

OBJETO CONTRACTUAL. “ELABORAR LOS MAPAS DE RUIDO DE LA ZONA URBANA DE LOS MUNICIPIOS DE TUNJA Y SOGAMOSO SIGUIENDO LOS LINEAMIENTOS ESTABLECIDOS EN LA RESOLUCIÓN 0627/06 DEL MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL”

FECHA Y NUMERO DE CONTRATO. Contrato de consultoría no. 2010001 de 28 de Octubre de 2010

TITULO. ELABORACIÓN DEL MAPA DE RUIDO DE LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE TUNJA.

DEPENDENCIA. Corporación Autónoma Regional De Boyacá
-CORPOBOYACÁ-

CONTRATISTA. Fundación Sin Ánimo De Lucro Ecológica -FULECOL-


INVESTIGACIÓN Y ASESORÍA
NIT: 9002195695

OBJETO CONTRACTUAL. “ELABORAR LOS MAPAS DE RUIDO DE LA ZONA URBANA DE LOS MUNICIPIOS DE TUNJA Y SOGAMOSO SIGUIENDO LOS LINEAMIENTOS ESTABLECIDOS EN LA RESOLUCIÓN 0627/06 DEL MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL”

FECHA Y NUMERO DE CONTRATO. Contrato de consultoría no. 2010001 de 28 de Octubre de 2010

TITULO. ELABORACIÓN DEL MAPA DE RUIDO DE LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE TUNJA.

DEPENDENCIA. Corporación Autónoma Regional De Boyacá
-CORPOBOYACÁ-

CONTRATISTA. Fundación Sin Ánimo De Lucro Ecológica -FULECOL-



TABLA DE CONTENIDO

1. GLOSARIO.....	9
2. RESUMEN EJECUTIVO	11
3. INTRODUCCIÓN.....	13
4. OBJETIVOS	14
4.1 OBJETIVO GENERAL	14
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
5. ANTECEDENTES	15
5.1 MAPAS DE RUIDO EN COLOMBIA	15
5.1.1 Mapas de ruido en el Valle de Aburrá.....	15
5.1.2 Mapa de ruido en La Guajira.....	17
5.1.3 Mapa de ruido en Bogotá.....	18
5.2 MAPAS DE RUIDO EN LATINOAMÉRICA.....	19
5.2.1 Mapa de ruido en Puerto Montt (Chile).....	19
5.2.2 Mapa de ruido en la zona centro de Guadalajara (México).	19
5.2.3 Mapa de ruido ambiental en Buenos Aires (Argentina).	20
5.3 MAPAS DE RUIDO EN ESTADOS UNIDOS Y EUROPA	21
5.3.1 Mapa de ruido de San Francisco.	21
5.3.2 Mapa de ruido en Cambridge City.	21
5.3.3 Mapa de ruido en Berlín.....	22
5.3.4 Mapa de ruido en Birmingham City.....	22
5.3.5 Mapa de ruido en Dublín.....	23
5.3.6 Mapa de ruido en Londres	23
5.3.7 Mapa de ruido de Estocolmo	24
5.3.8 Mapa de ruido en Viena	24
5.3.9 Mapa de ruido en Madrid	25
6. MARCO LEGAL.....	26
6.1 NORMATIVIDAD A NIVEL NACIONAL.....	26
6.2 NORMATIVIDAD A NIVEL INTERNACIONAL.....	28
7. MARCO TEÓRICO.....	31
7.1 GENERALIDADES DE ACÚSTICA.....	31
7.1.1 Características de una onda	32
7.1.2 Fenómenos de propagación del sonido	32
7.1.3 Cualidades del sonido.....	33
7.1.4 Percepción del sonido.....	34
7.2 EQUIPOS DE MEDICION DE RUIDO	34
7.3 VÍAS DE PROPAGACIÓN	36
7.4 EFECTOS DEL RUIDO EN LA SALUD HUMANA.....	36
7.4.1 Trastornos del sueño.	37
7.4.2 Efectos sobre las funciones fisiológicas.....	38
7.4.3 Interferencia con la comunicación oral.....	38

7.4.4	Efectos sobre la audición.....	39
7.4.5	Niveles de exposición al ruido máximos recomendados.....	39
7.5	AISLAMIENTO, APANTALLAMIENTO Y SILENCIADORES.....	41
7.5.1	Aislamiento y acondicionamiento acústico.....	41
7.5.2	Pantallas acústicas.....	41
7.5.3	Silenciadores.....	42
8.	METODOLOGÍA.....	43
8.1	ETAPA 1: RECONOCIMIENTO INICIAL Y ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO.....	46
8.2	ETAPA 2: DEFINIR LOS SITIOS DE MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL.....	46
8.3	ETAPA 3: MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL.....	47
8.4	ETAPA 4: DESCRIBIR LA INFORMACIÓN OBTENIDA DE CAMPO.....	47
8.5	ETAPA 5: REALIZAR LOS MAPAS DE RUIDO DE LAS ZONAS URBANAS DE SOGAMOSO Y TUNJA.....	47
8.6	ETAPA 6: DIVULGACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.....	48
8.7	ETAPA 7: ELABORACIÓN DEL INFORME FINAL.....	48
9.	ETAPA 1 Y 2: RECONOCIMIENTO INICIAL, ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO Y DEFINICIÓN DE LOS SITIOS DE MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL.....	49
9.1	CARACTERIZACIÓN DEL MUNICIPIO.....	49
9.1.1	LOCALIZACIÓN.....	49
9.1.2	GEOMORFOLOGÍA.....	49
9.1.3	CLIMATOLOGÍA.....	51
9.1.4	DEMOGRAFÍA.....	55
9.1.5	ECONOMÍA.....	56
9.2	PLANEACIÓN DEL TRABAJO EN CAMPO.....	58
9.2.1	RECORRIDO INICIAL.....	58
9.2.2	DETERMINACIÓN DE PUNTOS DE MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL 59	
9.2.3	ORGANIZACIÓN DEL GRUPO DE TRABAJO.....	61
10.	ETAPA 3: MONITOREOS DE RUIDO AMBIENTAL.....	63
10.1.1	METODOLOGÍA PARA LOS MONITOREOS DE RUIDO AMBIENTAL.....	63
10.1.2	DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS DE MEDICIÓN.....	64
10.1.3	CÁLCULOS Y CORRECCIONES.....	66
11.	ETAPA 4: DESCRIBIR LA INFORMACIÓN OBTENIDA DE CAMPO.....	71
11.1	COMPORTAMIENTO SEMANAL DEL RUIDO AMBIENTAL.....	71
11.1.1	COMPORTAMIENTO DIURNO.....	71
11.1.2	COMPORTAMIENTO NOCTURNO.....	76
11.1.3	COMPARACIÓN CON LA NORMATIVIDAD.....	79
11.2	COMPORTAMIENTO DOMINICAL DE RUIDO AMBIENTAL.....	85
11.2.1	COMPORTAMIENTO DIURNO.....	85
11.2.2	COMPORTAMIENTO NOCTURNO.....	88
11.2.3	COMPARACIÓN CON LA NORMATIVIDAD.....	91

12. ETAPA 5: REALIZAR LOS MAPAS DE RUIDO DE LAS ZONAS URBANAS DE TUNJA.....	97
12.1 CARACTERÍSTICAS DEL SOFTWARE DE PREDICCIÓN DE RUIDO	97
12.1.1 GENERALIDADES DEL CADNAA.....	99
12.1.2 ESCENARIOS.....	101
12.1.3 ARCHIVOS QUE PERMITE IMPORTAR Y EXPORTAR	101
12.2 DATOS DE ENTRADA AL MODELO	102
12.2.1 EMISORES SUPERFICIALES.....	102
12.2.2 ANÁLISIS EMISORES SUPERFICIALES.....	104
12.2.3 AFOROS VEHICULARES.....	104
12.2.4 ALTURA DE EDIFICIOS	105
12.3 UTILIZACIÓN DEL SOFTWARE.....	107
12.3.1 Crear un nuevo proyecto.....	107
12.3.2 Importar área de cálculo	108
12.3.3 Importar receptores.....	109
12.3.4 Importar edificaciones.....	110
12.3.5 Añadir emisores superficiales	111
12.3.6 Importar carreteras.....	112
12.3.7 Importar topografía.....	113
12.3.8 Calcular receptores y malla.....	115
12.4 ANALISIS DE RESULTADOS MODELACIÓN.....	116
12.4.1 Mapa de ruido ambiental Semanal Diurno y Nocturno	116
12.4.2 Mapa de ruido ambiental Dominical Diurno y Nocturno	118
12.5 MAPAS DE CONFLICTO	119
12.5.1 Mapa de conflicto Semanal Diurno y Nocturno.....	119
12.5.2 Mapa de conflicto Dominical Diurno y Nocturno	121
12.6 VALIDACIÓN DEL MODELO	122
13. ETAPA 6: DIVULGACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.....	126
13.1 PLAN DE DESCONTAMINACIÓN POR RUIDO.....	126
13.1.1 INTRODUCCIÓN	126
13.1.2 OBJETIVOS.....	127
13.1.3 MARCO TEÓRICO	127
13.1.4 FORMULACIÓN DE LOS PROGRAMAS.....	129
13.1.5 PROGRAMAS DE DESCONTAMINACIÓN POR RUIDO	130
13.2 SOCIALIZACIÓN Y CAPACITACIÓN	136
14. CONCLUSIONES	138
15. RECOMENDACIONES.....	141
16. BIBLIOGRAFÍA.....	142

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Valores guía para el ruido urbano en ambientes específicos.....	40
Tabla 2. Precipitación media multianual estación U.P.T.C - Tunja.....	52
Tabla 3. Estación U.P.T.C – Tunja distribución de temperatura.....	52
Tabla 4. Humedad relativa.....	53
Tabla 5. Proyección de población 2008. Censo DANE 2005.....	55
Tabla 6. Población por edad y sexo. Censo DANE 2005.....	56
Tabla 7. Actividades Económicas. Censo 2005.....	56
Tabla 8. Tipo de Actividad Económica.....	57
Tabla 9. Producción Agrícola.....	58
Tabla 10. Ubicación de puntos de monitoreo Tunja.....	60
Tabla 11. Espectro de frecuencias en tercios de octava. Orientación Norte – Punto 1.....	69
Tabla 12. Corrección por tonalidad. Orientación Norte - Punto 1.....	69
Tabla 13. Resumen de resultados Leq y LLeq. Orientación Norte - Punto 1.....	69
Tabla 14. Resumen de resultados obtenidos. Punto 1, periodo diurno, orientación Norte	70
Tabla 15. Niveles de ruido equivalentes (LAeq) periodo semanal diurno.....	71
Tabla 16. Niveles de ruido equivalentes (LAeq) periodo semanal nocturno.....	76
Tabla 17. Sectores resolución 627/06 identificados en el municipio de Tunja.....	80
Tabla 18. Resumen resultados semanales.....	80
Tabla 19. Niveles de ruido equivalentes (LAeq) periodo festivos diurno.....	85
Tabla 20. Niveles de ruido equivalentes (LAeq) periodo festivo nocturno.....	88
Tabla 21. Resumen resultados festivos.....	91
Tabla 22. Diferentes software de predicción de ruido.....	99
Tabla 23. Resumen de resultados de emisor superficial.....	102
Tabla 24. Niveles corregidos de emisor superficial.....	103
Tabla 25. Diferencia niveles medidos y calculados periodo semanal.....	122
Tabla 26. Diferencia niveles medidos y calculados periodo dominical.....	124
Tabla 27. Programa 1. Educación Ambiental en la Comunidad.....	130
Tabla 28. Programa 2. Educación Ambiental en sector Comercial.....	131
Tabla 29. Programa 3. Control de ruido en vías.....	132
Tabla 30. Programa 4. Control de ruido en espacios públicos.....	133
Tabla 31. Programa 5. Control de ruido en sector industrial.....	134
Tabla 32. Programa 6. Coordinación Interinstitucional.....	135

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Normatividad a nivel nacional.....	26
Figura 2. Normatividad a nivel internacional.....	28
Figura 3. Etapas del contrato.....	43
Figura 4. Precipitación media multianual estación U.P.T.C municipio Tunja	52
Figura 5. Recorrido Inspección inicial Tunja.....	59
Figura 6. Capacitación grupo de trabajo.....	62
Figura 7. Equipo monitoreo ruido (Anemómetro y Sonómetro).....	64
Figura 8. Aforos vehiculares ciudad de Tunja	105
Figura 9. Distanciómetro empleado en la determinación de altura de edificios	106
Figura 10. Toma altura de edificios ciudad de Tunja.....	106
Figura 11. Algoritmo de utilización del CadnaA.....	107
Figura 12. Inicio del CadnaA	108
Figura 13. Importar área de cálculo de ArcGIS	108
Figura 14. Ventana con área de cálculo	109
Figura 15. Importar receptores de ArcGIS.....	109
Figura 16. Ventana con área de cálculo y receptores.	110
Figura 17. Importar edificios de ArcGIS.....	110
Figura 18. Ventana con los edificios, los receptores y el área de cálculo	111
Figura 19. Añadir emisores superficiales.....	111
Figura 20. Introducir características del espectro.....	112
Figura 21. Importar carreteras de ArcGIS	112
Figura 22. Ventana con la malla vial, los edificios, los receptores y el área de cálculo ...	113
Figura 23. Importar curvas de nivel de ArcGIS.....	113
Figura 24. Ajustar elevación del terreno a los objetos.....	114
Figura 25. Visualización en 3D de la topografía.....	114
Figura 26. Introducir apariencia de Malla	115
Figura 27. Calcular malla.....	115
Figura 28. Resultados obtenidos para el mapa de ruido	116
Figura 29. Socialización de resultados municipio de Tunja.....	136

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Histograma de los datos semanales diurnos	73
Gráfica 2. Gráfica Q-Q de los datos semanales diurnos	73
Gráfica 3. Histograma de los datos semanales nocturnos	77
Gráfica 4. Gráfica Q-Q de los datos semanales nocturnos	78
Gráfica 5. Diagrama de cajas para las mediciones semanales diurnas y nocturnas	81
Gráfica 6. Comportamiento ruido ambiental Sector B	82
Gráfica 7. Comportamiento ruido ambiental Sector C2	83
Gráfica 8. Comportamiento ruido ambiental Sector C3	84
Gráfica 9. Comportamiento ruido ambiental Sector C4	84
Gráfica 10. Histograma de los datos dominicales diurnos.....	86
Gráfica 11. Gráfica Q-Q de los datos dominicales diurnos.....	87
Gráfica 12. Histograma de los datos dominicales nocturnos.....	90
Gráfica 13. Gráfica Q-Q de los datos dominicales nocturnos.....	90
Gráfica 14. Diagrama de cajas mediciones Dominicales diurnas.....	92
Gráfica 15. Diagrama de cajas mediciones Dominicales nocturnas.....	93
Gráfica 16. Comportamiento ruido ambiental Sector B	94
Gráfica 17. Comportamiento ruido ambiental Sector C2	95
Gráfica 18. Comportamiento ruido ambiental Sector C3	96
Gráfica 19. Comportamiento ruido ambiental Sector C4	96

LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1. Mapa con grilla de ubicación puntos de monitoreo de Ruido Ambiental
- Anexo 2. Capacitación Técnicos de medición
- Anexo 3. Rutas establecidas para monitoreos de ruido ambiental
- Anexo 4. Certificados calibración de equipos
- Anexo 5. Hojas de cálculo correcciones Ruido Ambiental
- Anexo 6. Mapa homologado usos del suelo Resolución 627 de 2006
- Anexo 7. Emisores superficiales Tunja
- Anexo 8. Malla vial semanal y dominical diurno y nocturno
- Anexo 9. Mapa altura de edificios
- Anexo 10. Mapa de ruido ambiental semanal diurno
- Anexo 11. Mapa de ruido ambiental semanal nocturno
- Anexo 12. Mapa de ruido ambiental dominical diurno
- Anexo 13. Mapa de ruido ambiental dominical nocturno
- Anexo 14. Mapa de conflicto semanal diurno
- Anexo 15. Mapa de conflicto semanal nocturno
- Anexo 16. Mapa de conflicto dominical diurno
- Anexo 17. Mapa de conflicto dominical nocturno
- Anexo 18. Presentación final. Socialización resultados mapas de ruido ambiental
- Anexo 19. Lista de asistencia socialización municipio Tunja

1. GLOSARIO

- **CALIBRACIÓN:** Conjunto de operaciones que establecen, bajo condiciones especificadas, la relación entre los valores de magnitudes indicados por un instrumento o sistema de medición, o valores representados por una medida materializada o un material de referencia y los correspondientes valores reportados por patrones.
- **DECIBEL (dB):** Décima parte del Bel, razón de energía, potencia o intensidad que cumple con la siguiente expresión: $\text{Log } R=1\text{dB}/10$
- **EMISIÓN DE RUIDO:** Es la presión sonora que generada en cualesquiera condiciones, trasciende al medio ambiente o al espacio público.
- **Leq.- Nivel sonoro continuo equivalente,** es el nivel en dBA de un ruido constante hipotético correspondiente a la misma cantidad de energía acústica que el ruido real considerado, en un punto determinado durante un período de tiempo T.
- **MAPAS DE RUIDO:** Se entiende por mapa de ruido, la representación de los datos sobre una situación acústica existente o pronosticada en función de un indicador de ruido, en la que se indica la superación de un valor límite, el número de personas afectadas en una zona dada y el número de viviendas, centros educativos y hospitales expuestos a determinados valores de ese indicador en dicha zona.
- **NORMA DE EMISIÓN DE RUIDO:** Es el valor máximo permisible de presión sonora, definido para una fuente, por la autoridad ambiental competente, con el objeto de cumplir la norma de ruido ambiental.

- **PISTÓFONO:** Es una pequeña cavidad provista de un pistón con movimiento de vaivén y desplazamiento medible, que permite establecer una presión conocida en el interior de la cavidad. Generalmente utilizado para efectuar calibraciones de sonómetros.
- **SONÓMETRO:** Es un instrumento de medición de presión sonora, compuesto de micrófono, amplificador, filtros de ponderación e indicador de medida, destinado a la medida de niveles sonoros, siguiendo unas determinadas especificaciones.
- **TERCIOS DE OCTAVA:** Tercera parte de una banda de octava y grupo de frecuencias en torno a una banda central que cumplen la relación $f_2 = 2^{1/3} \times f_1$ y $f_c = (f_1 \times f_2)^{1/2}$ f_c son las frecuencias centrales, que toman valores normalizados según la Norma ISO-266-75.

2. RESUMEN EJECUTIVO

Tras la expedición de la Resolución 627 de 2006 por la cual se estableció la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental, se determinó la obligatoriedad de las autoridades ambientales de elaborar, revisar y actualizar los mapas de ruido en áreas de su jurisdicción donde la población sea mayor a (100.000) habitantes, con el fin de formular planes de acción encaminados a la adopción de medidas preventivas, correctivas y de seguimiento adecuadas para garantizar un ambiente libre de ruido a la población.

La Corporación Autónoma Regional de Boyacá (CORPOBOYACÁ) en su figura de autoridad ambiental del departamento de Boyacá, acatando lo estipulado en la Resolución 627 de 2006, inició a finales del año 2010, la elaboración de los mapas digitales de ruido ambiental en las áreas urbanas de los municipios de Tunja y Sogamoso fundado legalmente en el contrato CM 2010001 suscrito entre CORPOBOYACÁ y la Fundación sin Ánimo de Lucro Ecológica –FULECOL–.

Para el cumplimiento del objeto contractual se diseñó y presentó un plan operativo de trabajo que fue aprobado por el supervisor del contrato, donde se contemplaron las actividades requeridas en la elaboración de los mapas digitales de ruido ambiental de los municipios ya mencionados, las cuales fueron ejecutadas durante los meses de Diciembre de 2010 y Enero, Febrero, Marzo de 2011, generando como producto final un documento que consolida el desarrollo de las actividades que demanda el proyecto.

Para la elaboración del mapa de ruido ambiental del municipio de Tunja fue necesario recopilar información cartográfica (usos del suelo, malla vial, curvas de nivel, división de predios, manzanas) y de relación de quejas por ruido, definir y ubicar puntos de monitoreo en todo el perímetro urbano de la ciudad, determinar alturas de los principales edificios, realizar un inventario de emisores superficiales

como bares (mediante monitoreos de ruido de emisión) y vías de alto flujo vehicular (mediante aforos vehiculares). Para modelar el ruido en el municipio se utilizó un software especializado y reconocido a nivel internacional llamado CadnaA versión 4, el cual permite introducir los datos de entrada nombrados anteriormente y, mediante una base de cálculo compleja, arroja los resultados de ruido ambiental mediante líneas isófonas.

En el proceso de validación de los resultados arrojados por el modelo, se procedió a realizar monitoreos de ruido ambiental diurno y nocturno acorde con lo estipulado en la Resolución 627 de 2006, con el fin de comparar estadísticamente los resultados de presión sonora e identificar que tan cercano se encuentran los datos modelados con la realidad.

El mapa de ruido obtenido tras la modelación es una herramienta valiosa para formular el plan de acción, porque además de identificar zonas críticas es posible modelar escenarios distintos como trazado alternativo de vías, implementación de barreras acústicas o regulación de flujo vehicular.

3. INTRODUCCIÓN

La Corporación Autónoma Regional de Boyacá como autoridad ambiental y de acuerdo a lo señalado en el artículo 22 de la resolución 0627 de 2006 que establece la obligatoriedad de las Corporaciones Autónomas Regionales, las de Desarrollo sostenible y las autoridades ambientales a que se refiere el artículo 66 de la Ley 99 de 1993, y el artículo 13 de la Ley 768 de 2002, de elaborar, revisar y actualizar en los municipios de su jurisdicción con poblaciones mayores a 100.000 habitantes, mapas de ruido ambiental para aquellas áreas que hayan sido consideradas como prioritarias.

En virtud de lo anterior, la entidad consciente de su responsabilidad frente al tema, contrató la "Elaboración de los Mapas de ruido de los municipios de Tunja y Sogamoso" con el fin de brindar a la Entidad, a los entes territoriales y a los organismos de control, una herramienta básica para la toma de decisiones referentes a la organización del territorio, la definición de políticas y normas ambientales, al conocimiento de la problemática en materia de ruido ambiental y la aplicación de estrategias de prevención, vigilancia y control tanto para las zonas afectadas por ruido ambiental como para las que aún no lo están.

En el presente documento se exponen todas las actividades ejecutadas para obtener el mapa digital de ruido ambiental para un periodo diurno y nocturno en el Municipio de Tunja, con el fin de dar cumplimiento al objeto contractual del Contrato de Consultoría No. 2010001, suscrito entre la Corporación Autónoma Regional de Boyacá y la Fundación Sin Ánimo de Lucro Ecológica FULECOL.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Elaborar los mapas de ruido del área urbana de los Municipios de Tunja y Sogamoso, según los lineamientos establecidos en la Resolución 0627/06.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar los mapas de ruido de acuerdo con lo establecido en el Anexo 5 de la Resolución 0627/2006.
- Definir los sitios de monitoreo abarcando áreas en donde se hallen ubicados hospitales, bibliotecas, zonas residenciales, zonas industriales, zonas comerciales, zonas con usos institucionales y las demás definidas en la Resolución 0627/06.
- Determinar los niveles de ruido ambiental existentes en cada una de los puntos a monitorear en las zonas urbanas de los municipios de Tunja y Sogamoso.
- Definir las actividades de las diferentes zonas (Vías, edificaciones, industrias, establecimientos comerciales y otros), cambios en el uso del suelo y las demás actividades que influyan en el proceso de elaboración de los mapas de ruido.
- Divulgar los resultados obtenidos de la elaboración de los mapas de ruido a la comunidad en los respectivos municipios de Tunja y Sogamoso.
- Presentar a la Corporación informe final, en medio físico y magnético que contenga los mapas de ruido, sus respectivos soportes, evidencia de la aplicación de la metodología señalada en el pliego de condiciones y la Resolución 0627/2006, identificando, delimitando y generando la cartografía.

5. ANTECEDENTES

A continuación se hace una breve referencia de los mapas de ruido elaborados a nivel nacional e internacional, con el fin de establecer el estado del arte en cuanto a la temática abordada dentro de este proyecto. Estos antecedentes sirven como base para la realización de los mapas de ruido de las zonas urbanas de los municipios de Tunja y Sogamoso.

5.1 MAPAS DE RUIDO EN COLOMBIA

A partir de la publicación de la Resolución 627 de 2006, algunas ciudades de Colombia han elaborado mapas de ruido ambiental con diferentes técnicas y diferentes modelos. A continuación se relacionan algunos de ellos.

5.1.1 Mapas de ruido en el Valle de Aburrá

Como parte del Plan Integral de Desarrollo Metropolitano del Valle de Aburrá, se ejecutó a través del Convenio 680 de 2005 suscrito entre el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y el Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, el proyecto cuyo objeto es la "Elaboración de los Mapas Acústicos del Área Metropolitana del Valle de Aburrá", para cuya ejecución también se contó con la participación de la Universidad Nacional de Colombia.

El objetivo general de la investigación fue elaborar la Línea Base del Ruido Ambiental en la zona urbana de los Municipios del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Departamento de Antioquia. Los objetivos específicos se centraron en:

- Evaluar los Niveles de Ruido en el Área Urbana del Municipio, utilizando técnicas de modelación y simulación geoestadística.
- Elaborar el Mapa Acústico representativo del Área Urbana del Municipio, como parámetro inicial para facilitar la gestión del ruido y el ajuste de planes de ordenamiento territorial de parte de las autoridades ambientales.

Para la generación de los mapas temáticos de la zona de estudio se utilizó el software Geomedia Profesional 6.0, incorporándole la información cartográfica básica de límites municipales, barrios y comunas por municipio, estratos socioeconómicos, usos del suelo, zonas urbanas y puntos de medición. Para la salida de los mapas, se utilizó el formato ShapeFile (Formato nativo del software ArcGIS) y se diseñó y construyó una base de datos para la administración de la información y el acceso a reportes automáticos requeridos por los análisis geoestadísticos.

En el año 2010 el Área Metropolitana suscribió el contrato 540 de 2010 con la Fundación Sin Ánimo de Lucro FULECOL, sobre la “Actualización de los Mapas de ruido de los Bello, Itagüi y Medellín” con el fin de brindar a la Entidad, a los entes territoriales y a los organismos de control, una herramienta básica para la toma de decisiones referentes a la organización del territorio, la definición de políticas y normas ambientales, al conocimiento de la problemática en materia de ruido ambiental y la aplicación de estrategias de prevención, vigilancia y control tanto para las zonas afectadas por ruido ambiental como para las que aún no lo están.

Para la elaboración del mapa de ruido ambiental, fue necesario recopilar información cartográfica (usos del suelo, malla vial, curvas de nivel, división de predios, manzanas) y de relación de quejas por ruido, definir y ubicar puntos de monitoreo en todo el perímetro urbano de la ciudad, determinar alturas de los principales edificios, realizar un inventario de emisores superficiales como bares (mediante monitoreos de ruido de emisión) y vías de alto flujo vehicular (mediante aforos vehiculares). Para modelar el ruido en el municipio se utilizó un software especializado y reconocido a nivel internacional llamado CadnaA versión 4, el cual permite introducir los datos de entrada nombrados anteriormente y, mediante una base de cálculo compleja, arroja los resultados de ruido ambiental mediante líneas isófonas.

5.1.2 Mapa de ruido en La Guajira

A través del Contrato 0038 de 2009 cuyo objeto es “Determinar la contaminación por Ruido ambiental en centros poblados de La Guajira (Dibulla, Riohacha, Albania, Hato-nuevo y Papayal)”. El proyecto se desarrolló en cuatro Municipios y un corregimiento del municipio de La Guajira, definidos respectivamente como Riohacha, Dibulla, Hato Nuevo, Albania y Papayal. Para la elaboración de los mapas de ruido, fue necesario identificar y caracterizar las Fuentes Fijas y Móviles generadoras de ruido por población.

Además, para determinar el número de puntos por población, se construyeron cuatro grillas teniendo en cuenta los diferentes intervalos de exactitud (cada 750 m, 500 m, 375 y 250 m). La selección de puntos se realizó tomando como parámetros: 1) la extensión de cada población; 2) la densidad poblacional; 3) Requerimientos del municipio o corregimiento (puntos críticos, quejas de la comunidad, entre otras).

El mapa de emisión de ruido por población, se diseñó mediante el uso del software especializado SoundPLAN, el cual fue alimentado con evaluaciones sonoras de campo, información geográfica, coberturas de las construcciones, malla vial y curvas de nivel, entre otras. Una vez ingresada toda esta información al programa, se calculó y simuló el comportamiento sonoro tanto de las Fuentes Móviles como de las Fuentes Fijas, formando curvas isófonas. Los valores de las isófonas son representados en colores que definen niveles sonoros según la norma establecida, siendo los tonos rojos, azules y morados los de mayor criticidad con niveles por encima de los 70 dB(A).

Como conclusión general se encontró que el mayor impacto sonoro proviene fundamentalmente de los aportes de ruido de las fuentes móviles que conforman la malla vial de las diferentes poblaciones, especialmente en donde se concentra o por donde transita el mayor número de vehículos, adicionalmente es fundamental

considerar la composición vehicular, capacidad de carga de los vehículos que transitan por ella, la pendiente de la vía, el estado y la extensión de esta (a mayor longitud, muchas más áreas de afectación comunitaria). Conjuntamente a estas variables es importante considerar la localización de las edificaciones receptoras más cercanas; ya que sobre ellas se ocasiona la mayor perturbación y molestias esperadas hacia la comunidad receptora.

5.1.3 Mapa de ruido en Bogotá

La Secretaria Distrital de ambiente (SDA), en su figura de autoridad ambiental de la ciudad de Bogotá, acatando lo estipulado en la Resolución 627 de 2006 y siendo el ente que vele por el derecho que tienen los ciudadanos de gozar de un ambiente sano, inicio a finales del año 2008 la elaboración de los mapas digitales de ruido ambiental en las localidades de Los Mártires, Antonio Nariño, Barrios Unidos, Chapinero y La Candelaria fundado legalmente en el convenio 033 de 2009 firmado con la Universidad militar Nueva Granada (UMNG). Para el cumplimiento del convenio se trataron cinco etapas que fueron desarrolladas durante el primer semestre del año 2009. En la actualidad se encuentra realizando los mapas de ruido de las localidades de Teusaquillo, Suba, Bosa, Ciudad Bolívar, San Cristobal, Usme, Usaquen, Tunjuelito, Rafael Uribe.

Su metodología se basó en lo dispuestó en la Resolución 627 de 2006, utilizando como software el LIMA, versión 5.2, el cual permite modelar vías y fuentes fijas, con una base de cálculo compleja que tiene en cuenta todos los aspectos necesarios al modelar ruido.

5.2 MAPAS DE RUIDO EN LATINOAMÉRICA

5.2.1 Mapa de ruido en Puerto Montt (Chile).

Durante el año 2007, la Municipalidad de Puerto Montt junto a la CONAMA de la Región de Los Lagos, realizó el primer estudio de evaluación acústica denominado “Evaluación del ruido ambiental en la ciudad de Puerto Montt”.

El objetivo general de este proyecto fue medir, representar y evaluar los niveles sonoros obtenidos en distintos puntos de la ciudad y la percepción y grado de molestia del ruido ambiental que tienen los habitantes de Puerto Montt.

La metodología empleada para el trabajo realizado fue mixta: de retícula y viales. Sobre el plano de ciudad se utilizó una retícula de 200x200 m² y en algunos sectores se expandió con cuadrículas de 400x400 m², en donde los nodos de la retícula se orientaron hacia las vías más próximas. También se utilizó la metodología de viales, así se estudiaron las vías más importantes de la ciudad que quedaron fuera de la cuadrícula.

Como resultado, este estudio estableció que la principal fuente de ruido es el tráfico rodado y que se concentra asociado a las principales arterias de Puerto Montt, en donde se alcanzan los mayores niveles de ruido. En un 75,3% de los puntos analizados durante el día, los niveles se califican como molestia seria y durante la noche en un 84,6%, los lugares muestran valores que se definen como perturbadores del sueño, según los criterios establecidos por la OMS (CONAMA, 2008).

5.2.2 Mapa de ruido en la zona centro de Guadalajara (México).

El mapa de ruido en la zona centro de Guadalajara se hizo atendiendo la siguiente metodología:

- Elección de la zona de estudio.

- Determinación de los puntos de medida (193, ubicados en cruces de calles, aproximadamente cada tres cuadras).
- Caracterización de los puntos de medida (número de carriles, ancho de la calle, material de las construcciones, vegetación presente)
- Registro de mediciones (*primer mapa en 1995 y actualización en 1998*)
- Representación cartográfica y análisis de las mediciones.

Dentro de los resultados arrojados por el mapa de ruido evidenciaron una condición problemática, debido a que únicamente cerca de 2% de los niveles cumplen con los límites máximos permisibles.

5.2.3 Mapa de ruido ambiental en Buenos Aires (Argentina).

La Ciudad Autónoma de Buenos Aires cuenta con un mapa estratégico de ruido para la zona más conflictiva de la ciudad: un área de 20 Km² que abarca 14 barrios distintos desde Barracas a Belgrano. Este mapa, encargado por el gobierno de la ciudad, se ha realizado contando con recursos humanos y técnicos de la Asociación Civil Oír Mejor y bajo la supervisión y dirección técnica del Dr. Manuel Recuero López de la Universidad Politécnica de Madrid.

Como metodología, ha utilizado para la elaboración del Mapa Estratégico de Ruido, un sistema mixto, en el que se combinan un modelo de predicción, basado en ecuaciones matemáticas complejas y una cierta cantidad de mediciones reales que sirven para calibrar o validar el modelo.

De acuerdo a los datos relevados, el transporte es el mayor generador de ruido y en algunos puntos de la Ciudad se alcanzan niveles constantes de ruido de 75 a 80 dBA. Dentro de los hallazgos se localizaron las áreas más ruidosas de la ciudad. (*BADANAIN, 2011*).

5.3 MAPAS DE RUIDO EN ESTADOS UNIDOS Y EUROPA

Los mapas de ruido en los EE.UU se han quedado limitados con respecto de los de Europa por tres razones. En primer lugar, en Estados Unidos no hay una legislación similar a nivel federal o estatal, en segundo lugar, los Estados Unidos tiene menos de la mitad de la densidad de población de la UE, y en tercer lugar, y como resultado de los dos primeros, los planificadores en los EE.UU en general, son menos conscientes de las cuestiones relativas al ruido que sus homólogos europeos.

5.3.1 Mapa de ruido de San Francisco.

En 2007, el SFDPH de San Francisco desarrollo un modelo digital basado en el tráfico propio de la ciudad, haciendo énfasis en el ruido generado por las fuentes móviles FHWA-Modelo (TNM) para actualizar el modelo desarrollado en 1972. El nuevo modelo describe los niveles de ruido ambiental en cada calle de San Francisco y define los casos en el que se supera los 60dB L_{DN} . Identifica las nuevas viviendas multifamiliares en zonas por encima de 60dB que deben ser aisladas acústicamente. Define las nuevas construcciones de viviendas que deben alcanzar un nivel de ruido interior a 45 (*The Regents of the University of California, 2009*).

5.3.2 Mapa de ruido en Cambridge City.

De manera general los mapas de ruido elaborados en los países de la UE consisten en las siguientes cuatro fases principales.

- Adquisición de Datos.
- Manipulación de Datos.
- Cálculo de los Niveles de Inmisión de Ruido
- Impresión de los Mapas de Ruido.

Para el desarrollo de este mapa de ruido se utilizó el modelo CadnaA. En el proyecto se compararon los resultados que arroja el modelo con y sin considerar las reflexiones, contra las mediciones directas a corto tiempo. De esta comparación se determinó lo adecuado del uso del CadnaA para las condiciones de la ciudad Cambridge. Tanto las mediciones directas como la modelación se realizaron a 4 m del suelo.

5.3.3 Mapa de ruido en Berlín.

Los niveles de ruido fueron certificados para 1302 Km de camino cuyo límite de velocidad es de 50Km/h, se calcularon para un periodo diurno (6 a 22 horas) y otro nocturno (22 a 6 horas). Los cálculos fueron llevados a cabo mediante la guía técnica RLS 90, donde se aplican factores de corrección dependiendo de patrones de conducción también utilizó el Schall 3, cálculo de las regulaciones de ruido tráfico. Los niveles evaluados fueron calculados cada 25 m. a una altura de 3,5 m del suelo frente de las fachadas de las construcciones afectadas por el ruido.

5.3.4 Mapa de ruido en Birmingham City

Se tomó un total de 880 Km los cuales fueron divididos en 1990 segmentos de camino. Las velocidades modeladas fueron basadas en tiempos de viaje no en mediciones directas, se les aplicó un factor de corrección del 30%.

El modelo de propagación sonora usado es LIMA basado en los procedimientos de la parte 2 ISO 9613 (8), este es usado para estimar los niveles de inmisión en largos tiempos cada 10 m entre receptores. LIMA tiene en cuenta: la directividad de la fuente, la atenuación debido a divergencia geométrica, absorción del aire, efectos del terreno, obstáculos, y diversas atenuaciones. Los cálculos en LIMA se realizan con base a niveles de potencia sonora ponderada y no en bandas de tercio de octava.

5.3.5 Mapa de ruido en Dublín

El modelo utilizado para calcular el ruido en vías (CRTN) versión 1988. Las alturas de las edificaciones se sacaron al multiplicar el número de pisos por la altura típica de uno de ellos. La altura de los receptores fue definida a 4m.

El cálculo de la propagación del sonido fue hecho usando el modelo PREDICTOR, este modelo hace cálculos en 3.985.821 receptores en el área, separando los receptores cada 10m , tomando en cuenta hasta 344.183 construcciones, y calculando para 3.504 horas o 146 días, el total de área cubierta por el mapa de ruido fue de 146Km².

5.3.6 Mapa de ruido en Londres

El proyecto ha considerado 5.200Km de camino, este fue representado por unos 120.578 segmentos. El promedio de velocidad estuvo en un rango de 20 a 106 Km/h, se tenían unas 2.300 barreras cubriendo una longitud de 120Km.

Se tenían en cuenta las superficies de la vía, 8 clasificaciones en total. Un factor de corrección se asignó a cada superficie de la vía. El software usado en este proyecto fue el WS Atkins Noise Map 2000 SE. Una de sus características es la de trabajar con datos de GIS. Dicha información puede ser alimentada directamente en el modelo.

Los aspectos a tener en cuenta en cálculo de la emisión de ruido fueron:

- Tasa de flujo vehicular.
- Porcentaje de vehículos pesados
- Velocidad de los vehículos
- Gradiente del camino
- Características de la superficie del camino

5.3.7 Mapa de ruido de Estocolmo

Para calcular el L_{den} se asume que el 72% del tráfico en vías corresponde a un periodo diurno, el 20% a la tarde y el 8% a la noche.

Los siguientes fueron los métodos para realizar los cálculos:

- Para vías; versión 1996, modelo de cálculos nórdicos,
- Vías ferroviarias; versión 1998 modelo de cálculo nórdico
- Industria; predicción general, métodos para industria.
- Aeropuertos; modelo de cálculo nórdico, SVERIM

Se produjeron mapas de grilla de 2x2 m y 4x4 m, los mapas tenían información de estrategias para minimizar el ruido.

5.3.8 Mapa de ruido en Viena

Los periodos establecidos para mapas de ruido en la legislación de Austria establecen un periodo de día de 6 a 19, uno de tarde noche de 19 a 22 y uno nocturno de 22 a 6. El total de longitud para el ruido de tráfico fue de 2800Km, cerca de 51Km es vía de motos.

Para el cálculo de los mapas de ruido un modelo de terreno digital fue necesario. Un modelo de terreno que incluyera los datos de las construcciones estaba disponible en el departamento comunitario administrativo "MA41".

Los siguientes fueron los métodos para realizar los cálculos:

- Tráfico en vías; regla técnica RVS 3.02 "Protección ambiental , contra ruido"
- Vías ferroviarias; regla técnica de los estándares austriacos y la asociación austríaca para la reducción de ruido ON-Regel 305011"Determinacion de ruido e inmisión causada por el tráfico ferroviario"
- Aeronaves; OAL-guía Nr 24-1"Zonas protegidas contra ruido en las cercanías de aeropuertos, bases de cálculo y planes".

- Industria ÖAL-guía Nr. 28 and ÖAL-guía Nr. 28, “Emisión de ruido y propagación.

5.3.9 Mapa de ruido en Madrid

El mapa de ruido en Madrid es llamado “Sistema de Actualización dinámica del mapa en Madrid” SADMAM.

- Sistemas de medición de ruido: Monitor de ruido Brüel & Kjær (modelo 3597 y micrófono Brüel & Kjær modelo 4184).
- Un sistema, para almacenar información, con GPS georreferenciando de manera exacta los sitios de mediciones.
- Un sistema de telecomunicaciones que permite enviar esos datos al servidor.
- Uso del modelo LIMA, el cual asigna a cada fuente un nivel de potencia sonora.
- Cada mapa fue integrado a un SIG, usando el ESRI Arcview versión 9. Esto permite la combinación del ruido con diversas capas.

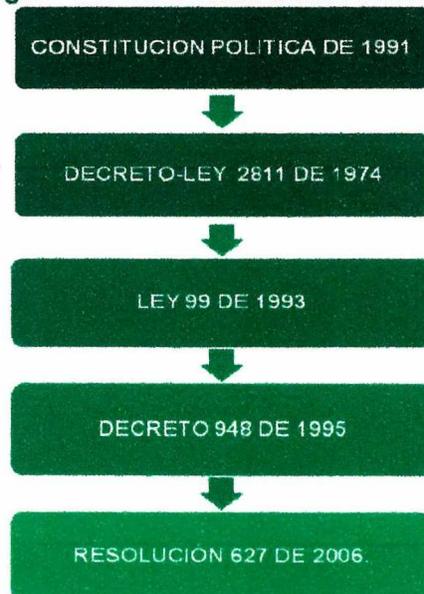
6. MARCO LEGAL

La contaminación acústica, se ha convertido en una problemática ambiental que cada día toma más importancia a nivel nacional e internacional. Por tal razón la normatividad aplicable para realizar control y seguimiento de esta temática es cada vez más común. A continuación se resumen algunas de estas normas a nivel nacional e internacional.

6.1 NORMATIVIDAD A NIVEL NACIONAL

A nivel nacional se tiene la siguiente normatividad que regula el tema de la contaminación auditiva y las mediciones de ruido ambiental y de emisión.

Figura 1. Normatividad a nivel nacional



Fuente. Autores, 2011.

- **Constitución política de 1991**

Rescata temas relacionados con la protección del medio ambiente y el derecho de la comunidad de gozar de un ambiente sano. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y

controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.

- **Decreto-Ley 2811 de 1974**

Según el artículo 9, los recursos naturales y demás elementos ambientales deben ser utilizados en forma eficiente, para lograr su máximo aprovechamiento con arreglo al interés general de la comunidad y de acuerdo con los principios y objetos que orientan este código. Además, en sus artículos 3, 8, 33 y 75 establece al ruido como un aspecto a reglamentar, así como se plantean las condiciones y requisitos necesarios para preservar y mantener la salud y tranquilidad de las personas, mediante el control de ruido, originado en actividades industriales, comerciales, domésticas, deportivas, de esparcimiento, de vehículos de transporte, o de otras actividades análogas.

- **Ley 99 de 1993**

Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones en materia ambiental.

- **Decreto 948 de 1995**

Se tienen en cuenta los Capítulos I “Contenido, objeto y definiciones”, II “Disposiciones generales sobre normas de calidad del aire, niveles de contaminación, emisiones contaminantes y de ruido” y V “De la generación y emisión de ruido”.

- **Resolución 627 de 2006.**

En esta se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental, así como los estándares para equipos de medida, las mediciones y los mapas de ruido.

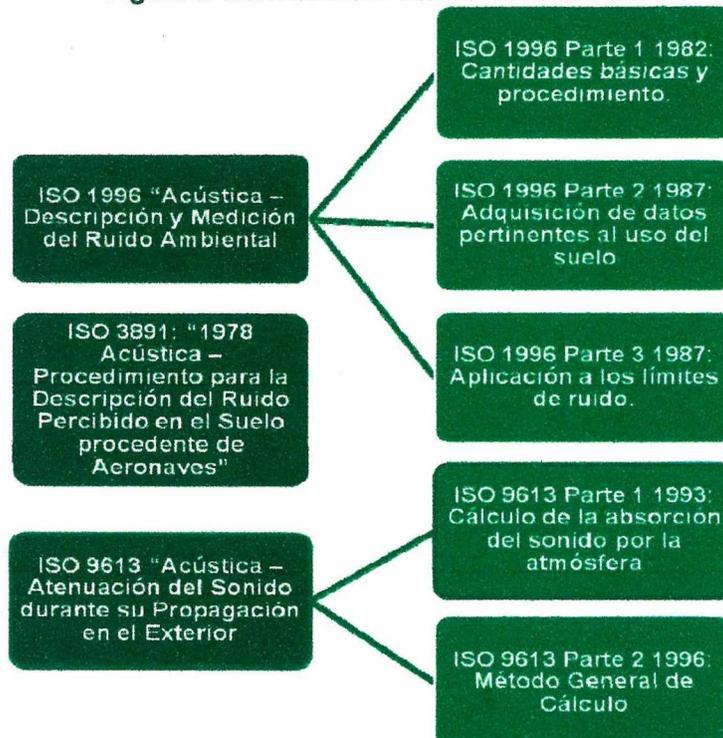
6.2 NORMATIVIDAD A NIVEL INTERNACIONAL

Las normas internacionales son importantes en la evaluación del ruido ambiental, ya sea por la directa utilización de estas o porque proporcionan bases y referencias para la elaboración de las normas nacionales.

La OMS recomienda que dentro de la legislación de los países en materia de ruido, se evalúen los niveles de presión sonora y se lleven a mapas de ruido que modelen el comportamiento de las ondas sonoras en el ambiente, esto con el fin de facilitarle a los organismos encargados de proteger el medio ambiente en cada país la elaboración e implementación de planes que garanticen la prevención y mitigación del impacto ambiental causado por la generación de ruido.

A continuación se resumen las principales normas a nivel internacional sobre mediciones de ruido ambiental y de emisión y temas similares.

Figura 2. Normatividad a nivel internacional



Fuente. Autores, 2011.

Las normas ISO ayudan a asegurar la definición de los procedimientos que hagan posible la comparación de resultados.

- **ISO 1996 - Acústica – Descripción y Medición del Ruido Ambiental**

Es una norma básica en la evaluación del ruido ambiental, sirviendo de referencia en este tema. Se divide en tres partes:

- ISO 1996 Parte 1 1982: Cantidades básicas y procedimiento. La NTC 3522, es la norma técnica colombiana idéntica a la norma internacional ISO 1996-1 y se titula “Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 1: Cantidades básicas y procedimientos de evaluación”
- ISO 1996 Parte 2 1987: Adquisición de datos pertinentes al uso del suelo, en 1998 (fue modificada). La NTC 3520, es la norma técnica colombiana idéntica a la norma internacional ISO 1996-2
- ISO 1996 Parte 3 1987: Aplicación a los límites de ruido. Definen la terminología básica incluyendo el parámetro Nivel de Evaluación y describe las prácticas recomendadas para evaluar el ruido ambiental.

- **ISO 3891 - 1978 Acústica – Procedimiento para la Descripción del Ruido Percibido en el Suelo procedente de Aeronaves**

El tema tratado es cómo controlar el ruido de aeronaves (medición de ruido y su registro, procesamiento de datos e informe). De ella se espera que cubra la descripción del ruido de una aeronave percibido en el suelo, el monitoreo automático a largo y corto plazo del ruido de la aeronave y en la gestión del ruido en aeropuertos y usos del suelo.

- **ISO 9613 – Acústica – Atenuación del Sonido durante su Propagación en el Exterior**

Define un método de cálculo basado en octavas teniendo como referencia fuentes puntuales con un nivel de potencia sonora definido. Las fuentes lineales pueden obtenerse mediante adición de fuentes puntuales. Se divide en dos partes:

- ISO 9613 Parte 1 1993: Cálculo de la absorción del sonido por la atmósfera
- ISO 9613 Parte 2 1996: Método General de Cálculo

7. MARCO TEÓRICO

7.1 GENERALIDADES DE ACÚSTICA

El sonido es cualquier variación de la presión en el aire que puede ser detectada por el oído humano. Por definición, el ruido es un sonido no deseado. Más particularmente, el ruido es un sonido molesto, para distinguirlo de los sonidos agradables. Cuando se dice no deseado conviene tener claro qué es lo que lo hace ser al ruido no deseable, o cuando se dice que es molesto, conviene cuantificar cual es el valor de la molestia, así como a quién molesta, a unos pocos, a muchos, cuánto tiempo, etc.

Cuando en un medio continuo cualquiera, como puede ser el aire, se produce una perturbación en la posición de equilibrio de algunas de sus partículas, dicha perturbación termina por percibirse en las demás zonas del medio, con un retraso y una amplitud relativa que dependen de las distancias y de los contornos geométricos. Este fenómeno de transmisión de perturbaciones se conoce como sonido. Puede decirse que el sonido es un tipo de alteración física en un medio (gas, líquido o sólido), que puede ser detectada por el oído humano. Se suele aplicar la denominación de ruido a aquellos sonidos desagradables o no deseados. El medio por el que viajan las ondas sonoras debe poseer masa y elasticidad, por tanto las ondas sonoras no se propagan en el vacío. Las ondas sonoras en el aire están causadas por las variaciones de presión por encima y por debajo del valor estático de la presión atmosférica. Estas variaciones de presión se originan de muchas maneras, por ejemplo:

- Por la vibración de una superficie, como puede ser la membrana de un altavoz o la carcasa de una máquina
- Por una corriente de aire fluctuante, como la que producen los álabes de un ventilador
- Por el vuelo supersónico de un avión, que crea ondas de choque.

Las ondas sonoras son resultados de la vibración de las moléculas de aire; y algunas alteran sus recorridos de acuerdo a las superficies con las que interactúan pudiéndose reflejar, reflejar, disipar, difractar, o ser interferidas o absorbidas.

7.1.1 Características de una onda

- **Periodo (T).** Es el tiempo (medido en segundos) que se requiere para completar un ciclo entero de su movimiento, desde su punto más alto, a su punto más bajo, y nuevamente a su punto más alto.
- **Frecuencia (f).** Es el número de oscilaciones que efectúa cualquier punto de la onda en un segundo. Su unidad de medida es Herzio (Hz).

$$f = \frac{1}{T}$$

- **Amplitud (A).** Es la máxima posición desde la posición de equilibrio hasta la cresta de la onda.
- **Longitud de onda (λ).** Es la distancia entre dos puntos consecutivos de una onda que tienen el mismo estado de vibración. Se mide en metros y se designa con la letra griega Lambda.
- **Velocidad.** Es la velocidad con la que se propaga la onda en un determinado medio, esta es constante siempre y cuando no se varíen las condiciones del medio.

$$V = \sqrt{(B/\delta)}$$

7.1.2 Fenómenos de propagación del sonido

- **Reflexión.** Es el cambio de dirección que experimenta una onda cuando choca con un obstáculo.
- **Absorción.** Se presenta cuando una onda acústica incide sobre un material disipa la energía de la onda dentro del material debido a las pérdidas producidas por rugosidades y porosidades.

- **Transmisión.** Cuando una onda incide sobre una pared, parte de la onda es transmitida al otro lado.
- **Difracción.** Es el fenómeno que se da cuando la onda pasa cerca de un obstáculo o a través de un orificio se propaga experimentando un cambio de curvatura.
- **Refracción.** Es el cambio de dirección que experimenta una onda al pasar de un medio material a otro, experimentando un cambio en la velocidad de propagación. Este solo se produce si la onda incide oblicuamente sobre la superficie de separación de los dos medios y si éstos tienen índices de refracción distintos.
- **Reverberación.** Es la persistencia del sonido en un ambiente debido a la energía de los modos y de las reflexiones, la cual decae gradualmente después de que se ha cesado de emitir sonido la fuente de excitación.

7.1.3 Cualidades del sonido

- **Intensidad.** Es la característica del sonido por el cual el oído distingue los sonidos fuertes y los sonidos débiles o que tan cerca o lejos esta una fuente sonora. Sus unidades son potencia por unidad de área (W/m²).

$$\vec{i}_{(t)} = P_{(t)} * \vec{u}_{(t)}$$

Donde:

$I_{(t)}$: Vector intensidad sonora

$P_{(t)}$: Presión sonora

$U_{(t)}$: Vector velocidad de las partículas en movimiento.

- **Tono o altura.** Es la característica del sonido por el cual una persona distingue los sonidos graves de los agudos. Está relacionado con la frecuencia del sonido: cuanto mayor sea la frecuencia más agudo es el sonido y si la frecuencia es baja, el tono es grave.

- **Timbre.** Es la cualidad que tienen dos objetos que emiten simultáneamente sonidos del mismo tono o intensidad de ser distinguidos el uno del otro. El número de variaciones de la presión por segundo es lo que se llama *frecuencia* del sonido, y se mide en *Hercios* (Hz). Cada frecuencia de un sonido produce un *tono* distinto. Se dice que un tono es grave cuando su frecuencia es baja (aproximadamente menor de 250 Hz), y que su tono es agudo cuando su frecuencia es superior a 2.000 Hz. Las frecuencias comprendidas entre ambas se denominan frecuencias medias.

7.1.4 Percepción del sonido

El espectro normal de audición para un adulto joven sano va desde 20 Hz a 20.000 Hz (ó 20 KHz). El nivel de ruido se mide en decibelios (dB). El dB es una relación entre una cantidad medida y un nivel de referencia acordado. La escala en dB es logarítmica y utiliza 20 m Pa (Umbral auditivo) como nivel de referencia, es decir, 0 dB, de forma que el umbral sonoro del dolor se sitúa alrededor de 130 dB. La razón de usar escalas logarítmicas en acústica se debe al amplio rango de sonidos que el oído humano puede percibir, tanto en amplitud como en frecuencia. Además, el oído responde a los cambios de una forma no lineal, reacciona a un cambio logarítmico de nivel, en toda la escala de audición.

Cuando se requiere información más detallada sobre un sonido complejo, la gama de frecuencia de 20 Hz a 20 KHz se puede dividir en secciones o bandas. tener un *ancho de banda* de Estas *bandas* suelen *una octava* o de *untercio de octava*. Una octava es una banda de frecuencia donde la más alta es dos veces la frecuencia más baja. Este proceso de división de un sonido complejo se denomina análisis en bandas de frecuencia.

7.2 EQUIPOS DE MEDICION DE RUIDO

Los instrumentos utilizados para medir el nivel de ruido se denominan *sonómetros* y proporcionan una indicación del nivel acústico

(promediado en el tiempo) de las ondas sonoras que inciden sobre el micrófono. El nivel del sonido se visualiza normalmente sobre una escala graduada con un indicador de aguja móvil o en un indicador digital.

El oído no es igualmente sensible para todas las frecuencias. Por esta razón, incluso aunque el *nivel de presión acústica* de dos sonidos pueda ser el mismo, pueden interpretarse como de distinto nivel si uno de ellos presenta una mayor concentración en las frecuencias en que el oído es más sensible. Por esta razón se incorporan en los sonómetros *filtros de ponderación* en frecuencia que modifican la sensibilidad del sonómetro con respecto a las frecuencias que son menos audibles por el oído. Muchos sonómetros están provistos de diferentes filtros de ponderación sensibilidad-frecuencia.

La *escala de ponderación A* es la utilizada más frecuentemente. La escala A está internacionalmente normalizada y se ajusta su curva de ponderación a la respuesta del oído humano. Los valores de nivel acústico medidos con esta escala se conocen como *dB(A)*.

Hay otras escalas de ponderación utilizadas menos frecuentemente tales como la escala B, usada para sonidos de intensidad media, la escala C, usada para sonidos altos, y la escala D, usada para medida del ruido de aviones a reacción. Debido a su buen acuerdo con la respuesta subjetiva, la escala A, es la que se suele utilizar para todos los niveles, siendo relativamente poco frecuente el uso de las escalas B, C y D.

Frecuentemente, los sonidos emitidos por las fuentes de ruido fluctúan ampliamente durante un período de tiempo dado. Puede medirse un valor medio del ruido durante dicho período conocido como *nivel de presión acústica equivalente* Leq . El Leq es el nivel equivalente de ruido continuo que suministrase la misma energía acústica que la del ruido fluctuante medido en el mismo período de tiempo.

7.3 VÍAS DE PROPAGACIÓN

El ruido puede transmitirse a través de múltiples vías. A través del aire o a través de un medio sólido en el que parte del sonido se reflejará, parte será absorbida, y el resto transmitido a través del objeto. La cantidad de sonido reflejado, absorbido o transmitido depende de las propiedades del objeto, su forma, del espesor y del método de montaje, así como del ángulo de incidencia y de la onda acústica incidente. La propagación del sonido en el aire depende principalmente del tipo de fuentes de ruido, de su distribución en el espacio y de la topografía, así como de las condiciones de la atmósfera en que se realiza la propagación. El nivel de intensidad sonora al alejarse de la fuente de ruido disminuye en 6 dB cada vez que se duplica la distancia a la fuente en un campo libre.

7.4 EFECTOS DEL RUIDO EN LA SALUD HUMANA

La presencia de todo tipo de sonidos en las ciudades modernas es hoy tan común, que muchos hemos terminado por acostumbrarnos a ellos y cada vez percibimos menos las graves consecuencias físicas que esto nos acarrea. Las autoridades internacionales en salud coinciden en que la contaminación acústica presente en los espacios urbanos puede incidir negativamente en la calidad de vida, el bienestar y la salud de las personas, dependiendo de las características de exposición y de las fuentes generadoras del ruido.

A partir del reconocimiento de esta realidad, la física y la medicina han orientado sus investigaciones a determinar las repercusiones en los individuos expuestos a diferentes niveles de presión sonora, relacionando los parámetros medidos con sus efectos biológicos y fisiológicos.

García Sanz y Javier Garrido (2003) señalan que la diferencia del sonido como señal informativa y saludable, o como ruido indeseado y dañino, depende tanto de sus parámetros físicos objetivos medición de decibeles (dB) como de la modulación subjetiva que hace cada receptor, existiendo una enorme variabilidad

individual que va desde los sujetos insensibles a los hipersensibles. Con base en las investigaciones más serias y de mayor rigor científico, se sabe que son varios los efectos en la salud humana atribuibles al ruido, siendo los más comunes o recurrentes algunas afecciones fisiológicas como la pérdida progresiva de la audición, cefaleas crónicas, trastornos de la presión arterial y del ritmo cardiaco, la posibilidad de sufrir infartos, la interferencia en la comunicación oral, alteraciones del sueño, estrés e irritabilidad, así como daños psicofisiológicos sobre la salud mental como alteraciones en la conducta y disminución de la capacidad de concentración, aprendizaje y rendimiento.

En las *Guías para el Ruido Urbano (Guidelines for Community Noise)* publicadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), se describen con detalle las consecuencias de la contaminación acústica para la salud, entre las que podemos señalar brevemente las siguientes:

7.4.1 Trastornos del sueño.

El ruido produce trastornos primarios durante las horas de sueño y efectos secundarios al día siguiente; esto es, los efectos primarios se presentan como dificultad o imposibilidad para conciliar el sueño, interrupción del sueño y alteración en la profundidad del sueño; y como consecuencia de lo señalado, se pueden producir cambios en la presión arterial y arritmia cardiaca, vasoconstricción, variación en el ritmo respiratorio, y sobresaltos corporales.

En el caso de que el ruido no sea continuo, sino intermitente (por ciclos) o un ruido impulsivo, la probabilidad de despertar aumenta con el número de eventos por noche, disminuyendo la calidad del sueño.

Los efectos secundarios o posteriores se presentan a la mañana siguiente o incluso puede prolongarse por varios días en personas hipersensibles; tales efectos son por ejemplo, fatiga, depresión y reducción del rendimiento. Si estas

situaciones se prolongan por días, el equilibrio físiopsicológico se verá seriamente perturbado.

La OMS indica que para tener un descanso apropiado el nivel de sonido equivalente no debe exceder de 30 dB para el ruido continuo de fondo y, para el caso de ruido producido por fuentes fijas individuales, no debe superar los 45 dB.

7.4.2 Efectos sobre las funciones fisiológicas.

De acuerdo con la OMS, *«La exposición al ruido puede tener un impacto permanente sobre las funciones fisiológicas de los trabajadores y personas que viven cerca de aeropuertos, industrias y calles ruidosas. Después de una exposición prolongada, los individuos susceptibles pueden desarrollar efectos permanentes, como hipertensión y cardiopatía asociadas con la exposición a altos niveles de sonido. La magnitud y duración de los efectos se determinan en parte por las características individuales, estilo de vida y condiciones ambientales. Los sonidos también provocan respuestas reflejo, en particular cuando son poco familiares y aparecen súbitamente.»*

Asimismo, señala que la exposición de largo plazo al ruido del tránsito con valores de 65 a 70 dB y en periodos de exposición de 24 horas, también puede inducir padecimientos cardiovasculares como la hipertensión, siendo la cardiopatía isquémica la afección más seria que se puede presentar.

7.4.3 Interferencia con la comunicación oral.

La comprensión en una conversación normal depende del nivel sonoro emitido al hablar, de la entonación en la pronunciación, de la distancia entre el parlante e interlocutor, del nivel y las características del ruido de fondo o circundante y de la agudeza auditiva y capacidad de atención de los parlantes. El nivel de presión sonora de la comunicación oral normal es de 50 a 55 dB a un metro de distancia, y las personas que hablan en voz alta o a gritos, pueden emitir presiones acústicas

de 75 u 80 dB. La voz hablada es inteligible cuando su intensidad supera al ruido de fondo en 15 dB pero, en medios acústicos en los que el ruido supera los 40 dB, se empieza a dificultar la comunicación oral y a partir de los 65 dB la comunicación obliga a elevar la voz. El ruido interfiere en la comunicación hablada a tal grado que en muchas ocasiones constituye una seria limitante social y en ocasiones genera problemas de personalidad y cambios en la conducta. Las investigaciones demuestran que los grupos particularmente vulnerables por interferencias auditivas son las personas de la llamada tercera edad y los niños en el proceso de adquisición de la lengua.

7.4.4 Efectos sobre la audición.

La deficiencia auditiva o pérdida progresiva de la audición es el riesgo más grave que puede sufrir el ser humano expuesto a elevados niveles de presión acústica.

La OMS señala que las personas con mayor riesgo de sufrir deficiencia auditiva son las expuestas a niveles de ruido por arriba de 75 dB, en ambientes laborales y con periodos de exposición superiores a ocho horas.

Se considera que las personas expuestas al ruido ambiental por periodos hasta de 24 horas y un nivel menor de 70 dB, no sufrirán pérdida de la audición. No obstante, todavía no existe una confirmación de los efectos aquí indicados basada en hechos experimentales, dado que los efectos perjudiciales de la exposición a niveles de ruido elevados se detectan a largo plazo.

