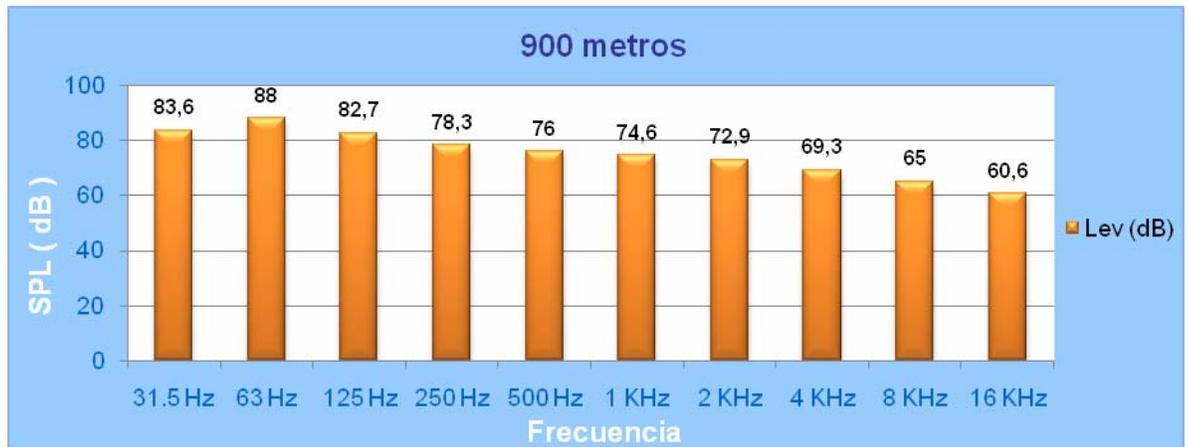


Figura 47. Niveles de Banda de Frecuencia. Fuente: Autor

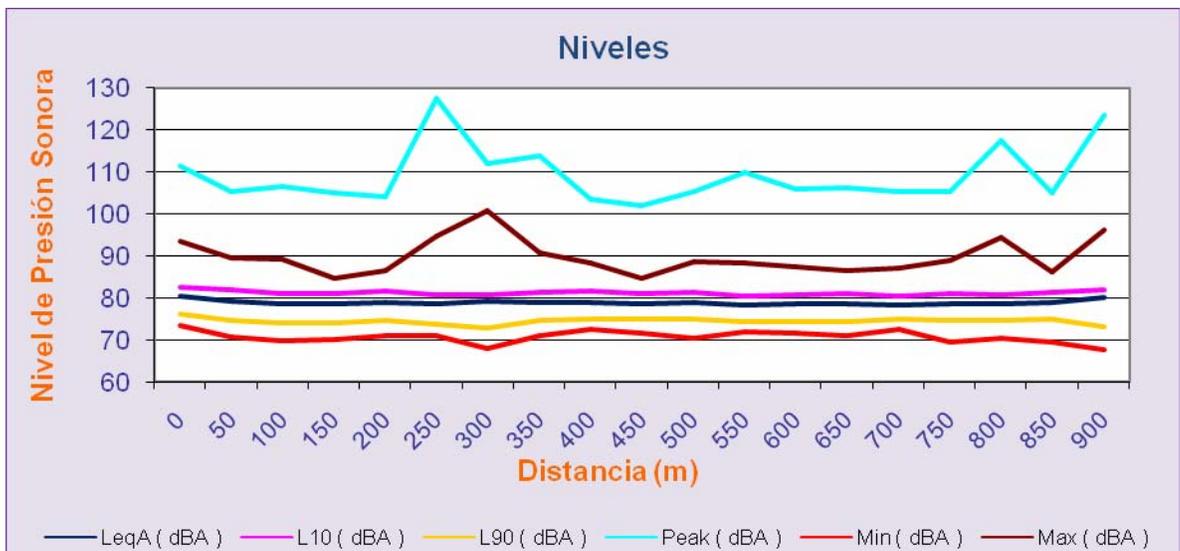


Figura 48. Niveles obtenidos en los puntos de medición. Enero 31. Fuente: Autor

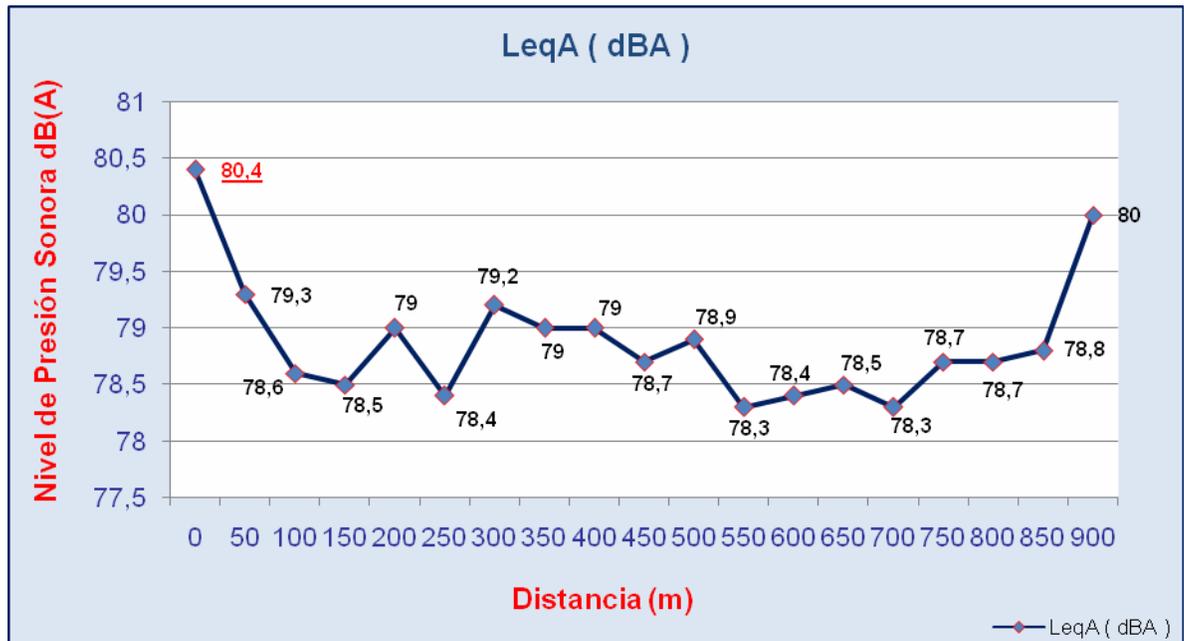


Figura 49. Comportamiento de Leq(A) en los puntos de medición. Enero 31. Fuente: Autor

En base a los resultados arrojados por las mediciones se determinó que los puntos que concentraban mayor nivel de ruido era el de 0 y 50 metros en estos dos días, como se puede observar el valor del Leq(A) en las figuras 28 y 49. Para el punto de medición posterior se escogió el punto intermedio a estos dos puntos iniciales y sobre este basar el estudio del proyecto.

Apoyándose en el estudio profesional de la universidad de Buenos Aires, realizado por Germán E. Viro y los ingenieros Oscar Bonello, Francisco Ruffa y Daniel Gavinowich, que tiene como nombre “*Protocolo de Mediciones para Trazado de Mapas de Ruido Normalizados*”, en el que se maneja un compendio de información de normativas de ruido en diferentes países, tales como trabajos de experiencia internacional para la realización de este en países como Inglaterra, Chile, Canadá, España, Buenos Aires, Brasil, Uruguay y Europa, donde algunos

de ellos vienen trabajando en el tema de ruido ambiental desde los años 60 y donde se han realizado varias pruebas con diferentes intervalos de tiempo a fin de encontrar el tiempo ideal para realizar la medición de ruido ambiental y posteriormente realizar las mediciones correspondientes para la elaboración de los mapas de ruido.

En general estos países se apoyan en los lineamientos de las ISO 1996 para realizar estos trabajos, tal como lo hacen las Normas Técnicas de Icontec, base para la realización de este proyecto junto con la directiva 49 del Parlamento Europeo y algunos informes sobre trabajos hechos en otros países como “Guías para el Ruido Urbano” de la OMS, el cual es aplicable para cualquier país.

Con todo esto se determinó que el tiempo necesario para obtener la información era de 15 minutos en vez de una hora, tal como lo que estipula la norma, ya que a través de un análisis estadístico se determinó que los resultados de las mediciones de una hora frente a los de 15 minutos eran muy similares. Por esta razón optaron por medir 15 minutos cada hora, durante las 24 horas.

En este estudio, El muestreo temporal, se realizó en intervalos de 15 minutos cada hora y cuatro minutos para las mediciones del día sin carro, partiendo desde las 5:20 a.m. y terminando a las 8:30 p.m. con un total de 15 muestras en el día.

Estos resultados se compararon con un día normal, jueves 1 de marzo, bajo las mismas condiciones (mismo horario, igual cantidad de mediciones, mismo día de la semana en que se tomaron las muestras anteriores, en este caso se comparo con un jueves), obteniendo de esta manera la misma cantidad de muestras.

Para los demás días se optó inicialmente, por medir en una franja horaria que contenga una hora pico (mayor tránsito vehicular), realizando de 2 a 3 mediciones de 15 minutos por intervalos de una hora y quince minutos, realizando el

respectivo corrimiento horario como se explicó en el capítulo 3 en la sección 3.3.2. A través de la primera semana de mediciones se notó que los niveles no variaban significativamente por lo que se determinó que no era necesario medir estrictamente en el mismo horario o en horas típicas. Los resultados obtenidos se utilizaron para realizar la comparación con las demás muestras por medio de un análisis estadístico y determinar en cuanto disminuye el ruido en el día sin carro frente a los demás días, basado en su flujo vehicular.

En la última semana de medición se incrementaron la cantidad de mediciones en el día, midiendo en la mañana, al mediodía y en la tarde. Esto se hizo con el fin de ampliar la cantidad de muestras para el análisis, ya que varias mediciones se tuvieron que anular porque se presentaba congestión vehicular (trancón) o por factores climáticos como la lluvia.

No se estableció un franja de horario exacta para las mediciones de este estudio, se realizaba en diferentes horas del día, en la mañana o en la tarde y así averiguar si los niveles tenían alguna variación drástica en comparación con los horarios donde se encontraron los niveles más altos en las mediciones previas realizado durante los dos últimos días de enero. No se constituyó un horario de medición exacto para todas las mediciones sino que se hizo una rotación en las diferentes horas del día, para que al final de las mediciones de este estudio se obtuvieran resultados en las diversas horas de la franja diurna.

De esta manera se analizó el comportamiento del ruido frente a su aumento o disminución basado en un balance final de muestras, con las que posteriormente se realizó el análisis estadístico pertinente junto al flujo vehicular.

No se realizaron mediciones el horario nocturno ni durante las 24 horas consecutivas en un día, ya que es muy inseguro realizar mediciones en este horario porque no se cuenta con la colaboración de personas especializadas en

seguridad como lo es la Policía Nacional, además de que el flujo vehicular disminuye considerablemente por lo cual no se tendrían muestras aptas para el análisis estadístico.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población de este proyecto es el tráfico vehicular, específicamente los vehículos particulares y la muestra es el punto donde se realizan dichas mediciones en los diferentes días de la semana y en el día sin carro.

3.5. HIPÓTESIS

Varios países por medio de estudios han comprobado que el transporte público es el mayor contribuyente al ruido ambiental, siendo este último un tipo más de contaminación, por lo que el día sin carro se hace con el objetivo de disminuir la contaminación ambiental, pero la circulación de buses, busetas, colectivos y taxis, no disminuye considerablemente durante la jornada, por lo que esta medida parece no ser correcta frente a la mitigación de ruido, hipótesis que surge del análisis comparativo de los resultados de las mediciones, con lo que se pretende comprobar que el vehículo particular no es el aportante mayoritario al ruido ambiental.

3.6. VARIABLES

3.6.1. Variables Independientes

- La falta de conocimiento de los ciudadanos frente a la contaminación auditiva actual.
- Los altos niveles de ruido debido a la construcción de resonadores para automóviles y vehículos grandes, a los motores y frenos de aire del tráfico pesado, especialmente los de servicio público.
- Los factores climáticos y la congestión vehicular espontáneo
- Densidad vehicular
- Tipo de pavimento
- Tipo de neumáticos
- Tipo y forma de fachadas

3.6.2. Variables Dependientes

- Calibración de equipos.
- Periodos y tiempos de medición
- Distribución de tránsito por tipo de vehículo
- Metodología aplicada

4. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el transcurso de este capítulo se describen la metodología que se utilizó para la selección del lugar y la estrategia para la medición, como los aspectos que se evaluaron antes de efectuar las mediciones.

4.1. ESTRATEGIA DE MEDICIÓN

A continuación se evalúan los aspectos que se analizaron previamente a las mediciones y la descripción de cómo se llevaron a cabo estas:

- ✓ Determinar en qué sector se pueden encontrar los factores objetos del estudio. En el caso de este proyecto lo que se busca es hacer una comparación de los niveles sonoros de ruido ambiental que se registran cuando los vehículos particulares hacen parte del flujo vehicular y cuando no están presentes, exactamente en el día sin carro. También es importante establecer un lugar donde existan las fuentes que necesitamos evaluar y que tal vez no estén combinadas con otras fuentes sonoras que no son de interés para el análisis que se va a realizar. En el lugar escogido para realizar el muestreo temporal solamente encontramos ruido proveniente del tránsito vehicular, además de por el circula la gran mayoría de vehículos que componen el tránsito rodado.

- ✓ Después de analizar distintos lugares posibles donde se realizaría la medición y teniendo en cuenta su ubicación, tipo de pavimento, circulación de diferente clases y gran cantidad de vehículos, espacio de la avenida, espacio entre

carriles, se determino que el lugar apropiado para las mediciones seria el que corresponde a la zona de Puente Aranda Este sector se escogió, porque en él se encuentra todo tipo de transporte rodado, el material del pavimento es poroso, la vía es equitativa frente a los cuatros carriles y la fachada de los lugares que quedan sobre la vía es baja. El objetivo de estas mediciones es encontrar el punto más relevante o más ruidoso a lo largo de esta distancia.

- ✓ Se midió cada 50 metros entre la distancia de los dos puentes de la avenida de las Américas y Calle 13, durante los días anteriores al día sin carro, encontrando el punto de mayor incidencia del ruido en la Avenida 68 con Américas, frente al Éxito de las Américas, en este punto se realizaron todas las mediciones durante el mes propuesto para ello, posteriormente para realizar el análisis comparativo y así determinar el aporte del vehículo particular basado en la mediciones del día sin carro.

4.1.1. Flujo Vehicular

Para realizar el conteo del flujo vehicular se efectuó por medio de un video tomado durante el intervalo de medición, ya que después de analizar varias opciones fue esta la que mejor facilitaba la clasificación de los vehículos aunque hiciera más extenso el mismo.

Los vehículos se clasificaron en cinco grupos diferentes de la siguiente manera:

- *Motos*

- *Carros*, dentro de los que están los vehículos particulares y los taxis, ya que por su tamaño, peso, cilindraje y tipos de neumáticos se consideran similares.
- *Buses y Camiones*, dentro de este grupo se clasifica todo tipo de bus grande, buseta, ejecutivo, vehículos de carga pesada como mulas, volquetas, camiones, furgones, etc., que por lo general tienen dos ejes con rueda doble o superan los cuatro ejes.
- *Colectivos*, en este grupo se clasifican los vehículos de transporte público medianos y pequeños.
- *Carros medianos*, dentro de este grupo se encuentra los vehículos como camperos, camionetas 4x4, de estacas, de platón, pick-up, colectivos pequeños que realizan las rutas escolares y camionetas pequeñas como tipo carry utilizadas para repartos, mensajería, transporte de alimentos, etc.

2. Mediciones

Las mediciones se iniciaron el día 1 de febrero de 2007, en el cual se realizó la jornada del día sin carro, el horario de inicio para este día fue a las 5: 22 AM y finalizando a las 8:33 PM, logrando medir una hora antes y después del horario de la jornada, ya que varios vehículos inician su circulación muy temprano y la retoman luego de que esta termine.

En un comienzo se estipulo que las mediciones se realizarían durante el mes de febrero, todas las semanas desde el lunes al mediodía hasta el sábado hacia las tres de la tarde, para obtener las suficientes muestras para el análisis posterior de estas. Durante el mes de medición hubo que cancelar varios días para medir ya que se presentaron lluvias constantes durante la semana del 19 al 24, además algunos días que se decidió medir a partir de las 4 PM se generaron congestiones vehiculares in situ lo que obligó a descartar la medición hecha.

Las mediciones se realizaron desde el 1 de febrero hasta el 3 de marzo de 2007. A continuación se presenta las tablas y gráficas obtenidas de las mediciones tomadas en el Día sin Carro y las de un día típico, ya que mostrar todas las mediciones realizadas se considera dispendioso por el volumen que esto implica.

El día típico que se muestra a continuación es el jueves primero de marzo que fue el que se escogió para realizar la misma cantidad de mediciones que en el día sin carro para compararlos entre sí y posteriormente compararlos con los demás días en los que se obtuvieron las muestras, terminando con un análisis estadístico.

En las siguientes tablas y gráficas se enseña los niveles de presión sonora por octava, los que no son utilizados en este análisis, ya que los que se utilizan pero sirven para estudiar posteriormente la composición del ruido generado; los valores de los niveles obtenidos: Leq(A), L10, L90, Peak, Max y Min, el flujo vehicular por cada medición durante los días que se tomaron las respectivas muestras, facilitando en análisis posterior y así cumplir con la finalidad de este proyecto.

4.2.1. Jueves 1 de Febrero “Día sin Carro”

Factores Climáticos	
T (°C)	13,7
H (%)	59
V (Km/h)	7,2

Tabla 80. Factores climáticos Febrero 1. Fuente: www.tutiempo.net/clima/Bogota_Eldorado/802220.htm

4.2.1.1. Primera Medición

Hora: 5:22 AM

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	82,4	87,7	82,1	76,7	74,6	75,1	73,7	67,5	62,2	56,1

Tabla 81. Niveles por banda de Frecuencia, primera medición. Fuente. Autor

LeqA dB (A)	L10 dB (A)	L90 dB (A)	Peak dB (A)	Min dB (A)	Max dB (A)
79,8	82,4	61,5	104,1	72,7	87,2

Tabla 82. Niveles Sonoros primera medición. Fuente: Autor

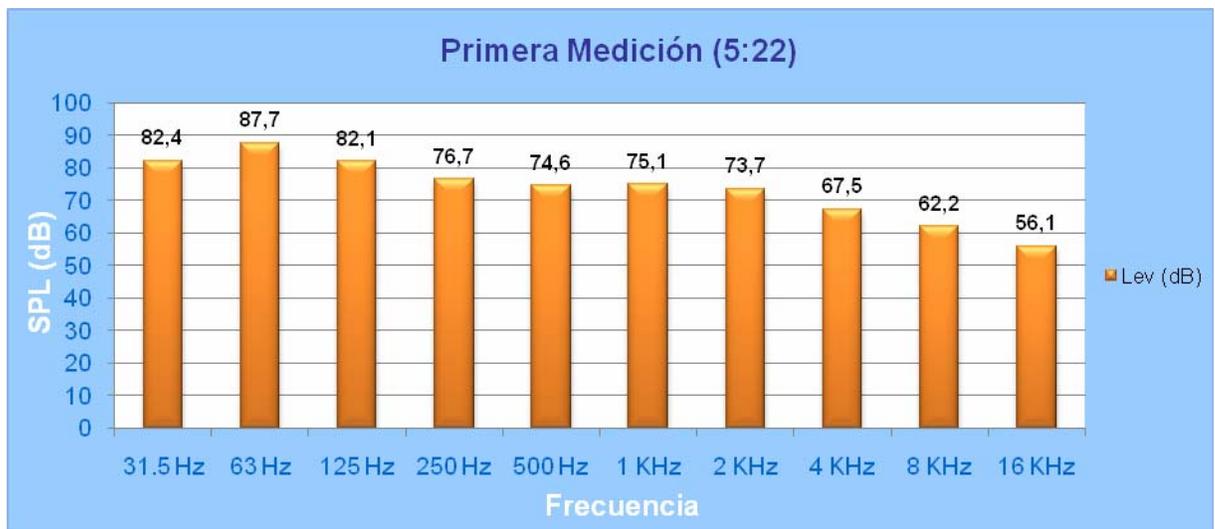


Figura 46. Bandas de Frecuencia Primera Medición. Fuente: Autor

FLUJO VEHICULAR					
TIPO DE VEHÍCULOS	Calzada transporte público		Calzada de alta velocidad		Total por tipo de vehículo
	Norte-Sur	Sur-Norte	Norte-Sur	Sur-Norte	
Motos	12	15	10	8	45
Carros	94	130	155	180	559
Buses, camiones	95	112	6	11	224
Colectivos	47	75	2	4	128
Carros Medianos	32	45	67	72	216
Total Circulación de Vehículos	280	377	240	275	1172

Tabla 83. Clasificación de Vehículos, primera medición. Fuente: Autor

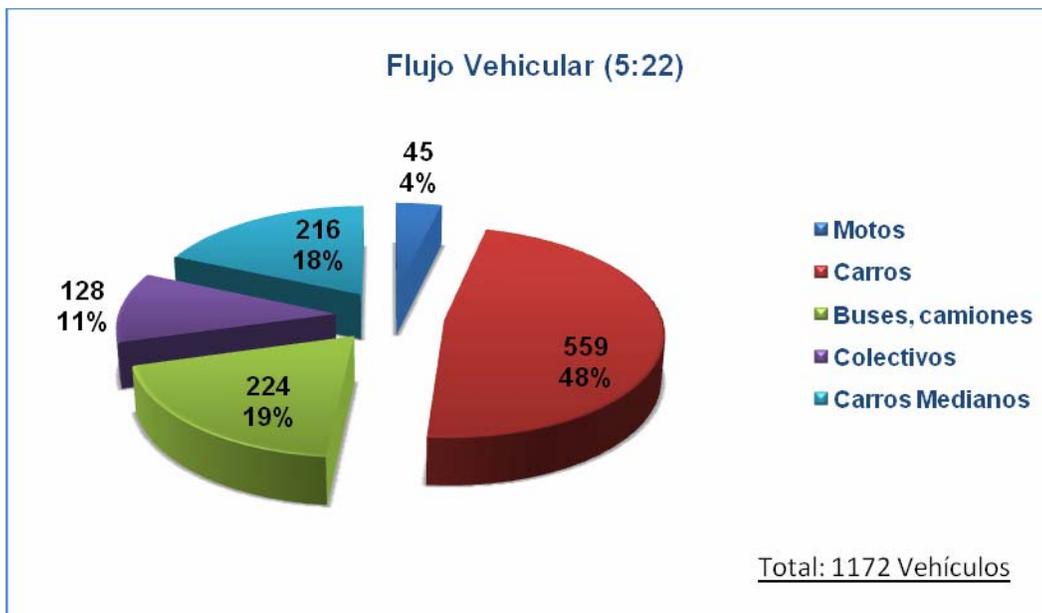


Figura 47. Flujo Vehicular, primera medición. Fuente: autor

4.2.1.2. Segunda Medición

Hora: 6:09

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	82,5	89,1	83,4	78	76,5	76,4	75,1	69,4	64,2	58,5

Tabla 84. Niveles por banda de Frecuencia, segunda medición. Fuente. Autor

Leq dB (A)	L10 dB (A)	L90 dB (A)	Peak dB (A)	Min dB (A)	Max dB (A)
81,2	83,7	76,3	112,6	73,2	94,1

Tabla 85. Niveles Sonoros segunda medición. Fuente: Autor



Figura 48. Bandas de Frecuencia segunda Medición. Fuente: Autor

FLUJO VEHICULAR					
TIPO DE VEHÍCULOS	Calzada transporte público		Calzada de alta velocidad		Total por tipo de vehículo
	Norte-Sur	Sur-Norte	Norte-Sur	Sur-Norte	
Motos	25	32	56	61	174
Carros	189	178	236	267	870
Buses, camiones	156	185	13	5	359
Colectivos	57	78	21	35	191
Carros Medianos	59	67	45	76	247
Total Circulación de Vehículos	486	540	371	444	1841

Tabla 86. Clasificación de Vehículos, segunda medición. Fuente: Autor

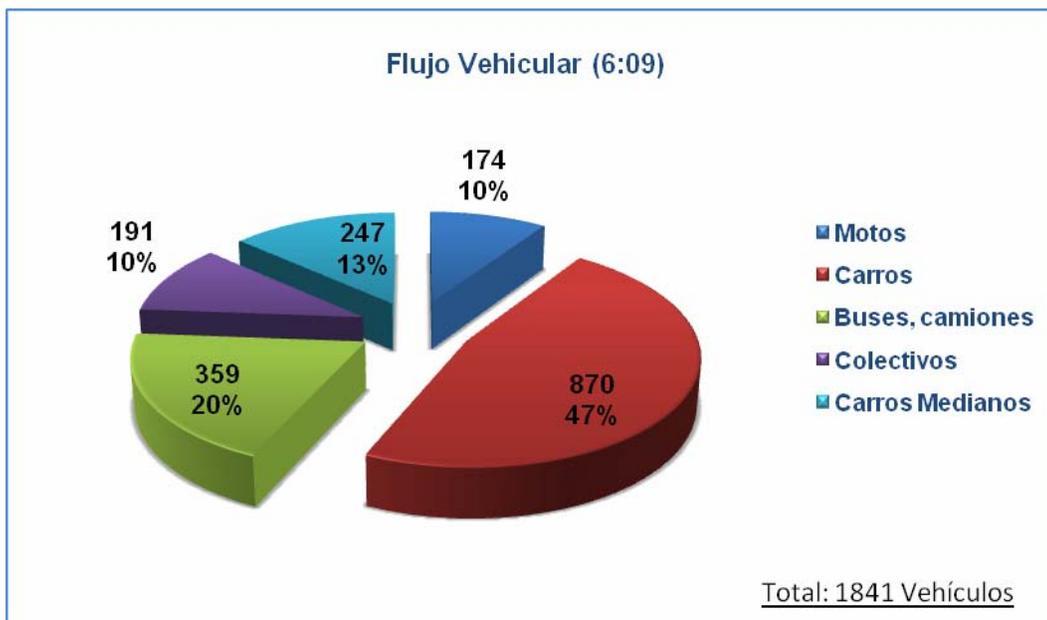


Figura 49. Flujo Vehicular, segunda medición. Fuente: autor

4.2.1.3. Tercera Medición

Hora: 6:26

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	82,5	88,1	83,7	77,7	77,4	81,4	76,4	69,8	64,5	59

Tabla 87. Niveles por banda de Frecuencia, tercera medición. Fuente. Autor

LeqA dB (A)	L10 dB (A)	L90 dB (A)	Peak dB (A)	Min dB (A)	Max dB (A)
83,9	83,9	76,6	114,5	72,8	104,2

Tabla 88. Niveles Sonoros tercera medición. Fuente: Autor



Figura 50. Bandas de Frecuencia tercera Medición. Fuente: Autor

FLUJO VEHICULAR					
TIPO DE VEHÍCULOS	Calzada transporte público		Calzada de alta velocidad		Total por tipo de vehículo
	Norte-Sur	Sur-Norte	Norte-Sur	Sur-Norte	
Motos	42	56	117	87	302
Carros	95	156	116	164	531
Buses, camiones	136	152	34	43	365
Colectivos	79	113	69	86	347
Carros Medianos	42	36	37	52	167
Total Circulación de Vehículos	394	513	373	432	1712

Tabla 89. Clasificación de Vehículos, tercera medición. Fuente: Autor

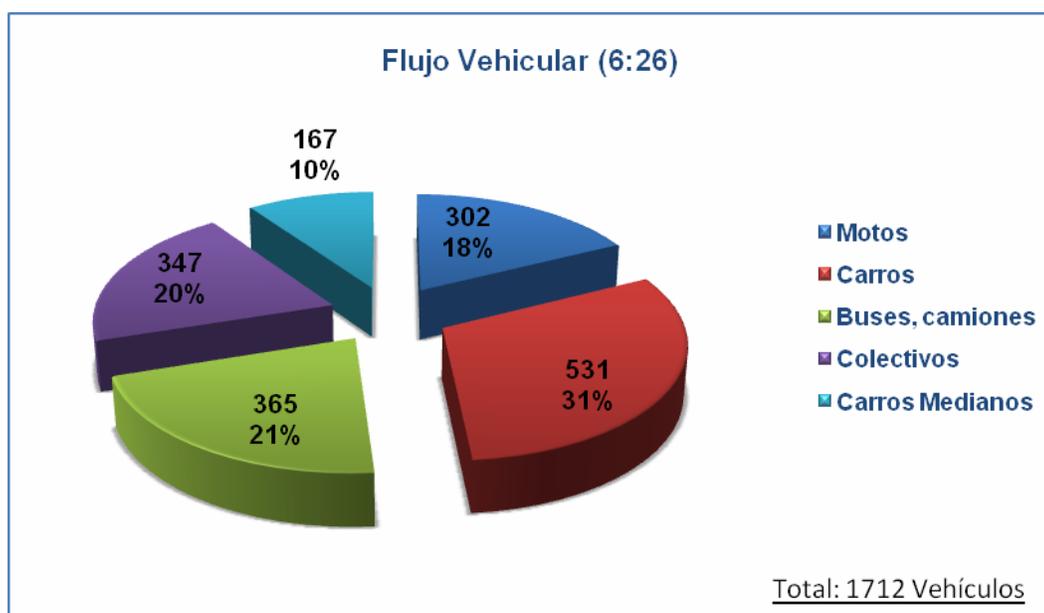


Figura 51. Flujo Vehicular, tercera medición. Fuente: autor

4.2.1.4. Cuarta Medición

Hora: 7:30

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	81,7	87,8	82,8	77,5	74,8	75	74,1	68,9	63,6	57,9