7.4.5 Niveles de exposición al ruido máximos recomendados.

La Oficina de Reducción y Control del Ruido de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (EPA por sus siglas en inglés) publicó, en 1974, el documento denominado: *Informe sobre los Niveles de Ruido Ambiental Recomendados para Proteger el Bienestar y la Salud Pública con un Adecuado Margen de Seguridad*. En este documento se establece que la pérdida

de la audición o deficiencia auditiva puede ocurrir a partir de la exposición a niveles de energía acústica mayores a 70 dB en periodos de 24 horas. Por su parte, la Organización Mundial de la Salud elaboró en 1997 las *Guías para el Ruido Urbano (Guidelines for Community Noise)*, en donde se encuentra una tabla con los valores guía para el ruido urbano en ambientes específicos y sus efectos críticos sobre la salud; aquí, es claro que sonidos superiores a los 35 dB interfieren notablemente en la comunicación oral, en el proceso de aprendizaje y desde luego contribuyen a padecimientos relacionados con el trastorno del sueño.

En la siguiente tabla se muestran los valores guía para el ruido urbano en ambientes específicos según la Organización Mundial de la Salud

Tabla 1. Valores guía para el ruido urbano en ambientes específicos

Ambiente específico	Efecto(s) crítico(s) sobre la salud	L _{Aeq} [dBA]	Base de tiempo [h]	L _{AFmáx} [dBA]
Exteriores de zona de viviendas	Seria molestia, de día y al atardecer	55	16	-
	Molestia moderada, de día y al atardecer	50	16	-
Interior de vivienda	Inteligibilidad de la palabra y molestia moderada, de día y al atardecer	35	16	-
Interior dormitorios	Perturbación del sueño, de noche	30	8	45
Exterior dormitorios	Perturbación del sueño, ventana abierta (valores exteriores)	45	8	60
Aulas escolares y preescolares, interior	Inteligibilidad de la palabra, perturbación de la extracción de información, y la comunicación de mensajes	35	Durante las clases	-
Dormitorios preescolares, interior	Perturbación del sueño	30	En horas de sueño	45
Patio de recreo escolar, exterior	Molestia (fuentes externas)	55	Durante los juegos	-
Hospital, dormitorios de guardia, interior	Perturbación del sueño, de noche	30	8	40
	Perturbación del sueño, de día y atardecer	30	16	-
Hospitales, habitaciones, interior	Interferencia con el descanso y la recuperación	Lo menor posible		
Áreas industriales, comerciales y de tránsito, interior y exterior	Daño auditivo	70	24	110
Ceremonias, festivales y actos de entretenimiento	Daño auditivo (concurrentes: < 5 veces por año)	100	4	110
Sistemas públicos de refuerzo sonoro, exteriores e interiores	Daño auditivo	85	1	110
Música y otros sonidos a través de auriculares	Daño auditivo (valor de campo libre)	85 ⁽²⁾	1	110
Sonidos impulsivos de juguetes, pirotecnia y armas de fuego	Daño auditivo (adultos)	-	-	140 ⁽¹⁾
	Daño auditivo (niños)	-	-	120 ⁽¹⁾
Exteriores en parques y reservas naturales	Perturbación de la tranquilidad	⁽³⁾		

Fuente: OMS. *Guidelines for Community Noise*, 1997

7.5 AISLAMIENTO, APANTALLAMIENTO Y SILENCIADORES

7.5.1 Aislamiento y acondicionamiento acústico

El *aislamiento* del sonido consiste en impedir la propagación del mismo por medio de obstáculos más o menos reflectores, en cambio *absorción* es la disipación de energía en el interior del medio de propagación. Es pues muy importante distinguir entre el aislamiento y acondicionamiento acústico.

El aislamiento acústico consiste en conseguir que la energía que atraviesa una barrera sea lo más baja posible, lo que supone el instalar materiales que tengan una impedancia lo más diferente posible a la del medio que conduce el sonido. Así, si la transmisión se realiza a través del aire, las barreras deberán ser de materiales densos y pesados. El aislamiento de un elemento constructivo es función de sus propiedades mecánicas y de la denominada *Ley de Masas*, por la cual al aumentar de masa al doble, supone un incremento de 6 dB(A) en el aislamiento acústico.

Cuando las ondas sonoras entran en contacto directo con la estructura del edificio, transmitiendo la excitación a esta, se habla de *ruido estructural* o de *impacto*. Estos serán ruidos generados por el impacto entre sólidos tales como la caída de objetos al suelo, pisadas, etc.

El acondicionamiento acústico se debe tener muy en cuenta en la construcción y restauración de Iglesias, Teatros, Auditorios, Bibliotecas, etc., en definitiva en todo tipo de recintos donde se va necesitar de una buena inteligibilidad de la palabra o una buena audición de la música para su normal funcionamiento.

7.5.2 Pantallas acústicas

Para evitar la transmisión de las ondas sonoras en campo libre, se puede intercalar un apantallamiento entre el emisor y el receptor.

Existen muchas variantes de apantallamientos, plantaciones vegetales, *pantallas acústicas* propiamente dichas, etc.

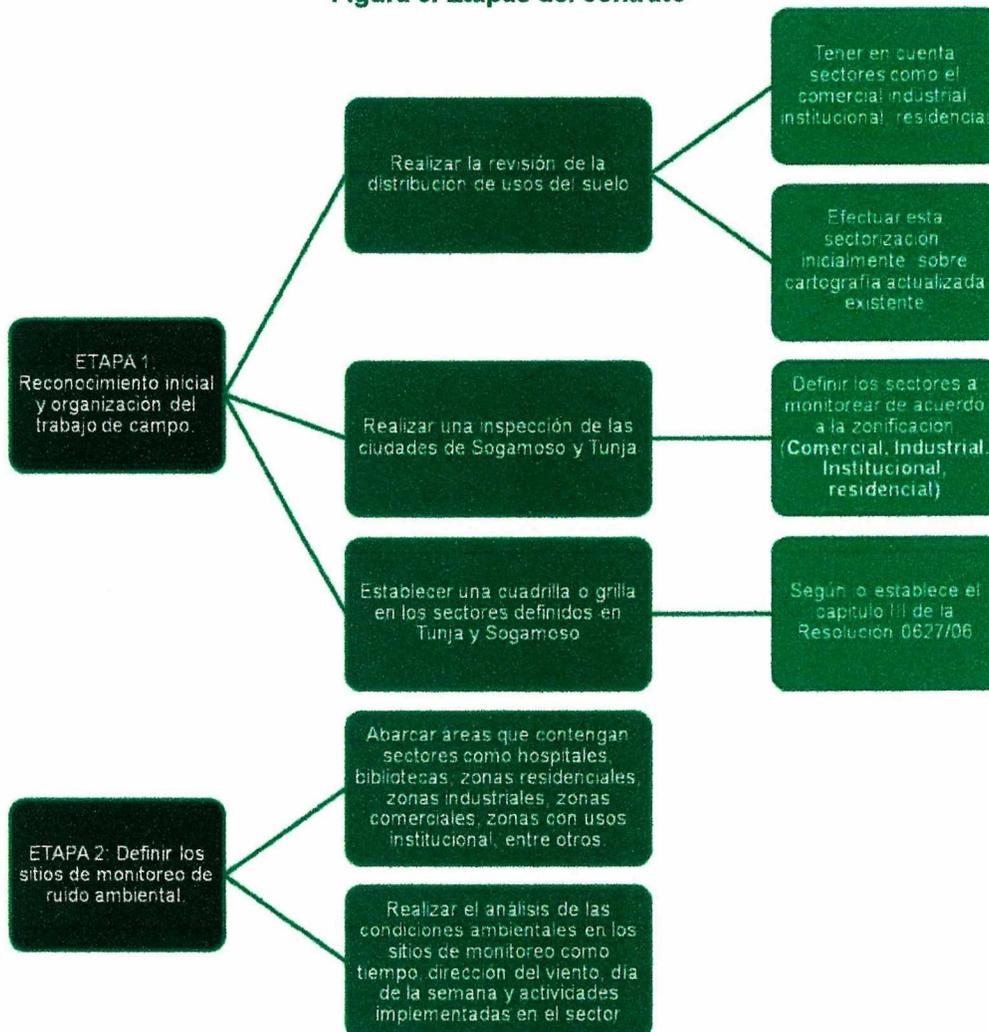
7.5.3 Silenciadores

Para atenuar la propagación de las ondas sonoras que acompañan un flujo de aire o gas en movimiento sin impedir el paso de estos, se utilizan *silenciadores*. Estos suelen estar formados principalmente por un material absorbente que disipa la energía acústica transmitida a través del silenciador juntamente con el flujo del fluido o en los silenciadores en los que la atenuación se debe principalmente a la geometría interna del silenciador, es decir, a las formas y volúmenes de los recintos interiores.

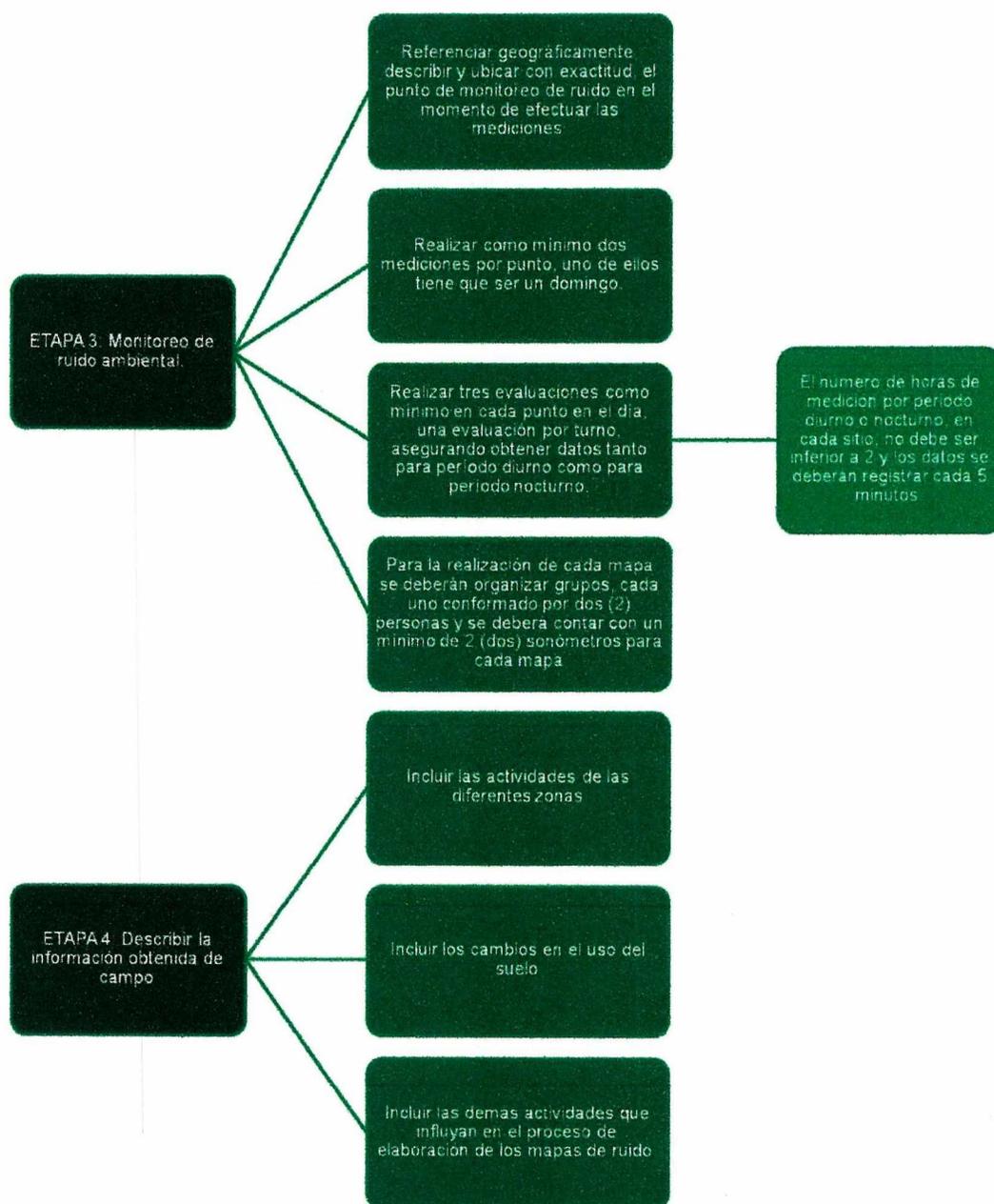
8. METODOLOGÍA

En la siguiente figura se muestra un resumen de las etapas y las actividades a desarrollar en cada una de estas, según lo definido en la propuesta técnica.

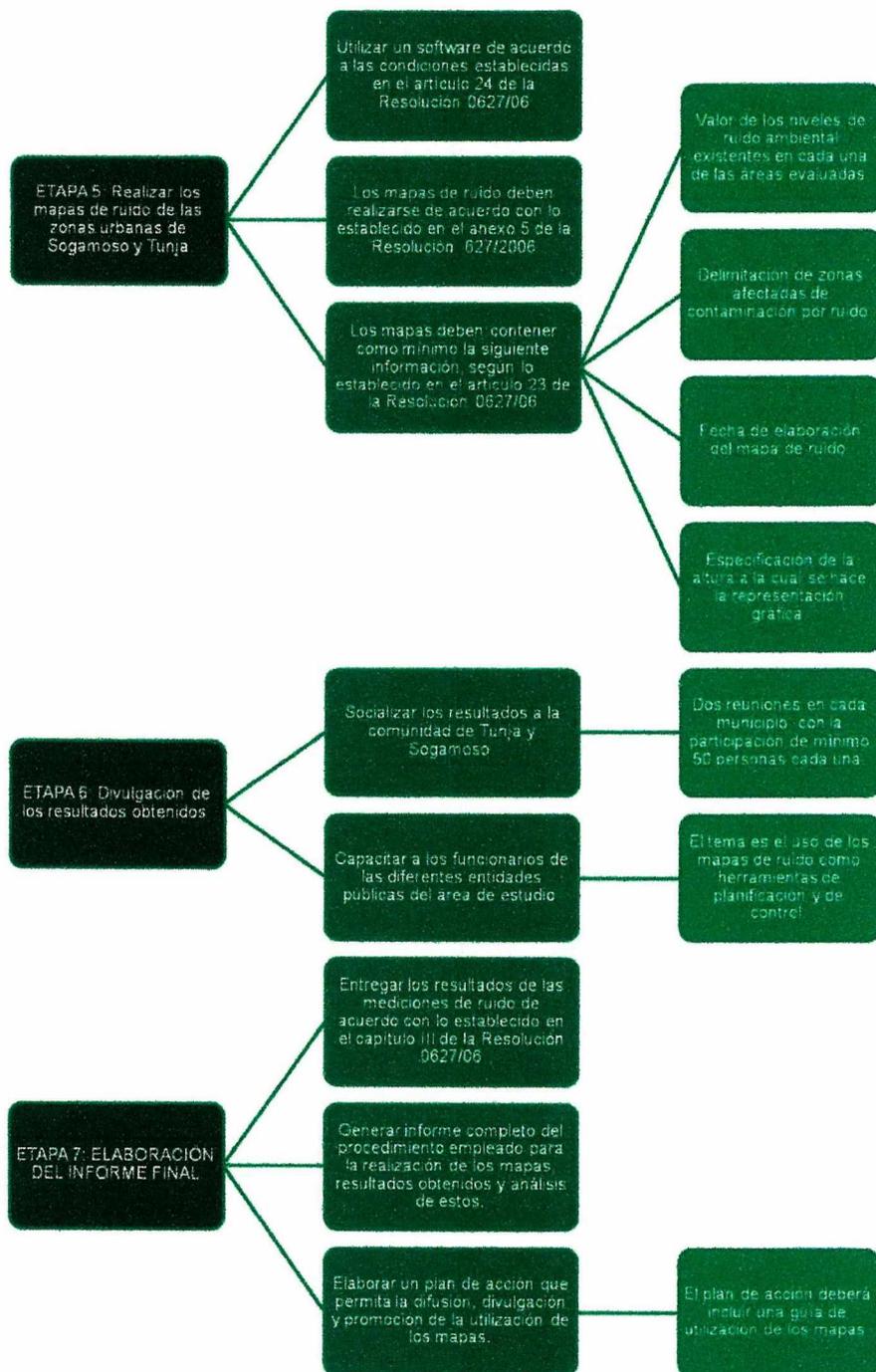
Figura 3. Etapas del contrato



Continuación...



Continuación...



Fuente: Autores, 2011

8.1 ETAPA 1: RECONOCIMIENTO INICIAL Y ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO.

En esta etapa se realizará el diseño del plan de trabajo para el desarrollo del Contrato de Consultoría No. 2010001, el reconocimiento inicial y la planeación del trabajo de campo de monitoreo de ruido. Las actividades específicas se muestran a continuación:

- Diseñar el Plan de trabajo para el desarrollo del Contrato de Consultoría No. 2010001.
- Realizar una inspección de las ciudades de Sogamoso y Tunja, definiendo los sectores a monitorear de acuerdo a la zonificación (Comercial, Industrial, Institucional, residencial).
- Realizar la revisión de la distribución de usos del suelo, teniendo en cuenta sectores como el comercial, industrial, institucional, residencial, entre otros. A partir de este parámetro se efectúa la sectorización inicial, sobre cartografía actualizada existente.
- Establecer la cuadrilla o grilla en los sectores definidos en Tunja y Sogamoso, según lo establece el Capítulo III de la Resolución 0627/06.

8.2 ETAPA 2: DEFINIR LOS SITIOS DE MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL.

En esta etapa se realizará la definición de los sitios a monitorear de acuerdo al reconocimiento de los municipios de estudio, las actividades específicas se muestran a continuación:

- Realizar el análisis de las condiciones ambientales en los sitios de monitoreo como tiempo, dirección del viento, día de la semana y actividades implementadas en el sector. La definición de las áreas a monitorear abarcará áreas que contengan sectores como hospitales, bibliotecas, zonas residenciales, zonas industriales, zonas comerciales, zonas con uso institucional, entre otros.

8.3 ETAPA 3: MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL.

En esta etapa, se realizarán los monitoreos en la zona de estudio con el fin de obtener los datos pertinentes para la elaboración de los mapas de ruido, las actividades específicas se muestran a continuación:

- Organizar los grupos de monitoreo en campo, cada uno conformado por dos (2) personas y se contará con un mínimo de 2 (dos) sonómetros para cada mapa.
- Referenciar geográficamente los municipios de estudio, mediante la descripción y ubicación con exactitud de los puntos de monitoreo de ruido en el momento de efectuar las mediciones.
- Realizar como mínimo dos mediciones por punto, uno de ellas el domingo, así mismo realizar tres evaluaciones como mínimo en cada punto en el día, una evaluación por turno, asegurando obtener datos tanto para período diurno como para período nocturno, el número de horas de medición por periodo diurno o nocturno, en cada sitio, no serán inferior a 2 y los datos se registrarán cada 5 minutos.

8.4 ETAPA 4: DESCRIBIR LA INFORMACIÓN OBTENIDA DE CAMPO.

En esta etapa, se realizará la recopilación y análisis de la información obtenida de los monitoreos efectuados en la zona de estudio, las actividades específicas se muestran a continuación:

- Realizar la recopilación y análisis de la información obtenida de los monitoreos efectuados, incluyendo las actividades de las diferentes zonas, los cambios en el uso del suelo y las demás actividades que influyan en el proceso de elaboración de los mapas de ruido.

8.5 ETAPA 5: REALIZAR LOS MAPAS DE RUIDO DE LAS ZONAS URBANAS DE SOGAMOSO Y TUNJA.

En esta etapa, se elaboraran los mapas de ruido de los municipios de estudio, las actividades específicas se muestran a continuación:

- Elaborar los mapas de ruido de la zona urbana de los municipios de Tunja y Sogamoso, utilizando un software de acuerdo a las condiciones establecidas en la Resolución 0627/06. Los mapas contendrán la información pertinente al valor de los niveles de ruido ambiental existentes en cada una de las áreas evaluadas, delimitación de zonas afectadas de contaminación por ruido, la especificación de la altura a la cual se hace la representación gráfica, entre otros.

8.6 ETAPA 6: DIVULGACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.

En esta etapa, se divulgarán los resultados obtenidos de la elaboración de los mapas de ruido, las actividades específicas se muestran a continuación:

- Elaboración del plan de acción que permita la difusión, divulgación y promoción de la utilización de los mapas.
- Socializar los resultados a la comunidad de Tunja y Sogamoso, mediante dos reuniones en cada municipio, con la participación de la comunidad.
- Capacitar a los funcionarios de las diferentes entidades públicas del área de estudio en el tema del uso de los mapas de ruido como herramientas de planificación y de control.

8.7 ETAPA 7: ELABORACIÓN DEL INFORME FINAL.

En esta etapa, se realizará el informe final pertinente a la elaboración de los mapas de ruido, las actividades específicas se muestran a continuación:

- La entrega de los resultados de las mediciones de ruido de acuerdo con lo establecido en el capítulo III de la Resolución 0627/06.
- Realización del informe completo del procedimiento empleado para la realización de los mapas, resultados obtenidos y análisis de estos.

9. ETAPA 1 Y 2: RECONOCIMIENTO INICIAL, ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO Y DEFINICIÓN DE LOS SITIOS DE MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL.

9.1 CARACTERIZACIÓN DEL MUNICIPIO

9.1.1 LOCALIZACIÓN

La ciudad de Tunja se encuentra ubicada sobre la cordillera Oriental en la parte central del departamento de Boyacá, localizada a 05°32'7" de latitud norte y 37°22'04" de longitud oeste con alturas que van desde los 2700 msnm hasta 3150 msnm en la parte más elevada. Como otras zonas de la región Andina de Colombia se encuentra en un área altamente propensa a la actividad sísmica.

El territorio limita por el norte con los municipios de Motavita y Cómbita, al oriente con los municipios de Oicatá, Chivatá, Soracá y Boyacá, por el sur con el municipio de Ventaquemada y por el occidente con los municipios Samacá, Cucaita y Sora. La ubicación resulta estratégica por los ejes viales que la interconectan con los Llanos Orientales, la Costa Atlántica y centro del país; dista de Bogotá 123 kms.

La extensión territorial de Tunja es de 118 kilómetros cuadrados, de los cuales el 87% corresponde al área rural y el 13% al área urbana.

9.1.2 GEOMORFOLOGÍA

La descripción de las características morfológicas y los procesos geomorfológicos que tienen presencia y dinámica en la región de Tunja, precisan de diferenciar espacialmente unidades estructurales y dinámicas superficiales (morfo dinámicas) específicas que explican los procesos globales de los que hace parte el sistema geofísico local.

Los agentes locales que particularmente actúan sobre el área tienen que ver con las condiciones climáticas del piso térmico frío con un promedio de temperatura de 12 °C y precipitaciones fluctuantes entre 500 y 600 mm anuales bajo la modalidad bimodal.

La presencia incipiente de tres corrientes superficiales permanentes: el Río Jordán que transcurre de SW o NE a lo largo del Valle con pendientes moderadas que oscilan entre 12% y 25% desde los 3.800 metros del Alto del Moral hasta el Valle en los 2650 a 2600 metros.

La disminución paulatina de su caudal ha restado significativamente su capacidad de carga y poder de desecación no obstante debe considerarse su aporte en el transporte de sedimentos y depositación lateral y de fondo a lo largo de su curso con lo que contribuye a la formación de pequeñas terrazas, depósitos de aluvión y desestabilización de vertientes.

Al agente hídrico se le suma las características geológicas, pendientes y el uso del suelo implantado por los habitantes en los últimos tiempos. En su conjunto están aquellas que explican las características geomorfológicas de la región de Tunja

Para definir las zonas geomorfológicas se tienen en cuenta la relación básica existente entre relieve y la composición litológica de las formaciones que integran el área de estudio y así establecer áreas con similares características fisiográficas de vegetación de suelos y drenaje.

Las principales corrientes hidrológicas la conforman el río Chulo, quebrada la cascada y la Vega. Las cuales presentan drenajes subsecuentes que corren con dirección SW a NE. Los pequeños drenajes son quebradas secas y corren hacia el cauce principal de agua. La vegetación se limita a rastrojos bajos en las partes altas y pastos en las partes de menor pendiente a lo largo del río chulo, quebradas La Vega y La Cascada, los cultivos sobre esta zona son escasos y limitados por los factores climáticos. Para el río Teatinos y la quebrada Cortaderal

por ser zona de alta montaña y muy húmeda su vegetación es abundante presentando en la zonas de mayor pendiente rastrojos altos y pastos, las zonas de cultivos son muy amplia con variedades de tierra fría.

9.1.3 CLIMATOLOGÍA

El Municipio de Tunja se encuentra a una altura de 2.782 m.s.n.m y dada la posición geográfica, se ubica en la formación Bosque Seco Montano Bajo (bs - MB). La unidad Bioclimática o ecosistema de la región, está definida por determinados ambientes o condiciones, que a su vez tipifican asociaciones a tipos de vegetación, bajo condiciones de clima especial. Teniendo en cuenta la clasificación de zonas de vida de L.R. HOLDRIDGE, esta zona de vida pertenece a la provincia de humedad SUBHUMEDO y presenta como características límites físicas; una biotemperatura media entre 12° y 18°C y lluvias promedios anuales entre 500 y 1000 m.m; su altitud de localización es entre los 2.000 a 3.000 m.s.n.m. con variaciones locales.

La información meteorológica consultada y confiable fue de la estación de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (U.P.T.C.), localizada en la ciudad de Tunja, con coordenadas 5° 34' de longitud norte y 73° 22' de longitud oeste y una elevación de 2.690 m.s.n.m, la cual es operada actualmente por el Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)

9.1.3.1 Precipitación.

La precipitación Media anual es de 630.1 m.m, lo que constituye un clima frío subhúmedo.

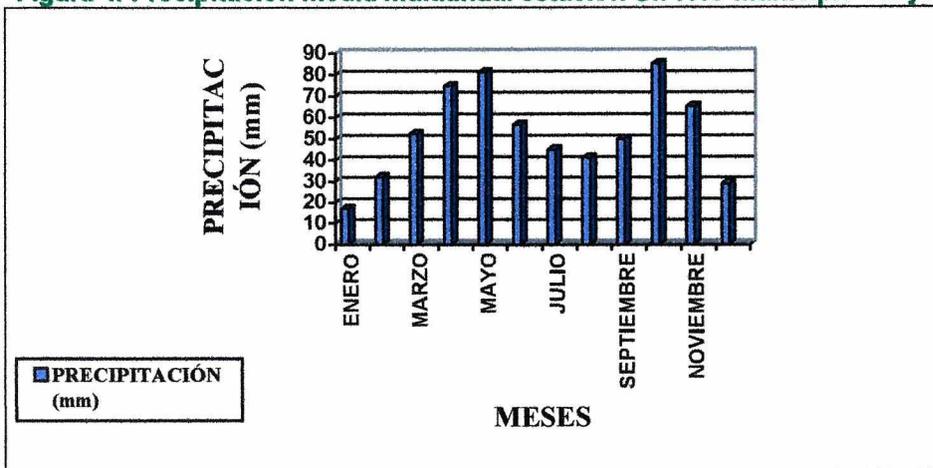
El régimen normal se caracteriza por una distribución de tipo bimodal, presentándose dos épocas húmedas que comprende los meses de Marzo, Abril, Mayo y Octubre, Noviembre y Diciembre; entre éstos dos períodos se presentan las épocas secas, una con menor precipitación de Junio a Agosto y un periodo bien seco de Diciembre a Marzo.

Tabla 2. Precipitación media multianual estación U.P.T.C - Tunja

Meses	Precipitación (mm)		
	Minima	Media	Máxima
Enero	0.5	17.0	26.8
Febrero	2.9	32.0	81.6
Marzo	5.7	52.5	141.0
Abril	20.1	74.7	149.3
Mayo	36.3	81.2	187.5
Junio	20.1	56.9	100.9
Julio	24.4	45.1	82.0
Agosto	19.2	41.2	78.6
Septiembre	14.7	50.0	96.2
Octubre	16.8	85.2	183.0
Noviembre	11.2	65.4	121.6
Diciembre	28.9	28.9	69.5
ANUAL°	0.5	630.1	187.5

Fuente: Plan de Desarrollo Tunja 2008-2011

Figura 4. Precipitación media multianual estación U.P.T.C municipio Tunja



Fuente: Plan de Desarrollo Tunja 2008-2011

9.1.3.2 Temperatura.

Los diferentes valores medios mensuales y anuales de las temperaturas, se obtienen con una larga serie cronológica de datos o periodos entre 1980-1997

Tabla 3. Estación U.P.T.C – Tunja distribución de temperatura

Parámetro Climático	Valor	Meses												Vr. Anual
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
TEMPERATURA MÁXIMA (°C)	MÁXIMO	23.6	23.8	25.2	24.4	21.4	20.9	20.6	21.8	23.4	21.8	22.4	23.8	25.2
	MEDIO	22.0	22.3	22.6	21.4	20.1	19.0	18.6	19.2	20.3	20.5	20.8	21.2	20.7
	MÍNIMO	20.0	20.0	21.0	19.8	19.2	17.7	17	17.8	19.0	18.9	19.3	19.4	17
TEMPERATURA MEDIA(°C)	MÁXIMO	13.9	14.4	14.7	14.5	13.7	13.3	13.4	12.8	13.2	14.0	14.0	13.5	14.7
	MEDIO	13.2	13.4	13.8	13.8	13.4	12.6	12.1	12.2	12.7	13.0	13.3	13.1	13.1
	MÍNIMO	12.7	12.8	12.8	13.1	12.8	12	11.4	11.7	12.0	12.3	12.7	12.7	11.4
TEMPERATURA	MÁXIMO	4.8	7.4	7.8	8.0	8.2	7.8	7.6	6.6	6.8	8.1	7.0	6.2	8.2

Parámetro Climático	Valor	Meses												Vr. Anua l
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
MÍNIMA (°C)	MEDIO	2.9	3.3	4.7	6.4	6.2	5.7	5.1	4.9	4.6	5.0	5.6	3.2	4.8
	MÍNIMO	0.2	-1.1	2.5	4.4	4.6	2.2	1.8	3.4	3.4	3.2	3.0	0.4	-1.1

Fuente: Plan de Desarrollo Tunja 2008-2011

De acuerdo con la distribución temporal de temperatura de la Estación anteriormente mencionada se puede concluir lo siguiente:

- Los valores a nivel mensual permanecen estables alrededor del promedio anual, con oscilaciones que no superan en ningún caso el valor de 4°C. Es decir, se puede concluir que la temperatura media del aire en esta región permanece constante durante todo el año.
- La temperatura promedio anual se establece alrededor de los 13,1°C.
- Tanto las temperaturas máximas medias mensuales como las mínimas medias presentan un comportamiento a través del año, similar a las temperaturas medias.
- La temperatura máxima media presenta un valor promedio anual de 20,7°C, mientras que la temperatura mínima media presenta un valor promedio anual de 4,8°C.
- Las más altas temperaturas se presentan en el mes de marzo con un promedio mensual de 25°C.
- La temperatura desciende para el mes de Julio, presentando un valor promedio mensual de 17.0°C.

9.1.3.3 Humedad relativa

Tabla 4. Humedad relativa

PARÁMETRO CLIMÁTICO	VALOR	MESES												VR. ANUAL
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
HUMEDAD RELATIVA MEDIA (%)	MÁXIMO	92	79	80	85	85	85	84	85	82	82	83	80	92
	MEDIO	76	75	76	80	82	84	83	82	79	80	80	78	80
	MÍNIMO	75	70	72	75	80	82	81	79	77	77	75	74	70

Fuente: Plan de Desarrollo Tunja 2008-2011

- Con los valores medios de la humedad relativa y el análisis de la Distribución Temporal para la estación de la U.P.T.C, se concluye lo siguiente:
- La humedad relativa media del aire tanto en sus valores mensuales como anuales, es constante durante gran parte del año.
- La humedad relativa promedio anual se establece alrededor del 80%.
- Enero es el mes que presenta el porcentaje más alto, con un promedio mensual del 92% de humedad relativa.
- Con un promedio mensual del 70% Febrero presenta el porcentaje más bajo de humedad relativa.

9.1.3.4 Evaporación.

Los diferentes valores de la evaporación a nivel mensual, muestran que el mes de Marzo presenta el valor más alto de evaporación en el año, con un promedio de 148,7 (m.m) y el valor más bajo de Evaporación se encuentra en el mes de Junio, con un valor de 91.6 (m.m). La evaporación promedio anual se establece en aproximadamente un 1221,4 (m.m)

9.1.3.5 Brillo Solar.

Los valores mensuales de brillo solar, muestran que el mes de Enero, con un valor de 223,3 horas presenta el más alto registro en el año, mientras que en el mes de Junio con un valor medio de 93,0 horas ofrece el valor más bajo. El valor promedio anual de brillo solar es de 1.948,9.

9.1.3.6 Velocidad del Viento.

Según la rosa de los vientos dominan en el sentido del sur y del sureste. El valor promedio del recorrido es 31.761 Km; presentándose la mayor incidencia en el mes de Julio.

9.1.4 DEMOGRAFÍA

De acuerdo con proyecciones del DANE, el Municipio de Tunja para el año 2008, se proyecta con una población de 164.676 habitantes, de la cual el 47.45%, que corresponde a 78.139 de sexo masculino y el 52.55%, que corresponden al 86.537 de sexo femenino; distribuidos así: en la zona urbana el 95.15% (157.297 habitantes) y en la zona rural el 4.85%, es decir 7.379 habitantes.

Esta concentración de población urbana conlleva a que las Administraciones deban orientar la inversión social hacia esta zona, atender las altas demandas de servicios públicos, salud, educación, vivienda, saneamiento básico, entre otros, con desventaja para el sector rural; de acuerdo con la información del plan de Ordenamiento y proyecciones de población para el año 2008 tenemos una densidad poblacional urbana de 7.630. Hab/km² y rural de 95 Hab/km² cifra que señala el despoblamiento del sector rural.

El crecimiento de la población, a partir del año 2004, ha sido, como consecuencia del aumento de las tasas de natalidad y la disminución de la tasa de mortalidad.

Comparando el crecimiento vegetativo o natural para el 2005 (1.5%) con el crecimiento promedio intercensal (2,97%) se concluye que por lo menos para el año 2005 la tasa neta de inmigración fue de +1,47%, con lo cual estos flujos de población aportaría poco con respecto a la dinámica demográfica interna.

Tabla 5. Proyección de población 2008. Censo DANE 2005

Proyección Población 2008	
Urbana	157.297
Rural	7.397
Total	164.676

Fuente: Plan de Desarrollo Tunja 2008-2011

Tabla 6. Población por edad y sexo. Censo DANE 2005

Grupos de edad	Población 2005		Hombres	Mujeres
	Cabecera	Resto		
0-4 años	13141	883	7157	6867
5-9 años	14435	991	7809	7617
10-14 años	14182	870	7617	7435
15-19 años	15040	725	7477	8288
20-29 años	28614	1140	13997	15757
30-39 años	20654	942	9790	11806
40-49 años	17907	604	8261	10250
50-59 años	11047	492	5213	6326
60-69 años	5645	379	2570	3454
70-79 años	3210	203	1430	1983
80 y mas años	1263	52	452	863
Totales	145138	7281	71773	80646

Fuente: Plan de Desarrollo Tunja 2008-2011

9.1.5 ECONOMÍA

La economía según registros de la Cámara de Comercio, presenta como actividades predominantes la intermediación financiera, el comercio, el transporte, los servicios; las actividades productivas representativas están en las instituciones de educación, las instituciones prestadoras de salud, las empresas promotoras de salud, los establecimientos financieros y de comercio. El perfil de la ciudad es terciario, la actividad agropecuaria es baja, epicentro de actividades empresariales e institucionales de la provincia Centro.

De acuerdo con los resultados preliminares del Censo 2005, el 51.93% de los establecimientos se dedican al comercio; el 34.73% a servicios, el 7,2% se dedican a la industria y el 4,3% a otra actividad.

Tabla 7. Actividades Económicas. Censo 2005

	Industria	Comercio	Servicios	Otras Activ. Económicas	Unidades Auxiliares Diferentes de Gerencia	No Informa	Total
Urbano	517	3786	2507	335	54	44	7243
Rural	15	52	60	21	-	-	148
Total	532	3838	2567	356	54	44	7391
%	7,2	51,93	34,73	4,82	0,73	0,6	100

Fuente: Plan de Desarrollo Tunja 2008-2011

Tabla 8. Tipo de Actividad Económica

Tipo de Actividad	Urbano	Rural	Total	%
Mantenimiento	537	10	547	7
Compra y venta productos no fabricados	3292	42	3334	45
Alojamiento, restaurantes, cafeterías	805	41	846	12
Construcción	84	1	85	1
Transporte	62	1	63	1
Correos y telecomunicaciones	264	0	264	4
Intermediación financiera	93	0	93	1
Educación	197	9	206	3
Salud, servicios Sociales	288	3	291	4
Otros Servicios	686	5	691	9
Otros elaborados por usted	550	15	565	8
Otros diferentes a comercio, industria o servicios	335	21	356	5
TOTAL	7193	148	7341	100

Fuente: Plan de Desarrollo 2008-2011 "PARA TUNJA LO MEJOR"

Como se puede apreciar en la tabla anterior, la actividad económica de impacto en la ciudad es la compra y venta de productos no fabricados, con un 45%, lo que nos indica que la población informal y subempleada tiene una incidencia importante en el comportamiento de la compra de los habitantes.

Igualmente, nos indica que el tunjano no tiene vocación de empresario y si por el contrario es fuerte en la venta de productos manufacturados.

La producción agrícola para el año 2005, no es significativa y de acuerdo a la información registrada en la tabla anterior, se puede afirmar que el campo está desapareciendo, situación que no es nada halagüeña por cuanto los productos agrícolas marcan pautas en el desarrollo económico y social de una ciudad.

Actualmente, y de acuerdo con la información de la Secretaría de Desarrollo del Municipio existen 1200 unidades productivas de bajos recursos, en donde los cultivos predominantes son la papa, hortalizas en pequeña escala, arveja, maíz., trigo, cebada, cebolla cabezona, avena y frutales en menor escala; al igual el sector pecuario predomina el ganado de doble propósito (carne y leche), con las razas criolla y normando; en especies menores su fomento es en menor escala.

Por otro lado, la unidad agrícola familiar “UAF”9, para el año 2007, establecida para la estratificación rural, corresponde a 9.97 Has., extensión que al tenerla produciendo le generaría a las familias tunjanas rurales dos salarios mínimos mensuales vigentes, para mantener a su familia y un excedente de productividad para capitalizar patrimonio, sin embargo, el área promedio de los predios rurales en el Municipio de Tunja, es de 2 Ha y en la medida en que los predios están más cerca del perímetro urbano, no superan los 2500, dificultando aún más la producción agropecuaria en el sector rural.

Tabla 9. Producción Agrícola

Cultivo	Casos	Cultivo	Casos
Acelga	1	Papa	180
Apio	1	Trigo	19
Arveja	60	Zanahoria	29
Avena	12	Maíz, Papa	25
Calabaza	1	Maíz, Pepino	1
Cebada	11	Maíz, frijol	1
Cebolla		Arveja, papa,	
Cabezona	5	Haba	9
Cilantro	1	Limonaria	2
Haba	12	Guatila	1
Maíz	151	Total	523

Fuente: Plan de Desarrollo Tunja 2008-2011

9.2 PLANEACIÓN DEL TRABAJO EN CAMPO

9.2.1 RECORRIDO INICIAL

Para el conocimiento del área objeto de estudio se realizó un recorrido inicial por el Municipio de Tunja en compañía de delegados de la Secretaría de Protección Social, donde se identificaron sectores de importancia en cuanto a ruido ambiental tales como Villa Universitaria, Barrio los Muiscas, zona centro y vías de mayor flujo vehicular como la Avenida Oriental, Avenida Norte, Carreras 12, 14, 11, 9, entre otras; información valiosa para la determinación de puntos de monitoreo y modelación.

Figura 5. Recorrido Inspección inicial Tunja



Fuente. Autores, 2011.

9.2.2 DETERMINACIÓN DE PUNTOS DE MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL

La determinación de los puntos de monitoreo de ruido ambiental en el municipio de Tunja, tuvo en cuenta la metodología descrita en el Anexo 3 de la Resolución 627 del 2006, para lo cual fue necesario recopilar información cartográfica relacionada con los usos del suelo y perímetro urbano, suministrada por la Oficina Asesora de planeación de la Alcaldía Mayor de Tunja, previa solicitud mediante oficio. Con base en la información recopilada, se realizó una grilla de 600 metros por 600 metros, haciendo un cubrimiento total del área urbana del municipio. De acuerdo a la grilla elaborada, se establecieron puntos en el centro de cada celda, lo que garantizó una distribución uniforme de los puntos a monitorear. Cabe mencionar que los puntos obtenidos se ajustaron de acuerdo a criterios como usos de suelo y relación de quejas por ruido.

La grilla con la ubicación de los 60 puntos de monitoreo de ruido ambiental fue socializada a los delegados de la Secretaría de Protección Social en la ciudad de Tunja, quienes sugirieron la reubicación de algunos puntos de medición antes de su aprobación, con el fin de obtener puntos más representativos que permitan

realizar un mejor análisis de la problemática real en materia de ruido ambiental presente en el municipio.

En el Anexo 1 se presenta el mapa con la grilla de ubicación de puntos monitoreados del Municipio de Tunja, corregidos y aprobados por el supervisor del contrato. Una vez elaborada la grilla se realizó un segundo recorrido con el fin de determinar la ubicación exacta de los puntos de monitoreo.

A continuación se relacionan cada uno de los puntos de monitoreo de ruido ambiental previamente aprobados por el supervisor del contrato, con sus respectivos números de identificación (ID) y ubicación exacta.

Tabla 10. Ubicación de puntos de monitoreo Tunja

ID	DIRECCIÓN	DESCRIPCIÓN
1	Frente a Plaza de mercado	
2	Calle 6 Sur N°8-05	Frente al CAI Barrio San Francisco
3	Carrera 14 N°3 sur	Bomba Brio
4	Calle 3Sur N° 16-68	Barrio triunfo, Casa Amarilla
5	Carrera 2 N 4-20	Barrio Coservicios
6	Avenida oriental calle 3	Frente a Brasas y Broaster
7	Calle 2 N°14-100	
8	Avenida los patriotas con circunvalar	Frente a Estación Biomax
9	calle 1Sur N° 16-44	Barrio la Florida
10	Calle 9 Carrera 12	
11	Calle 17 N° 9-91	
12	Calle 12 Nª 5-35	
13	Avenida oriental calle 8	Frente a Droguería La economía
14	Calle 8A N° 15-07	
15	Carrera 11 N° 9-80	
16	CII 15 No. 4A-14	Avenida patriotas con carrera 4
17	Carrera 7 No 15 -27	Avenida oriental al lado del terminal
18	Carrera 11 N° 12-58	Frente a taller Esquina Parque
19	Avenida Circunvalar Amparo de niños	Frente al Amparo de niños
20	Calle 15 N° 13-42	Barrio La frontera casa roja
21	Carrera 1 N°18-25	Barrio Prados de Alcalá
22	Calle 18 N°11-43	Frente a banco Agrario
23	Calle 16 N° 15A-43	Frente a Colegio de la Policía
24	Transversal 17 calle 35A	
25	Carrera 12 N°19-59	Frente a universidad Santo Tomas
26	Calle 24 con 6	Frente a escuela de medicina UPTC
27	Calle 25 N°19-54	
28	Carrera 10 Calle 22-04	Frente a Plaza San Francisco
29	transversal 15 Calle 22	Cruce salida Villa de Leyva
30	Carrera 2 E- N°26-30	Barrio Prados de San Luis
31	Carrera 10 Calle 25	Frente a restaurante Mrs King

ID	DIRECCIÓN	DESCRIPCIÓN
32	Carrera 13 Calle 22	
33	Carrera 19 No. 19-05	Lote vacío
34	Carrea 7 N° 27-100	Frente a casa naranja
35	Carrera 14 N°18-61	Frente a Cerámica Italia
36	Frente a estadio de la independencia	
37	Avenida colon con carrera 10	Frente a la Estación Esso y surtilicores
38	Carrera 10 N° 42-46	Barrio Rosales
39	Calle 32 Carrera 16	
40	Carrea 19 Calle 30	Frente a Distribuidora el Chispazo
41	Avenida Universitaria Calle 41	Esquina Nororiental Unicentro
42	Centro de la glorieta	
43	Carrera 16 N°36-45	Frente Restaurante Brasas del sabor
44	Avenida Norte Calle 37	Edificio de bares al lado de la UPTC
45	Avenida universitaria Calle 46	Frente a Clínica cancerológica
46	Avenida norte con calle 35	Frente a Miranda Club
47	Calle 48 N° 6-11	Diagonal Centro Norte
48	Calle 20 N° 10-27	
49	Avenida Norte con 51	Frente a bar
50	Avenida Norte -Rua Club Bar Tunja	
51	Carrera 9 Calle 18	
52	Carrera 6 N° 59-05	Frente a Autos Norte
53	Diagonal 67 transversal 0A	Salida buses barrio los Muisca
54	Clínica Medilaser	Frente a barrio Suamox
55	Carrera 6 N° 64-11	Fasil Ltda Automotriz
56	Antigua Vía Paipa Calle 73	Al lado del colegio los Ángeles
57	Avenida Norte Diagonal 67	Salida buses barrio los Muisca
58	Km 1 vía Tunja -Paipa	Bodegas amarillas- Parque industrial frente a bomba Mobil
59	Calle 23 vía Toca	Barrio Fuente Higuera
60	Avenida Norte al lado del ICBF	

Fuente. Autores, 2011.

9.2.3 ORGANIZACIÓN DEL GRUPO DE TRABAJO

Dentro de la planificación del trabajo en campo se realizó el día 17 de diciembre de 2010 una capacitación al personal técnico encargado de llevar a cabo las mediciones de ruido en la ciudad de Tunja, donde se dio a conocer las generalidades del contrato, una explicación de la Resolución 0627 de 2006 (generalidades de la norma, horarios, importancia de la realización de mapas de ruido, procedimientos de ubicación de la estación de monitoreo), manejo de los equipos de medición y formatos de registro de resultados.

Figura 6. Capacitación grupo de trabajo



Fuente. Autores, 2011.

En el Anexo 2, se muestra en digital la capacitación realizada al grupo de monitoreo.

Una vez definida la localización de los puntos de monitoreo de ruido ambiental y como parte de la planificación del trabajo en campo se establecieron rutas que abarcaran puntos cercanos para poder facilitar el desplazamiento del grupo de trabajo y de los equipos de medición.

En el Anexo 3, se muestran las rutas establecidas para la medición de los puntos definidos en el municipio de Tunja.

10. ETAPA 3: MONITOREOS DE RUIDO AMBIENTAL

El monitoreo de ruido ambiental en los 60 puntos definidos dentro del perímetro urbano del municipio, tuvo en cuenta la metodología establecida en la Resolución 0627 de 2006. El sonómetro empleado permitió la medición del Leq, Lieq, Leq máximo y mínimo y un análisis de frecuencias en tercios de octava, datos necesarios para la corrección de los niveles por tonalidad e impulsividad.

10.1.1 METODOLOGÍA PARA LOS MONITOREOS DE RUIDO AMBIENTAL

La metodología de mediciones de campo, se estableció de acuerdo con la Resolución 627 de 2006, en especial el Anexo 3, Capítulo II Procedimiento de medición para ruido ambiental. A continuación se muestra detalladamente dicha metodología:

- a. Se realiza el montaje del equipo de medición, ubicando en el trípode el micrófono con la pantalla antiviento, así como el anemómetro para verificar la velocidad del viento. El micrófono se conecta al cable de extensión, por medio del cual se realizará la medida con el sonómetro, luego de subir el trípode a 4 m de altura.
- b. El montaje del equipo se ubica a una distancia equidistante de las fachadas, barreras o muros existentes a ambos lados del punto de medición, si estos no existen en uno de los costados, el punto se sitúa a una distancia de 4 m medidos horizontalmente desde el costado que las posea, si no existen en ninguno de los costados, se toma el punto equidistante entre los límites del espacio público correspondiente, acorde con el capítulo II, del Anexo 3, de la Resolución 627 de 2006.
- c. El intervalo de tiempo a medir se establece de acuerdo al artículo 5 de la Resolución 627 de 2006, es decir, en intervalos de tiempo distribuidos uniformemente hasta obtener, como mínimo, 15 min de captura de información.

- d. La medición en cada punto durante quince minutos, consta de 5 mediciones parciales distribuidas en tiempos iguales, cada una de las cuales debe tener una posición orientada del micrófono, así: Norte, Sur, Este, Oeste y Vertical hacia arriba, hasta obtener, como mínimo, 15 min de captura de información.

Figura 7. Equipo monitoreo ruido (Anemómetro y Sonómetro)



Fuente. Autores, 2011

10.1.2 DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS DE MEDICIÓN

Los equipos utilizados en las mediciones de ruido ambiental para los municipios de Tunja y Sogamoso cumplen las especificaciones exigidas en la resolución 627/06. A continuación se presentan las fichas técnicas de los equipos empleados en campo.

Tabla 8. Ficha Técnica sonómetro 1

SONÓMETRO 1	
TIPO	I
MODELO	SOLO
MARCA	01 dB METRAVIB-AREVA
N° SERIE	30437
DESCRIPCION DEL EQUIPO	Sonómetro digital integrador con pantalla antiviento, filtro de banda (1/1) de octavas y tercios (1/3) de octava
PREAMPLIFICADOR	
TIPO	PRE 21 S
N° SERIE	13997
MICRÓFONO	
TIPO	MCE 215
N° SERIE	10524
CALIBRADOR	
TIPO	CAL 21
MARCA	01 dB METRAVIB-AREVA
N° SERIE	34593258

Fuente. Autores, 2011.

Tabla 9. Ficha Técnica sonómetro 2

SONÓMETRO 2	
TIPO	I
MODELO	BLACK SOLO
MARCA	01 dB METRAVIB-AREVA
N° SERIE	35005
DESCRIPCION DEL EQUIPO	Sonómetro digital integrador con pantalla antiviento, filtro de banda (1/1) de octavas y tercios (1/3) de octava
PREAMPLIFICADOR	
TIPO	PRE 21 S
MARCA	01 dB METRAVIB-AREVA
N° SERIE	15492
MICRÓFONO	
TIPO	MCE 215
MARCA	01 dB METRAVIB-AREVA
N° SERIE	11514
CALIBRADOR	
TIPO	CAL 21
MARCA	01 dB METRAVIB-AREVA
N° SERIE	34593258

Fuente. Autores, 2011.

Tabla 10. Ficha Técnica sonómetro 3

SONÓMETRO 3	
TIPO	I
MARCA	NORSONIC
N° SERIE	1313214
DESCRIPCION DEL EQUIPO	El sonómetro Nor131 es un instrumento de precisión clase I, está diseñado y fabricado conforme a las últimas normativas de medición de nivel de sonido
PREAMPLIFICADOR	
TIPO	1207
MARCA	NORSONIC
N° SERIE	12664
MICRÓFONO	
TIPO	
MARCA	NORSONIC
N° SERIE	
CALIBRADOR	
TIPO	1251
MARCA	NORSONIC
N° SERIE	32980

Fuente. Autores, 2011.

En el Anexo 4, se muestra el certificado de calibración de los equipos

10.1.3 CÁLCULOS Y CORRECCIONES

Tal y como lo establece la Resolución 627 de 2006, la determinación del nivel de presión sonora continuo equivalente, se realiza y expresa en decibeles corregidos por tonos e impulsividad.

La determinación del nivel de presión sonora continuo equivalente (L_{Aeq}) se llevo a cabo por medio de la siguiente expresión:

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

Donde:

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

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

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

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

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

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

Teniendo en cuenta que en cada punto de monitoreo se llevaron a cabo cinco mediciones parciales distribuidas en tiempos iguales en las cinco orientaciones del micrófono (N, O, S, E, V), fue necesario realizar los ajustes de tonalidad e impulsividad a los datos obtenidos por cada orientación tal y como lo establece la norma en su Anexo 2 y posteriormente aplicar promedio logarítmico mediante la expresión matemática (1) para obtener el L_{Aeq} .

A continuación se describe el procedimiento para la corrección de los niveles equivalentes obtenidos en campo y el cálculo del L_{Aeq} , así mismo se presenta una muestra de cálculo a manera de ejemplo.

10.1.3.1 Corrección por Tonalidad

La corrección de nivel K_T toma en consideración los componentes tonales del ruido en el lugar de la medición y durante el tiempo que estén presentes estos tonos. La manera detallada de evaluar la presencia de componentes tonales de los datos obtenidos en campo se presenta a continuación:

- Se hace un análisis con resolución de 1/3 de octava.
- Se calcula la diferencia:

$$L = L_t - L_s$$

Donde:

L_t = nivel de presión sonora de la banda f que contiene el tono puro;

L_s = media de los niveles de las dos bandas situadas inmediatamente por encima y por debajo de f .

- Se determina la presencia o ausencia de componentes tonales, entre 20 a 125 Hz:

Si $L < 8 \text{ dB(A)}$, no hay componentes tonales.

Si $8 \text{ dB(A)} \leq L \leq 12 \text{ dB(A)}$, hay componente tonal neto.

Si $L > 12 \text{ dB(A)}$, hay componente tonal fuerte.

- Se determina la presencia o ausencia de componentes tonales, entre 160 a 400 Hz:

Si $L < 5 \text{ dB(A)}$, no hay componentes tonales.

Si $5 \text{ dB(A)} \leq L \leq 8 \text{ dB(A)}$, hay componente tonal neto.

Si $L > 8 \text{ dB(A)}$, hay componente tonal fuerte.

- Se determina la presencia o ausencia de componentes tonales a partir de 500 Hz:

Si $L < 3 \text{ dB(A)}$, no hay componentes tonales.

Si $3 \text{ dB(A)} \leq L \leq 5 \text{ dB(A)}$, hay componente tonal neto.

Si $L > 5 \text{ dB(A)}$, hay componente tonal fuerte.

- Finalmente se hace la corrección con base en los siguientes criterios:

Por percepción nula de componentes tonales: 0 dB(A).

Por percepción neta de componentes tonales: 3 dB(A).

Por percepción fuerte de componentes tonales: 6 dB(A).

10.1.3.2 Corrección por impulsividad

La corrección de nivel K_i toma en los componentes impulsivos en el lugar de la medición y durante el tiempo que estén presentes los respectivos impulsos La

manera detallada en la cual se percibe un ruido impulsivo se describe a continuación:

- Se mide el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, durante T_i , L_A , T_i .
- Se mide el nivel de presión sonora ponderado A, determinado con la característica temporal Impulso (Impulse; en ingles), promediado en el tiempo T_i , L_{AI} .
- Se calcula la diferencia $L_i = L_{AI} - L_A$, T_i .
Si $L_i < 3 \text{ dB(A)}$, no hay componentes impulsivos.
Si $3 \text{ dB(A)} \leq L_i \leq 6 \text{ dB(A)}$, hay percepción neta de componentes impulsivos.
Si $L_i > 6 \text{ dB(A)}$, hay percepción fuerte de componentes impulsivos.
- Finalmente se hace la corrección con base en los siguientes criterios:

Por percepción nula de componentes impulsivos: 0 dB(A).
Por percepción neta de componentes impulsivos: 3 dB(A).
Por percepción fuerte de componentes impulsivos: 6 dB(A).

Las correcciones en decibeles, de acuerdo con el Artículo 6 de la Resolución 627 de 2006, se efectúan por la expresión:

$$L_{Req,T} = L_{eq,T} + (KI, KT)$$

Donde:

L_{Req} = Nivel corregido de presión sonora continuo equivalente ponderado A, medido en un tiempo T

L_{eq} = Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, medido en un tiempo T

KI es un ajuste por impulsos (dB(A))

KT es un ajuste por tono (dB(A))

El nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, $L_{eq,T}$, solo se corrige por un solo factor K, el de mayor valor en dB(A).

A continuación se presenta una muestra de cálculo del procedimiento empleado para la corrección y cálculo del LAeq de la medición obtenida para periodo diurno con orientación norte del micrófono en el punto de monitoreo identificado con el ID1 (Frente a plaza de mercado sur).

Tabla 11. Espectro de frecuencias en tercios de octava. Orientación Norte – Punto 1

12.5 Hz	16 Hz	20 Hz	25 Hz	31.5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz
58,3	58,2	59,8	57,3	57,6	58,6	59,3	58,1	58,7	54,9	53,5	55,3
200 Hz	250 Hz	315 Hz	400 Hz	500 Hz	630 Hz	800 Hz	1.0 kHz	1.25kHz	1.6 kHz	2.0 kHz	2.5 kHz
56,4	63,3	59,2	57,5	60	61,3	61,7	61,5	58,8	58,2	56,6	56
3.15kHz	4.0 kHz	5.0 kHz	6.3 kHz	8.0 kHz	10.0kHz	12.5kHz	16.0kHz	20.0kHz			
56,9	55,6	54,7	56,9	56	56,7	58	56,2	54,9			

Fuente. Autores, 2011.

Tabla 12. Corrección por tonalidad. Orientación Norte - Punto 1

L (20-125Hz)	20 Hz	25 Hz	31.5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz
	2,05	-1,4	-0,35	0,15	0,95	-0,9	2,2	-1,2	-1,6
L (160-400Hz)	160 Hz	200 Hz	250 Hz	315 Hz	400 Hz				
	0,35	-2,9	5,5	-1,2	-2,1				
L (> 500Hz)	500 Hz	630 Hz	800 Hz	1.0 kHz	1.25kHz	1.6 kHz	2.0 kHz	2.5 kHz	3.15kHz
	0,6	0,45	0,3	1,25	-1,05	0,5	-0,5	-0,75	1,1
	4.0 kHz	5.0 kHz	6.3 kHz	8.0 kHz	10.0kHz	12.5kHz	16.0kHz		
	-0,2	-1,55	1,55	-0,8	-0,3	1,55	-0,25		

Fuente. Autores, 2011.

De acuerdo al análisis de frecuencias en tercios de octava para este punto se puede observar la presencia de componentes tonales netos en el rango de frecuencias entre los 160 a 400 Hz. Lo anterior indica que por componentes tonales el Leq obtenido para periodo diurno en sentido Norte se corrigió por adición de 3 dB(A).

Tabla 13. Resumen de resultados Leq y L1eq. Orientación Norte - Punto 1

LRAeq,1h		
L1eq	58.70	dB
Leq	55.50	dB

Fuente. Autores, 2011.

$$L_I = 58,70 - 55,50$$

$$L_I = 3,20$$

En cuanto a la corrección por impulsividad se observa que existe percepción neta de componentes impulsivos, razón por la cual es necesario corregir por adición de 3 dB(A).

Finalmente el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A se corrigió por tonalidad por adición de 3 dB(A), por ser el mayor valor obtenido.

$$LRAeq = 55,50dB + 3dB$$

$$LRAeq = 58,5dB$$

El mismo procedimiento se realizó para los 60 puntos de monitoreo definidos. Una vez corregidos estos datos se promediaron logarítmicamente por medio de la ecuación (1) para hallar el LAeq, que es el valor a comparar con la norma.

Tabla 14. Resumen de resultados obtenidos. Punto 1, periodo diurno, orientación Norte

Horario	Orientación	Leq, dB	LReq	LAeq,dB
Diurno	N	55,5	58,5	65,84
	O	61,7	67,7	
	S	47,9	47,9	
	E	62,6	65,6	
	V	63,5	69,5	

Fuente. Autores, 2011.

$$L_{Aeq} = 10 \cdot \log \left(\left(\frac{1}{5} \right) \cdot \left(10^{\frac{58,5}{10}} + 10^{\frac{67,7}{10}} + 10^{\frac{47,9}{10}} + 10^{\frac{65,6}{10}} + 10^{\frac{69,5}{10}} \right) \right)$$

$$L_{Aeq} = 65,84 \text{ dB(A)}$$

En el Anexo 5 se presentan las hojas de cálculo de las correcciones de los 60 puntos monitoreados en el municipio de Tunja.

11. ETAPA 4: DESCRIBIR LA INFORMACIÓN OBTENIDA DE CAMPO.

Tras realizar los monitoreos en campo y procesar la información se obtuvieron los niveles equivalentes de presión sonora en los 60 puntos seleccionados en el municipio objeto de estudio, a continuación se realizan los análisis de los resultados encontrados en campo.

11.1 COMPORTAMIENTO SEMANAL DEL RUIDO AMBIENTAL

11.1.1 COMPORTAMIENTO DIURNO

En la Tabla 15 se presenta el resumen de los niveles equivalentes encontrados en los 60 puntos de monitoreo en periodo semanal diurno.

Tabla 15. Niveles de ruido equivalentes (LAeq) periodo semanal diurno

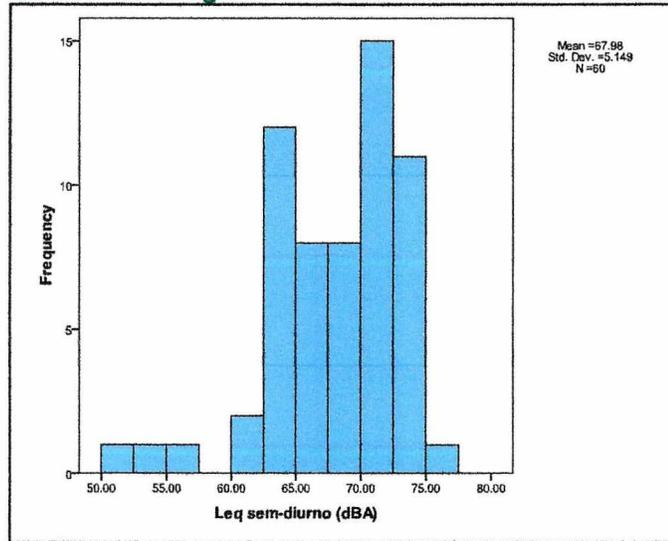
ID Punto	Dirección	Horario		LAeq
1	Frente a plaza de mercado	SEMANTAL	Diurno	65,84
2	Calle 6 Sur N°8-05	SEMANTAL	Diurno	71,30
3	Carrera 14 N°3 sur	SEMANTAL	Diurno	73,10
4	Calle 3Sur N° 16-68	SEMANTAL	Diurno	60,38
5	Carrera 2A N° 4-20	SEMANTAL	Diurno	69,61
6	Avenida oriental calle 3	SEMANTAL	Diurno	75,34
7	Calle 2 N°14-100	SEMANTAL	Diurno	67,38
8	Avenida los patriotas con circunvalar	SEMANTAL	Diurno	77,31
9	Calle 1Sur N° 16-44	SEMANTAL	Diurno	66,43
10	Calle 9 Carrera 12	SEMANTAL	Diurno	65,73
11	Carrera 17 No. 9-91	SEMANTAL	Diurno	56,06
12	Calle 12 N 5-35	SEMANTAL	Diurno	72,77
13	Avenida oriental calle 8	SEMANTAL	Diurno	75,50
14	Calle 8A N° 15-07	SEMANTAL	Diurno	67,90
15	Carrera 11 N° 9-80	SEMANTAL	Diurno	76,91
16	Cil 15 No. 4A-14	SEMANTAL	Diurno	75,34
17	Carrera 7 No 15 -27	SEMANTAL	Diurno	77,31
18	Carrera 11 N° 12-58	SEMANTAL	Diurno	69,79
19	Avenida Circunvalar-Amparo de niños	SEMANTAL	Diurno	77,36
20	Calle 15 N° 13-42	SEMANTAL	Diurno	66,89
21	Carrera 1A N°18-25	SEMANTAL	Diurno	71,14
22	Calle 18 N°11-43	SEMANTAL	Diurno	70,40
23	Calle 16 N° 15A-43	SEMANTAL	Diurno	69,53
24	Transversal 17 calle 35A	SEMANTAL	Diurno	69,57
25	Carrera 12 N°19-59	SEMANTAL	Diurno	82,73
26	Calle 24 con carrera 6	SEMANTAL	Diurno	65,51
27	Carrera 19 N° 25-54	SEMANTAL	Diurno	74,76
28	Carrera 10 N° 22-04	SEMANTAL	Diurno	71,13
29	Transversal 15 Calle 22	SEMANTAL	Diurno	73,55
30	Carrera 2 E- N°26-30	SEMANTAL	Diurno	70,22
31	Carrera 10 Calle 25	SEMANTAL	Diurno	73,92

ID Punto	Dirección	Horario		LAeq
32	Carrera 13 Calle 22	SEMANAL	Diurno	68,99
33	Carrera 19 No. 19-05	SEMANAL	Diurno	73,09
34	Carrea 7 N° 27-100	SEMANAL	Diurno	73,22
35	Carrera 14 No. 18-61	SEMANAL	Diurno	73,82
36	Frente a estadio de la independencia	SEMANAL	Diurno	66,88
37	Avenida colon con carrera 10	SEMANAL	Diurno	74,95
38	Carrera 10 N° 42-46	SEMANAL	Diurno	57,79
39	Calle 32 con carrera 16	SEMANAL	Diurno	74,10
40	Carrera 19 con calle 30	SEMANAL	Diurno	71,81
41	Avenida universitaria con calle 41	SEMANAL	Diurno	66,96
42	Centro de la glorieta	SEMANAL	Diurno	73,21
43	Carrera 16 N° 36-45	SEMANAL	Diurno	70,30
44	Avenida Norte con calle 37	SEMANAL	Diurno	76,02
45	Avenida Universitaria con calle 46	SEMANAL	Diurno	68,75
46	Avenida Norte con calle 35	SEMANAL	Diurno	77,13
47	Calle 48 N° 6-11	SEMANAL	Diurno	75,12
48	Calle 20 No. 10-27.	SEMANAL	Diurno	67,52
49	Avenida Norte con calle 51	SEMANAL	Diurno	67,50
50	Avenida Norte -Rua Club Bar Tunja	SEMANAL	Diurno	76,66
51	Carrera 9 con cll 18	SEMANAL	Diurno	74,99
52	Carrera 6 N° 59-05	SEMANAL	Diurno	75,58
53	Diagonal 67 transversal 0A	SEMANAL	Diurno	72,64
54	Clinica Medilaser	SEMANAL	Diurno	71,95
55	Carrera 6 N° 64-11	SEMANAL	Diurno	78,35
56	Antigua vía Paipa Calle 73	SEMANAL	Diurno	69,87
57	Avenida Norte Diagonal 67	SEMANAL	Diurno	76,56
58	km 1 vía Tunja - Paipa	SEMANAL	Diurno	69,56
59	Calle 23 vía Toca	SEMANAL	Diurno	72,64
60	Av Norte - Entrada ICBF	SEMANAL	Diurno	72,62

Fuente. Autores, 2011.

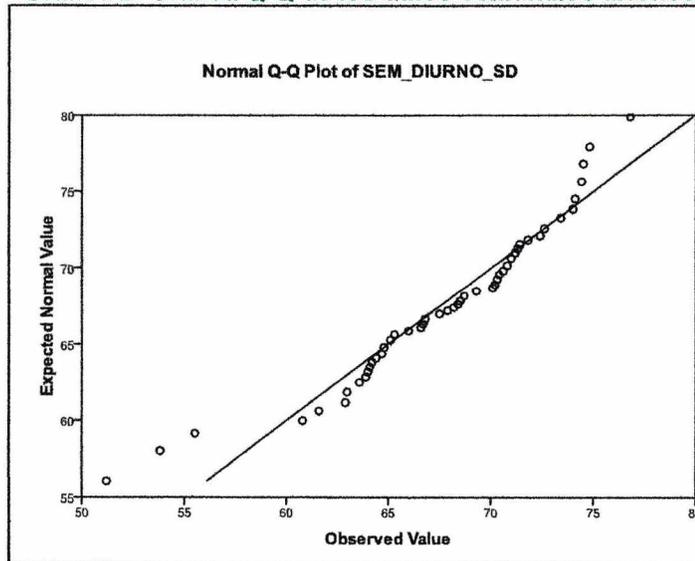
A continuación se muestra al histograma y la gráfica Q-Q, de los datos de mediciones semanales diurnas, en donde se puede observar que la mayoría de los valores se concentran entre los 62.5 y 75 dBA, para una muestra total de 60 datos, con un promedio de 67.98 dBA y una desviación estándar de 5.15.

Gráfica 1. Histograma de los datos semanales diurnos



Fuente. Autores, 2011.

Gráfica 2. Gráfica Q-Q de los datos semanales diurnos



Fuente. Autores, 2011.

Según el resumen de los resultados presentados en la tabla anterior se observa que:

- De los puntos monitoreados el que registró el mayor nivel equivalente (LAeq) fue el punto localizado en la carrera 12 con calle 19 (frente a la Universidad Santo Tomas) el nivel encontrado (82, 73dB), se encuentra relacionado con el

número de vehículos que circulan por la carrera 12 y que son en su mayoría buses de servicio público, así mismo, en la zona se evidencia una gran actividad por la presencia de instituciones educativas y de establecimientos comerciales que elevan los niveles de ruido significativamente.

- Los mayores niveles de ruido ambiental obtenidos para el horario diurno también fueron encontrados sobre vías principales de gran flujo vehicular, tal es el caso de la avenida norte, avenida circunvalar, avenida oriental, carrera 10, carrera 11, carrera 12, carrera 9, carrera 14, carrera 16, diagonal 67, cruce de la glorieta, donde se registraron niveles equivalentes (LAeq) superiores a los 70 dB; dentro del análisis del espectro de frecuencias en tercios de octava de los puntos ubicados sobre estas vías, se detectó la presencia de tonos audibles y ruidos impulsivos que generan mayor molestia al oído humano y que no pueden ser detectados con una simple medición del nivel de presión sonora, razón por la cual tuvieron que ser ajustados.
- En el punto de monitoreo 17 ubicado en la carrera 7 con calle 15 (Terminal de Transportes Intermunicipal) el LAeq obtenido fue de 77,31 dB, este nivel está relacionado con el flujo vehicular de la avenida oriental caracterizada por una alta circulación de vehículos pesados en especial buses de transporte intermunicipal que viajan hacia la capital. Así mismo, en la zona se evidencia una elevada actividad comercial en especial talleres de mecánica automotriz y tiendas.
- En el punto de monitoreo 22 localizado en la calle 18 con carrera 11 (frente al Banco Agrario) el LAeq obtenido fue de 70,40 dB, lo que indica que por ser una zona central, donde se concentra el comercio del municipio, de gran flujo vehicular y peatonal, los niveles de ruido generados son altos.
- En el punto 26 ubicado en la calle 24 con carrera 6 frente a la escuela de medicina de la UPTC, se registraron niveles de ruido entre los 63 y 65 dB, sin

embargo, luego de ser corregidos por tonos e impulsos el LAeq obtenido fue de 65,51 dB, este nivel encontrado está relacionado con el flujo de vehículos que circulan por la calle 24 que desde la construcción del viaducto se ha convertido en la ruta más rápida para comunicar el norte del municipio con el centro histórico.

- En el punto 54 ubicado frente a la clínica Medilaser al norte del municipio se encontraron niveles de presión sonora entre los 64 y 70 dB, en el análisis del espectro de frecuencias se detectó la presencia de componentes impulsivos y de tonos audibles que se perciben como sonidos indeseados y molestos para el oído humano, razón por la cual los niveles tuvieron que ser corregidos obteniendo finalmente un LAeq de 71,95 dB. Los niveles encontrados provienen del flujo de vehículos que circulan por la vía antigua a Paipa que son en su mayoría buses de transporte público, así como de los establecimientos comerciales como papelerías, tiendas y café internet que se encuentran frente a la clínica y que son frecuentados por estudiantes.

En la zona principalmente en horas pico se presenta un alto tráfico vehicular lo que genera congestión y altos niveles de ruido por los pitos de los carros.

Cabe mencionar que los niveles encontrados son altos para los niveles permitidos en zonas de hospitales y centros de salud, razón por la cual este punto merece ser tenido en cuenta dentro de los planes para el control del ruido desarrollados por el Municipio.

- Los menores niveles de ruido se presentaron en zonas residenciales alejadas del centro histórico y de vías de alto tránsito, dentro de estos puntos se encuentran los ubicados en los barrios: Los Rosales, San Francisco, Coservicios, La Florida, Prados de Alcalá donde se encontraron niveles entre los 55 y 65 dB.

11.1.2 COMPORTAMIENTO NOCTURNO

A continuación se presenta el consolidado de los resultados obtenidos para el periodo semanal nocturno.

Tabla 16. Niveles de ruido equivalentes (LAeq) periodo semanal nocturno

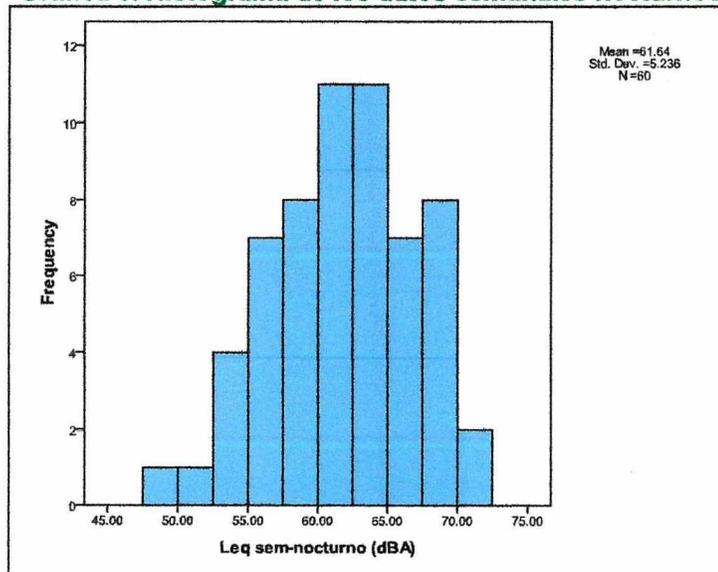
ID Punto	Dirección	Horario		LAeq
1	Frente a plaza de mercado	SEMANTAL	Nocturno	56,42
2	Calle 6 Sur N°8-05	SEMANTAL	Nocturno	58,54
3	Carrera 14 N°3 sur	SEMANTAL	Nocturno	69,73
4	Calle 3Sur N° 16-68	SEMANTAL	Nocturno	58,39
5	Carrera 2A N° 4-20	SEMANTAL	Nocturno	66,00
6	Avenida oriental calle 3	SEMANTAL	Nocturno	72,20
7	Calle 2 N°14-100	SEMANTAL	Nocturno	58,42
8	Avenida los patriotas con circunvalar	SEMANTAL	Nocturno	65,04
9	Calle 1Sur N° 16-44	SEMANTAL	Nocturno	53,97
10	Calle 9 Carrera 12	SEMANTAL	Nocturno	73,51
11	Carrera 17 No. 9-91	SEMANTAL	Nocturno	59,19
12	Calle 12 N 5-35	SEMANTAL	Nocturno	62,19
13	Avenida oriental calle 8	SEMANTAL	Nocturno	71,28
14	Calle 8A N° 15-07	SEMANTAL	Nocturno	74,89
15	Carrera 11 N° 9-80	SEMANTAL	Nocturno	66,46
16	CII 15 No. 4A-14	SEMANTAL	Nocturno	64,18
17	Carrera 7 No 15 -27	SEMANTAL	Nocturno	70,02
18	Carrera 11 N° 12-58	SEMANTAL	Nocturno	67,83
19	Avenida Circunvalar-Amparo de niños	SEMANTAL	Nocturno	66,99
20	Calle 15 N° 13-42	SEMANTAL	Nocturno	63,54
21	Carrera 1A N°18-25	SEMANTAL	Nocturno	60,34
22	Calle 18 N°11-43	SEMANTAL	Nocturno	61,32
23	Calle 16 N° 15A-43	SEMANTAL	Nocturno	68,63
24	Transversal 17 calle 35A	SEMANTAL	Nocturno	67,36
25	Carrera 12 N°19-59	SEMANTAL	Nocturno	77,18
26	Calle 24 con carrera 6	SEMANTAL	Nocturno	61,96
27	Carrera 19 N° 25-54	SEMANTAL	Nocturno	68,24
28	Carrera 10 N° 22-04	SEMANTAL	Nocturno	70,12
29	Transversal 15 Calle 22	SEMANTAL	Nocturno	73,29
30	Carrera 2 E- N°26-30	SEMANTAL	Nocturno	66,51
31	Carrera 10 Calle 25	SEMANTAL	Nocturno	69,00
32	Carrera 13 Calle 22	SEMANTAL	Nocturno	62,68
33	Carrera 19 No. 19-05	SEMANTAL	Nocturno	64,05
34	Carrea 7 N° 27-100	SEMANTAL	Nocturno	63,86
35	Carrera 14 No. 18-61	SEMANTAL	Nocturno	63,63
36	Frente a estadio de la independencia	SEMANTAL	Nocturno	59,97
37	Avenida colon con carrera 10	SEMANTAL	Nocturno	67,52
38	Carrera 10 N° 42-46	SEMANTAL	Nocturno	62,26
39	Calle 32 con carrera 16	SEMANTAL	Nocturno	70,11
40	Carrera 19 con calle 30	SEMANTAL	Nocturno	64,40
41	Avenida universitaria con calle 41	SEMANTAL	Nocturno	63,33
42	Centro de la glorieta	SEMANTAL	Nocturno	66,01
43	Carrera 16 N° 36-45	SEMANTAL	Nocturno	65,00
44	Avenida Norte con calle 37	SEMANTAL	Nocturno	66,02
45	Avenida Universitaria con calle 46	SEMANTAL	Nocturno	59,70

ID Punto	Dirección	Horario		LAeq
46	Avenida Norte con calle 35	SEMANTAL	Nocturno	71,95
47	Calle 48 Nª 6-11	SEMANTAL	Nocturno	60,54
48	Calle 20 No. 10-27.	SEMANTAL	Nocturno	62,74
49	Avenida Norte con calle 51	SEMANTAL	Nocturno	68,89
50	Avenida Norte -Rua Club Bar Tunja	SEMANTAL	Nocturno	66,73
51	Carrera 9 con cll 18	SEMANTAL	Nocturno	68,75
52	Carrera 6 Nª 59-05	SEMANTAL	Nocturno	70,98
53	Diagonal 67 transversal 0A	SEMANTAL	Nocturno	64,76
54	Clínica Medilaser	SEMANTAL	Nocturno	63,41
55	Carrera 6 Nª 64-11	SEMANTAL	Nocturno	71,79
56	Antigua vía Paipa Calle 73	SEMANTAL	Nocturno	64,02
57	Avenida Norte Diagonal 67	SEMANTAL	Nocturno	73,87
58	km 1 vía Tunja - Paipa	SEMANTAL	Nocturno	60,22
59	Calle 23 vía Toca	SEMANTAL	Nocturno	61,41
60	Av Norte - Entrada ICBF	SEMANTAL	Nocturno	72,26

Fuente. Autores, 2011.

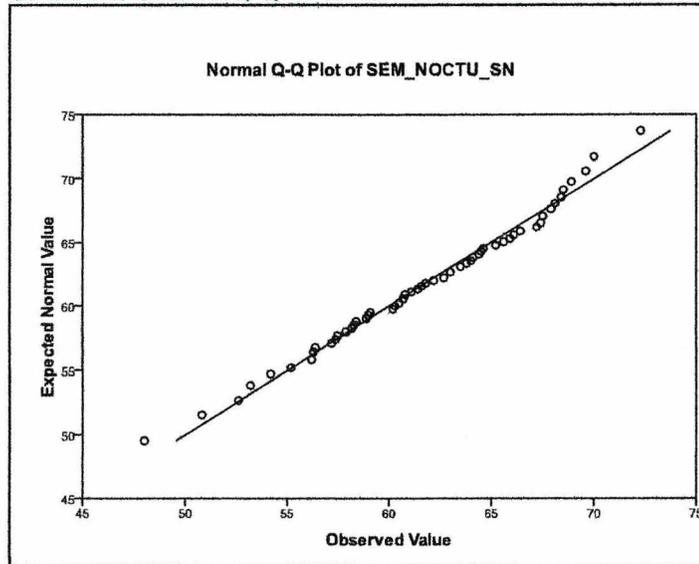
A continuación se muestra al histograma y la gráfica Q-Q, de los datos de mediciones semanales nocturnas, en donde se puede observar que la mayoría de los valores se concentran entre los 52.5 y 70 dBA, para una muestra total de 60 datos, con un promedio de 61.64 dBA y una desviación estándar de 5.23.

Gráfica 3. Histograma de los datos semanales nocturnos



Fuente. Autores, 2011.

Gráfica 4. Gráfica Q-Q de los datos semanales nocturnos



Fuente. Autores, 2011.

De acuerdo a la información presentada en la tabla anterior se observa lo siguiente.

- Al igual que en el periodo diurno los mayores niveles de ruido para el horario nocturno se encontraron en los puntos ubicados sobre vías de alto flujo vehicular por ejemplo en la autopista norte a la altura de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (U.P.T.C), en el punto 44 y 46 se registraron niveles de presión sonora (L_{eq}) entre los 63 a 75 dB, sin embargo, la percepción de tonos audibles y componentes impulsivos provocados por los bares cercanos al lugar de monitoreo, hicieron necesaria la corrección de estos, obteniendo finalmente un L_{Aeq} de 66,02 dB en el primer punto y de 71,95 dB en el segundo. Muchos establecimientos del sector ubican mesas en la parte externa de sus locales generando la congregación de personas en toda la zona además de la concentración de taxis y vehículos, lo que genera altos niveles de ruido.

Es importante anotar que cerca del sector donde se encuentran ubicados los bares, se localizan barrios residenciales que se han visto afectados por los niveles de ruido generados en la zona, además de los disturbios que se

presentan a diario en estos establecimientos que alteran la tranquilidad del sector.

- En el punto de monitoreo ubicado sobre la diagonal 67 y sobre la salida del barrio Los Muiscas, se encontraron niveles equivalentes de 64,76 dB y 73,87 dB respectivamente, en ambos casos los niveles registrados superan los límites máximos permisibles y obedecen principalmente al ruido proveniente de bares ubicados sobre la diagonal 67 y el flujo vehicular de la autopista norte. Este es uno de los puntos prioritarios que deben tenerse en cuenta dentro de los programas de reducción de ruido ambiental pues existen varios registros de quejas por ruido en este sector.
- Otros de los puntos donde se registraron altos niveles de ruido (70,12 dB), corresponde al ubicado en la carrera 10 con calle 22, donde se encuentran los bares presentes en el centro histórico del municipio, donde principalmente los días jueves, viernes y sábado se evidencia una gran concentración de jóvenes frente al parque San Francisco.
- En el punto localizado frente a la clínica Medilaser se registraron en horario nocturno niveles de ruido menores comparados con los encontrados en horario diurno, lo que indica que la actividad de la zona caracterizada por ser estudiantil, comercial, de alto flujo vehicular y peatonal genera niveles de ruido que valen la pena ser tenidos en cuenta, ya que según lo establece la resolución 627 de 2006, los hospitales y centros de salud deben estar ubicados en zonas de tranquilidad y silencio.

11.1.3 COMPARACIÓN CON LA NORMATIVIDAD

Teniendo en cuenta la clasificación de usos del suelo del municipio, la ubicación de los 60 puntos de monitoreo y la sectorización establecida en la resolución 627 de 2006, se pudieron identificar dentro del perímetro urbano del municipio de Tunja los siguientes sectores:

Tabla 17. Sectores resolución 627/06 identificados en el municipio de Tunja

SECTOR	SUBSECTOR
SECTOR B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas Residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes (B1)
SECTOR C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas. (C1)
	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos. (C2)
	Zonas con usos institucionales. (C3)
	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales. (C4)

Fuente: Resolución 627 de 2006

La Tabla 18 presenta el resumen por sectores y el análisis entre los niveles equivalentes obtenidos en campo entre semana en horario diurno y nocturno con los estándares máximos permisibles definidos en la resolución 627 de 2006.

Tabla 18. Resumen resultados semanales

Sector	Subsector	Media	Mediana	Desviación std.	min.	Máx.	Norma dB(A)
Diurno (7:01 – 21:00)							
Sector B	B1	69,59	70,30	4,60	57,79	75,12	65
Sector C	C1	69,56	-	-	-	-	75
	C2	72,48	73,39	4,87	56,06	82,73	70
	C3	68,46	66,88	3,66	65,84	72,64	65
	C4	75,96	77,31	2,38	73,21	77,36	80
Nocturno (21:01 – 7:00)							
Sector B	B1	64,30	64,03	5,17	53,97	74,89	50
Sector C	C1	60,57	-	-	-	-	70
	C2	67,32	67,52	4,53	59,19	77,18	55
	C3	59,27	59,97	2,57	56,42	61,41	50
	C4	66,01	66,01	0,97	65,04	66,99	70

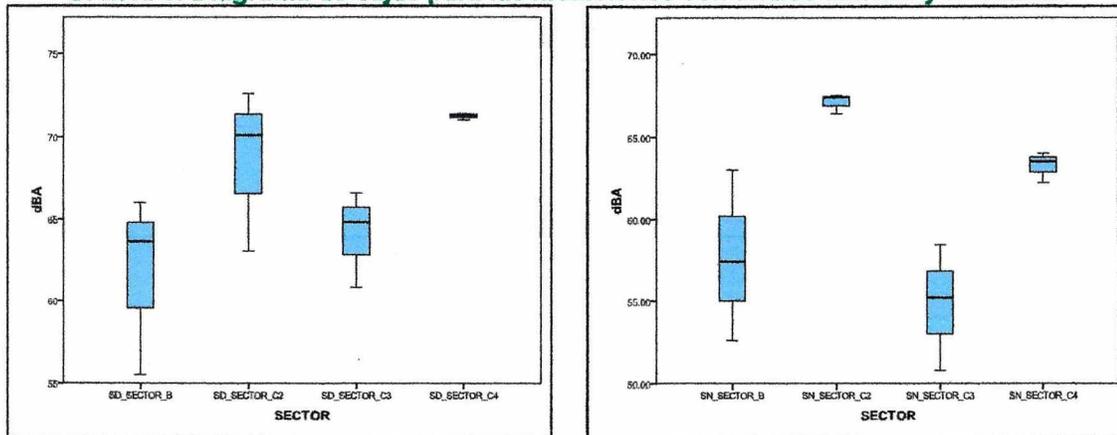
Fuente. Autores, 2011.

En los siguientes diagramas de cajas de las mediciones semanales diurnas y nocturnas, se puede observar que:

- Las mediciones semanales del sector B se concentran entre 60 - 65 dB de día y 55-60 dB en la noche, lo cual muestra una variación de 5 dB entre el día y la noche.

- Las mediciones semanales del sector C2 se concentran entre 67 - 72 dB de día y cercana a los 68 dB en la noche, teniendo una variación mínima entre las mediciones diurnas y las nocturnas.
- Las mediciones semanales del sector C3 se concentran entre 63 - 66 dB de día y entre los 53 - 57 dB en la noche, teniendo una variación de 10 dB aproximadamente entre el día y la noche.
- Las mediciones semanales del sector C4 se concentran entre los 73 dB de día y entre los 64 dB en la noche, teniendo una variación cercana a los 10 dB aproximadamente entre el día y la noche.

Gráfica 5. Diagrama de cajas para las mediciones semanales diurnas y nocturnas



Fuente. Autores, 2011.

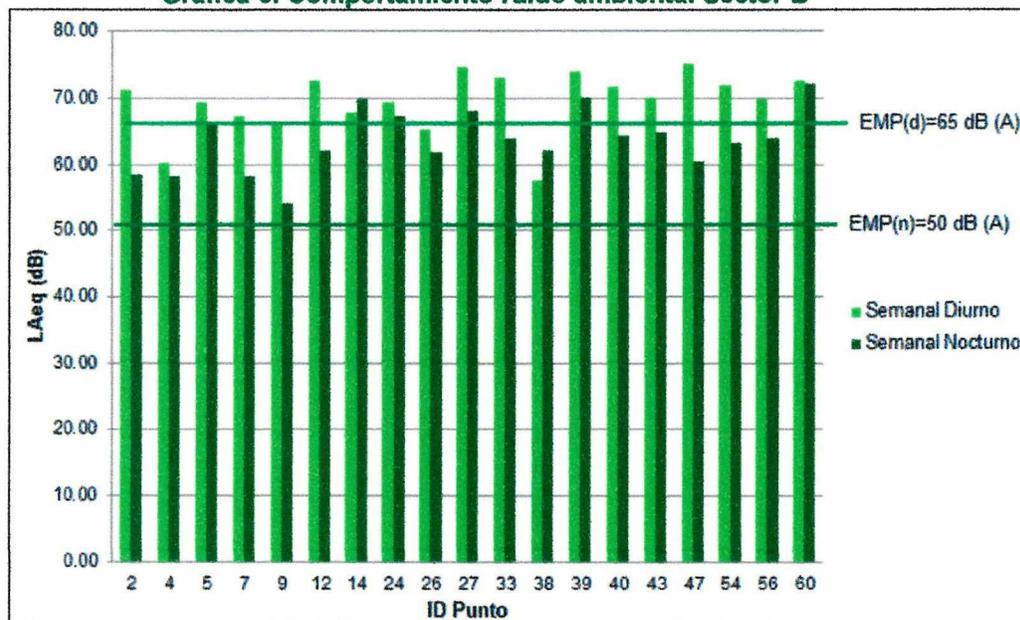
Como se observa en la Tabla 18 al comparar las medias de cada uno de los sectores identificados con el límite máximo permisible según la Resolución 627 de 2006, el sector B es el que mayor excede la norma superándola en un 6.6% en horario diurno y en un 22.2% en horario nocturno. El nivel promedio encontrado en el sector C1 y en el sector C4 no excede los estándares máximos permisibles tanto en horario diurno como nocturno. En relación con la desviación estándar podemos observar que los niveles encontrados en el Sector C2 presentan una mayor distancia de su media aritmética que en este caso es de 72,48 dB, lo que indica una variación que va desde los 56 dB valor mínimo hasta los 82 dB valor

máximo; en horario nocturno el Sector que presenta una desviación estándar mayor corresponde al Sector B.

De acuerdo a esta sectorización se observa que:

- Para el periodo semanal diurno y nocturno la mayoría de los puntos de monitoreo localizados en el sector B presentaron niveles equivalentes (LAeq) superiores a los estándares máximos permisibles, dentro de estos puntos, los más críticos corresponden a los ubicados en la carrera 19 con calle 25, Avenida Norte frente a la entrada al ICBF, carrera 6 con calle 48 (frente a Centro Norte), calle 32 con carrera 16, carrera 19 con calle 19 y calle 12 con carrera 5, en estos puntos la norma se supera en más de un 13,5%.

Gráfica 6. Comportamiento ruido ambiental Sector B



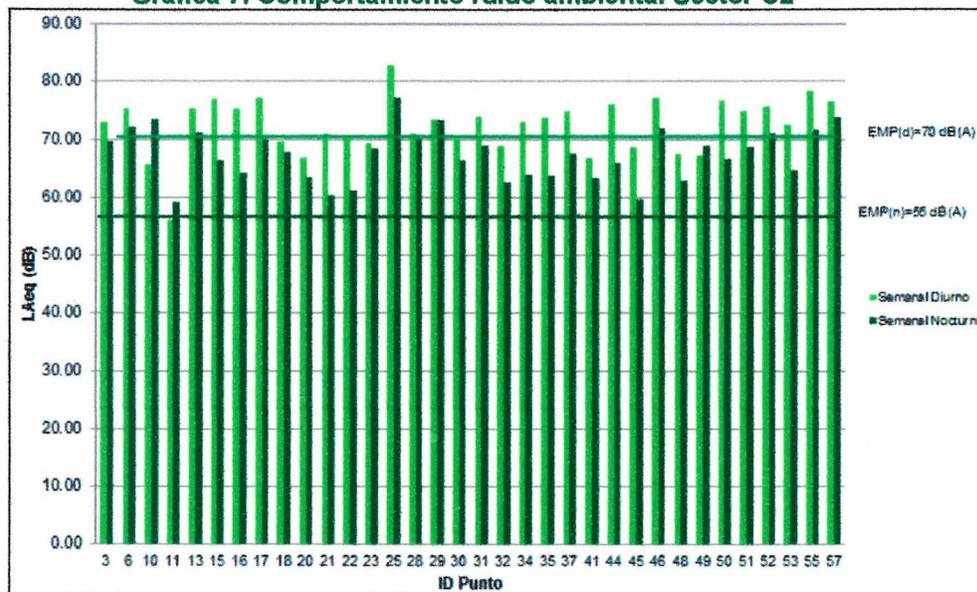
Fuente. Autores, 2011.

- Dentro de los puntos monitoreados solo el punto 58 localizado en el km 1 vía Tunja – Paipa fue clasificado dentro del sector C1, el nivel equivalente encontrado para periodo diurno fue de 69,56 dB, y en horario nocturno fue de 60,22 dB cumpliéndose la norma en ambos casos, lo anterior indica que el

parque industrial no genera niveles considerables de ruido. Además cabe mencionar que este sector se encuentra en un área aislada y no se observan zonas residenciales cercanas.

- El 70,6% de los puntos de monitoreo ubicados en el Sector C2 registraron niveles superiores al establecido en la norma en horario diurno (70dB) y el 100% en horario nocturno (55 dB), entre estos los más críticos corresponden a los ubicados sobre las vías de mayor flujo vehicular como son el punto 25 ubicado en la carrera 12 con calle 19 cerca a la Universidad Santo Tomas, donde se registró un LAeq en horario diurno de 82,73 dB superando la norma en un porcentaje de 15.4% y en horario nocturno (77,18 dB), en un 9.3%, así mismo, los puntos 55, 17, 15, 44, 46, 29, 57 y 6 registraron niveles de ruido superiores a los estándares máximos permisibles en porcentajes incluso mayores al 10%.

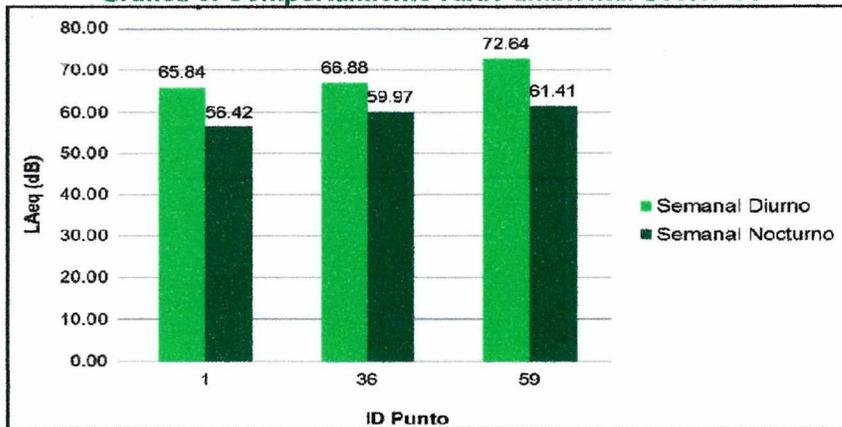
Gráfica 7. Comportamiento ruido ambiental Sector C2



Fuente. Autores, 2011.

- Los puntos ubicados el en Sector C3 arrojaron niveles de ruido superiores a los permitidos ejemplo de esto es el punto 59 ubicado en la calle 23 vía toca donde se registró un LAeq diurno de 72,64 dB y un LAeq nocturno de 61,41 dB superando los niveles máximos en ambos casos.

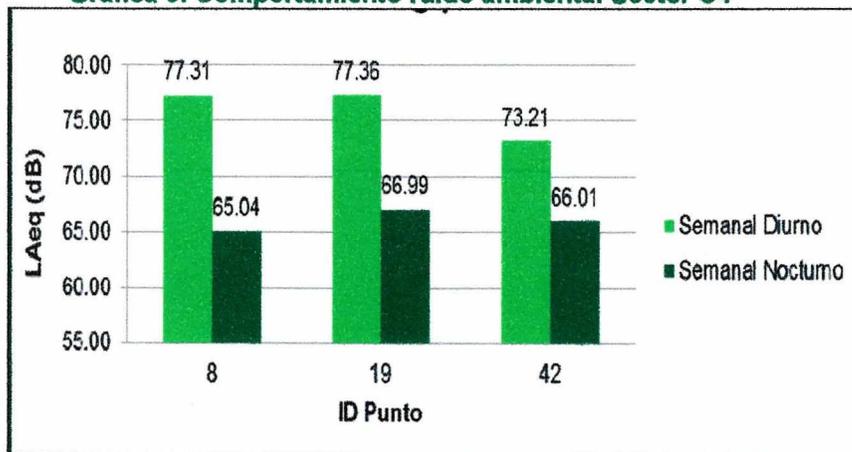
Gráfica 8. Comportamiento ruido ambiental Sector C3



Fuente. Autores, 2011.

- En el sector C4 se ubican los puntos de monitoreo 8, 19 y 42 que son aquellos localizados sobre vías principales como la avenida circunvalar y la glorieta donde confluyen las principales vías del municipio. En estos puntos los niveles encontrados no exceden la norma ni para horario diurno como nocturno.

Gráfica 9. Comportamiento ruido ambiental Sector C4



Fuente. Autores, 2011

11.2 COMPORTAMIENTO DOMINICAL DE RUIDO AMBIENTAL

11.2.1 COMPORTAMIENTO DIURNO

La Tabla 19 muestra los niveles de ruido encontrados los días festivos en los puntos monitoreados en horario diurno.

Tabla 19. Niveles de ruido equivalentes (LAeq) periodo festivos diurno

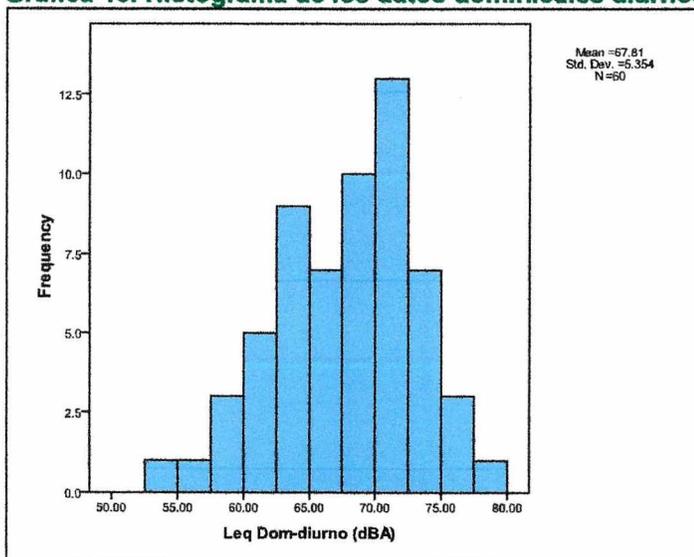
ID Punto	Dirección	Horario		LAeq
1	Frente a plaza de mercado	DOMINGO	Diurno	65,62
2	Calle 6 Sur N°8-05	DOMINGO	Diurno	74,10
3	Carrera 14 N°3 sur	DOMINGO	Diurno	71,10
4	Calle 3Sur N° 16-68	DOMINGO	Diurno	64,17
5	Carrera 2A N° 4-20	DOMINGO	Diurno	63,10
6	Avenida oriental calle 3	DOMINGO	Diurno	75,33
7	Calle 2 N°14-100	DOMINGO	Diurno	64,83
8	Avenida los patriotas con circunvalar	DOMINGO	Diurno	70,26
9	Calle 1Sur N° 16-44	DOMINGO	Diurno	69,10
10	Calle 9 Carrera 12	DOMINGO	Diurno	64,41
11	Carrera 17 No. 9-91	DOMINGO	Diurno	65,86
12	Calle 12 N 5-35	DOMINGO	Diurno	71,54
13	Avenida oriental calle 8	DOMINGO	Diurno	73,25
14	Calle 8A N° 15-07	DOMINGO	Diurno	60,74
15	Carrera 11 N° 9-80	DOMINGO	Diurno	70,97
16	Cll 15 No. 4A-14	DOMINGO	Diurno	73,24
17	Carrera 7 No 15 -27	DOMINGO	Diurno	71,69
18	Carrera 11 N° 12-58	DOMINGO	Diurno	77,34
19	Avenida Circunvalar-Amparo de niños	DOMINGO	Diurno	73,72
20	Calle 15 N° 13-42	DOMINGO	Diurno	70,27
21	Carrera 1A N°18-25	DOMINGO	Diurno	59,80
22	Calle 18 N°11-43	DOMINGO	Diurno	66,04
23	Calle 16 N° 15A-43	DOMINGO	Diurno	75,33
24	Transversal 17 calle 35A	DOMINGO	Diurno	65,33
25	Carrera 12 N°19-59	DOMINGO	Diurno	73,23
26	Calle 24 con carrera 6	DOMINGO	Diurno	73,45
27	Carrera 19 N° 25-54	DOMINGO	Diurno	73,60
28	Carrera 10 N° 22-04	DOMINGO	Diurno	68,20
29	Transversal 15 Calle 22	DOMINGO	Diurno	67,13
30	Carrera 2 E- N°26-30	DOMINGO	Diurno	67,21
31	Carrera 10 Calle 25	DOMINGO	Diurno	69,42
32	Carrera 13 Calle 22	DOMINGO	Diurno	68,64
33	Carrera 19 No. 19-05	DOMINGO	Diurno	64,88
34	Carrea 7 N° 27-100	DOMINGO	Diurno	73,39
35	Carrera 14 No. 18-61	DOMINGO	Diurno	72,24
36	Frente a estadio de la independencia	DOMINGO	Diurno	67,31
37	Avenida colon con carrera 10	DOMINGO	Diurno	73,58
38	Carrera 10 N° 42-46	DOMINGO	Diurno	55,70
39	Calle 32 con carrera 16	DOMINGO	Diurno	69,52
40	Carrera 19 con calle 30	DOMINGO	Diurno	70,17
41	Avenida universitaria con calle 41	DOMINGO	Diurno	66,57
42	Centro de la glorieta	DOMINGO	Diurno	69,38
43	Carrera 16 N° 36-45	DOMINGO	Diurno	72,59

ID Punto	Dirección	Horario		LAeq
44	Avenida Norte con calle 37	DOMINGO	Diurno	71,06
45	Avenida Universitaria con calle 46	DOMINGO	Diurno	71,17
46	Avenida Norte con calle 35	DOMINGO	Diurno	74,85
47	Calle 48 Nª 6-11	DOMINGO	Diurno	78,91
48	Calle 20 No. 10-27.	DOMINGO	Diurno	62,77
49	Avenida Norte con calle 51	DOMINGO	Diurno	78,30
50	Avenida Norte -Rua Club Bar Tunja	DOMINGO	Diurno	82,50
51	Carrera 9 con cll 18	DOMINGO	Diurno	72,77
52	Carrera 6 Nª 59-05	DOMINGO	Diurno	78,26
53	Diagonal 67 transversal 0A	DOMINGO	Diurno	73,61
54	Clínica Medilaser	DOMINGO	Diurno	72,19
55	Carrera 6 Nª 64-11	DOMINGO	Diurno	77,77
56	Antigua vía Paipa Calle 73	DOMINGO	Diurno	75,19
57	Avenida Norte Diagonal 67	DOMINGO	Diurno	79,43
58	km 1 vía Tunja - Paipa	DOMINGO	Diurno	68,30
59	Calle 23 vía Toca	DOMINGO	Diurno	67,81
60	Av Norte - Entrada ICBF	DOMINGO	Diurno	76,61

Fuente. Autores, 2011.

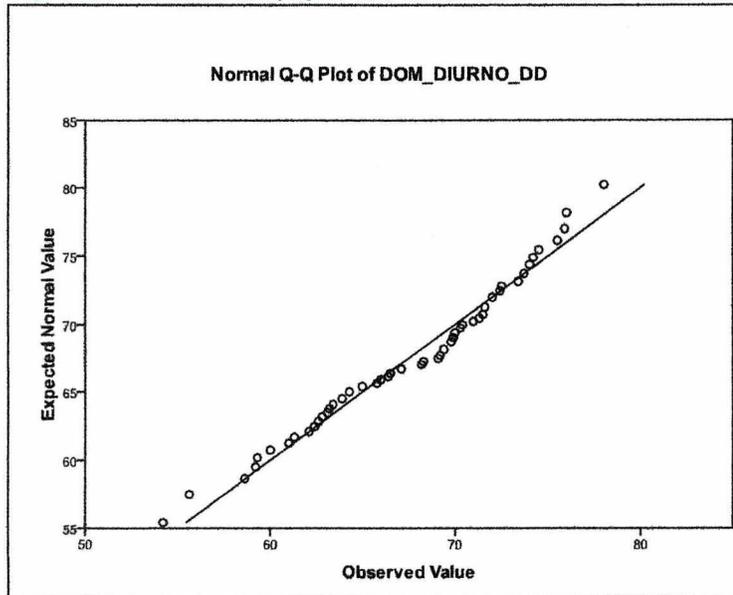
A continuación se muestra al histograma y la gráfica Q-Q, de los datos de mediciones dominicales diurnas, en donde se puede observar que la mayoría de los valores se concentran entre los 60 y 75 dBA, para una muestra total de 60 datos, con un promedio de 67.81 dBA y una desviación estándar de 5.35.

Gráfica 10. Histograma de los datos dominicales diurnos



Fuente. Autores, 2011.

Gráfica 11. Gráfica Q-Q de los datos dominicales diurnos



Fuente. Autores, 2011.

Según los niveles de ruido encontrados para el periodo festivo diurno se hacen los siguientes análisis:

- Como se evidencia en la mayoría de mediciones en horario diurno la avenida norte se caracteriza por un flujo vehicular constante, registrando valores superiores a los 75 dB, los fines de semana los puntos ubicados en sentido norte registran en los aforos un gran número de vehículos al ser el municipio de Paipa de preferencia para turistas y familias tunjanas por las múltiples actividades que ofrece como lugar turístico y de descanso familiar.
- El mismo comportamiento se presenta en el punto 43 sobre la vía que conduce a Monquirá donde se registró un LAeq de 72,59 dB.
- En el punto localizado frente a la clínica Medilaser se observa que el nivel de ruido encontrado en días festivos (69,69 dB) es menor al registrado entre semana, esto obedece a que el número de vehículos que transita es menor y muchos establecimientos no se encuentran abiertos, así mismo la concentración de personas disminuye debido a que en la Universidad de Boyacá no desarrolla actividades académica los días festivos.

- En la carrera 24 con calle 6 frente a la escuela de medicina de la UPTC se registro un LAeq de 73,45 dB, este nivel se atribuye principalmente al flujo vehicular que circula por las vías alternas.
- El ruido ambiental en días festivos horario diurno se comporta de manera similar que los días entre semana, donde los mayores niveles se presentan en vías altamente transitadas, siendo estas las principales fuentes de generación de ruido en el municipio.
- Por otra parte vale la pena mencionar que por ser Tunja ciudad estudiantil los niveles encontrados en días festivos son mucho menores a los encontrados en días laborales, debido a que gran parte de la población es flotante en su mayoría estudiantes que viven en municipios cercanos y viajan a sus hogares los días festivos.

11.2.2 COMPORTAMIENTO NOCTURNO

Los resultados presentados a continuación corresponden a los niveles de presión sonora obtenidos para días festivos horario nocturno.

Tabla 20. Niveles de ruido equivalentes (LAeq) periodo festivo nocturno

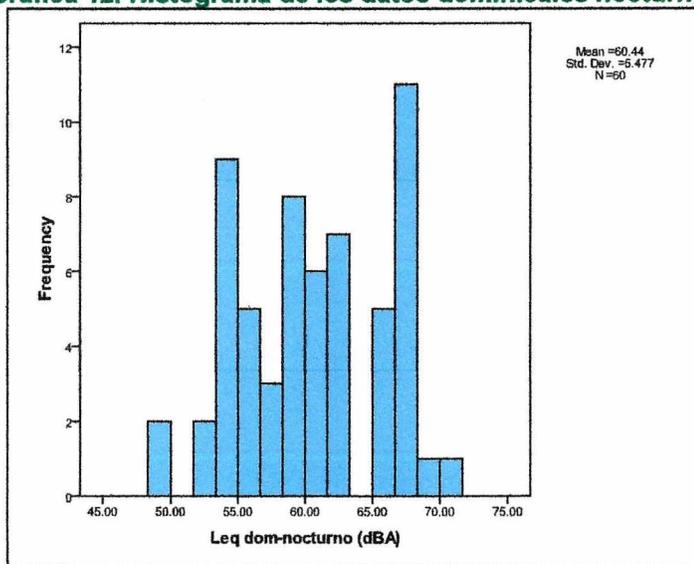
ID Punto	Dirección	Horario		LAeq
1	Frente a plaza de mercado	DOMINGO	Nocturno	64,62
2	Calle 6 Sur N°8-05	DOMINGO	Nocturno	64,98
3	Carrera 14 N°3 sur	DOMINGO	Nocturno	70,43
4	Calle 3Sur N° 16-68	DOMINGO	Nocturno	68,25
5	Carrera 2A N° 4-20	DOMINGO	Nocturno	63,22
6	Avenida oriental calle 3	DOMINGO	Nocturno	70,69
7	Calle 2 N°14-100	DOMINGO	Nocturno	57,55
8	Avenida los patriotas con circunvalar	DOMINGO	Nocturno	67,88
9	Calle 1Sur N° 16-44	DOMINGO	Nocturno	64,55
10	Calle 9 Carrera 12	DOMINGO	Nocturno	54,53
11	Carrera 17 No. 9-91	DOMINGO	Nocturno	61,50
12	Calle 12 N 5-35	DOMINGO	Nocturno	65,66
13	Avenida oriental calle 8	DOMINGO	Nocturno	66,98
14	Calle 8A N° 15-07	DOMINGO	Nocturno	60,27
15	Carrera 11 N° 9-80	DOMINGO	Nocturno	59,80
16	Cll 15 No. 4A-14	DOMINGO	Nocturno	73,67
17	Carrera 7 No 15 -27	DOMINGO	Nocturno	71,45
18	Carrera 11 N° 12-58	DOMINGO	Nocturno	63,15
19	Avenida Circunvalar-Amparo de niños	DOMINGO	Nocturno	70,17
20	Calle 15 N° 13-42	DOMINGO	Nocturno	54,28

ID Punto	Dirección	Horario		LAeq
21	Carrera 1A N°18-25	DOMINGO	Nocturno	56,52
22	Calle 18 N°11-43	DOMINGO	Nocturno	63,10
23	Calle 16 N° 15A-43	DOMINGO	Nocturno	64,68
24	Transversal 17 calle 35A	DOMINGO	Nocturno	55,79
25	Carrera 12 N°19-59	DOMINGO	Nocturno	60,90
26	Calle 24 con carrera 6	DOMINGO	Nocturno	63,21
27	Carrera 19 N° 25-54	DOMINGO	Nocturno	58,85
28	Carrera 10 N° 22-04	DOMINGO	Nocturno	66,18
29	Transversal 15 Calle 22	DOMINGO	Nocturno	63,57
30	Carrera 2 E- N°26-30	DOMINGO	Nocturno	53,52
31	Carrera 10 Calle 25	DOMINGO	Nocturno	69,95
32	Carrera 13 Calle 22	DOMINGO	Nocturno	65,19
33	Carrera 19 No. 19-05	DOMINGO	Nocturno	58,85
34	Carrea 7 N° 27-100	DOMINGO	Nocturno	60,48
35	Carrera 14 No. 18-61	DOMINGO	Nocturno	60,14
36	Frente a estadio de la independencia	DOMINGO	Nocturno	54,48
37	Avenida colon con carrera 10	DOMINGO	Nocturno	71,44
38	Carrera 10 N° 42-46	DOMINGO	Nocturno	59,98
39	Calle 32 con carrera 16	DOMINGO	Nocturno	60,91
40	Carrera 19 con calle 30	DOMINGO	Nocturno	55,03
41	Avenida universitaria con calle 41	DOMINGO	Nocturno	69,62
42	Centro de la glorieta	DOMINGO	Nocturno	66,80
43	Carrera 16 N° 36-45	DOMINGO	Nocturno	65,06
44	Avenida Norte con calle 37	DOMINGO	Nocturno	69,96
45	Avenida Universitaria con calle 46	DOMINGO	Nocturno	77,19
46	Avenida Norte con calle 35	DOMINGO	Nocturno	70,87
47	Calle 48 N° 6-11	DOMINGO	Nocturno	66,03
48	Calle 20 No. 10-27.	DOMINGO	Nocturno	59,50
49	Avenida Norte con calle 51	DOMINGO	Nocturno	70,33
50	Avenida Norte -Rua Club Bar Tunja	DOMINGO	Nocturno	67,65
51	Carrera 9 con cli 18	DOMINGO	Nocturno	58,00
52	Carrera 6 N° 59-05	DOMINGO	Nocturno	65,79
53	Diagonal 67 transversal 0A	DOMINGO	Nocturno	66,06
54	Clínica Medilaser	DOMINGO	Nocturno	62,79
55	Carrera 6 N° 64-11	DOMINGO	Nocturno	68,96
56	Antigua vía Paipa Calle 73	DOMINGO	Nocturno	69,41
57	Avenida Norte Diagonal 67	DOMINGO	Nocturno	71,74
58	km 1 vía Tunja - Paipa	DOMINGO	Nocturno	58,42
59	Calle 23 vía Toca	DOMINGO	Nocturno	58,63
60	Av Norte - Entrada ICBF	DOMINGO	Nocturno	70,65

Fuente. Autores, 2011.

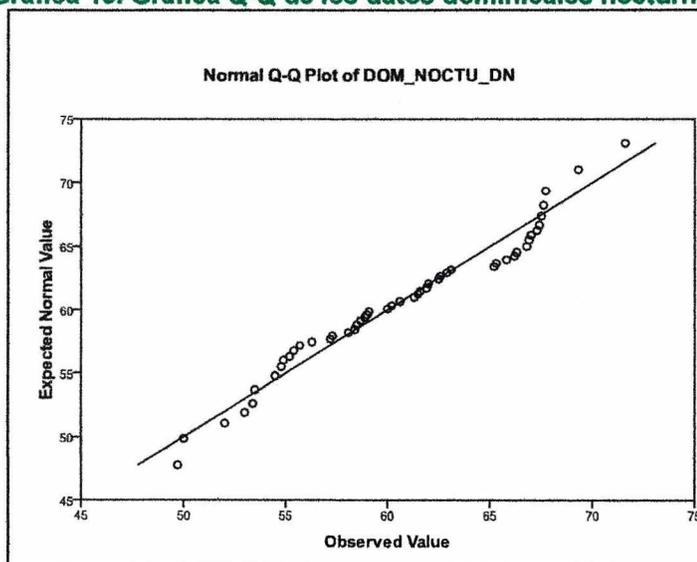
A continuación se muestra al histograma y la gráfica Q-Q, de los datos de mediciones dominicales nocturnas, en donde se puede observar que la mayoría de los valores se concentran entre los 53 y 68 dBA, para una muestra total de 60 datos, con un promedio de 60.44 dBA y una desviación estándar de 5.47.

Gráfica 12. Histograma de los datos dominicales nocturnos



Fuente. Autores, 2011.

Gráfica 13. Gráfica Q-Q de los datos dominicales nocturnos



Fuente. Autores, 2011.

La información presentada en la tabla 20 nos permite analizar lo siguiente:

- Los niveles de ruido más altos en horario nocturno días festivos (domingo) se encontraron en la avenida universitaria donde se registró un nivel equivalente (LAeq) de 77,19 dB así mismo, sobre la avenida norte y oriental se

encontraron niveles de 71 dB. Como se puede observar las vías siguen siendo una de las principales fuentes de ruido ambiental en el municipio.

- En general, se evidencia una reducción de los niveles de ruido encontrados los días festivos en todo el perímetro urbano del municipio, esto debido principalmente a la poca actividad que existe en lugares como el centro y zonas cercanas a universidades donde muchos locales comerciales cesan actividades.
- En puntos cercanos a instituciones de salud como la Clínica Medilaser y la escuela de medicina de la UPTC, los niveles encontrados oscilan entre los 63 dB, teniendo en cuenta el estándar máximo permisible para zonas con estos usos estos niveles superan en un gran porcentaje la norma.

11.2.3 COMPARACIÓN CON LA NORMATIVIDAD

En la siguiente tabla se muestra el resumen por sectores y el análisis entre los niveles equivalentes obtenidos en campo en días festivos (dominical) en horario diurno y nocturno con los estándares máximos permisibles definidos en la resolución 627 de 2006.

Tabla 21. Resumen resultados festivos

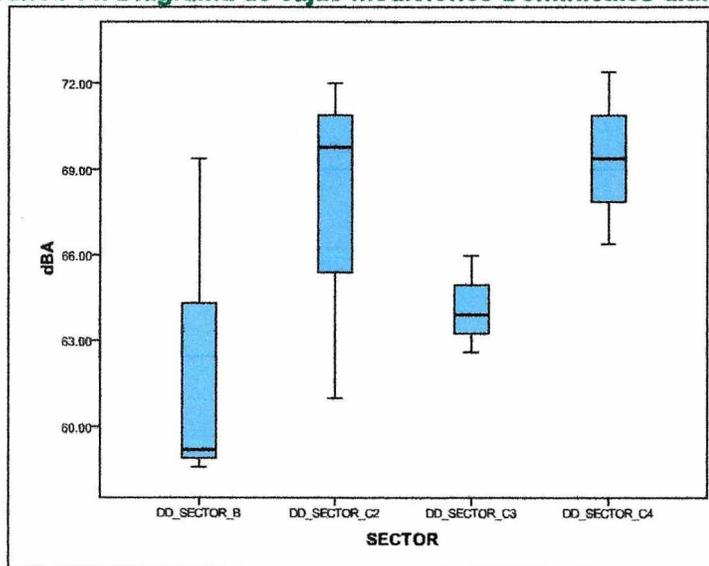
Sector	Subsector	Media	Mediana	Desviación std.	min.	Máx.	Norma dB(A)
Diurno (7:01 – 21:00)							
Sector B	B1	69,37	70,86	5,84	55,70	78,91	65
Sector C	C1	68,30	-	-	-	-	75
	C2	71,67	72,24	5,07	59,80	82,50	70
	C3	66,91	67,31	1,14	65,62	67,81	65
	C4	70,26	70,26	2,29	69,38	73,72	80
Nocturno (21:01 – 7:00)							
Sector B	B1	63,12	63,22	4,73	55,03	71,45	50
Sector C	C1	58,42	-	-	-	-	70
	C2	65,04	65,79	6,00	53,52	77,19	55
	C3	59,24	58,63	5,09	54,48	64,62	50
	C4	68,28	67,88	1,72	66,80	70,17	70

Fuente. Autores, 2011.

En los siguientes diagramas de cajas de las mediciones dominicales diurnas y nocturnas, se puede observar que:

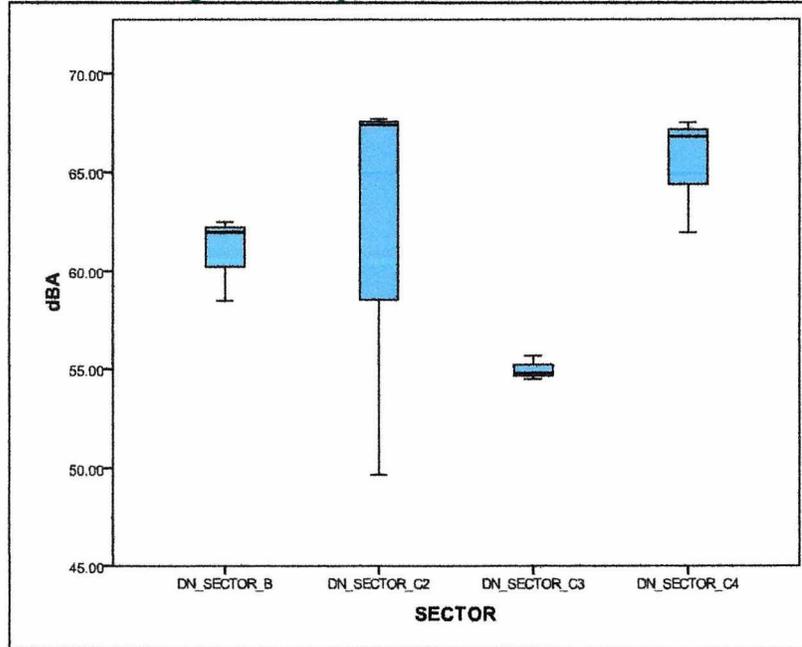
- Las mediciones dominicales del sector B se concentran entre 59 - 64 dB de día y 60-63 dB en la noche, teniendo una variación mínima entre las mediciones diurnas y las nocturnas.
- Las mediciones dominicales del sector C2 se concentran entre 66-71 dB de día y 59-68 dB en la noche, teniendo una variación cercana a los 5 dB.
- Las mediciones dominicales del sector C3 se concentran entre 63 - 65 dB de día y cercana a los 55 dB en la noche, teniendo una variación de 9 dB, aproximadamente, entre el día y la noche.
- Las mediciones dominicales del sector C4 se concentran entre los 68-71 dB de día y entre los 65-68 dB en la noche, teniendo una variación cercana a los 3 dB aproximadamente entre dichas mediciones.

Gráfica 14. Diagrama de cajas mediciones Dominicales diurnas



Fuente. Autores, 2011.

Gráfica 15. Diagrama de cajas mediciones Dominicales nocturnas



Fuente. Autores, 2011.

Al comparar las medias de cada uno de los sectores identificados con los estándares máximos permisibles definidos en la Resolución 627 de 2006, se observa que al igual que entre semana el sector B supera la norma en un 6,3% en horario diurno y en un 20,8% en horario nocturno. Los niveles promedio encontrados en los sectores C1 y C4 no exceden los estándares máximos permisibles ni para horario diurno ni para nocturno.

La desviación estándar nos muestra que los niveles encontrados en el Sector C2 presentan una variación del 5,84 respecto a la media para periodo diurno y de 6 para periodo nocturno; mientras que para horario nocturno el Sector que presenta una menor variación corresponde al Sector B con una desviación estándar de 4,73

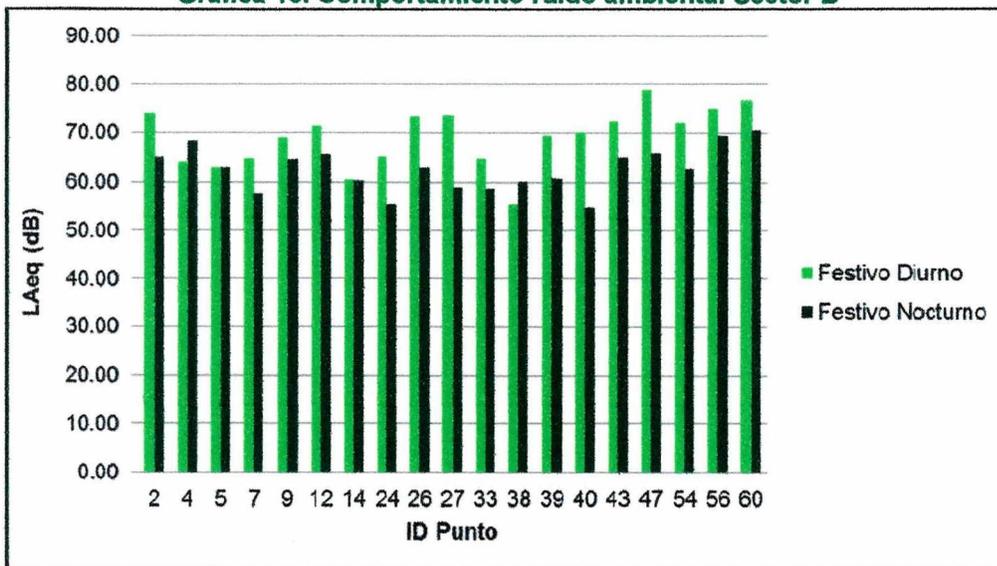
De acuerdo a esta sectorización se observa que:

- A diferencia de los niveles encontrados en horario diurno en días semanales, los domingos se registraron niveles equivalentes menores incluso en puntos críticos como el centro (carrera 10 con calle 22 y calle 20), donde no se

excede el límite máximo permitido, lo mismo ocurre en el punto 42 en pleno centro de la glorieta y en la avenida norte en la salida hacia Paipa, caracterizados por alto flujo vehicular en días laborales.

- Los mayores niveles registrados se presentaron en la avenida norte en el punto 50 donde el LAeq obtenido en horario diurno (82,50 dB) excede la norma en un 15,1%, y en el punto 45 donde se encontró un LAeq en horario nocturno de 77,19 dB superando la norma en un 28,7%.
- Para el periodo semanal diurno y nocturno la mayoría de los puntos de monitoreo localizados en el sector B registraron niveles equivalentes (LAeq) superiores a los estándares máximos permisibles, dentro de estos puntos, los más críticos corresponden a los ubicados en la avenida norte con calle 48 donde se excede la norma diurna en un 17,6% y en la antigua vía antigua a Paipa con calle 35 donde se supera el límite máximo en 13,6%. Para periodo nocturno en mayor nivel se presento en la calle 15 con calle 4ª con un LAeq de 73,67 dB superando la norma en un 11,8%.