Tabla 90. Niveles por banda de Frecuencia, cuarta medición. Fuente. Autor

LeqA dB (A)	L10 dB (A)	L90 dB (A)	Peak dB (A)	Min dB (A)	Max dB (A)
80,1	82,7	75,5	109,3	72,7	89,5

Tabla 91. Niveles Sonoros cuarta medición. Fuente: Autor

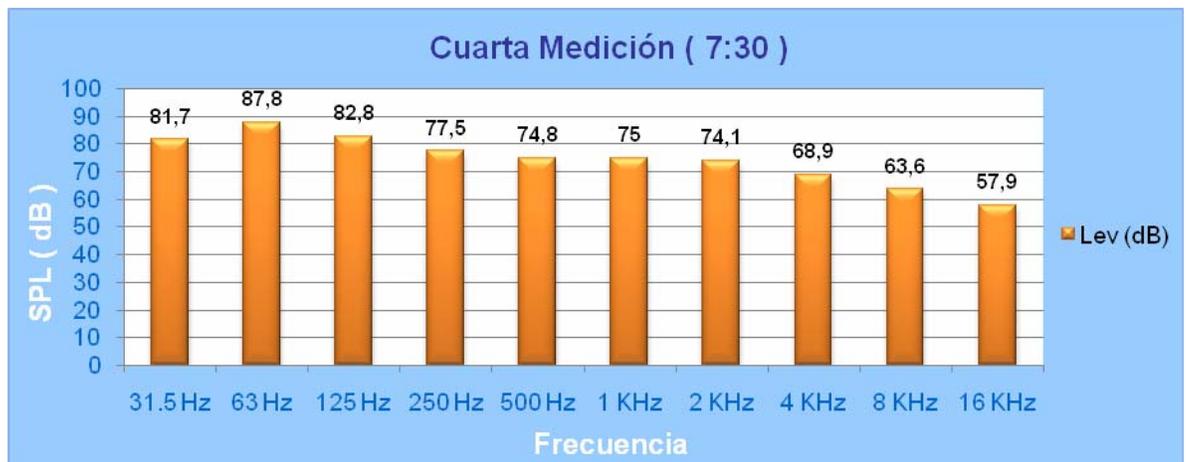


Figura 52. Bandas de Frecuencia cuarta Medición. Fuente: Autor

FLUJO VEHICULAR					
TIPO DE VEHÍCULOS	Calzada transporte público		Calzada de alta velocidad		Total por tipo de vehículo
	Norte-Sur	Sur-Norte	Norte-Sur	Sur-Norte	
Motos	36	52	98	66	252
Carros	122	134	156	133	545
Buses, camiones	142	176	4	1	323
Colectivos	76	56	12	18	162
Carros Medianos	47	38	37	41	163
Total Circulación de Vehículos	423	456	307	259	1445

Tabla 92. Clasificación de Vehículos, cuarta medición. Fuente: Autor

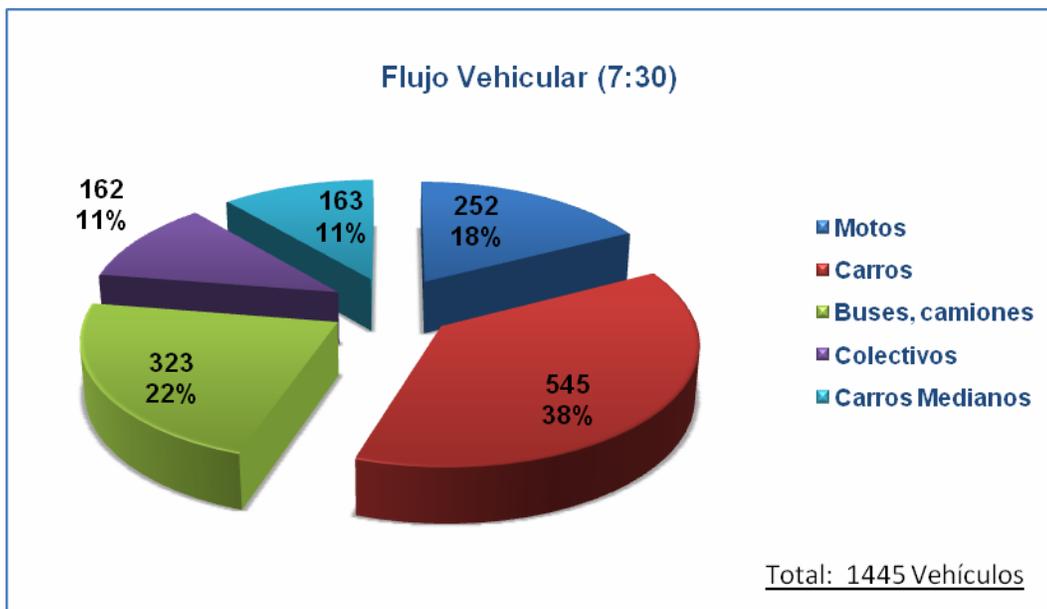


Figura 53. Flujo Vehicular, cuarta medición. Fuente: autor

4.2.1.5. Quinta Medición

Hora: 8:34

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	81	85,9	80,7	75,8	73,7	73,7	72,4	66,8	61,6	55,6

Tabla 93. Niveles por banda de Frecuencia, quinta medición. Fuente. Autor

LeqA dB (A)	L10 dB (A)	L90 dB (A)	Peak dB (A)	Min dB (A)	Max dB (A)
78,6	81,3	73,9	103,6	69,8	88,4

Tabla 94. Niveles Sonoros quinta medición. Fuente: Autor

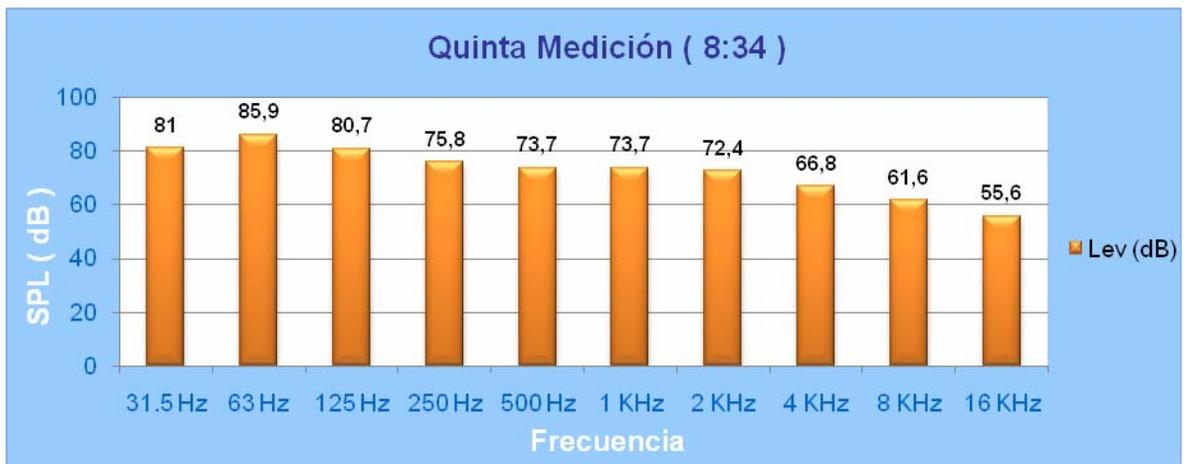


Figura 54. Bandas de Frecuencia quinta Medición. Fuente: Autor

FLUJO VEHICULAR					
TIPO DE VEHÍCULOS	Calzada transporte público		Calzada de alta velocidad		Total por tipo de vehículo
	Norte-Sur	Sur-Norte	Norte-Sur	Sur-Norte	
Motos	37	48	76	52	213
Carros	96	146	153	133	528
Buses, camiones	115	123	5	3	246
Colectivos	76	52	4	6	138
Carros Medianos	32	28	45	34	139
Total Circulación de Vehículos	356	397	283	228	1264

Tabla 95. Clasificación de Vehículos, quinta medición. Fuente: Autor

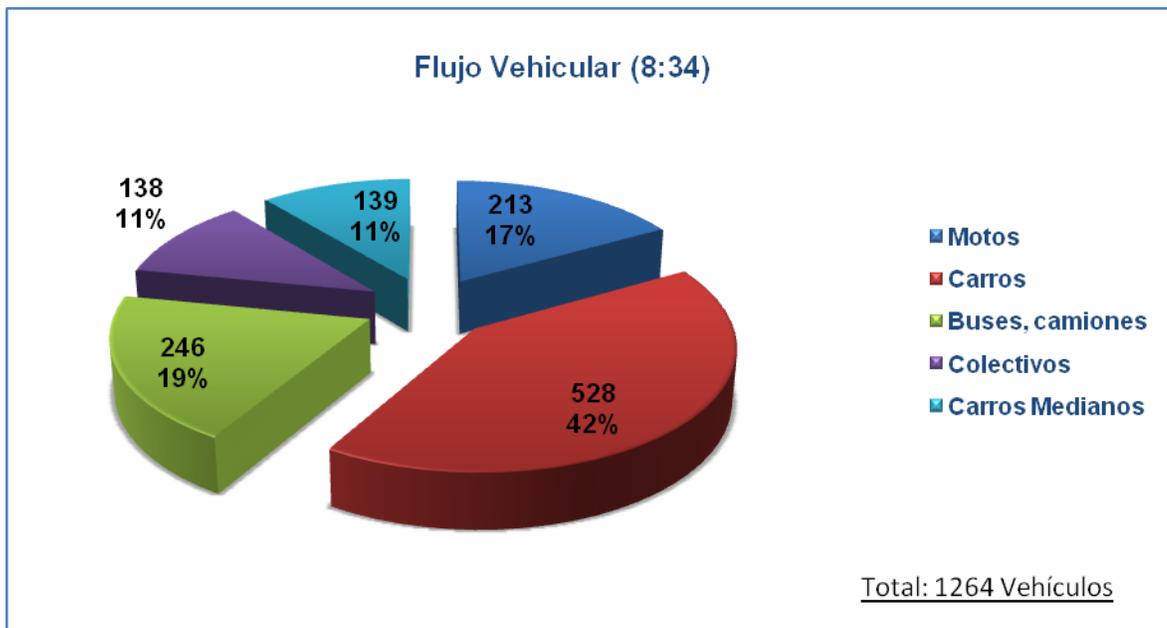


Figura 55. Flujo Vehicular, quinta medición. Fuente: autor

4.2.1.6. Sexta Medición

Hora: 9:38

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	80,6	85,7	80,6	75,5	74	73,9	72,4	67	61	56,3

Tabla 96. Niveles por banda de Frecuencia, sexta medición. Fuente. Autor

LeqA dB (A)	L10 dB (A)	L90 dB (A)	Peak dB (A)	Min dB (A)	Max dB (A)
78,7	81,2	73,1	106,9	70,8	92,6

Tabla 97. Niveles Sonoros, sexta medición. Fuente: Autor

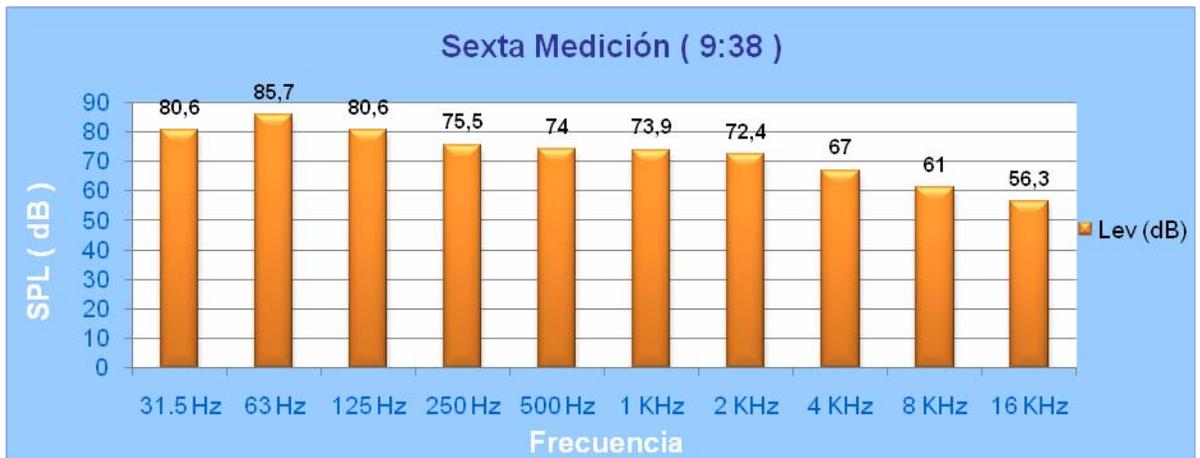


Figura 56. Bandas de Frecuencia sexta Medición. Fuente: Autor

FLUJO VEHICULAR					
TIPO DE VEHÍCULOS	Calzada transporte público		Calzada de alta velocidad		Total por tipo de vehículo
	Norte-Sur	Sur-Norte	Norte-Sur	Sur-Norte	
Motos	28	36	25	24	113
Carros	84	76	135	92	387
Buses, camiones	124	132	5	2	263
Colectivos	85	71	3	5	164
Carros Medianos	29	27	34	45	135
Total Circulación de Vehículos	350	342	202	168	1062

Tabla 98. Clasificación de Vehículos, sexta medición. Fuente: Autor

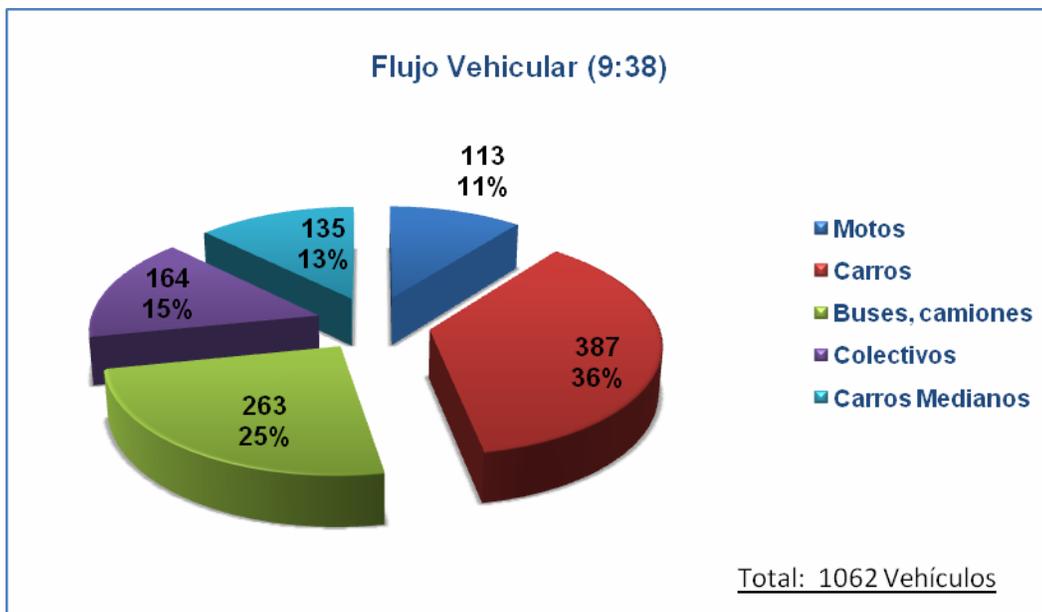


Figura 57. Flujo Vehicular, sexta medición. Fuente: autor

4.2.1.7. Séptima Medición

Hora: 10:42

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	81,2	85,9	81,2	76,5	74	76,2	72,1	66,8	59,1	54,5

Tabla 99. Niveles por banda de Frecuencia, séptima medición. Fuente. Autor

LeqA dB (A)	L10 dB (A)	L90 dB (A)	Peak dB (A)	Min dB (A)	Max dB (A)
79,6	80,9	72,4	112,5	69,2	99,6

Tabla 100. Niveles Sonoros, séptima medición. Fuente: Autor

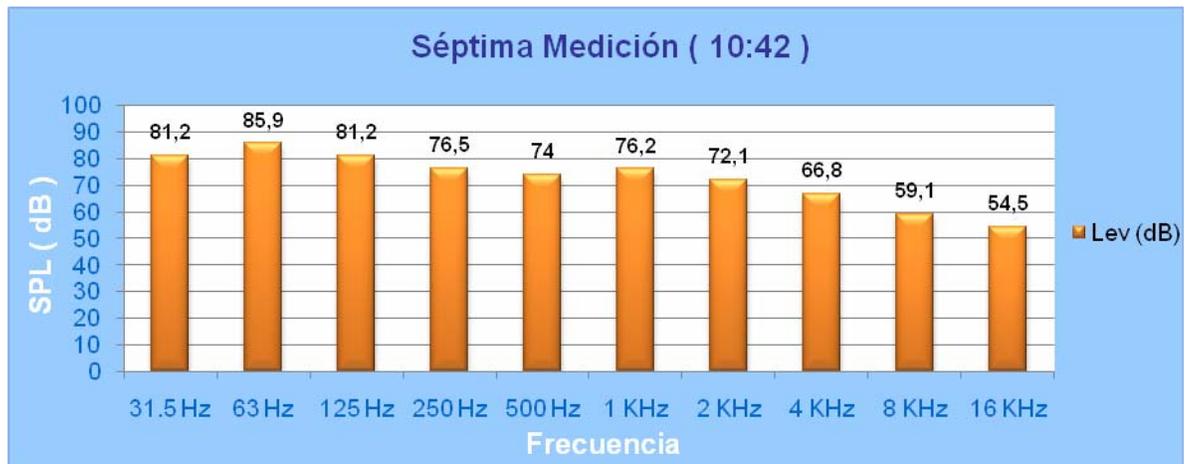


Figura 58. Bandas de Frecuencia séptima Medición. Fuente: Autor

FLUJO VEHICULAR					
TIPO DE VEHÍCULOS	Calzada transporte público		Calzada de alta velocidad		Total por tipo de vehículo
	Norte-Sur	Sur-Norte	Norte-Sur	Sur-Norte	
Motos	27	24	86	72	209
Carros	92	85	119	132	428
Buses, camiones	123	112	4	7	246
Colectivos	83	77	5	3	168
Carros Medianos	36	26	42	47	151
Total Circulación de Vehículos	361	324	256	261	1202

Tabla 101. Clasificación de Vehículos, séptima medición. Fuente: Autor

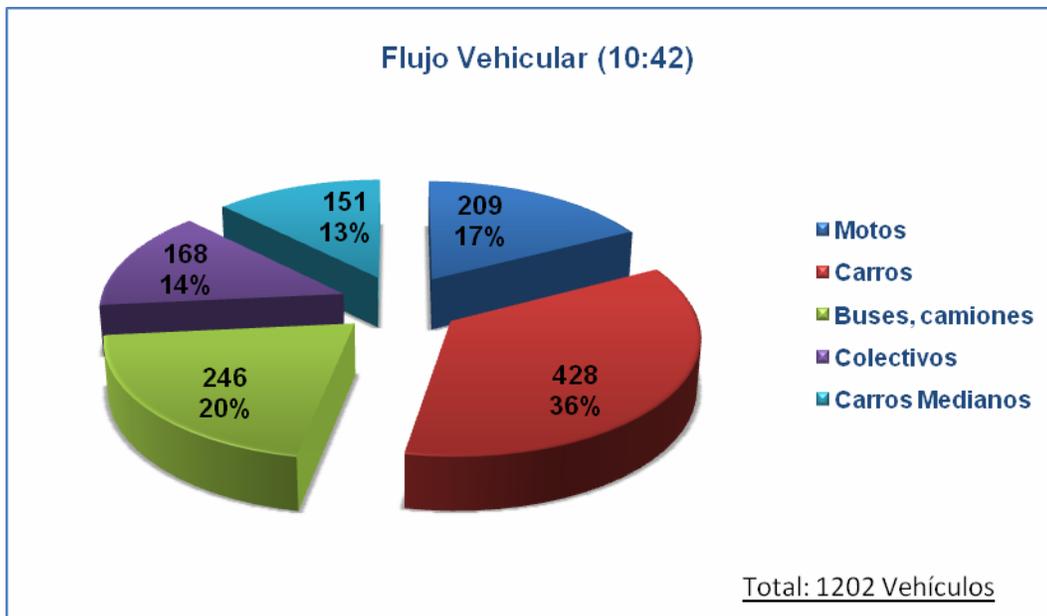


Figura 59. Flujo Vehicular, séptima medición. Fuente: autor

4.2.1.8. Octava Medición

Hora: 11:46

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	80,5	86,4	80,9	75,2	73,3	73,1	71,2	65,2	58,8	53,9

Tabla 102. Niveles por banda de Frecuencia, octava medición. Fuente: Autor

LeqA dB (A)	L10 dB (A)	L90 dB (A)	Peak dB (A)	Min dB (A)	Max dB (A)
77,8	80,7	72,1	102,9	69,2	87,7

Tabla 103. Niveles Sonoros, octava medición. Fuente: Autor

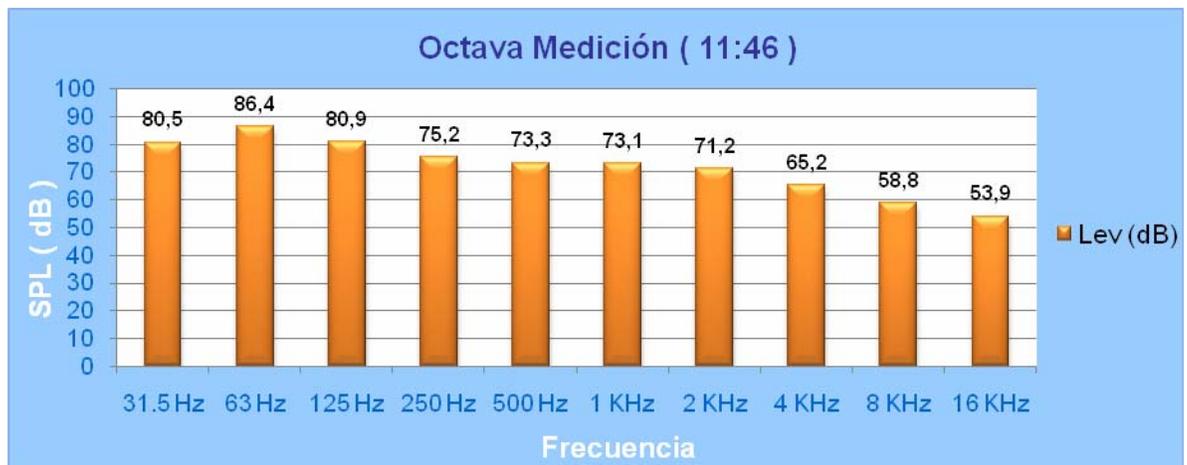


Figura 60. Bandas de Frecuencia octava Medición. Fuente: Autor

FLUJO VEHICULAR					
TIPO DE VEHÍCULOS	Calzada transporte público		Calzada de alta velocidad		Total por tipo de vehículo
	Norte-Sur	Sur-Norte	Norte-Sur	Sur-Norte	
Motos	32	23	26	30	111
Carros	89	95	115	136	435
Buses, camiones	123	132	6	4	265
Colectivos	45	65	4	1	115
Carros Medianos	38	42	37	35	152
Total Circulación de Vehículos	327	357	188	206	1078

Tabla 104. Clasificación de Vehículos, octava medición. Fuente: Autor

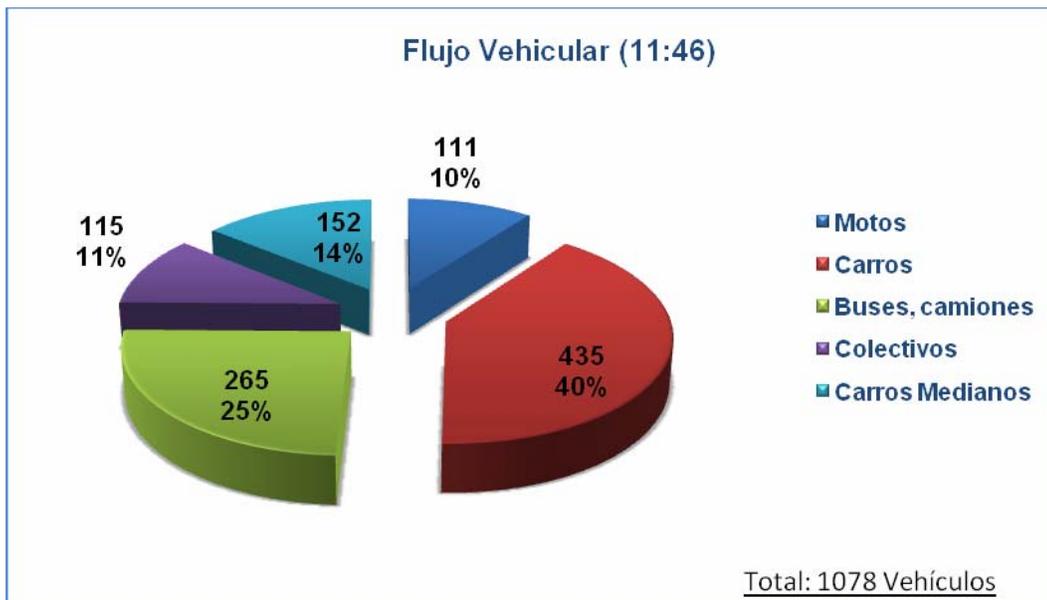


Figura 61. Flujo Vehicular, octava medición. Fuente: autor

4.2.1.9. Novena Medición

Hora: 12:50

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	81,1	85,9	80,3	75,3	73,2	72,4	70,7	65,4	59,2	55,7

Tabla 105. Niveles por banda de Frecuencia, novena medición. Fuente. Autor

LeqA dB (A)	L10 dB (A)	L90 dB (A)	Peak dB (A)	Min dB (A)	Max dB (A)
77,4	80,3	71,7	105,4	69	85

Tabla 106. Niveles Sonoros, novena medición. Fuente: Autor

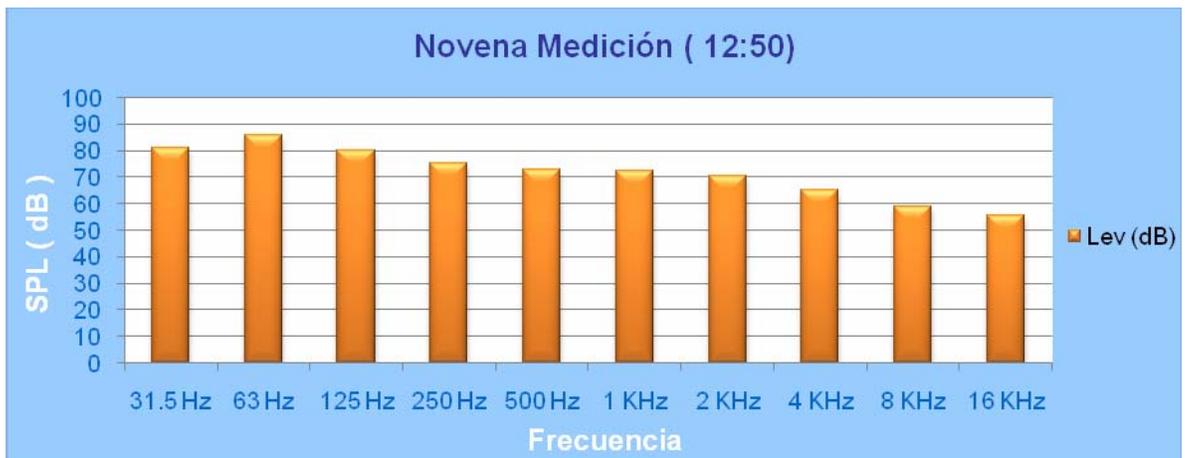


Figura 62. Bandas de Frecuencia novena Medición. Fuente: Autor

FLUJO VEHICULAR					
TIPO DE VEHÍCULOS	Calzada transporte público		Calzada de alta velocidad		Total por tipo de vehículo
	Norte-Sur	Sur-Norte	Norte-Sur	Sur-Norte	
Motos	23	29	38	40	130
Carros	118	136	142	136	532
Buses, camiones	119	139	6	4	268
Colectivos	56	67	4	9	136
Carros Medianos	45	34	49	62	190
Total Circulación de Vehículos	361	405	239	251	1256