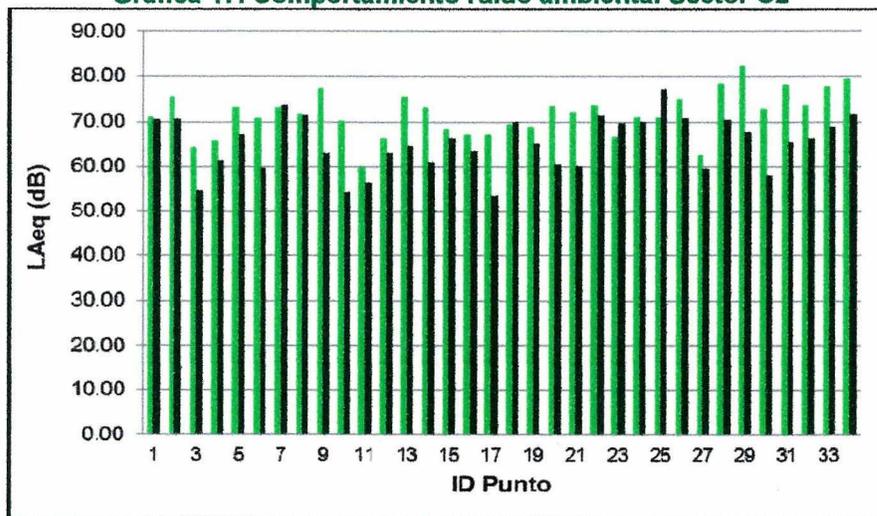
Gráfica 16. Comportamiento ruido ambiental Sector B



Fuente. Autores, 2011.

- El punto de monitoreo 58 localizado en el km 1 vía Tunja – Paipa único punto clasificado dentro del sector C1, sigue presentando niveles equivalentes inferiores a los estándares máximos permisibles.
- El 64,70% de los puntos de monitoreo ubicados en el Sector C2 registraron niveles superiores al establecido en la norma en horario diurno (70dB) mientras que para periodo nocturno el 87,87% de los puntos registra niveles por debajo de los 55 dB.

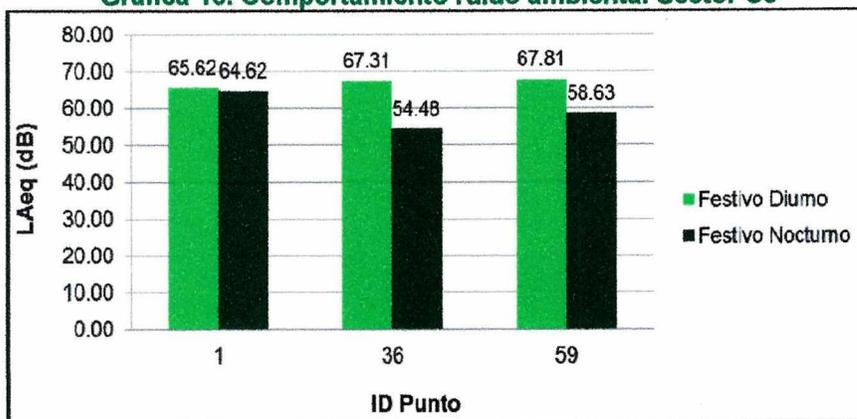
Gráfica 17. Comportamiento ruido ambiental Sector C2



Fuente. Autores, 2011

- Los puntos ubicados en el Sector C3 arrojaron niveles de ruido superiores a los permitidos ejemplo de esto es el punto 59 ubicado en la calle 23 vía toca donde se registró un LAeq diurno de 72,64 dB y un LAeq nocturno de 61,41 dB superando los niveles máximos en ambos casos.

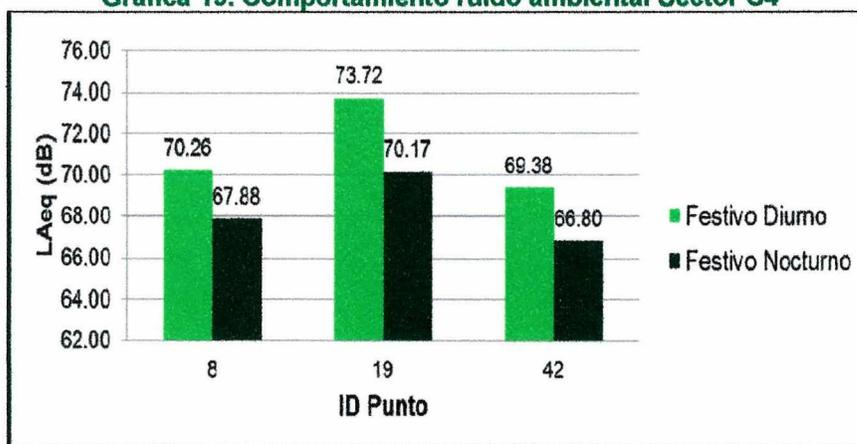
Gráfica 18. Comportamiento ruido ambiental Sector C3



Fuente. Autores, 2011

- En el sector C3 y C4 se registran niveles por debajo de los estándares máximos permisibles, algunos de los cuales se ubican sobre vías transitadas lo que indica una reducción del número de vehículos que circulan por las vías principales en días no laborales.

Gráfica 19. Comportamiento ruido ambiental Sector C4



Fuente. Autores, 2011

En el Anexo 6 se presenta el mapa de usos del suelo del municipio de Tunja homologado con los sectores establecidos en la Resolución 627 de 2006.

12. ETAPA 5: REALIZAR LOS MAPAS DE RUIDO DE LAS ZONAS URBANAS DE TUNJA.

En la elaboración de los mapas digitales de ruido ambiental para el periodo diurno y nocturno del municipio de Tunja, se empleó el CadnaA (Computer Aided Noise Abatement) un software especializado que permite importar o introducir directamente información relacionada con emisores superficiales como (bares, discotecas, locales comerciales), carreteras (aforos vehiculares) y alturas de edificios y mediante una base de cálculo compleja arroja resultados de ruido ambiental mediante líneas isófonas además de estimar niveles de presión sonora en puntos estratégicos.

12.1 CARACTERÍSTICAS DEL SOFTWARE DE PREDICCIÓN DE RUIDO

Los niveles de ruido en un punto receptor pueden obtenerse por cálculo en lugar de medirse. Además, también es posible calcular la propagación del ruido de un punto de medición a otro.

En los siguientes casos, es preferible el método del cálculo y puede ser el único método practicable:

- Cuando los niveles a medir estén contaminados por un ruido de fondo alto, por ejemplo, cuando se determina el ruido de una planta industrial en las proximidades de una vía concurrida.
- Cuando se necesite predecir niveles futuros
- Cuando se necesite comparar distintos escenarios de desarrollos alternativos y de reducción de ruido
- Cuando se necesite hacer mapas de curvas de nivel de ruido
- Cuando haya un acceso limitado a las posiciones de medición

El cálculo normalmente se lleva a cabo de acuerdo con un algoritmo estándar conocido. Éste, normalmente se determina a nivel nacional, o bien por un sector industrial, y a menudo depende del tipo de fuente.

Los algoritmos normalmente se verifican mediante numerosas mediciones y sobre una gran variedad de escenarios de prueba llegando a obtenerse precisiones (incertidumbre) de 3dB, similar a lo que puede lograrse con las mediciones.

Aunque se dispone de métodos más avanzados, la mayoría de los algoritmos estandarizados de uso corriente son empíricos y están basados en simples leyes de la física. De hecho, muchos de ellos pueden ser aplicados con papel y lápiz. Sin embargo, debido al gran número de puntos de cálculo y de fuentes a tener en cuenta, se usan ordenadores, permitiendo un cálculo, un análisis, una presentación y un informe mucho más rápidos.

Los cálculos se hacen usando un modelo, por ordenador, del ambiente con las fuentes de ruido definidas, la topografía y las características que afectan la propagación del ruido en los puntos de interés (receptor). Se introducen uno o más puntos de cálculo en el modelo y luego se le pide al ordenador que evalúe los niveles de ruido en el modelo. Normalmente, se calculan los niveles LAeq durante períodos largos aunque también suelen estar disponibles los niveles por bandas de octava.

Casi siempre los algoritmos están relacionados con la fuente, limitando su uso a este tipo de fuente en particular. Una excepción a esta regla es la norma ISO 9613, aceptada internacionalmente. Que determina los niveles en puntos receptores basados en los niveles de potencia sonora de fuentes identificadas. Estar definido a partir de los niveles de potencia sonora hace que la norma sea independiente del tipo de fuente (aunque hay limitaciones con respecto a fuentes altamente impulsivas o de velocidad alta).

A continuación se analizan los software de modelación que permiten realizar mapas de ruido

Tabla 22. Diferentes software de predicción de ruido

Programa	Compañía	Compañía Distribuidora	Última versión
SoundPLAN	Braunstein + Berndt GmbHcompany	Dakar Acústica	6.4
Brüel&Kjær Predictor 7810 DGMR	Consulting engineers	Tecsis	6.0
Brüel&Kjær LIMA 7812	Stapelfeldt IngenieuresellschaftmbH	Tecsis	5.0
CadnaA	DataKustikGmbH	Spevi	4.0
IMMI	Wölfel	Wölfel	6.3
MITHRA	CSTB	CSTB	No especificado
ENM	RTA GroupPtyLtd	RTA GroupPtyLtd	No especificado
SPM9613	Power Acoustics, Inc	Power Acoustics, Inc	No especificado
NoiseMap	AtkinsLtd	AtkinsLtd	No especificado

Fuente. dBA Ingeniería, 2008.

12.1.1 GENERALIDADES DEL CADNA A

CadnaA (ComputerAidedNoiseAbatement) es el software para el cálculo y presentación, gestión y predicción de la exposición al ruido e impacto de contaminantes atmosféricos. Independientemente que su objetivo sea estudiar la inmisión de ruido de una planta industrial, de un centro comercial incluyendo un parking, de una nueva autopista o línea ferroviaria, o incluso ciudades enteras y zonas urbanizadas, CadnaA está diseñado para llevar acabo todas estas tareas.

CadnaA es una plataforma transparente y sencilla que abarca igualmente simples comprobaciones o estudios extremadamente complejos e investigación científica. La separación del modelo 3D en su entorno natural y el método de cálculo aplicado ofrece flexibilidad única en esta área. Es incluso posible emplear el mismo modelo con niveles calculados en diferentes estándares nacionales sin necesidad de modificarlo.

- Cálculo basado en cerca de 30 estándares y normas
- Mallas de niveles en fachadas de edificios para mostrarlos en paleta de colores de acuerdo a los niveles de presión sonora
- Hasta 4 parámetros de evaluación paralelos – p.e. L(día),L(noche), L(dn), L(tarde), L(den)
- Cálculo y almacenamiento de niveles parciales de todos los emisores sonoros para cualquier número fijo de puntos receptores – por tanto es posible realizar un análisis detallado sin necesidad de recalcular
- Los niveles en los puntos de la malla (mapas de ruido) pueden sumarse, restarse y procesarse con cualquier función definida por el usuario
- Procesado paralelo en cualquier número de ordenadores para reducir el tiempo de cálculo en mapas de ruido a gran escala (cientos o incluso miles de km²) con PCSP(Program Controlled Segmented Processing)
- Soporte Multi-threading – uso paralelo de todos los procesadores de un PC multicore, con una sola licencia.

Los modelos que utiliza este software son consistentes con los métodos dispuestos en la Directiva 2002/46/CE, es decir, utiliza los métodos: NMPB para ruido de carretera, RMR-SRM II para ruido de trenes, ISO 9613-2 para ruido de industria y ECAC.CEAC doc. 29 para ruido de aeropuertos. No obstante lo anterior el software incluye numerosas normas locales de los países europeos para cada uno de las fuentes de ruido nombradas. Este programa permite el cálculo de los niveles de ruido tomando en cuenta las reflexiones de hasta orden 20.

Este software puede exportar los resultados calculados hacia archivos DXF para su incorporación en planos y mapas digitales, SIG para creación de mapas cartografiados, archivos de bases de datos en formatos TXT, hacia otros formatos de software de modelación como LIMA y MITHRA y finalmente se pueden exportar los datos hacia el software de posicionamiento global gráfico Google Earth

mediante archivos KML donde se exportan las líneas de contorno en forma de fotografía y las edificaciones en forma de elementos 3D.

12.1.2 ESCENARIOS

De acuerdo a la directiva 2002/49/CE de la comunidad europea, el software permite numerosos formatos de importación, herramientas de conversión y modificación que permite acceso a los datos existentes en formatos digitales. Características de manejo y validación para corroborar geometría y datos de los objetos en el modelo. Se implementan indicadores de ruido tales como L den y L night incluyendo los horarios específicos que comprenden los períodos de día para día, tarde y noche.

Cálculo de puntos receptores en una grilla. Cálculo distribuido de proyectos de cualquier tamaño en varios computadores en una red. Herramientas para calcular número de habitantes. Herramientas de exportación con información de los resultados hacia el público.

En teoría las limitaciones del software con respecto al tamaño del modelo a realizar son: 16 millones de objetos por cada tipo de objeto presente en el programa, 2 mil millones de puntos por cada objeto y una malla de cálculo de 2 mil millones por 2 mil millones de puntos. Es decir que las limitaciones del tamaño de los proyectos no están dadas por el software sino que por el hardware presente en la máquina donde se trabaja. Para que esta limitación de hardware no sea un problema, CadnaA ofrece herramientas con tecnología PCSP para distribución de cálculos y extensiones para realizar cálculos en redes. Debido a lo anterior, con CadnaA se pueden realizar modelaciones para proyectos de cualquier tamaño.

12.1.3 ARCHIVOS QUE PERMITE IMPORTAR Y EXPORTAR

En este software se pueden importar datos de archivos de CAD, archivos SIG, bases de datos y otras aplicaciones. Es posible importar coordenadas de puntos y

todos los atributos de objetos con la interfaz ODBC. Estos datos pueden ser administrados y actualizados en hojas de cálculo tipo Excel o bases de datos tipo Access u Oracle. Esto hace posible, por ejemplo, actualizaciones de datos ordenados de construcciones de nuevas vías accediendo periódicamente a las bases de datos de sus sistemas. Finalmente se pueden importar archivos desde otros programas de modelación como Mithray Lima.

12.2 DATOS DE ENTRADA AL MODELO

12.2.1 EMISORES SUPERFICIALES

Los emisores superficiales o fuentes de emisión de ruido son uno de los factores claves en la modelación de ruido ambiental, razón por la cual fue necesario identificar zonas de mayor generación de ruido y ubicar establecimientos comerciales, bares con elevados niveles de ruido y hallar el ruido por emisión.

El procedimiento para la medición del ruido por emisión se basó en la resolución 0627 de 2006. A continuación se resumen los datos del nivel de emisión (LRAeq, 1h) y el nivel de emisión residual (LRAeq, 1h residual) para el local comercial ubicado en la Cra 11No 18-77.

Tabla 23. Resumen de resultados de emisor superficial

LAeq,1h			LAeq,1h residual		
LAIeq	77,2	db	LAI,90%	70,3	db
LAEq	75,1	db	LAF,90%	68,5	db

Fuente. Autores, 2011.

La corrección de nivel K_T toma en consideración los componentes tonales del ruido en el lugar de la medición y durante el tiempo que estén presentes estos tonos, para los valores de nivel de emisión (LRAeq,1h) se encontró una percepción neta de componentes tonales a partir de los 500Hz, por lo cual fue necesario corregir el nivel LAeq por adición de 3dB(A), mientras que en el nivel de emisión residual (LRAeq,1h residual) no se realizó corrección alguna ya que

después de analizar el espectro en bandas de octava no se encontró percepción de componentes tonales.

La corrección de nivel K_i toma en los componentes impulsivos en el lugar de la medición y durante el tiempo que estén presentes los respectivos impulsos, para los valores de nivel de emisión ($LRAeq,1h$) y el nivel de emisión residual ($LRAeq,1h$ residual), no se realizó corrección ya que la diferencia entre el $LRAeq$ y el $LRAeq$ no arrojó valores a partir de los cuales existiera percepción de componentes impulsivos.

Tabla 24. Niveles corregidos de emisor superficial

LRAeq,1h			LRAeq,1h residual		
LRAeq	77,2	db	LAI,90%	70,3	db
LRAeq	78,1	db	LRAF,90%	68,5	db

Fuente. Autores, 2011.

Luego de realizar las respectivas correcciones, la emisión de ruido o aporte de este emisor superficial, de acuerdo con el Artículo 8 de la Resolución 627 de 2006, se calcula por la expresión:

$$Leq_{emision} = 10 \log(10^{LRAeq,1h/10} - 10^{LRAeq,1h,residual/10})$$

Donde:

$Leq_{emision}$ = Nivel de emisión de presión sonora, o aporte de la fuente sonora, ponderado A,

$LRAeq,1h$ = Nivel corregido de presión sonora continuo equivalente ponderado A, medido en una hora,

$LRAeq,1h, Residual$ = Nivel corregido de presión sonora continuo equivalente ponderado A, residual, medido en una hora.

Teniendo en cuenta esta ecuación, se procedió a calcular el nivel total de emisión:

$$Leq_{emision} = 10 \log(10^{78,1/10} - 10^{68,5/10})$$

$$Leq_{emision} = 77,60db$$

En el Anexo 7, se muestra el consolidado de los datos obtenidos en campo de los emisores superficiales identificados en la ciudad de Tunja con sus respectivos cálculos y correcciones.

12.2.2 ANÁLISIS EMISORES SUPERFICIALES

Dentro del perímetro urbano del municipio de Tunja se identificaron 22 emisores superficiales localizados en los sectores de mayor generación de ruido correspondientes al centro Histórico, Villa Universitaria y Barrio Los Muiscas, dentro de estos los que presentaron niveles de ruido más altos se ubican en el centro en la carrera 10 entre calles 17 y 20, donde se registraron niveles de emisión (Leq) entre los 77 y 83 dB(A), en la zona se observa la presencia de bares con altos volúmenes en la música razón por la cual los niveles encontrados superan el estándar máximo permisible de niveles de emisión de ruido que para la zona corresponde a 60 dB(A) en horario nocturno, lo mismo ocurre en Villa Universitaria donde se encontraron niveles de emisión entre los 73 a 86 dB(A).

En el barrio Los Muiscas se registraron niveles de emisión entre los 61 a 78 dB(A) provenientes de los bares y tabernas ubicados sobre la diagonal 67 que superan la norma hasta en un 29,5% debido a que la zona es residencial y el límite máximo permitido en horario nocturno es de 55 dB(A).

12.2.3 AFOROS VEHICULARES

Teniendo en cuenta que una de las principales fuentes de emisión de ruido en áreas urbanas corresponde al parque automotor, el software permite introducir atributos como intensidad media horaria, porcentaje de vehículos pesados en periodo diurno y nocturno, ancho de vía y velocidad promedio en cada una de las vías que conforman la malla vial del municipio.

Debido a que dentro de la información suministrada por la Oficina Asesora de Planeación y Corpoboyacá no se encontraron registros de aforos vehiculares, fue necesario levantar dicha información en campo, para lo cual se identificaron las vías principales y de mayor flujo vehicular las cuales fueron aforadas durante un periodo de ocho horas con el fin de observar el comportamiento del tránsito vehicular en el transcurso del día.

En el Anexo 8 se encuentran los resultados de los aforos realizados en vías de alto flujo vehicular en la ciudad de Tunja.

Figura 8. Aforos vehiculares ciudad de Tunja



Fuente: Autores, 2011

12.2.4 ALTURA DE EDIFICIOS

Cuando una onda sonora encuentra un obstáculo sólido (edificio), una parte de la energía es reflejada por el obstáculo, otra parte es absorbida por el mismo, penetrando en su interior y transformándose en vibraciones mecánicas que pueden eventualmente radiar nuevas ondas acústicas, y, finalmente, el resto de la energía "bordea" el obstáculo, produciéndose una perturbación del campo acústico por efecto de la difracción.

Teniendo en cuenta lo anterior y la importancia de incluir las alturas de edificios en la modelación de ruido ambiental se determinaron las alturas de las edificaciones de gran altura (Mayor a 4 pisos) las cuales fueron identificadas a partir del recorrido de reconocimiento del área de estudio realizado en la etapa inicial del proyecto. Cabe mencionar que las mediciones no se realizaron en toda el área urbana, sino solo en áreas prioritarias para la modelación del mapa de ruido, ya que hay que tener en cuenta que el levantamiento de esta información en campo es una tarea dispendiosa y de largo plazo. El equipo empleado fue un

distanciómetro (telémetro láser bushnell® scout™1000) que mide la distancia horizontal y diagonal para finalmente por teorema de Pitágoras calcular la altura.

Figura 9. Distanciómetro empleado en la determinación de altura de edificios



Fuente: BUSHNELL Laser Rangefinder Manual

El resultado del levantamiento de alturas de edificaciones se encuentra en el Anexo 9, Mapa de Altura de Edificaciones municipio de Tunja.

Figura 10. Toma altura de edificios ciudad de Tunja



Fuente: Autores, 2011

12.3 UTILIZACIÓN DEL SOFTWARE

A continuación se muestra el algoritmo de utilización del software de predicción de ruido CadnaA, desde la introducción de datos de entrada hasta el análisis de los resultados obtenidos.

Figura 11. Algoritmo de utilización del CadnaA

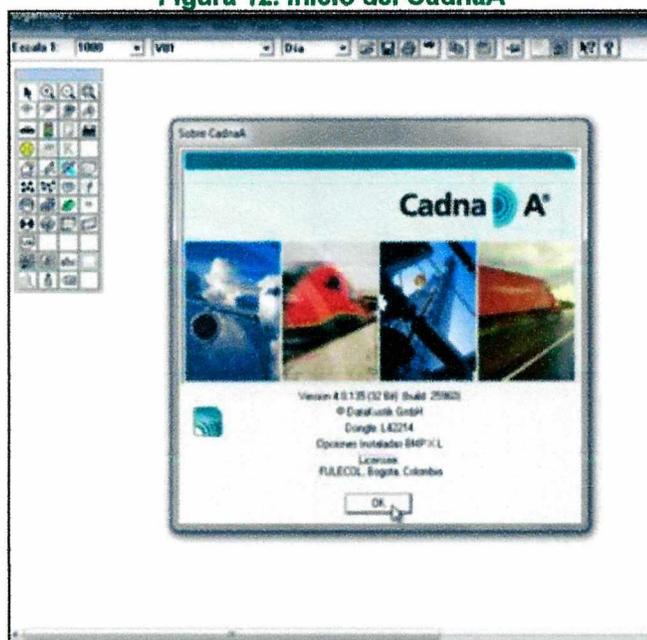


Fuente. Autores, 2011.

12.3.1 Crear un nuevo proyecto

Se abre el software y se crea un nuevo proyecto con formato .cna, para luego introducir los datos de entrada, importándolos desde arcGIS con sus respectivos atributos.

Figura 12. Inicio del CadnaA

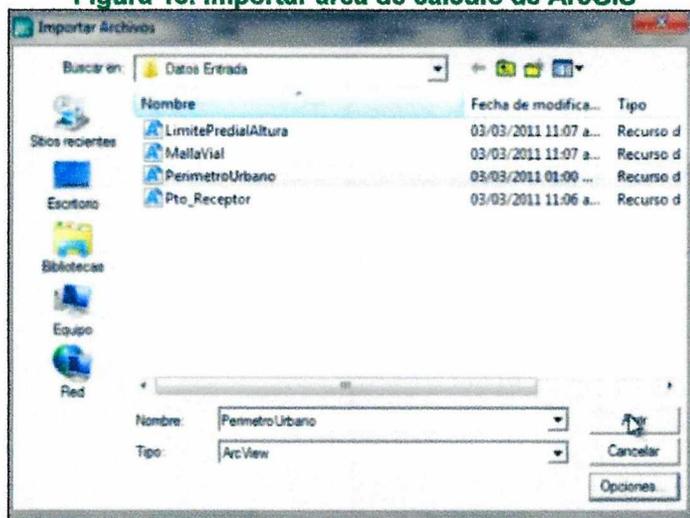


Fuente. Autores, 2011.

12.3.2 Importar área de cálculo

Se debe crear un área de cálculo, en donde el software realizará los cálculos de los niveles de ruido ambiental. En el caso de los mapas en zonas urbanas, se establece como área de cálculo el perímetro urbano del municipio a modelar.

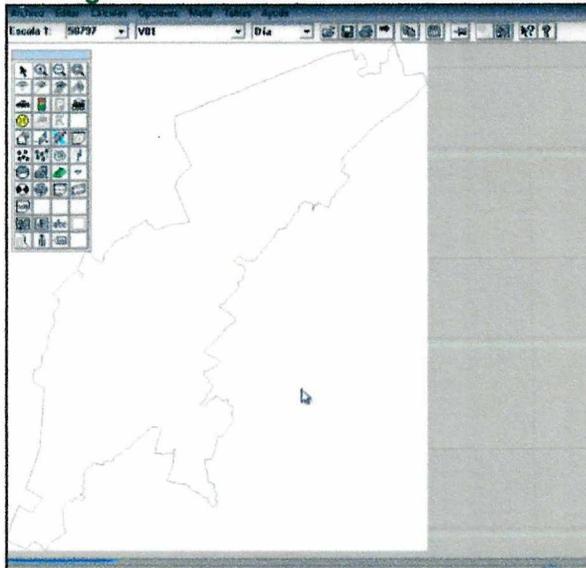
Figura 13. Importar área de cálculo de ArcGIS



Fuente. Autores, 2011.

En la siguiente figura se muestra la ventana con el área de cálculo importada.

Figura 14. Ventana con área de cálculo

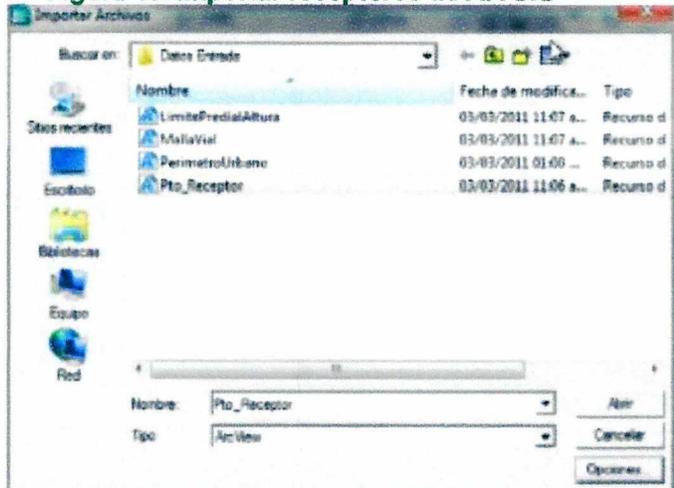


Fuente. Autores, 2011.

12.3.3 Importar receptores

Los receptores a importar, corresponden a los puntos de medición en campo, ya que genera un dato exacto del valor modelado en este punto y permite comparar estos dos valores.

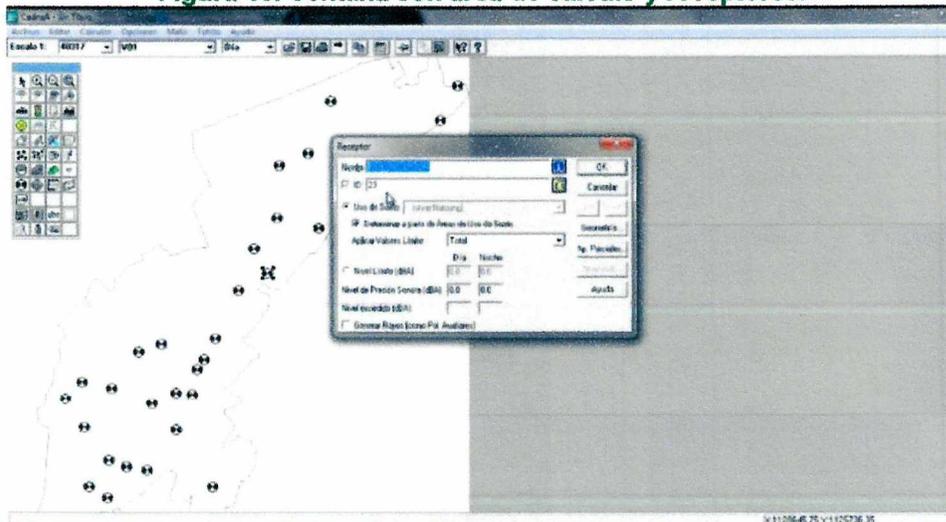
Figura 15. Importar receptores de ArcGIS



Fuente. Autores, 2011.

En la siguiente figura se muestra la ventana con los receptores y el área de cálculo importados.

Figura 16. Ventana con área de cálculo y receptores.

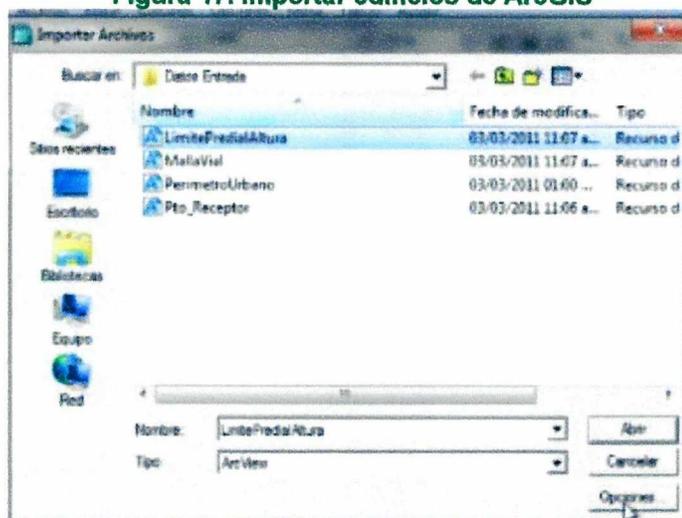


Fuente. Autores, 2011.

12.3.4 Importar edificaciones

Por medio de la cartografía suministrada por la Alcaldía Municipal y Corpoboyacá de los predios y edificaciones, se introdujeron al software luego de organizar la información en arcGIS obtenida en campo sobre las alturas de edificios.

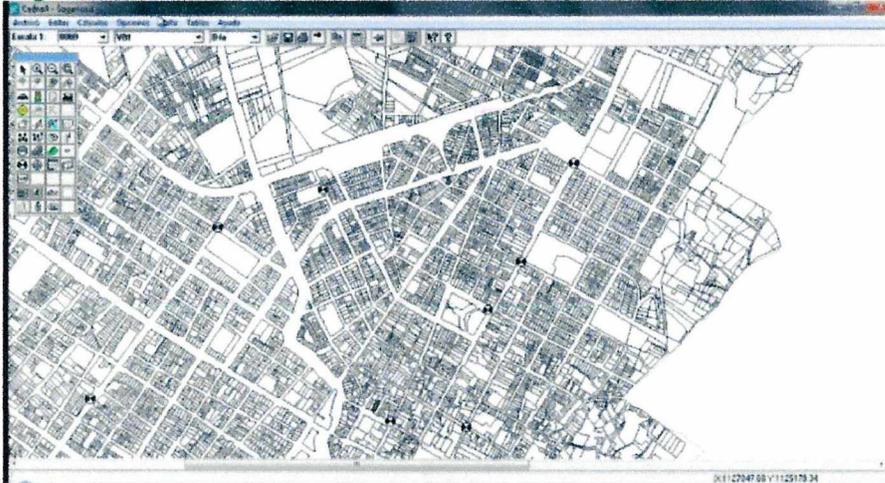
Figura 17. Importar edificios de ArcGIS



Fuente. Autores, 2011.

En la siguiente figura se muestra la ventana con los edificios, los receptores y el área de cálculo, importados.

Figura 18. Ventana con los edificios, los receptores y el área de cálculo

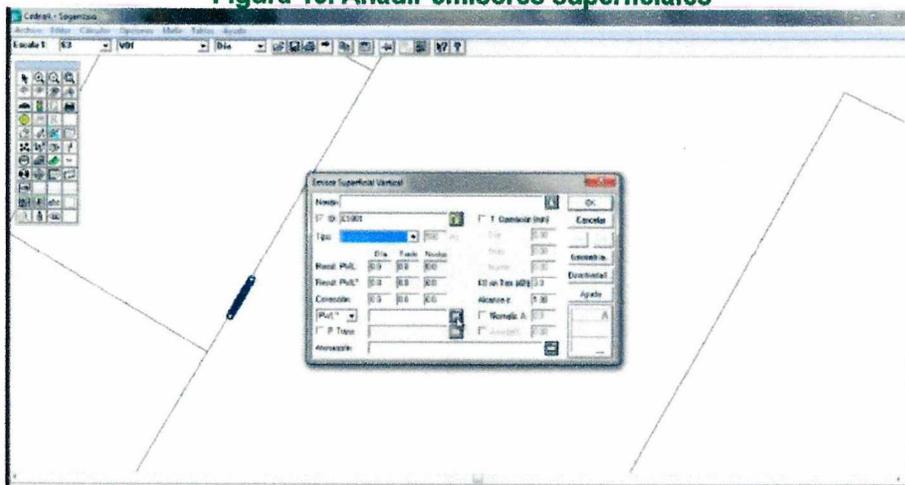


Fuente. Autores, 2011.

12.3.5 Añadir emisores superficiales

Los emisores superficiales corresponden, principalmente, a establecimientos comerciales que generan altos niveles de ruido que son monitoreados siguiendo el procedimiento establecido en la Resolución 627 de 2006, los cuales se introducen al modelo y este calcula su potencia sonora.

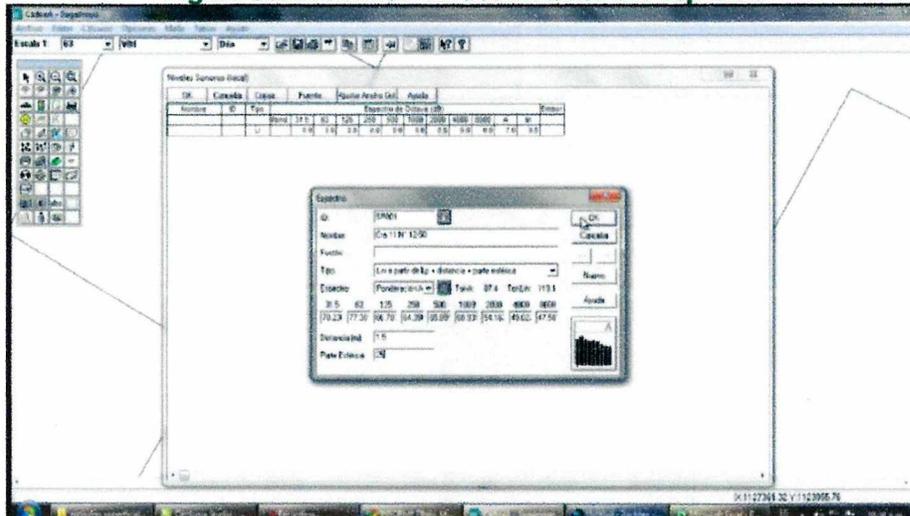
Figura 19. Añadir emisores superficiales



Fuente. Autores, 2011.

En la siguiente figura se muestra la ventana en donde se deben introducir las características de la fuente de emisión superficial que permiten calcular la potencia sonora.

Figura 20. Introducir características del espectro

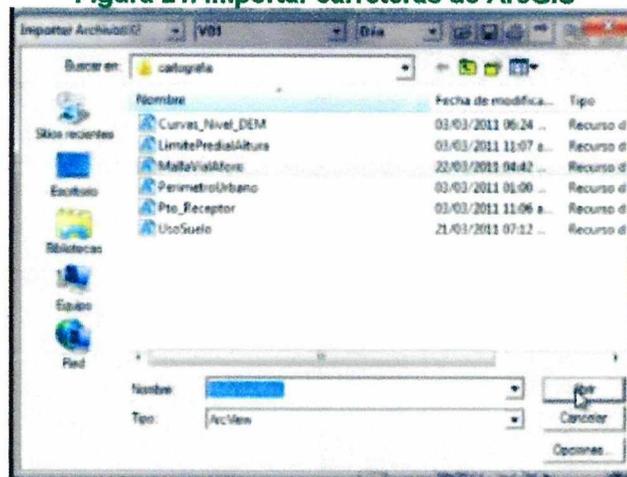


Fuente. Autores, 2011.

12.3.6 Importar carreteras

Por medio de la cartografía suministrada por la Alcaldía Municipal y Corpoboyacá de la malla vial, esta se introdujo al software luego de organizar la información en arcGIS obtenida en campo sobre los aforos vehiculares.

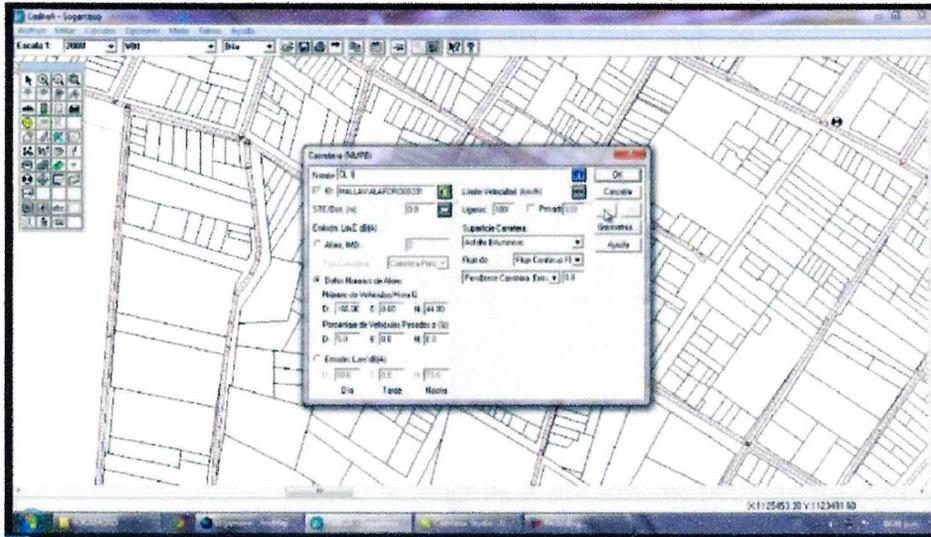
Figura 21. Importar carreteras de ArcGIS



Fuente. Autores, 2011.

En la siguiente figura se muestra la ventana con la malla vial, los edificios, los receptores y el área de cálculo, importados.

Figura 22. Ventana con la malla vial, los edificios, los receptores y el área de cálculo

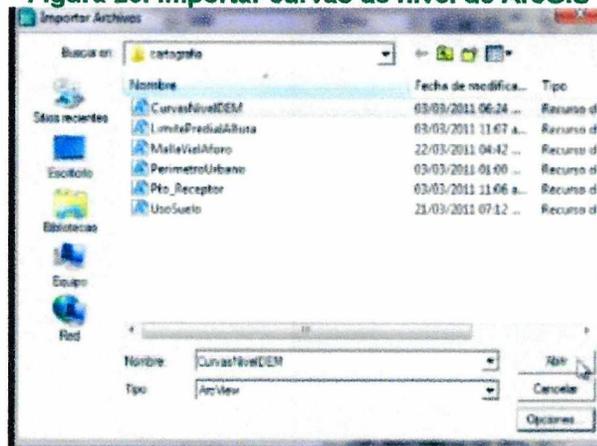


Fuente. Autores, 2011.

12.3.7 Importar topografía

Por medio de la cartografía suministrada por la Alcaldía Municipal y Corpoboyacá de las curvas de nivel, se importó la capa con los atributos de altura con el fin de obtener la topografía del área.

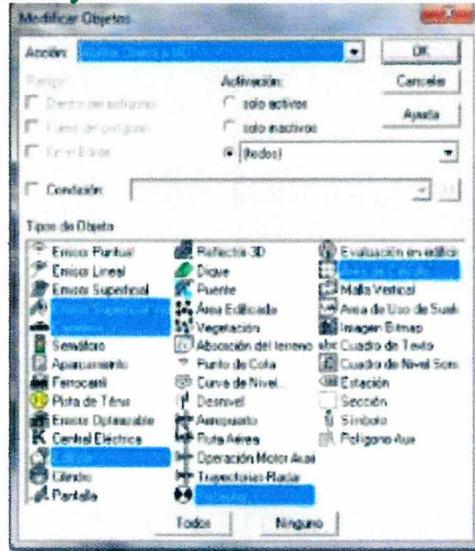
Figura 23. Importar curvas de nivel de ArcGIS



Fuente. Autores, 2011.

Las otras capas introducidas al proyecto se deben ajustar al terreno, por lo cual se utiliza una opción dentro de la ventana modificar atributos que nos permite realizar esta función (Ajustar Objeto a MDT).

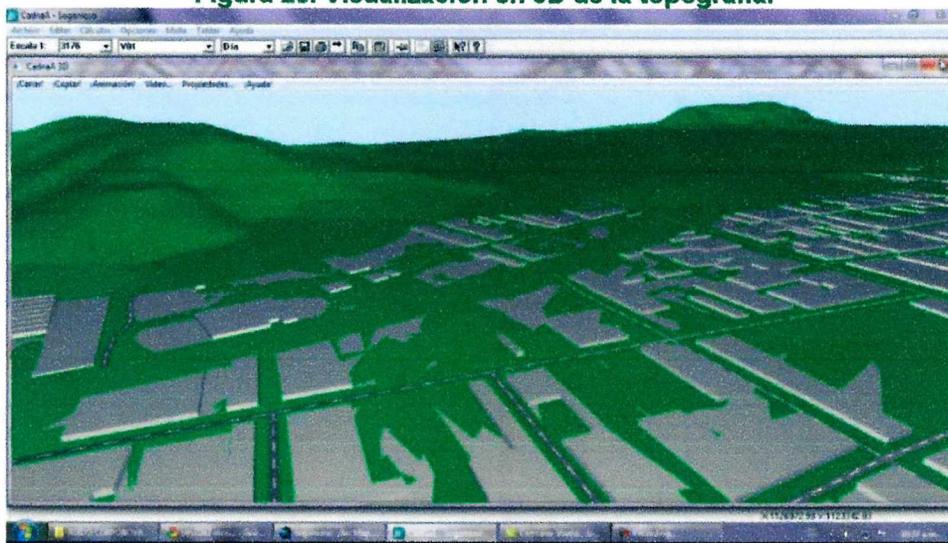
Figura 24. Ajustar elevación del terreno a los objetos



Fuente. Autores, 2011.

En la siguiente figura se observa como quedan las edificaciones con el ajuste de la elevación del terreno.

Figura 25. Visualización en 3D de la topografía.

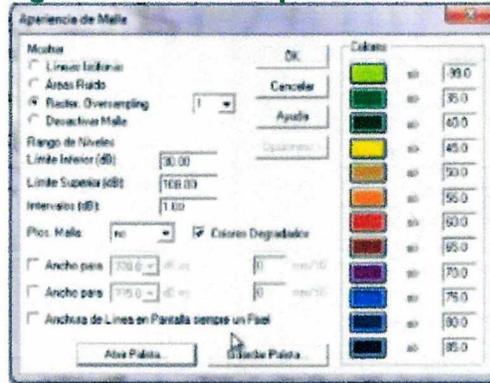


Fuente. Autores, 2011.

12.3.8 Calcular receptores y malla

En el CadnaA se deben realizar dos cálculos, el de los receptores y el de la malla. El primero corresponde al cálculo del nivel de ruido ambiental sobre los receptores, mientras que el segundo crea una malla o grilla invisible que calcula los valores, en este caso, cada 100 m horizontal y vertical, y de esta forma crea el mapa de ruido. A la malla se le establecen los colores para cada rango de niveles, los cuales se encuentran establecidos en la Resolución 627 de 2006.

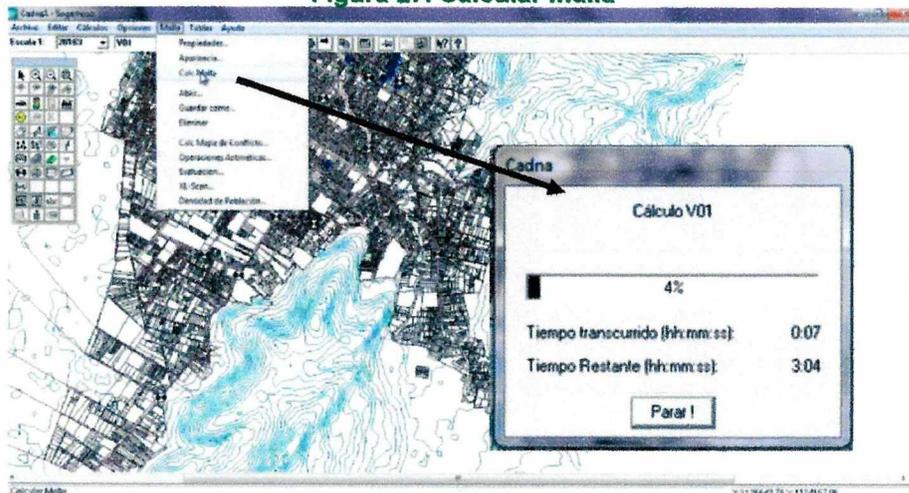
Figura 26. Introducir apariencia de Malla



Fuente. Autores, 2011.

A este nivel, ya deben estar introducidos todos los datos de entrada para correr el software dentro de la ventana Malla, opción Calc Malla.

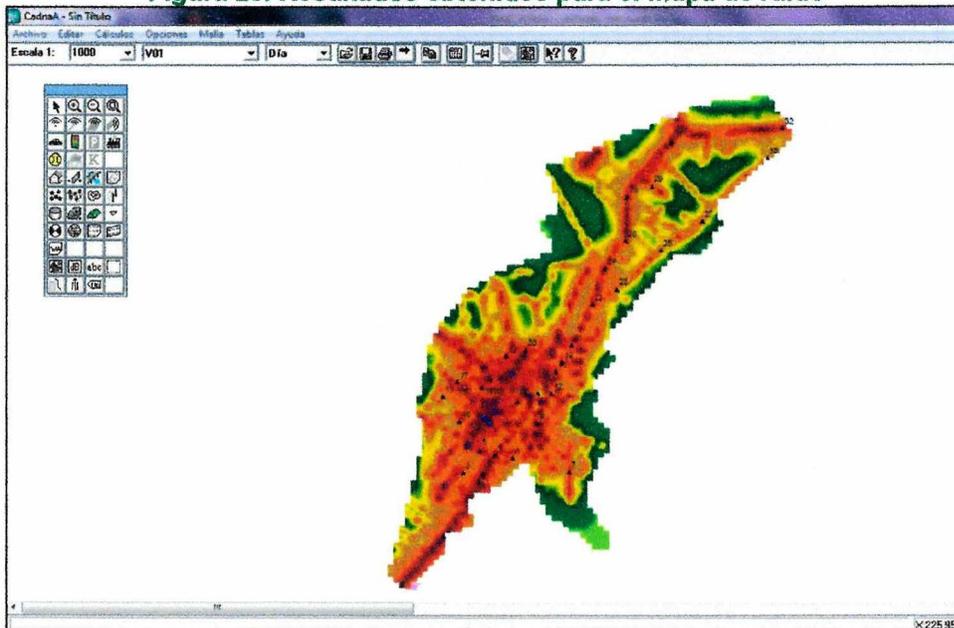
Figura 27. Calcular malla



Fuente. Autores, 2011.

El resultado obtenido de la modelación es el mapa de ruido diurno y nocturno, y se puede observar en la siguiente figura.

Figura 28. Resultados obtenidos para el mapa de ruido



Fuente. Autores, 2011.

12.4 ANALISIS DE RESULTADOS MODELACIÓN

Los mapas de ruido para periodo semanal y dominical horario diurno y nocturno, se encuentran en los Anexos 10, 11, 12 y 13 respectivamente. A continuación se presentan los resultados de los mapas de ruido modelados.

12.4.1 Mapa de ruido ambiental Semanal Diurno y Nocturno

Para el análisis del mapa de ruido ambiental y la identificación de las áreas de mayor impacto sonoro se tiene en cuenta la combinación de colores para representaciones gráficas establecida en el Anexo 5 de la Resolución 0627/06. A continuación se hace un análisis de los resultados encontrados en el mapa de ruido ambiental para periodo diurno semanal.

- Como se observa en el mapa de ruido para horario diurno, el color azul y lila que representan zonas con niveles de ruido entre los 75 a 80 dB(A) y los 70 a 75 dB(A), se encuentran presentes en vías de alto flujo vehicular como son la Avenida Norte, la Glorieta donde confluyen las principales vías del municipio, Avenida Oriental, Avenida Universitaria, Carrera 12, Carrera 11, Avenida Colón, Carrera 9, Carrera 10, Carrera 19 y Transversal 15, así mismo, el color predomina en áreas cercanas a Universidades como los son el Barrio Suamox frente a la clínica Medilaser y Villa universitaria caracterizadas por una alta actividad comercial y cercanas a vías de alto tránsito vehicular.
- En el centro histórico predominan los colores azul, lila, cinabrio y naranja lo que refleja la presencia de niveles de ruido desde los 55 hasta los 80 dB(A), estos niveles están asociados a la actividad comercial que se desarrolla en la zona que concentra un gran número de personas y de tránsito vehicular por ser el sector de mayor desarrollo del municipio,
- En áreas residenciales predomina el color amarillo y naranja que representan zonas con niveles de ruido entre los 55 a 60 dB(A) para el primer caso y entre los 45 a 50 dB(A) en el segundo.
- En el parque industrial al norte del municipio se presentan niveles entre los 65 a 80 dB(A) predominado los colores carmín y azul.
- En el centro del municipio el color azul predomina sobre la carrera 10 en el barrio Maldonado y plazoleta Muisca, en la carrera 9 frente a la Plaza de Bolívar, en la calle 22 entre carreras 13 y 15 y entre las carreras 10 y 9 y calles 19 a 24 donde se concentra gran parte del comercio del municipio.
- Al sur del municipio el color azul predomina a lo largo de la Avenida oriental en donde se encuentra ubicado el terminal de transportes, en la calle 12 y 11

donde se encuentran varios talleres de mecánica automotriz y se evidencia la concentración de vehículos pesados y en el cruce de los hongos.

- En los límites del perímetro urbano predominan el color verde y el amarillo representativos de niveles entre los 40 a los 50 dB(A), por ser zonas alejadas del centro urbano y de vías de alto tránsito vehicular.
- En horario nocturno se puede observar que en algunos puntos críticos en horario diurno como lo son el barrio Suamox, vía antigua a Paipa y Avenida Universitaria los niveles disminuyen y predominan los colores rojo y naranja representativos de niveles entre los 55 a 65 dB(A),
- En las zonas del municipio donde se desarrolla la vida nocturna por la presencia de bares y tabernas como lo son Villa Universitaria, el centro en la carrera 10 entre calles 22 y 24, los colores que predominan son el lila y el azul correspondientes a zonas con niveles de ruido entre los 70 a 80 dB(A), niveles que exceden los estándares máximos permisibles en horario nocturno.

12.4.2 Mapa de ruido ambiental Dominical Diurno y Nocturno

Al igual que en el mapa de ruido ambiental semanal los mayores niveles de ruido se presentan sobre las principales vías del municipio, predominando el lila y carmín característicos de zonas con niveles de ruido entre los 65 a 75dB(A), colores que predominan también en el centro del municipio debido a la actividad comercial que se presenta, que aunque es mucho menor que la encontrada entre semana, genera niveles considerables de ruido. En áreas residenciales se observan niveles de ruido entre los 40 a 60 dB(A) predominando el color verde oscuro y naranja.

En horario nocturno el mapa nos muestra que en general los niveles de ruido son menores en todo el perímetro urbano del municipio, los mayores niveles se siguen

presentando en las principales vías aunque en niveles entre los 55 a 65 dB(A) por lo cual se observa que los colores que más predominan corresponden al naranja y rojo. Lo anterior demuestra que en días festivos las familias la actividad comercial es casi nula puesto que las familias prefieren su hogar, así mismo, una gran parte de la población estudiantil deja la ciudad lo que disminuye los niveles de ruido en forma considerable.

12.5 MAPAS DE CONFLICTO

Los mapas de conflicto se elaboraron homologando los usos del suelo definidos dentro del perímetro urbano del municipio con los sectores establecidos en el Artículo 17 de la Resolución 0627 de 2006, una vez homologados el modelo superpone al mapa de ruido ambiental, los niveles de cada sector con el fin de evidenciar las diferencias existentes entre los límites máximos permisibles de la norma y los calculados por este.

12.5.1 Mapa de conflicto Semanal Diurno y Nocturno

En el mapa de conflicto correspondiente al periodo semanal diurno (Anexo 14) se observa lo siguiente:

El mapa de conflicto semanal diurno nos muestra que tan solo unas pocas zonas presentan variaciones entre los estándares máximos permisibles y los niveles arrojados por el modelo tal es el caso de la zona cercana al punto de monitoreo 43 donde predominan los colores azul oscuro, rojo y naranja, que indican diferencias superiores a los 10 dB, esta variación se presenta principalmente por el uso de la zona definido como natural de protección, donde la norma establece niveles máximos permisibles muy bajos (55dB horario diurno), además de encontrarse junto a una importante vía del municipio como es la diagonal 38 caracterizada por un alto flujo de vehículos pesados y livianos, donde el mapa de ruido ambiental calculo niveles entre los 60 y 65 dB.

Un comportamiento similar se presenta en un sector de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, donde existe un área natural de protección correspondiente al río la vega, según los niveles observados en el mapa de ruido (70-80dB), esta zona es una de las más críticas del municipio por su gran actividad comercial, la gran concentración de personas por la presencia de instituciones educativas y por encontrarse junto a una vía principal de alto flujo vehicular como lo es la Avenida Norte lo que genera un conflicto entre el uso del suelo definido en ciertos sectores y los niveles arrojados por el modelo. Lo mismo ocurre en el sector del viaducto considerado como zona natural de protección donde al igual que en el caso anterior por estar ubicado esta importante vía donde se registra un alto flujo de vehículos predomina el color azul característico de áreas donde existen diferencias significativas entre los niveles permitidos y los encontrados en la simulación.

El mapa de conflicto semanal nocturno (Anexo 15) muestra que a diferencia de lo encontrado en el horario diurno, existen muchas áreas donde los niveles calculados por el modelo sobrepasan los estándares máximos permisibles según el sector, dentro de estos los más importantes corresponden los límites del perímetro urbano del municipio principalmente sobre la Avenida Norte donde el uso que predomina es el residencial, sin embargo, los niveles de ruido modelados se encuentran entre los 65 a 75 dB como consecuencia del alto flujo vehicular y a la presencia de establecimientos nocturno (bares) que elevan significativamente los niveles de ruido y sobrepasan en un gran porcentaje a los niveles permitidos para sectores con uso residencial en horario nocturno que corresponde a 50 dB(A).

Al igual que lo observado en el mapa de conflicto diurno los sectores definidos como áreas naturales de protección presentan variaciones significativas (mayores a 10 dB) principalmente en la UPTC, viaducto, Río la Vega y avenida universitaria.

En el centro del municipio se evidencia un conflicto en áreas con uso residencial por la presencia de establecimientos comerciales dentro de estas áreas las más importantes corresponden al barrio Maldonado, La Fuente y en la avenida oriental a la altura del Terminal de Transporte.

12.5.2 Mapa de conflicto Dominical Diurno y Nocturno

El mapa de conflicto dominical diurno (Anexo 16) sigue el mismo comportamiento que el mapa en periodo semanal diurno donde las zonas que presentan variaciones significativas entre los estándares máximos permisibles y los niveles arrojados por el modelo corresponden a las áreas definidas como naturales de protección localizadas en zonas con niveles de ruido altos como son el sector de la UPTC por donde circula el Rio La Vega, el área junto al viaducto y algunos tramos en la vía universitaria.

El mapa de conflicto dominical nocturno (Anexo 17) presenta el mismo comportamiento que el mapa semanal nocturno a diferencia de que las variaciones son menores en este periodo, el color azul continua predominando en las mismas áreas afectadas y descritas anteriormente donde las diferencias superan los 10 dB, en otras áreas como las zonas junto a la vía universitaria se observa la presencia de colores de todos los tonos principalmente naranja indicando que existen variaciones entre de los 5 hasta los 8 dB. lo anterior, permite concluir que el comportamiento en el periodo semanal y nocturno es el mismo en cuanto a las áreas donde se genera un conflicto por el uso del suelo definido y el nivel encontrado durante la modelación, sin embargo estas variaciones son menores los días domingos debido al cese de actividades comerciales e institucionales que reducen los niveles de ruido significativamente.

12.6 VALIDACIÓN DEL MODELO

Las medidas acústicas tomadas en campo para calibrar y validar los niveles obtenidos en la simulación, se realizaron en diferentes zonas de la ciudad entre los meses de Enero y Febrero de 2011.

Previamente al inicio de todo el proceso de medición se realizó una visita de reconocimiento del terreno que permitió definir los puntos en los cuales se realizaron mediciones de ruido en cuya elección se tuvieron los siguientes criterios.

- Sitios representativos del clima sonoro de la zona en estudio en donde se pudieran evidenciar los distintos tipos de tráfico (tipos de vehículos, flujos, velocidades).
- Zonas reportadas con altos niveles de ruido
- Lugares que permitieran mantener las condiciones de seguridad del personal técnico y los equipos.

Los tiempos de muestreo se realizaron según lo establecido por la resolución 0627 de 2006 y a continuación, en las tablas 25 y 26 se presenta la validación de los niveles medidos en campo y los calculados por medio del modelo CadnaA.

Tabla 25. Diferencia niveles medidos y calculados periodo semanal

ID	Nivel C (dBA)	Nivel M (dBA)	Dif (dBA)	ID	Nivel C (dBA)	Nivel M (dBA)	Dif (dBA)
Día				Noche			
1	58,4	60,80	-2,40	1	53,7	50,8	2,9
2	63,5	66,00	-2,50	2	54,3	52,6	1,7
3	71,2	70,10	1,10	3	68,8	66,4	2,4
4	57,1	55,50	1,60	4	55,5	57,4	-1,9
5	66,5	63,60	2,90	5	63,2	63	0,2
6	71,1	72,60	-1,50	6	65,3	67,4	-2,1
7	61	62,90	-1,90	7	54,9	53,2	1,7
8	69,6	71,30	-1,70	8	59,2	62,2	-3
9	65,1	63,90	1,20	9	55,4	48	7,4
10	64,8	63,00	1,80	10	65,3	67,5	-2,2
11	53,9	51,20	2,70	11	52,6	53,2	-0,6
12	67,6	66,80	0,80	12	58,1	60,8	-2,7
13	69,1	71,80	-2,70	13	64,1	66,1	-2

ID	Nivel C (dBA)	Nivel M (dBA)	Dif (dBA)	ID	Nivel C (dBA)	Nivel M (dBA)	Dif (dBA)
Día				Noche			
14	67,9	61,60	6,30	14	67,7	68,9	-1,2
15	71,8	74,40	-2,60	15	61,3	60,5	0,8
16	69,7	69,30	0,40	16	57,7	60,7	-3
17	72,8	74,80	-2,00	17	68,2	68,4	-0,2
18	69,2	68,40	0,80	18	63,4	61,8	1,6
19	71,5	71,40	0,10	19	61,8	63,5	-1,7
20	65,3	63,00	2,30	20	59	57,5	1,5
21	65,6	65,10	0,50	21	59,9	58,2	1,7
22	64,9	65,10	-0,20	22	58	56,4	1,6
23	66,2	66,80	-0,60	23	63,1	63,8	-0,7
24	67,2	64,80	2,40	24	60	61,6	-1,6
25	75,8	76,80	-1,00	25	71	72,3	-1,3
26	66,9	64,00	2,90	26	59	58,9	0,1
27	69,6	70,60	-1,00	27	62,1	64,5	-2,4
28	66,1	68,50	-2,40	28	64,5	67,5	-3
29	70,4	70,30	0,10	29	67,5	69,6	-2,1
30	66,7	64,20	2,50	30	60,9	62,7	-1,8
31	69,3	70,40	-1,10	31	68,1	65,9	2,2
32	65,8	65,30	0,50	32	58,5	56,2	2,3
33	65,8	68,70	-2,90	33	59,7	60,3	-0,6
34	68,6	70,80	-2,20	34	60,8	61,4	-0,6
35	68,1	70,80	-2,70	35	60,4	57,9	2,5
36	66,5	64,80	1,70	36	56,7	55,2	1,5
37	74,1	74,50	-0,40	37	69,7	63	6,7
38	56,7	53,80	2,90	38	53,6	56,3	-2,7
39	67,6	70,20	-2,60	39	67,3	64,4	2,9
40	71,2	71,00	0,20	40	61,8	59	2,8
41	66,6	64,40	2,20	41	61,8	63	-1,2
42	73,7	71,00	2,70	42	66,9	64	2,9
43	72,6	70,30	2,30	43	62,4	60,7	1,7
44	73,3	73,40	-0,10	44	64,2	64,6	-0,4
45	67,1	66,70	0,40	45	55,5	57,2	-1,7
46	72,9	73,40	-0,50	46	68	68,5	-0,5
47	75,1	74,10	1,00	47	65,3	56,2	9,1
48	65,1	67,50	-2,40	48	59,8	59,1	0,7
49	69,8	64,10	5,70	49	64,8	65,2	-0,4
50	71,7	74,40	-2,70	50	66,6	64,1	2,5
51	71	72,40	-1,40	51	63,6	65,6	-2
52	73,4	74,10	-0,70	52	68,3	67,9	0,4
53	72,8	68,70	4,10	53	66,3	60,2	6,1
54	70,1	67,90	2,20	54	59,5	61,1	-1,6
55	72,6	74,00	-1,40	55	67,6	68,1	-0,5
56	69,5	68,20	1,30	56	57,6	58,3	-0,7
57	72,9	72,60	0,30	57	66,7	70	-3,3
58	66,4	64,70	1,70	58	58,4	54,2	4,2
59	68,5	66,60	1,90	59	57,2	58,4	-1,2
60	70,6	71,20	-0,60	60	65,6	67,2	-1,6

Fuente. Autores, 2011.

En la tabla anterior se presentan las diferencias entre los niveles medidos y los calculados, para los periodos de referencia diurno y nocturno. En el punto 51 El nivel calculado frente a las mediciones presenta una variación significativa, se verifican los monitoreos y se evidencia que en la primera muestra el nivel es mucho más bajo que los siguientes registros por lo tanto al promediar no se toma en cuenta en el cálculo y esto permite obtener un nivel coherente frente a la validación. De igual manera, los puntos resaltados con rojo presentaron desviaciones mayores a $\pm 3\text{dBA}$ los cuales para día representan el 5% de los puntos y para noche el 8,3 %. Por lo anterior el nivel de confianza de las representaciones graficas de nivel día es de 95% y de nivel noche de 91.7%.

Tabla 26. Diferencia niveles medidos y calculados periodo dominical

ID	Nivel C (dBA)	Nivel M (dBA)	Dif (dBA)	ID	Nivel C (dBA)	Nivel M (dBA)	Dif (dBA)
Día				Noche			
1	60,8	62,6	-1,8	1	57,3	54,8	2,5
2	67,7	69,4	-1,7	2	61,8	62	-0,2
3	69,2	69,8	-0,6	3	66,1	67,4	-1,3
4	56,6	58,6	-2	4	63,5	62,5	1
5	62	59,2	2,8	5	58,3	58,5	-0,2
6	72,6	72	0,6	6	67,1	67,7	-0,6
7	61	62,1	-1,1	7	53,5	53,5	0
8	69,1	66,4	2,7	8	64,9	66,8	-1,9
9	67,3	64,3	3	9	61,7	59	2,7
10	60,3	61	-0,7	10	50,3	49,7	0,6
11	63,3	62,4	0,9	11	57,3	55,2	2,1
12	68,1	65,8	2,3	12	62,6	62,9	-0,3
13	72,4	70,3	2,1	13	67	66,3	0,7
14	59,3	59,3	0	14	57,5	54,5	3
15	68,8	71	-2,2	15	58,6	57,3	1,3
16	68,6	75,5	-6,9	16	64,1	61,9	2,2
17	72,9	69,9	3	17	68,5	69,3	-0,8
18	70,8	73,7	-2,9	18	63,8	61,6	2,2
19	71	72,4	-1,4	19	66,8	67,5	-0,7
20	66,9	69,2	-2,3	20	54,6	53,5	1,1
21	58,3	55,6	2,7	21	55	52	3
22	66	63,9	2,1	22	52,8	58,4	-5,6
23	69,6	72,5	-2,9	23	58,7	58,7	0
24	62,7	61,3	1,4	24	49,4	50	-0,6
25	68,9	69,8	-0,9	25	60,7	58,9	1,8
26	70,6	73,4	-2,8	26	61,3	61,5	-0,2
27	71,3	71,3	0	27	54,1	55,4	-1,3
28	65,7	63,1	2,6	28	60,8	60,6	0,2
29	68,2	67,1	1,1	29	59,7	60,6	-0,9

ID	Nivel C (dBA)	Nivel M (dBA)	Dif (dBA)	ID	Nivel C (dBA)	Nivel M (dBA)	Dif (dBA)
Día				Noche			
30	63,6	62,8	0,8	30	55,8	53	2,8
31	68,4	69,4	-1	31	64	65,2	-1,2
32	66,8	64,3	2,5	32	59,1	57,2	1,9
33	64,2	63,4	0,8	33	58,3	55,4	2,9
34	67,6	71,6	-4	34	60,5	54,9	5,6
35	70,4	71,6	-1,2	35	62,4	60	2,4
36	63,6	66	-2,4	36	54,1	54,5	-0,4
37	69,4	70,4	-1	37	62,9	65,8	-2,9
38	57,1	54,2	2,9	38	54,7	56,3	-1,6
39	66,5	67,1	-0,6	39	59,3	58,5	0,8
40	67,9	68,2	-0,3	40	54	53,5	0,5
41	66,6	65	1,6	41	64,4	67	-2,6
42	71,1	69,4	1,7	42	63,6	62	1,6
43	70,2	68,3	1,9	43	61	59,1	1,9
44	67,4	70	-2,6	44	65,3	67,7	-2,4
45	64,5	66,5	-2	45	68	71,6	-3,6
46	74,8	72	2,8	46	68,2	67,5	0,7
47	74,7	76	-1,3	47	65	62,6	2,4
48	60,8	60	0,8	48	55,6	58,1	-2,5
49	75,8	74,2	1,6	49	69,1	67,6	1,5
50	74,5	78	-3,5	50	67,9	66,8	1,1
51	69,4	70	-0,6	51	55,3	54,8	0,5
52	71,1	74	-2,9	52	61,2	63,1	-1,9
53	72,7	71,5	1,2	53	62,9	60,2	2,7
54	66,7	69,1	-2,4	54	63,2	61,3	1,9
55	74,4	73,7	0,7	55	67,8	65,3	2,5
56	68,9	71,6	-2,7	56	66,5	66,2	0,3
57	72,9	75,9	-3	57	64,1	66,9	-2,8
58	65	63,2	1,8	58	55,9	53,4	2,5
59	61,6	63,9	-2,3	59	57,4	55,7	1,7
60	76,4	74,5	1,9	60	69,7	67,3	2,4

Fuente. Autores, 2011.

En la tabla anterior se presentan las diferencias entre los niveles medidos y los calculados, de las simulaciones realizadas para los mapas de ruido de los días dominical y festivo en los periodos de referencia diurno y nocturno; como observación se tiene que en el punto 32 se presentó un evento atípico que aumento el nivel, al analizar las mediciones posición por posición, este evento se presentó en el último muestreo por lo tanto se descarta para el promedio de validación y el porcentaje de confianza de las representaciones graficas de nivel diurnas y nocturnas es del 96.7% según el proceso de validación.

13. ETAPA 6: DIVULGACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.

13.1 PLAN DE DESCONTAMINACIÓN POR RUIDO

13.1.1 INTRODUCCIÓN

El plan contempla todas las estrategias necesarias para hacer un correcto control del ruido en el Municipio de Tunja, por medio de esta herramienta se puede iniciar un proceso para prevenir y mitigar la generación de ruido en el municipio.

Este plan se inicia teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el mapa de ruido diurno y nocturno para semana y domingos, generado por el software de predicción de ruido CadnaA que fue validado por datos medidos en campo en 60 receptores. Estos mapas permiten identificar y priorizar las zonas con mayores niveles de ruido y establecer las posibles causas de ruido en el municipio, las cuales deben ser controladas por medio de procedimientos que se describirán en este capítulo y hacen parte del sistema de gestión para el control de ruido del municipio de Tunja.

Dentro de las posibles causas que generan altos niveles de ruido se encuentran la falta de tolerancia, la mala destinación del uso del suelo, la falta de barreras vivas, el mal estado de las vías y la falta de educación. Para dar solución al problema se debe involucrar a todos los actores para así disminuir los niveles de ruido en propensión a una mejor calidad de vida y bienestar.

Como se dijo anteriormente, parte de las causas de los altos niveles de ruido en ciertas zonas es ocasionada por la falta de educación y civismo, por tal razón es importante fomentar y desarrollar programas que involucren a la comunidad y que permitan tener la colaboración de la misma en la ejecución de los demás programas de prevención y mitigación de contaminación auditiva.

13.1.2 OBJETIVOS

Señalar acciones encaminadas a proteger la salud de la población, y a prevenir y controlar la contaminación sonora generada por las fuentes de emisión de ruido.

13.1.2.1 Objetivos específicos

- Fortalecer la conciencia y la participación ciudadana en torno a las acciones de protección ambiental
- Identificar y priorizar las zonas con altos niveles de ruido en el municipio.
- Establecer los programas para controlar, mitigar y minimizar los altos niveles de ruido en el municipio.
- Formular indicadores de gestión que permitan medir el avance de la reducción de los niveles de ruido.
- Desarrollar mecanismos de coordinación interinstitucional que permitan la integración de la planeación ambiental y urbana en los diferentes territorios.

13.1.3 MARCO TEÓRICO¹

Un plan de descontaminación por ruido es un documento tendiente a identificar, seleccionar y orientar las acciones para reducir las situaciones de contaminación por ruido, entendiendo como tal las que ocurren por la superación de los niveles máximos permisibles de ruido ambiental en una determinada zona. No necesariamente implican la reducción de los niveles de emisión, sino que su objetivo es lograr hacer admisibles los niveles de inmisión acústica.

Un plan de descontaminación por ruido o programa de protección y control de la calidad acústica tiene como objetivo primordial determinar las políticas, los mecanismos y los instrumentos técnicos, humanos y operativos que les permitan a

¹ Tomado del Borrador del Protocolo de para la medición de emisión de ruido y ruido ambiental, y la realización de mapas de ruido del MAVDT.

las autoridades ambientales garantizar una óptima calidad acústica para los habitantes de su territorio.

En los planes de descontaminación por ruido se deben establecer las medidas concretas que se consideren oportunas a nivel de la autoridad correspondiente, las que determinarán las acciones que se deban llevar adelante en las zonas de intervención prioritaria definidas a partir de mapas estratégicos de ruido, en caso de superación de los niveles máximos permisibles de ruido ambiental, o a partir de otros criterios adoptados por la autoridad.

Se debe hacer énfasis en el uso de medidas para prevenir el ruido. El objetivo de prevenir es reducir la emisión de cada una de las fuentes identificadas, tanto como sea posible, y reorganizar el territorio o zona crítica. De esta forma se motiva la prevención de la contaminación por ruido mediante el desarrollo de cuatro pasos jerárquicos para la protección ambiental:

- Reducción de la emisión de ruido de la fuente.
- Educación ambiental en el control del ruido.
- Normas ambientales que estandaricen los límites permisibles de emisión de ruido y ruido ambiental.
- Reordenamiento del territorio.

El programa para la descontaminación por ruido se puede concebir a partir de tres momentos que permiten plantear una secuencia lógica para enfrentar el problema del ruido. Estos momentos son identificados de la siguiente manera: conocer, proponer y actuar.

Un plan de descontaminación por ruido en un territorio se retroalimenta partiendo nuevamente del momento conocer, permitiendo identificar la calidad acústica resultante luego de aplicar las acciones de prevención y control, delineando así nuevas metas, y estrategias para lograrlas.

En el caso de contar con la decisión de llevar adelante un plan descontaminación por ruido dentro de un sistema de gestión ambiental, los momentos “conocer”, “proponer” y “actuar” se deben repetir y mejorar continuamente.

13.1.4 FORMULACIÓN DE LOS PROGRAMAS

Los siguientes programas se formularon y desarrollaron con base a los resultados encontrados en el municipio, la ejecución de estos procedimientos permitirá disminuir los niveles de ruido de manera progresiva. Estos programas se basan y se desarrollan bajo un objetivo específico, cada programa contiene los respectivos indicadores que permiten ver el progreso del mismo y la influencia en la disminución de los niveles de ruido.

Los talleres de sensibilización abren espacios de reflexión, intercambio y formación de los diferentes actores involucrados o interesados en fortalecer procesos de redes ciudadanas, con el fin de fortalecer las actitudes de la comunidad hacia el medio ambiente. Está actividad, permite evaluar las actitudes y acciones de cada persona, hacer retroalimentación a partir del mismo aprendizaje, crear conceptos claros sobre los problemas ambientales y darle una mayor visibilidad a los problemas.

Al fomentar estos talleres se crea una conciencia ambiental que, a mediano y largo plazo, la cual se logra en la medida que la comunidad comprenda los problemas ambientales y la afectación que pueda tener para su salud y bienestar.

Por otra parte, los actores permiten identificar claramente las fuentes emisoras de ruido, y serán los encargados de controlar altos niveles de ruido, fomentar la buena conducta respecto a normas de convivencia y acudir a las autoridades pertinentes en caso de presentarse altos niveles de ruido.

13.1.5 PROGRAMAS DE DESCONTAMINACIÓN POR RUIDO

Tabla 27. Programa 1. Educación Ambiental en la Comunidad
PROGRAMA 1. EDUCACIÓN AMBIENTAL EN LA COMUNIDAD

PROGRAMA 1. EDUCACIÓN AMBIENTAL EN LA COMUNIDAD		
OBJETIVO	Fortalecer la conciencia y la participación ciudadana en torno a las acciones de protección ambiental	
META	Involucrar a la comunidad del municipio, con los problemas ambientales de ruido.	
ACCIONES	ETAPAS A DESARROLLAR	TIEMPO ESTIMADO
Socialización de los resultados del mapa de ruido	Socializar la información obtenida en el presente estudio de una manera didáctica y pedagógica.	1 día
Sensibilización	Realizar campañas de sensibilización en donde se resalten los problemas que pueden causar los altos niveles de ruido.	2 semanas
Capacitación y sensibilización.	Fomentar la educación ambiental en instituciones educativas	Constante
INDICADORES DE GESTIÓN		
INDICADOR	DESCRIPCIÓN	ECUACIÓN
IJC	Indicador Jornadas de Capacitación	$IJC = (JCR/JCP) \times 100$ JCR: Jornadas de capacitación realizadas. JCP: Jornadas de capacitación programadas.
IPC(I)	Indicador Personas Capacitadas (Instituciones)	$IPC(I) = (PC/TPA) \times 100$ PCA: Personas capacitadas. TPA: Total estudiantes localidad.
COSTOS APROXIMADOS		
ACTIVIDAD	CARACTERÍSTICAS	COSTOS
Socializar mapa de ruido	Talleres y actividades lúdicas dirigidas a la comunidad y generadores de ruido.	5'000.000
Campaña de sensibilización	Publicidad a través de medios de comunicación	20'000.000
Gestión en instituciones educativas	Charlas prácticas a estudiantes y apoyo a PRAES y PEI's	30'000.000

Fuente. Autores, 2011.

Tabla 28. Programa 2. Educación Ambiental en sector Comercial

PROGRAMA 2. EDUCACIÓN AMBIENTAL EN SECTOR COMERCIAL		
OBJETIVO	Fortalecer la conciencia y la participación ciudadana en torno a las acciones de protección ambiental	
META	Cambiar los patrones comerciales y actividades que generen ruido.	
ACCIONES	ETAPAS A DESARROLLAR	TIEMPO ESTIMADO
Capacitaciones	Socializar y concientizar mediante capacitaciones al sector comercial (industrias y otras establecimientos), conformando grupos por barrios para un mejor manejo y control.	1 mes
Capacitaciones	Dar a conocer la normatividad de ruido aplicable en Colombia mediante documentos explícitos y promocionados en medios de comunicación masivo, dirigidos a diferentes sectores	1 mes
Capacitación y sensibilización.	Fomentar el buen ambiente ocupacional en los establecimientos que generan altos niveles de ruido y capacitar a los directivos y trabajadores en técnicas que contribuyan a la disminución de los niveles de ruido	Constante
INDICADORES DE GESTIÓN		
INDICADOR	DESCRIPCIÓN	ECUACIÓN
IJC	Indicador Jornadas de Capacitación	$IJC = (JCR/JCP) \times 100$ JCR: Jornadas de capacitación realizadas. JCP: Jornadas de capacitación programadas
IEN	Indicador Establecimiento que Conocen la Norma	$IEN = (ECN/TEL) \times 100$ ECN: Establecimientos Conocen la Norma. (Informados) TEL: Total establecimientos Localidad (Exclusivamente los que generan ruido)
COSTOS APROXIMADOS		
ACTIVIDAD	CARACTERÍSTICAS	COSTOS
Capacitación a generadores de ruido	Visitas, talleres y actividades de sensibilización	20'000.000
Difusión de aspectos legales.	Difusión mediante material impreso y medios masivos.	20'000.000
Capacitación en alternativas técnicas de solución	Asesoría profesional por establecimiento indicando medidas de control.	40'000.000

Fuente. Autores, 2011.

Tabla 29. Programa 3. Control de ruido en vías

PROGRAMA 3. CONTROL DE RUIDO EN VIAS		
OBJETIVO	Identificar y priorizar las zonas con altos niveles de ruido en la localidad.	
META	Mitigar y prevenir la emisión de ruido generada por el tráfico vehicular.	
ACCIONES	ETAPAS A DESARROLLAR	TIEMPO ESTIMADO
1	En vías con alto tráfico vehicular se debe planificar y controlar el tráfico de modo que no se exceda la carga máxima, esto se logra haciendo aforos vehiculares periódicamente.	Continuo
2	Mantenimiento a la malla vial con el fin de evitar represamientos.	Continuo
3	Regular el paso de vehículos de carga en sectores con altos niveles de ruido de acuerdo a los mapas medidos.	Continuo
4	Monitorear los sitios residenciales y comerciales que presentan los más altos niveles de ruido e identificar las fuentes generadoras de manera detallada.	1 mes
INDICADORES DE GESTIÓN		
INDICADOR	DESCRIPCIÓN	ECUACIÓN
AV	Aforos Vehiculares	$(AV/12) \times 100$ AV: Aforos Vehiculares por año.
COSTOS APROXIMADOS		
ACTIVIDAD	CARACTERÍSTICAS	COSTOS
Aforo vehicular periódico	Realizado manualmente al inicio, posteriormente mediante sistemas automáticos.	20'000.000
Mantenimiento de la malla vial	A cargo de la oficina de planeación	Variable
Monitoreo detallado de ruido	A cargo de la Secretaria de ambiente y la Alcaldía Municipal, costo mensual.	15'000.000

Fuente. Autores, 2011.

Tabla 30. Programa 4. Control de ruido en espacios públicos

PROGRAMA 4. CONTROL DE RUIDO EN ESPACIOS PÚBLICOS		
OBJETIVO	Establecer las alternativas y programas para controlar, mitigar y minimizar los altos niveles de ruido en el municipio	
META	Modelar posibles medidas de control en sitios estratégicos de la localidad en espacio público.	
ACCIONES	ETAPAS A DESARROLLAR	TIEMPO ESTIMADO
1	Identificar sitios probables para el establecimiento de barreras acústicas, especialmente en vías principales.	1 mes
2	Modelar posibles medidas de control en sitios estratégicos del municipio en espacio público.	2 meses
INDICADORES DE GESTIÓN		
INDICADOR	DESCRIPCIÓN	ECUACION
IAS	Indicador Barreras acústicas	$(BE/BP) \times 100$ BE: Barreras establecidas BP: Barreras propuestas
COSTOS APROXIMADOS		
ACTIVIDAD	CARACTERÍSTICAS	COSTOS
Modelación de alternativas de control	Aplicando un software de modelación de ruido (Por ej. CadnaA).	25'000.000
Identificación de puntos críticos, y diseño	Determinación in situ de los sitios donde sea factible el control diseñado.	Variable
Instalación de controles de ruido en espacio público.	A cargo de la oficina de planeación y la Alcaldía Municipal	50'000.000

Fuente. Autores, 2011.

Tabla 31. Programa 5. Control de ruido en sector industrial

PROGRAMA 5. CONTROL DE RUIDO EN SECTOR COMERCIAL		
OBJETIVO	Establecer las alternativas y programas para controlar, mitigar y minimizar los altos niveles de ruido en el municipio.	
META	Disminuir niveles de ruido causado por establecimientos de comercio.	
ACCIONES	ETAPAS A DESARROLLAR	TIEMPO ESTIMADO
1	Realizar una campaña para concientizar a los dueños de establecimientos comerciales en el respeto a los horarios de atención al público, según las actividades.	1 mes
2	La autoridad ambiental debe hacer mediciones periódicas y adelantar acciones legales para obligar a los establecimientos comerciales que emitan por debajo de la norma.	Continuo
3	Señalar sectores donde sea imposible disminuir los niveles de ruido con el fin de que los habitantes de la localidad eviten estas áreas.	Continuo
INDICADORES DE GESTIÓN		
INDICADOR	DESCRIPCIÓN	ECUACIÓN
ENH	Establecimiento que Cumple la norma horaria	$ENH = (EC/TE) \times 100$ EC: Establecimientos que cumple la norma horaria. TE: Total de establecimientos.
EIN	Establecimientos que incumplen la norma	$EIN = (EI/TE) \times 100$ EI: Establecimiento que emiten por encima de la norma de ruido. TE: Total de establecimientos.
COSTOS APROXIMADOS		
ACTIVIDAD	CARACTERÍSTICAS	COSTOS
Mediciones periódicas	Verificación de emisión sonora en puntos de quejas y comparar con normas de emisión de ruido	25'000.000
Acciones legales	Instauración de demandas y orientación para Instauración de tutelas por parte de la comunidad	40'000.000
Determinación de zonas de alto impacto	Concertación con la comunidad.	70'000.000

Fuente. Autores, 2011.

Tabla 32. Programa 6. Coordinación Interinstitucional

PROGRAMA 6. COORDINACIÓN INTERINSTITUCIONAL			
OBJETIVO	Desarrollar mecanismos de coordinación interinstitucional para el diseño de políticas sectoriales que permitan la integración de la planeación ambiental y urbana en los diferentes territorios.		
META	Integración de los diferentes sectores públicos y privados		
AUTORIDAD	FUNCIONES	RESPONSABILIDAD	RECURSOS
SECRETARÍA DE PLANEACIÓN, DESARROLLO E INFRAESTRUCTURA	ESPACIO PÚBLICO	Mitigación por Arborización	Planeación para Arborización y ejecución.
		Clasificación de proyecto por impactos ambientales (bajo, mediano y alto).	Estudios de impacto en la localidad.
		Reglamentación (Urbanismo)	Recursos económicos para compra de predios y trazo de vías por sitios de alto impacto.
	ESTUDIOS Y DISEÑO.	Ejecución de estudios de espacio público o vial en función de la infraestructura.	Recursos para investigación y proyectos de zonas verdes.
		Establecer normas para mitigar niveles de ruido, post construcción.	Creación de políticas que permitan el hacer la prevención desde la fase previa a construcción.
		Incluir dentro de las licencias de Construcción la realización de Monitoreos de Ruido.	Creación de Políticas.
		Implementación de sistemas de mitigación (Cercas vivas, vidrios insonorizantes)	Investigación de alternativas y políticas.
	SECRETARÍA DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE	PLANEACIÓN TRÁFICO VEHICULAR	Organizar tráfico y jerarquización de vías.
Consolidar el sistema integrado de transporte público y renovación del parque automotor.			Financiamiento para cambiar el parque automotor y Políticas de integración.
Control y Vigilancia Tráfico Vehicular.			Funcionarios y herramientas para el control
Revisar el estado mecánico de los vehículos.			Control de revisiones.

Fuente. Autores, 2011.

13.2 SOCIALIZACIÓN Y CAPACITACIÓN

Como parte del cumplimiento de las actividades propuestas se llevó a cabo la socialización de los resultados obtenidos en el estudio para el municipio de Tunja el día 13 de abril del año en curso en el Auditorio de Altos de San Ignacio ubicado en la calle 18 No 12-79, que contó con la participación de representantes de la Alcaldía, el sector académico y Corpoboyacá.

En la presentación (Ver Anexo 18) se dio a conocer a los asistentes los diferentes proyectos desarrollados por la empresa contratista en materia de ruido ambiental, los objetivos del contrato, antecedentes de los mapas de ruido que se han desarrollado en algunos países y en Colombia, la normatividad vigente, generalidades sobre ruido dentro de las cuales se describieron las características de los equipos de medición empleados en los monitoreos, los efectos del ruido en la salud humana, la metodología empleada para el desarrollo del proyecto y los resultados encontrados tanto en los monitoreos realizados en campo y los arrojados por el modelo CadnaA.

En el Anexo 19 se encuentran la lista de asistencia a la socialización de los mapas de ruido ambiental en el municipio de Tunja.

Figura 29. Socialización de resultados municipio de Tunja





Fuente. Autores, 2011.

14. CONCLUSIONES

- En la elaboración de los mapas de ruido del municipio de Tunja fue necesaria la recopilación de información secundaria relacionada con usos del suelo, densidad poblacional, quejas por ruido, aforos vehiculares, alturas de edificios e inventario de fuentes fijas con el fin de tener argumentos validos al seleccionar los puntos de monitoreo.
- Para seleccionar y localizar los puntos de monitoreo se trazó una grilla de 600m por 600m y de esta manera se logró determinar un total de 60 puntos distribuidos en todo el perímetro urbano del municipio.
- Las mediciones en campo se realizaron con equipos (sonómetros) de alta precisión que garantizaron la obtención de resultados confiables, y con estos se determinó el cumplimiento de la normatividad aplicable.
- Según los resultados obtenidos en los mapas de ruido ambiental en horario diurno y nocturno se observa que las vías son las principales generadoras de ruido en el municipio ya que los puntos de monitoreo ubicados sobre estas arrojaron los mayores niveles de presión sonora (LAeq).
- De acuerdo a los aforos vehiculares se determinó que las vías de mayor flujo vehicular corresponden a la Avenida Norte, Avenida Oriental, Carrera 12, Carrera 9, Diagonal 67, Carrera 11, Avenida circunvalar, Avenida Universitaria donde además se presentaron los mayores niveles de ruido,
- Los mayores niveles de ruido en horario diurno se registraron en los puntos de monitoreo cercanos a vías principales y zonas de gran actividad comercial e institucional como Los Muiscas, Centro (carrera 12 calle 19), Barrio Suamox (Frente a Clínica Medilaser) y Terminal de transportes Intermunicipal.

- En horario nocturno semanal los mayores niveles se presentaron nuevamente sobre las principales vías y en lugares como villa universitaria, barrio Los Muiscas y en el centro en la carrera 10 con calle 22 donde se ubican los principales establecimientos nocturnos como bares y tabernas.
- Según los resultados obtenidos en los monitoreos en campo realizados en días festivos (dominical), se observa que los niveles registrados son bajos en comparación con los días semanales, esto se debe principalmente a que por ser Tunja una ciudad estudiantil y de un gran porcentaje de población flotante, los días festivos estudiantes y personas que viven en municipios cercanos abandonan la ciudad y muchos establecimientos cesan actividades.
- De acuerdo a la clasificación de usos del suelo del municipio y la ubicación de los 60 puntos de monitoreo se identificaron los siguientes sectores, Sector B o de tranquilidad y Ruido Moderado, Sector C o de Ruido intermedio restringido, subsectores, zonas con usos permitidos industriales, zonas con usos permitidos comerciales e institucionales y finalmente zonas de vías troncales, autopistas, vías arteria y vías principales.
- Al comparar las medias de cada uno de los sectores identificados con el límite máximo permisible según la Resolución 627 de 2006, el sector B es el que mayor excede la norma tanto en periodo semanal como dominical, en el primer caso superándola en un 6.6% en horario diurno y en un 20.8% en horario nocturno y en el segundo caso excediéndola en un 6,3% en horario diurno y en un 24,3% en horario nocturno, esto nos indica que existe un conflicto entre el uso del suelo residencial y las actividades que allí se desarrollan pues se están generando niveles mayores a los permitidos.

- Debido a que Tunja no posee una actividad industrial muy marcada los niveles de ruido encontrados en el sector industrial no superan los límites máximos permitidos según la normativa ambiental vigente, además se observa que este sector se encuentra en una área aislada y no se evidencian zonas residenciales cercanas que puedan verse afectadas por el ruido de las industrias.
- Los mapas de ruido ambiental modelados mediante el Software especializado CadnaA para el periodo semanal y dominical reflejan un comportamiento similar al encontrado en los monitoreos realizados en campo encontrándose los mayores niveles de ruido en vías principales y en zonas de carácter institucional y comercial.
- Al comparar los mapas de ruido modelados se observa que entre semana los mayores niveles alcanzan entre los 75 y 80 dB(A) en algunos puntos de la ciudad como la Avenida Norte, Avenida Oriental y Centro, donde predomina el color azul y el lila mientras que los días festivos los mayores niveles registrados se encuentran entre los 65 a 75 dB(A), representados en los colores lila y carmín, lo que refleja que en días festivos los niveles disminuyen significativamente debido principalmente a la baja actividad comercial que presenta el municipio y la población estudiantil que abandona la ciudad.

15. RECOMENDACIONES

- Es indispensable vincular a la comunidad en los programas ambientales para reducir de manera significativa y rápida los niveles de ruido en el municipio.
- Los actores involucrados como la Alcaldía Mayor de Tunja, Secretaria de Protección Social, Secretaria de Tránsito y Transporte, Planeación, veedurías ciudadanas y Corpoboyacá deben involucrarse en los planes de gestión con el fin de asegurar el éxito de los programas de disminución de niveles de ruido.
- Se deben fomentar espacios de dialogo donde participen todos los sectores comercial, industrial, institucional, residencial y de transporte con el fin de conocer la problemática de ruido desde el punto de vista de los afectados y la opinión de los responsables, para así formular estrategias efectivas para garantizar un ambiente libre de ruidos molestos para la comunidad Tunjana..
- Es necesario desarrollar continuamente talleres de sensibilización a toda la comunidad sobre los efectos del ruido en la salud así como campañas de prevención y diagnostico para conocer la afectación del ruido urbano en sectores prioritarios.
- Realizar mediciones de niveles de ruido periódicos y aforos vehiculares con el propósito de hacer comparaciones antes y después de implementados los planes de reducción de ruido y de esta forma verificar la efectividad de los mismos.
- Los mapas de ruido generados deben ser una herramienta básica para la toma de decisiones en cuanto al ordenamiento del territorio y la formulación de políticas en materia ambiental.

16. BIBLIOGRAFÍA

BADANIAN, Alejandro. Mapa de Ruido: Los desafíos. Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. Buenos Aires, 2011.

CALDERÓN OLIVER, Javier. Evaluación del Informe Final del Estudio cuyo objeto es: "DETERMINAR LA CONTAMINACIÓN POR RUIDO AMBIENTAL EN CENTROS POBLADOS DE LA GUAJIRA (DIBULLA, RIOHACHA, ALBANIA, HATO-NUEVO Y PAPAYAL)". Corporación Autónoma Regional de La Guajira. Riohacha, 2010.

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. Future noise policy. European Commission Green Paper. Bruselas, 1996.

CONAMA. Evaluación y visualización del ruido ambiental de la ciudad de Puerto Montt. Chile, 2008.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución 627 de 2006.

Plan de Desarrollo Municipio de Tunja periodo 2008-2011 "PARA TUNJA LO MEJOR"

Protocolo de para la medición de emisión de ruido y ruido ambiental, y la realización de mapas de ruido del MAVDT (Borrador).

YEPEZ, GOMEZ, SANCHEZ, JARAMILLO. Metodología de elaboración de mapas acústicos como herramienta de gestión del ruido urbano - CASO MEDELLÍN. REVISTA UNIVERSIDAD NACIONAL. MEDELLIN, 2008.

ANEXOS

**ANEXO 1.
MAPA CON GRILLA DE UBICACIÓN PUNTOS DE
MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL**

ANEXO 2. CAPACITACIÓN TÉCNICOS DE MEDICIÓN

"ELABORAR LOS MAPAS DE RUIDO DE LA ZONA URBANA DE LOS MUNICIPIOS DE TUNJA Y SOGAMOSO SIGUIENDO LOS LINEAMIENTOS ESTABLECIDOS EN LA RESOLUCIÓN 0627/06 DEL MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL"

CONTRATO DE CONSULTORÍA 2010001



Tunja, Diciembre 8 de 2010



GENERALIDADES DEL CONTRATO

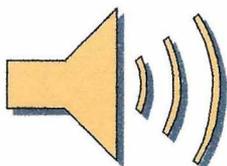
NÚMERO Y FECHA DEL CONTRATO	CONTRATO DE CONSULTORÍA 2010001
OBJETO	"Elaborar los mapas de ruido de la zona urbana de los municipios de Tunja y Sogamoso siguiendo los lineamientos establecidos en la Resolución 0627/06 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial"
NOMBRE CONTRATISTA	FULECOL
PLAZO DE EJECUCION	3 meses a partir del Acta de Inicio
FECHA DE SUSCRIPCIÓN DEL ACTA DE INICIO	5 de Noviembre de 2010
FECHA DE TERMINACIÓN CONTRACTUAL	4 de Febrero de 2011
SUPERVISOR	Mauricio Rojas Torres

INTRODUCCIÓN



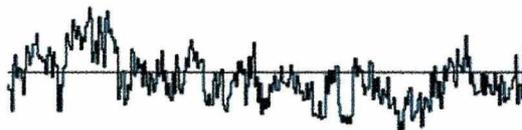
• RUIDO AMBIENTAL

- El sonido exterior no deseado o nocivo generado por las actividades humanas.
- Incluido el ruido emitido por los medios de transporte, por el tráfico rodado, ferroviario y aéreo.
- Actividades industriales.



RESOLUCIÓN 627 DEL 2006

- Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.



El ruido se compone ondas desordenadas

GENERALIDADES



• Norma de ruido ambiental

Es el valor establecido por la autoridad ambiental competente, para mantener un nivel permisible de presión sonora, según las condiciones y características de uso del sector.

ESTÁNDARES MÁXIMOS PERMISIBLES DE NIVELES DE RUIDO AMBIENTAL, EXPRESADOS EN DECIBELIOS DB(A)



Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dB(A)	
		Día	Noche
Sector A. Tranquilidad y Silencio	Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanitarios, hogares geriátricos.	55	45
Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, docencia y hospedajes.	65	50
	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre		
Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas con usos permitidos industriales, como industriales en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas frías.	75	70
	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.	70	55
	Zonas con usos permitidos en oficinas	65	50
	Zonas con usos institucionales.	80	70
Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, vías troncales, autopistas, vías arriales, vías apropiadas.	55	45
	Residencia suburbana. Rural habitada destinada a explotación agropecuaria. Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.		

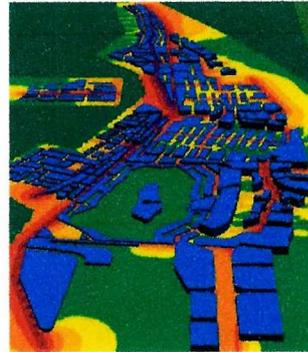
¿POR QUÉ LOS MUNICIPIOS DEBEN REALIZAR MAPAS DE RUIDO?

RESOLUCIÓN 627 Artículo 22. Obligación de la Realización de Mapas de Ruido:

- CAR
- Desarrollo sostenible
- las Autoridades Ambientales de los grandes centros urbanos.

Municipios con población mayor a 100.000 habitantes

¿PARA QUÉ SE UTILIZAN LOS MAPAS DE RUIDO?



- Conocer el ruido ambiental
- Desarrollar planes, programas y proyectos preventivos, correctivos o de seguimiento.
- Utilizados como soporte en el POT.

RESOLUCIÓN 627 DE 2006

Horarios

- Para efectos de aplicación de esta resolución, para todo el territorio nacional, se establece los siguientes horarios:

DIURNO	NOCTURNO
De las 7:01 a las 21:00 horas	De las 21:01 a las 7:00 horas

- Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental, expresados en dB(A).

UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN DE MONITOREO

- Micrófono a una altura de 4 metros, medidos a partir del suelo.
- A una distancia equidistante de las fachadas, barreras o muros existentes ambos lados del punto de medición.
- **Si estos no existen** en uno de los costados el punto se sitúa a 4 metros medidos desde el costado que las posea.



RESOLUCIÓN 627 DE 2006

- No se pueden ubicar puntos bajo puentes o estructuras similares.



RESOLUCIÓN 627 DE 2006

Las mediciones de ruido ambiental deben efectuarse en tiempo seco, no debe haber lluvias, lloviznas, truenos o caída de granizo, los pavimentos deben estar secos, la velocidad del viento no debe ser superior a tres metros por segundo (3 m/s).



PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN



- Cada medición de captura de información se efectúa como mínimo 15 minutos, 3 minutos por cada orientación.
- Los 15 minutos deben de constar 5 mediciones parciales en tiempos iguales así:
 - Norte
 - Sur
 - Este
 - Oeste
 - Vertical

MONTAJE EN EL PUNTO DE MEDICIÓN

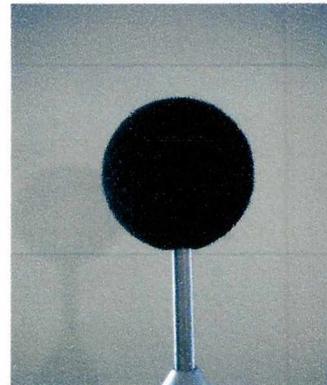


EQUIPO DE MEDICIÓN

SONÓMETRO



MICRÓFONO Y PANTALLA ANTI-VIENTO



PISTÓFONO O CALIBRADOR



CONEXIONES DEL SONÓMETRO

Correspondencia de Macho y hembra



FORMATO DE CAMPO

FORMATO DE CAMPO

Fecha: _____ Equipo: _____ Calibración: _____
Dirigido por: _____

ID Punto	Dirección	Hora	Orientación	Leq dB	Vel viento	Dir viento	Livianos	Pesados	Motos	Observaciones / Número de Foto
			N							
			O							
			S							
			E							
			V							
			N							
			O							
			S							
			E							
			V							
			N							
			O							
			S							
			E							
			V							
			N							
			O							
			S							
			E							
			V							

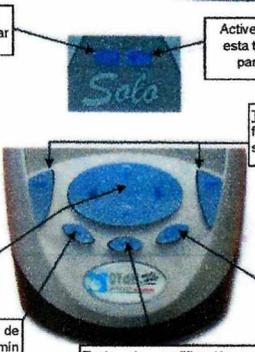
INSTRUCTIVO FORMATO DE CAMPO

Aforos vehiculares: Conteo de vehículos de acuerdo a la clasificación presentada en la siguiente tabla.

TIPO DE VEHÍCULO	CARACTERÍSTICA
LIVIANOS	Peso bruto vehicular <9000 Lb 
PESADOS	Peso bruto vehicular >9000 Lb 
MOTOS	Motocicletas o vehículos de tres ruedas 

TECLADO DEL SONÓMETRO

TECLADO



Presione esta tecla por pocos segundos para encender o apagar el equipo.

Active la luz de fondo. Presione esta tecla por pocos segundos para graduar el contraste.

Joystick:
"+": Incrementa un valor numérico o mueve el cursor hacia arriba.
"-": Disminuye un valor numérico o mueve el cursor hacia abajo.
">": Abre una sub ventana o mueve el cursor a la derecha.
"<": Mueve el cursor a la izquierda.

Tecla de codificación, selección de ítem o tecla para suprimir máx/min en modo Leq/Lp mode

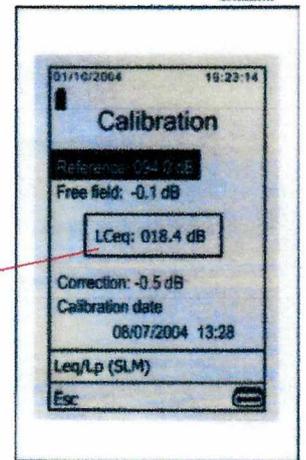
Teclas contextuales: Sus funciones pueden cambiar según el uso.

Tecla de codificación o impresión

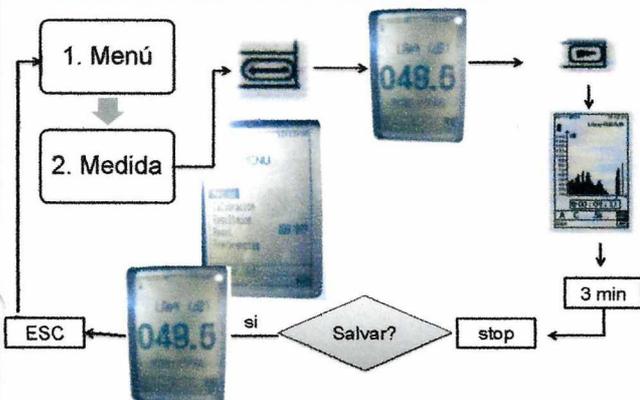
Tecla de codificación o multi-selección de ítems.

CALIBRACIÓN DEL SONÓMETRO

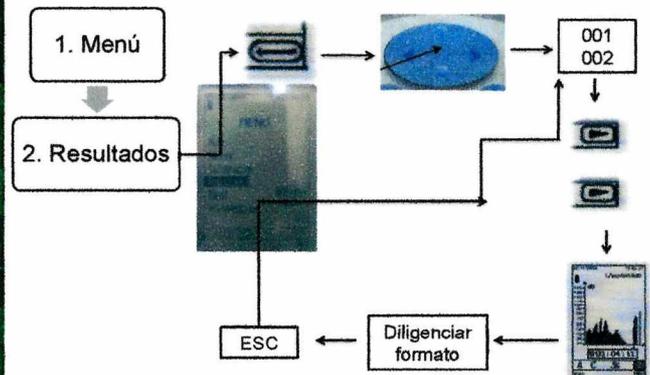
- Seleccionar **Calibración** en la pantalla del **Menú** y validarse con 
- Modificar el valor de referencia usando "+" y "-" y validar.
- En el recuadro inferior debe aparecer el valor de referencia de 094.0 dB
- En la pantalla se modificará la última fecha de calibración.



MEDICIÓN



CONSULTA DE RESULTADOS



ESTACIÓN METEOROLÓGICA



ANEMÓMETRO

Aparato usado para la medición de la velocidad del viento que incide sobre él.

- Velocidad del viento (m/s)
- Dirección del viento



DISTANCIOMETRO



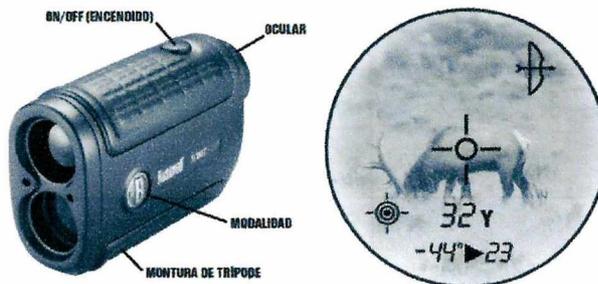
Dispositivo electrónico para medición de distancias, funciona emitiendo un haz luminoso ya sea infrarrojo o láser, este rebota en un prisma o directamente sobre la superficie, y dependiendo de el tiempo que tarda el haz en recorrer la distancia es como determina esta.

En esencia un distanciómetro solo puede medir la distancia inclinada, para medir la distancia horizontal y desnivel, algunos tienen un teclado para introducir el ángulo vertical y por senos y cosenos calcular las otras distancias, esto se puede realizar con una simple calculadora científica de igual manera.

DISTANCIOMETRO



TELÉMETRO LÁSER BUSHNELL® SCOUT™1000.



DISTANCIOMETRO



SONIN- LASER TARGETING RANGE FINDER



READING THE DISPLAY:



**ANEXO 3.
RUTAS ESTABLECIDAS PARA MONITOREOS DE
RUIDO AMBIENTAL**

RUTAS MEDICION DE RUIDO AMBIENTAL CIUDAD DE TUNJA

Las siguientes son las rutas establecidas para la realización de las mediciones de ruido ambiental en la ciudad de Tunja

RUTA 1

ID	DIRECCION	OBSERVACIONES
56	Antigua Vía Paipa Calle 73	Al lado del colegio los Ángeles
54	Clínica Medilaser	Frente al barrio Suamox
53	Diagonal 67 transversal 0A	Barrio los Muiscas
58	Km 1 vía Tunja- Paipa	Bodegas amarillas- Parque industrial frente a bomba Mobil
60	Avenida Norte – Entrada al ICBF	
57	Diagonal 67 Av Norte	Salida buses barrio los Muiscas
55	Carrera 6 N° 64-11	Fasil Ltda Automotriz
52	Carrera 6 N° 59-05	Frente a Autos Norte
50	Avenida Norte -Rua Club Bar Tunja	
49	Avenida Norte Calle 51	Frente a Amapola Bar
47	Calle 48 N° 6-11	Diagonal Centro Norte

RUTA 2

RUTA	DIRECCION	OBSERVACIONES
38	Carrera 10 N° 42-46	Barrio Rosales
44	Avenida Norte Calle 37	Edificio de bares al lado de la UPTC
46	Avenida norte con calle 35	Frente a Miranda Club
42	Centro de la glorieta	
43	Carrera 16 N°36-45	Frente Restaurante Brasas del sabor
37	Avenida colon con carrera 10	Frente a la bomba Esso y surtilicores
34	Carrea 7 N° 27-100	Frente a casa naranja
36	Frente a estadio de la independencia	
41	Avenida Universitaria Calle 41	Esquina Nor oriental Unicentro
45	Avenida universitaria Calle 46	Frente a clínica cancerológica

RUTA 3

ID	DIRECCION	OBSERVACIONES
39	Calle 32 Carrera 16	
24	Transversal 17 calle 35A	
40	Carrea 19 Calle 30	Frente a Distribuidora el Chispazo
27	Carrera 19 No. 25-54	
33	Carrera 19 No. 19-05	
23	Calle 16 N° 15A-43	Frente a Colegio de la Policía
20	Calle 15 N° 13-42	Barrio La frontera casa roja
18	Carrera 11 N° 12-58	Frente a taller Esquina Parque
15	Carrera 11 N° 9-80	
10	Calle 9 Carrera 12	

RUTA 4

RUTA	DIRECCION	OBSERVACIONES
26	Calle 24 con carrera 6	Frente a escuela de medicina UPTC
28	Carrera 10 Calle 22-04	Frente a Plaza San Francisco
31	Carrera 10 Calle 25	Frente a restaurante Mrs King
32	Carrera 13 Calle 22	
29	Transversal 15 Calle 22	Cruce salida Villa de Leyva
35	Carrera 14 N°18-61	Frente a Cerámica Italia
25	Carrera 12 N°19-59	Frente a universidad Santo Tomas
22	Calle 18 N°11-43	Frente a banco Agrario
48	Calle 20 N° 10-27	
51	Carrera 9 Calle 18	

RUTA 5

ID	DIRECCION	OBSERVACIONES
17	Carrera 7 No 15-27	Avenida oriental al lado del terminal
13	Avenida oriental No 8-72	Frente a Droguería La economía
12	Calle 12 No 5-35	
5	Carrera 2 No 4-20	Barrio Cooservicios
8	Avenida los patriotas con circunvalar	Frente a bomba Biomax
16	Calle 15 N° 4A-14	Avenida patriotas con carrera 4
21	Carrera 1A N°18-25	Barrio Prados de Alcalá
19	Avenida Circunvalar- Amparo de niños	Frente al Amparo de niños

30	Carrera 2 E- N°26-30	Barrio Prados de San Luis
59	Calle 23 vía Toca	Barrio Fuente Higuera

RUTA 6

RUTA	DIRECCION	OBSERVACIONES
14	Calle 8A N° 15-07	
11	Carrera 17 No. 9-91	
7	Calle 2 N°14-100	
6	Avenida oriental calle 3	Frente a Brasas y Broaster
3	Carrera 14 N°3 sur	Bomba Brio
4	Calle 3Sur N° 16-68	Barrio triunfo, Casa Amarilla
1	Frente a Plaza de mercado	
2	Calle 6 Sur N°8-05	Frente al CAI Barrio San Francisco
9	Calle 1Sur N° 16-44	Barrio la Florida

ANEXO 4. CERTIFICADOS CALIBRACIÓN DE EQUIPOS

SONÓMETRO 1



CERTIFICAT D'ETALONNAGE CALIBRATION CERTIFICATE

N° CE-DTE-T-10-PVE-51764

DELIVRE A :
ISSUED FOR :

BIO SOLUTIONS LTDA
Carrera 21 No 169-16
Oficina 210, centro Empresarial
y comercial Stuttgart
BOGOTTA
COLOMBIE

INSTRUMENT ETALONNE CALIBRATED INSTRUMENT

Désignation : Sonomètre Intégrateur
Designation : Integrator Sound Level Meter

Constructeur : 01dB-Metavib
Manufacturer :

Type : SOLO 01
Type :

N° de serie : 30437
Serial number :

N° d'identification :
Identification number :

Date d'émission : 28/12/10
Date of issue :

Ce certificat comprend 10 pages
This certificate includes pages

LE RESPONSABLE METROLOGIQUE
DU LABORATOIRE
THE METROLOGICAL HEAD OF THE LABORATORY

Philippe POURTAU

LA REPRODUCTION DE CE CERTIFICAT N'EST AUTORISEE QUE
SOUS LA FORME DE FAC-SIMILE PHOTOGRAPHIQUE INTEGRAL
THIS CERTIFICATE MAY NOT BE REPRODUCED OTHER THAN IN FULL
BY PHOTOGRAPHIC PROCESS

CE CERTIFICAT EST CONFORME AU FASCIKLE DE
DOCUMENTATION FD X 07-012
THIS CERTIFICATE IS CONFORM TO THE STANDARD FD X 07-012

01dB-Metavib

01dB-Metavib S.L. - Calle de la Industria, 10 - 46100 Sagunto (Valencia) - España
Tel: +34 96 330 00 00 - Fax: +34 96 330 00 01 - Email: info@01db.com



01dB-Metavib S.L.

IDENTIFICATION :
IDENTIFICATION

Calibreur Calibrator	
Constructeur Manufacturer	01dB-Metrawib
Type	Cal 21
Numéro de série Serial number	34682947

PROGRAMME D'ÉTALONNAGE :
CALIBRATION PROGRAM

Ce calibreur a été étalonné sur les caractéristiques suivantes :

- Niveau de pression acoustique
- Fréquence du signal acoustique
- Distorsion du signal acoustique

The calibrator has been calibrated on different characteristics :

- Acoustic pressure level
- Acoustic signal frequency
- Acoustic signal distortion

MÉTHODE D'ÉTALONNAGE :
CALIBRATION METHOD

Préalablement à l'étalonnage, l'appareil est resté 24 heures dans une salle climatisée à 23°C +/- 3°C. Le niveau de pression acoustique est mesuré sur une chaîne étalonnée en sensibilité. Les autres caractéristiques sont étalonnées avec un multimètre et un distorsionmètre étalonnés en amplitude et en fréquence.

Before calibrated, instrument has been staying 24 hours in a air conditioning room at 23°C +/- 3°C. Acoustic pressure level is measured on a measuring chain calibrated in sensibility. The others characteristics are calibrated with multimeter and distortionmeter calibrated in amplitude and in frequency.

CONDITIONS D'ÉTALONNAGE :
CALIBRATION CONDITIONS

Date de l'étalonnage Date of Calibration	27/12/10
Nom de l'opérateur Operator Name	Bertrand Leroy
Instruction d'étalonnage Calibration instruction	P118-NOT-01-02.doc
Pression atmosphérique Static pressure	99,35 kPa
Température Temperature	22,0 °C
Taux d'humidité relative Relative humidity	24,9 %HR

01dB-Metrawib

01dB-Metrawib est un fabricant agréé par le COFRAC pour les étalonnages de niveau de pression acoustique, de fréquence et de distorsion du signal acoustique.

01dB-Metrawib is a manufacturer approved by COFRAC for the calibration of acoustic pressure level, frequency and acoustic signal distortion.



DTE T FOR 9125 R.doc

MOYENS DE MESURES UTILISÉS POUR L'ÉTALONNAGE :
INSTRUMENTS USED FOR CALIBRATION

Désignation Designation	Constructeur Manufacturer	Type	N° de série Serial number	N° d'identification Identification number
Préamplificateur / Preamplifier	01 dB-Metrawib	PRE 12 H	011203	1180
Amplificateur de mesure / Measuring amplifier	Bruel & Kjaer	2636	136303	1007
Multimètre/multimeter	HP	34401 A	US36079942	1108
Microphone / Microphone	01dB-Metrawib	12"	XJ02	1237
Distorsionmètre / Distortion meter	Pronax	DA 923	410	1056

Tous les moyens de mesure utilisés sont raccordés aux étalons de référence de la société 01dB. Les étalons de référence de la société 01dB sont raccordés aux étalons nationaux par un étalonnage COFRAC. La liste de ces étalons est disponible sur simple demande auprès du responsable métrologique du laboratoire.

All the measuring instruments are calibrated to the 01dB reference standard. 01dB reference standard are calibrated to national standards with COFRAC certificate of calibration. The reference standard list is available on simple request to the metrological head of the laboratory.

RESULTATS :
RESULTS

Les incertitudes élargies mentionnées sont celles correspondant à deux incertitudes types (k=2). Les incertitudes types sont calculées en tenant compte des différentes composantes d'incertitudes, étalons de référence, moyens d'étalonnage, conditions d'environnement, contribution de l'instrument étalonné, répétabilité.

Expanded uncertainty of a measurement mentioned correspond of two standard uncertainty (k=2). Standard uncertainty are calculated including different uncertainty components, reference standard, instruments, environmental conditions, calibrated instrument contribution, repeatability.

01dB-Metrawib

01dB-Metrawib est un fabricant agréé par le COFRAC pour les étalonnages de niveau de pression acoustique, de fréquence et de distorsion du signal acoustique.

01dB-Metrawib is a manufacturer approved by COFRAC for the calibration of acoustic pressure level, frequency and acoustic signal distortion.



DTE T ENO 9125 R.doc

Description	Valeur nominale Nominal value (dB)	Valeur affichée Display value (dB)	Incertitudes Uncertainty (dB)
NPA - 94 dB	94,00	93,98	+/- 0,16

Description	Valeur nominale Nominal value (Hz)	Valeur affichée Display value (Hz)	Incertitudes Uncertainty (Hz)
Frequence / Frequency - 94 dB	1000,0	1001,5	+/- 0,2

Description	Valeur nominale Nominal value (% DTH)	Valeur affichée Display value (% DTH)	Incertitudes Uncertainty (% DTH)
Distorsion / Distortion - 94 dB	< 3,0	1,3	+/- 0,1



CONSTAT DE VERIFICATION
VERIFICATION CERTIFICATE

N° CV-DTE-T-10-PVE-51754

DELIVRE A /
ISSUED FOR :

BIO SOLUTIONS LTDA
Carrera 21 No 169-16
Oficina 210, centro Empresarial
y commercial Stuttgart
BOGOTTA
COLOMBIE

INSTRUMENT VERIFIE
CHECKING INSTRUMENT

Désignation : Calibreur
Designation : Calibrator

Constructeur : 01dB-Metrawib
Manufacturer :

Type : Cal 21
Type :

N° de serie : 34682947
Serial number :

N° d'identification :
Identification number

Date d'émission : 27/12/10

Ce certificat comprend 3 pages
This certificate includes pages

LE RESPONSABLE METROLOGIQUE
DU LABORATOIRE
THE METROLOGICAL HEAD OF THE LABORATORY

Philippe Pourtau

LA REPRODUCTION DE CE CONSTAT N'EST AUTORISEE QUE SOUS
LA FORME DE FAC-SIMILE PHOTOGRAPHIQUE INTEGRAL.

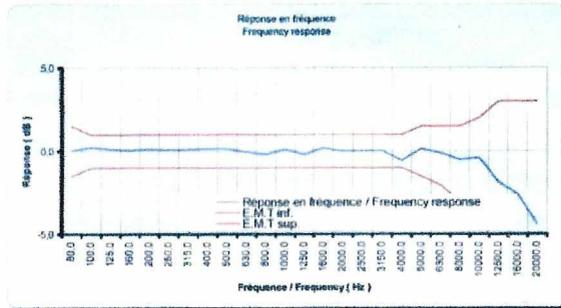
THIS CHECKING REPORT MAY NOT BE REPRODUCED OTHER THAN IN
FULL BY PHOTOGRAPHIC PROCESS.

CE DOCUMENT NE PEUT PAS ETRE UTILISE EN LIEU ET PLACE
D'UN CERTIFICAT D'ETALONNAGE. CE DOCUMENT EST
REALISE SELVANT LES RECOMMANDATIONS DU FASCICULE DE
DOCUMENTATION X 07-011.

THIS DOCUMENT CANT BE USED AS CALIBRATION
CERTIFICATE. THIS DOCUMENT IS MADE WITH
STANDARD X 07-011 RECOMMENDATION.



Réponse en fréquence du sonomètre seul en champ libre
Free field frequency response of the sound level meter



Pondération fréquentielle A
A Weighting

Description	Valeur nominale Nominal value (dB)	Valeur affichée Display value (dB)	Incertitudes Uncertainty (dB)
Leq 130 dBA / 10 Hz	59,6	59,6	±0,2
Leq 130 dBA / 20 Hz	79,5	79,6	±0,2
Leq 130 dBA / 31,5 Hz	90,6	90,5	±0,2
Leq 130 dBA / 100 Hz	110,9	111,1	±0,2
Leq 130 dBA / 2500 Hz	131,3	131,3	±0,2
Leq 130 dBA / 12500 Hz	125,7	121,6	±0,2

Otob-Metavib

OTOB-METAVIB - 10000, rue de la Vallée - 91120 Brunoy - France
Tél : +33 (0)1 70 50 00 00 - Fax : +33 (0)1 70 50 00 01
www.otob-metavib.com



OTB 1 170 500 000

Pondération fréquentielle B
B Weighting

Description	Valeur nominale Nominal value (dB)	Valeur affichée Display value (dB)	Incertitudes Uncertainty (dB)
Leq 130 dBb / 10 Hz	91,8	91,7	±0,2
Leq 130 dBb / 20 Hz	105,8	105,0	±0,2
Leq 130 dBb / 31,5 Hz	112,9	113,1	±0,2
Leq 130 dBb / 100 Hz	124,4	124,7	±0,2
Leq 130 dBb / 2500 Hz	129,8	129,8	±0,3
Leq 130 dBb / 12500 Hz	123,9	119,8	±0,4

Pondération fréquentielle C
C Weighting

Description	Valeur nominale Nominal value (dB)	Valeur affichée Display value (dB)	Incertitudes Uncertainty (dB)
Leq 130 dBc / 10 Hz	115,7	115,7	±0,2
Leq 130 dBc / 20 Hz	123,8	123,9	±0,2
Leq 130 dBc / 31,5 Hz	127,0	127,2	±0,2
Leq 130 dBc / 100 Hz	129,7	130,1	±0,2
Leq 130 dBc / 2500 Hz	129,7	129,7	±0,2
Leq 130 dBc / 12500 Hz	123,8	119,7	±0,2

Pondération fréquentielle Z
Z Weighting

Description	Valeur nominale Nominal value (dB)	Valeur affichée Display value (dB)	Incertitudes Uncertainty (dB)
Leq 130 dBLin / 10 Hz	130,0	130,2	±0,2
Leq 130 dBLin / 20 Hz	130,0	130,2	±0,2
Leq 130 dBLin / 31,5 Hz	130,0	130,2	±0,2
Leq 130 dBLin / 100 Hz	130,0	130,4	±0,2
Leq 130 dBLin / 2500 Hz	130,0	130,0	±0,2
Leq 130 dBLin / 12500 Hz	130,0	128,1	±0,2

Otob-Metavib

OTOB-METAVIB - 10000, rue de la Vallée - 91120 Brunoy - France
Tél : +33 (0)1 70 50 00 00 - Fax : +33 (0)1 70 50 00 01
www.otob-metavib.com



OTB 1 170 500 000

IDENTIFICATION :
 IDENTIFICATION

Calibreur Calibrator	
Constructeur : Manufacturer	01dB-Metradiv
Type :	Cal 21
Numéro de série : Serial number	34882047

PROGRAMME DE VERIFICATION :
 CHECKING PROGRAM

Ce calibreur a été vérifié sur les caractéristiques suivantes :

- Niveau de pression acoustique
- Fréquence du signal acoustique
- Distorsion du signal acoustique

The calibrator has been checked on different characteristics:

- Acoustic pressure level
- Acoustic signal frequency
- Acoustic signal distortion

METHODE DE VERIFICATION :
 CHECKING METHOD

Préalablement à l'étalonnage, l'appareil est resté 24 heures dans une salle climatisée à 23°C +/- 3°C.
 Le niveau de pression acoustique est mesuré sur une chaîne étalonnée en sensibilité.
 Les autres caractéristiques sont étalonnées avec un multimètre et un distorsionmètre étalonnés en amplitude et en fréquence.

Before calibrated, instrument has been staying 24 hours in a air conditioning room at 23 °C +/- 3°C.
 Acoustic pressure level is measured on a measuring chain calibrated in sensibility.
 The others characteristics are calibrated with multimeter and distortionmeter calibrated in amplitude and in frequency.

CONDITIONS DE VERIFICATION :
 CHECKING CONDITIONS

Date de l'étalonnage : 27/12/10
 Date of Calibration
 Nom de l'opérateur : Bertrand Leroy
 Operator Name
 Instruction d'étalonnage : P118-NOT-0102.doc
 Calibration instruction

Pression atmosphérique : 99,35 kPa
 Static pressure
 Température : 22,0 °C
 Temperature
 Taux d'humidité relative : 24,9 %HR
 Relative humidity

01dB-Metradiv

01dB-Metradiv, 10 rue de la République, 92000 Nanterre, France
 Tel: +33 (0)1 47 34 10 00 Fax: +33 (0)1 47 34 10 01
 Email: 01db@metradiv.com



MOYENS DE MESURES UTILISES POUR LA VERIFICATION:

INSTRUMENTS USED FOR CHECKING:

Description Description	Constructeur Manufacturer	Type	N° de série Serial number	N° d'identification Identification number
Préamplificateur / Pre-amplifier	01dB-Metradiv	PYE 12 H	010203	1180
Amplificateur de mesure / Measuring amplifier	Bruel & Kjaer	2536	1369303	1007
Multimètre/multimeter	HP	34401 A	US36076042	1109
Microphone / Microphone	01dB-Metradiv	1/2"	XX02	1237
Distorsionmètre / Distortion meter	Premsa	DA 523	410	1096

Tous les moyens de mesure utilisés sont raccordés aux étalons de référence de la société 01dB-Metradiv. Les étalons de référence de la société 01dB-Metradiv sont raccordés aux étalons nationaux par un étalonnage COFRAC. La liste de ces étalons est disponible sur simple demande auprès du responsable métrologique du laboratoire.

All the measuring instruments are calibrated to the 01dB reference standard. 01dB-Metradiv reference standard are calibrated to national standard with COFRAC certificate of calibration. The reference standard list is available on simple request to the metrological head of the laboratory.