Tabla 107. Clasificación de Vehículos, novena medición. Fuente: Autor

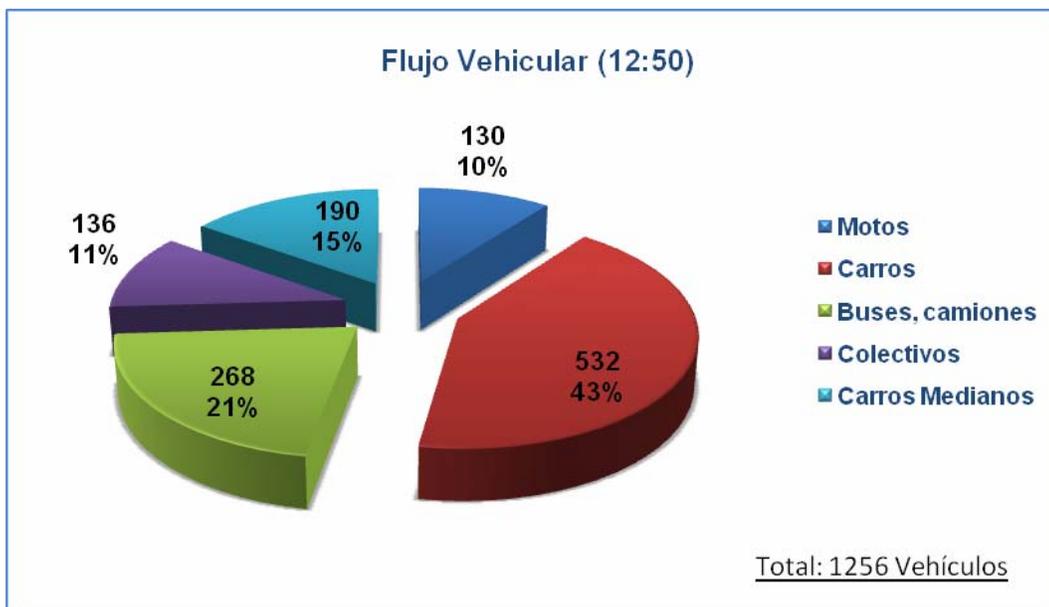


Figura 63. Flujo Vehicular, novena medición. Fuente: autor

4.2.1.10. Décima Medición

Hora: 13:54

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	81,2	86,5	81,4	76	73,6	72,9	71,1	65,7	58,9	52,6

Tabla 108. Niveles por banda de Frecuencia, décima medición. Fuente. Autor

LeqA dB (A)	L10 dB (A)	L90 dB (A)	Peak dB (A)	Min dB (A)	Max dB (A)
77,8	80,8	72,4	106,7	68,1	89,5

Tabla 109. Niveles Sonoros, décima medición. Fuente: Autor

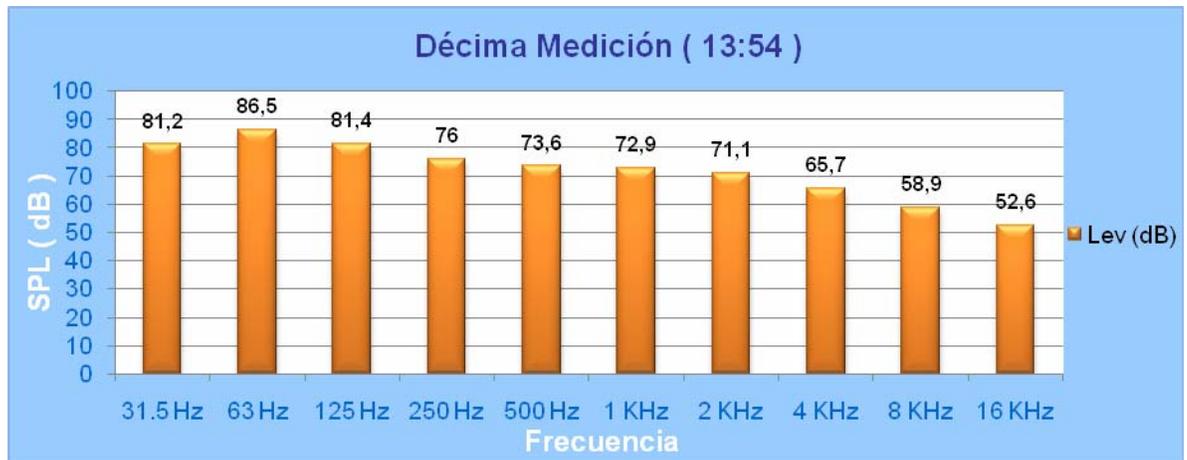


Figura 64. Bandas de Frecuencia décima Medición. Fuente: Autor

FLUJO VEHICULAR					
TIPO DE VEHÍCULOS	Calzada transporte público		Calzada de alta velocidad		Total por tipo de vehículo
	Norte-Sur	Sur-Norte	Norte-Sur	Sur-Norte	
Motos	32	27	42	38	139
Carros	112	83	123	132	450
Buses, camiones	116	129	6	2	253
Colectivos	45	32	4	4	85
Carros Medianos	47	36	67	72	222
Total Circulación de Vehículos	352	307	242	248	1149

Tabla 110. Clasificación de Vehículos, décima medición. Fuente: Autor

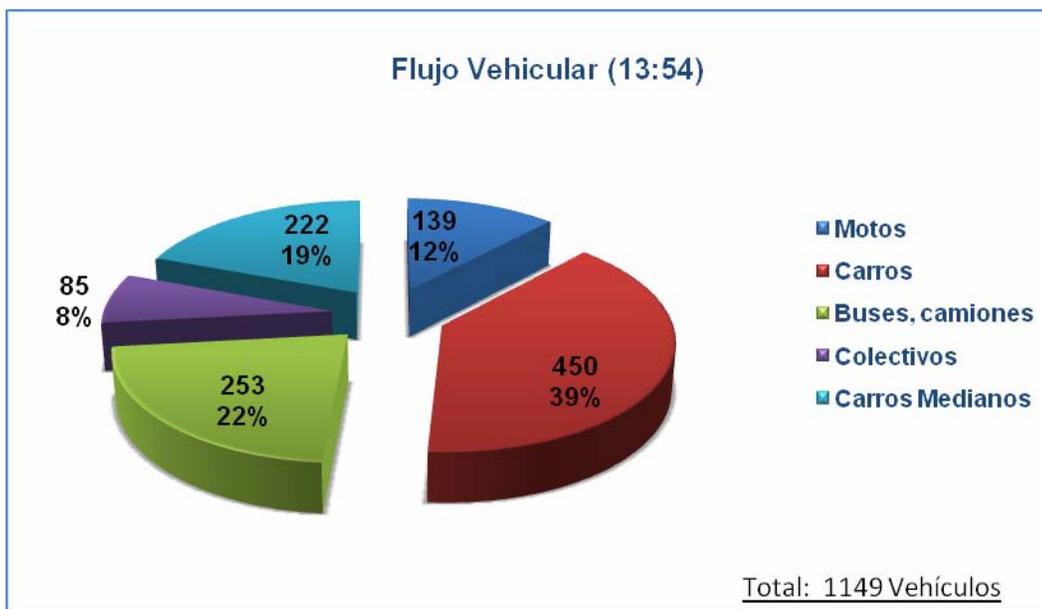


Figura 65. Flujo Vehicular, décima medición. Fuente: autor

4.2.1.11. Décima Primera Medición

Hora: 14:58

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	83,1	86,6	81,4	76,5	74,1	73,3	71,5	67,7	61,6	56,2

Tabla 111. Niveles por banda de Frecuencia, décima primera medición. Fuente. Autor

LeqA dB (A)	L10 dB (A)	L90 dB (A)	Peak dB (A)	Min dB (A)	Max dB (A)
78,5	80,7	73,2	114,5	69,4	91,9

Tabla 112. Niveles Sonoros, décima primera medición. Fuente: Autor

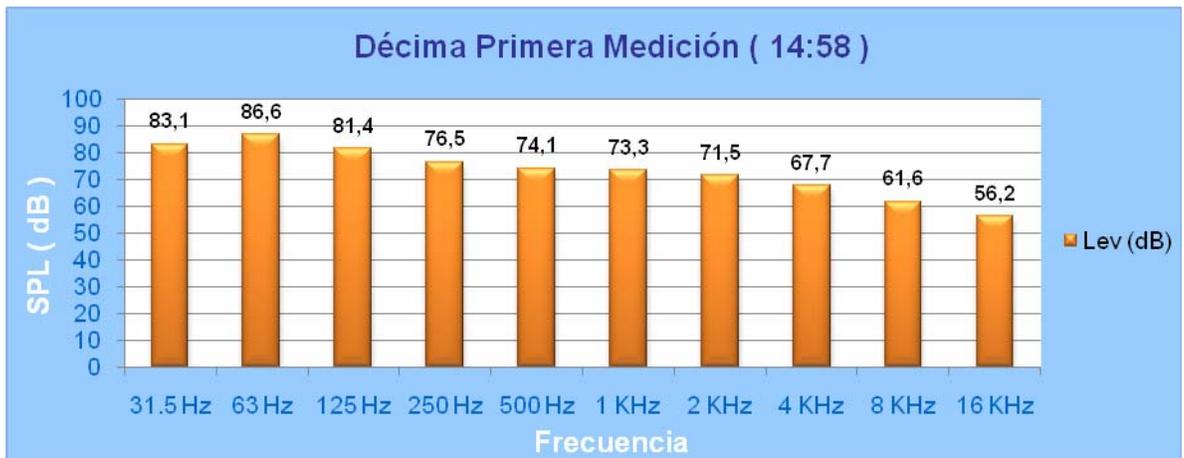


Figura 66. Bandas de Frecuencia décima primera Medición. Fuente: Autor

FLUJO VEHICULAR					
TIPO DE VEHÍCULOS	Calzada transporte público		Calzada de alta velocidad		Total por tipo de vehículo
	Norte-Sur	Sur-Norte	Norte-Sur	Sur-Norte	
Motos	32	60	79	98	269
Carros	83	92	125	129	429
Buses, camiones	92	85	1	5	183
Colectivos	51	65	12	6	134
Carros Medianos	36	42	66	45	189
Total Circulación de Vehículos	294	344	283	283	1204

Tabla 113. Clasificación de Vehículos, décima primera medición. Fuente: Autor

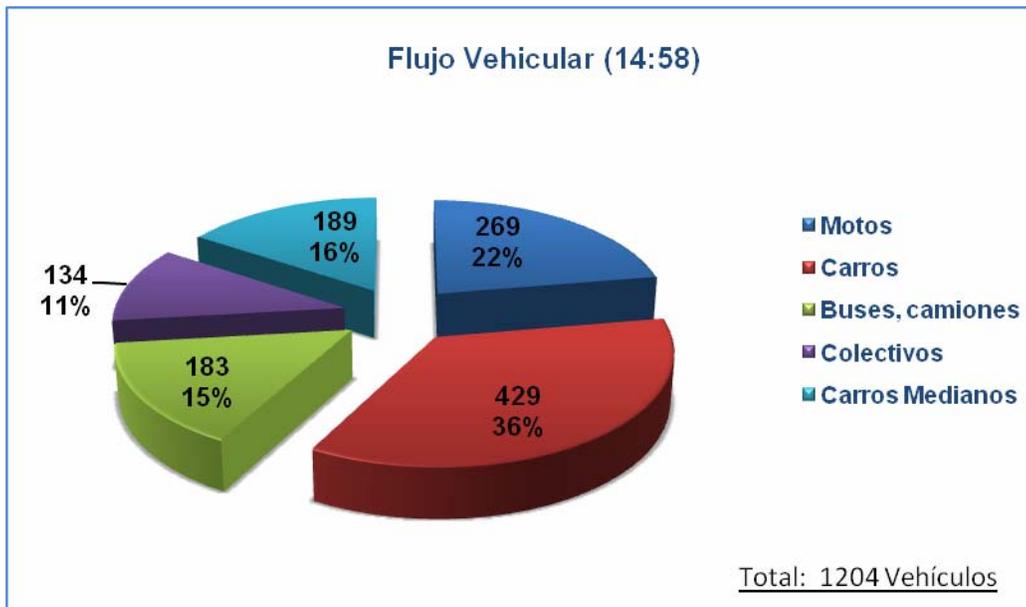


Figura 67. Flujo Vehicular, décima primera medición. Fuente: autor

4.2.1.12. Décima Segunda Medición

Hora: 16:02

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	82,4	86,4	81,4	76,4	73,7	73,3	71,6	66,8	60,7	54,3

Tabla 114. Niveles por banda de Frecuencia, décima segunda medición. Fuente: Autor

LeqA dB (A)	L10 dB (A)	L90 dB (A)	Peak dB (A)	Min dB (A)	Max dB (A)
78,3	81,1	72,6	103,1	68,3	86,8

Tabla 115. Niveles Sonoros, décima segunda medición. Fuente: Autor



Figura 68. Bandas de Frecuencia décima segunda Medición. Fuente: Autor

FLUJO VEHICULAR					
TIPO DE VEHÍCULOS	Calzada transporte público		Calzada de alta velocidad		Total por tipo de vehículo
	Norte-Sur	Sur-Norte	Norte-Sur	Sur-Norte	
Motos	30	60	90	50	230
Carros	146	127	145	102	520
Buses, camiones	117	122	1	3	243
Colectivos	60	71	1	2	134
Carros Medianos	35	25	60	53	173
Total Circulación de Vehículos	388	405	297	210	1300

Tabla 116. Clasificación de Vehículos, décima segunda medición. Fuente: Autor

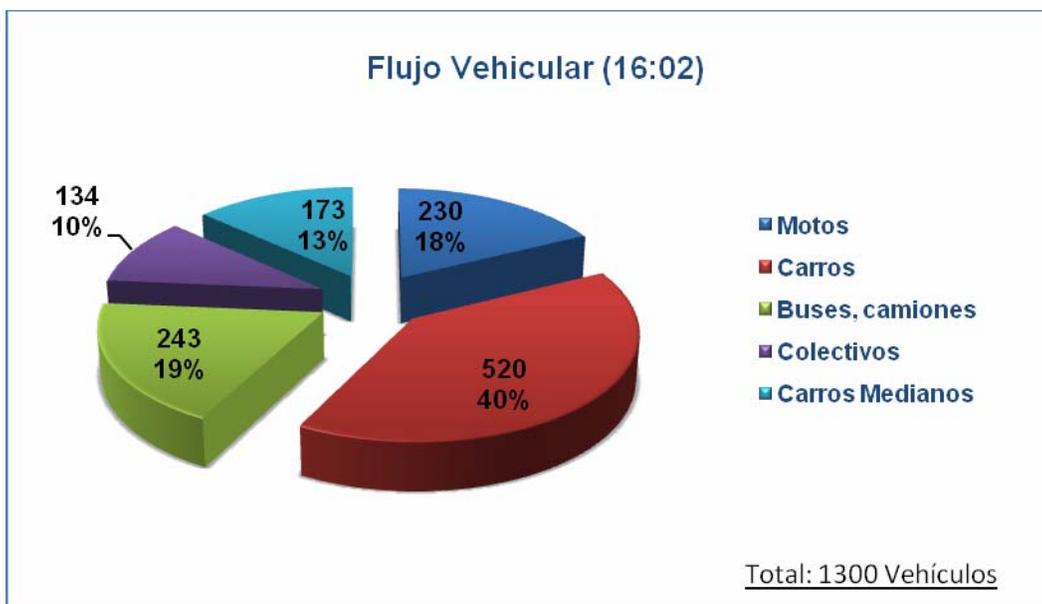


Figura 69. Flujo Vehicular, décima segunda medición. Fuente: autor

4.2.1.13. Décima Tercera Medición

Hora: 17:06

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	82,2	86,7	81,7	76,2	74,1	74,1	72,6	68,4	62,5	57,7

Tabla 117. Niveles por banda de Frecuencia, décima tercera medición. Fuente: Autor

LeqA dB (A)	L10 dB (A)	L90 dB (A)	Peak dB (A)	Min dB (A)	Max dB (A)
79,1	81,7	74,1	107,3	69,4	92,5

Tabla 118. Niveles Sonoros, décima tercera medición. Fuente: Autor

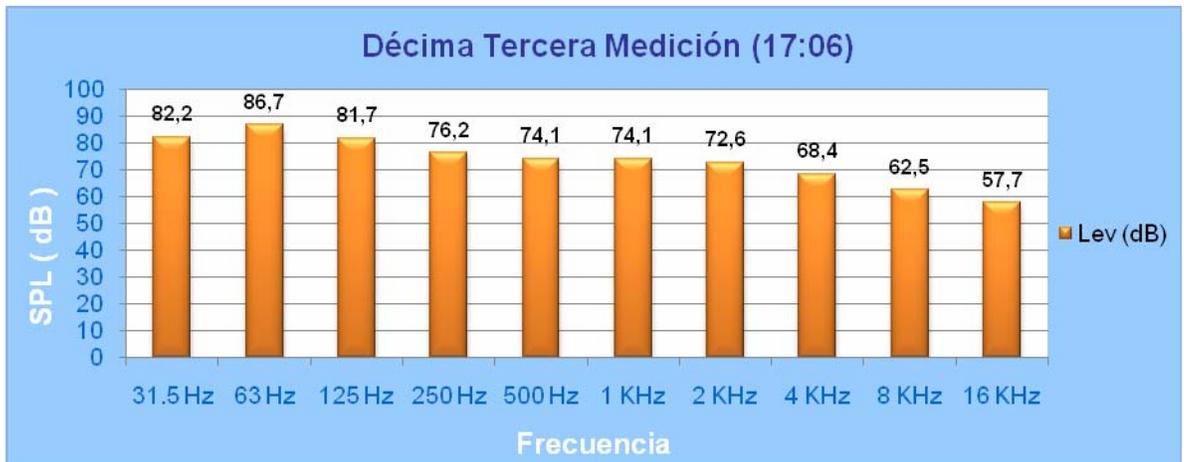


Figura 70. Bandas de Frecuencia décima tercera Medición. Fuente: Autor

FLUJO VEHICULAR					
TIPO DE VEHÍCULOS	Calzada transporte público		Calzada de alta velocidad		Total por tipo de vehículo
	Norte-Sur	Sur-Norte	Norte-Sur	Sur-Norte	
Motos	38	48	110	64	260
Carros	87	140	170	101	498
Buses, camiones	125	123	2	5	255
Colectivos	93	66	5	2	166
Carros Medianos	42	35	36	39	152
Total Circulación de Vehículos	385	412	323	211	1331

Tabla 119. Clasificación de Vehículos, décima tercera medición. Fuente: Autor

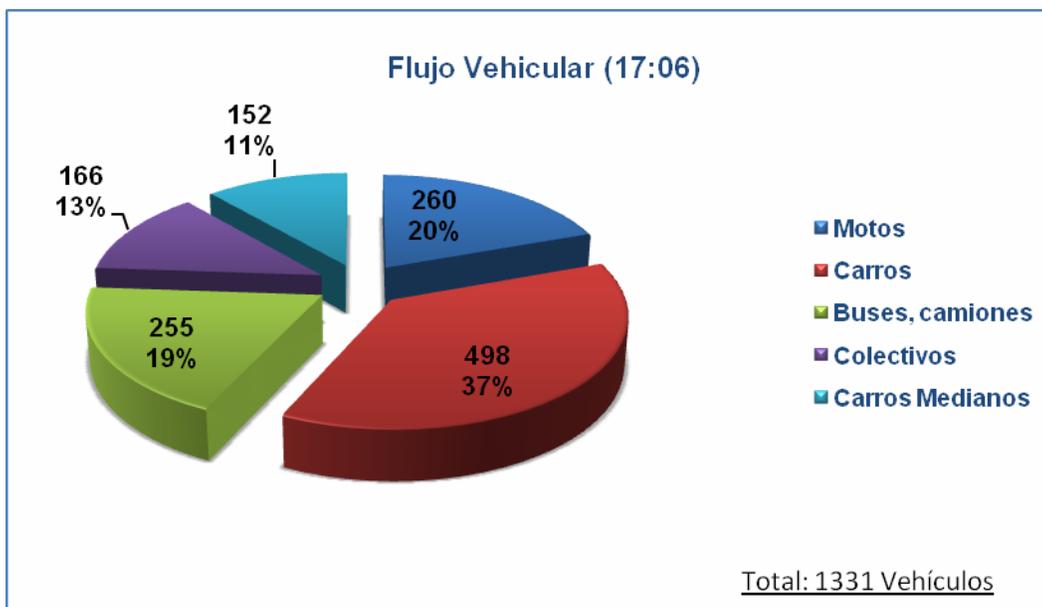


Figura 71. Flujo Vehicular, décima tercera medición. Fuente: autor

4.2.1.14. Décima Cuarta Medición

Hora: 18:10

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	82,8	86,8	82,2	76,8	74,5	74,4	72,7	68,6	62,7	57,6

Tabla 120. Niveles por banda de Frecuencia, décima cuarta medición. Fuente: Autor

LeqA dB (A)	L10 dB (A)	L90 dB (A)	Peak dB (A)	Min dB (A)	Max dB (A)
79,3	81,9	74,5	105,3	69,2	89,3

Tabla 121. Niveles Sonoros, décima cuarta medición. Fuente: Autor

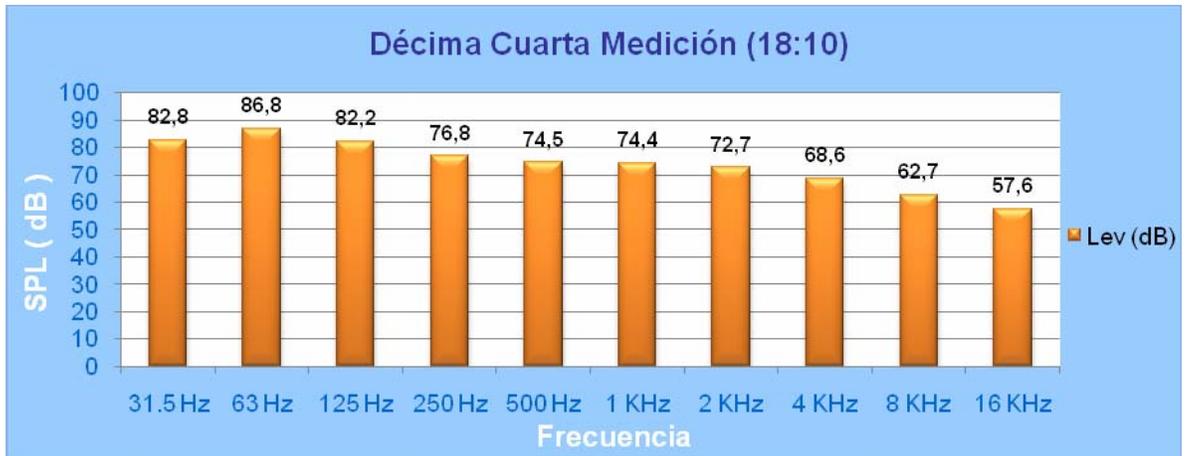


Figura 72. Bandas de Frecuencia décima cuarta Medición. Fuente: Autor

FLUJO VEHICULAR					
TIPO DE VEHÍCULOS	Calzada transporte público		Calzada de alta velocidad		Total por tipo de vehículo
	Norte-Sur	Sur-Norte	Norte-Sur	Sur-Norte	
Motos	26	25	87	75	213
Carros	149	177	123	102	551
Buses, camiones	85	82	7	4	178
Colectivos	50	66	9	6	131
Carros Medianos	38	22	45	46	151
Total Circulación de Vehículos	348	372	271	233	1224

Tabla 122. Clasificación de Vehículos, décima cuarta medición. Fuente: Autor

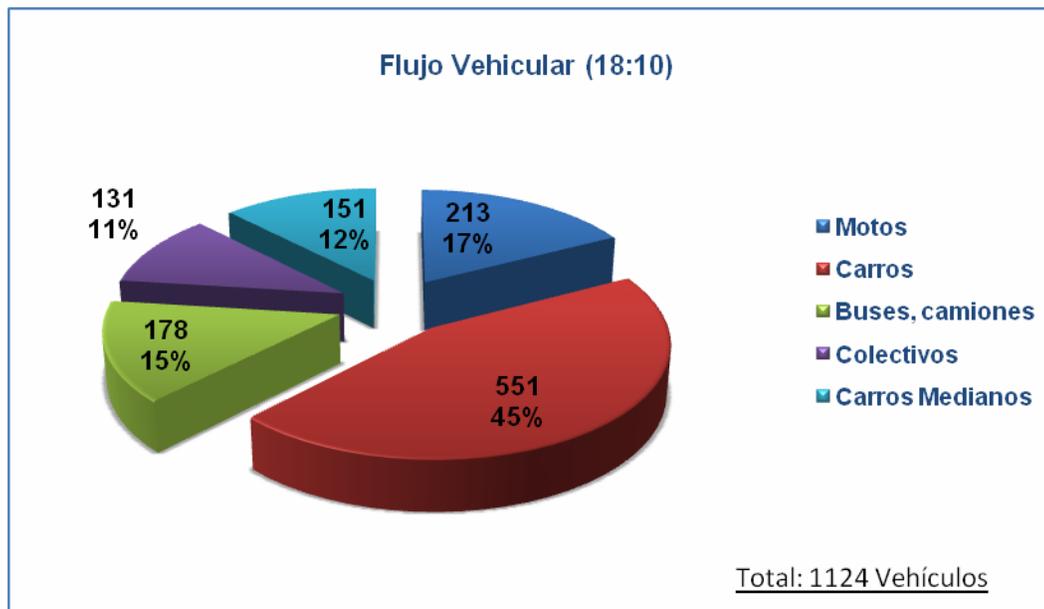


Figura 73. Flujo Vehicular, décima cuarta medición. Fuente: autor

4.2.1.15. Décima Quinta Medición

Hora: 19:14

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	81,8	86,5	80,3	75,5	73,6	73,7	71,9	66,7	61,4	56,3

Tabla 123. Niveles por banda de Frecuencia, décima quinta medición. Fuente: Autor

LeqA dB (A)	L10 dB (A)	L90 dB (A)	Peak dB (A)	Min dB (A)	Max dB (A)
78,4	80,8	73,5	104	69,4	89,5

Tabla 124. Niveles Sonoros, décima quinta medición. Fuente: Autor

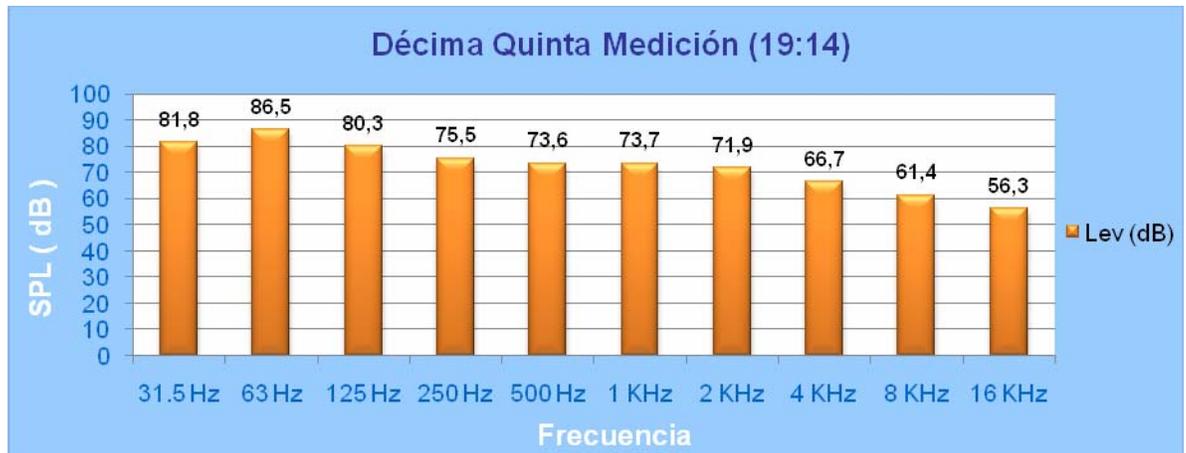


Figura 74. Bandas de Frecuencia décima quinta Medición. Fuente: Autor

FLUJO VEHICULAR					
TIPO DE VEHÍCULOS	Calzada transporte público		Calzada de alta velocidad		Total por tipo de vehículo
	Norte-Sur	Sur-Norte	Norte-Sur	Sur-Norte	
Motos	19	23	45	52	139
Carros	119	127	165	158	569
Buses, camiones	93	134	4	0	231
Colectivos	78	67	5	3	153
Carros Medianos	45	36	48	36	165
Total Circulación de Vehículos	354	387	267	249	1257

Tabla 125. Clasificación de Vehículos, décima quinta medición. Fuente: Autor

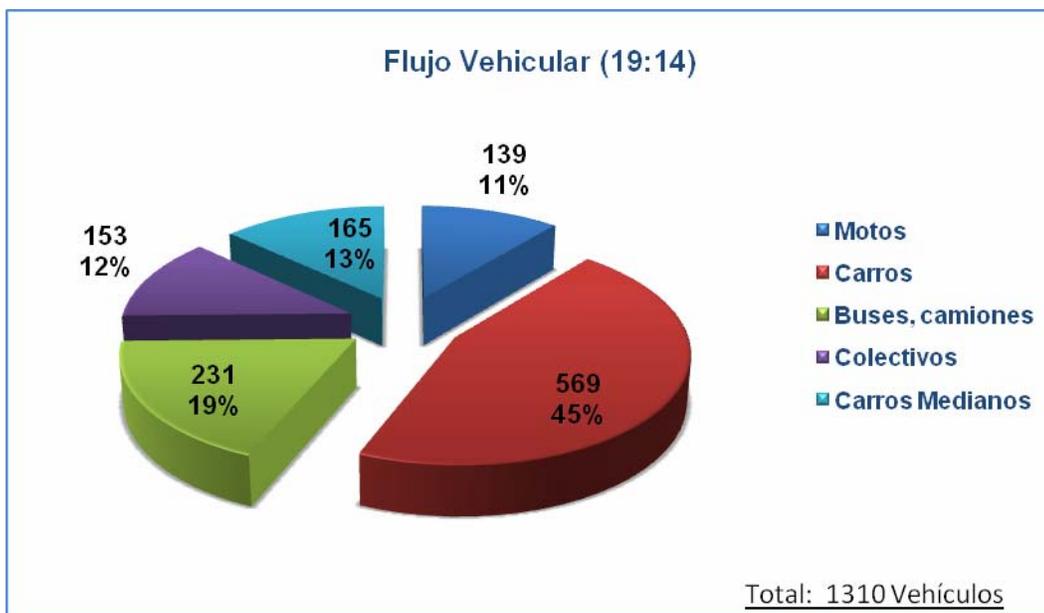


Figura 75. Flujo Vehicular, décima quinta medición. Fuente: autor

4.2.1.16. Décima Sexta Medición

Hora: 20:18

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	80,4	85,8	79,7	74,7	72,5	75,1	71,9	65,5	59,6	52,8

Tabla 126. Niveles por banda de Frecuencia, sexta quinta medición. Fuente. Autor

LeqA dB (A)	L10 dB (A)	L90 dB (A)	Peak dB (A)	Min dB (A)	Max dB (A)
78,5	80,6	72,2	112,7	68,7	97

Tabla 127. Niveles Sonoros, décima sexta medición. Fuente: Autor

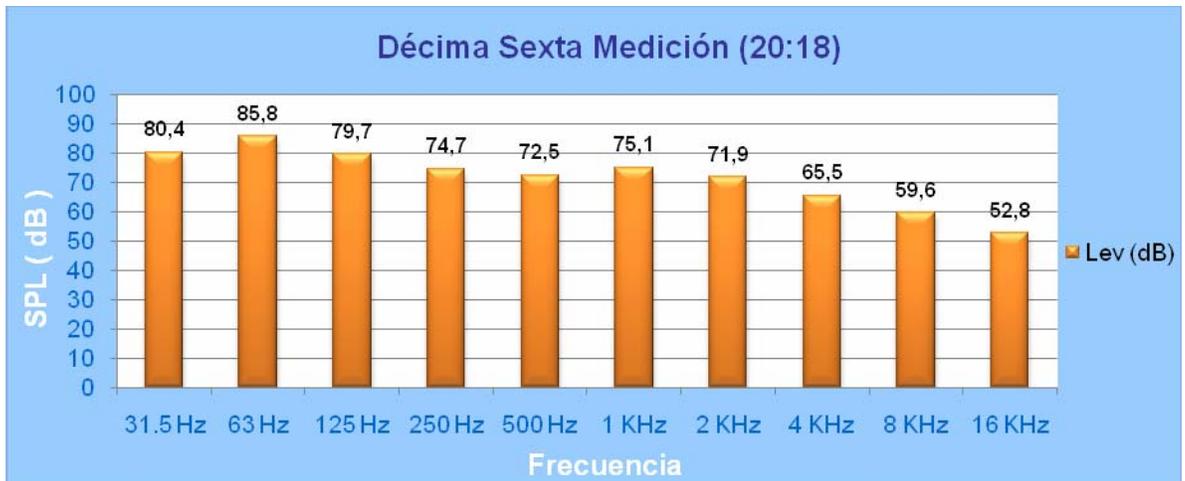


Figura 76. Bandas de Frecuencia décima sexta Medición. Fuente: Autor

FLUJO VEHICULAR					
TIPO DE VEHÍCULOS	Calzada transporte público		Calzada de alta velocidad		Total por tipo de vehículo
	Norte-Sur	Sur-Norte	Norte-Sur	Sur-Norte	
Motos	23	35	43	40	141
Carros	95	89	167	176	527
Buses, camiones	124	136	32	5	297
Colectivos	62	45	3	5	115
Carros Medianos	23	36	45	39	143
Total Circulación de Vehículos	327	341	290	265	1223

Tabla 128. Clasificación de Vehículos, décima sexta medición. Fuente: Autor

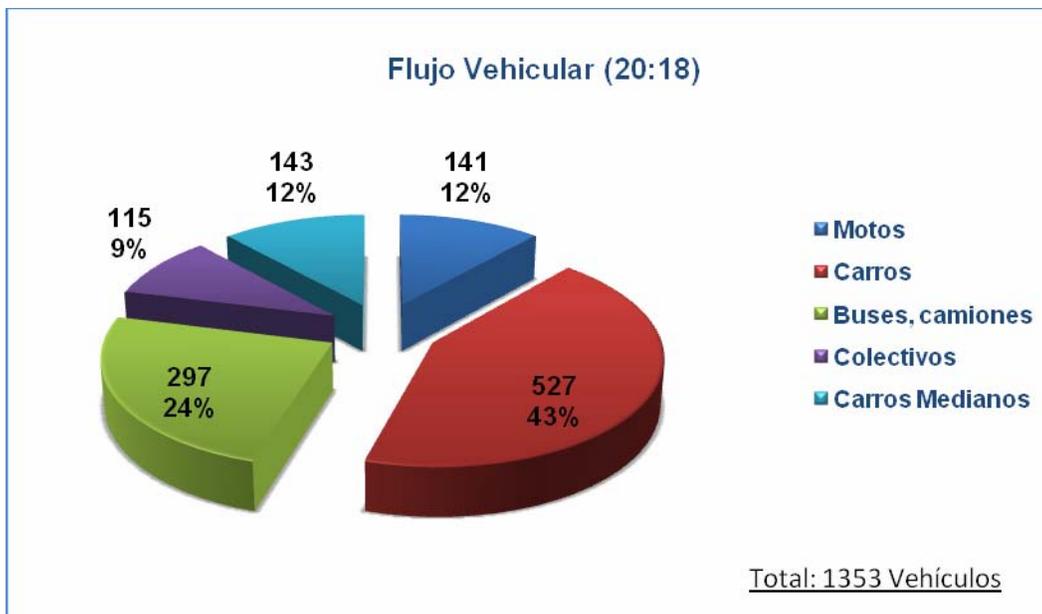


Figura 77. Flujo Vehicular, décima sexta medición. Fuente: autor

4.2.1.17. Resultados

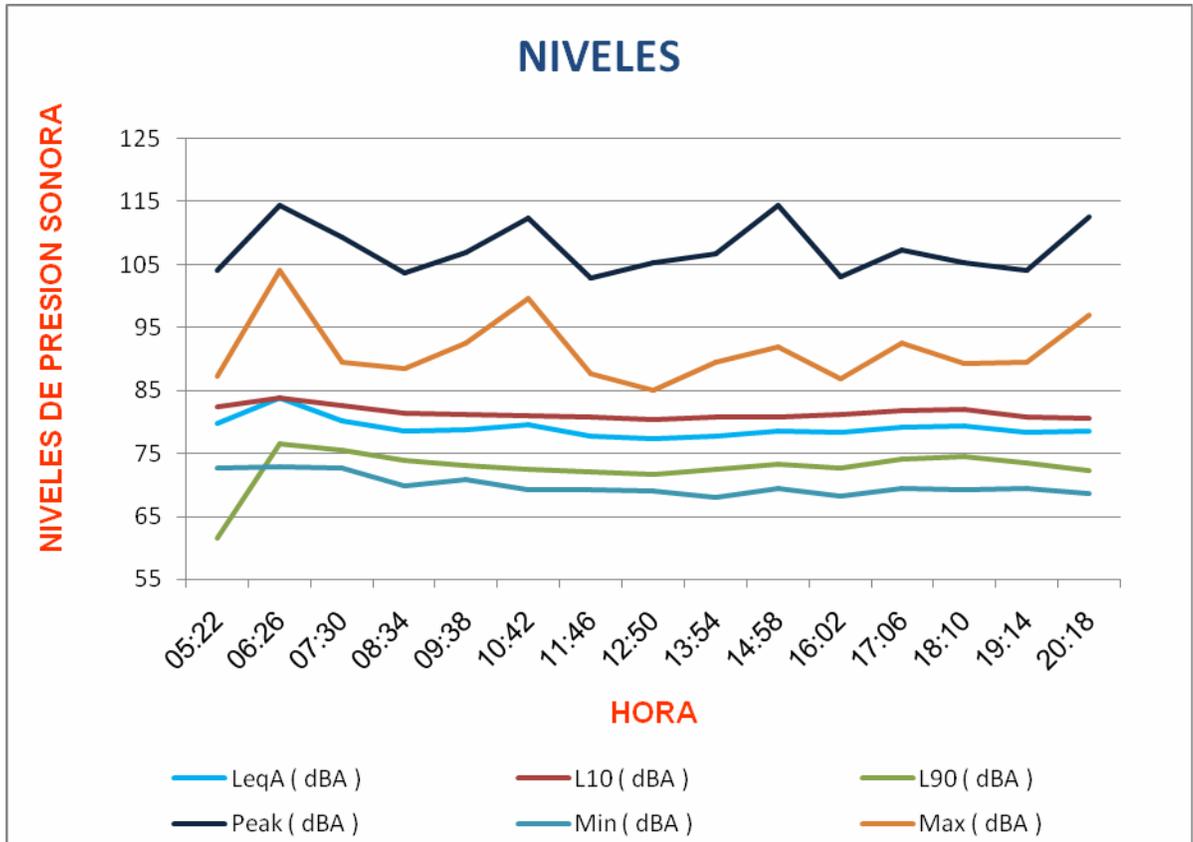


Figura 78. Comportamiento del Ruido en el “Día sin Carro”. Fuente: Autor

El nivel continuo equivalente se mantiene prácticamente constante en promedio durante el día observándose un aumento considerable durante la segunda medición, el cual comienza a descender de manera considerable a partir de las 10:42 AM. En este día se encontraron valores entre 83,9 dB(A) y 77,4 dB(A)

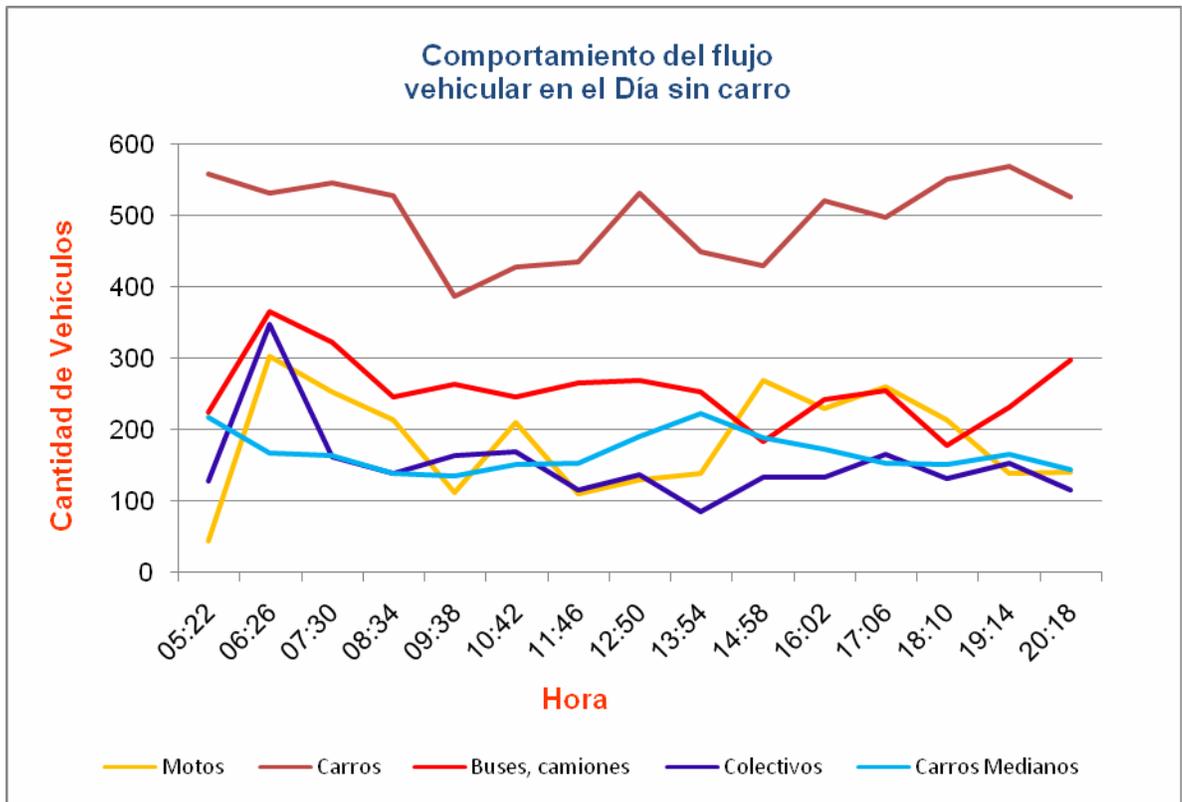


Figura 79. Comportamiento del flujo vehicular en el “Día sin Carro”. Fuente: Autor

Se observa un aumento considerable del flujo vehicular a la hora del inicio de la jornada del día sin carro, específicamente del transporte público y las motos por lo que se deduce que el aumento que se generó del $Leq(A)$ en esta hora se debió al aumento de estos vehículos, específicamente de los buses ya que su comportamiento es muy similar a la curva de $Leq(A)$.

4.2.2. Jueves 1 de Marzo

Factores Climáticos	
T (°C)	13,1
H (%)	65
V (Km/h)	11,7

Tabla 129. Factores climáticos Marzo1. Fuente: www.tutiempo.net/clima/Bogota_Eldorado/802220.htm

4.2.2.1. Primera Medición

Hora: 5:25

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	77,2	84,5	82,1	76,7	74,6	74,9	73,7	65,8	60,4	54,9

Tabla 130. Niveles por banda de Frecuencia, primera medición. Fuente. Autor

LeqA dB (A)	L10 dB (A)	L90 dB (A)	Peak dB (A)	Min dB (A)	Max dB (A)
77,6	80,8	59,7	99,3	70,6	85,9

Tabla 131. Niveles Sonoros, primera medición. Fuente: Autor

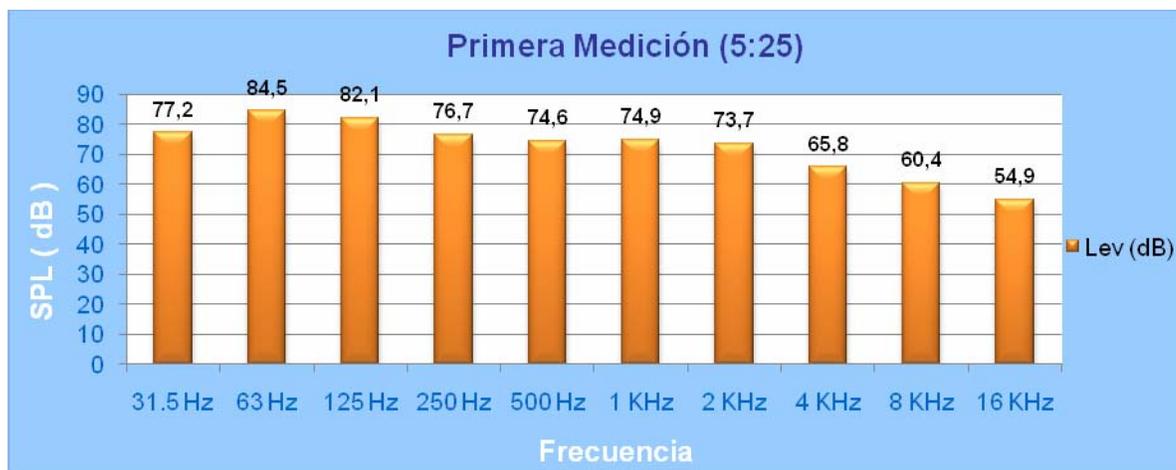


Figura 80. Bandas de Frecuencia primera Medición. Fuente: Autor

FLUJO VEHICULAR					
TIPO DE VEHÍCULOS	Calzada transporte público		Calzada de alta velocidad		Total por tipo de vehículo
	Norte-Sur	Sur-Norte	Norte-Sur	Sur-Norte	
Motos	17	120	50	62	249
Carros	120	210	225	250	805
Buses, camiones	95	165	16	10	286
Colectivos	57	70	7	9	143
Carros Medianos	45	58	58	51	212
Total Circulación de Vehículos	334	623	356	382	1695

Tabla 132. Clasificación de Vehículos, primera medición. Fuente: Autor

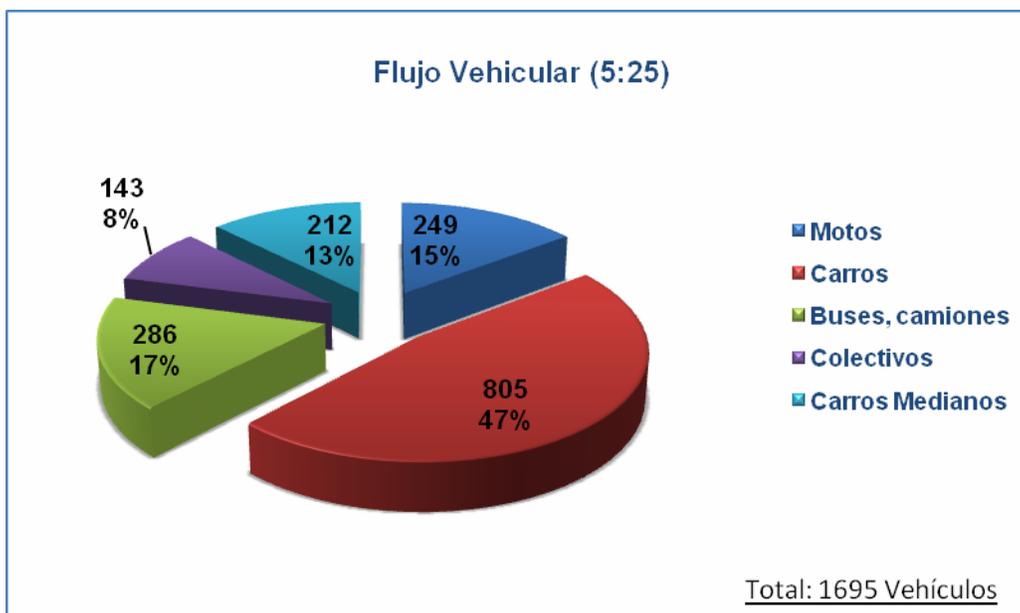


Figura 81. Flujo Vehicular, primera medición. Fuente: autor

4.2.2.2. Segunda Medición

Hora: 6:15

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	81,4	86,4	82,6	77,3	75,3	76	74,1	68,3	62,6	57

Tabla 133. Niveles por banda de Frecuencia, segunda medición. Fuente. Autor

Leq dB (A)	L10 dB (A)	L90 dB (A)	Peak dB (A)	Min dB (A)	Max dB (A)
79,3	80,3	75,7	104,6	72,4	93,2

Tabla 134. Niveles Sonoros, segunda medición. Fuente: Autor



Figura 82. Bandas de Frecuencia segunda Medición. Fuente: Autor

FLUJO VEHICULAR					
TIPO DE VEHÍCULOS	Calzada transporte público		Calzada de alta velocidad		Total por tipo de vehículo
	Norte-Sur	Sur-Norte	Norte-Sur	Sur-Norte	
Motos	31	144	34	69	278
Carros	115	165	170	325	775
Buses, camiones	67	98	8	4	177
Colectivos	60	100	7	4	171
Carros Medianos	65	45	50	37	197
Total Circulación de Vehículos	338	552	269	439	1598

Tabla 135. Clasificación de Vehículos, segunda medición. Fuente: Autor

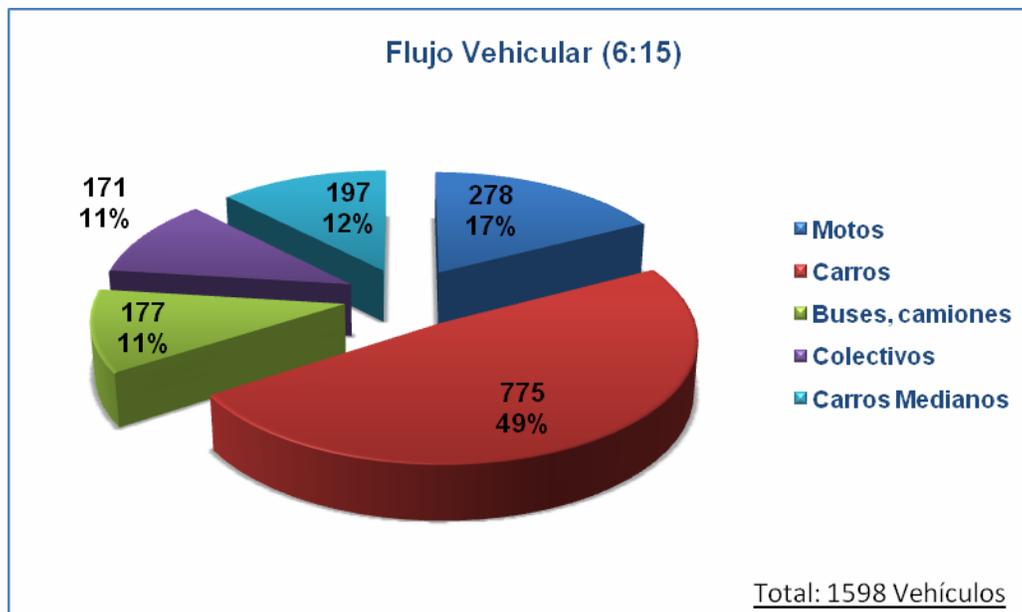


Figura 83. Flujo Vehicular, segunda medición. Fuente: autor

4.2.2.3. Tercera Medición

Hora: 6:29

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	81,2	87,7	82,4	77,6	75,5	76,6	74,3	69,2	62,6	56,4

Tabla 136. Niveles por banda de Frecuencia, tercera medición. Fuente. Autor

LeqA dB (A)	L10 dB (A)	L90 dB (A)	Peak dB (A)	Min dB (A)	Max dB (A)
79,8	82,6	76,4	110,4	72,5	100,3

Tabla 137. Niveles Sonoros, tercera medición. Fuente: Autor

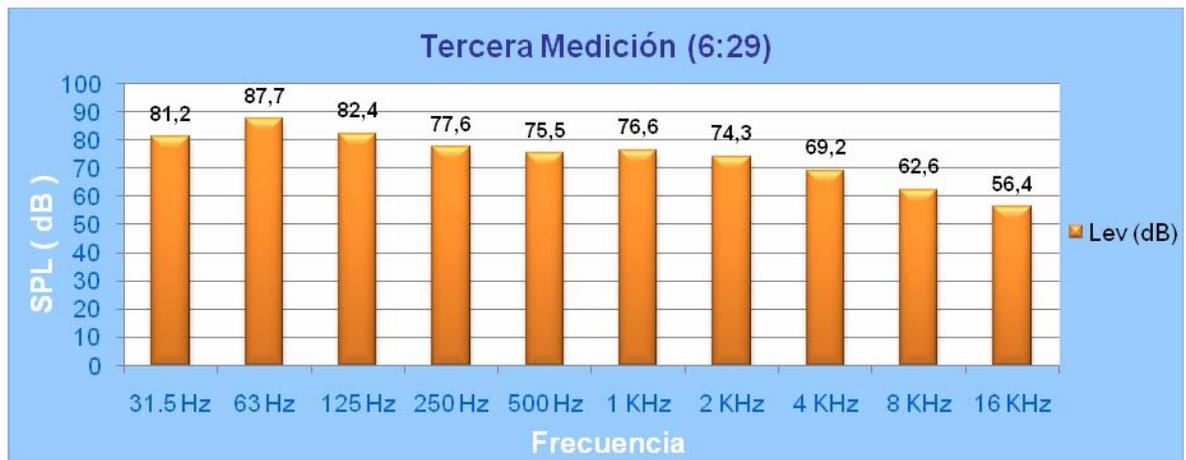


Figura 84. Bandas de Frecuencia tercera Medición. Fuente: Autor

FLUJO VEHICULAR					
TIPO DE VEHÍCULOS	Calzada transporte público		Calzada de alta velocidad		Total por tipo de vehículo
	Norte-Sur	Sur-Norte	Norte-Sur	Sur-Norte	
Motos	15	32	45	84	176
Carros	187	183	220	195	785
Buses, camiones	95	118	22	5	240
Colectivos	37	56	13	26	132
Carros Medianos	34	46	58	49	187
Total Circulación de Vehículos	368	435	358	359	1520

Tabla 138. Clasificación de Vehículos, tercera medición. Fuente: Autor

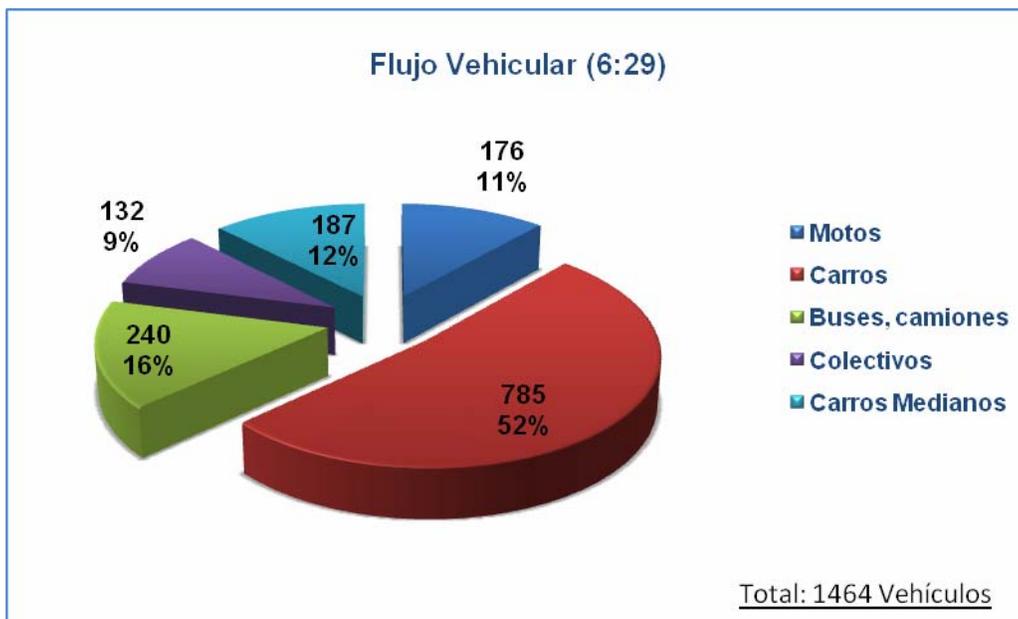


Figura 85. Flujo Vehicular, tercera medición. Fuente: autor

4.2.2.4. Cuarta Medición

Hora: 7:23

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	77,7	86,3	83,7	78	75,6	76,2	74,6	69,9	62,8	55,9

Tabla 139. Niveles por banda de Frecuencia, cuarta medición. Fuente. Autor

LeqA dB (A)	L10 dB (A)	L90 dB (A)	Peak dB (A)	Min dB (A)	Max dB (A)
80,9	83,2	76,8	112,2	74	90,9

Tabla 140. Niveles Sonoros, cuarta medición. Fuente: Autor

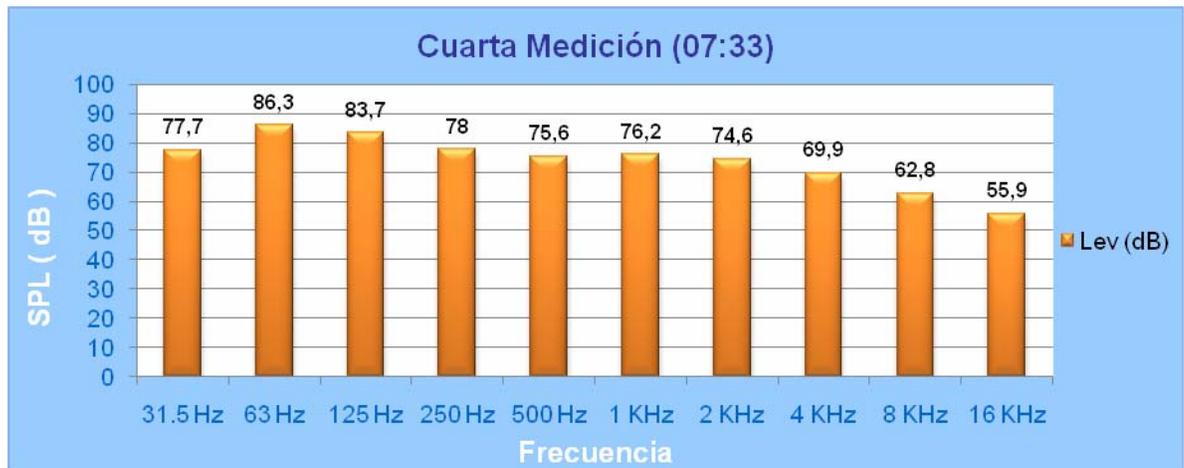


Figura 86. Bandas de Frecuencia cuarta a Medición. Fuente: Autor

FLUJO VEHICULAR					
TIPO DE VEHÍCULOS	Calzada transporte público		Calzada de alta velocidad		Total por tipo de vehículo
	Norte-Sur	Sur-Norte	Norte-Sur	Sur-Norte	
Motos	87	45	68	73	273
Carros	124	98	235	279	736
Buses, camiones	142	126	12	32	312
Colectivos	57	64	23	5	149
Carros Medianos	68	35	72	64	239
Total Circulación de Vehículos	478	368	410	453	1709