RESULTATS :
 RESULTS

Le jugement de conformité de chaque test est établi suivant les tolérances données dans les normes suivantes : IEC 942 (1988) classe 1
 Conformity decision has been taken with the tolerances dispersions in the following standards:

Description Description	Résultat Result
Calibreur acoustique Acoustic calibrator	Conforme Conform

01dB-Metradiv

01dB-Metradiv, 10 rue de la République, 92000 Nanterre, France
 Tel: +33 (0)1 47 34 10 00 Fax: +33 (0)1 47 34 10 01
 Email: 01db@metradiv.com



Pondération fréquentielle filtre de 1/1 octave 1000 Hz
1000 Hz / 1/1 octave frequency response

Description	Valeur nominale Nominal value (dB)	Valeur affichée Display value (dB)	Incertitudes Uncertainty (dB)
Leq 130 dB / 1/1 Octave 1000 Hz / 62,5 Hz	< 60	42,5	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave 1000 Hz / 125 Hz	< 69	49,8	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave 1000 Hz / 250 Hz	< 88	74,8	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave 1000 Hz / 500 Hz	< 112,5	105,7	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave 1000 Hz / 707,11 Hz	125< < 128	127,1	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave 1000 Hz / 771,11 Hz	128,7< < 130,3	129,6	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave 1000 Hz / 840,9 Hz	129,4< < 130,3	130,1	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave 1000 Hz / 917 Hz	129,6< < 130,3	130,1	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave 1000 Hz / 1000 Hz	129,7< < 130,3	130,1	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave 1000 Hz / 1090,51 Hz	129,6< < 130,3	130,1	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave 1000 Hz / 1189,21 Hz	129,4< < 130,3	130,1	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave 1000 Hz / 1296,84 Hz	128,7< < 130,3	129,6	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave 1000 Hz / 1414,21 Hz	125< < 128	127,3	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave 1000 Hz / 2000 Hz	< 112,5	81,7	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave 1000 Hz / 4000 Hz	< 88	37,0	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave 1000 Hz / 8000 Hz	< 69	37,1	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave 1000 Hz / 16000 Hz	< 60	37,1	+/- 0,3

Pondération fréquentielle filtre de 1/3 octave 1000 Hz
1000 Hz / 1/3 octave frequency response

Description	Valeur nominale Nominal value (dB)	Valeur affichée Display value (dB)	Incertitudes Uncertainty (dB)
Leq 130 dB / 1/3 Octave 1000 Hz / 184 Hz	< 60	35,4	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave 1000 Hz / 325,78 Hz	< 69	46,1	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave 1000 Hz / 529,96 Hz	< 88	69,5	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave 1000 Hz / 771,81 Hz	< 112,5	101,8	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave 1000 Hz / 890,9 Hz	125< < 128	126,6	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave 1000 Hz / 919,32 Hz	128,7< < 130,3	129,7	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave 1000 Hz / 947,02 Hz	129,4< < 130,3	130,1	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave 1000 Hz / 973,94 Hz	129,6< < 130,3	130,1	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave 1000 Hz / 1000 Hz	129,7< < 130,3	130,1	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave 1000 Hz / 1028,76 Hz	129,6< < 130,3	130,1	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave 1000 Hz / 1056,94 Hz	129,4< < 130,3	130,1	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave 1000 Hz / 1087,76 Hz	128,7< < 130,3	129,7	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave 1000 Hz / 1122,46 Hz	125< < 128	126,2	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave 1000 Hz / 1295,65 Hz	< 112,5	99,6	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave 1000 Hz / 1886,96 Hz	< 88	54,0	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave 1000 Hz / 3069,55 Hz	< 69	33,6	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave 1000 Hz / 5434,74 Hz	< 60	31,9	+/- 0,3



Atténuation filtre 1/1 octave
1/1 octave filter attenuation

Description	Valeur nominale Nominal value (dB)	Valeur affichée Display value (dB)	Incertitudes Uncertainty (dB)
Leq 130 dB / 1/1 Octave / 31,5 Hz	130,0	130,1	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave / 63 Hz	130,0	130,2	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave / 125 Hz	130,0	130,2	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave / 250 Hz	130,0	130,2	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave / 500 Hz	130,0	130,2	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave / 1000 Hz	130,0	130,1	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave / 2000 Hz	130,0	130,0	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave / 4000 Hz	130,0	130,0	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/1 Octave / 8000 Hz	130,0	129,6	+/- 0,3

Atténuation filtre 1/3 octave
1/3 octave filter attenuation

Description	Valeur nominale Nominal value (dB)	Valeur affichée Display value (dB)	Incertitudes Uncertainty (dB)
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 25 Hz	130,0	130,1	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 31,5 Hz	130,0	130,2	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 40 Hz	130,0	130,1	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 50 Hz	130,0	130,2	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 63 Hz	130,0	130,2	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 80 Hz	130,0	130,2	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 100 Hz	130,0	130,2	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 125 Hz	130,0	130,2	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 160 Hz	130,0	130,2	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 200 Hz	130,0	130,2	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 250 Hz	130,0	130,2	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 315 Hz	130,0	130,2	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 400 Hz	130,0	130,2	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 500 Hz	130,0	130,2	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 630 Hz	130,0	130,1	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 800 Hz	130,0	130,1	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 1000 Hz	130,0	130,1	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 1250 Hz	130,0	130,0	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 1600 Hz	130,0	130,0	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 2000 Hz	130,0	130,0	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 2500 Hz	130,0	130,0	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 3150 Hz	130,0	130,0	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 4000 Hz	130,0	130,0	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 5000 Hz	130,0	130,0	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 6300 Hz	130,0	129,9	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 8000 Hz	130,0	129,9	+/- 0,3
Leq 130 dB / 1/3 Octave / 10000 Hz	130,0	129,6	+/- 0,3



10

Bruit de fond
Background noise

Description	Valeur nominale Nominal value (dB)	Valeur affichée Display value (dB)	Incertitudes Uncertainty (dB)
Leq dBA	< 20	10,8	0,4
Leq dBB	< 25	7,3	0,4
Leq dBC	< 25	8,4	0,4
Leq dBZ	< 30	17,9	0,4

Description	Valeur nominale Nominal value (dB)	Valeur affichée Display value (dB)	Incertitudes Uncertainty (dB)
1/1 Octave / 31,5 Hz	< 20,0	0,0	± 0,3
1/1 Octave / 63 Hz	< 20,0	0,0	± 0,3
1/1 Octave / 125 Hz	< 20,0	0,0	± 0,3
1/1 Octave / 250 Hz	< 20,0	0,0	± 0,3
1/1 Octave / 500 Hz	< 20,0	0,0	± 0,3
1/1 Octave / 1000 Hz	< 20,0	0,0	± 0,3
1/1 Octave / 2000 Hz	< 20,0	0,0	± 0,3
1/1 Octave / 4000 Hz	< 20,0	1,3	± 0,3
1/1 Octave / 8000 Hz	< 20,0	4,5	± 0,3

Description	Valeur nominale Nominal value (dB)	Valeur affichée Display value (dB)	Incertitudes Uncertainty (dB)
1/3 Octave / 25 Hz	< 20,0	0,0	± 0,3
1/3 Octave / 31,5 Hz	< 20,0	0,0	± 0,3
1/3 Octave / 40 Hz	< 20,0	0,0	± 0,3
1/3 Octave / 50 Hz	< 20,0	0,0	± 0,3
1/3 Octave / 63 Hz	< 20,0	0,0	± 0,3
1/3 Octave / 80 Hz	< 20,0	0,0	± 0,3
1/3 Octave / 100 Hz	< 20,0	0,0	± 0,3
1/3 Octave / 125 Hz	< 20,0	0,0	± 0,3
1/3 Octave / 160 Hz	< 20,0	0,0	± 0,3
1/3 Octave / 200 Hz	< 20,0	0,0	± 0,3
1/3 Octave / 250 Hz	< 20,0	0,0	± 0,3
1/3 Octave / 315 Hz	< 20,0	0,0	± 0,3
1/3 Octave / 400 Hz	< 20,0	0,0	± 0,3
1/3 Octave / 500 Hz	< 20,0	0,0	± 0,3
1/3 Octave / 630 Hz	< 20,0	0,0	± 0,3
1/3 Octave / 800 Hz	< 20,0	0,0	± 0,3
1/3 Octave / 1000 Hz	< 20,0	0,0	± 0,3
1/3 Octave / 1250 Hz	< 20,0	0,0	± 0,3
1/3 Octave / 1600 Hz	< 20,0	0,0	± 0,3
1/3 Octave / 2000 Hz	< 20,0	0,0	± 0,3
1/3 Octave / 2500 Hz	< 20,0	0,0	± 0,3
1/3 Octave / 3150 Hz	< 20,0	0,0	± 0,3
1/3 Octave / 4000 Hz	< 20,0	0,0	± 0,3
1/3 Octave / 5000 Hz	< 20,0	0,0	± 0,3
1/3 Octave / 6300 Hz	< 20,0	0,0	± 0,3
1/3 Octave / 8000 Hz	< 20,0	0,0	± 0,3
1/3 Octave / 10000 Hz	< 20,0	0,0	± 0,3



Lineaire
Linearity

Description	Valeur nominale Nominal value (dB)	Valeur affichée Display value (dB)	Incertitudes Uncertainty (dB)
Leq 35 dBZ / 1000 Hz	35,0	35,2	± 0,3
Leq 40 dBZ / 1000 Hz	40,0	40,1	± 0,3
Leq 50 dBZ / 1000 Hz	50,0	50,0	± 0,3
Leq 60 dBZ / 1000 Hz	60,0	60,0	± 0,3
Leq 70 dBZ / 1000 Hz	70,0	70,1	± 0,3
Leq 80 dBZ / 1000 Hz	80,0	80,0	± 0,3
Leq 90 dBZ / 1000 Hz	90,0	90,0	± 0,3
Leq 100 dBZ / 1000 Hz	100,0	100,1	± 0,3
Leq 110 dBZ / 1000 Hz	110,0	110,1	± 0,3
Leq 120 dBZ / 1000 Hz	120,0	120,1	± 0,3
Leq 130 dBZ / 1000 Hz	130,0	130,1	± 0,3
Leq 137 dBZ / 1000 Hz	137,0	137,1	± 0,3

Description	Valeur nominale Nominal value (dB)	Valeur affichée Display value (dB)	Incertitudes Uncertainty (dB)
Leq 25 dBA / 1000 Hz	25,0	25,0	± 0,3
Leq 30 dBA / 1000 Hz	30,0	30,3	± 0,3
Leq 40 dBA / 1000 Hz	40,0	40,1	± 0,3
Leq 50 dBA / 1000 Hz	50,0	50,0	± 0,3
Leq 60 dBA / 1000 Hz	60,0	60,0	± 0,3
Leq 70 dBA / 1000 Hz	70,0	70,1	± 0,3
Leq 80 dBA / 1000 Hz	80,0	80,0	± 0,3
Leq 90 dBA / 1000 Hz	90,0	90,0	± 0,3
Leq 100 dBA / 1000 Hz	100,0	100,0	± 0,3
Leq 110 dBA / 1000 Hz	110,0	110,1	± 0,3
Leq 120 dBA / 1000 Hz	120,0	120,1	± 0,3
Leq 130 dBA / 1000 Hz	130,0	130,1	± 0,3
Leq 137 dBA / 1000 Hz	137,0	137,1	± 0,3



Description	Valeur nominale Nominal value (dB)	Valeur affichée Display value (dB)	Incertitudes Uncertainty (dB)
Leq 25 dBA / 1000 Hz	25,0	25,0	±0,3
Leq 26 dBA / 1000 Hz	26,0	26,0	±0,3
Leq 27 dBA / 1000 Hz	27,0	27,0	±0,3
Leq 28 dBA / 1000 Hz	28,0	28,0	±0,3
Leq 29 dBA / 1000 Hz	29,0	29,0	±0,3
Leq 30 dBA / 1000 Hz	30,0	30,0	±0,3
Leq 75 dBZ / 1000 Hz	76,0	76,2	±0,3
Leq 77 dBZ / 1000 Hz	77,0	77,0	±0,3
Leq 78 dBZ / 1000 Hz	78,0	78,0	±0,3
Leq 79 dBZ / 1000 Hz	79,0	79,1	±0,3
Leq 80 dBZ / 1000 Hz	80,0	80,0	±0,3
Leq 81 dBZ / 1000 Hz	81,0	81,0	±0,3
Leq 82 dBZ / 1000 Hz	82,0	82,1	±0,3
Leq 83 dBZ / 1000 Hz	83,0	83,0	±0,3
Leq 84 dBZ / 1000 Hz	84,0	84,0	±0,3
Leq 85 dBZ / 1000 Hz	85,0	85,1	±0,3
Leq 86 dBZ / 1000 Hz	86,0	86,0	±0,3

Description	Valeur nominale Nominal value (dB)	Valeur affichée Display value (dB)	Incertitudes Uncertainty (dB)
Leq 35 dBZ / 20000 Hz	35,0	35,0	±0,3
Leq 40 dBZ / 20000 Hz	40,0	40,0	±0,3
Leq 50 dBZ / 20000 Hz	50,0	49,9	±0,3
Leq 60 dBZ / 20000 Hz	60,0	59,9	±0,3
Leq 70 dBZ / 20000 Hz	70,0	70,0	±0,3
Leq 80 dBZ / 20000 Hz	80,0	79,9	±0,3
Leq 90 dBZ / 20000 Hz	90,0	89,9	±0,3
Leq 100 dBZ / 20000 Hz	100,0	100,1	±0,3
Leq 110 dBZ / 20000 Hz	110,0	110,1	±0,3
Leq 120 dBZ / 20000 Hz	120,0	120,1	±0,3
Leq 130 dBZ / 20000 Hz	130,0	130,2	±0,3
Leq 137 dBZ / 20000 Hz	137,0	137,2	±0,3

Description	Valeur nominale Nominal value (dB)	Valeur affichée Display value (dB)	Incertitudes Uncertainty (dB)
Linéarité 10 dB	< 0,4	0,3	±0,1
Linéarité 1 dB	< 0,2	0,2	±0,1

Fin du certificat d'étalonnage
End of calibration certificate

DTF&S Métrométrie

DTF&S Métrométrie - 10 rue de la République - 91000 Evry - France
Téléphone : 01 69 70 00 00 - Fax : 01 69 70 00 01
E-mail : dte@dtf-s.com - www.dtf-s.com



DTF T FOR 9196 D.doc



CONSTAT DE VERIFICATION
VERIFICATION CERTIFICATE

N° CV-DTE-T-10-PVE-51764

DELIVRE A :
ISSUED FOR :

BIO SOLUTIONS LTDA
Carrera 21 No 168-16
Oficina 210 centro Empresarial
y comercial Stuttgart
BOGOTTA
COLOMBIE

INSTRUMENT VERIFIE
CHECKING INSTRUMENT

Désignation : Sonomètre Intégrateur
Designation : Integrator Sound Level Meter

Constructeur : 01dB-Metravib
Manufacturer

Type : SOLO 01
Type :

N° de série : 30437
Serial number

N° d'identification :
Identification number

Date d'émission : 28/12/10
Date of issue

Ce constat comprend 4 pages
This certificate includes 4 pages

LE RESPONSABLE METROLOGIQUE
DU LABORATOIRE
THE METROLOGICAL HEAD OF THE LABORATORY

Philippe POURTAU

LA REPRODUCTION DE CE CONSTAT N'EST AUTORISEE QUE SOUS
LA FORME DE FAC-SIMILE PHOTOGRAPHIQUE IDENTICALE

THIS CHECKING REPORT MAY NOT BE REPRODUCED OTHER THAN IN
FULL BY PHOTOGRAPHIC PROCESS

CE DOCUMENT NE PEUT PAS ETRE UTILISE EN LIEU ET PLACE
D'UN CERTIFICAT D'ETALONNAGE. CE DOCUMENT EST
REALISE SUIVANT LES RECOMMANDATIONS DU FASCICULE DE
DOCUMENTATION X 07-011

THIS DOCUMENT CAN'T BE USED AS CALIBRATION
CERTIFICATE. THIS DOCUMENT IS MADE WITH
STANDARD X 07-011 RECOMMENDATION

DTF&S Métrométrie

DTF&S Métrométrie - 10 rue de la République - 91000 Evry - France
Téléphone : 01 69 70 00 00 - Fax : 01 69 70 00 01
E-mail : dte@dtf-s.com - www.dtf-s.com



DTF T FOR 9196 D.doc

Linéarité
 Linearity

Description Description	Résultat Result
Linéarité Linearity	Conforme Conform

Pondérations fréquentielles A-B-C-Z
 A-B-C-Z Weighting

Description Description	Résultat Result
Pondération fréquentielle A-B-C-Z A-B-C-Z Frequency weighting	Conforme Conform

Filtre 1m d'octave
 1/1 octave filter

Description Description	Résultat Result
Fréquence centrale filtre 1/1 octave 1/1 Octave filter central frequency attenuation	Conforme Conform

Description Description	Résultat Result
Fréquence centrale filtre 1/3 octave 1/3 Octave filter central frequency attenuation	Conforme Conform

Description Description	Résultat Result
Réponse en fréquence filtre 1/1 octave 1/1 Octave frequency response	Conforme Conform

Description Description	Résultat Result
Réponse en fréquence filtre 1/3 octave 1/3 Octave frequency response	Conforme Conform

Bruit de fond
 Background noise

Description Description	Résultat Result
Bruit de fond Noise level	Conforme Conform

Description Description	Résultat Result
Bruit de fond filtre 1/1 Octave 1/1 Octave filter Noise level	Conforme Conform

Description Description	Résultat Result
Bruit de fond filtre 1/3 Octave 1/3 Octave filter Noise level	Conforme Conform

Fin du constat de vérification
 End of checking report



Nous, fabricant : 01dB-Metravib
 We, manufacturer: 200, Chemin des Ormeaux
 F 69578 LIMONEST Cedex- FRANCE

déclarons sous notre seule responsabilité que le produit suivant :
 declare under our own responsibility that the following equipment

Désignation : Calibreur acoustique
 Designation: Sound calibrator

Référence : 34593258
 Reference

est conforme aux dispositions des normes suivantes :
 is complies with the requirements of the following standards

	Norme Standard	Classe Class	Edition du : Edition of
Calibreur acoustique Sound calibrator	CEI IEC 60942 ANSI S1.40		1 2003 2006
Compatibilité électromagnétique:	CEI IEC 61000 6-1 à 6-4		2002 - 2006

Et répond en tout point, après vérification et essais, aux exigences spécifiées, aux normes et règlements applicables, sauf exceptions, réserves ou dérogations énumérées dans la présente déclaration de conformité.
 After testing and verification this device satisfies all specified requirements and applicable standards and regulations barring exceptions, reservations, or exemptions listed in this certificate of conformity.

Date : 20/09/10 Responsable métrologique du laboratoire
 Date The metrological head of the laboratory
 Philippe POURTAU

Philippe Pourtau



N° CV-DTE-T-10-PVE-49661

DELIVRE A :
 ISSUED FOR

FULECOL



INSTRUMENT VERIFIE
 INSTRUMENT CHECKED

Désignation : Calibreur
 Designation: Calibrator

Constructeur : 01dB-Metravib
 Manufacturer

Type : Cal 21 N° de série : 34593258
 Type Serial number

Identification :
 Identification number

Date d'émission : 20/09/10
 Issued on

Ce constat comprend 3 pages
 This report includes

LE RESPONSABLE METROLOGIQUE
 DU LABORATOIRE
 THE METROLOGICAL HEAD OF THE LABORATORY

Philippe Pourtau
 Philippe Pourtau

LA REPRODUCTION DE CE DOCUMENT N'EST AUTORISEE QUE SOUS
 LA FORME DE FAC-SIMILE PHOTOGRAPHIQUE INTEGRAL

THIS VERIFICATION REPORT MAY ONLY BE REPRODUCED IN FULL
 BY PHOTOGRAPHIC MEANS

CE DOCUMENT NE PEUT PAS ETRE UTILISE EN L'ESU ET
 PLACE D'UN CERTIFICAT D'ETALONNAGE. CE DOCUMENT
 EST REALISE SUIVANT LES RECOMMANDATIONS DU
 PANGLOSS DE DOCUMENTATION X 07-011
 THIS DOCUMENT CANNOT BE USED AS CALIBRATION
 CERTIFICATE. THIS DOCUMENT WAS PREPARED USING
 SHADIMO X 07-011 GUIDELINES



SONOMETRO 2



**CONSTAT DE VERIFICATION
VERIFICATION CERTIFICATE**

N° CV-DTE-T-10-PVE-51091

FULECOL

DELIVRE A :
ISSUED FOR :

**INSTRUMENT VERIFIE
CHECKING INSTRUMENT**

Désignation : Sonomètre Intégrateur
Designation : Integrator Sound Level Meter

Constructeur : 01dB-Metravib
Manufacturer :

Type : BLACK SOLO 01 N° de serie : 35005
Type : Serial number :

N° d'identification :
Identification number

Date d'émission : 02/12/10

Ce constat comprend 8 pages
This certificate includes pages

LE RESPONSABLE METROLOGIQUE
DU LABORATOIRE
THE METROLOGICAL HEAD OF THE LABORATORY

Philippe POURTAU

LA REPRODUCTION DE CE CONSTAT N'EST AUTORISEE QUE SOUS
LA FORME DE FAC-SIMILE PHOTOGRAPHIQUE INTEGRAL

THIS CHECKING REPORT MAY NOT BE REPRODUCED OTHER THAN IN
FULL BY PHOTOGRAPHIC PROCESS

CE DOCUMENT NE PEUT PAS ETRE UTILISE EN LIEU ET PLACE
D'UN CERTIFICAT D'ETALONNAGE CE DOCUMENT EST
REALISE SUIVANT LES RECOMMANDATIONS DU FASCICULE DE
DOCUMENTATION X 07-011

THIS DOCUMENT CANT BE USED AS CALIBRATION
CERTIFICATE THIS DOCUMENT IS MADE WITH
STANDARD X 07-011 RECOMMENDATION

01dB-Metravib

01dB-Metravib - 100, rue de la République - 92000 Nanterre - France
Téléphone : 01 47 37 11 11 - Fax : 01 47 37 11 12
E-mail : metro@01db-metravib.com



01dB - 100 rue de la République - 92000 Nanterre - France

IDENTIFICATION :
 IDENTIFICATION

Calibreur acoustique
 Sound calibrator

Constructeur : 01dB-Metradiv
 Manufacturer
 Type : Cal 21
 Type
 Numéro de série : 34593298
 Serial number

PROGRAMME DE VERIFICATION :

CHECKING PROGRAM

Ce calibreur a été vérifié sur les caractéristiques suivantes

- Niveau de pression acoustique
- Fréquence du signal acoustique
- Distorsion du signal acoustique

This calibrator was checked for different characteristics

- Acoustic pressure level
- Acoustic signal frequency
- Acoustic signal distortion

METHODE DE VERIFICATION :

CHECKING METHOD

Préalablement à la vérification, l'appareil est resté dans une salle climatisée à 23°C +/- 3°C. Le niveau de pression acoustique est mesuré sur une chaîne étalonnée en sensibilité. Les autres caractéristiques sont étalonnées avec un multimètre et un distorsionmètre étalonnés en amplitude et en fréquence.
 Prior to verification, the instrument was left in an air-conditioned room at 23°C +/- 3°C. Acoustic pressure level is measured on a measuring chain calibrated in sensitivity. The other characteristics were checked with a multimeter and a distortionmeter calibrated in amplitude and in frequency.

CONDITIONS DE VERIFICATION :

CHECKING CONDITIONS

Date de l'étalonnage : 20/09/10
 Date of Calibration
 Nom de l'opérateur : Christophe Deltour
 Operator Name
 Instruction d'étalonnage : P118-NOT-01-02.doc
 Calibration instruction
 Pression atmosphérique : 99,49 kPa
 Static pressure
 Température : 23,8 °C
 Temperature
 Taux d'humidité relative : 35,7 %HR
 Relative humidity



MOYENS DE MESURES UTILISES POUR LA VERIFICATION :

MEASURING INSTRUMENTS USED FOR CHECKING

Description / Designation	Constructeur / Manufacturer	Type	N° de série / Serial number	N° d'identification / Identification number
Préamplificateur / Pre-amplifier	01dB-Metradiv	PRE 12 H	011203	1180
Amplificateur de mesure / Measuring amplifier	Brüel & Kjær	2635	1386323	1007
Multimètre multimètre	HP	34401 A	US36079042	1109
Microphone / Microphone	01dB-Metradiv	12"	XX02	1237
Distorsionmètre / Distortion meter	Pavistix	DA 523	410	1056

Tous les moyens de mesure utilisés sont rattachés aux étalons de référence de la société 01dB-Metradiv. Les étalons de référence de la société 01dB-Metradiv sont rattachés aux étalons nationaux par un étalonnage COFRAC. La liste de ces étalons est disponible sur simple demande auprès du responsable métrologique du laboratoire.

All the measuring instruments are calibrated to the 01dB-Metradiv reference standards. 01dB-Metradiv reference standards are calibrated to national standard with COFRAC certificate of calibration. The reference standards list is available on simple request to the metrological head of the laboratory.

RESULTATS :

RESULTS

Le jugement de conformité de chaque test est établi suivant les tolérances données par la norme suivante : IEC 60942: 2003
 Conformity decision is granted according to tolerance Class/class
 1

JUGEMENT DE CONFORMITE :

CONFORMITY JUDGEMENT

Description / Description	Résultat / Result	Result
Niveau de pression acoustique / Acoustic pressure level - 94 dB	Conforme	Conform
Fréquence / Frequency - 94 dB	Conforme	Conform
Distorsion / Distortion - 94 dB	Conforme	Conform

Fin du constat.
 End of certificate.



IDENTIFICATION:
 IDENTIFICATION

	Sonomètre Sound level meter	Préamplificateur Preamplifier	Microphone Microphone
Constructeur : Manufacturer	01dB-Metravib	01dB-Metravib	01dB-Metravib
Type Type	BLACK SOLO 01	PRE 21 S	MCE 215
Numéro de série : Serial number	35005	15492	11514

PROGRAMME DE VERIFICATION :
 CHECKING PROGRAM

- Ce Sonomètre a été vérifié sur les caractéristiques suivantes :
- Réponse en fréquence du sonomètre seul en champ libre
 - Linéarité
 - Pondérations fréquentielles A-B-C-Z
 - Bruit de fond
 - Indicateur de surcharge
 - Filtre 1/1 et 1/3 octave

- The Sound level meter has been checked on different characteristics:
- Free field frequency response of the sound level meter
 - Linearity
 - A-B-C-Z Weighting
 - Background noise
 - Overload indicator
 - 1/1 and 1/3 Octave filter

METHODE DE VERIFICATION :
 CHECKING METHOD

L'appareil est vérifié dans une salle climatisée à 23 °C +/- 5°C. Les autres caractéristiques sont étalonnées avec un multimètre et un générateur étalonnés en amplitude et en fréquence.
 The instrument is checked in a air conditioning room at 23 °C +/- 5°C.
 The others characteristics are checked with multimeter and generator calibrated in amplitude and in frequency.

CONDITIONS DE VERIFICATION :
 CHECKING CONDITIONS

Date de l'étalonnage : 01/12/2010
 Date of Calibration
 Nom de l'opérateur : Christophe Deltour
 Operator Name
 Instruction d'étalonnage : P118-NOT-01-02.doc
 Calibrator instruction

Pression atmosphérique : 98,57 kPa
 Static pressure
 Température : 21,2 °C
 Temperature
 Taux d'humidité relative : 24,9 %HR
 Relative humidity



MOYENS DE MESURES UTILISES POUR LA VERIFICATION:
 INSTRUMENTS USED FOR CHECKING

Description Description	Constructeur Manufacturer	Type	N° de série Serial number	N° d'identification Identification number
Atténuateur / Attenuator	01 dB-Metravib	---	---	1270
Générateur de fonction / Waveform generator	Hewlett-Packard	HP 33120 A	US36035764	1318
Calibreur acoustique	01 dB-Metravib	cal21	50441936	1398
Atténuateur / Attenuator	01 dB-Metravib	---	---	1114
Multimètre / Multimeter	Hewlett-Packard	HP 34401 A	3145A24774	1407
Multimètre / Multimeter	Hewlett-Packard	HP 34401 A	US30138775	1160
Microphone / Microphone	Aksud	3201	49435	1119
Préamplificateur / Preampifier	01 dB-Metravib	PRE 12 H	20453	1435
Amplificateur / Amplifier	Gran	12AA	---	1494
Chambre source / Anechoic chamber	01 dB-Metravib	---	---	1060
Calibreur acoustique / Calibrator	AKSUD	5117	---	1130
Générateur de fonction / Waveform generator	Philips	PM 5191	UC 646 0761001 40	1001

Tous les moyens de mesure utilisés sont rattachés aux étalons de référence de la société 01dB. Les étalons de référence de la société 01dB sont rattachés aux étalons nationaux par un étalonnage COFRAC. La liste de ces étalons est disponible sur simple demande auprès du responsable métrologique du laboratoire.
 All the measuring instruments are calibrated to the 01dB reference standard. 01dB reference standard are calibrated to national standard with COFRAC certificate of calibration. The reference standard list is available on simple request to the metrological head of the laboratory.

RESULTATS :
 RESULTS

Le jugement de conformité de chaque test est établi suivant les tolérances données dans les normes suivantes :
 Conformity decision has been taken with the tolerances descriptions in the following standards

IEC 60651 (10/2000) classe 1	1
IEC 60804 (10/2000) classe 1	1
IEC 1260 (07/1995) classe 1	1



Réponse en fréquence du sonomètre seul en champ libre
 Free field frequency response of the sound level meter

Description Description	Résultat Result
Réponse en champ libre du sonomètre Free field frequency response of the sound level meter	Conforme Conform

Linéarité
Linearity

Description Description	Résultat Result
Linéarité Linearity	Conforme Conform

Pondérations fréquentielles A-B-C-Z
 A-B-C-Z Weighting

Description Description	Résultat Result
Pondération fréquentielle A-B-C-Z A-B-C-Z Frequency weighting	Conforme Conform

Bruit de fond
 Background noise

Description Description	Résultat Result
Bruit de fond Noise level	Conforme Conform

Description Description	Résultat Result
Bruit de fond filtre 1/1 Octave 1/1 Octave filter Noise level	Conforme Conform

Description Description	Résultat Result
Bruit de fond filtre 1/3 Octave 1/3 Octave filter Noise level	Conforme Conform

Indicateur de surcharge
 Overload indicator

Description Description	Résultat Result
Indicateur de surcharge Overload indicator	Conforme Conform

Filtre d'octave
 1/1 Octave filter

Description Description	Résultat Result
Fréquence centrale filtre 1/1 octave 1/1 Octave filter central frequency attenuation	Conforme Conform

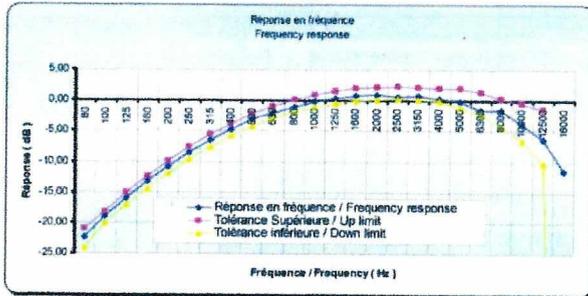
Description Description	Résultat Result
Réponse en fréquence filtre 1/1 octave 1/1 Octave frequency response	Conforme Conform

Filtre de 1/3 d'octave
 1/3 Octave filter

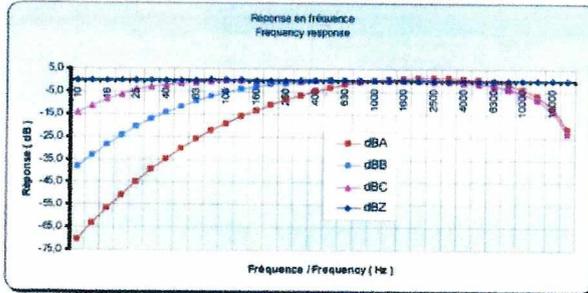
Description Description	Résultat Result
Fréquence centrale filtre 1/3 octave 1/3 Octave filter central frequency attenuation	Conforme Conform

Description Description	Résultat Result
Réponse en fréquence filtre 1/3 octave 1/3 Octave frequency response	Conforme Conform

Annexe
 Annex



Réponse électrique du sonomètre en dBA avec tolérances de la Classe
 Electrical frequency response dBA of the sound level meter with tolerance Class



Réponse en fréquence du sonomètre en électrique avec pondérations A-B-C-Z
 Electrical frequency response of the sound level meter with A-B-C-Z weightings

01dB-Metravib



ITE 1 EN 61010-1:2011



CERTIFICAT DE CONFORMITE
CONFORMITY CERTIFICATE

Nous, fabricant
 We, manufacturer

01dB-Metravib
 200, Chemin des Ormeaux
 F 69578 LIMONEST Cedex- FRANCE

déclarons sous notre seule responsabilité que le produit suivant :
 declare under our own responsibility that the following equipment :

Désignation : **Sonomètre**
 Designation : **Sound-level meter**

Référence :
 Reference : BLACK SOLO 01

Numéro de série :
 Serial Number : 35005

est conforme aux dispositions des normes suivantes :
 complies with the requirements of the following standards :

Norme Standard	Classe Class	Edition du Edition of
Sonomètre : Sound-level meter : IEC 60651	1	10-2000
IEC 60804	1	10-2000
IEC 61672-1	1	05-2002
IEC 1260	1	07-1995
ANSI S1.11		2004
ANSI S1.4	1	2001

et répond en tout point, après vérification et essais, aux exigences spécifiées, aux normes et règlements applicables, sauf exceptions, réserves ou dérogations énumérées dans la présente déclaration de conformité.

After testing and verification, this device satisfies all specified requirements and applicable standards and regulations barring exceptions, reservations, or exemptions listed in this certificate of conformity.

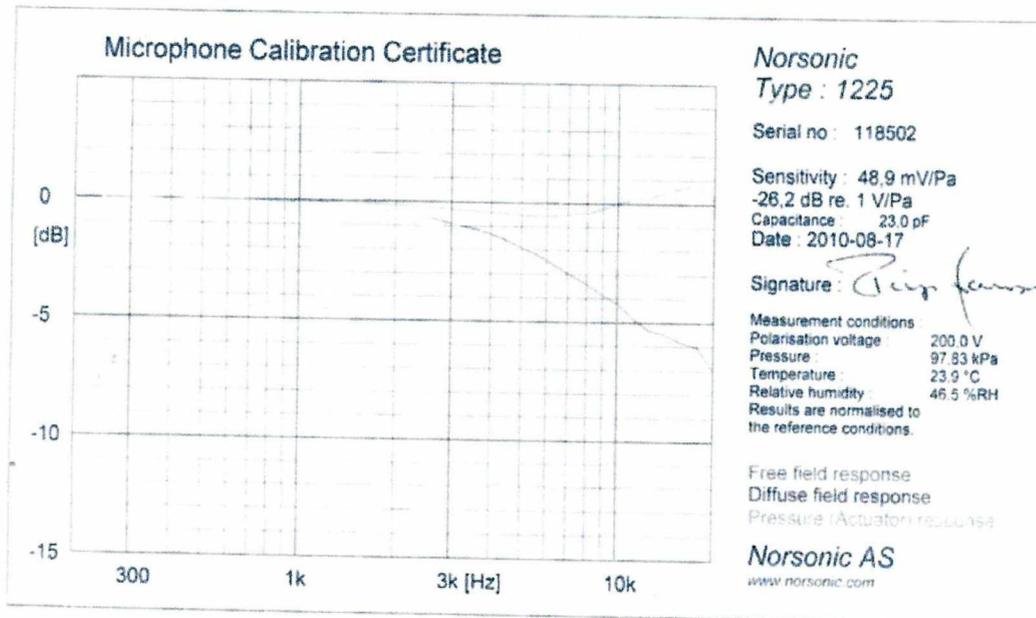
Date
 Date 02/12/10

Responsable métrologique du laboratoire
 The metrological head of the laboratory
 Philippe POURTAU

01dB-Metravib



SONÓMETRO 3



Microphone Specifications

Calibration of your microphone cartridge has been made with utmost care to meet all your needs for a high quality measurement device. The calibration is traceable to PTB in Germany.

Nominal Specifications

Ambient temperature coefficient: 0,01 dB/°C

Ambient pressure coefficient: -1×10^{-5} dB/Pa

Temperature range: -30 to +70°C

Diameter: 13,2 mm with protection grid on,
12,7 mm without protection grid

Thread for preamp mounting: 11,7 mm 60 UNS

Reference Values

Temperature: 23°C

Relative humidity: 50%

Ambient pressure: 101,325 kPa

Test frequency for sensitivity: 250 Hz

Norsonic Warranty Statement

The warranty period for microphones is 36 months after the time of delivery.

The warranty does not include damage due to improper handling, overload, force majeure, or normal wear and tear. The warranty is not granted if the buyer make modifications or repairs without our written consent.

Norsonic can choose either to repair or replace microphones having defects due to material or workmanship. Defective goods should be returned to our factory or one of our distributors, and shipments are to be paid and insured by the buyer unless otherwise agreed.

Certificate of Calibration

Certificate No.: 1310514

Object Precision Sound Level Meter Nor-131
Supplier Norsonic AS
Type Nor-131
Serial number 1313214
Client DEMO USE

Calibration complies with the following standard(s)

IEC 61672-1:2002 class 1
IEC 60851 type 1
IEC 60804 type 1
IEC 61260 class 1
ANSI S1.4-1983 (R2001) with amd. S1.4A-1985 class 1
ANSI S1.43-1997 (R2002) class 1
ANSI S1.11-2004 class 1
DIN 45 657, Applicable parts
Norsonic production standard set for the Nor-131

Instrumentation used for calibration traceable to

Electrical Parameters: MT, Norway
Acoustical Parameters: PTB, Germany
Environmental Parameters: IKM, Norway, Justervesenet, Norway

SW version(s): 1.0.751
Id no.: 2989403
Accessories: Nor-1207 Preamplifier: 12664
Nor-1228 Microphone: 01022
Comments None

Date of calibration 8/31/2010
Calibration interval recommended 2 years

The environmental parameters applicable to this calibration are kept well within limits ensuring negligible deviation on obtained measurement results.

Calibrated by
Anders Amundsen

Sign. *AA*


P.O. BOX 24 NS-111 LIERSKOGEN, NORWAY



Certificate No.: CAL 022-2010-2517



Preconditioning

The equipment was preconditioned for more than 12 hours at the specified calibration temperature and humidity.

Calibration and verification performed

The performed tests refer to the sections 5.2, 5.3 and 5.5 in IEC 60942 (1997-11): Electro-acoustics - Sound Calibrators. The calibrator has been tested as described in Annex B of the same standard described in the sections B.3.3 for the sound level, B.3.4 for Sound pressure level stability - short-term fluctuations, B.3.5 for frequency and in B.3.6 for total distortion.

Method of Calibration

A detailed description of the calibration procedure is available separately from the calibration laboratory.

Instruments and Program

A complete list of instruments, hardware and software, that has been used for this calibration is separately available from the calibration laboratory.

Traceability

The measured values are traceable to the following laboratories:

Sound Pressure Level: PTB, Germany

Voltage: IKM Laboratorium Norway

Frequency: IKM Laboratorium Norway

Ambient Pressure: IKM Laboratorium Norway

Relative Humidity: Justervesnet, Norway

Statement of Conformity

As public evidence was available, from a testing organization responsible for approving the results of pattern evaluation tests, to demonstrate that the model of sound calibrator fully conformed to the requirements for pattern evaluation described in Annex A of IEC 60942:2003-01, the sound calibrator tested is considered to conform to all the class 1 requirements of IEC 60942:2003-01.

Measurements performed by



Street address: Gunnersbråtan 2, N-3421 Tranby, Norway
Tel: +47 32858900 Fax: +47 32852208 email: ncl@norsonic.com

Page 2 of 2

**ANEXO 5.
HOJAS DE CÁLCULO CORRECCIONES RUIDO
AMBIENTAL**

	Punto	Dirección	Horario	Orientación	Leq, dB	LReq	LAeq	LRAeq	Lleq, dB	Pico, dB	20 Hz	100 Hz	200 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	5 KHz	10 KHz	20 KHz			
SEMANAL	1	Frente a plaza de mercado	Diurno	N	55,5	58,5	60,76	65,84	58,7	88,6	59,8	54,9	56,4	60	61,5	56,6	54,7	56,7	54,9			
				O	61,7	67,7					65	99,9	53,2	57	59,4	66,8	53,3	55,1	55	58	54,7	
				S	47,9	47,9					50,8	80,6	44,5	48,1	47,1	46,7	46	48	46	46,3	44,9	
				E	62,5	65,6					67,8	91,3	44,5	45,9	45,5	48,5	49	50	51,5	51,2	55,1	
			Nocturno	V	63,5	69,5	69,3	102,9	71,8	55,5	48,3	70,7	55,8	56,8	48,8	48,9	48,1					
				N	49,2	55,2	50,6	96,2	42	31,2	38,9	46,5	45,6	44,2	41,6	40,3	31,8					
				O	47,3	53,3	47,6	82,6	54,3	53,5	46,6	42,5	51,5	38,5	49,7	36,2	49,1					
				S	48,1	54,1	49,9	79,2	42,2	41,3	47,3	44,1	42,5	51,5	46,3	40,1	42,8					
			Diurno	E	49,7	52,7	51,5	78,4	53,5	52,8	51,4	49,7	49,1	44,9	46	45,7	45,1					
				V	54,8	60,8	66,1	97,2	57,6	62,4	55	50,4	63,2	57,8	64,9	56,3	48					
				N	58,4	64,40	65,4	93,7	61,6	53,7	53,7	47,6	47,5	46	36,3	27,2	12,8					
				O	64,9	67,90	66,6	109,1	60,8	60,2	69,7	53,7	48,9	48,5	43,9	38,4	30					
Nocturno	S	61,1	64,10	61,4	93,8	63,5	56,2	59,1	51,4	49,2	45,5	37,6	26,4	12,6								
	E	64,3	67,30	65,9	90,9	62,5	54,7	52,5	48	49,5	52	41	30,5	16,8								
	V	61,4	61,40	62,4	96,7	56,2	54,1	57,8	52,2	48,6	46,3	38,6	31,6	14,3								
	N	62,2	68,20	62,6	102,1	52,8	51	64	48,3	43,1	38,8	32,8	27,8	20,9								
Diurno	O	52,8	58,80	55,2	104,9	45,9	42,1	41	36,2	41,9	32,6	22,7	20,6	10,9								
	S	53,5	59,50	55,0	89,1	46,8	49,5	54	42,5	34,9	32,4	22,8	18,8	12,7								
	E	56,9	62,90	60,3	95	48,8	44,6	58,8	46,7	35,8	34	23,2	21,9	11,1								
	V	60,3	66,30	61,2	103,2	54,8	49,8	54,9	52,5	48,4	43,3	39	36	34,7								
Nocturno	N	71,3	77,3	73,6	122,0	78,6	80,1	77,2	78,1	72,9	70,2	65,7	69,9	68,4								
	O	60,4	66,4	65,5	93,2	62,1	57	54,3	54,2	53,6	49,6	52,4	54,1	56,2								
	S	60,1	60,1	61,4	96,7	66,5	62,4	60,9	59,4	62,3	59,1	58,4	56,1	56,7								
	E	61,5	64,5	63,5	90,5	58,8	62	62,7	64,6	61,1	59,4	56,9	68,2	58								
Diurno	V	64,4	67,4	69,3	104,4	57,4	64,2	66,9	74,2	69,3	69,9	69,2	63,2	59,7								
	N	45,4	48,4	46,2	83,5	50,5	39,2	42,2	39,3	40	39,9	36,4	40,5	38,9								
	O	51,2	57,2	54,5	90,8	42,6	43,3	43,4	37,3	41,5	43,1	38,7	35,9	48,2								
	S	51,2	57,2	58,7	85,0	55,5	51,2	48,3	48,9	49,4	55,4	58,5	53,1	50,2								
Nocturno	E	50,6	56,6	53,3	83,5	46,5	50,7	44,5	44,9	54,5	44,7	45,1	44,8	39,5								
	V	57,0	63,0	59,5	112,8	64,2	53,4	47,3	50,4	46,8	45,2	45	44,8	45,6								
	N	67,7	70,70	72,6	102,8	65	65,9	66,1	57,9	56,3	53	44,4	35,6	22,9								
	O	66,2	69,20	68,0	95,3	59,5	62	65,4	55,8	54,4	53,6	50	41,5	28,5								
Diurno	S	69,00	69,00	69,8	97,8	64,4	67,3	71,1	57,8	56,6	55,4	52,1	46,9	35								
	E	66,4	72,40	68,7	96,2	61,7	68,5	65,8	54,7	56,3	52,4	44,6	35	15,1								
	V	73,2	79,20	75,1	116,8	67,1	67,8	76,6	62,4	58,4	56,1	54,9	45,5	39								
	N	62,2	65,20	65,7	115	59,3	58,2	54,6	52,3	51	49,4	45,6	40,7	36,6								
Nocturno	O	55,9	55,90	56,8	86,1	43,3	65,6	54,8	46,9	45,3	40,9	34,9	25,7	14,3								
	S	54,6	60,60	66,1	83,4	38,9	57,2	55,9	44,5	41,9	40,7	34,7	29,8	20,8								
	E	52,2	52,20	55,1	88,1	54,8	52,2	46,1	43,5	42,9	38,5	32,1	23,9	9,8								
	V	67,3	70,30	70,6	117,3	76,7	68,5	65	52,3	56,4	54,5	50,1	49	51								
Diurno	N	70,6	70,6	72,1	103,3	59,7	66,1	60,4	59,5	62	69,7	63,4	68,3	76,1								
	O	69,5	69,5	69,2	99,3	75,4	64,1	59,7	58,8	60,8	64,5	75,8	75,4	66,2								
	S	67,6	67,6	67,7	95,7	55,3	71,1	68,7	71	75	77,1	68,1	63,3	61								
	E	69,2	69,2	70,9	102,6	61,9	69	63,3	60,7	57,6	56,7	57,6	59,4	61,6								
Nocturno	V	72,3	78,3	72,6	110,5	70	77,2	74,1	74,4	65,1	66,6	70,2	70,2	74								
	N	62,5	62,5	61,5	99,6	61	55,8	59,1	56,3	63,6	70,7	56,9	53,8	52,9								
	O	56,4	56,4	58,1	86,6	61,1	53,3	62,2	62,7	60,2	54,4	59,2	52,9	50,7								
	S	62,4	62,4	65,3	98,2	68,3	58,6	56,1	52,5	52,7	53,4	50,3	48,4	48,1								
Diurno	E	69,6	69,6	70,4	102,3	43,3	56,8	65,9	56,1	51,2	47,4	45,5	46,7	49,8								
	V	69,3	75,3	72,8	108,7	73,7	61,4	62,8	55,1	55,7	57,9	53,2	49,4	41,7								
	N	72,1	75,10	70,9	99,1	68,2	68,8	66,3	61,9	63,9	61	51,9	41,7	25,8								
	O	69,1	69,10	70,4	97,3	69	61	61,2	59,9	60,6	57,7	47,8	36,6	18,1								
Nocturno	S	68,4	68,40	69,5	92,7	68,3	64,4	60,1	57,4	61,2	55,5	47,5	39,6	25,9								
	E	71,1	71,10	72,9	101,9	65,3	64,1	64,8	61,2	60	59,2	54,7	46	31,9								
	V	66,1	66,10	64,3	98,9	68,2	61	59	59,2	56,7	54,4	45,1	36,1	24,6								
	N	68,1	68,10	69,8	111,2	74,8	66,7	60,9	58,3	58,2	55	49,1	44,2	44,7								
Diurno	O	68,8	68,80	69,1	98,8	55,1	62	58,8	58,9	60,5	56,6	54,4	54,1	46,6								
	S	68,1	74,10	68,9	97,9	53,9	74,6	57,8	60,2	60	55,5	44,2	34,9	20,6								
	E	60	66,00	64,8	105,9	48,9	51,2	49,5	49,5	51,2	46,5	43,7	35,3	24,9								
	N	68,1	68,10	64,8	105,9	48,9	51,2	49,5	49,5	51,2	46,5	43,7	35,3	24,9								

Punto	Dirección	Horario	Orientación	Leq, dB	LRAeq	LAeq	LRAeq	Lieq, dB	Pico, dB													
										20 Hz	100 Hz	200 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	5 KHz	10 KHz	20 KHz				
SEMANTAL	7	Calle 2 N°14-100	Diurno	E	65,4	68,40	62,87	67,38	69,7	90,2	56	61,9	58,6	57,7	55,3	52,7	43,3	34	16,7			
				V	67,6	70,60			70,3	106,7	73,8	61,4	58,7	56,9	57,7	55,5	48,1	41,2	39,5			
				N	63,7	66,7			66,8	93,4	57,1	54,9	57,6	52,4	55,4	54,6	60,4	62	63,4			
				O	57,1	63,1			59,3	92,5	56,3	57,4	58,5	57,4	58,9	63,5	62,7	59,7	63,4			
				S	64,0	67,0			68,4	95,0	54,7	56,2	60	63	63,9	68,2	69,9	67,1	56,2			
				E	57,1	57,1			59,1	87,4	54,1	52,6	50,9	51,6	52,4	63,1	56,6	59,6	58,2			
			Nocturno	V	65,8	71,8	66,2	110,9	73,8	71,1	54,5	52,3	64,8	67,6	74,2	61,2	57,7					
				N	52,3	55,3	55,5	89,8	55,4	49,7	48,4	49	50,3	51,2	56,2	54,1	54,3					
				O	52,4	55,4	57,4	84,4	43,3	49,2	47,9	45,2	40,6	41,9	44,6	45,3	38,7					
				S	56,2	62,2	59,1	106,3	33,7	38,9	33,4	33,7	43,4	41,4	45,2	40,9	44,2					
				E	44,3	50,3	47,1	82,3	38,7	38	40,6	35,4	39,7	34,2	28,1	30,8	34,5					
				V	54,1	60,1	59,3	102,1	37,1	63	50,2	48,8	51,3	69	50,7	45,2	62,4					
			DOMINGO	7	Calle 2 N°14-100	Diurno	N	56,6	59,60	62,09	64,83	58,8	82,1	69,7	58,1	51,7	47	46,7	44,4	38	28	16,7
							O	60,4	60,40			61,4	89,1	72,8	59,6	52,9	52	50	48,4	41,7	31,6	17,5
S	63,5	69,50					65,2	93,1	72,9			62,4	56,8	53,5	52,7	52	43,6	35,9	20,9			
Nocturno	E	62,9				62,90	65,0	91,8	72,8			57,3	55,5	54,9	52,6	51,7	42,3	32,8	13			
	V	63,7				63,70	63,9	96,8	68,2			60,4	66,1	54,3	50	49,9	44,1	34,9	18			
	N	54,1				57,10	57,6	95,3	50,1			60,3	46,9	44,9	44,7	43	34,5	31,8	17			
SEMANTAL	8	Avenida los patriotas con circunvalar	Diurno	O	55,6	58,60	53,46	57,55	58,2	86,6	53	42,4	44,8	44,6	43,9	45,8	34,1	25,8	11			
				S	46,1	46,10			44,9	84,8	49,9	40	35,3	39,9	36,4	30,8	22,5	19,7	9,5			
				E	50,4	53,40			51,1	92,7	47	41,5	41,5	42,5	42	38,1	26,2	21,7	11,1			
				V	55,3	61,30			58,4	96,9	57,7	47,8	40,7	46,2	46,9	40	33,2	29,1	28,1			
			Nocturno	N	66,8	72,8			69,7	128,1	77,2	69,8	67,4	62,1	57	54	60,3	52,2	48,1			
				O	73,6	79,6			75,2	104,6	61,8	76,4	65,2	64,2	63,3	59,7	60,2	51,8	45,1			
DOMINGO	8	Avenida los patriotas con circunvalar	Diurno	S	67,5	73,5	71,31	77,31	68,8	104,7	60,9	66	62,7	58,3	55,4	51,3	60,2	51,8	45,1			
				E	73,1	79,1			77,2	103,0	68	69,7	64,1	63,1	62,9	57,9	61,3	52,7	45,1			
				V	71,4	77,4			74,1	114,0	62,8	67,8	64,5	61,4	60,3	56,8	61	52,4	45,8			
				N	61,1	64,1			62,5	86	64,5	52,3	52,1	50,3	45,3	38,3	23,4	20,7	11,2			
			Nocturno	O	57,4	60,4			58,9	82,4	64,4	51,6	51,6	49,1	44,4	38	25,1	18,4	8,4			
				S	56,9	56,9			57,1	82,4	63,9	53,7	52,3	49,8	45,8	40,4	31,2	25,2	12,8			
SEMANTAL	9	Calle 1 Sur N° 16-44	Diurno	E	43,1	46,1	62,17	65,04	44,5	83,4	63	52,6	51,3	49,8	44,2	37,9	23,5	18,6	11,5			
				V	67,7	70,7			70,1	100,6	64,1	56,3	52,8	52,8	48,7	43,3	40	32,7	26,3			
				N	68,8	68,8			69,3	89,5	64,4	68,5	63,8	61,9	59,5	56,4	48,9	42,3	31,2			
				O	66,6	72,6			68,4	96,7	58,5	63,8	61,3	59,4	57,2	52,7	44,5	37	26,2			
			Nocturno	S	66	72,0			66,9	91,3	60,8	66,5	62,5	57,5	57,5	50,8	44,5	34,7	23,9			
				E	64	67,0			67,7	95,8	66,5	64,7	59,4	55,1	55,2	50,4	43,6	34,4	20,1			
DOMINGO	9	Calle 1 Sur N° 16-44	Diurno	V	65,1	68,1	66,41	70,26	68,2	90,9	59,6	68	60,1	56,6	55,4	51,8	45,5	38,8	23			
				N	63,8	66,8			66,9	95	61,8	57,6	56,4	54,6	55	50,5	44,7	34	17,8			
				O	55,3	58,3			58,1	87,7	57,4	54,4	51,8	48,2	46,1	41	34,1	25,6	15,7			
				S	66,1	69,1			67,8	93,2	58,4	60,4	61,1	57,7	55,9	53,3	45	37	18,6			
			Nocturno	E	68,5	68,5			68,9	94,8	53,7	60,9	64,9	60,9	58,3	55,2	51,1	44	26,2			
				V	70	70,0			70,1	117,6	74,2	68,7	64,6	60,8	59,5	58,1	49,5	45	51,9			
SEMANTAL	9	Calle 1 Sur N° 16-44	Diurno	N	62,1	62,1	63,38	66,43	63,1	93,1	52,9	60,7	56,9	54,1	54,2	49,3	44,3	37,4	18,5			
				O	60,0	66,0			62,5	92,9	60	55,7	53,5	59,1	46,9	44,2	36,4	24,7	17,2			
				S	59,0	62,0			59,7	97,2	38,9	47,1	47,5	48,5	53,2	46,8	29,5	20,9	10,5			
				E	63,9	69,9			66,3	91,0	57,4	54,7	66,6	45,2	49,5	45,6	47,7	35,3	32,7			
			Nocturno	V	67,0	67,0			69,4	103,3	66,5	66,8	61,8	59,1	56,9	53,9	46,9	37,5	36,1			
				N	40,9	46,9			48,5	75,2	41	44,9	37,4	38,7	38,9	37,1	33,9	39	35,4			
DOMINGO	9	Calle 1 Sur N° 16-44	Diurno	O	46,4	52,4	47,97	53,97	47,1	90,0	47,9	54,2	48,1	40,9	36,8	35,4	38,1	38,1	36,3			
				S	43,8	49,8			46,6	79,8	40,4	39,2	39	44,1	47,9	35	37,8	40,6	36,9			
				E	42,9	48,9			45,1	82,5	46,2	45,5	37,7	33,9	40,3	42,7	43,5	42,6	37,9			
				V	53,3	59,3			55,7	96,4	40,1	60,3	65,8	59,9	68,6	61	47,9	52,2	40,4			
			Nocturno	N	62,7	65,70			63,7	92,7	59,6	63,3	63,6	52,6	51,2	47,4	45,2	39,2	27,1			
				O	64,9	70,90			66,4	106,1	60,5	57,3	71,6	51,8	50,9	49,5	40,2	32	22,9			
DOMINGO	9	Calle 1 Sur N° 16-44	Diurno	S	65,4	68,40	64,34	69,10	65,9	106,4	56,8	61	70,6	55,1	48	47,1	43,3	36,2	31,1			
				E	61,6	64,60			66,2	96,1	56,6	55,8	63,3	52,4	51,8	48,8	41	31,3	17,2			
				V	65,7	71,70			67,8	107,4	63,9	64,8	72,7	54,6	49,4	47,9	42	43,1	27,2			
				N	64,9	70,90			65,4	107,8	65,1	59,7	52,9	51,9	55,9	52,1	47,2	38,3	33,2			
			Nocturno	O	42,3	45,30			48,1	76,6	36,4	37,9	33,9	37,2	27,7	26,8	22,3	19,4	10,8			

Punto	Dirección	Horario	Orientación	Leq, dB	LReq	eq	LRAeq	Lieq, dB	Pico, dB										
										20 Hz	100 Hz	200 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	5 KHz	10 KHz	20 KHz	
SEMANTAL	10	Calle 9 Carrera 12	Nocturno	S	43,1	46,10	59,05	64,55	44,9	81	44,9	41,3	37,1	37,7	32,6	28,5	25,9	19,6	13,5
				E	42,1	51,90			46,8	78,7	39,2	37,8	33,4	35,2	36,6	23	18,8	10,8	8,3
				V	59,4	62,40			60,8	104,8	67	58,8	55,7	46,7	49,1	45,6	42,3	37,8	47,6
			Diurno	N	62,2	65,2	63,01	65,73	65,5	98,4	54,2	60,8	58,7	53,4	50,8	51,2	41,7	37,4	26,5
				O	62,8	62,8			63,9	100,5	54,1	60,4	59,1	53,1	52,1	50,8	41,4	36,1	31,6
				S	64,2	64,2			65,6	103,4	56,2	67	59,4	54,8	55,6	51,3	42	33,7	29,7
			Nocturno	E	63,3	66,3	67,51	73,51	62,5	105,7	56	61,6	57,2	54,4	53,2	50,6	43,2	40,9	30,7
				V	62,2	68,2			60,1	111,9	58	57,8	59	57	56,3	53,1	43,6	38,3	29,5
				N	66,5	72,5			68,4	89,1	42,2	51,6	48,7	42,1	40,5	37,7	62,1	62,4	50,9
			Diurno	O	67,5	73,5	61,03	64,41	70,2	89,0	42,4	53,7	50,7	43,4	42,3	38,8	63,1	63,6	51,4
				S	67,5	73,5			71,8	86,7	41,7	53,7	50,8	43,8	42,2	38,9	63	63,5	51,4
				E	67,7	73,7			69,3	93,4	43,3	53,7	50,7	44,2	46,5	39,2	63,1	63,7	51,4
Nocturno	V	68,2	74,2	49,72	54,53	70,8	102,4	47,4	64,1	55,4	48,1	49,1	44,1	63,4	63,8	51,4			
	N	59,1	62,1			62,2	87,7	55,4	55,2	51,3	53,3	48,7	44,6	43,3	40,3	41,2			
	O	56,2	59,2			58,4	85,9	51,9	50,4	49,5	48,9	45,3	44,1	33,2	25,5	23,5			
Diurno	S	63,8	66,8	61,03	64,41	66,9	90,4	58,2	61,2	56,2	53,8	54,8	52,2	43,2	34	18,5			
	E	62,2	63,8			65,7	90,0	60,4	59,3	55,7	57,3	52,4	48,4	42,4	31,2	23,7			
	V	60,2	66,2			61,1	103,0	60,1	55,7	53,5	59,1	46,9	44,2	36,4	24,7	19,1			
Nocturno	N	49,5	55,50	49,72	54,53	51,8	79,7	43,1	52,9	46,8	40,3	37,4	35,2	32,5	20,3	9,1			
	O	48,6	51,60			49,6	78,6	43,2	53,1	42,8	39,2	37,7	38	25,8	16,2	8,6			
	S	45,2	45,20			46,3	73,7	43,5	42,4	39,4	36,9	37,5	31,4	24,8	16,6	8			
Diurno	E	52,3	58,30	51,22	56,06	55,8	87,2	52,2	53,5	45,5	41,2	43,1	39,2	30,5	19	7,9			
	V	50,2	53,20			54,9	88,5	47,9	44,7	42,6	43,5	41,1	35,1	26,3	16,5	28,3			
	N	51,3	57,3			52,8	84,9	48,3	43,2	46,5	43,2	40,5	37,9	24,8	17,3	7,6			
Nocturno	O	52,1	55,1	53,19	59,19	55,7	93,5	47,2	46,1	49,1	44,3	44,2	34,5	32,4	23,3	13,3			
	S	52,3	58,3			58,1	98,6	53,6	41,3	44,1	43,9	44,8	40,5	29,6	18,4	14,5			
	E	49,8	55,8			52,6	81,6	53,4	41,9	44,1	43,5	39,5	38,2	21,9	13,6	8,3			
Diurno	V	50,0	50,0	62,41	65,86	51,8	84,4	45,2	47,2	42,7	42,5	40	37	28,3	20,4	8,7			
	N	52,6	58,6			55,8	86,5	45,2	63,8	58,3	39,8	42,1	43,8	55,2	47	51,3			
	O	47,7	53,7			49,1	74,7	49,1	40,7	39,7	42	42,9	43,6	40,6	49,3	50,9			
Nocturno	S	50,0	56,0	55,22	61,50	57,2	83,4	50,1	45,1	39,6	44,3	47,7	48,9	50,4	46,9	52			
	E	50,0	56,0			54,6	86,4	51,7	44,1	44,2	50,9	43,8	51,3	42,8	46,9	55,1			
	V	57,8	63,8			60,7	107,3	56,3	48,1	57,6	55,1	58,1	55,1	65,5	64	51,2			
Diurno	N	63,9	66,90	62,41	65,86	66,9	102,1	58,6	55,6	64,8	56	51,1	49	42,4	34,2	26,4			
	O	59,4	62,40			64,1	92,6	68,6	55	52	49,8	49,2	46,8	36,1	31,2	16,2			
	S	63,8	66,80			65,7	99,6	56,9	55,4	58,6	51,7	54,3	49,9	43	31,1	18			
Nocturno	E	61,7	64,70	60,76	62,19	62,3	100,9	66,5	55,1	57,2	52,8	49,8	45,9	34,5	29,4	16,5			
	V	61,8	66,90			60,9	95,9	62,6	53,6	55,5	53,4	54,8	48,2	34,9	28,8	15,3			
	N	43,2	43,20			44,7	76	41,3	35,3	36,5	37,8	33,4	30,4	20,2	16,9	16,3			
Diurno	O	46,1	46,10	66,76	72,77	48,1	81,9	44,4	32,1	36,1	35,8	34,2	35,4	21,9	18,5	13,3			
	S	38,9	38,90			39,8	82,5	33,7	28,6	33,6	30,8	28,9	27,6	20,4	15,1	8,8			
	E	40,1	58,30			43,7	75,9	41,4	33,1	34,6	31,7	31,4	30	16,5	13,4	8,6			
Nocturno	V	62	68,00	60,76	62,19	65,7	108,7	78,5	60,3	55,8	50,2	52,7	46,3	45,5	41,4	44,4			
	N	66,3	72,3			69,5	94,3	58,7	53,4	52,7	52,6	51,4	53,6	61,3	58,1	48			
	O	66,7	72,7			68,4	105,3	64,3	56,5	55,1	52,9	54	51,9	57,8	51,1	45,1			
Diurno	S	63,7	69,8	66,76	72,77	65,3	95,7	58,4	56,9	52,3	51,8	51	48,4	58,6	51,8	45,1			
	E	63,8	69,8			66,8	95,5	54,8	52,1	52,1	50,1	50,7	47,4	59,4	52,1	45,1			
	V	70,0	76,0			74,6	128,2	75,4	66,4	61,8	59,5	60,7	60,6	63,9	56,6	54,8			
Nocturno	N	39,9	39,9	60,76	62,19	41,1	78,1	26,3	30,8	35,5	35,9	30,8	24,5	17,4	11,8	8,7			
	O	65,0	65,0			65,8	104,2	56,6	66,4	59	55,8	55,1	54,8	44,1	36,2	39,2			
	S	56,5	56,5			58,4	84,0	45,2	53,5	51,5	48,8	47,7	44,1	34,6	29,5	25,3			
Diurno	E	54,7	57,7	65,85	71,54	55,9	89,5	48,1	58,4	48,5	47,8	43,6	41,7	31,9	24	9,9			
	V	63,1	66,1			65,1	103,0	51,9	55,8	54,4	53	51	55,1	41,5	29,2	14,8			
	N	63,5	69,50			66,3	89,7	57	55,5	56,3	51,9	52,7	51,2	44,5	35,8	27,5			
Nocturno	O	62,3	65,30	65,85	71,54	64,8	95,1	61,3	52,7	50,3	56,6	53,3	47,9	40,2	29,5	15,4			
	S	69,3	75,30			71,9	104,3	56,6	60,6	65,5	62,5	56,7	46,1	38,4	30,7	29,1			
	E	67,9	73,90			69,5	102,9	60	51,7	50	63,7	59,4	49,1	45,5	46	28,2			
Diurno	V	57,8	57,80	65,85	71,54	58,4	85,4	57,6	52,7	50	49,1	50,4	44,9	38,1	27,9	13,7			
	N	61,4	64,40			62,6	86,3	46,7	52,2	46,3	48,7	49,7	50,4	32,9	28	17,7			