Tabla 141. Clasificación de Vehículos, cuarta medición. Fuente: Autor

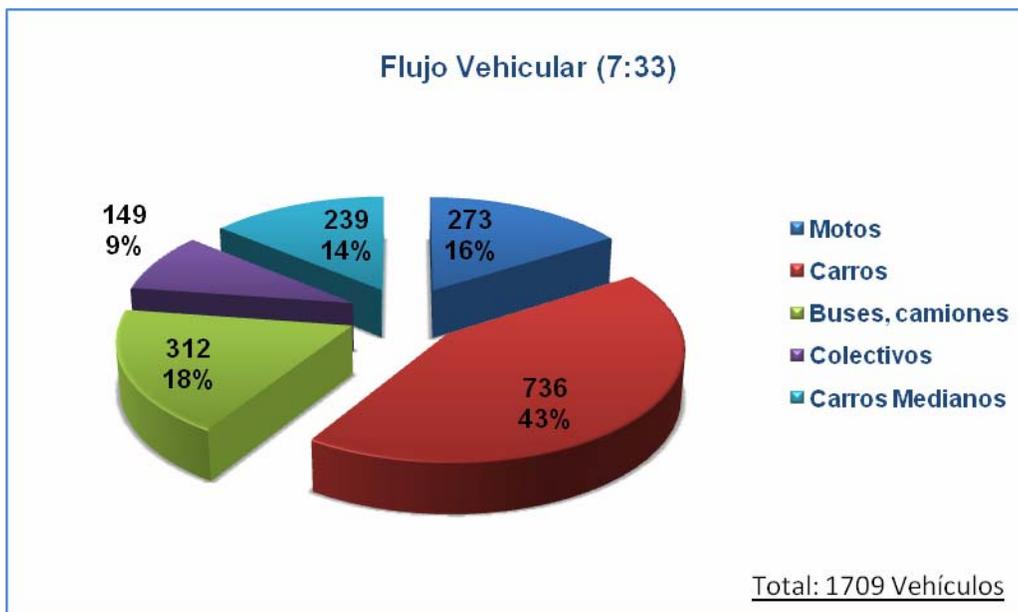


Figura 87. Flujo Vehicular, cuarta medición. Fuente: autor

4.2.2.5. Quinta Medición

Hora: 8:37

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	77,7	86,3	83,7	78	75,6	76,2	74,6	69,9	62,8	55,9

Tabla 142. Niveles por banda de Frecuencia, quinta medición. Fuente. Autor

LeqA dB (A)	L10 dB (A)	L90 dB (A)	Peak dB (A)	Min dB (A)	Max dB (A)
80,9	83,2	76,8	107,5	72,7	88,9

Tabla 143. Niveles Sonoros, quinta medición. Fuente: Autor

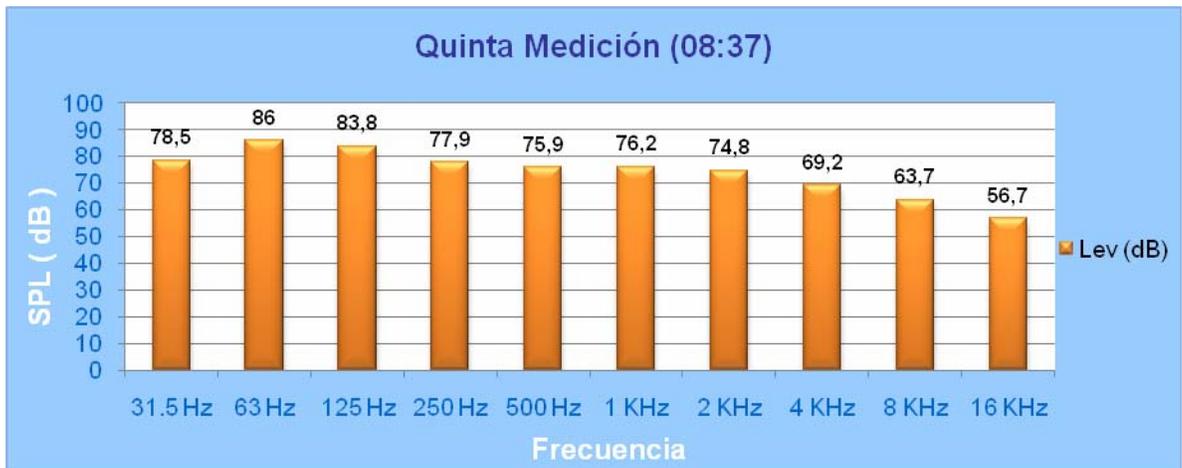


Figura 88. Bandas de Frecuencia quinta a Medición. Fuente: Autor

FLUJO VEHICULAR					
TIPO DE VEHÍCULOS	Calzada transporte público		Calzada de alta velocidad		Total por tipo de vehículo
	Norte-Sur	Sur-Norte	Norte-Sur	Sur-Norte	
Motos	20	51	59	93	223
Carros	95	213	215	160	683
Buses, camiones	145	140	3	4	292
Colectivos	100	68	0	1	169
Carros Medianos	44	42	77	34	197
Total Circulación de Vehículos	404	514	354	292	1564

Tabla 144. Clasificación de Vehículos, quinta medición. Fuente: Autor

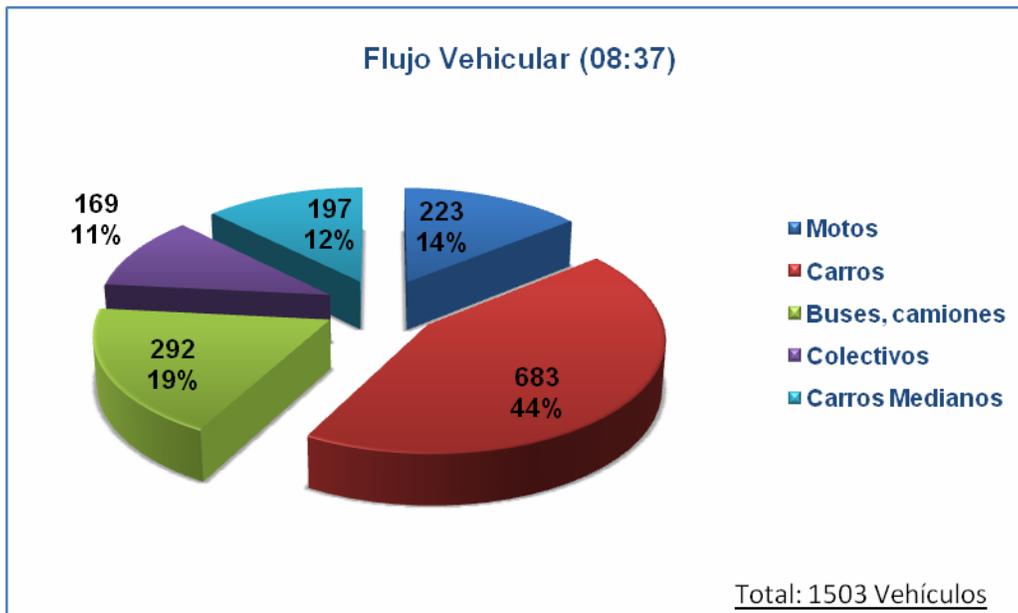


Figura 89. Flujo Vehicular, quinta medición. Fuente: autor

4.2.2.6. Sexta Medición

Hora: 9:41

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	77,6	85	82,2	77	74,8	76,5	73,6	67,3	61,1	53

Tabla 145. Niveles por banda de Frecuencia, sexta medición. Fuente. Autor

LeqA dB (A)	L10 dB (A)	L90 dB (A)	Peak dB (A)	Min dB (A)	Max dB (A)
80,2	82,3	74,7	110,5	70,1	97,5

Tabla 146. Niveles Sonoros, sexta medición. Fuente: Autor

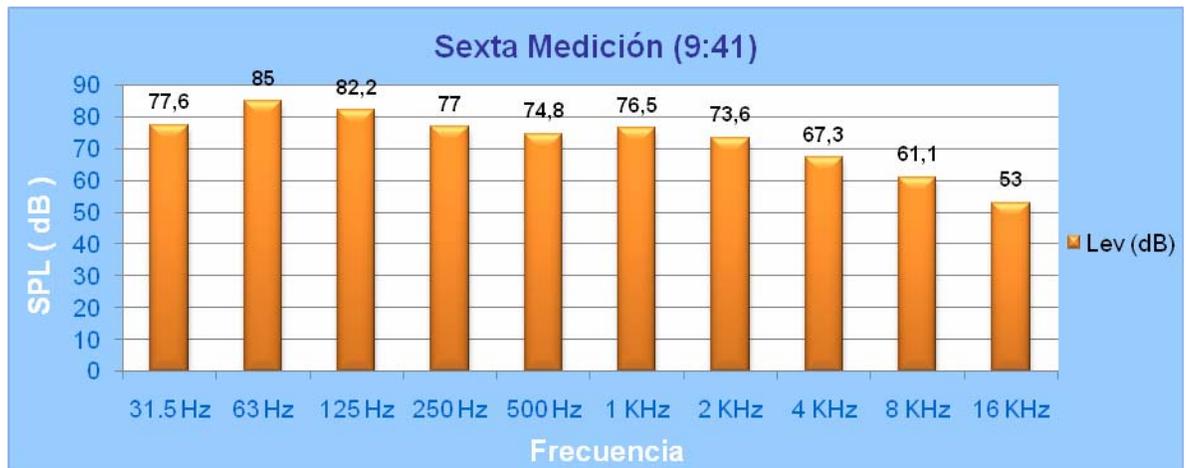


Figura 90. Bandas de Frecuencia sexta a Medición. Fuente: Autor

FLUJO VEHICULAR					
TIPO DE VEHÍCULOS	Calzada transporte público		Calzada de alta velocidad		Total por tipo de vehículo
	Norte-Sur	Sur-Norte	Norte-Sur	Sur-Norte	
Motos	12	25	63	115	215
Carros	78	93	117	145	433
Buses, camiones	126	92	5	3	226
Colectivos	34	57	0	22	113
Carros Medianos	67	45	43	59	214
Total Circulación de Vehículos	317	312	228	344	1201

Tabla 147. Clasificación de Vehículos, sexta medición. Fuente: Autor

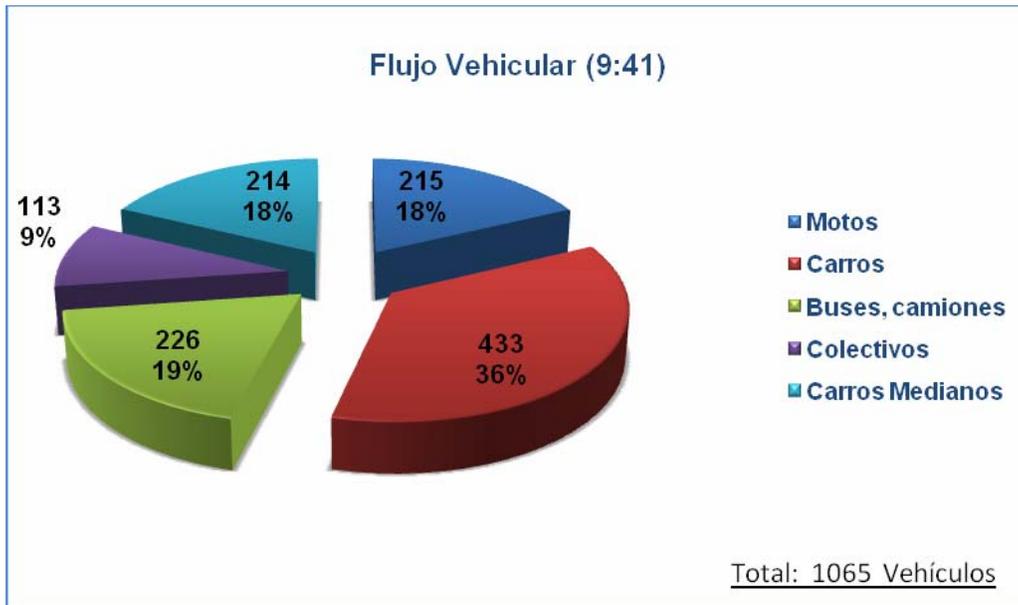


Figura 91. Flujo Vehicular, sexta medición. Fuente: autor

4.2.2.7. Séptima Medición

Hora: 10:45

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	81,1	85,9	83	77	74,4	76,1	74,2	67,7	61,1	54,3

Tabla 148. Niveles por banda de Frecuencia, séptima medición. Fuente. Autor

LeqA dB (A)	L10 dB (A)	L90 dB (A)	Peak dB (A)	Min dB (A)	Max dB (A)
80,3	82,1	75,8	109,6	71,9	97,3

Tabla 149. Niveles Sonoros, séptima medición. Fuente: Autor

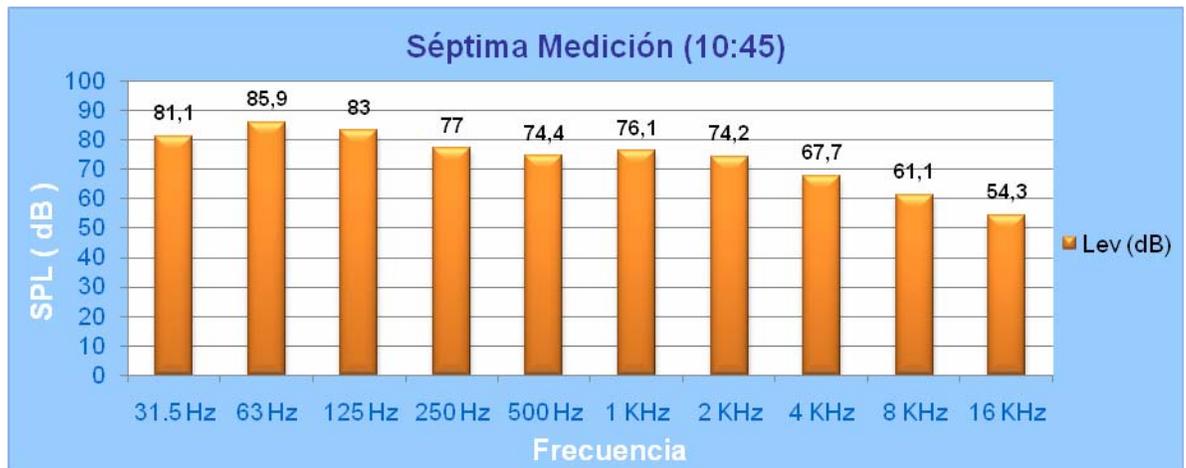


Figura 92. Bandas de Frecuencia séptima a Medición. Fuente: Autor

FLUJO VEHICULAR					
TIPO DE VEHÍCULOS	Calzada transporte público		Calzada de alta velocidad		Total por tipo de vehículo
	Norte-Sur	Sur-Norte	Norte-Sur	Sur-Norte	
Motos	25	25	89	63	202
Carros	135	78	158	105	476
Buses, camiones	136	98	10	5	249
Colectivos	32	52	27	1	112
Carros Medianos	100	35	85	58	278
Total Circulación de Vehículos	428	288	369	232	1317

Tabla 150. Clasificación de Vehículos, séptima medición. Fuente: Autor

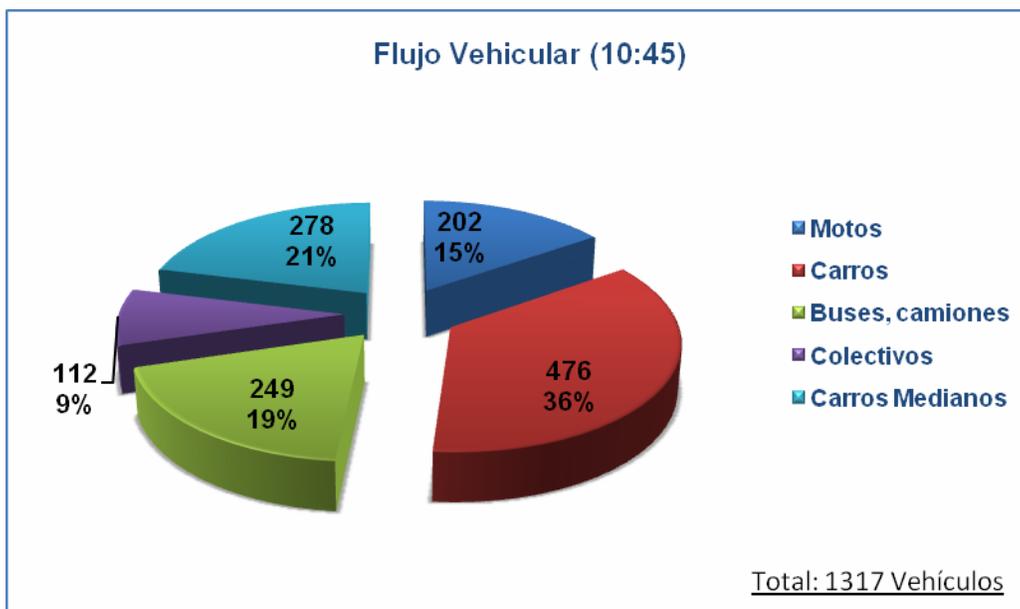


Figura 93. Flujo Vehicular, séptima medición. Fuente: autor

4.2.2.8. Octava Medición

Hora: 11:49

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	78,8	86,1	82,7	76,7	74,4	75,8	72,7	67,1	61,1	54,1

Tabla 151. Niveles por banda de Frecuencia, octava medición. Fuente. Autor

LeqA dB (A)	L10 dB (A)	L90 dB (A)	Peak dB (A)	Min dB (A)	Max dB (A)
79,7	81,5	74,9	107,9	72,3	97,4

Tabla 152. Niveles Sonoros, octava medición. Fuente: Autor

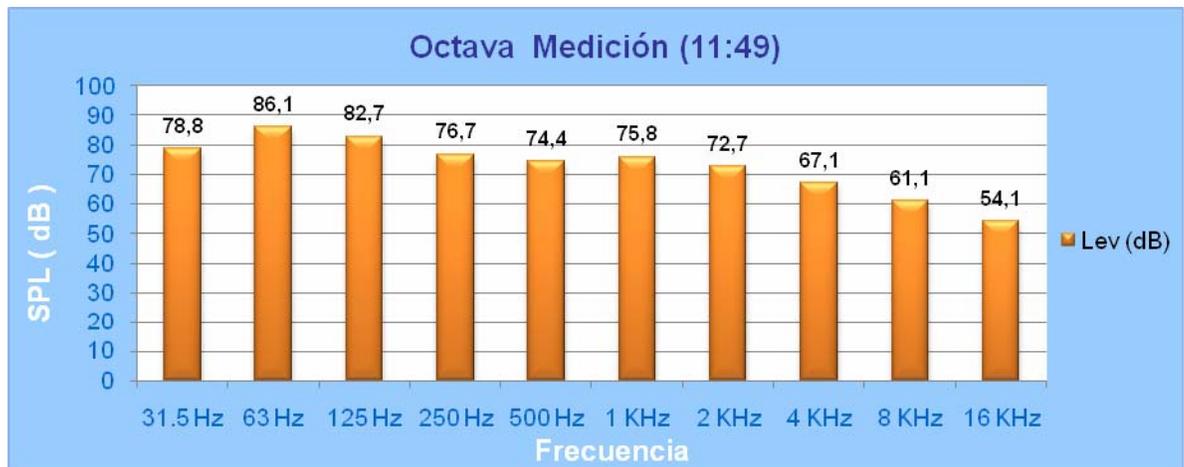


Figura 94. Bandas de Frecuencia octava a Medición. Fuente: Autor

FLUJO VEHICULAR					
TIPO DE VEHÍCULOS	Calzada transporte público		Calzada de alta velocidad		Total por tipo de vehículo
	Norte-Sur	Sur-Norte	Norte-Sur	Sur-Norte	
Motos	21	12	95	26	154
Carros	120	90	68	155	433
Buses, camiones	83	64	64	15	226
Colectivos	46	45	0	9	100
Carros Medianos	25	43	50	38	156
Total Circulación de Vehículos	295	254	277	243	1069

Tabla 153. Clasificación de Vehículos, octava medición. Fuente: Autor

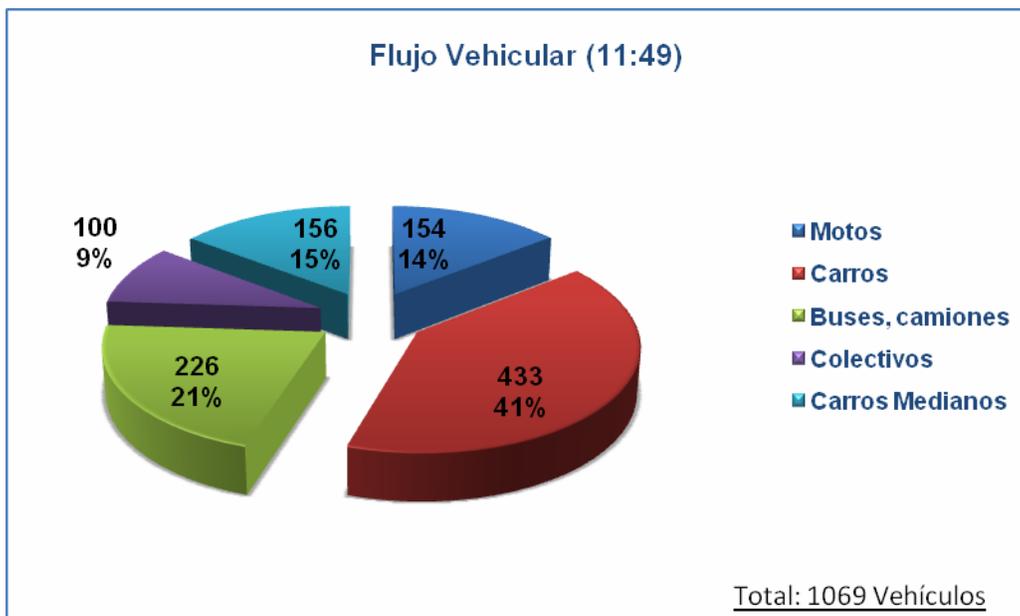


Figura 95. Flujo Vehicular, octava medición. Fuente: autor

4.2.2.9. Novena Medición

Hora: 12:53

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	78,5	85,4	82,5	76,6	74,1	74,4	72,6	66,8	61,1	54

Tabla 154. Niveles por banda de Frecuencia, novena medición. Fuente. Autor

LeqA dB (A)	L10 dB (A)	L90 dB (A)	Peak dB (A)	Min dB (A)	Max dB (A)
79	81,5	74,6	106	71,4	88,9

Tabla 155. Niveles Sonoros, novena medición. Fuente: Autor

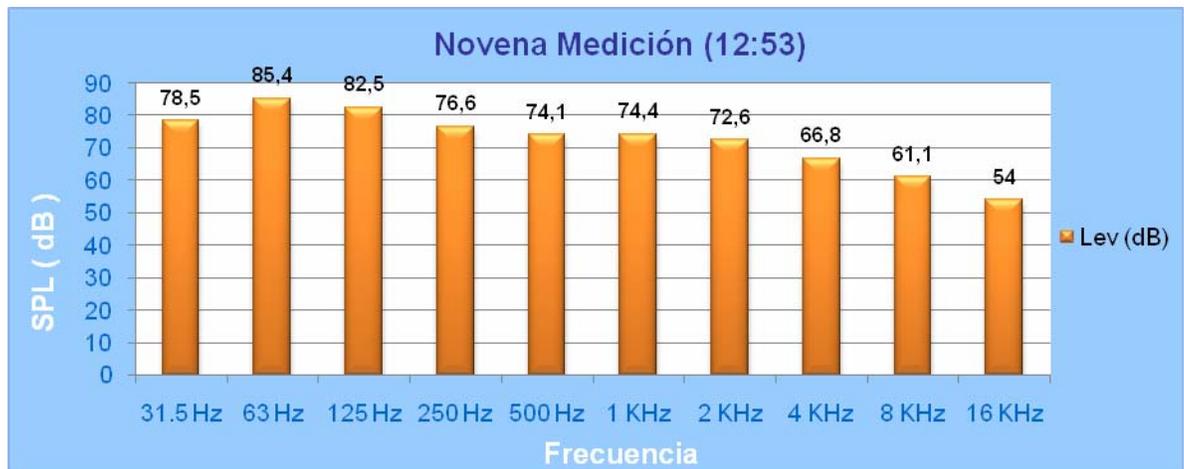


Figura 96. Bandas de Frecuencia novena Medición. Fuente: Autor

FLUJO VEHICULAR					
TIPO DE VEHÍCULOS	Calzada transporte público		Calzada de alta velocidad		Total por tipo de vehículo
	Norte-Sur	Sur-Norte	Norte-Sur	Sur-Norte	
Motos	12	48	52	32	144
Carros	175	190	210	151	726
Buses, camiones	134	78	17	20	249
Colectivos	72	55	8	6	141
Carros Medianos	50	76	37	114	277
Total Circulación de Vehículos	443	447	324	323	1537

Tabla 156. Clasificación de Vehículos, novena medición. Fuente: Autor

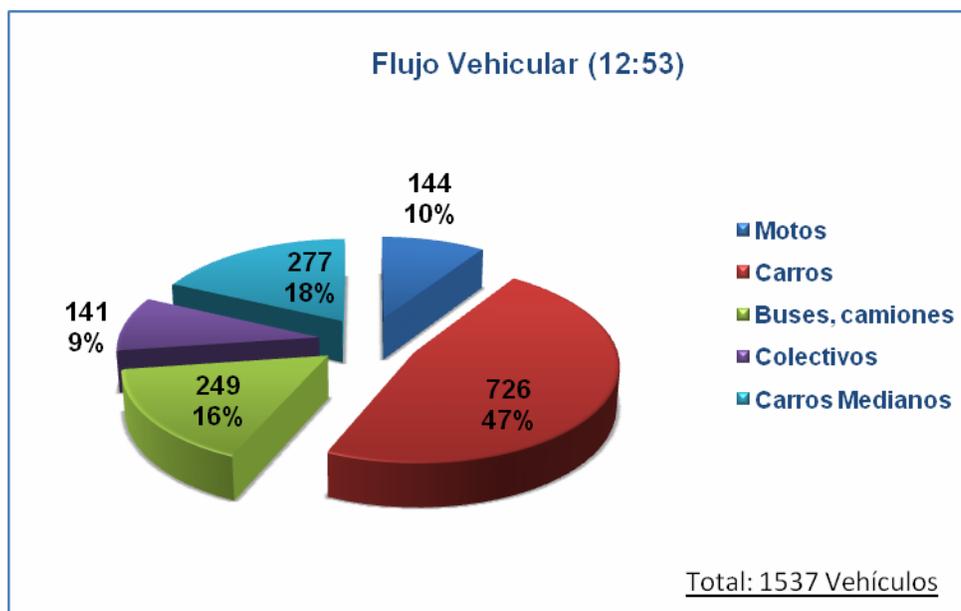


Figura 97. Flujo Vehicular, novena medición. Fuente: autor

4.2.2.10. Décima Medición

Hora: 13:57

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	80,2	85,7	81,6	76,2	73,7	74,2	72,3	66,9	60,2	53,6

Tabla 157. Niveles por banda de Frecuencia, décima medición. Fuente: Autor

LeqA dB (A)	L10 dB (A)	L90 dB (A)	Peak dB (A)	Min dB (A)	Max dB (A)
78,7	81,2	74,3	104,5	70,2	86,1

Tabla 158. Niveles Sonoros, décima medición. Fuente: Autor

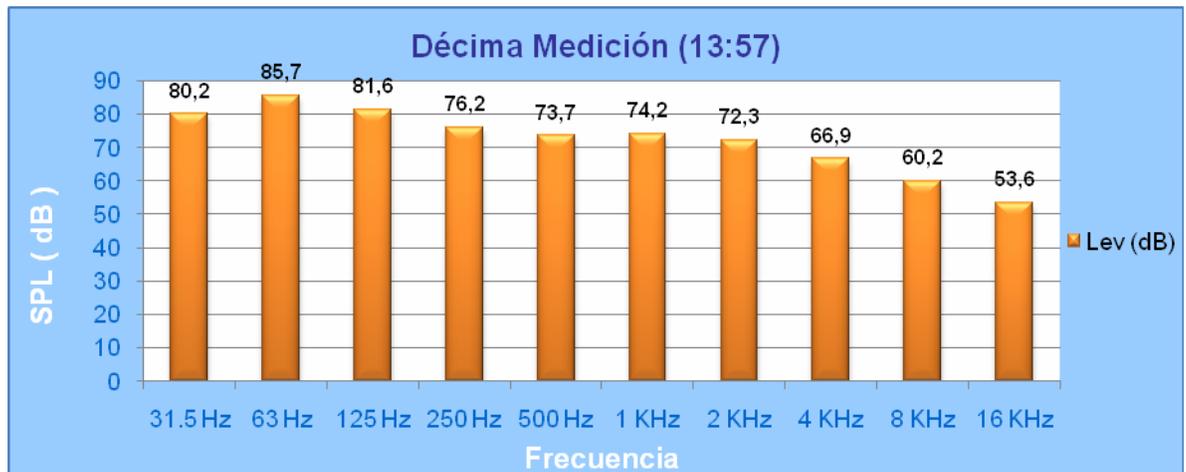


Figura 98. Bandas de Frecuencia décima Medición. Fuente: Autor

FLUJO VEHICULAR					
TIPO DE VEHÍCULOS	Calzada transporte público		Calzada de alta velocidad		Total por tipo de vehículo
	Norte-Sur	Sur-Norte	Norte-Sur	Sur-Norte	
Motos	13	26	45	66	150
Carros	87	96	123	134	440
Buses, camiones	86	89	5	16	196
Colectivos	42	56	22	14	134
Carros Medianos	59	63	79	81	282
Total Circulación de Vehículos	287	330	274	311	1202

Tabla 159. Clasificación de Vehículos, décima medición. Fuente: Autor

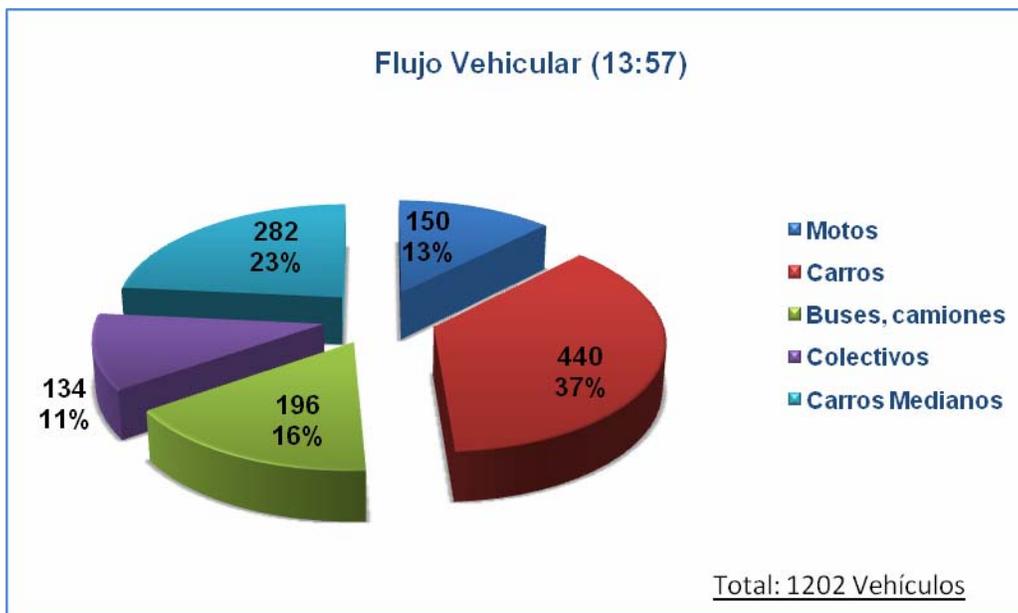


Figura 99. Flujo Vehicular, décima medición. Fuente: autor

4.2.2.11. Décima Primera Medición

Hora: 15:01

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	80,2	85,7	81,6	76,2	73,7	74,2	72,3	66,9	60,2	53,6

Tabla 160. Niveles por banda de Frecuencia, décima primera medición. Fuente. Autor

LeqA dB (A)	L10 dB (A)	L90 dB (A)	Peak dB (A)	Min dB (A)	Max dB (A)
78,7	81,2	74,3	104,5	70,2	86,1

Tabla 161. Niveles Sonoros, décima primera medición. Fuente: Autor

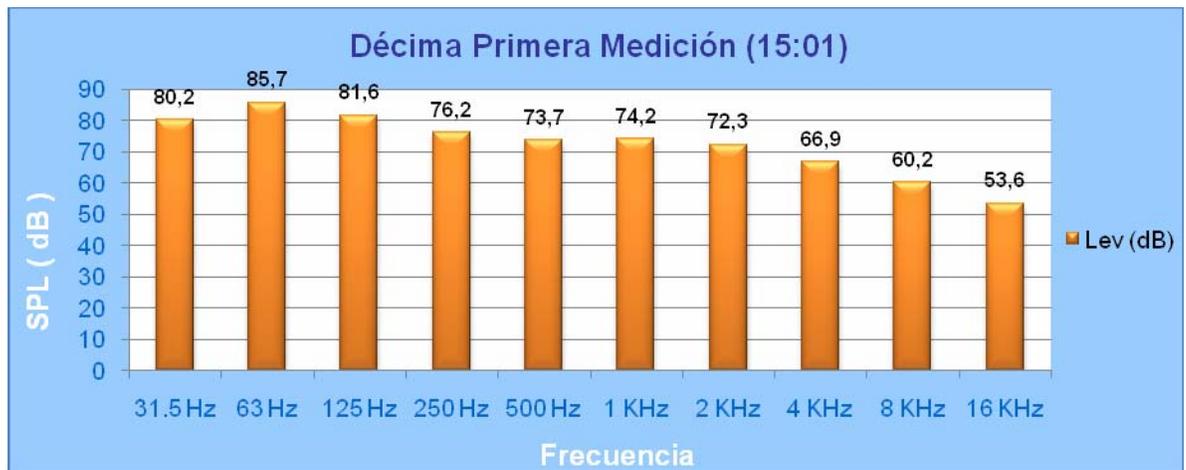


Figura 100. Bandas de Frecuencia décima primera Medición. Fuente: Autor

FLUJO VEHICULAR					
TIPO DE VEHÍCULOS	Calzada transporte público		Calzada de alta velocidad		Total por tipo de vehículo
	Norte-Sur	Sur-Norte	Norte-Sur	Sur-Norte	
Motos	35	27	67	42	171
Carros	82	125	236	183	626
Buses, camiones	102	98	2	1	203
Colectivos	35	47	14	22	118
Carros Medianos	45	35	51	48	179
Total Circulación de Vehículos	299	332	370	296	1297

Tabla 162. Clasificación de Vehículos, décima primera medición. Fuente: Autor

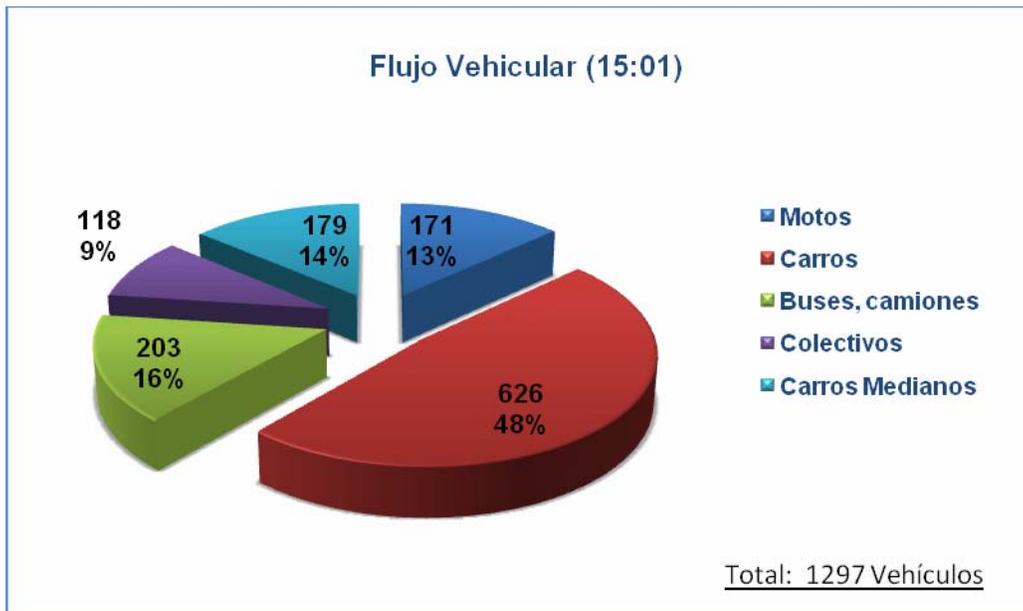


Figura 101. Flujo Vehicular, décima primera medición. Fuente: autor

4.2.2.12. Décima Segunda Medición

Hora: 16:05

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	81,7	86,3	82,6	77	74,7	75,2	73,3	67,5	61,1	53,7

Tabla 163. Niveles por banda de Frecuencia, décima segunda medición. Fuente. Autor

LeqA dB (A)	L10 dB (A)	L90 dB (A)	Peak dB (A)	Min dB (A)	Max dB (A)
79,7	81,9	75,8	107,6	72,6	86,9

Tabla 164. Niveles Sonoros, décima segunda medición. Fuente: Autor

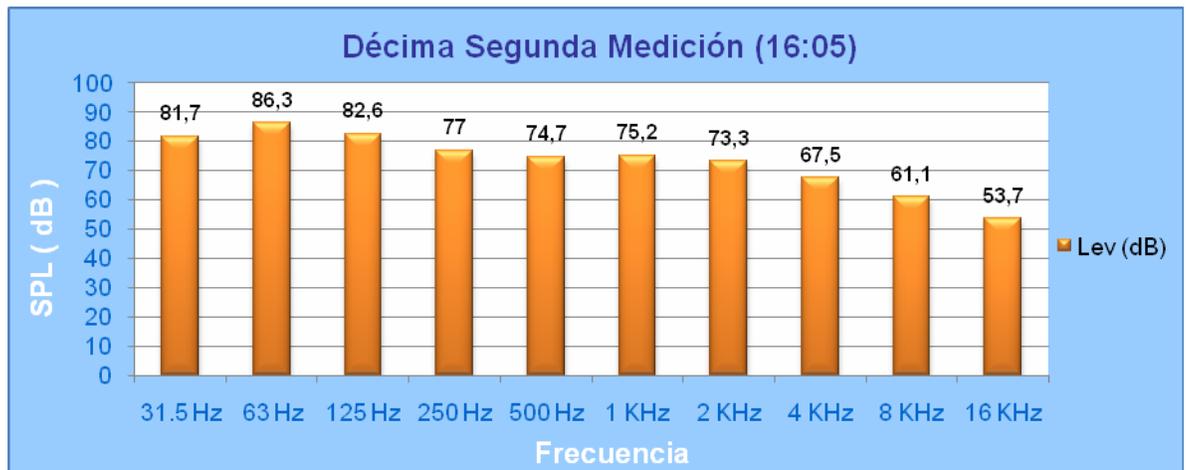


Figura 102. Bandas de Frecuencia décima segunda Medición. Fuente: Autor

FLUJO VEHICULAR					
TIPO DE VEHÍCULOS	Calzada transporte público		Calzada de alta velocidad		Total por tipo de vehículo
	Norte-Sur	Sur-Norte	Norte-Sur	Sur-Norte	
Motos	45	14	112	63	234
Carros	116	123	156	167	562
Buses, camiones	98	118	21	13	250
Colectivos	34	65	15	5	119
Carros Medianos	64	73	92	84	313
Total Circulación de Vehículos	357	393	396	332	1478

Tabla 165. Clasificación de Vehículos, décima segunda medición. Fuente: Autor

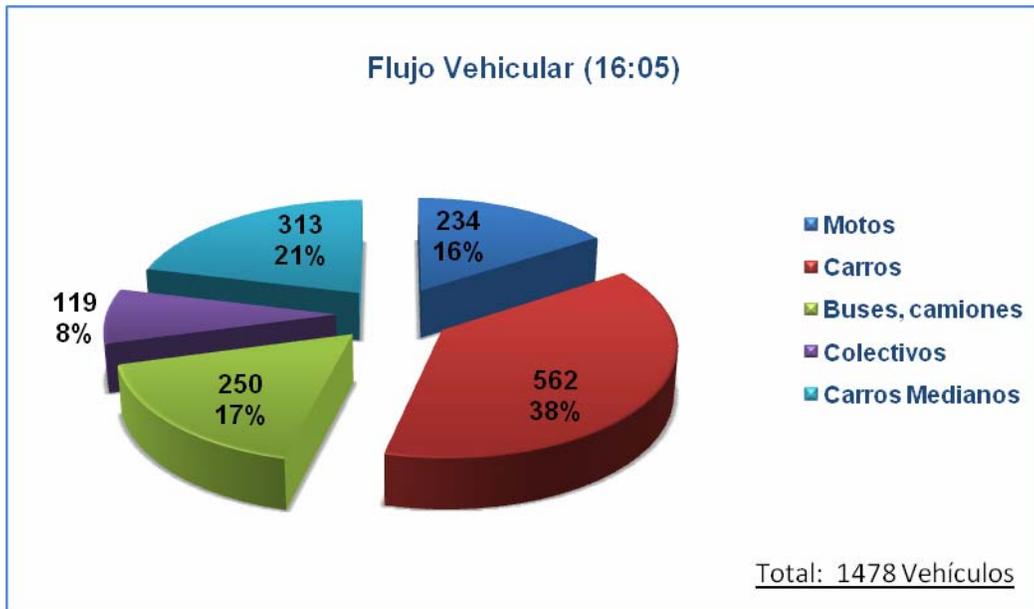


Figura 103. Flujo Vehicular, décima segunda medición. Fuente: autor

4.2.2.13. Décima Tercera Medición

Hora: 17:09

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	80,9	85,9	82,7	77,6	75,2	76,8	73,3	67,7	61,9	54,2

Tabla 166. Niveles por banda de Frecuencia, décima tercera medición. Fuente. Autor

LeqA dB (A)	L10 dB (A)	L90 dB (A)	Peak dB (A)	Min dB (A)	Max dB (A)
80,4	82	74,8	110,9	71,7	99,4

Tabla 167. Niveles Sonoros, décima tercera medición. Fuente: Autor

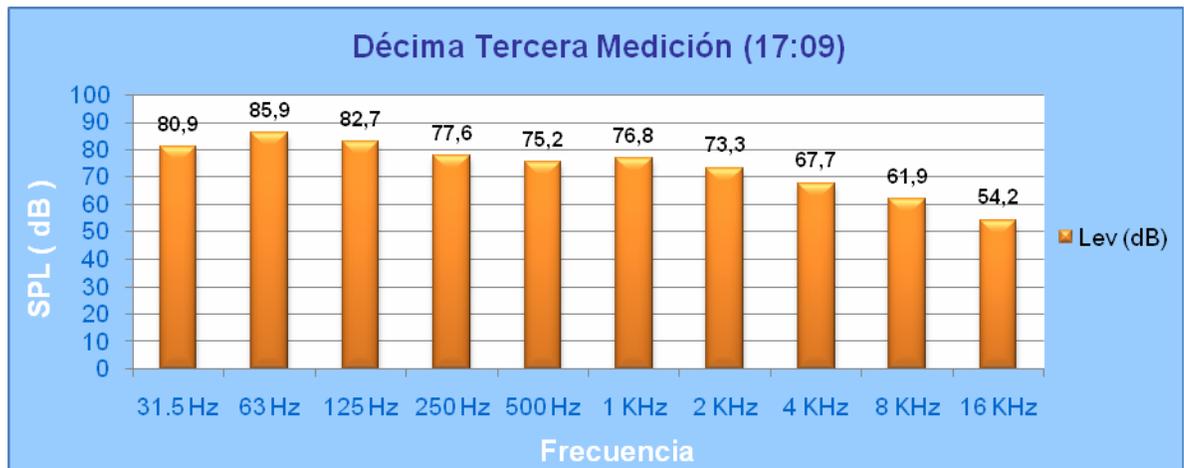


Figura 104. Bandas de Frecuencia décima tercera Medición. Fuente: Autor

FLUJO VEHICULAR					
TIPO DE VEHÍCULOS	Calzada transporte público		Calzada de alta velocidad		Total por tipo de vehículo
	Norte-Sur	Sur-Norte	Norte-Sur	Sur-Norte	
Motos	35	23	67	45	170
Carros	67	83	113	126	389
Buses, camiones	132	116	13	12	273
Colectivos	56	34	23	18	131
Carros Medianos	43	52	105	89	289
Total Circulación de Vehículos	333	308	321	290	1252

Tabla 168. Clasificación de Vehículos, décima tercera medición. Fuente: Autor

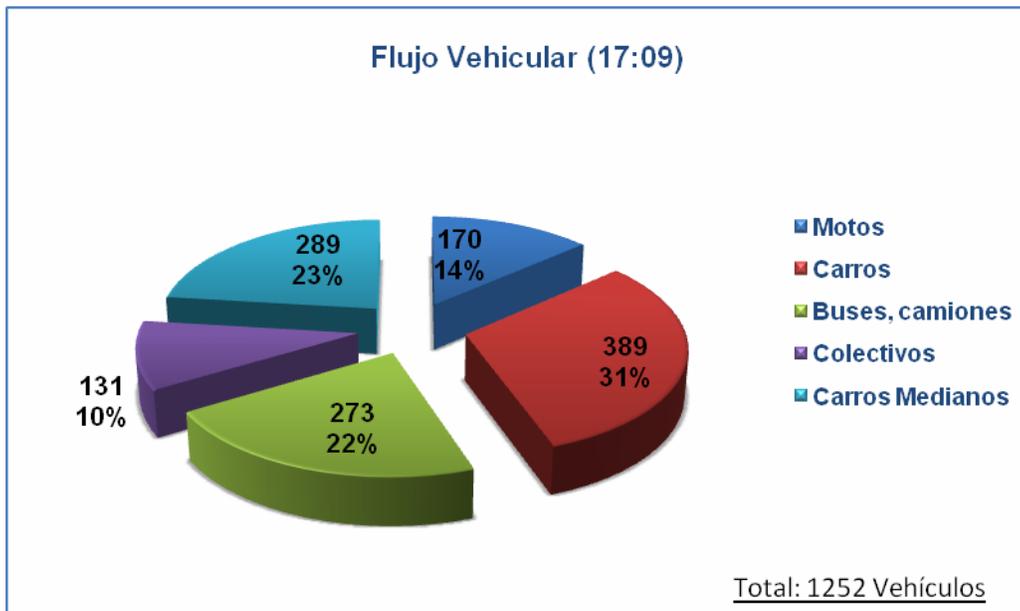


Figura 105. Flujo Vehicular, décima tercera medición. Fuente: autor

4.2.2.14. Décima Cuarta Medición

Hora: 18:13

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	81,5	86,3	80,4	76,2	73,9	73,1	71,8	67,3	62,2	57,4

Tabla 169. Niveles por banda de Frecuencia, décima cuarta medición. Fuente. Autor

LeqA dB (A)	L10 dB (A)	L90 dB (A)	Peak dB (A)	Min dB (A)	Max dB (A)
79,4	80,4	73,9	100,6	68,3	88,4

Tabla 170. Niveles Sonoros, décima cuarta medición. Fuente: Autor

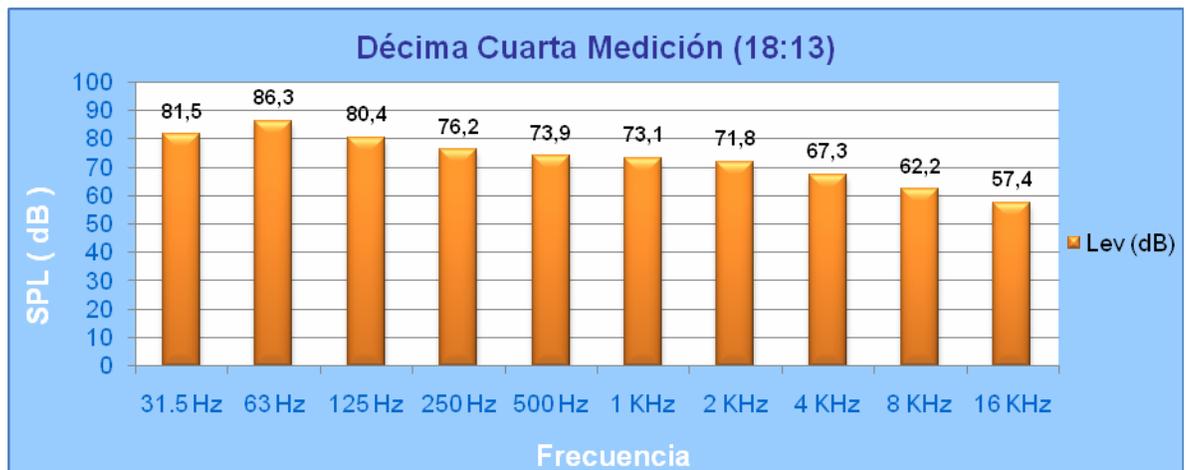


Figura 106. Bandas de Frecuencia décima cuarta Medición. Fuente: Autor

FLUJO VEHICULAR					
TIPO DE VEHÍCULOS	Calzada transporte público		Calzada de alta velocidad		Total por tipo de vehículo
	Norte-Sur	Sur-Norte	Norte-Sur	Sur-Norte	
Motos	30	22	116	78	246
Carros	76	153	286	220	735
Buses, camiones	125	145	25	36	331
Colectivos	36	79	15	23	153
Carros Medianos	24	62	67	56	209
Total Circulación de Vehículos	291	461	509	413	1674

Tabla 171. Clasificación de Vehículos, décima cuarta medición. Fuente: Autor

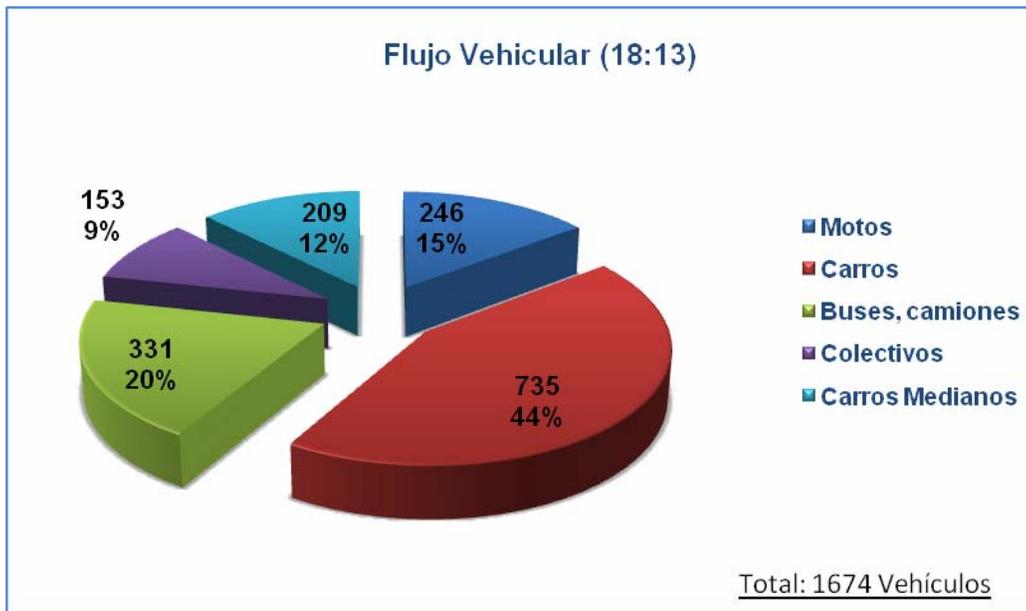


Figura 107. Flujo Vehicular, décima cuarta medición. Fuente: autor

4.2.2.15. Décima Quinta Medición

Hora: 19:17

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	80,1	85,3	80	75,1	72,4	74,9	71,5	66,3	60,8	55,7

Tabla 172. Niveles por banda de Frecuencia, décima quinta medición. Fuente. Autor

LeqA dB (A)	L10 dB (A)	L90 dB (A)	Peak dB (A)	Min dB (A)	Max dB (A)
79,1	80,9	72,4	99,5	68,9	88,6

Tabla 173. Niveles Sonoros, décima quinta medición. Fuente: Autor

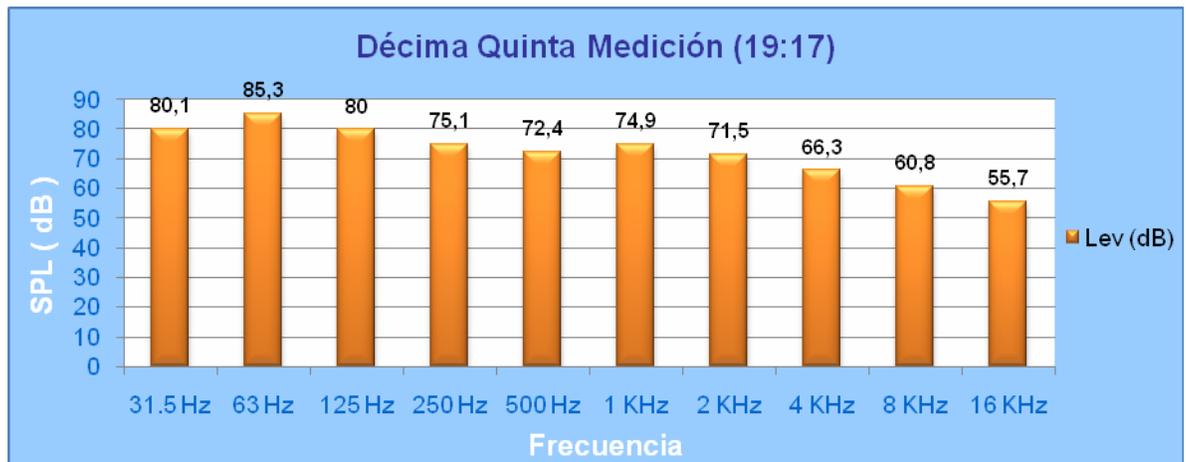


Figura 108. Bandas de Frecuencia décima quinta Medición. Fuente: Autor

FLUJO VEHICULAR					
TIPO DE VEHÍCULOS	Calzada transporte público		Calzada de alta velocidad		Total por tipo de vehículo
	Norte-Sur	Sur-Norte	Norte-Sur	Sur-Norte	
Motos	27	25	83	68	203
Carros	81	216	234	255	786
Buses, camiones	143	122	25	16	306
Colectivos	37	63	8	25	133
Carros Medianos	50	61	62	55	228
Total Circulación de Vehículos	338	487	412	419	1656

Tabla 174. Clasificación de Vehículos, décima quinta medición. Fuente: Autor

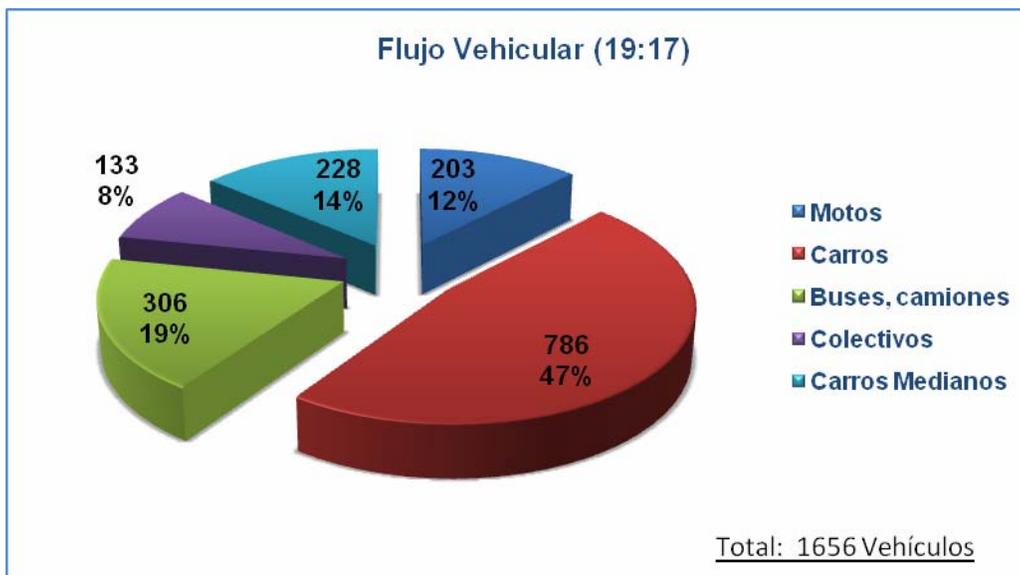


Figura 109. Flujo Vehicular, décima quinta medición. Fuente: autor

4.2.2.16. Décima Sexta Medición

Hora: 20:21

Frecuencia	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	16 KHz
Lev (dB)	80,1	84,7	79,4	74,2	71,9	74,4	71,6	64,7	58,8	52

Tabla 175. Niveles por banda de Frecuencia, décima sexta medición. Fuente: Autor

LeqA dB (A)	L10 dB (A)	L90 dB (A)	Peak dB (A)	Min dB (A)	Max dB (A)
79,1	79,8	71,8	99,3	67,8	92,3