Punto	Dirección	Horario	Orientación	Leq, dB	LReq	LAeq	LRAeq	Lleq, dB	Pico, dB	20 Hz	100 Hz	200 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	5 KHz	10 KHz	20 KHz		
DC		Nocturno	O	63,1	66,10	62,91	65,66	65,7	92,4	50,3	55,3	51,3	56,2	55,5	46,3	34,1	30,9	14,7		
			S	57	57,00			59,9	86,4	51,3	51,1	49,1	51,3	46,9	43,5	35,2	28,1	17,1		
			E	66,8	66,80			68,1	101,6	53,9	55,4	59,7	63	57,9	48,3	39,7	35,7	23,8		
			V	60,3	68,00			62,5	106,3	77,3	60	59,4	53,1	48,5	43,4	38,7	36,4	34,2		
SEMANAL	13	Diurno	N	72,8	78,8	71,81	75,50	74,5	101,4	59,1	67,1	66	63,2	61,3	60,1	60,8	56,7	47,6		
			O	72,5	75,5			72,7	98,8	59	66,2	65	64,5	62,1	59,8	57,5	51,6	45,3		
			S	72,1	75,1			73,6	99,5	57,8	65,3	64,1	61,5	63,5	59,8	57,4	50,7	44,8		
			E	70,4	73,4			75,8	99,8	56,5	62,6	59,7	60,2	59,9	58,7	56,7	50,2	44,9		
			V	70,7	70,7			71,9	109,0	59,6	64,4	60,5	60,2	60,1	58,4	57	50,6	45		
			N	69,8	75,8			70,9	106,1	56,6	64	59,8	60,9	58,9	52,7	45,4	40,3	23,9		
		Nocturno	O	62,4	65,4	66,5	95,0	60,8	60,2	54,9	52,6	54,8	49,7	38,9	26,2	11,5				
			S	66,4	72,4	68,7	100,8	55,4	61,2	72,7	53,3	47,1	46,4	39,6	33,8	33,4				
			E	62,1	62,1	64,4	95,6	60,8	60,2	54,9	52,6	54,8	49,7	38,9	26,2	11,4				
			V	65,2	66,2	69,3	98,8	58,9	62,3	60,3	59,6	55,7	51,8	44,1	36,3	21,1				
			N	74,3	77,30	75,2	104,4	53	63,9	58,2	55,2	68,2	58,2	45,4	34,2	17,6				
			O	68,9	68,90	70,6	95,9	58	64,3	60,6	60,7	60,3	56,8	48,2	42	24,7				
DOMINGO	13	Diurno	S	67,7	67,70	70,30	73,25	68,9	93,1	56,4	67,4	61,6	57,8	58,6	56,4	48,7	39,8	24,1		
			E	66,5	66,50			68,1	92,9	56,6	59,9	57,1	56,7	57,1	56,1	46,1	34,3	14,4		
			V	69,3	75,30			72,9	95,5	60,2	67,2	61	60,6	60,2	57,7	50	42,3	24,5		
			N	64,9	64,90			65,9	101,8	53,5	62,9	58,8	55,1	54,9	54,7	44,7	35,2	20,3		
			O	67,8	67,80			68,4	94,1	57,3	65,4	59,7	55,3	56,4	58	48,9	41,3	32,7		
			S	65,5	68,50			66,1	92,1	49,5	61	53,9	52,6	53,3	56,7	44,1	35,3	17,9		
		Nocturno	E	66	66,00	67,3	100,7	60,7	65,4	56,8	57,1	56,8	55,5	44,3	35	24,1				
			V	66,8	66,80	66,9	104,1	78,3	65,5	62,4	58,2	57,1	55	45,1	38	33,2				
			N	63,3	71,5	64,1	93,3	60	63,5	58,6	56	54,3	50,9	40,7	31,7	18,6				
			O	58,4	58,4	60,2	89,6	51,9	54,8	60,4	50,7	46,6	45,7	36,3	33,9	21				
			S	58,0	61,0	61,5	89,8	61,1	52	53,3	51,2	48,2	45,6	35,3	24,8	22,2				
			E	62,1	68,1	66,8	95,5	61,9	65,1	58,6	53,5	53,2	50,4	41,7	35,1	24,9				
SEMANAL	14	Diurno	V	63,2	69,2	61,57	67,90	64,8	94,2	53,6	64,6	56	55,7	53,7	49,6	43,8	35,8	15,6		
			N	72,6	78,6			75,8	122,7	90,5	57,4	49,6	59,9	51,5	51,3	61,2	45,6	53,1		
			O	54,1	60,1			55,9	87,8	59,9	56,1	56,3	57,3	56,8	60	62,3	53,8	52		
			S	54,7	57,7			58,1	86,8	52,5	53,5	52	48,3	53,4	55,6	52	50,2	52,9		
			E	52,7	58,7			55,9	88,2	49,1	47,2	53,2	49,3	44,7	42,9	47,7	50,6	49,4		
			V	73,0	79,0			75,2	129,8	69,2	58,8	95,1	63,5	66,4	48,1	43,1	42,9	43,8		
		Nocturno	N	59,8	59,80	60,3	85,9	70,9	64,3	58,3	50,9	49	46	41,3	28	14,5				
			O	59,5	62,50	62,4	85,7	63,3	55,3	52,9	51,3	49,9	46,2	34	26	10,7				
			S	59,1	62,10	61,8	85,8	64,9	53,1	49,7	51,6	49,2	46,2	36,6	25,2	11,8				
			E	59,7	59,70	59,9	89,2	62,7	62,3	59	51,4	48,2	45,8	40,1	29,5	13,8				
			V	58,1	58,10	59,4	89,7	63,8	63,8	54,7	49,4	47,7	44,3	34,6	26,4	11,1				
			N	55,7	61,70	58,4	85,2	41,3	37,7	37	49,6	52,3	35,6	27,8	26,2	20,5				
DOMINGO	14	Nocturno	O	50,8	56,80	54,48	60,27	55,6	82,5	46,6	41	38,1	46,7	45	33,6	24,5	20,8	16		
			S	49,1	52,10			52,6	83,7	48,9	40,7	36	39,6	39,3	38,8	21,1	16,1	11,8		
			E	45,5	45,50			48,2	77,3	40,7	37,5	39,4	40,3	37,7	29	17	15,1	8,8		
			V	59	65,00			60,2	106,8	72,1	56,4	56	45,4	47,8	45,5	39,1	33,5	38,3		
			N	75,7	71,5			77,9	107,0	69,3	75,8	69	64,7	67	61,9	53,7	46,8	42,4		
			O	73,8	79,8			75,5	103,4	63,2	68,5	64,6	64	64,7	60,7	53,4	48	37,8		
		SEMANAL	15	Diurno	S	76,0	79,0	74,37	76,91	78,2	117,3	64,3	71,2	70,9	66,4	67,7	64,2	57,2	49,8	38,2
					E	71,9	71,9			74,6	103,1	64,7	71,7	65,3	62	62	60,6	50,6	42,6	36,1
					V	73,1	76,1			76,5	102,7	63,8	71,4	66,8	63,8	63,4	61,1	50,7	41,7	33,7
					N	61,4	67,4			65,3	94,8	40,4	55,2	56,4	49	45,7	41,3	55,3	49,8	43,4
					O	61,8	67,8			64,1	94,0	41,4	56,4	53,5	50,8	49,9	46,3	54,5	49,1	43,4
					S	57,7	63,7			58,9	84,9	40,7	42,1	41,9	43,2	43,7	41,4	53,5	48,2	43,4
Nocturno	E			60,6	66,6	65,3	96,9	40,7	60,6	53,4	46,8	47	44,8	53,2	47,8	43,3				
	V			59,7	65,7	61,4	99,3	47,3	46,1	43,1	47,5	49,9	46,2	51,7	47,6	44,9				
	N			69,9	69,9	71,9	99,3	59,4	73,8	63,6	59,9	60,6	54,6	45,3	35,1	19,1				
	O			69,6	69,6	70,3	95,7	59,4	73,8	63,6	59,9	60,6	54,6	45,3	35,1	19,1				
	S			70,6	70,6	71,4	99,8	62,8	72,8	63,8	62,3	61,5	58,2	49,1	41,2	29				
	E			72,0	72,0	72,6	100,0	60,4	60,8	60,3	60,5	61,5	59,9	61,1	55	36,1				
INGO		Diurno	V	72,1	72,1	70,97	70,97	73,1	104,6	61,9	61,2	60	59,8	61	60,1	59	49,8	27,7		

Punto	Dirección	Horario	Orientación	Leq, dB	LReq	LAeq	LRAeq	Lleq, dB	Pico, dB										
										20 Hz	100 Hz	200 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	5 KHz	10 KHz	20 KHz	
DOM		Nocturno	N	52,4	55,40	57,31	59,80	55,8	87,5	52,2	53,5	45,5	41,2	43,1	39,2	30,5	19	7,9	
			O	61	61,00			62,5	109,1	55	52,1	45,7	51,2	53,5	47,3	44,6	29,8	30,3	
			S	50	52,10			55,6	88,5	45,2	47,2	42,7	42,5	40	37	28,3	20,4	8,7	
			E	55,4	61,40			58,1	90,9	48,3	59,6	50,6	45,8	43,6	40,5	30,2	21,1	9	
			V	59,1	62,10			62,3	91,8	48,3	63,6	55,2	52,3	45,9	42,7	35,6	25,9	9,7	
SEMANAL	16	Diurno	N	64,9	70,9	69,34	75,34	65,9	97,7	58,4	57,8	54,8	54,5	54,7	51,2	55,1	48,2	46,1	
			O	71,1	77,1			71,8	103,8	54,3	78,4	63,7	59,8	60,9	57,4	59,2	50,7	45	
			S	68,2	74,2			69,1	102,2	56,3	60	60,6	56,4	56,8	54,5	59,8	51,8	45,1	
			E	70,6	76,6			75,6	103,2	57,8	68,3	65,2	60,8	60,5	56,8	60,8	52,6	45,2	
			V	69,5	75,5			71,4	128,1	75,7	67,1	62,7	61,7	60,1	54,7	63,5	54,8	49,7	
		Nocturno	N	62,6	68,6	60,71	64,18	66,5	105,7	61,9	65,1	58,6	53,5	53,2	50,4	41,7	35,1	24,9	
			O	53,4	59,4			58,0	87,2	42,3	46,3	45,2	41,2	43,4	39,4	26,9	16,9	10,2	
			S	54,1	60,1			59,7	91,7	46,9	50	44,5	45,4	44,6	41,6	32,5	24,2	21,1	
			E	55,5	58,5			58,6	89,5	45,8	50,6	46,3	45,7	47,2	45,1	31,3	21	8,9	
			V	65,1	65,1			66,3	100,3	58,6	67	59,3	55,3	55,7	54,7	47,9	37,2	29,8	
		Diurno	N	62,3	65,3	65,48	73,24	65,2	89,5	53	55	52,6	57,2	53,3	48,2	36,3	26,6	15,3	
			O	68,3	71,3			69,7	96,7	52	61,8	56,1	60,6	59,3	59,4	46,5	38,7	21,3	
			S	65,2	68,2			68,7	91,3	56	60	57,2	57	56,9	51,8	44,6	37,7	21,8	
			E	64	77,5			65,6	95,8	52,6	56,1	53,6	53,2	54,3	53,6	41,8	35,6	24,1	
			V	65,3	74,1			67,4	90,9	54,8	63,4	55,9	56,5	57	54,1	43,5	35,7	21,1	
Nocturno	N	58,5	78,3	61,93	73,67	59,6	91,2	52,7	49,9	51	51,7	49,9	44,4	33,3	25,1	11,6			
	O	61,1	74,7			62,5	91,2	51,8	57,1	50,1	54,5	52,6	48,7	37,9	29,3	14,5			
	S	59,3	65,4			60,7	89,7	47,9	49,7	50,3	53,8	49,2	46,9	37	28,7	15,7			
	E	66	70,2			69,8	89,4	57,3	56	55,3	60,2	56,2	53,3	44,6	39,5	33,2			
	V	59,9	67,3			64,1	87,7	66,9	63,2	57,4	54,3	49,9	46,1	35,2	25,7	13,6			
SEMANAL	17	Diurno	N	75,1	78,1	74,76	77,31	76,8	102,4	63,7	72,1	66	65,3	65,2	62,1	58,4	52,6	45,9	
			O	74,5	77,5			77,1	101,6	63,5	72,3	69,6	65,7	63,9	60,3	57,7	50,8	44,7	
			S	74,1	77,1			75,5	98,5	64,6	71	65	63,4	64,2	61,1	57,4	50,7	44,7	
			E	75,3	78,3			78,2	101,8	62	71	65,2	64,3	65,4	63	58,6	51,4	44,7	
			V	74,7	74,7			74,6	103,3	64	71	66,5	64,3	65,7	61,8	57,8	51,1	44,7	
		Nocturno	N	65,4	65,4	68,37	70,02	66,9	114,7	57,5	67,3	63	55,9	55,8	51,1	44,1	34,6	25	
			O	67,2	70,2			68,1	104,6	58,7	70,5	61,4	57,5	56,5	55,7	46,7	39,7	21,9	
			S	67,3	67,3			68,2	102,8	68	65,2	61,7	58,4	57,3	55,9	47,8	39,2	29,2	
			E	69,8	69,8			70,0	103,0	62	64	62,5	60,5	61,3	59,9	48	40,4	25,9	
			V	70,3	73,3			75,9	104,4	62	65,8	63,2	62,3	60,1	59,6	51	46,7	31,6	
		Diurno	N	69,5	69,5	69,87	71,69	69,8	100,5	62,8	66,9	64,5	59,2	59,3	59,6	48,4	41,1	23,6	
			O	70,1	73,1			72,8	112,6	59,9	70,5	66,2	61,5	60	58,5	48,1	38,5	36,2	
			S	68,1	68,1			70,3	101,2	61	66,1	64,1	57,5	57,8	56,8	48,4	39,5	21,7	
			E	68,9	68,9			71,5	90,5	60	68,7	63,7	60	58,5	57,5	48,7	41,9	30,1	
			V	71,8	74,8			75,4	104,9	64	73,3	64,5	61,3	62,6	60,2	51,8	40,4	19,7	
Nocturno	N	69,3	72,3	69,33	71,45	71,8	99,9	61,3	66,3	61,3	60,1	63,1	57,8	48,7	39,3	21,9			
	O	67,9	73,9			68,5	94	59,3	67,9	62,9	60,5	57,4	54,3	45,8	40,3	20,2			
	S	68,8	68,8			69,4	93,6	58,6	66	63,7	62,9	59,6	55,4	47,8	37,9	20,2			
	E	66,8	66,8			67,2	91,8	59,1	67,2	61,5	58,4	57,6	54,3	49,2	35,9	21,6			
	V	72	72,0			72,8	103,4	57	70,8	67,8	64,8	60,4	59,2	49,8	42,9	27,8			
SEMANAL	18	Diurno	N	69,0	72,0	68,41	69,79	70,4	103,8	64,3	67	63,5	59,6	58,4	57,4	49,3	40,6	33,7	
			O	69,9	69,9			72,6	99,8	62,8	70,7	65,9	60,2	58,9	57,2	50,1	43	32,7	
			S	68,0	68,0			69,1	104,9	62	70,2	65,8	58,3	56,1	53,8	50,5	47	33,6	
			E	67,4	67,4			70,3	104,7	58,4	66,4	58,7	58,5	56,7	57,1	45,6	40,2	32,1	
			V	67,1	70,1			68,2	97,6	61,8	64,7	62	58,6	57,4	55,2	49	37,8	21,4	
		Nocturno	N	61,3	67,3	61,83	67,83	65,3	97,7	44,4	60,6	55,5	49,6	47,3	42,9	53,4	48,2	43,4	
			O	61,9	67,9			66,7	97,6	48,6	64,7	57,9	50,3	47,2	43,9	54	48,9	43,4	
			S	61,0	67,0			64,5	94,1	46	58	56,5	50,3	48,7	45,1	54,5	49,2	43,4	
			E	60,5	66,5			61,9	92,5	43,3	61	56,8	46,3	42,5	42,5	55	49,5	43,4	
			V	63,7	69,7			64,7	107,3	52,3	57,3	54,3	52,4	52,5	47,8	55,9	50,2	44,3	
		Diurno	N	70,2	73,2	73,74	77,34	73,6	101,2	62	65,8	63,2	62,3	60,1	59,6	51	46,7	31,6	
			O	76,5	79,5			75,8	105,3	62,6	66,9	65	71,8	67,6	60,8	49,8	40,7	25,1	
			S	73,9	76,9			75,1	97,3	56,4	72,4	63,8	65,5	62,6	60,8	50,8	41,5	28,4	
			E	73,9	79,9			75,8	99,4	65,1	66,5	61,6	66,5	58,3	66,5	50	34,2	21,6	

Punto	Dirección	Horario	Orientación	Leq, dB	LReq	LAeq	LRAeq	Lieq, dB	Pico, dB											
										20 Hz	100 Hz	200 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	5 KHz	10 KHz	20 KHz		
DOMINGO		Nocturno	V	71,5	71,5	61,55	63,15	72,7	119,3	60,4	60,8	60,3	60,5	61,5	59,9	61,1	55	36,1		
			N	61,5	64,5			66,1	98,6	53,6	59,7	55,4	53	52,2	48,4	39,5	31,5	22,8		
			O	64,1	64,1			65,3	99,1	62,4	65,4	59,5	58,8	58,5	54,9	49,1	41,5	28,4		
			S	62,5	65,5			67,0	91,7	60,8	64	56,1	53,1	52,5	50,9	41,2	32,8	17,4		
			E	58,3	58,3			59,6	81,5	60,9	49,8	55,1	49,8	48,3	46,4	31,2	19	7,9		
			V	58,5	58,5			58,9	85,8	60,7	51,6	52,1	51	49,4	47	35,1	27,2	13,9		
SEMANAL	19	Diurno	N	72,7	78,7	71,36	77,36	78,6	117,3	65,8	60,4	59,3	61	62	58,9	62,6	54,2	48,2		
			O	70,8	76,8			72,5	101,8	62,9	59	57,7	60,3	61,4	56,2	61,5	54	46,4		
			S	72,1	78,1			74,6	104,5	61,9	67,2	60,4	60,5	62,4	58,1	60,8	53,7	46,4		
			E	69,8	75,8			70,8	105,3	64,4	54,2	54,1	60,3	59,5	52,9	60,6	53,7	46,4		
			V	70,8	76,8			73,1	105,0	61,6	70,4	60,2	60,1	62,2	56,2	60,6	53,6	46,4		
					N	60,9	66,9	63,52	66,99	61,5	95,8	51,9	55,3	48,4	47,8	52,5	52,1	40,6	33,2	22,3
					O	44,5	50,5			48,2	84,8	47,8	37,5	40,3	38	34,8	26,7	17,2	8,9	7,3
					S	44,1	50,1			49,6	84,0	52,8	36,7	41,7	38,1	30,5	25,5	14	8,2	7,3
					E	68,5	71,5			70,3	108,8	71,2	68,4	63,2	58,9	59,5	55,6	49,7	44,2	40,7
					V	64,6	67,6			66,7	110,9	52,4	65,8	61,1	55,5	55,2	52,8	41,2	31,1	16,5
DOMINGO		Diurno	N	71,1	74,1	72,36	73,72	75,0	98,1	57,1	65,3	62,9	65,7	62,2	59	45,8	40,5	19,4		
			O	74,1	74,1			78,6	106,5	59	70,2	67,7	66,2	65	60,9	52,4	42,9	27,8		
			S	72,9	72,9			75,5	100,5	60,6	66,3	65,9	64,3	64,5	59,5	51,5	44,8	28,2		
			E	72,8	75,8			77,1	97,2	60,7	60,3	60,1	65,6	65,4	59,1	47,8	37,6	18,5		
			V	69,5	69,5			71,9	97,9	65	63,9	61,2	60,2	61,6	57,8	46,4	37,5	18,9		
SEMANAL	20	Nocturno	N	70,3	73,3	67,47	70,17	71,2	99,6	50,7	61,4	61,6	65,1	63,5	55,8	46,9	36,6	19,7		
			O	70,5	73,5			72,6	105,6	48,9	57,8	62	63,1	60,8	55,3	47,4	39,1	24,2		
			S	60,3	63,3			64,3	88,7	45,6	60,2	53,8	54,3	50,7	46,8	35,9	26,5	13,3		
			E	65,7	65,7			66,9	101,2	49,7	56,5	51,5	55,3	57,7	55,3	40,5	29,8	13,4		
			V	60,8	63,8			61,5	106,8	79,6	67,3	58,7	51,2	50	45,8	40,2	43,7	53		
SEMANAL	20	Diurno	N	62,9	62,9	63,00	66,89	63,2	104,1	57,3	62	62,1	54,2	53,5	50,6	43,1	35,3	32,9		
			O	62,8	68,8			63,5	103,2	57,7	57,6	52,2	49,5	49,2	46,9	36,9	42,9	32,7		
			S	61,4	64,4			65,6	108,2	56,4	67,4	59,2	54,2	50,9	48,2	41,8	35,3	34,6		
			E	61,3	67,3			64,7	105,0	58,6	62,6	58,7	53,6	51,2	47,9	40,2	44,3	31,5		
			V	65,3	68,3			66,3	101,4	55,2	55,9	58,3	53,8	56,1	51,4	41,9	32	31,4		
					N	55,3	61,3	57,54	63,54	56,0	83,8	44,1	49,3	45,3	41,1	41,9	40,8	50	46,2	44,8
					O	54,5	60,5			55,8	79,2	32,2	46	43,9	34,7	32,3	33	51,2	47	43,5
					S	55,4	61,4			58,1	81,9	30,2	37,5	41,4	38,1	33,3	33,6	52,1	47,8	43,5
					E	58,9	64,9			60,1	86,7	45,9	45,2	47,2	45,2	45,1	45,2	53	48,5	43,1
					V	60,4	66,4			60,7	96,7	44,3	51,4	46,8	44,4	47,2	44,2	54,3	49,3	43,3
DOMINGO		Diurno	N	63,1	66,1	69,19	70,27	66,3	88,6	51,9	55,8	54,4	53	51	55,1	41,5	29,2	14,8		
			O	72,2	72,2			72,8	100,2	63,7	71,1	65,5	64,3	63,2	59	50	40,8	22,4		
			S	69,9	72,9			70,4	97,5	65,1	67,2	62,4	60,6	60,9	58,9	50,5	41,4	28,4		
			E	62,0	62,0			62,1	90,0	59,6	60,3	57,4	53,7	51,1	48,7	40,9	32,4	21,2		
			V	70,6	70,6			71,7	120,7	64	62,8	64,1	61,8	61,5	58,5	47	36,9	24,4		
SEMANAL	21	Nocturno	N	52,6	52,6	53,47	54,28	53,2	88,4	63,1	54,4	48,3	46,7	40,2	36,1	28,2	20,2	9,6		
			O	53,6	56,6			55,4	95,8	45,4	46,2	45,7	45,8	44,7	40,1	29,9	23,9	27,7		
			S	52,5	52,5			54,1	88,4	46,2	47,3	45,9	46,9	42,1	38,8	31,4	27,4	14,5		
			E	56,5	56,5			57,9	85,7	44,1	59,8	47,8	48,4	45,1	43,7	40,8	33,7	22		
			V	48,8	48,8			49,4	77,8	45,5	49,4	41,2	41,4	38,8	35,7	28,9	24,5	12,2		
SEMANAL	21	Diurno	N	65,5	71,5	65,14	71,14	66,0	94,7	56,7	58,4	56,5	53	52,9	50,6	60,1	52	45,2		
			O	65,2	71,2			68,1	93,9	61,4	59,3	56,1	51,7	50,6	47,4	61,2	53,2	45,6		
			S	64,6	70,6			67,2	102,4	62,1	57,5	50,8	52	53,1	48,6	60,4	53,2	46,3		
			E	63,8	69,8			65,5	108,3	58,8	53,8	47,7	47,3	48,3	47,2	60,4	53	46,6		
			V	66,2	72,2			66,8	108,6	55,8	55,2	53,1	50,4	55	49,3	60,2	53,2	46,7		
					N	60,4	63,40	58,51	60,34	61,2	98,3	51	56,3	51,2	56,3	50,5	48,4	38,8	31,2	25,8
					O	50,4	56,40			52,3	80	41,8	50,3	42,6	45,8	39,9	35,4	33,3	24	24,3
					S	50,8	56,80			51	101,1	46,2	41	46,7	47,4	37,2	32,2	22	24,1	9,4
					E	44,8	50,80			49,6	88,9	53,1	57	56,6	55,7	54,3	51,1	41,4	33,2	14,3
					V	63,4	63,40			66,1	102,4	41	43,5	37,6	38,4	34,7	32,2	22,8	15,3	9,5
SEMANAL		Diurno	N	56,1	62,10	55,58	59,80	57,6	87,1	57,6	55,6	61,5	46,2	45,5	41,2	33,3	21,2	9,7		
			O	58,3	61,30			59,4	90	51,8	47	50,5	45,4	46,1	48,7	40,7	32,3	23,9		
			S	50,9	50,9			52,3	80,4	51,8	46,2	43,5	43,4	40,2	39,5	32,9	24,3	14,5		

Punto	Dirección	Horario	Orientación	Leq, dB	LReq	LAeq	LRAeq	Liek, dB	Pico, dB											
										20 Hz	100 Hz	200 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	5 KHz	10 KHz	20 KHz		
DOMINGO	C	Nocturno	E	53,9	59,90	51,95	56,52	54,7	89,5	48,1	47,4	43,7	44,1	42,7	39,6	34,3	26,3	12,8		
			V	55,5	58,50			56,0	96,1	60	49	45,7	47,4	46,2	41,8	33,4	21,6	17,5		
			N	50,8	50,80			51,2	78,8	58,7	50,4	48,6	45,7	39,3	38,8	25	17,8	10,5		
			O	50,6	50,60			52,6	78,2	49,9	51,7	48	44,3	39,5	39	27,3	19,3	9,4		
			S	55,8	61,80			58,7	83,8	45,6	51,4	47,8	47,9	50,7	40,2	30,9	24,9	13,2		
			E	49,4	52,40			50,6	82,7	45,8	51,8	42,8	41,5	39,3	39	32,3	29,2	15,5		
			V	49,1	55,10			51,8	89,5	47,2	44,9	43,4	43,1	39,2	37,7	26	19,2	10		
SEMANAL	22	Diurno	N	63,7	69,7	65,08	70,40	66,2	99,9	56,6	57,2	56,4	55,9	54,9	50,9	41,1	41,3	29,4		
			O	67,2	73,2			68,4	102,6	54,6	63	58,2	58,3	59,4	52,9	42,7	41,1	32,2		
			S	64,7	70,7			65,6	96,9	57,1	65,4	55,6	59,5	55,1	52,4	42,9	42,3	25,9		
			E	63,9	69,9			64,7	95,0	54,3	63,8	56,7	57,3	52,4	49,6	41,7	32,9	24,7		
			V	64,9	64,9			67,2	94,0	57,2	63,3	57,9	58,2	53,2	51	41,1	39,3	26,7		
			N	58,4	64,4			59,6	91,6	63,7	56	56	54,2	52,4	50,8	52,6	52,5	59,5		
			O	54,2	57,2			55,8	91,3	45,2	42,5	43,3	46,5	42,8	44,1	43,2	43,7	43,1		
		Nocturno	S	55,8	58,8	59,1	91,1	55,8	47,8	47,8	61,1	63	47,1	47,4	49,3	49,8				
			E	54,8	57,8	56,0	89,1	55,3	52,7	51,4	46,8	45,7	50,6	44,1	49,1	46,5				
			V	57,3	63,3	58,4	94,8	50,6	48	51	53,4	50,9	53,7	49,2	47,8	44,4				
			N	62,0	62,0	63,2	93,5	60,8	60,2	54,9	52,6	54,8	49,7	38,9	26,2	11,4				
			O	63,1	66,1	65,7	101,3	61,5	59,8	54,3	54,9	56	50,8	41,2	30,2	13,4				
			S	66,3	69,3	69,4	101,6	57,3	62,3	56,4	56,2	56,3	55,2	48,5	36,3	36,5				
			V	64,7	64,7	66,9	100,4	53,8	61,6	66,3	54	54,8	49,8	37,2	28,7	18,8				
DOMINGO	Calle 18 N°11-43	Diurno	N	62,1	68,1	63,92	66,04	65,3	103,4	53,6	47,2	49,3	50,6	52,7	50,2	38,6	27,5	9,5		
			O	63,1	66,1			63,1	99,4	52,1	57,1	51	50,9	52,2	52,2	40,1	28	11,8		
			S	66,3	69,3			48,4	78,4	44,5	55,1	38,4	37,4	36,8	35,7	28,1	18,1	9,1		
		Nocturno	E	51,2	54,2	55,4	84,3	48,3	58,9	47,8	44	41,1	36,2	29,9	18,4	10,3				
			V	61,9	64,9	56,7	86,8	47,7	48,1	46	44,7	39,7	35,9	30,3	18,4	14,8				
			N	65,4	65,4	64,8	97,8	61,5	58,7	57,2	58,6	49,9	44,7	41	30,3	26,5				
			O	65,5	68,5	66,5	103,3	62	69,3	60,3	55,4	54,6	54,7	45	41,3	35,1				
SEMANAL	23	Diurno	S	68,5	64,9	66,79	69,53	68,7	110,0	63,6	65,5	60,1	56,9	56,3	52,7	45,8	39,8	38,4		
			E	65,9	68,9			70,4	109,8	66,6	68,6	62,5	58,5	57,3	56,1	54,5	43	33,4		
			V	67,7	73,7			67,2	111,7	61,6	64,8	60,6	56,6	57,2	54,6	44,5	36,5	34,2		
			N	61,0	67,0			70,3	113,2	63,7	66,1	58,4	58	58	54,6	51	40,3	35		
			O	61,5	67,5			65,6	89,8	41,3	46,4	44,5	51,6	46,5	43,5	55,3	50	45,3		
			S	62,9	68,9			62,5	93,3	31,1	59,2	53,4	50,6	44,9	42,4	55,8	50,4	44,7		
			E	67,4	70,4			63,4	92,4	35,6	52	51,6	47,2	49,6	45,7	58,1	52,9	48,2		
		DOMINGO	Calle 16 N° 15A-43	Diurno	V	62,5	68,5	63,76	68,63	63,5	104,6	52,8	52	51,4	50,4	48,5	42,9	58	52,1	44,1
					N	68,8	74,8			69,7	97,6	65,1	66,5	61,6	66,5	58,3	66,5	50	34,2	21,6
					O	70,0	73,0			71,5	97,6	72,1	63,3	65,4	62,8	57,8	64,7	48,7	34	20,4
				Nocturno	S	74,8	77,8	76,9	102,6	65,6	59,4	62,9	59,9	56,8	63,2	47,5	34,6	21,1		
					E	72,9	75,9	75,4	99,5	65,7	60,1	60,3	58,5	55,2	63,6	44,4	29,3	16,5		
					V	73,3	73,3	76,6	118,1	59,6	67	69,9	70,4	58,8	65,5	53,5	33,9	34,1		
					N	55,4	61,40	56,8	90,9	48,3	59,6	50,6	45,8	43,6	40,5	30,2	21,1	9		
SEMANAL	24	Diurno	O	59,2	59,2	64,80	69,57	60,1	91,4	57,8	54,1	50	49,3	49,2	50,4	38,4	29,8	30,7		
			S	59,6	59,6			59,8	92,4	60,9	58,2	52,7	50,4	49	47	46	43,5	25,8		
			E	61,1	64,1			65,4	93,7	59,7	59	55,6	50,9	52,2	49,1	43,3	41,3	22,9		
			V	69,3	75,3			66,9	96,3	57,7	55,3	58,1	61,7	56,8	54,2	39,6	32,2	18		
			N	49,5	55,5			71,8	125,0	61,6	64	56	60,5	57,3	55,7	54,3	44,6	38,5		
			O	57,7	57,7			50,2	86,2	50,5	46,9	41,8	44,6	39,2	36,9	25,8	31,3	18,2		
			S	60,4	66,4			58,4	89,0	41	54,5	58,9	47	44,3	42,5	37,3	33	22,5		
		DOMINGO	versal 17 calle 35A	Diurno	E	39,6	42,6	61,63	67,36	61,9	92,6	58,9	46,4	43,5	41,5	40,3	43,7	35,2	38,1	16,4
					V	67,4	73,4			44,5	80,2	40,4	37,7	35,9	34,6	28,4	23,8	16,8	13,3	20,1
					N	60,1	60,1			69,1	128,1	73,6	61,6	50	56,8	56,9	55,1	47,9	32,8	31,6
				Nocturno	O	58,5	58,5	62,5	89,1	56,5	61,7	53	46	45,3	42,9	36,4	28,6	16,3		
					S	58,5	58,5	59,6	90,9	50,5	57,3	52,7	48,4	47,6	42,8	37,5	30,2	17,5		

Punto	Dirección	Horario	Orientación	Leq, dB	LReq	LAeq	LRAeq	Lieq, dB	Pico, dB												
										20 Hz	100 Hz	200 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	5 KHz	10 KHz	20 KHz			
DOMINGO	Transv	Diurno	S	62,4	65,4	61,26	65,33	66,3	96,7	49,2	56,8	53,6	45,9	44,9	41,6	34,8	29,6	15,8			
			E	56,6	59,6			58,4	90,2	56,5	56,9	61,9	50,7	49	45,2	36,7	28	14,5			
			V	64,4	70,4			65,1	119,7	55,4	61,2	72,7	53,3	47,1	46,4	39,6	33,8	33,4			
			N	49,8	55,80			50,0	83,1	53,4	41,9	44,1	43,5	39,5	38,2	21,9	13,6	8,3			
			O	52,3	58,30			54,6	90,5	53,6	41,3	44,1	43,9	44,8	40,5	29,6	18,4	14,5			
			S	51,1	57,10			52,7	89,5	53,1	40	42,8	48	40,5	36,1	21,7	13,5	11			
		Nocturno	E	47,3	53,30	49,1	74,5	52,4	38,4	42,2	41,2	34,6	35	20,2	18,5	9,2					
			V	47,5	50,50	49,6	85,2	53,8	40,5	42,7	41,1	36,8	36,1	21,5	14,6	7,5					
			N	71,0	74,0	72,5	104,7	64,7	68	64,2	62,6	61	59,7	50,1	41,3	35,3					
			O	73,3	79,3	74,6	105,2	68,2	66,5	62,2	63,2	60,2	59,7	53,1	48,6	36,9					
			S	73,1	79,1	75,8	102,0	65,1	67,4	63,1	63,7	62,8	60,9	53,1	45,4	34,8					
			E	80,1	86,1	81,2	104,3	68,4	68	67	63,4	62,2	60,6	52,9	48,3	37,5					
SEMANTAL	25	Diurno	V	79,3	85,3	76,85	82,73	79,8	107,7	64,7	66,8	64,1	64,2	73	61,4	51,2	46,3	32,1			
			N	62,3	62,3			63,7	103,7	60,5	56,4	52,3	46,2	44,9	42,3	46,8	48,6				
			O	59,0	65,0			60,4	96,5	77	51,3	47,3	49,2	46,7	42,3	41,1	42,8	42,2			
			S	73,8	73,8			75,6	106,4	71,2	51,6	53,4	57,4	60,2	67,1	60,2	52,1	49,9			
			E	68,5	74,5			69,4	109,0	64,4	76,2	71,7	61,8	72,6	62,7	60,8	65,1	65,2			
			V	77,1	83,1			78,5	127,4	65,3	63	72,8	66,4	60	62,2	48,2	68,7	42,3			
		Nocturno	N	70,7	70,7	71,4	97,2	72,7	69,6	67,1	58,8	58,8	56,8	51,8	43,7	50,6					
			O	68,6	68,6	69,2	95,6	49,2	59,8	56,6	54,8	53,6	50,6	39,3	30,7	13,6					
			S	68,3	71,3	69,8	97,1	48,8	59,1	58,4	57	55,7	51,4	44,3	36,8	21,9					
			E	68,4	71,4	70,6	97,7	50,2	62,2	56,7	55,4	54,3	50,4	41,2	33,9	16,5					
			V	71,7	77,7	71,9	107,3	53,1	57	56,6	55,7	54,3	51,1	41,4	33,2	14,3					
			N	56,5	59,5	57,6	86,4	41,1	61,4	53,9	45,4	47,1	43,4	30,4	20,2	12,7					
DOMINGO	Carrera 12 N°19-69	Diurno	O	62,3	65,3	69,77	73,23	65,4	90,0	55,3	57,1	66,8	50,8	48,8	46,1	44,5	40,3	31,8			
			S	47,3	53,3			48,1	89,1	56,4	43,5	44,1	46,5	49,7	39,7	33,3	28,6	15,5			
			E	45,8	45,8			46,3	87,5	59,3	54,9	56,8	50,3	48,6	47,2	41,9	32	18,5			
			V	62,1	62,1			63,5	99,6	67,2	59,8	55,5	53,3	50,6	44,9	41,2	30	42			
			N	63,9	63,9			65,9	103,3	57,7	64,5	59,5	55,5	53,7	50,3	40,4	32,4	31			
			O	64,3	64,3			66,5	110,4	66,2	67,4	61	56,2	53,8	50,5	41,1	37,7	40,2			
		Nocturno	S	63,0	63,0	65,8	103,2	66,3	58,6	57,7	55,4	53,4	49,3	39,8	32,7	34,5					
			E	63,2	66,2	66,5	112,2	66,6	62,2	56,2	54,9	53,4	50,7	41,1	35,7	37,4					
			V	65,1	68,1	68,2	104,2	58,8	63,2	60,3	56,3	56	53,7	43,3	33,5	34,1					
			N	58,0	61,0	62,3	97,1	49,8	48,6	51,7	51,1	53,5	50,2	54,1	52,3	58					
			O	59,5	65,5	60,2	91,3	61,8	54,9	59	63,6	57,3	52,7	50,1	62,3	59					
			S	60,5	60,5	61,8	93,9	63	68	57,9	56,4	56,1	58,9	57,4	60	61,8					
SEMANTAL	26	Diurno	E	57,4	57,4	58,90	61,96	59,8	88,3	61,7	55,3	51,2	52,7	53,7	55,3	49,9	51,3	53,5			
			V	58,4	61,4			61,8	91,6	55,2	51,1	54,3	56,8	56,9	61,6	60,8	62,1	63,9			
			N	62,2	65,2			65,7	94,1	61,7	61,7	57,2	55,3	53,6	52	43	35,6	21			
			O	61,8	61,8			64,9	90,6	55,7	59,6	56,7	54,2	54,9	53,1	44,9	35,2	22,9			
			S	80,1	80,1			82,6	121,2	80,6	69,5	66,1	64,6	60,5	57,1	51,2	45,8	47,2			
			E	58,1	61,1			60,3	91,8	53,9	63,9	57,1	53,5	54,9	51,4	41,7	34,9	19			
		Nocturno	V	63,5	63,5	66,5	98,9	58,5	60,5	55,7	53,5	52,6	51,9	41,2	34,5	22					
			N	63,3	63,3	65,2	103,3	58,6	67	59,3	55,3	55,7	54,7	47,9	37,2	29,8					
			O	56,6	56,6	58,1	92,6	51,9	69,9	64,1	56,1	54,8	56,3	48,1	40,5	30,3					
			S	60,5	66,5	64,3	101,5	55,7	65,7	61,8	58,6	55,5	54,5	48,5	39,5	32,8					
			E	65,1	65,1	67,2	116,4	53,8	62,9	62,5	56,7	54,7	56,3	49,1	45,6	33,5					
			V	46,6	52,6	48,2	84,5	48,4	40,8	31	46,1	28,6	15,7	10,1	7,3	9,2					
DOMINGO	Calle 24 con carrera 6	Diurno	N	70,4	73,4	73,36	73,45	73,6	103,1	62,2	64,4	61,7	60,6	61,6	57,9	50,7	45,4	39,3			
			O	71,0	74,0			74,8	105,7	60,3	66,6	62,6	61,6	62,2	58,7	49,4	44,7	37			
			S	69,1	69,1			70,6	105,0	59,9	62,6	61,8	60,1	60,3	56,7	50,5	40,6	32,3			
			E	65,7	68,7			68,9	100,7	58,9	58,8	57,8	56,8	56,5	54	46,3	35	29,7			
			V	73,4	79,4			75,1	123,2	61,3	67,5	66,9	64,6	63,2	61,6	56,1	46,8	41,7			
			N	63,7	66,7			66,0	95,5	41,9	46,8	49	50,6	59,6	51,3	33,7	25,7	16,1			
		Nocturno	O	66,7	66,7	68,9	101,2	49,2	60	55,9	58,4	58	53,7	43,7	34,7	22,8					
			S	58,5	58,5	60,3	93,9	39,3	45,4	47	49,2	49,4	48,1	37,1	26,4	16,7					
			E	59,5	59,5	62,5	94,9	54,6	56,8	52,8	48,2	49,7	48,7	40,6	35,3	24,6					
			V	67,5	73,5	70,4	130,6	76,4	64,8	54,8	57,4	55,8	58,8	47,1	42,6	40,1					
			SEMANTAL	9 N° 25-54	Diurno	N	70,4	73,4	70,59	74,76	73,6	103,1	62,2	64,4	61,7	60,6	61,6	57,9	50,7	45,4	39,3
						O	71,0	74,0			74,8	105,7	60,3	66,6	62,6	61,6	62,2	58,7	49,4	44,7	37
S	69,1	69,1				70,6	105,0	59,9			62,6	61,8	60,1	60,3	56,7	50,5	40,6	32,3			
E	65,7	68,7				68,9	100,7	58,9			58,8	57,8	56,8	56,5	54	46,3	35	29,7			
V	73,4	79,4				75,1	123,2	61,3			67,5	66,9	64,6	63,2	61,6	56,1	46,8	41,7			
N	63,7	66,7				66,0	95,5	41,9			46,8	49	50,6	59,6	51,3	33,7	25,7	16,1			
Nocturno	O	66,7			66,7	68,9	101,2	49,2	60	55,9	58,4	58	53,7	43,7	34,7	22,8					
	S	58,5			58,5	60,3	93,9	39,3	45,4	47	49,2	49,4	48,1	37,1	26,4	16,7					
	E	59,5			59,5	62,5	94,9	54,6	56,8	52,8	48,2	49,7	48,7	40,6	35,3	24,6					
	V	67,5			73,5	70,4	130,6	76,4	64,8	54,8	57,4	55,8	58,8	47,1	42,6	40,1					

Día	Punto	Dirección	Horario	Orientación	Leg, dB	LReq	LAeq	LRAeq	Lieq, dB	Pico, dB	Frecuencia (Hz)								
											20 Hz	100 Hz	200 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	5 KHz	10 KHz	20 KHz
DOMINGO		Carrera 1	Diurno	N	68,9	68,9	71,27	73,60	69,7	96,8	62,4	66,4	65,8	57,4	57,4	55,3	49,1	41,2	31,9
				O	73,4	76,4			76,2	99,0	65,1	67,2	62,4	60,6	60,9	58,9	50,5	41,4	28,4
				S	71,6	74,6			74,8	98,3	61	63,4	61,5	65,8	61,8	60,3	48	39,2	22,4
				E	70,6	70,6			73,5	103,0	65,3	68,2	61,7	59,3	58,8	55,7	46,7	38,1	41
				V	70,6	73,6			75,4	114,2	68	67,9	64,3	64,5	62,1	57,5	49,8	40,6	33,7
				N	55,3	58,3			58,4	93,5	43,6	46,7	50,1	48	45	41,9	31,2	22,8	10,1
			Nocturno	O	53,1	59,1	56,2	80,6	41,1	43,4	43,6	47,1	44,8	40,5	30,8	23,6	8,5		
				S	55,6	58,6	58,6	84,5	39,6	43,9	45,9	48,6	46,9	43	33,3	24,3	9,3		
				E	50,9	53,9	54,2	89,5	45,9	52,6	45	48	46	45,4	36,7	33,9	21,1		
				V	58,4	61,4	62,3	90,1	48,9	56,5	56,3	48,9	48,3	46,5	36,6	29	16,9		
				N	69,7	72,7	71,9	108,5	62,4	67,9	65,4	60,6	60,7	57,9	49,2	39,7	34,3		
				O	68,5	71,5	70,5	111,1	62,4	67,5	65,7	60,3	57,8	55,5	46,5	35,3	35,7		
SEMANTAL	28	Carrera 10 N° 22-04	Diurno	S	68,5	71,5	68,51	71,13	71,2	100,7	60,8	62,8	60,1	61,2	60	55,9	49,9	39,6	26
				E	67,4	68,5			69,7	104,3	60,8	65,1	61,3	59	58,5	54,5	46,9	39,6	31,2
				V	68,1	70,4			70,5	98,0	57,4	61,6	62	60,4	57	54,7	45,9	34,5	24,8
				N	67,6	68,1			69,3	93,8	69,6	71,7	69,5	66,1	65,6	68,4	68	68,5	67,3
				O	65,6	67,6			67,4	91,7	64,3	65,6	65,2	65	64,4	64,6	63,9	65,1	65,8
				S	67,5	68,6			69,1	92,4	66,1	67,4	69	68,1	69,2	68,4	66,8	68,5	65,6
			Nocturno	E	68,2	67,5	70,0	102,7	70,1	70,2	67,1	64	70,4	70,2	66,7	69,7	70,5		
				V	68,0	74,2	69,5	96,6	69,7	68,4	63,5	73,2	68,5	66,3	67,5	67,5	67,6		
				N	61,7	71,0	65,9	92,0	58,9	62,3	60,3	59,6	55,7	51,8	44,1	36,3	23,2		
				O	64,1	64,7	67,2	94,0	62,6	68,8	65,7	59,3	58,5	55,2	50,3	48,3	32,5		
				S	64,1	67,1	67,9	93,7	60,3	66,2	58,8	55,3	54,3	52,3	44,9	35,9	21,2		
				E	62,6	67,1	65,4	105,5	56,9	61	57,2	54,3	53,3	52,1	44	41,4	25,6		
DOMINGO		Carrera 10 N° 22-04	Diurno	V	62,3	68,6	63,07	68,20	66,2	94,6	57,5	66,1	59,7	55,7	54	45,6	36,9	19,4	
				N	58,1	58,1			59,4	101,6	57,2	52,3	51,3	50,5	50,6	45,5	30,3	19,2	12,9
				O	45,8	45,8			47,5	82,7	55,1	45,9	42,3	42,9	38,7	35,4	25,6	14,6	10,9
				S	43,3	46,3			46,8	80,3	52,9	44,5	41,6	41,3	39,5	34,6	25,7	23,7	14,9
				E	44,0	47,0			47,1	80,5	57,6	48,2	44,2	44,3	44,1	41,7	31,2	18,7	9,7
				V	67,0	73,0			70,3	105,7	65,3	59,2	53,2	48,8	50,2	44,4	41,9	34,8	35,2
			Nocturno	N	70,3	70,3	72,5	100,5	64,7	68,7	63,9	62,7	60,3	58	50,4	40,8	30,5		
				O	72,6	78,6	76,8	106,0	63,5	71,5	64,9	60,8	61,9	59,4	50,4	44,3	36,9		
				S	68,9	68,9	69,5	98,1	62,9	68	62,1	60	59,3	56,6	49,7	43	36,6		
				E	67,5	70,5	69,1	99,4	61,5	67,3	59,7	57,8	57,2	55,2	48,7	43,9	31		
				V	70,5	70,5	72,8	101,9	61,6	75	67,8	61,1	58,9	58,6	49,9	40,1	29		
				N	59,0	59,0	61,5	93,7	60,8	60,7	55,5	58,9	66,9	64,7	58,8	63	56,9		
SEMANTAL	29	Transversal 15 Calle 22	Diurno	O	60,8	63,8	69,62	73,29	64,9	96,4	63	54	52,4	59,2	60,8	53,7	47,1	42	42,6
				S	73,4	73,4			75,5	110,3	52,3	55,8	58,7	60,5	62,2	66,8	67,7	70,1	78,5
				E	64,6	67,6			66,3	99,1	49,8	53	46,7	47,4	48,7	51,1	60,9	57,1	53,5
				V	72,8	78,8			75,1	125,4	67	65,8	91,9	63,2	64	67,4	57,9	55,2	59,2
				N	66,4	66,4			68,2	103,9	62,4	65,4	59,5	58,8	58,5	54,9	49,1	41,5	25,4
				O	67,1	67,1			69,4	97,1	60,8	64	56,1	53,1	52,5	50,9	41,2	32,8	18,4
			Nocturno	S	67,6	67,6	69,5	96,6	60,9	49,8	55,1	49,8	48,3	46,4	31,2	20,1	9,8		
				E	65,8	65,8	68,3	95,8	60,7	51,6	52,1	51	49,4	47	35,1	27,2	13,9		
				V	68,3	68,3	70,5	100,6	61,1	52	53,3	51,2	48,2	45,6	35,3	24,8	22,2		
				N	59,1	62,1	62,3	87,3	42,2	47,8	49,6	55,6	51,3	45,7	33,8	27,3	16,8		
				O	58,8	61,8	60,1	89,0	40,8	54	49,5	54,6	49,8	43,4	31,3	23,7	20,7		
				S	59,3	62,3	61,0	91,6	41,5	47,3	45,1	54,1	44,5	37,4	25,8	16,2	10,2		
DOMINGO		Transversal 15 Calle 22	Diurno	E	58,5	61,5	60,57	63,57	62,3	83,0	41	51,1	49,7	50,2	51	43,8	31,3	22,6	16,4
				V	64,1	67,1			68,7	97,9	57,2	52,3	51,3	50,5	50,6	45,5	30,3	19,2	11,5
				N	64,5	70,5			66,8	96,4	54,6	56,6	55,3	54,4	54,1	50,3	54,6	47,8	45,1
				O	61,8	67,8			60,7	93,5	52,4	60	54,5	52	47,4	46,9	54,3	47,7	45,1
				S	60,1	66,1			63,7	89,9	53	55,4	50,8	50,4	48,6	46	52,3	46,6	45,1
				E	62,3	68,3			66,1	94,6	55,5	58,1	54,5	54,1	49,6	47,6	52,9	46,9	45,1
			Nocturno	V	67,9	73,9	70,9	100,5	57,1	52,6	49,9	53,4	62,1	51,5	54,4	47,7	45,2		
				N	66,9	66,9	68,5	118,4	57,1	60,3	55,9	57	60,2	53,9	41,7	33,4	14,7		
				O	38,6	41,6	39,8	80,8	45	34,2	33,7	35,7	30,5	28	16,4	18,1	20,6		
				S	41,4	47,4	44,2	86,2	44,5	36,1	36,8	40,3	34,3	28,5	19,8	20,4	16,2		
				E	41,8	47,8	45,0	87,3	45	31,4	33,9	36,8	33,7	30	16,4	17,6	17,9		
				V	67,9	73,9	70,9	100,5	57,1	52,6	49,9	53,4	62,1	51,5	54,4	47,7	45,2		
SEMANTAL		N°26-30	Diurno	N	64,5	70,5	64,22	70,22	66,8	96,4	54,6	56,6	55,3	54,4	54,1	50,3	54,6	47,8	45,1
				O	61,8	67,8			60,7	93,5	52,4	60	54,5	52	47,4	46,9	54,3	47,7	45,1
				S	60,1	66,1			63,7	89,9	53	55,4	50,8	50,4	48,6	46	52,3	46,6	45,1
				E	62,3	68,3			66,1	94,6	55,5	58,1	54,5	54,1	49,6	47,6	52,9	46,9	45,1
				V	67,9	73,9			70,9	100,5	57,1	52,6	49,9	53,4	62,1	51,5	54,4	47,7	45,2
				N	66,9	66,9			68,5	118,4	57,1	60,3	55,9	57	60,2	53,9	41,7	33,4	14,7
			Nocturno	O	38,6	41,6	39,8	80,8	45	34,2	33,7	35,7	30,5	28	16,4	18,1	20,6		
				S	41,4	47,4	44,2	86,2	44,5	36,1	36,8	40,3	34,3	28,5	19,8	20,4	16,2		
				E	41,8	47,8	45,0	87,3	45	31,4	33,9	36,8	33,7	30	16,4	17,6	17,9		
				V	67,9	73,9	70,9	100,5	57,1	52,6	49,9	53,4	62,1	51,5	54,4	47,7	45,2		
				N	66,9	66,9	68,5	118,4	57,1	60,3	55,9	57	60,2	53,9	41,7	33,4	14,7		
				O	38,6	41,6	39,8	80,8	45	34,2	33,7	35,7	30,5	28	16,4	18,1	20,6		

Punto	Dirección	Horario	Orientación	Leq, dB	LReq	LAeq	LRAeq	Lieq, dB	Pico, dB													
										20 Hz	100 Hz	200 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	5 KHz	10 KHz	20 KHz				
DOMINGO	30	Carrera 2 E-	Diurno	V	66,4	72,4	62,78	67,21	68,7	122,5	46,1	34,2	36,6	38,6	34,4	34,9	18,5	18,9	13,5			
				N	63,5	66,5			66,5	87,3	59,7	61,5	58,1	57,4	52,8	49,9	43,6	38,4	27,2			
				O	62,6	65,6			64,1	86,3	58,1	62,3	57,7	55,9	52,7	48,3	41,5	32,7	20,5			
				S	60,6	60,6			63,6	101,5	55,7	52,3	51,3	55,4	50,5	45,8	39,4	32,2	20,2			
				E	63,5	69,5			65,2	99	57,4	61,3	59,3	56,6	53,6	48,9	39	40,5	16,2			
				V	63,1	69,1			66,8	102,4	63,8	61	59,8	57,2	52,4	49,2	41,5	33	20,4			
			Nocturno	N	42,3	45,3	45,5	74,6	38,1	45,2	37,8	37,9	29,7	28,2	20,1	15,7	11,9					
				O	43,3	46,3	47,6	80,8	37,7	44,7	36,4	38,1	33,1	29,7	23,7	18,8	12,6					
				S	45,6	48,6	49,1	82,5	37,5	46,2	39,2	38,5	37,2	33,9	27	23,6	14,1					
				E	46,2	49,2	49,6	75,8	39	46,2	41,8	41,7	34,9	30,8	22	18,2	9					
				V	59,5	59,5	61,2	101,5	84,6	64,8	62,1	49,4	43,8	35,7	28,2	20,7	24,9					
				N	72,4	75,4	75,6	100,9	66,1	70	65,3	63,1	62,3	60,6	51,6	43,3	33,8					
			SEMANAL	31	Carrera 10 Calle 25	Diurno	O	71,8	71,8	70,37	73,92	74,8	101,1	65,5	67,6	65,4	62,8	63,8	60	52,1	42,7	31
							S	68,8	74,8			70,5	99,4	64,9	67,3	63,5	60,4	58,6	56,8	49	40,1	26,6
E	68,4	71,4					73,5	101,7	66			69	61,6	59,7	57,9	56,7	49	41	23,6			
V	68,7	74,7					70,6	100,2	47,9			55,6	49,9	48,7	48,5	43,2	33,4	18,1				
N	63,5	63,5					65,8	99,2	64,1			68,9	63,2	61,8	61,2	60,8	64	65,3	61,1			
O	69,0	72,0					72,5	99,8	61,9			57	61,5	64,5	63,6	65,2	60	67	73,1			
Nocturno	S	66,2				69,2	68,2	98,2	53,9	58,3	68,3	64,4	71,4	67,6	69,3	69,8	62,2					
	E	64,2				64,2	65,9	96,4	59	62,7	61,3	68,6	65,2	68,1	64,1	60,2	57,2					
	V	64,3				70,3	73,1	97,2	57,5	69,7	67,9	59,9	51,8	52,4	61,7	60,5	66,5					
	N	70,5				70,5	72,6	99,5	62,8	72,8	63,8	62,3	61,5	58,2	49,1	41,2	29					
	O	70,2				70,2	75,8	99,7	65,1	69,5	64	63,2	61,5	58,8	49,6	39,3	23,7					
	S	69,2				69,2	70,0	100,2	60,8	70,4	63,6	61,6	60,1	56,7	48,4	39,5	21,9					
DOMINGO	31	Carrera 10 Calle 25				Diurno	E	68,8	68,8	69,42	69,42	70,5	98,7	61,7	66,6	61,5	57,9	57,3	55,6	49,6	43,5	33,1
							V	67,9	67,9			68,3	99,0	64,6	71,1	64	62	61,2	59,7	49,1	43	38,3
			N	68,4	71,4		73,5	100,7	59,8			64,1	61,3	60,2	60,2	56,8	49,1	37,6	28,8			
			O	69,2	75,2		71,3	101,1	62,8			68,6	61,6	61,4	60,3	56,7	47	36,6	19,6			
			S	55,1	58,1		59,1	89,6	63			52,6	51,3	49,8	44,2	38	23,5	18,6	11,5			
			E	46,4	49,4		47,8	82,3	52,2			36,1	40,3	39,3	37,1	31	15	9,5	8,8			
SEMANAL	32	Carrera 13 Calle 22	Diurno	V	59,6	62,6	65,26	68,99	60,0	95,9	64,1	56,3	52,8	52,8	48,7	43,3	40	32,7	27,2			
				N	66,5	66,5			69,2	105,2	63,4	61	59,2	57,3	57,1	55,4	47,2	39,3	36,3			
				O	65,4	65,4			68,3	100,0	60,6	68,1	60,3	59,2	54,4	51,2	44,7	42,3	39,1			
				S	64,4	70,4			73,1	102,0	60,2	62,1	59,1	54,8	53	51,5	44,6	39,6	31,5			
				E	63,9	70,4			67,1	97,0	60,9	64,3	57,5	55,3	54,4	51,5	40,6	30,7	21,9			
				V	65,6	69,9			65,6	97,3	61,1	62,4	58,7	55,8	57	54,5	42,1	33,7	26,6			
			Nocturno	N	57,6	65,6	62,3	86,6	60,3	61,5	59,3	60,5	59	57,4	53,8	53,7	49,3					
				O	58,6	60,6	60,3	91,6	59,7	56,8	56,6	56,2	58,7	60,1	62,3	67,2	65,7					
				S	54,7	61,6	57,7	85,8	53,1	45,6	49,4	48	46,7	53,6	56,8	44,8	46,7					
				E	56,7	60,7	58,4	90,2	51,9	54,8	54,1	57,1	54,4	53,7	53,6	54,1	46,6					
				V	73,5	62,7	75,6	129,3	65,8	57	63,2	63,2	54,3	48,4	56,8	55,2	53,3					
				N	63,6	73,5	66,5	93,0	53,5	58,8	56,4	57	59,2	53,6	41,1	31,5	15,4					
			DOMINGO	32	Carrera 13 Calle 22	Diurno	O	65,5	66,6	64,31	68,64	68,3	99,0	49,9	64,6	57,1	56,8	59,8	53	41,2	33,7	22,5
							S	62,3	65,5			65,1	90,2	53,2	56,1	56,6	56,5	58,4	52,9	40,7	32,7	17,8
E	64,2	65,3					66,5	93,0	53,1			66,2	62,5	57	59,8	54	40,6	30,1	12,5			
V	65,2	64,2					68,7	97,3	49,4			65,4	55,1	54,2	55,9	50,2	39,9	32,1	15,3			
N	50,0	71,2					52,1	79,7	48,3			43,2	46,5	43,2	40,5	37,9	24,8	17,3	7,6			
O	53,5	56,0					54,6	88,2	46,7			41,5	50,6	46,3	33,6	28	17,3	13,7	7,7			
SEMANAL	19-05	Carrera 13 Calle 22	Diurno	S	54,9	309,0	57,20	302,01	56,3	89,4	52,4	43,5	52,4	51,8	36,4	35,3	34,5	25,6	23,4			
				E	56,1	60,9			57,8	91,5	52,4	40,1	52	47,3	36,1	29,2	14,7	13,8	8,1			
				V	62,0	59,1			63,2	96,4	55,4	55,2	51,3	53,3	48,7	44,6	43,3	40,3	43,1			
				N	65,7	71,7			68,6	92,4	45,8	58,2	53	56,2	57,6	54,1	44,2	33,3	17,5			
				O	66,7	69,7			67,4	99,6	53,1	58,7	53,5	56,6	59,3	56	43,8	35,8	31,9			
				S	67,0	70,0			67,8	100,8	52,7	58,1	53,9	56,4	60,2	55,5	41,9	33,5	32,9			
SEMANAL	19-05	Carrera 13 Calle 22	Nocturno	E	71,0	74,0	60,33	64,05	72,6	94,5	50,2	58,4	60	61,2	63,5	59,7	47,8	42,3	29,2			
				V	70,3	76,3			73,2	118,6	53	58,2	58,1	60,7	62,8	58,3	47,6	38	30,2			
				N	48,1	51,1			49,6	76,4	28,6	32,4	40,5	44,7	38	30,3	19	13,7	7,1			
				O	48,2	48,2			50,5	88,0	38,7	33,5	43	45,1	35,9	30,4	23,2	18,7	9,9			
				S	50,0	53,0			54,2	90,6	46,5	42,8	42,7	45,7	39,8	36,1	28,5	22,1	12,1			