Tabla 176. Niveles Sonoros, décima sexta medición. Fuente: Autor

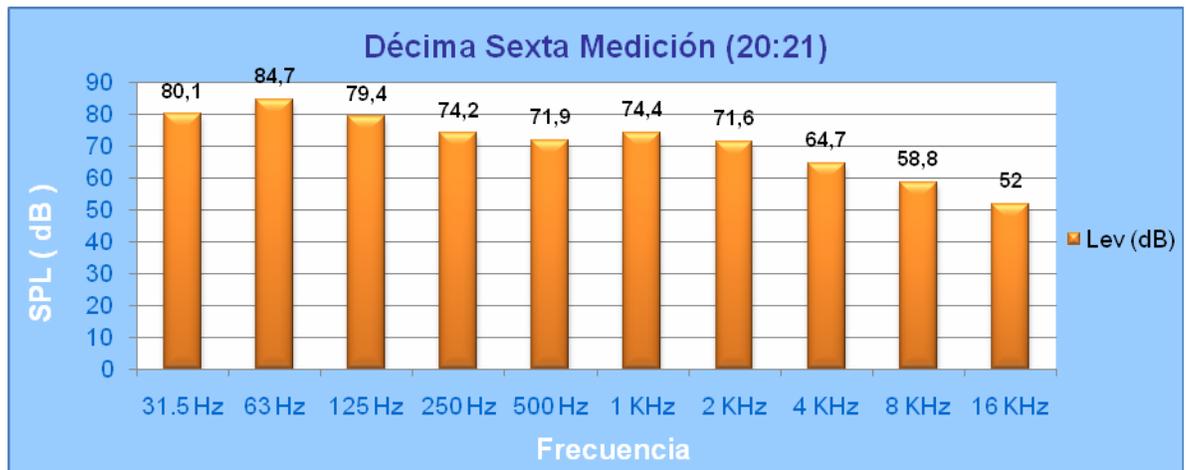


Figura 110. Bandas de Frecuencia décima sexta Medición. Fuente: Autor

FLUJO VEHICULAR					
TIPO DE VEHÍCULOS	Calzada transporte público		Calzada de alta velocidad		Total por tipo de vehículo
	Norte-Sur	Sur-Norte	Norte-Sur	Sur-Norte	
Motos	23	16	81	72	192
Carros	192	204	112	280	788
Buses, camiones	145	102	24	8	279
Colectivos	35	63	1	5	104
Carros Medianos	48	62	56	61	227
Total Circulación de Vehículos	443	447	274	426	1590

Tabla 177. Clasificación de Vehículos, décima sexta medición. Fuente: Autor

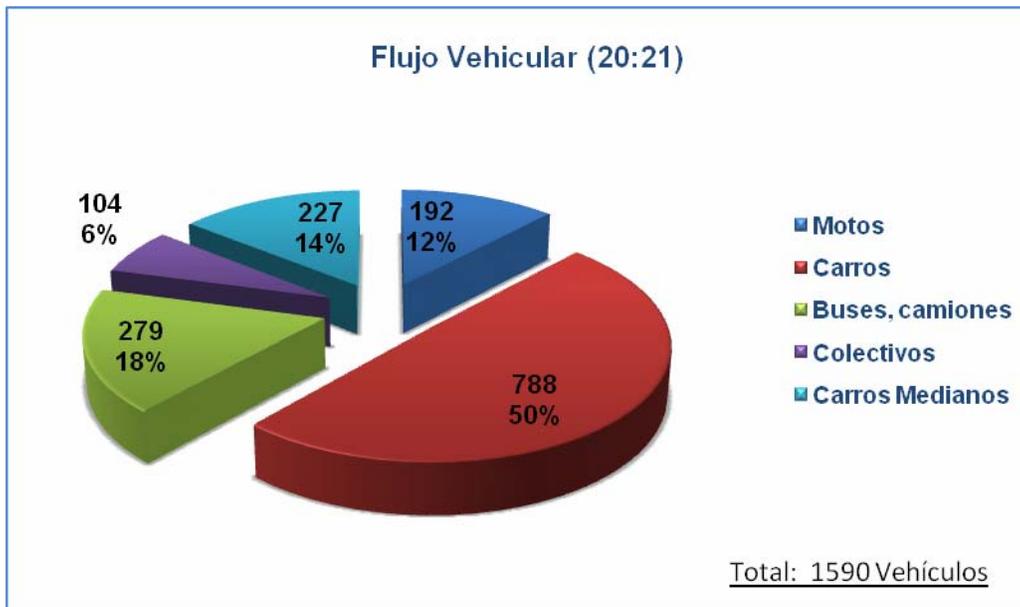


Figura 111. Flujo Vehicular, décima sexta medición. Fuente: autor

4.2.2.17. Resultados

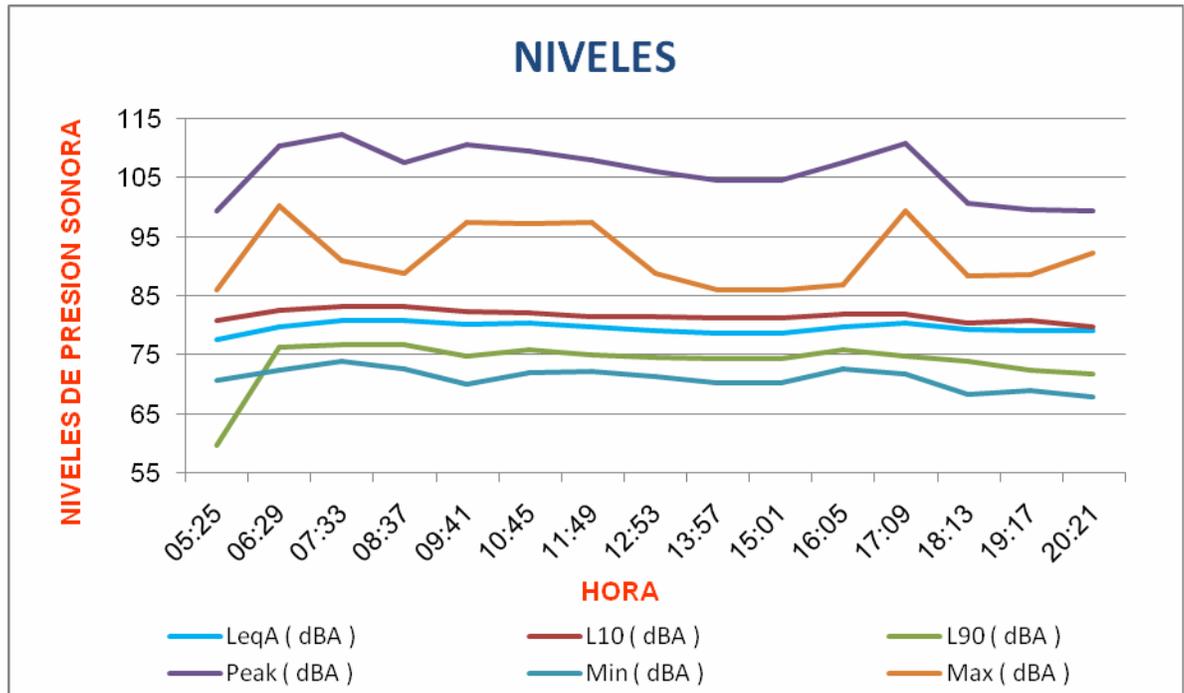


Figura 112. Comportamiento del ruido. Fuente: autor

El Leq(A) registra variaciones mínimas con valores que van desde los 77,6 dB(A) hasta los 80,9 dB(A), en el transcurso del día, generando las cifras más altas en horas de la mañana.

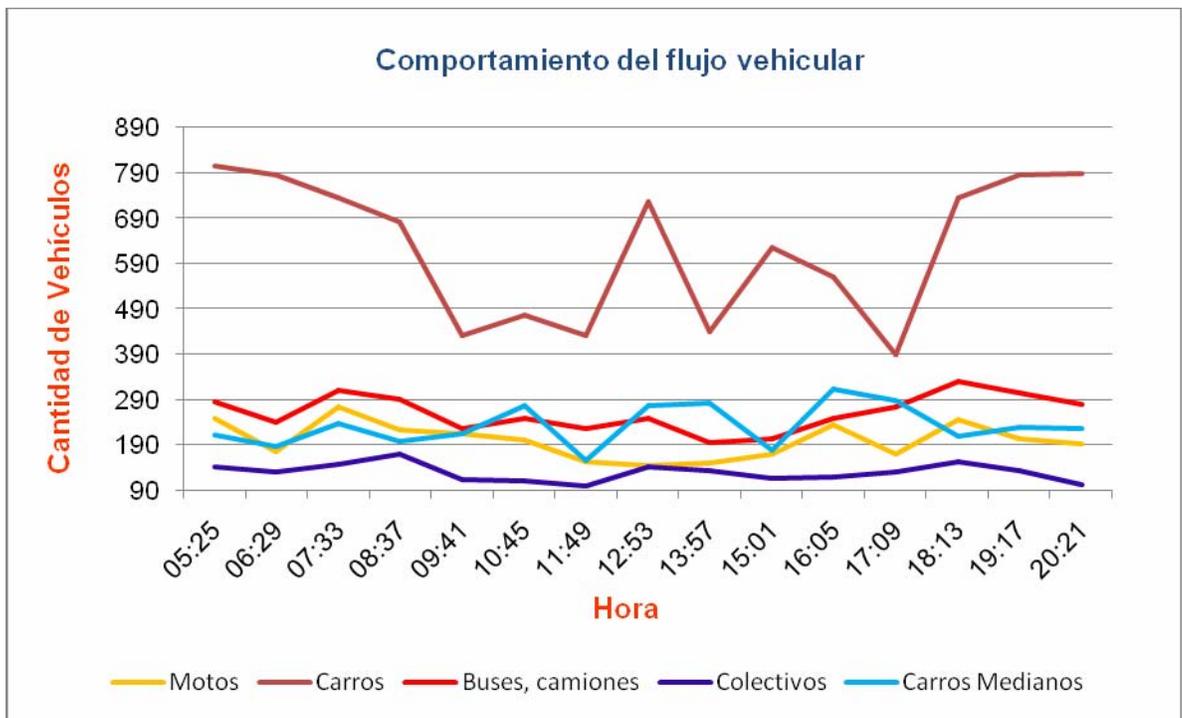


Figura 113. Comportamiento del Flujo Vehicular. Fuente: Autor

La mayoría de los grupos mantiene un flujo vehicular cambios leves, mientras que la de los carros va variando drásticamente en el transcurso del día indicando que los altos niveles de ruido no son producidos por lo carros sino por otros vehículos, nuevamente se observa que en el horario en que se presentaron las cifras más altas de $Leq(A)$, fue a causa del incremento de los colectivos, buses y camiones.

3. ANALISÍS

- Variables estadísticas

Media	79,5
Mediana	79,5
Moda	79,6
Desviación estándar	0,93
Varianza de la muestra	0,86

Tabla 178. Variables Estadísticas. Fuente: Autor

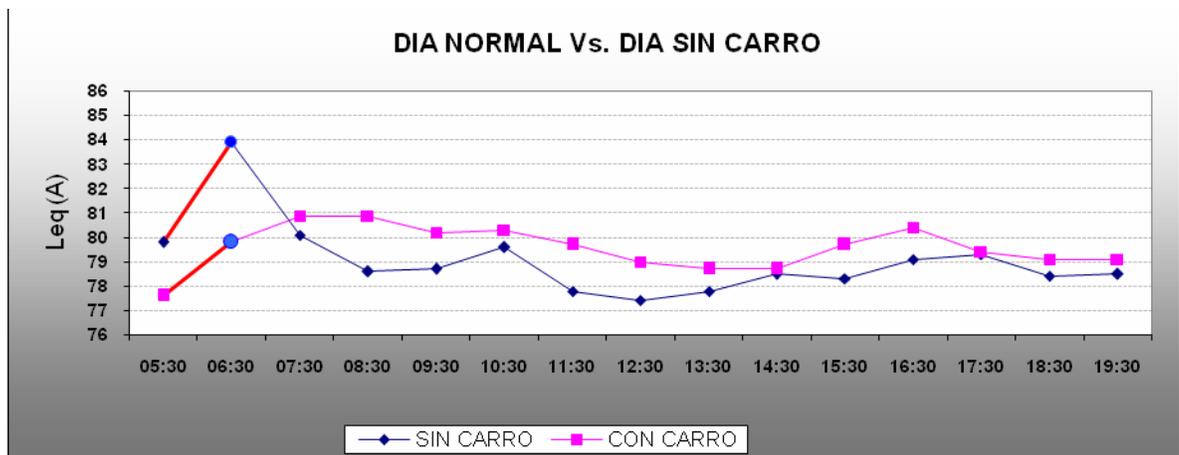


Figura 114.a) Gráfica de comparación entre el día sin carro y el día normal. Fuente: Autor

En esta gráfica se muestran los niveles obtenidos el día jueves 1 de febrero (día sin carro) con el jueves 1 de marzo (día normal), en una escala expandida, se observa el comportamiento de los niveles de Leq(A) en el transcurso del día. La disminución correspondiente al día sin carro fue mínima y no es representativa ya

que en el día normal la incidencia de los vehículos particulares es en promedio del 1,07%, con lo que se concluye que las emisiones debidas a los vehículos particulares no influyen significativamente en comparación a los niveles que se miden en los días normales.

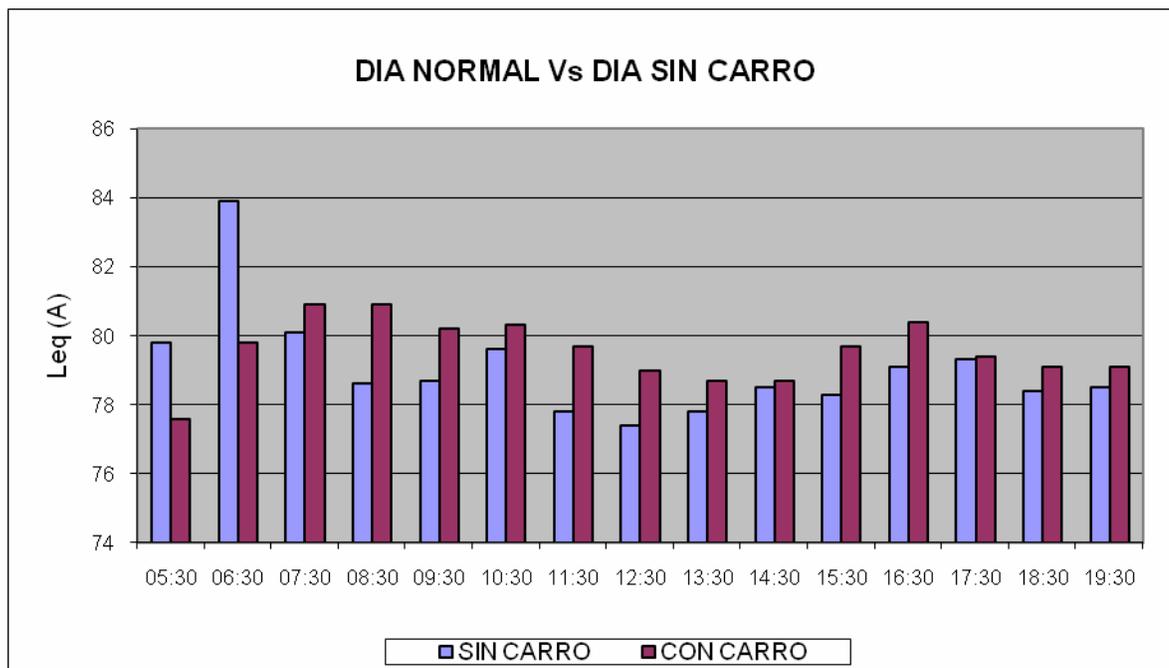


Figura115. Esquema de los niveles un día normal y en el día sin carro. Fuente: Autor.

En esta gráfica se muestran los mismos datos anteriores pero en un esquema de barras para poder comparar mejor los niveles existentes en ambos días. Es necesario indicar que los valores medidos fueron redondeados a fin de evitar decimales.

Los dos primeros valores muestran que se produjo un aumento de los niveles antes de iniciar la jornada y al momento de su comienzo, observándose un incremento considerable del Leq(A) en el día sin carro, frente al otro que es un

jueves normal de la muestra. En el resto de horas y en ambos días, los niveles se mantienen similares y constantes

En el análisis se determinó que la disminución de ruido ambiental en el día sin carro, jueves 1 de febrero de 2007 fue mínima en comparación con un día normal, que para el estudio se realizó con una muestra aleatoria que fue el jueves 1 de marzo del mismo año. Se obtuvieron las dos primeras muestras por encima de los niveles del día normal, las cuales comprende un 13% del total de estas, pero el resto de los niveles a lo largo del día estuvieron muy cercanos.

Por medio del análisis estadístico realizado se determinó que la disminución del Leq(A) fue en promedio del 1.077%, siendo esta la incidencia de los particulares al ruido ambiental, para una mejor comprensión se muestra la figura 114 en una escala de 0 a 100 y con la cual se concluye que el grupo de vehículos particulares es neutral en la jornada del día sin ya que no contribuye de una manera notable a la mitigación del ruido.

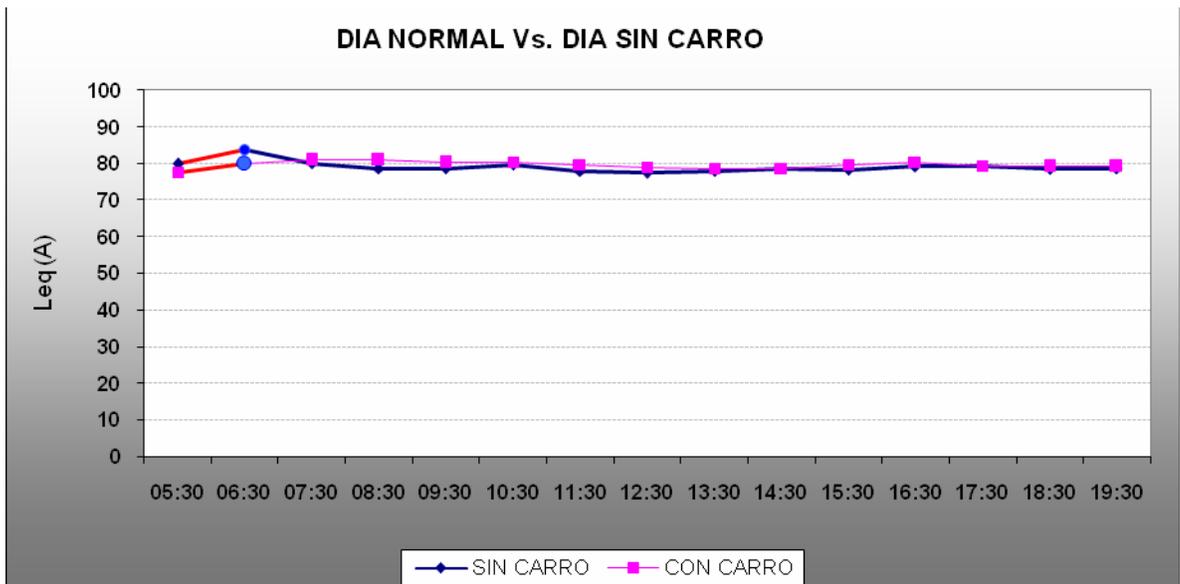


Figura 114.b) Gráfica de comparación entre el día sin carro y el día normal. Fuente: Autor

Sería recomendable realizar este tipo de mediciones pero sin la circulación de buses para realizar un análisis más concreto teniendo en cuenta que en las graficas comparativas las curvas de Leq(A) de los días mostrados se comportan similarmente a las del grupo de buses y camiones en el flujo vehicular y de esta manera encontrar la incidencia de este grupo en el ruido ambiental, teniendo en cuenta que hay mas grupos de vehículos en circulación pero con una menor incidencia en comparación con estos.

Los informes entregados por la secretaria de ambiente de día sin carro muestran que en los sectores que ellos realizaron las mediciones de ruido no hubo una disminución significativa, en incluso los valores del Leq(A) aumentó en algunas vías objeto de estudio como se muestra a continuación

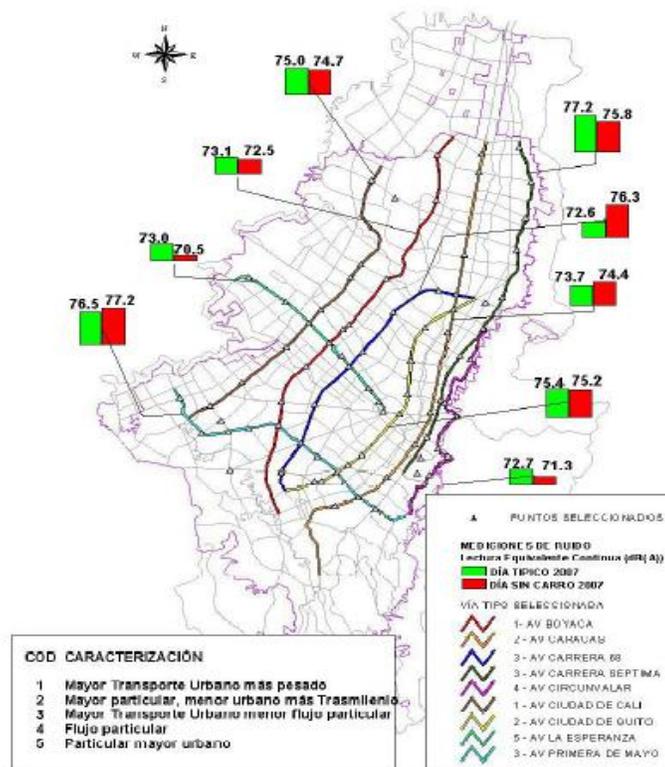


Figura 116. Informe Día sin Carro 2007³⁵

³⁵ http://www.secretariadeambiente.gov.co/diasincarro2007/pdf/dsc_2007_final.pdf

Día Sin Carro

Febrero 1 de 2007

Emisiones Sonoras Registros de las 8:00 a.m. a 4:00 p.m.

Durante las 12 horas de monitoreo efectuados en los trayectos viales en la jornada, en un día típico se observan niveles sonoros entre 72.7 y 76.5 dB (A), mientras que para el día "Sin Carro" se registran niveles entre 70.5 y 76.3, dB(A) valores similares en ambas jornadas, impulsados por una mayor movilidad de los vehículos de servicio público y de transporte de carga, los cuales aumentaron la velocidad e incidieron en el nivel sonoro consolidado.

El análisis integral de los consolidados en los 9 trayectos monitoreados en ambas jornadas con y sin carro", aunque los valores totales no muestran cambios importantes es necesario precisar que la reducción de estas emisiones se da especialmente en aquellos tramos viales con una composición de mayor de vehículos particulares tales como: la Avenida Circunvalar, donde se presentó una disminución de 1.4 dB(A); otro trayecto que señala un decrecimiento corresponde la Avenida de la Esperanza, la cual indica una reducción de 2.5

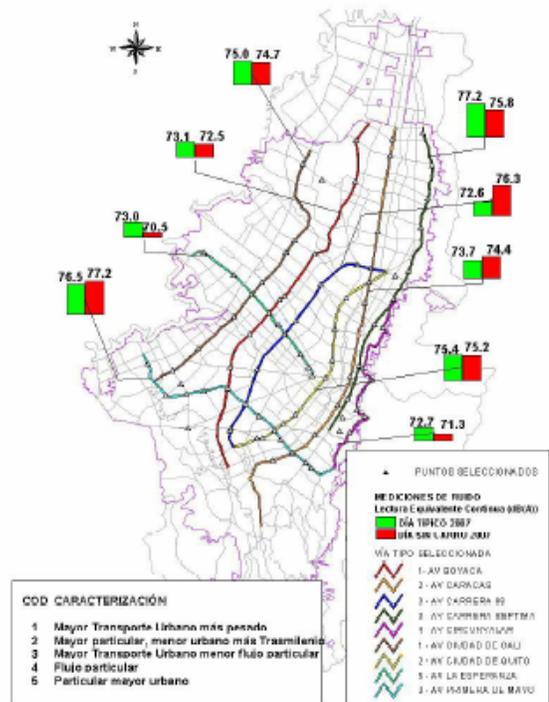


Figura 117. Informe Día sin Carro 2007³⁶

Es de considerar que para este día aumentan considerable la circulación de transporte público que para el 1 de febrero fue de 39.000 taxis y 14 mil buses, busetas y colectivos³⁷.

Factores como la velocidad también son muy influyentes a la hora de la contaminación auditiva, normalmente para el día sin carro los vehículos que están en circulación aumentan considerablemente la velocidad, contribuyendo al ruido de dos maneras, la primera es la fricción de los neumáticos contra el asfalto y esta aumenta proporcionalmente a la velocidad; la segunda es la aceleración del motor

³⁶ Ibid., p. 8

³⁷ http://www.idhbogota.pnud.org.co/joomla/index.php?option=com_content&task=view&id=219&Itemid=2

por el aumento de velocidad y revoluciones de este. A esto se le debe sumar los factores como el tamaño de los vehículos, con el cual se aumenta la cantidad de ruedas, tubos de escape manipulados para generar más ruido, y los pitos, las sirenas y bocinas.

El incremento de la circulación de motos ha sido notable, pero la gran mayoría son muy ruidosas, lo que contribuye más a la contaminación auditiva

5. DESARROLLO INGENIERIL

Para dar soluciones al problema de ruido ambiental de la actualidad, es necesario determinar cuál es la fuente problema, que es la que en realidad está contribuyendo a este.

Debemos comenzar por reconocer al ruido como un problema crítico que los ciudadanos tienen actualmente. Por eso es bastante importante generar un impacto social para que las personas sean conscientes de la realidad que contempla la contaminación auditiva y que es necesario para tomar medidas frente a esta situación ya que se ha demostrado las consecuencias que genera el ruido en los seres humano, según la OMS.

Para tomar estas medidas, el ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial generó la resolución 0627 del 7 de abril de 2006, con el objeto de que todos los municipios que tenga poblaciones mayores a 100.000 habitantes tracen su mapa de ruido. En este se debe informar los niveles de presión sonora a los que está sometida la población a fin de tomar las medidas necesarias para mitigar la polución acústica.

Para realizar un control de ruido acústico es indispensable detectar y conocer que es lo que está generando ese ruido, dar las pautas necesarias y específicas para una solución.

El desarrollo de este trabajo se enfocó hacia una fuente de ruido ambiental muy importante tal como el tráfico rodado, el que hemos dividido en dos grandes

grupos que han generado controversia: los vehículos particulares y el transporte público, a fin de determinar cuál de los dos es el que más contribuye al ruido ambiental.

Con el proyecto “Análisis del aporte al ruido ambiental emitido por los vehículos particulares” se determinó que el problema frente al ruido no es el vehículo particular pero si el transporte público y el tráfico pesado, ya que el primero no es un aportante mayoritario como si los es, en gran medida, el segundo. La disminución que genero la no circulación de los vehículos particulares fue del 1% en comparación con el resto de los demás días.

Los niveles de ruido del el sector donde se efectuó la medición están en un promedio de 79,6 dB(A), en la resolución 0627 catalogan esta zona dentro del sector C. Ruido Intermedio Restringido, según se encuentra la tabla 2 del artículo 17, Capítulo III. En esta se establece los estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental, expresados en decibeles dB(A), para cada subsector.

El subsector en el que clasifica el lugar de medición es el de zonas con otros usos relacionados y allí se establece que los Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental es de 80 dB(A) en el día y 70 dB(A) en la noche, lo que indica que el nivel de ruido en este sector está en un promedio sobre el límite máximo permisible, superándolo muchas veces como se pudo apreciar en las mediciones realizadas.

En vista de que los vehículos particulares no son los principales aportantes al ruido ambiental se debe optar por otra medida para su moderación diferente al día sin carro, dado que esta medida no colabora a la mitigación de la contaminación auditiva.

En base a lo expuesto se propone lo siguiente:

1. Desarrollar normas estrictas de ruido vehicular para mediciones de ruido estático y dinámico y así controlar las emisiones de los vehículos que compone el parque automotor.
2. Implementar tablas de niveles máximos permitidos para todo tipo de vehículo por características, capacidad, peso, destino y año de fabricación.
3. Establecer la medición anual obligatoria de todo el parque automotor.
4. Realizar un reemplazo y/o recambios de los vehículos de transporte antiguos, obsoletos y/o deteriorados.
5. Instaurar sanciones severas por el uso e instalación indebida de los tubos de gases de escape.
6. Realizar una reglamentación sobre niveles máximos admisibles de pitos, bocinas y sirenas.

6. CONCLUSIONES

Durante el tiempo que se realizaron las mediciones se determinó que el nivel de ruido de los diferentes días de la semana (de lunes a sábado) tienen variaciones mínimas, el promedio del $LeqA$ en los diferentes días de la semana es de 79,6 dB(A), lo que indica que el ruido en el sector de la Avenida 68 con Américas genera un comportamiento similar en cualquier día de la semana, puesto que la variación entre días está entre $\pm 0,1$ dB(A).

El aporte de los vehículos particulares en las mediciones de un día normal frente al día sin carro, es mínimo; en base al análisis estadístico se determinó que durante la jornada disminuyó el ruido en un promedio de 1 dB (A), lo que indica que los vehículos particulares no son el problema de la contaminación auditiva, sino lo es el transporte público, por lo cual se deben pensar en otras medidas contra el ruido y generar una mejor salud auditiva.

El día sin carro, contribuye más a la movilidad de la ciudad y a la calidad del aire, que a la contaminación ambiental auditiva, puesto que el transporte público es el mayor generador de ruido, según el análisis realizado en este proyecto, siendo este el que circula durante esta jornada.

La jornada del día sin carro no es significativa para la disminución del ruido, razón por la cual no funciona exitosamente para este fin.

El real aporte de los vehículos particulares hacia el ruido es el que genera por velocidad, rodadura de neumáticos y la fricción de estos contra el pavimento.

Los vehículos pesados son los mayores aportantes al ruido ambiental. El ruido que estos generan de manera significativa está conformado por un grupo dentro de ellos está el ruido por propulsión, ruido del motor, frenos de aire y sirenas.

El tipo de pavimento es importante para la generación de ruido por fricción de rodadura por neumáticos, es preferible que todos sean es asfalto, puesto que es una material poroso y absorbente. También influye el peso del vehículo, siendo este proporcional al ruido.

Las normativas y compendios internacionales son de gran ayuda para la realización de medidas y estudios sobre ruido ambiental en nuestro país, generando una mayor confianza ya que la mayoría de estos países son desarrollados y tienen varios años de experiencia abordando el tema de ruido.

Las motos generan una gran cantidad de ruido, convirtiéndolas en grandes aportantes a la contaminación auditiva en conjunto con el transporte público.

Las normas ICONTEC 3520, 3521 y 3522 para ruido ambiental no son muy explícitas, para soportar metodologías de medición de diversos estudios de contaminación auditiva ambiental, aunque son textualmente idénticas a las ISO 1996.

7. RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar este tipo de mediciones en los diferentes sectores de Bogotá, ya que para el caso de este proyecto solo se realizó en un tramo de la zona de Puente Aranda, como plan piloto. Como resultado se obtendría los puntos críticos de la ciudad en cuanto al ruido ambiental generado en su gran mayoría por el flujo vehicular, para ello es necesario aplicar esta metodología de en las principales vías.
- ✓ Desarrollar mediciones comparativas anualmente para establecer corredores viales con límites permisibles para la salud auditiva de las personas.
- ✓ Realizar estudios previos como este antes tomar medidas para la mitigación del ruido, determinado así una solución adecuada.
- ✓ Realizar mapas de ruido por localidades, para contribuir de una mejor manera al el trazado del mapa de ruido de la ciudad de Bogotá.
- ✓ Crear un semillero de investigación integral en el programa de Ingeniería de Sonido, para la realización de Investigación y estudios, brindando la confiabilidad y el soporte para las entidades públicas y privadas en la elaboración de proyectos y normas.
- ✓ Adquisición de equipos para la medición de factores climáticos por parte del programa de Ingeniería de Sonido y la Universidad de San Buenaventura , ya que los datos climáticos manejados en el proyecto no fueron tomados si no son un promedio del día y tomados del puesto de monitoreo del aeropuerto El Dorado, lo cual puede generar un margen de error.

- ✓ Desarrollar proyectos para incrementar la salud auditiva de las personas, generando el conocimiento adecuado en los ciudadanos sobre los efectos fisiológicos que genera el ruido.
- ✓ Generar otras alternativas para la mitigación de ruido diferentes a la del día sin carro, ya que la contribución de esta jornada es mínima frente al problema de ruido que estamos tratando en la actualidad.
- ✓ Hacer una medición como la que se sugirió en este proyecto sin la presencia de vehículos de transporte público, específicamente de los buses, busetas, ejecutivos, colectivos y camiones.

LISTA DE TABLAS

Pág

Tabla 1. Niveles de Ruido Máximo (OMS).....	34
Tabla 2. Factores climáticos Enero 30.....	50
Tabla 3. Niveles por banda de Frecuencia para 0 metros.....	51
Tabla 4. Niveles en 0 metros.....	51
Tabla 5. Niveles por banda de Frecuencia para 50 metros.....	52
Tabla 6. Niveles en 50 metros.....	52
Tabla 7. Niveles por banda de Frecuencia para 100 metros.....	52
Tabla 8. Niveles en 100 metros.....	52
Tabla 9. Niveles por banda de Frecuencia para 150 metros.....	53
Tabla 10. Niveles en 150 metros.....	53
Tabla 11. Niveles por banda de Frecuencia para 200 metros.....	54
Tabla 12. Niveles en 200 metros.....	54
Tabla 13. Niveles por banda de Frecuencia para 250 metros.....	55
Tabla 14. Niveles en 250 metros.....	55
Tabla 15. Niveles por banda de Frecuencia para 300 metros.....	56
Tabla 16. Niveles en 300 metros.....	56
Tabla 17. Niveles por banda de Frecuencia para 350 metros.....	57
Tabla 18. Niveles en 350 metros.....	57
Tabla 19. Niveles por banda de Frecuencia para 400 metros.....	58
Tabla 20. Niveles en 400 metros.....	58
Tabla 21. Niveles por banda de Frecuencia para 450 metros.....	59
Tabla 22. Niveles en 450 metros.....	59
Tabla 23. Niveles por banda de Frecuencia para 500 metros.....	60

Tabla 24. Niveles en 500 metros.....	60
Tabla 25. Niveles por banda de Frecuencia para 550 metros.....	61
Tabla 26. Niveles en 550 metros.....	61
Tabla 27. Niveles por banda de Frecuencia para 600 metros.....	62
Tabla 28. Niveles en 600 metros.....	62
Tabla 29. Niveles por banda de Frecuencia para 650 metros.....	62
Tabla 30. Niveles en 650 metros.....	62
Tabla 31. Niveles por banda de Frecuencia para 700 metros.....	62
Tabla 32. Niveles en 700 metros.....	62
Tabla 33. Niveles por banda de Frecuencia para 750 metros.....	62
Tabla 34. Niveles en 750 metros.....	62
Tabla 35. Niveles por banda de Frecuencia para 800 metros.....	62
Tabla 36. Niveles en 800 metros.....	62
Tabla 37. Niveles por banda de Frecuencia para 850 metros.....	62
Tabla 38. Niveles en 850 metros.....	62
Tabla 39. Niveles por banda de Frecuencia para 900 metros.....	62
Tabla 40. Niveles en 900 metros.....	62
Tabla 41. Factores climáticos Enero 31.....	62
Tabla 42. Niveles por banda de Frecuencia para 0 metros.....	62
Tabla 43. Niveles en 0 metros.....	62
Tabla 44. Niveles por banda de Frecuencia para 50 metros.....	62
Tabla 45. Niveles en 50 metros.....	62
Tabla 46. Niveles por banda de Frecuencia para 100 metros.....	62
Tabla 47. Niveles en 100 metros.....	62
Tabla 48. Niveles por banda de Frecuencia para 150 metros.....	62
Tabla 49. Niveles en 150 metros.....	62
Tabla 50. Niveles por banda de Frecuencia para 200 metros.....	62
Tabla 51. Niveles en 200 metros.....	62
Tabla 52. Niveles por banda de Frecuencia para 250 metros.....	62
Tabla 53. Niveles en 250 metros.....	62

Tabla 54. Niveles por banda de Frecuencia para 300 metros.....	62
Tabla 55. Niveles en 300 metros.....	62
Tabla 56. Niveles por banda de Frecuencia para 350 metros.....	62
Tabla 57. Niveles en 350 metros.....	62
Tabla 58. Niveles por banda de Frecuencia para 400 metros.....	62
Tabla 59. Niveles en 400 metros.....	62
Tabla 60. Niveles por banda de Frecuencia para 450 metros.....	62
Tabla 61. Niveles en 450 metros.....	62
Tabla 62. Niveles por banda de Frecuencia para 500 metros.....	62
Tabla 63. Niveles en 500 metros.....	62
Tabla 64. Niveles por banda de Frecuencia para 550 metros.....	62
Tabla 65. Niveles en 550 metros.....	62
Tabla 66. Niveles por banda de Frecuencia para 600 metros.....	62
Tabla 67. Niveles en 600 metros.....	62
Tabla 68. Niveles por banda de Frecuencia para 650 metros.....	62
Tabla 69. Niveles en 650 metros.....	62
Tabla 70. Niveles por banda de Frecuencia para 700 metros.....	62
Tabla 71. Niveles en 700 metros.....	62
Tabla 72. Niveles por banda de Frecuencia para 750 metros.....	62
Tabla 73. Niveles en 750 metros.....	62
Tabla 74. Niveles por banda de Frecuencia para 800 metros.....	62
Tabla 75. Niveles en 800 metros.....	62
Tabla 76. Niveles por banda de Frecuencia para 850 metros.....	62
Tabla 77. Niveles en 850 metros.....	62
Tabla 78. Niveles por banda de Frecuencia para 900 metros.....	62
Tabla 79. Niveles en 900 metros.....	62
Tabla 80. Factores climáticos Febrero 1.....	96
Tabla 81. Niveles por banda de Frecuencia, primera medición.....	62
Tabla 82. Niveles Sonoros primera medición.....	62
Tabla 83. Clasificación de Vehículos, primera medición.....	62

Tabla 84. Niveles por banda de Frecuencia, segunda medición.....	62
Tabla 85. Niveles Sonoros segunda medición.....	62
Tabla 86. Clasificación de Vehículos, segunda medición.....	62
Tabla 87. Niveles por banda de Frecuencia, tercera medición.....	62
Tabla 88. Niveles Sonoros tercera medición.....	62
Tabla 89. Clasificación de Vehículos, tercera medición.....	62
Tabla 90. Niveles por banda de Frecuencia, cuarta medición.....	62
Tabla 91. Niveles Sonoros cuarta medición.....	62
Tabla 92. Clasificación de Vehículos, cuarta medición.....	62
Tabla 93. Niveles por banda de Frecuencia, quinta medición.....	62
Tabla 94. Niveles Sonoros quinta medición.....	62
Tabla 95. Clasificación de Vehículos, quinta medición.....	62
Tabla 96. Niveles por banda de Frecuencia, sexta medición.....	62
Tabla 97. Niveles Sonoros, sexta medición.....	62
Tabla 98. Clasificación de Vehículos, sexta medición.....	62
Tabla 99. Niveles por banda de Frecuencia, séptima medición.....	62
Tabla 100. Niveles Sonoros, séptima medición.....	62
Tabla 101. Clasificación de Vehículos, séptima medición.....	62
Tabla 102. Niveles por banda de Frecuencia, octava medición.....	62
Tabla 103. Niveles Sonoros, octava medición.....	62
Tabla 104. Clasificación de Vehículos, octava medición.....	62
Tabla 105. Niveles por banda de Frecuencia, novena medición.....	62
Tabla 106. Niveles Sonoros, novena medición.....	62
Tabla 107. Clasificación de Vehículos, novena medición.....	62
Tabla 108. Niveles por banda de Frecuencia, décima medición.....	62
Tabla 109. Niveles Sonoros, décima medición.....	62
Tabla 110. Clasificación de Vehículos, décima medición.....	62
Tabla 111. Niveles por banda de Frecuencia, décima primera medición....	62
Tabla 112. Niveles Sonoros, décima primera medición.....	62
Tabla 113. Clasificación de Vehículos, décima primera medición.....	62

Tabla 114. Niveles por banda de Frecuencia, décima segunda medición...	62
Tabla 115. Niveles Sonoros, décima segunda medición.....	62
Tabla 116. Clasificación de Vehículos, décima segunda medición.....	62
Tabla 117. Niveles por banda de Frecuencia, décima tercera medición.....	62
Tabla 118. Niveles Sonoros, décima tercera medición.....	62
Tabla 119. Clasificación de Vehículos, décima tercera medición.....	62
Tabla 120. Niveles por banda de Frecuencia, décima cuarta medición.....	62
Tabla 121. Niveles Sonoros, décima cuarta medición.....	62
Tabla 122. Clasificación de Vehículos, décima cuarta medición.....	62
Tabla 123. Niveles por banda de Frecuencia, décima quinta medición.....	62
Tabla 124. Niveles Sonoros, décima quinta medición.....	62
Tabla 125. Clasificación de Vehículos, décima quinta medición.....	62
Tabla 126. Niveles por banda de Frecuencia, sexta quinta medición.....	62
Tabla 127. Niveles Sonoros, décima sexta medición.....	62
Tabla 128. Clasificación de Vehículos, décima sexta medición.....	62
Tabla 129. Factores climáticos Marzo1.....	62
Tabla 130. Niveles por banda de Frecuencia, primera medición.....	62
Tabla 131. Niveles Sonoros, primera medición.....	62
Tabla 132. Clasificación de Vehículos, primera medición.....	62
Tabla 133. Niveles por banda de Frecuencia, segunda medición.....	62
Tabla 134. Niveles Sonoros, segunda medición.....	62
Tabla 135. Clasificación de Vehículos, segunda medición.....	62
Tabla 136. Niveles por banda de Frecuencia, tercera medición.....	62
Tabla 137. Niveles Sonoros, tercera medición.....	62
Tabla 138. Clasificación de Vehículos, tercera medición.....	62
Tabla 139. Niveles por banda de Frecuencia, cuarta medición.....	62
Tabla 140. Niveles Sonoros, cuarta medición.....	62
Tabla 141. Clasificación de Vehículos, cuarta medición.....	62
Tabla 142. Niveles por banda de Frecuencia, quinta medición.....	62
Tabla 143. Niveles Sonoros, quinta medición.....	62

Tabla 144. Clasificación de Vehículos, quinta medición.....	62
Tabla 145. Niveles por banda de Frecuencia, sexta medición.....	62
Tabla 146. Niveles Sonoros, sexta medición.....	62
Tabla 147. Clasificación de Vehículos, sexta medición.....	62
Tabla 148. Niveles por banda de Frecuencia, séptima medición.....	62
Tabla 149. Niveles Sonoros, séptima medición.....	62
Tabla 150. Clasificación de Vehículos, séptima medición.....	62
Tabla 151. Niveles por banda de Frecuencia, octava medición.....	62
Tabla 152. Niveles Sonoros, octava medición.....	62
Tabla 153. Clasificación de Vehículos, octava medición.....	62
Tabla 154. Niveles por banda de Frecuencia, novena medición.....	62
Tabla 155. Niveles Sonoros, novena medición.....	62
Tabla 156. Clasificación de Vehículos, novena medición.....	62
Tabla 157. Niveles por banda de Frecuencia, décima medición.....	62
Tabla 158. Niveles Sonoros, décima medición.....	62
Tabla 159. Clasificación de Vehículos, décima medición.....	62
Tabla 160. Niveles por banda de Frecuencia, décima primera medición....	62
Tabla 161. Niveles Sonoros, décima primera medición.....	62
Tabla 162. Clasificación de Vehículos, décima primera medición.....	62
Tabla 163. Niveles por banda de Frecuencia, décima segunda medición... 	62
Tabla 164. Niveles Sonoros, décima segunda medición.....	62
Tabla 165. Clasificación de Vehículos, décima segunda medición.....	62
Tabla 166. Niveles por banda de Frecuencia, décima tercera medición.....	62
Tabla 167. Niveles Sonoros, décima tercera medición.....	62
Tabla 168. Clasificación de Vehículos, décima tercera medición.....	62
Tabla 169. Niveles por banda de Frecuencia, décima cuarta medición.....	62
Tabla 170. Niveles Sonoros, décima cuarta medición.....	62
Tabla 171. Clasificación de Vehículos, décima cuarta medición.....	62
Tabla 172. Niveles por banda de Frecuencia, décima quinta medición.....	62
Tabla 173. Niveles Sonoros, décima quinta medición.....	62

Tabla 174. Clasificación de Vehículos, décima quinta medición.....	62
Tabla 175. Niveles por banda de Frecuencia, décima sexta medición.....	62
Tabla 176. Niveles Sonoros, décima sexta medición.....	62
Tabla 177. Clasificación de Vehículos, décima sexta medición.....	62
Tabla 178. Variables Estadísticas.....	62

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diagrama de Bloques con los principales componentes de los sonómetros.....	26
Figura 2. Curvas de Ponderación.....	29
Figura 3. Sector seleccionado para las mediciones.....	45
Figura 4. Mapa de las Localidades de Bogotá.....	46
Figura 5. Plano del lugar de medición. Selección y ubicación de puntos....	48
Figura 6. Punto seleccionado.....	49
Figura 7. Ubicación en el plano del punto seleccionado.....	49
Figura 8. Niveles de Bandas de Frecuencia.....	51
Figura 9. Niveles de Banda de Frecuencia.....	52
Figura 10. Niveles de Banda de Frecuencia.....	53
Figura 11. Niveles de Banda de Frecuencia.....	54
Figura 12. Niveles de Banda de Frecuencia.....	55
Figura 13. Niveles de Banda de Frecuencia.....	56
Figura 14. Niveles de Banda de Frecuencia.....	57
Figura 15. Niveles de Banda de Frecuencia.....	58
Figura 16. Niveles de Banda de Frecuencia.....	59
5954	
Figura 17. Niveles de Banda de Frecuencia.....	60
Figura 18. Niveles de Banda de Frecuencia.....	61
6155	

Figura 19. Niveles de Banda de Frecuencia.....	62
Figura 20. Niveles de Banda de Frecuencia.....	62
Figura 21. Niveles de Banda de Frecuencia.....	62
Figura 22. Niveles de Banda de Frecuencia.....	62
Figura 23. Niveles de Banda de Frecuencia.....	62
Figura 24. Niveles de Banda de Frecuencia.....	62
Figura 25. Niveles de Banda de Frecuencia.....	62
Figura 26. Niveles de Banda de Frecuencia.....	62
Figura 27. Niveles de Banda de Frecuencia.....	62
Figura 28. Niveles de Banda de Frecuencia.....	62
Figura 29. Niveles de Banda de Frecuencia.....	62
Figura 30. Niveles de Banda de Frecuencia.....	62
Figura 31. Niveles de Banda de Frecuencia.....	62
Figura 32. Niveles de Banda de Frecuencia.....	62
Figura 33. Niveles de Banda de Frecuencia.....	62
Figura 34. Niveles de Banda de Frecuencia.....	62
Figura 35. Niveles de Banda de Frecuencia.....	62
Figura 36. Niveles de Banda de Frecuencia.....	62
Figura 37 Niveles de Banda de Frecuencia.....	62
Figura 38. Niveles de Banda de Frecuencia.....	62
Figura 39. Niveles de Banda de Frecuencia.....	62
Figura 40. Niveles de Banda de Frecuencia.....	62
Figura 41. Niveles de Banda de Frecuencia.....	62
Figura 42. Niveles de Banda de Frecuencia.....	62
Figura 43. Niveles de Banda de Frecuencia.....	62
Figura 44. Niveles de Banda de Frecuencia.....	62
Figura 45. Niveles de Banda de Frecuencia.....	62
Figura 46. Niveles de Banda de Frecuencia.....	62
Figura 47. Flujo Vehicular, primera medición.....	62
Figura 48. Bandas de Frecuencia segunda Medición.....	62

Figura 49. Flujo Vehicular, segunda medición.....	62
Figura 50. Bandas de Frecuencia tercera Medición.....	62
Figura 51. Flujo Vehicular, tercera medición.....	62
Figura 52. Bandas de Frecuencia cuarta Medición.....	62
Figura 53. Flujo Vehicular, cuarta medición.....	62
Figura 54. Bandas de Frecuencia quinta Medición.....	62
Figura 55. Flujo Vehicular, quinta medición.....	62
Figura 56. Bandas de Frecuencia sexta Medición.....	62
Figura 57. Flujo Vehicular, sexta medición.....	62
Figura 58. Bandas de Frecuencia séptima Medición.....	62
Figura 59. Flujo Vehicular, séptima medición.....	62
Figura 60. Bandas de Frecuencia octava Medición.....	62
Figura 61. Flujo Vehicular, octava medición.....	62
Figura 62. Bandas de Frecuencia novena Medición.....	62
Figura 63. Flujo Vehicular, novena medición.....	62
Figura 64. Bandas de Frecuencia décima Medición.....	62
Figura 65. Flujo Vehicular, décima medición.....	62
Figura 66. Bandas de Frecuencia décima primera Medición.....	62
Figura 67. Flujo Vehicular, décima primera medición.....	62
Figura 68. Bandas de Frecuencia décima segunda Medición.....	62
Figura 69. Flujo Vehicular, décima segunda medición.....	62
Figura 70. Bandas de Frecuencia décima tercera Medición.....	62
Figura 71. Flujo Vehicular, décima tercera medición.....	62
Figura 72. Bandas de Frecuencia décima cuarta Medición.....	62
Figura 73. Flujo Vehicular, décima cuarta medición.....	62
Figura 74. Bandas de Frecuencia décima quinta Medición.....	62
Figura 75. Flujo Vehicular, décima quinta medición.....	62
Figura 76. Bandas de Frecuencia décima sexta Medición.....	62
Figura 77. Flujo Vehicular, décima sexta medición.....	62
Figura 78. Comportamiento del Ruido en el “Día sin Carro”.....	62

Figura 79. Comportamiento del flujo vehicular en el “Día sin Carro”.....	62
Figura 80. Bandas de Frecuencia primera Medición.....	62
Figura 81. Flujo Vehicular, primera medición.....	62
Figura 82. Bandas de Frecuencia segunda Medición.....	62
Figura 83. Flujo Vehicular, segunda medición.....	62
Figura 84. Bandas de Frecuencia tercera Medición.....	62
Figura 85. Flujo Vehicular, tercera medición.....	62
Figura 86. Bandas de Frecuencia cuarta a Medición.....	62
Figura 87. Flujo Vehicular, cuarta medición.....	62
Figura 88. Bandas de Frecuencia quinta a Medición.....	62
Figura 89. Flujo Vehicular, quinta medición.....	62
Figura 90. Bandas de Frecuencia sexta a Medición.....	62
Figura 91. Flujo Vehicular, sexta medición.....	62
Figura 92. Bandas de Frecuencia séptima a Medición.....	62
Figura 93. Flujo Vehicular, séptima medición.....	62
Figura 94. Bandas de Frecuencia octava a Medición.....	62
Figura 95. Flujo Vehicular, octava medición.....	62
Figura 96. Bandas de Frecuencia novena Medición.....	62
Figura 97. Flujo Vehicular, novena medición.....	62
Figura 98. Bandas de Frecuencia décima Medición.....	62
Figura 99. Flujo Vehicular, décima medición.....	62
Figura 100. Bandas de Frecuencia décima primera Medición.....	62
Figura 101. Flujo Vehicular, décima primera medición.....	62
Figura 102. Bandas de Frecuencia décima segunda Medición.....	62
Figura 103. Flujo Vehicular, décima segunda medición.....	62
Figura 104. Bandas de Frecuencia décima tercera Medición.....	62
Figura 105. Flujo Vehicular, décima tercera medición.....	62
Figura 106. Bandas de Frecuencia décima cuarta Medición.....	62
Figura 107. Flujo Vehicular, décima cuarta medición.....	62
Figura 108. Bandas de Frecuencia décima quinta Medición.....	62

Figura 109. Flujo Vehicular, décima quinta medición.....	62
Figura 110. Bandas de Frecuencia décima sexta Medición.....	62
Figura 111. Flujo Vehicular, décima sexta medición.....	62
Figura 112. Comportamiento del ruido.....	62
Figura 113. Comportamiento del Flujo Vehicular.....	62
Figura 114a. Comparación entre el día sin carro y el día normal.....	62
Figura 114b. Comparación entre el día sin carro y el día normal.....	62
Figura 115. Esquema de los niveles un día normal y en el día sin carro....	62
Figura 116. Informe Día sin Carro 2007.....	62
Figura 117. Informe Día sin Carro 2007.....	62

BIBLIOGRAFIA

Harris, Cyril M. 1998. Manual de Medidas Acústicas y Control de Ruido (3ª. Ed.). McGraw – Hill/ Interamericana de España S. A
Madrid, España

Recuero, López Manuel. 1999. Ingeniería Acústica. CD- ROOM.
Madrid, España

Rejano, de la Rosa Manuel. 2000. Ruido Industrial y Urbano. Editorial Paraninfo
Barcelona, España

Viro, E. Gabriel, Bonello Oscar J., Gavinowich Daniel, Ruffa Francisco. 2002. Protocolo de Medición Para Trazado de Mapas de Ruido Normalizado. LACEAC.
Universidad de Buenos Aires.

Resolución 0627 del 7 de abril del 2006, por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

RAMIREZ, Carlos Andrés. Rincón, Raúl Enrique. 2005. Metodología de Medición de Ruido para Bogotá D. C. Universidad de San Buenaventura, Bogotá.

PIÑEROS, Camilo Andrés. CASTRO, Michael Erick. 2005. Medición y Evaluación de Ruido de la Zona Residencial Aledaña a la Carrera 68 entre calles 68 y 80. Universidad de San Buenaventura, Bogotá.

Ruffa, Francisco. Memorias de Medición y Control III, Capítulos 4 al 7.

Miyara, Federico. Ruido Urbano: tránsito, industria y esparcimiento. DINAMA – Facultad de Ingeniería. Uruguay.

Berlung, Birgitta, Lindvall Thomas, Schwela Dietrich H. 1999. Guías Para el Ruido Urbano. Organización mundial de la Salud. Ginebra

Recuero, Manuel. Mínguez Antonio, Gil Constantino, Cutanda Vicente. 1998. Noise map of the Madrid region.

Convenio IMFIA – IMM. 1999. Mapa Acústico de Montevideo

Amadasi, G. 2000. Gli Errori Nella Misura del Rumore Ambientale

Reglamento de la confederación suiza sobre la protección contra el ruido. 1996

ISO 1996-1. Acoustics. Descript measurement and assessment of environmental noise.

ISO 1996-1. Acoustics. Basic quantities and assessment procedures.

Norma Técnica Icontec NTC 3428. 1992. Acústica, sonómetros (Medidores de la Intensidad del Sonido)

Norma Técnica Icontec NTC 3520. 1993. Acústica. Descripción y Medición del Ruido Ambiental. Obtención de datos relativos al uso en campo.

Norma Técnica Icontec NTC 3521. 1993. Acústica. Descripción y Medición del Ruido Ambiental. Aplicación de los límites del ruido.

Norma Técnica Icontec NTC 3521. 1993. Acústica. Descripción y Medición del Ruido Ambiental. Cantidades básicas y procedimientos.

DIRECTIVA 2002/49/CE del parlamento europeo y del consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.

Referencias de las páginas Web

<http://ambiente.cl/normas/acustica.htm> [Consulta: 28 de Septiembre de 2006]

www.dam.gov.co/ruido [Consulta: 10 de Agosto de 2006]

www.bicibogota.com [Consulta: 14 de Agosto de 2006]

[www.ruidos.org/Lucha contra el Ruido_ Libro Verde de la Comisión Europea.htm](http://www.ruidos.org/Lucha%20contra%20el%20Ruido_Libro%20Verde%20de%20la%20Comisi%C3%B3n%20Europea.htm)
[Consulta: 16 de Agosto de 2006]

<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=6305> [Consulta: 20 de Septiembre de 2006]

<http://www.eppm.com/epmcom/contenido/acercade/normatividad/index.htm>
[Consulta: 20 de Septiembre de 2006]

http://www.ruidos.org/Normas/Eur_32002L0049.html [Consulta: 20 de Septiembre de 2006]

<http://www.icontec.org.co/catalogo/actualizacion.pdf#search=%22NTC%203428%22> [Consulta: 20 de Septiembre de 2006]

http://72.14.205.104/search?q=cache:glOjZ6_frz8J:www.andi.com.co/dependencias/ambiental/Normatividad/Proyectos%2520normativos%25202006/Resoluciones/Resolucion%2520ruido%2520enero%252024.doc+NTC+3428&hl=es&gl=co&ct=clnk&cd=1 [Consulta: 20 de Septiembre de 2006]

[www.ruidos.org/Directiva 2002-49-CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.html](http://www.ruidos.org/Directiva%202002-49-CE%20sobre%20evaluaci%C3%B3n%20y%20gesti%C3%B3n%20del%20ruido%20ambiental.html) [Consulta: 20 de Septiembre de 2006]

http://news.bbc.co.uk/1/hi/spanish/forums/newsid_3927000/3927445.stm [Consulta: 30 de Septiembre de 2006]

<http://www.conama.cl/Portal/1255/article-26278.html> [Consulta: 8 de Octubre de 2006]

<http://www.unex.es/sociolog/mas/alumnos/ruido/index.html> [Consulta: 8 de Octubre de 2006]

<http://www.monografias.com/trabajos/contamacus/contamacus.shtml> [Consulta: 8 de Octubre de 2006]

<http://iessuel.org/salud/contacu.htm> [Consulta: 8 de Octubre de 2006]

<http://waste.ideal.es/acustica.htm> [Consulta: 19 de Octubre de 2006]

<http://www.fim.utp.ac.pa/Revista/vol4/Corrales.html> [Consulta: 19 de Octubre de 2006]

<http://www.todoelderecho.com/Apuntes/Ambiental/Apuntes/CONTAMINACION%20SONORA.htm> [Consulta: 19 de Octubre de 2006]

http://www.prosoc.df.gob.mx/lauidade/numero_36/reportaje.html [Consulta: 25 de Octubre de 2006]

<http://www.menosruido.com/menu.htm> [Consulta: 26 de Octubre de 2006]

<http://www.ruidos.org/> [Consulta: 30 de Octubre de 2006]

<http://revista.consumer.es/web/es/19990401/medioambiente/> [Consulta: 2 de Noviembre de 2006]

Municipalidad metropolitana de lima. Día mundial de la descontaminación acústica. Capcha Mendoza, Roberto Carlos. 12 de Junio Lima –Perú.

<http://www.munlima.gob.pe/direcciones/Web%20Dia%20Ruido/ruidolima.htm>
[Consulta: 2 de Noviembre de 2006]

http://www.webmanager.cl/prontus_cea/cea_1998/site/asocfile/ASOCFILE120030403115940.pdf [Consulta: 2 de Noviembre de 2006]

http://www.gencat.net/mediamb/cast/aire/e_acustica.htm [Consulta: 2 de Noviembre de 2006]