Punto	Dirección	Horario	Orientación	Leq, dB	LReq	LAeq	LRAeq	Lleq, dB	Pico, dB										
										20 Hz	100 Hz	200 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	5 KHz	10 KHz	20 KHz	
DOMINGO	33	Carrera 19 No. 7	Diurno	E	60,0	66,0	63,43	64,88	63,9	94,3	33,4	35,9	39,7	57,4	54,1	39,6	26,1	20,1	8,7
				V	66,2	69,2			68,7	141,4	85,4	76,4	69,8	51,6	50,6	49	42,1	37,2	34,6
				N	60,3	63,3			64,1	87,9	53,5	58,8	56,4	57	59,2	53,6	41,1	31,5	15,4
				O	60,4	63,4			63,0	87,5	49,9	64,6	57,1	56,8	59,8	53	41,2	33,7	22,5
				S	66,5	66,5			68,3	102,8	53,2	56,1	56,6	56,5	58,4	52,9	40,7	32,7	17,7
				E	63,5	66,5			66,5	93,7	53,1	66,2	62,5	57	59,8	54	40,6	30,1	12,5
			Nocturno	V	63,3	63,3	65,1	113,3	49,4	65,4	55,1	54,2	55,9	50,2	39,9	32,1	15,3		
				N	55,5	58,5	58,6	82,7	42,8	52,7	53,3	44,1	46,2	44,9	33,9	26	16,2		
				O	54,9	54,9	57,1	84,1	45,2	47,1	45,6	43,6	45,6	44,1	32,6	25,7	11,3		
				S	53,9	56,9	56,9	82,2	45,6	50,2	50,5	43,8	44,7	42,6	28	18,2	8,9		
				E	55,3	61,3	58,4	94,9	49,1	51,8	52	43,9	42,8	40,8	26,9	25	26,7		
				V	56,9	59,9	59,6	91,6	48,2	62,1	53,7	44,8	45,3	43,2	37,6	30,9	15,7		
				N	69,1	72,1	70,3	100,7	58	66,5	60,9	58,8	59,6	57,8	48,6	39,3	29,2		
				O	70,7	73,7	74,0	100,0	60	70,4	64,1	62,4	61,9	58,9	50,5	40,5	28		
SEMANTAL	34	Carrea 7 N° 27-100	Diurno	S	71,8	74,8	70,76	73,22	75,6	103,4	64,3	66,4	65,4	62	61,9	60,6	51	43,8	31
				E	71,5	71,5			73,2	100,2	62,7	62,3	63,3	62,2	61,9	60	51,3	45,4	32,9
				V	70,2	73,2			73,9	98,0	59,6	67,7	64,3	59,8	60,7	59,5	47,7	40,9	25,8
				N	62,9	65,9			66,5	93,7	56,3	55,9	54,7	54,1	53,3	51,9	40,3	29,8	19,5
			Nocturno	O	61,4	64,4	64,8	87,1	44,6	45,7	45,1	51,1	50,3	50,5	34,2	24,7	9,5		
				S	62,0	65,0	65,1	93,3	51,3	57,3	54,6	50,6	53,9	51,9	40,4	30,8	13,8		
				E	61,9	61,9	64,7	97,0	50,8	54,6	60,3	52,9	51,7	49,2	39,6	29,7	18		
				V	56,0	59,0	58,9	88,3	39,4	48,4	41,5	45	45,8	46,9	33,7	21,8	7,7		
			Diurno	N	72,3	75,3	75,9	99,3	63,5	66,4	61,9	61,9	61,2	58	56,7	49,6	32,6		
				O	68,1	68,1	70,2	100,4	60,6	66,7	61,2	63,9	62,3	59,1	53,2	47	30,2		
				S	68,3	71,3	71,6	93,9	64,5	52,3	52,1	50,3	45,3	38,3	23,4	20,7	11,2		
				E	71,1	74,1	72,6	105,8	64,4	51,6	51,6	49,1	44,4	38	25,1	18,4	8,2		
			Nocturno	V	74,7	74,7	77,5	123,3	63,9	54	52,3	49,8	45,8	40,4	31,2	25,2	11,9		
				N	54,4	60,4	56,6	86,4	48,3	43,2	46,5	43,2	40,5	37,9	24,8	17,3	7,6		
O	54,5	57,5		57,2	103,7	54,3	51,6	52	53,3	50,1	44,9	40,1	31,2	24,1					
S	50,7	56,7		53,3	91,1	52,9	44,7	47	46,6	43	37,5	30	22,2	10,8					
SEMANTAL	35	Carrera 14 No. 18-61	Diurno	E	45,2	48,2	70,82	73,82	47,5	81,1	55,4	55,2	51,3	53,3	48,7	44,6	43,3	40,3	43,1
				V	59,3	65,3			62,5	98,8	58,9	61	57,1	67,3	62,4	56,6	43,1	33,3	18,5
				N	70,2	73,2			73,6	98,3	65,2	68,8	63,7	61,1	61,1	58,4	49,1	40,4	31,1
				O	72,0	75,0			75,8	100,2	63	67,6	61,2	64,1	62	60,4	51,7	44,2	29
			Nocturno	S	71,2	74,2	74,6	98,8	65	67,8	62,9	61,2	61,7	60,2	50,3	41,9	32,1		
				E	70,2	73,2	74,5	100,8	65,1	66,1	62,1	61,5	60,1	58,2	49,6	41,3	30,8		
				V	70,2	73,2	73,6	97,0	66,3	66,9	61,3	61,1	60,5	59,3	48,9	38,7	20,4		
				N	58,9	64,9	60,3	102,7	69,9	56,5	52,4	52,5	47,2	46,7	53,6	60,2	65,8		
			Diurno	O	52,1	55,1	56,1	86,3	41,1	43,1	40,3	40,6	42,6	39,4	36,9	38,6	37,8		
				S	52,7	55,7	55,0	85,4	35,5	30,8	32,1	34,7	33,8	34,5	38,2	39	40,8		
				E	62,7	68,7	65,9	97,2	42,8	35,4	32,6	34,2	33,4	33,6	33,8	34,3	31,8		
				V	49,3	55,3	51,6	94,8	41,6	45	32,2	34,4	31,6	33,6	37,8	45,9	36,4		
			Nocturno	N	70,1	70,4	72,5	102,8	60,4	60,8	60,3	60,5	61,5	59,9	61,1	55	36,1		
				O	71,4	71,4	73,4	101,2	59,8	58,9	57,1	58,7	61,1	60,1	59	50,2	29,1		
S	71,1	71,1		71,8	101,2	61,9	61,2	60,4	59,8	61	60,1	59	49,8	27,7					
E	70,1	73,1		73,6	97,0	61,9	61,9	60	60,2	60,5	58,2	59,7	53	30,5					
Diurno	V	74,1	74,1	75,8	101,8	68,3	67,2	68,5	63,6	64,4	64,3	57,6	53,2	39					
	N	51,9	51,9	54,6	86,5	53,5	41,3	41,5	45	37,7	35,1	23,5	17,9	11,8					
	O	41,2	44,2	44,5	75,3	55,1	45,9	42,3	42,9	38,7	35,4	25,6	14,6	7,9					
	S	64,6	64,6	67,0	96,7	52,9	44,5	41,6	41,3	39,5	34,6	25,7	23,7	14,9					
Nocturno	E	51,5	54,5	55,8	83,6	42,1	47,4	44,4	41,3	42,3	40,4	27,8	20,3	8,9					
	V	62,6	62,6	64,6	109,8	51,9	57,2	58,9	54	54,5	49,8	43	38,1	29,7					
	N	67,1	70,1	70,2	103,0	58,7	63,4	60,5	56,9	57,2	54,9	48,4	43	37,2					
	O	36,1	36,1	38,5	98,6	54	54,3	53	53,5	56	51,1	38,2	29,8	23,5					
SEMANTAL	pendencia		Diurno	S	66,4	69,4	64,76	66,88	70,3	101,5	56,9	61,7	59,8	56,2	58,4	55,6	42,1	33,6	27,3
				E	64,5	64,5			65,9	101,1	55,7	62,4	59,3	54,6	55,8	52,5	42,8	36,8	33,5
				V	64,2	64,2			66,3	99,2	54,4	64,3	56,7	54,9	55,2	52,9	42,7	35,5	29,2
				N	54,0	60,0			57,6	82,6	41,4	46,5	44,3	43,3	46,6	42,2	27,9	19,5	20
				O	53,5	56,5			56,2	91,4	43,3	53,7	54,3	43,5	42,3	39,4	28,7	21,9	10

Punto	Dirección	Horario	Orientación	Leq, dB	LReq	LAeq	LRAeq	Liek, dB	Pico, dB													
										20 Hz	100 Hz	200 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	5 KHz	10 KHz	20 KHz				
DOMINGO	36	Frente a estadio de la inde	Nocturno	S	57,6	63,6	55,23	59,97	59,4	88,0	43,5	50,5	48,2	48,2	49,4	45,8	32,5	23,2	9,9			
				E	55,0	58,0			58,6	87,4	42,2	48,6	52,5	44,3	47,1	42,9	31,3	21,9	10,5			
				V	54,8	57,8			57,2	88,0	42,9	45,3	41,8	47	44,7	42,8	26,2	16,3	12,8			
			Diurno	N	62,8	62,8	65,97	67,31	65,6	89,5	58,9	62,3	60,3	59,6	55,7	51,8	44,1	36,3	21,1			
				O	62,7	65,7			65,7	93,2	62,6	68,8	65,7	59,3	58,5	55,2	50,3	48,3	31,2			
				S	64,2	64,2			66,9	95,4	60,3	66,2	58,8	55,3	54,3	52,3	44,9	35,9	21,2			
			Nocturno	E	66,7	72,7	54,51	54,48	67,8	103,0	56,9	61	55,2	54,3	53,3	52,1	44,1	43,4	25,6			
				V	69,4	45,6			71,5	119,0	57,5	66,1	59,7	57,3	55,8	54	45,6	36,9	19,4			
				N	39,6	0,0			41,6	82,4	46,4	58,1	48,2	43,3	44,5	42,7	34,1	33,2	19,5			
			SEMANTAL	37	Avenida colon con carrera 10	Diurno	N	76,5	76,5	74,53	74,95	78,5	105,7	68,4	70,4	67,8	65,4	67,2	65,2	58,3	51,4	38,9
							O	72,5	72,5			75,0	101,5	66,5	69,2	65	63,8	62,6	60,2	51,2	42,8	33,4
							S	72,3	72,3			74,6	101,1	68	69,7	64,2	61,8	62,2	61,7	53,5	45,6	32,7
Nocturno	E	76,8				76,8	62,97	67,52	77,1	114,1	67,2	72,8	73,6	70,1	65,1	63,7	56,9	51	41,5			
	V	71,6				74,6			75,2	105,3	64,8	70,5	66,2	61,9	61,4	60,7	51,5	48,2	31			
	N	61,9				64,9			63,1	93,3	51,1	61,5	54,3	52,6	51,9	49,4	40,9	32,4	14,6			
Diurno	O	60,3				63,3	70,43	73,58	65,9	94,4	49,3	60,5	52,2	53,2	49,6	48,9	38	28,3	13,2			
	S	63,0				66,0			66,4	95,8	55,5	54,8	51,7	51,6	56,9	52	40,9	33,3	20,4			
	E	66,3				72,3			69,5	98,2	56,1	63,9	58,5	58,9	55,9	55,4	45,4	35,9	18,7			
Nocturno	V	60,1				63,1	65,82	71,44	64,0	93,3	53,2	56,8	53,7	51,2	50,9	49,1	37,1	28,6	15,8			
	N	67,4				73,4			69,3	96,6	58,9	61	57,1	67,3	62,4	56,6	43,1	33,3	18,5			
	O	68,5				68,5			73,1	95,1	57,1	60,3	55,9	57	60,2	53,9	41,7	34	15,8			
DOMINGO	38	Carrera 10 N° 42-46	Diurno	S	68,8	71,8	53,84	57,79	70,2	103,6	56	63,1	59,7	60,9	58	54,2	44,6	40,3	28			
				E	70,2	73,2			74,5	101,5	63,2	67,5	59	56,6	61	54,6	44,1	35,3	36,7			
				V	73,9	76,9			76,2	127,5	55,9	65,1	57,8	60,6	56,4	53,2	41,5	33,5	17,4			
			Nocturno	N	72,0	78,0	56,29	62,26	75,0	111,7	52,9	42,8	44,5	42,3	40	41	26,2	16,9	7,8			
				O	59,1	62,1			60,3	99,4	53,6	47,2	49,3	50,6	52,7	50,2	38,6	27,5	9,3			
				S	60,1	63,1			64,2	108,1	47,4	54,1	48,4	46,5	46,7	46	30	21,2	13,2			
			SEMANTAL	38	Carrera 10 N° 42-46	Diurno	E	61,0	64,0	53,84	57,79	66,2	91,9	47,6	46,9	49,1	47,1	42,9	40,6	31,9	22,4	11
							V	52,2	55,2			55,8	80,5	54,8	50,3	50,6	49,4	51,9	51,6	36,1	29,1	27,7
							N	51,6	51,6			54,6	103,7	52,2	47,9	46	45,1	41,8	38,1	31,1	26,5	28
						Nocturno	O	49,5	49,5	56,29	62,26	51,8	104,3	57	46,9	43,3	42,1	40,4	36,5	32,8	29,1	33,7
							S	54,6	54,6			57,1	113,2	60,8	50,2	45	46,1	45,3	41,9	37,8	32,4	34,9
							E	57,8	63,8			60,0	108,4	57	52,7	53,2	48	47,3	42	33,6	29,6	33,6
Diurno	V	49,4				49,4	54,15	55,70	52,3	104,3	51,4	44,9	43,3	40,5	40,2	37,1	31,4	27,7	32,2			
	N	58,0				64,0			61,4	85,1	39,2	43,2	43,8	45,4	47,3	47,8	40,2	29,1	12,5			
	O	57,5				63,5			59,8	82,3	39,4	42,6	42,4	44,4	46,9	47,8	40,1	34,1	21,8			
Nocturno	S	57,9				63,9	56,28	59,98	60,2	81,8	34,9	43,3	41,7	43,9	47	46,7	41,8	34,8	23,5			
	E	54,7				60,7			57,6	81,3	49	41,7	40,5	41,6	44,4	44,6	37,5	29,7	14,6			
	V	43,8				43,8			46,1	78,8	47,4	36,8	40	38,7	34,4	26,4	14,5	10,1	6,9			
DOMINGO	38	Carrera 10 N° 42-46	Diurno	N	46,1	46,1	54,15	55,70	48,6	82,7	53,5	41,3	41,5	45	37,7	35,1	23,5	17,9	11,8			
				O	48,4	48,4			49,2	85,8	55,1	45,9	42,3	42,9	38,7	35,4	25,6	14,6	7,9			
				S	58,0	58,0			60,2	98,1	52,9	44,5	41,6	41,3	39,5	34,6	25,7	23,7	14,9			
			Nocturno	E	53,3	56,3	56,28	59,98	56,5	89,1	57,6	48,2	44,2	44,3	44,1	41,7	31,2	18,7	8,4			
				V	55,4	58,4			58,6	92,8	47,6	46,9	49,1	47,1	42,9	40,6	31,9	22,4	11			
				N	51,0	54,0			53,4	90,3	51,2	39,9	42,1	41,6	38,8	32	24,7	19,6	9			
			Diurno	O	43,2	49,2	70,18	74,10	44,9	76,9	47,9	40,8	46,2	47,6	39,5	36,1	40	35,3	33,3			
				S	55,2	61,2			58,6	110,3	52,2	39,1	40,5	43,1	39,2	35,8	27,5	22,1	11,1			
				E	43,3	49,3			47,5	85,9	51,6	38,7	42,7	40,8	36,3	29,9	17,8	12	7,2			
			Nocturno	V	62,1	65,1	70,18	74,10	63,6	113,7	58,9	44,4	43,4	44,5	41,6	38	23,7	14,4	8,2			
				N	69,2	72,2			71,2	103,0	64	66,7	64,4	60,7	58,5	55,7	48,2	40,5	30,2			
				O	70,1	73,1			73,6	101,4	61,2	70,4	62,4	59,9	59	55,3	50,4	45,5	32,5			
SEMANTAL	38	Carrera 10 N° 42-46	Diurno	S	72,1	78,1	70,18	74,10	75,4	104,6	63,9	67,2	64	59,8	59,8	63,5	46,9	41,2	32,1			
				E	68,8	68,8			69,7	99,0	61,7	67,2	63,2	58,2	60,3	56,9	51,7	50,1	38			
				V	69,9	72,9			70,5	102,0	60,9	71	63,8	57,9	58,8	56,9	47,4	45	29,3			
			Nocturno	N	60,5	63,5	70,18	74,10	63,6	89,2	54,8	57,5	51,7	53,7	50	48,7	40,6	31,6	17,6			

SE	Punto	Dirección	Horario	Orientación	Leq, dB	LReq	LAeq	LRAeq	Liek, dB	Pico, dB									
											20 Hz	100 Hz	200 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	5 KHz	10 KHz	20 KHz
DOMINGO	39	Calle 32 con carrera 16	Nocturno	O	57,9	60,9	64,39	70,11	59,5	92,8	46,4	65,4	59	49,6	45,2	43	36,6	28,6	21,7
				S	57,1	63,1			59,2	90,1	46,8	55,5	52	46,8	47,6	45,9	38,9	34,6	33,8
				E	68,7	74,7			71,4	100,2	47,9	55,6	49,9	48,7	48,7	48,5	43,2	33,4	18,1
				V	66,1	72,1			69,8	126,9	72,8	69,7	58,4	53,8	56	53,6	48,3	41	37,4
			Diurno	N	64,9	67,9	67,09	69,52	67,5	97,8	49,9	64,6	57,1	56,8	59,8	53	41,2	33,7	22,5
				O	64,5	64,5			66,3	97,5	53,2	56,1	56,6	56,5	58,4	52,9	40,7	32,7	17,7
				S	61,3	64,3			65,5	93,8	53,1	66,2	62,5	57	59,8	54	40,6	30,1	12,5
				E	71,7	74,7			74,8	107,8	62,4	65,4	59,5	58,8	58,5	54,9	49,1	41,5	28,4
			Nocturno	V	65,5	65,5	58,53	60,91	68,1	117,4	53,2	56,1	56,6	56,5	58,4	52,9	40,7	32,7	17,7
				N	53,3	56,3			56,0	85	64,5	51,9	47,4	45,9	43,9	39,5	31	18,6	8,6
				O	55,6	55,6			57,3	98,1	69,6	55,3	48,9	46,4	47,9	42,5	33,6	22,7	21,1
				S	59	62,0			61,5	89,7	63,1	59,5	54,7	48,8	48,2	46	39,4	32,2	16,3
SEMANTAL	40	Carrera 19 con calle 30	Diurno	N	69,7	69,7	71,03	71,81	72,2	108,2	63,4	68,7	64,8	60,8	60,1	57,6	50,9	42,8	37
				O	74,1	74,1			76,5	111,8	60,5	71	67,8	64,4	64,9	62	55,3	50,5	40,2
				S	70,9	70,9			73,4	109,2	62,6	68,1	64,3	60,9	61,5	60,4	50,2	43,2	34
				E	65,4	65,4			66,8	101,4	61,9	60,2	57,6	57	55,6	54,4	49	39,3	30,4
			Nocturno	V	71,0	74,0	58,99	64,40	76,9	107,9	64,6	69,1	65	61,3	61	59,4	49,3	40,4	36
				N	55,6	58,6			58,7	86,7	35,5	55,2	56	49,6	44,7	41,5	31,2	24,1	13,2
				O	57,6	63,6			64,9	90,8	42,3	51,7	53,5	50,1	48,8	44,6	33,5	26,7	15,7
				S	55,5	61,5			56,9	88,7	36,9	58,5	52,7	49	45,7	41,2	31,3	23,6	13,3
			Diurno	E	56,3	56,3	68,23	70,17	58,7	85,4	38,2	52,6	55,5	52,1	45,2	40,7	29,5	23,4	9,9
				V	63,5	69,5			65,9	115,5	55,8	65,6	58,5	53,9	53,7	50,4	44,6	38,1	39,6
				N	67,0	70,0			69,8	98,4	49,9	64,6	57,1	56,8	59,8	53	41,2	33,7	22,5
				O	66,6	66,6			67,8	96,7	53,2	56,1	56,6	56,5	58,4	52,9	40,7	32,7	17,7
Nocturno	S	69,3	72,3	53,46	55,03	70,6	101,9	53,1	66,2	62,5	57	59,8	54	40,6	30,1	12,5			
	E	69,9	69,9			71,4	103,1	49,4	65,4	55,1	54,2	55,9	50,2	39,9	32,1	15,3			
	V	67,3	70,3			69,3	112,0	45	47,5	54,3	54	48,8	41,9	31,3	23,3	12,4			
	N	52,6	52,6			55,4	87,3	48	52,8	43,8	43,2	42,9	41,6	33,6	26,1	13,3			
SEMANTAL	41	Avenida universitaria con calle 41	Diurno	O	52,7	55,7	62,98	63,33	56,3	83,7	44,7	54,5	45,3	42,6	43,3	42,7	30	21,8	9,4
				S	53,5	53,5			56,2	82,9	45,7	46,8	44,6	43,1	45,4	42,6	32,4	22,6	14,9
				E	53,3	53,3			55,0	82,7	43,3	54,2	55	45,5	40,5	39	32,9	24,9	13,1
				V	54,8	57,8			57,8	99,1	49	53,1	48,3	50,2	50,5	43,7	33,9	31,6	28,2
			Nocturno	N	63,7	63,7	64,35	66,96	66,5	101,1	57,9	64	58,9	56,2	54,3	49,7	42,5	37,4	34,5
				O	65,1	68,1			68,7	100,3	59,5	65,3	59	55,7	57	52,5	43,8	37,9	36,7
				S	64,8	67,8			65,9	96,7	56,4	64,4	59,4	56	56,1	52,1	44,8	39,3	32,6
				E	64,6	67,6			66,2	95,8	56,4	62,5	58	57	55,6	50,7	43,6	37,9	28,8
			Diurno	V	63,3	66,3	65,03	66,57	64,7	95,1	58,3	63,6	56,5	56,9	54,1	50,3	39,4	32,8	18
				N	65,5	65,5			67,9	94,5	52,3	63,9	59,3	55,3	54,4	53,9	49,4	40,2	24,2
				O	59,2	62,2			62,5	95,9	43,8	53,1	50,5	51,4	51,3	45,7	32,4	24,6	14,3
				S	62,2	62,2			65,0	96,4	48,8	60,6	55,9	54,7	52,9	49,7	43,9	31,1	12,9
Nocturno	E	62,9	62,9	67,04	69,62	65,3	95,0	48,1	59,2	56,6	54,5	54,4	49,8	37,7	29,4	14,2			
	V	62,9	62,9			65,4	92,6	49,2	60,4	56,1	52,7	54,7	51,3	39,2	30,8	14,2			
	N	63,0	66,0			66,8	93,5	53,5	58,8	56,4	57	59,2	53,6	41,1	31,5	15,4			
	O	62,5	65,5			66,2	90,0	49,9	64,6	57,1	56,8	59,8	53	41,2	33,7	22,5			
ANAL			Diurno	S	61,4	64,4	71,01	73,21	64,8	92,0	53,2	56,1	56,6	56,5	58,4	52,9	40,7	32,7	17,7
				E	62,2	65,2			63,9	93,2	53,1	66,2	62,5	57	59,8	54	40,6	30,1	12,5
				V	69,6	69,6			71,6	123,2	49,4	65,4	55,1	54,2	55,9	50,2	39,9	32,1	15,3
				N	63,5	66,5			66,8	115,0	59,1	50	52,7	47	46,1	44,8	35,5	26,9	9
			Nocturno	O	70,8	73,8	67,04	69,62	74,5	124,5	58,9	48,6	50,4	46,7	44,6	40	25,6	11,8	7,3
				S	56,6	56,6			58,9	101,7	59,3	48,3	49,2	46,6	44,9	41,2	26,3	10,9	7,2
				E	66,3	66,3			67,8	123,5	59,5	52,3	51,2	49,7	48,2	43	28,7	16,8	7,9
				V	68,0	71,0			71,4	121,3	60,1	50	50,2	48,1	46,2	45,3	31,5	17,9	27,1
			Diurno	N	71,2	74,2	71,01	73,21	74,6	110,9	71,1	69,3	64,4	61,9	62,2	59,5	50	42,4	43
				O	71,0	71,0			71,5	108,6	67,7	68,4	62,8	61,8	61,8	59,8	50,1	42	39,8
				S	69,4	69,4			70,6	107,7	66,9	68,5	62,2	59,3	60,3	57,9	48,2	39,2	38,5
				E	72,4	75,4			75,5	105,5	67,5	69,9	64	62,9	63,6	61,4	51,9	43,9	39
Diurno	V	70,5	73,5	71,01	73,21	74,6	106,5	68,8	70,2	64	61,1	61,2	58,9	50,3	39,6	37,9			

Punto	Dirección	Horario	Orientación	Leq, dB	LReq	LAeq	LRAeq	Lleq, dB	Pico, dB										
										20 Hz	100 Hz	200 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	5 KHz	10 KHz	20 KHz	
SEM	42	Centro de la glorieta	Nocturno	N	66,3	66,3	63,99	66,01	68,9	91,6	55	60,8	56,7	56,7	57,1	54	44,9	35,4	16,1
				O	63,9	63,9			66,5	91,4	53,5	62,4	57,1	54,1	55,4	52,1	44,4	35,3	18,6
				S	61,6	67,6			65,4	87,7	49,2	58,9	50,9	51,7	52,6	50,9	39,6	32,8	11,4
				E	64,9	67,9			67,2	96,5	54,7	59,9	54,1	53,3	57,2	52,5	42,9	32,1	13,9
			Diurno	V	61,1	61,1	62,9	96,2	49	61,6	53	51,8	52,4	50,3	36,9	25,2	14,1		
				N	67,2	67,2	70,2	97,8	62,4	65,4	59,5	58,8	58,5	54,9	49,1	41,5	28,4		
				O	66,5	66,5	69,8	93,8	61,8	64	56,1	53,1	52,5	50,9	41,2	32,8	17,4		
				S	70,9	70,9	72,5	111,9	60,9	49,8	55,1	49,8	48,3	46,4	31,2	19	7,9		
			Nocturno	E	67,9	67,9	69,3	96,9	60,7	51,6	52,1	51	49,4	47	35,1	27,2	13,9		
				V	71,8	71,8	73,7	122,0	61,1	52	53,3	51,2	48,2	45,6	35,3	24,8	22,2		
				N	59,8	65,8	62,3	91,6	63,6	57,9	55,8	58,4	47,8	43,7	33,2	26,9	15,9		
				O	63,6	66,6	65,8	101,0	60,4	59,3	55,7	57,3	52,4	48,4	42,4	31,2	24,7		
DOMINGO	42	Centro de la glorieta	Nocturno	S	53,7	56,7	62,04	66,80	54,9	101,0	60,3	59,3	53,9	51,7	46,9	43,3	40,3	27	8,4
				E	59,9	59,9			61,8	91,0	60	59	57,6	57,3	57,6	54,3	44,4	31,7	11,5
				V	65,5	71,5			67,4	115,6	59,2	56,8	53,1	52,4	43,6	39,6	33,2	18,3	7,9
				N	68,1	68,1			70,5	109,8	65,7	65,3	61,4	58,1	59,3	56,6	46,8	41,2	41,6
			Diurno	O	73,1	73,1	75,6	106,5	64,7	71,7	67,6	63,3	63,9	60,6	53,3	50,6	42,9		
				S	67,4	67,4	69,9	106,5	61,8	66,4	60	57,2	59,1	55,4	48,4	38,8	34,4		
				E	68,7	68,7	71,3	105,3	64,4	64,9	62,8	58,8	60,9	55,8	48,3	38,6	37,4		
				V	71,4	71,4	74,1	104,6	62,1	71,2	68,1	62,1	62,1	59,8	52,1	46,8	35,8		
			Nocturno	N	57,9	57,9	59,0	90,4	50,2	49,2	47,9	47,8	49,6	46,2	35,8	24,7	10		
				O	57,4	57,4	60,2	94,1	46,4	53,1	49,5	48,8	48,2	44,6	37	26	11,5		
				S	61,3	67,3	66,5	96,1	47,4	56,3	54,3	53,3	52,9	47,7	43,2	30,8	18,5		
				E	61,0	67,0	64,7	90,3	46	52,6	48,8	61,1	50,9	42,2	34,7	28,2	18		
SEMANAL	43	Carrera 16 N° 36-45	Diurno	V	63,3	66,3	70,30	70,30	66,8	99,2	63,6	54,3	55,8	54,8	55,2	52,3	41	29,6	20,5
				N	68,0	74,0			70,0	99,2	60,4	59,7	58,4	58,7	54,5	50,3	40,3	27,6	13
				O	65,3	71,3			68,9	97,9	61,8	58,2	56,5	56	48,8	45,4	36,3	23,7	13,1
				S	62,9	68,9			66,3	91,5	58,6	59,5	56,1	54,9	48,8	46,5	38,4	19,4	7,7
			Nocturno	E	69,6	72,6	70,4	100,1	61,3	63,2	60,4	58,1	55,3	51,2	40,9	28,8	11,6		
				V	71,2	74,2	74,2	125,5	72,5	61,8	62,7	58,8	55,3	51,2	41,3	33,2	9,9		
				N	55,5	61,5	58,7	90,6	45	44,5	52,9	44	34,5	28,8	14,1	7,9	7,7		
				O	55,9	61,9	57,3	88	53,1	42,1	52,7	47,4	34,9	29,4	15,1	8,6	7,5		
			Diurno	S	56,2	62,2	59,6	74,6	49,8	41,3	53,1	45,3	35,1	28,8	12,3	8,7	7,2		
				E	56,1	62,1	58,1	90,2	47,3	44,2	52,8	45,4	35,6	28,7	15,3	10,7	8,2		
				V	63,9	69,9	66,0	117	60,2	54	61,2	50,1	51,4	53,5	51,1	37,4	37,6		
				N	73,7	76,7	76,2	119,1	68,4	71,6	66,9	64,9	64,4	61,9	54,1	46,8	43,3		
DOMINGO	43	Carrera 16 N° 36-45	Diurno	O	72,4	72,4	73,38	76,02	74,5	112,3	67,1	70,9	65,6	63	62,4	60,7	52	43,1	40,4
				S	74,1	77,1			77,6	109,7	65,6	70,5	66,2	64,9	64,5	62,7	54,5	46,6	39,7
				E	72,2	75,2			75,8	114,7	68,3	70,7	65,9	63,6	62,7	60,2	52,1	47	41,4
				V	74,1	77,1			77,6	111,5	66,3	71,1	66,7	65,8	62,8	63,7	53,4	47,6	39,9
			Nocturno	N	62,8	68,8	65,6	90,7	47,2	54,5	60,8	55,8	53,4	49,9	45,1	34	12,2		
				O	63,4	63,4	66,2	94,3	46,7	54,7	57,8	55,4	53,5	51,1	41,6	35,8	16,8		
				S	65,9	65,9	68,9	95,7	51,7	55	58,1	57,9	56,7	54,6	44,9	36,3	23,6		
				E	65,9	65,9	67,1	98,0	52,4	57,6	61,8	56,6	55,7	53,2	44,3	36,4	24,2		
			Diurno	V	63,9	63,9	66,5	95,5	45,8	63,7	61,5	58,2	52	51,4	39,9	28,9	10		
				N	69,5	69,5	70,5	98,1	62,4	65,4	59,5	58,8	58,5	54,9	49,1	41,5	28,4		
				O	68,8	71,8	71,6	93,6	62,8	64,2	56,7	52,1	52,5	50,9	41,2	32,8	17,4		
				S	70,2	0,0	73,3	110,3	60,9	51,8	55,1	50,8	48,3	46,4	31,2	19	7,9		
Nocturno	E	68,2	68,2	70,5	93,7	60,7	51,6	52,1	51	49,4	47	35,1	27,2	13,9					
	V	72,2	75,2	75,4	117,8	61,1	58,4	53,3	51,2	48,2	45,6	35,3	24,8	22,2					
	N	65,8	71,8	66,9	98,5	63,6	57,9	54,8	58,4	47,8	43,7	33,2	26,9	15,9					
	O	65,9	68,9	68,2	97,3	60,4	59,3	55,7	57,3	52,4	48,4	42,4	31,2	24,7					
AL	44	Avenida Norte con calle 37	Diurno	S	67,9	70,9	65,74	69,96	69,4	100,2	60,3	59,3	53,9	51,7	46,9	43,3	40,3	27	8,4
				E	62,4	62,4			65,2	93,6	60	59	57,6	57,3	57,6	54,3	44,4	31,7	11,5
				V	65,0	71,0			68,3	118,7	59,2	56,8	53,1	52,4	43,6	39,6	33,2	18,3	7,9
				N	66,6	69,6			69,8	101,0	57,7	69	65,2	56,3	57,9	54,3	44	37,6	30,7
			Nocturno	O	65,2	65,2	67,5	97,6	57	58,1	56,9	56	56,8	53,9	40,3	31,1	22,1		
				S	67,7	67,7	69,4	98,6	53,2	65,9	62,4	59,1	58,2	55,9	44	37,4	25,1		
				E	68,2	71,2	69,2	102,4	58	64,3	63,9	56,8	56,5	57	47,5	43,7	31,7		

Punto	Dirección	Horario	Orientación	Leq, dB	LReq	LAeq	LRAeq	Lieq, dB	Pico, dB										
										20 Hz	100 Hz	200 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	5 KHz	10 KHz	20 KHz	
SEMANA	45	Avenida Universitaria con calle 46	Nocturno	V	64,8	67,8	57,19	59,70	66,7	103,9	55,3	63,5	57,9	55	55,2	54,2	42,5	34,3	22,2
				N	52,2	55,2			55,6	89,9	46,5	47,5	49,9	44,6	41	41,1	27,4	19,3	7,7
				O	58,0	64,0			60,1	86,6	46,9	48,8	48,9	49,2	48,4	47,1	38,4	38,2	12,5
				S	55,6	55,6			58,4	87,5	40	49,7	45,5	46	47,3	44,3	35,5	28,7	11,6
				E	53,6	53,6			56,6	92,3	47,1	53,6	44,4	44,7	45,8	40,2	27,8	20,2	8,4
				V	60,9	60,9			63,1	93,3	43,9	55,8	50,8	49,8	53	50,4	36,4	24,7	9,7
			Diurno	N	64,6	64,6	67,0	94,0	62,4	66,4	59,5	58,8	58,5	54,9	49,1	41,5	28,4		
				O	63,7	63,7	65,8	92,3	60,8	64	56,1	53,1	52,5	50,9	41,2	32,8	17,4		
				S	59,5	59,5	60,2	90,1	60,9	49,8	55,1	49,8	48,3	46,4	31,2	19	7,9		
				E	62,5	62,5	64,8	110,5	62,7	52,6	52,1	51	49,4	47	35,1	27,2	13,9		
				V	71,6	77,6	74,4	128,0	66,3	62,2	58,1	57	59,5	59,3	44,4	37,6	20,1		
				N	75,2	81,2	78,5	127,0	63,6	57,9	55,8	58,4	47,8	43,7	33,2	26,9	15,9		
Nocturno	O	61,7	64,7	63,6	111,5	60,4	59,3	55,7	57,3	52,4	48,4	42,4	31,2	24,7					
	S	70,4	73,4	72,7	126,7	60,3	59,3	53,9	51,7	46,9	43,3	40,3	27	8,4					
	E	57,1	57,1	59,6	104,6	60	59	57,6	57,3	57,6	54,3	44,4	31,7	11,5					
	V	74,2	80,2	77,5	127,3	59,2	56,8	53,1	52,4	43,6	39,6	33,2	18,3	7,9					
	N	73,1	79,1	75,8	111,1	67,4	70,4	64,7	63,9	63,6	61,5	53,5	50,6	44,7					
	O	72,9	75,9	76,0	120,1	71,1	68,4	65,5	63,8	62,5	61,7	55,9	45,2	41,7					
SEMANAL	46	Avenida Norte con calle 35	Diurno	S	74,5	77,5	73,39	77,13	77,1	110,1	67,5	71,3	67,6	64,1	63,6	63,6	53,5	48,7	41,7
				E	73,6	76,6			76,2	111,1	67,7	71	65,4	63,5	64,5	61,2	55,1	51,1	42
				V	72,6	75,6			77,1	107,7	66	70,9	65,5	62,4	62,6	61,5	52,1	43,2	38,2
				N	65,1	68,1			67,3	98,6	59,8	64,1	61,3	60,2	60,2	56,8	49,1	37,6	28,8
				O	66,8	72,8			69,2	101,6	62,8	68,6	61,6	61,4	60,3	56,7	47	36,6	19,6
				S	69,8	72,8			70,4	101,6	59,2	62,4	61,1	59,7	60,6	55,7	45,8	36,9	27
			Nocturno	E	63,3	63,3	66,2	98,9	58,4	70,6	65,2	62,2	60,9	58,4	48,7	40,2	22,9		
				V	72,0	75,0	75,1	100,6	60	68,1	63	60,8	60,2	56,8	46,5	40	30,9		
				N	70,7	76,7	73,0	98,8	58,9	61	57,1	67,3	62,4	56,6	43,1	33,3	18,5		
				O	69,9	69,9	70,8	99,9	57,1	60,3	55,9	57	60,2	53,9	41,7	34	15,8		
				S	71,3	74,3	73,2	107,9	56	63,1	59,7	60,9	58	54,2	44,6	40,3	28		
				E	72,8	72,8	75,8	101,4	63,2	67,5	59	56,6	61	54,6	44,1	35,3	36,7		
Diurno	V	74,0	77,0	77,6	124,9	55,9	65,1	57,8	60,6	56,4	53,2	41,5	33,5	17,4					
	N	65,6	71,6	67,3	100,5	52,9	42,8	44,5	42,3	40	41	26,2	16,9	7,8					
	O	63,6	63,6	66,0	99,0	53,6	47,2	49,3	50,6	52,7	50,2	38,6	27,5	9,3					
	S	69,4	72,4	72,5	106,4	47,4	54,1	48,4	46,5	46,7	46	30	21,2	13,2					
	E	68,4	71,4	69,6	100,9	47,6	46,9	49,1	47,1	42,9	40,6	31,9	22,4	11					
	V	68,2	71,2	71,0	110,5	54,8	50,3	50,6	49,4	51,9	51,6	36,1	29,1	27,7					
SEMANAL	47	Calle 48 N° 6-11	Diurno	N	75,3	78,3	74,11	75,12	78,6	106,2	65	68,9	66,1	63,7	66,7	64,1	53,1	54	49,7
				O	74,7	74,7			77,5	106,2	64,9	74,4	70	64,3	64,9	62,3	56,4	51,5	43,1
				S	74,2	74,2			76,3	104,1	64,7	72,1	67,9	64,3	64,4	62,1	58,1	50,3	38,2
				E	72,7	72,7			74,1	104,3	63,6	71	64,7	61,1	63,2	61,3	51	41,5	37,7
				V	73,1	73,1			75,0	107,0	65,6	68,7	66	63,7	63,1	61,6	54,2	46,7	36,5
				N	56,1	59,1			58,6	89,3	48,4	45,8	43,1	43,5	43,9	45,8	38,7	31,7	18,9
			Nocturno	O	56,8	59,8	59,1	90,3	45,1	46,8	45,3	44	45,9	45,5	39,8	34,5	21,4		
				S	56	59,0	58,2	84,8	44	46,6	44	44,6	44,5	45,7	38,7	31	13,5		
				E	56,1	62,1	59,3	92	41,7	44,7	43,2	45,2	44,4	45,6	37,3	28,1	12,2		
				V	55,7	61,7	58,4	84,4	36,5	46	41,4	42,7	43,9	45,3	38,5	30,3	13,6		
				N	74,9	80,9	76,0	102,9	58,9	61	57,1	67,3	62,4	56,6	43,1	33,3	18,5		
				O	74,6	74,6	77,2	103,4	57,1	60,3	55,9	57	60,2	53,9	41,7	34	15,8		
Diurno	S	76,9	79,9	79,4	108,4	56	63,1	59,7	60,9	58	54,2	44,6	40,3	28					
	E	75,7	75,7	76,8	103,4	63,2	67,5	59	56,6	61	54,6	44,1	35,3	36,7					
	V	77,1	80,1	78,0	107,4	55,9	65,1	57,8	60,6	56,4	53,2	41,5	33,5	17,4					
	N	62,0	68,0	65,2	93,0	52,9	42,8	44,5	42,3	40	41	26,2	16,9	7,8					
	O	60,9	60,9	62,3	90,7	53,6	47,2	49,3	50,6	52,7	50,2	38,6	27,5	9,3					
	S	59,0	62,0	60,5	90,5	47,4	54,1	48,4	46,5	46,7	46	30	21,2	13,2					
Nocturno	E	66,5	69,5	68,3	97,6	47,6	46,9	49,1	47,1	42,9	40,6	31,9	22,4	11					
	V	60,0	63,0	62,3	92,0	54,8	50,3	50,6	49,4	51,9	51,6	36,1	29,1	27,7					
	N	66,1	66,1	68,5	102,0	61,3	56	56,2	60,4	55,6	52,9	42,7	34,2	33,1					
	O	67,5	67,5	69,4	105,4	58,3	58,7	57,4	61,6	57,7	54,6	43,9	36,7	37,4					
	S	68,5	68,5	70,3	106,7	61,3	56,1	56,4	62,1	59	56,2	45,7	37,3	35					

Punto	Dirección	Horario	Orientación	Leg, dB	LReq	LAeq	LRAeq	Lieq, dB	Pico, dB										
										20 Hz	100 Hz	200 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	5 KHz	10 KHz	20 KHz	
SEMANAL	48	Calle 20 No. 10-27.	Nocturno	E	68,4	68,4	59,09	62,74	71,0	105,6	62,1	55,4	56,4	61,6	58,7	55,6	43,1	35	34,4
				V	66,6	66,6			69,3	101,0	54,1	54,4	55,1	59,9	56,1	56,1	40,6	32,4	26,8
				N	60,3	63,3			62,7	95,8	56,1	54,9	56,4	58,6	64,9	60,7	58,8	61	54,9
				O	58,2	64,2			60,1	90,7	55,1	58,5	51,7	52,9	54,8	61,6	55,6	53	56,8
				S	57,1	60,1			59,8	97,7	58,6	58	56,1	56,4	59,1	57,2	58,9	55,4	56,4
				E	57,6	60,6			60,0	82,4	55,6	59	62,3	59,4	57	54,7	53,9	57,2	58,4
			Diurno	V	60,9	63,9	64,2	89,4	56,9	60,7	58,4	57,6	56,7	56,5	56,2	57,7	58		
				N	56,4	56,4	58,6	90,3	53,5	58,8	56,4	57	59,2	53,6	41,1	31,5	15,4		
				O	61,7	64,7	63,3	91,2	49,9	64,6	57,1	56,8	59,8	53	41,2	33,7	22,5		
				S	60,3	63,3	65,0	89,9	53,2	56,1	56,6	56,5	58,4	52,9	40,7	32,7	17,7		
				E	59,9	62,9	62,2	90,4	53,1	66,2	62,5	57	59,8	54	40,6	30,1	12,5		
				V	60,0	63,0	64,3	87,7	49,4	65,4	55,1	54,2	55,9	50,2	39,9	32,1	15,3		
DOMINGO	48	Calle 20 No. 10-27.	Nocturno	N	60,4	63,4	58,13	59,50	62,8	100,1	42,2	47,8	49,6	55,6	51,3	45,7	33,8	27,3	16,8
				O	46,0	49,0			48,6	84,7	40,8	54	49,5	54,6	49,8	43,4	31,3	23,7	21,5
				S	45,8	48,8			49,2	78,2	41,5	47,3	45,1	54,1	44,5	37,4	25,8	16,2	10,6
				E	45,6	48,6			47,1	81,1	41	51,1	49,7	50,2	51	43,8	31,3	22,6	18,4
				V	63,1	63,1			64,2	99,1	57,2	52,3	51,3	50,5	50,6	45,5	30,3	19,2	12,9
				N	61,5	67,5			65,0	102,8	57,6	61,3	60,2	54,6	51,8	46,6	37,2	29,5	29,9
			Diurno	O	68,2	71,2	70,5	110,8	60,1	55,1	49,6	52,4	56,7	57,9	37,9	31,8	35,2		
				S	64,1	67,1	68,9	102,0	59,2	58,9	55,7	54,8	52,9	52,2	35	33,5	29,8		
				E	57,9	57,9	60,4	99,8	57	58,8	53,8	49,5	47,3	45,7	34,2	25,7	29,7		
				V	62,5	65,5	66,2	107,9	58,8	50,5	46,5	51	55,4	48,9	40,8	29,4	29,6		
				N	64,4	67,4	67,6	94,2	46,6	60,9	54,2	53,7	55,7	54,5	42,4	30,8	15		
				O	67,7	67,7	68,9	99,6	48,6	55,6	59,6	58,4	58,4	56,5	44,6	34,7	22,4		
SEMANAL	49	Avenida Norte con calle 51	Diurno	N	63,5	66,5	65,22	68,89	66,1	101	41,1	56,8	63,4	55,7	52,8	48,7	40,1	30,8	20,7
				O	65,1	71,1			67,7	102,2	45,7	62,2	59,4	52,2	53,4	52,2	43,1	35,5	26,5
				S	64	70,0			68,9	97,8	55,8	62,8	61,1	52,8	54,1	51,5	40,5	32,7	21,7
				N	73,2	76,2			75,0	102,6	61,3	64,2	60,4	58,1	55,3	51,2	40,9	28,8	11,6
				O	73,4	76,4			76,4	101,5	72,5	61,8	62,7	59,8	55,3	51,2	41,3	33,2	9,9
				S	75,7	81,7			77,2	103,0	63,6	57,9	55,8	58,4	47,8	43,7	33,2	26,9	15,9
			Nocturno	E	74,4	77,4	77,8	104,5	60,4	59,3	55,7	57,3	52,4	48,4	42,4	31,2	24,7		
				V	74,0	77,0	73,6	103,7	60,3	59,3	55,9	51,7	46,9	43,3	40,3	27	8,4		
				N	69,3	75,3	71,5	100,9	61,3	69,3	59,9	62,2	61,7	54,8	54,6	41,1	41,1		
				O	68,6	68,6	70,6	102,6	46,8	55,1	53,8	49,4	49,7	43,7	34,3	26,6	9,1		
				S	63,4	63,4	65,3	107,8	52,3	53,4	49,5	50,2	51,4	45,1	33,7	20,4	7,6		
				E	67,4	67,4	69,5	100,4	43,8	49,5	47,7	42,2	45,6	39,5	25,3	15,6	10,4		
SEMANAL	50	Avenida Norte -Rua Club Bar Tunja	Diurno	V	67,1	67,1	74,35	76,66	69,8	116,8	70	65,1	69,2	54,5	54,3	50,6	49,6	33,2	37,6
				N	75,0	78,0			78,2	110,9	65,6	78,8	66,8	66,6	66,9	62,8	53,9	46,1	41
				O	74,1	77,1			77,6	102,5	64,6	74,1	67,5	65,4	64	61,8	52,9	48,7	42,7
				S	74,5	74,5			76,9	103,5	64,8	69	66,7	64,6	65,1	63,3	54,3	48,1	37,9
				E	70,7	70,7			72,6	110,1	63,1	66,8	65,2	60,7	60,6	59,4	52,1	44,2	35,3
				V	75,9	78,9			78,5	125,4	65	68,2	71,4	65,6	67	64,3	55	48,5	41
			Nocturno	N	64	67,0	67,2	99,5	52,6	62,4	64,1	57,5	57,4	54,2	43,3	33,2	23,1		
				O	63,2	63,2	64,5	94	47,5	61,6	55	55,8	53,3	53,2	44,2	38	21,8		
				S	65,9	68,9	69,3	96,6	50,2	67,7	56,2	57,8	57,6	54,6	45,8	37,9	22,7		
				E	64,7	67,7	68,5	94,5	52,1	66,3	57,5	54,6	55,2	52,8	43,3	35,3	20,4		
				V	61,5	64,5	64,6	94,4	42,7	58,8	54,8	53	51,6	50,3	34,7	22,1	9,2		
				N	72,7	78,7	75,9	106,9	63,6	57,9	55,8	58,4	47,8	43,7	33,2	26,9	15,9		
DOMINGO	50	Avenida Norte -Rua Club Bar Tunja	Diurno	O	75,0	78,0	78,03	82,50	78,1	104,0	60,4	59,3	55,7	57,3	52,4	48,4	42,4	31,2	24,7
				S	78,0	81,0			79,9	102,6	60,3	59,3	53,9	51,7	46,9	43,3	40,3	27	8,4
				E	78,0	78,0			80,1	101,8	60	59	57,6	57,3	57,6	54,3	44,4	31,7	11,5
				V	81,5	87,5			82,4	107,7	59,2	56,8	53,1	52,4	43,6	39,6	33,2	18,3	7,9
				N	67,6	70,6			69,7	98,6	59,1	50	52,7	47	46,1	44,8	35,5	26,9	10
				O	63,4	63,4			65,2	91,7	58,9	48,6	50,4	46,7	44,6	40	25,6	11,8	7,8
			Nocturno	S	64,7	64,7	67,1	94,5	59,3	48,3	49,2	46,6	44,9	41,2	26,3	10,9	6,5		
				E	67,6	67,6	69,3	103,1	59,5	52,3	51,2	49,7	48,2	43	28,7	16,8	7,9		
				V	65,3	68,3	68,8	114,2	60,1	50	50,2	48,1	46,2	45,3	31,5	17,9	27,6		
				N	73,1	76,1	75,6	109,2	64,5	66,9	65	64	63,2	61,8	52,8	45,5	33,8		
				O	71,4	74,4	74,8	102,1	65,4	70,1	62	62,1	62,3	59,4	51,6	43,3	32,4		

D Punto	Dirección	Horario	Orientación	Leg, dB	LReq	LAeq	LRAeq	Liq, dB	Pico, dB														
										20 Hz	100 Hz	200 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	5 KHz	10 KHz	20 KHz					
SEMANAL	51	Carrera 9 con cil 18	Diurno	S	73,0	76,0	72,41	74,99	77,6	106,4	64,1	73,5	68,1	64,3	62,3	60	52,1	44,3	34,8				
				E	72,0	72,0			74,8	102,3	63,3	67,2	64,5	63	60,9	60,4	52,2	43,4	32,7				
				V	72,3	75,3			76,9	106,6	66,9	69,2	66,3	62,7	61,4	60,5	56,3	49,4	36				
			Nocturno	N	47,7	50,7			49,9	83,6	43	55,3	40,3	37,6	39,5	38,2	37,7	38,5	36,6				
				O	67,6	70,6	64,62	68,75	69,5	105,1	60,4	54,2	48,7	47,7	50,6	45,1	54,8	57,7	62,9				
				S	60,0	66,0			64,2	97,5	38,7	36,9	36,8	36,7	36,9	37,9	41,3	37,6	40,1				
			DOMINGO	51	Carrera 9 con cil 18	Diurno	E	64,6	64,6			65,5	100,1	55,1	55,4	61,1	60,1	56,4	55,8	50,2	44,8	46,7	
							V	66,8	72,8			68,2	66,2	68,3	62,4	59	62,9	62,3	55,9	55,6	54,7		
							N	72,7	75,7	70,00	72,77	75,6	108,7	72,1	63,3	65,4	62,8	57,8	64,7	48,7	31,4	19,4	
						Nocturno	O	69,1	69,1			70,2	98,9	54,2	67,3	62,8	59,5	58,2	54,3	46,8	37,1	25,8	
							S	67,6	67,6			69,3	98,3	57,3	67,8	61,6	62,1	58,6	54,2	44,4	36,7	21,6	
							E	66,4	72,4			68,5	95,7	54,6	65,1	60,4	56,9	56	52,6	41,4	32,7	17,1	
SEMANAL	52	Carrera 6 N° 59-06				Diurno	V	71,2	74,2			74,6	100,3	66,5	66,8	61,8	59,1	56,9	53,9	46,9	37,5	37,5	
							N	50,0	53,0	54,83	58,00	53,0	87,1	43,6	46,7	50,1	48	45	41,9	31,2	22,8	15,1	
							O	48,9	54,9			50,2	94,0	41,1	43,4	43,6	47,1	44,8	40,5	30,8	23,6	11,5	
						Nocturno	S	51,2	54,2			54,9	98,0	39,6	43,9	45,9	48,6	46,9	43	33,3	24,3	9,3	
							E	45,6	45,6			47,8	76,8	45,9	52,6	45	48	46	45,4	36,7	33,9	21,1	
							V	60,7	63,7			60,9	98,5	48,9	56,5	56,3	48,9	48,3	46,5	36,6	29	16,9	
			SEMANAL	53	Diagonal 67 transversal 0A	Diurno	N	69,7	69,7	74,14	75,58	70,5	108,5	64,8	70,3	62,3	60,2	60,7	58,2	49	42,8	41,2	
							O	72,5	72,5			73,6	103,9	64,2	68,8	65,4	63,2	63,3	61	53,3	45,9	38,6	
							S	75,7	78,7			77,8	109,5	66,4	72,5	69,2	67,5	66	63,3	54,4	48,8	38,8	
						Nocturno	E	71,5	74,5			74,6	105,9	65,4	65,9	63,4	62,8	62,1	60,2	53,4	44,7	37,6	
							V	77,1	77,1			79,9	122,2	66	71,5	66,2	64,7	66	65,9	64,3	58,7	43	
							N	68	68,0	67,92	70,98	70,3	100,2	52,2	64,4	60,9	59,5	59,1	55,7	45,6	36,5	23,7	
DOMINGO	53	Diagonal 67 transversal 0A				Diurno	O	66,7	69,7			69,2	99,6	57,4	59,9	62,8	59,5	57,8	54,3	43,1	37	33,6	
							S	69,1	75,1			72,5	101	58,7	61,1	62,3	59,9	59,7	56,2	46,4	37,5	26,4	
							E	69,6	69,6			71	99,3	57,1	64,3	62,9	61,3	60,7	57,2	49,4	43,5	33,1	
						Nocturno	V	64,4	67,4			66,7	99,9	61	61,9	55,7	53,7	54,7	53,6	41,7	32,7	23,1	
							N	73,0	76,0	74,00	78,26	75,6	105,0	55,4	61,3	55,1	53,2	52,5	49,6	41,6	34,6	28,5	
							O	74,5	74,5			77,2	103,0	58,7	65,8	60,9	56,5	53,6	52,6	43,1	36,4	23,7	
			SEMANAL	53	Diagonal 67 transversal 0A	Diurno	S	73,1	76,1			76,3	103,1	63,2	66,9	64	57,7	56,5	54,3	48,2	42,1	28,5	
							E	73,9	79,9			76,9	104,4	55,6	63,5	62,1	55,4	54,3	51,9	44,7	48,1	25,5	
							V	75,1	81,1			78,1	106,2	61,9	63,6	59,6	59,4	55,1	52,1	45,8	35,5	36,4	
						Nocturno	N	62,2	68,2	63,06	65,79	65,0	91,9	53,2	62,8	65,2	62,8	56,2	52,4	45,1	35,4	23,2	
							O	62,0	65,0			64,3	95,4	48,4	61	61,6	57,6	57,2	49,5	44,9	32,2	18,3	
							S	63,7	66,7			65,8	97,6	51,9	55,8	54,4	53,2	51	55,1	41,5	29,2	14,8	
DOMINGO	53	Diagonal 67 transversal 0A				Diurno	E	63,4	63,4			64,9	95,9	51,4	57,9	56,6	56	53,9	51,9	43,4	35,8	22,6	
							V	63,7	63,7			65,1	105,2	67,4	61,7	59,9	59,2	58	53,9	44,3	31,3	29	
							N	68,7	74,7	68,72	72,64	70,3	99,5	64	62,7	58,2	57,5	58,1	57,8	47,9	39,5	25,6	
						Nocturno	O	67,4	70,4			69,8	99,8	65	70,4	58,9	58,6	57	55,2	47,2	37,5	26,1	
							S	67,1	73,1			70,2	95,8	62,9	57,8	55,1	56,6	56,8	56,8	47,4	38,1	33,2	
							E	70,7	73,7			72,6	101,7	63,8	64	61,3	59,5	59,9	60,6	56,7	45,9	31,8	
			SEMANAL	53	Diagonal 67 transversal 0A	Diurno	V	68,7	68,7			71,0	116,4	63,7	71,2	70,3	57,9	58,6	55,3	48	40	29	
							N	58,4	58,4			60,2	88,6	58,1	58,1	56,3	55,4	50,1	48,5	39,5	24,6	18,7	
							O	56,1	59,1	60,16	64,76	58,7	93,7	59,1	55,2	53,3	54,1	45,9	43,2	35,8	15,7	17	
						Nocturno	S	61,5	64,5			65,4	95,7	62,1	55,7	52,6	56,7	49,2	45,4	34,3	15,8	9,9	
							E	58,0	64,0			61,3	93,3	62,5	55,5	52,8	58,3	50,2	46,3	34,9	22,8	18,6	
							V	63,1	69,1			65,8	101,8	60,1	55,7	53,5	59,1	46,9	44,2	36,4	24,7	20,2	
DOMINGO	53	Diagonal 67 transversal 0A				Diurno	N	70,0	70,0	71,48	73,61	72,9	103,1	53,5	58,9	56,4	57	59,2	53,6	41,1	31,5	17,4	
							O	71,7	74,7			72,8	100,4	49,9	64,6	57,1	56,8	59,8	53	41,2	33,7	23,5	
							S	71,9	71,9			73,4	98,8	53,2	56,1	56,6	56,5	58,4	52,9	40,7	32,7	19,4	
						Nocturno	E	71,4	74,4			75,8	100,2	53,1	66,2	62,5	57	59,8	54	40,6	30,1	12,5	
							V	72,1	75,1			75,7	105,2	49,4	65,4	58,1	54,2	55,9	51,2	40,9	32,1	18,3	
							N	59,3	65,3	60,21	66,06	59,8	85,6	35,2	36,9	36,4	42,6	49,1	42,2	24,8	19,6	14,1	
			DOMINGO	53	Diagonal 67 transversal 0A	Diurno	O	56,6	62,6			57,0	84	30,2	30,6	33,5	40,6	47,1	38,6	16,9	10,9	7,2	
							S	58,5	64,5			65,4	83,5	30,7	33,8	34,2	41,9	48,1	39	18,6	12,3	7,2	
							E	64,6	70,6			66,6	113,9	71,2	68,2	66,6	49,6	51,2	44,5	45	36	37,9	
						Nocturno	V	55,4	58,4			54,8	88,4	41,1	61,4	53,9	45,4	47,1	43,4	30,4	20,2	12,7	
							N	65,3	68,3			68,7	96,2	63,3	60,7	55,4	54,7	54,6	54,2	44,5	34,2	22,7	

D Punto	Dirección	Horario	Orientación	Leq, dB	LReq	LAeq	LRAeq	Liek, dB	Pico, dB										
										20 Hz	100 Hz	200 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	5 KHz	10 KHz	20 KHz	
SEMANTAL	54	Clínica Medilaser	Diurno	O	67,7	70,7	67,88	71,95	69,5	96,7	64,8	67,3	63,5	59,5	57,6	55,8	46,4	36,7	21,6
				S	64,8	64,8			66,4	96,2	65	59,2	56,4	55,7	55,2	54	44,5	39,3	20,9
				E	67,4	67,4			69,1	97,1	65	62,1	57,3	57,1	57	55,5	50,3	43,4	32,4
				V	71,1	77,1			73,8	123,4	70,2	67,1	61,5	61,3	62,3	59,2	54,2	50,6	40,2
			Nocturno	N	63,2	63,2	61,12	63,41	65,8	95,8	54,4	56,6	61,6	57,1	54,8	54,9	64,6	69,1	59,5
				O	60,8	60,8			63,3	92,5	54,4	57	62,1	66	63,6	74,5	68,6	60,2	54,3
				S	60,4	63,4			64,7	94,6	54,7	55,2	56,1	58,1	58,5	57,2	54	54,1	54,8
				E	58,5	0,0			60,2	89,0	52,5	53,4	51,8	52,1	52,5	55,2	53,6	55,4	55,2
			Diurno	N	61,4	67,4	69,11	72,19	62,4	93,8	63,9	59,5	56,9	61,1	63,5	64,8	61,4	58,4	58
				O	68,5	71,5			70,5	106,4	58,7	70,5	61,4	57,5	56,5	55,7	46,7	39,7	21,9
				S	69,4	75,4			72,0	97,5	57,7	67,4	64,3	59,6	57,5	56,8	50,9	40,6	26,2
				E	64,5	67,5			66,8	92,7	60,9	63,6	60,3	57,1	56,2	54,3	45	36,8	22,7
Nocturno	N	68,0	71,0	61,30	62,79	69,7	95,8	55,6	64,5	66,1	55,6	56,9	55,8	47,9	38,1	29,4			
	O	72,0	72,0			74,1	122,4	68,6	67	63	59,5	58,1	57,3	49,6	41,5	38,1			
	S	55,1	58,1			56,3	84,4	44	58,8	47,5	48,8	44,6	42	37,9	30	12,1			
	E	59,8	62,8			60,5	102,9	77,7	67,3	57,5	47,6	49,4	40,8	36,9	26,7	27,6			
DOMINGO	54	Clínica Medilaser	Diurno	N	62,8	62,8	61,30	62,79	63,7	95,6	65,8	64,8	59,2	54,5	52,9	50	41,8	35,3	31,3
				O	61,7	64,7			64,1	88,2	77,1	68,7	65,2	61,3	60,9	55,1	43,4	37,6	29
				S	63,2	63,2			65,3	89,1	70,8	64	59,2	56,8	55,1	52,9	45,5	36,8	19,6
				V	72,6	72,6			74,5	105,3	64,8	71,3	68,1	64,2	62,3	61	53,3	43,2	35,8
			Diurno	N	73,0	76,0	73,96	78,35	76,8	119,5	64,4	66,4	63,7	63,8	63,4	61,6	57,1	46,7	42,2
				O	73,0	76,0			76,9	102,4	65,8	68,8	64,9	64,2	63,7	61,5	52,8	43,4	33,8
				S	70,0	73,0			73,8	105,4	61,6	67,4	64,6	60,4	59,6	57,8	50,6	41,4	33,4
				E	77,5	83,5			79,8	123,1	64	72	67,5	70,8	69,2	64,8	56,2	48,1	47,8
			Nocturno	N	60,9	66,9	68,14	71,79	63,5	94,9	46	60,7	55,9	52,2	51	49,5	39,6	30,6	13
				O	67,9	67,9			69,7	100,7	55,7	62,7	62,1	59,6	58,7	56,3	46	41,4	29,8
				S	71,2	77,2			75,4	99,5	54,3	65,8	71	60,6	59,6	58,3	51,9	41,8	28,7
				E	68,6	68,6			70,2	100,5	57,3	62,6	61	57,5	61,1	57,8	50,3	41,2	29,3
Diurno	N	66,8	66,8	73,69	77,77	69,5	94,3	52,2	63,4	58,3	60,5	57,4	54,7	44,9	36,6	17,2			
	O	72,7	72,7			75,6	102,0	60,7	62,6	57,8	53	50,3	47,3	41,4	35,6	19,8			
	S	73,0	79,0			76,0	103,1	61,9	65,1	58,6	53,5	53,2	50,4	41,7	35,1	24,9			
	E	75,2	81,2			78,4	105,2	60	63,5	58,6	56	54,3	50,9	40,7	31,7	18,6			
Nocturno	N	73,8	76,8	65,26	68,96	76,2	104,8	64,5	66,5	59,6	54,1	53	49,9	40,8	30,5	17			
	O	73,3	73,3			75,9	105,5	59,6	60,3	57,4	53,7	51,1	48,7	40,9	32,4	21,2			
	S	63,4	66,4			66,5	93,6	54,6	60,3	57,5	55,4	55,2	50,1	50,3	34,1	40,1			
	E	62,7	65,7			65,8	96,0	46,9	62,1	53,5	49,4	46,3	43,1	39,2	28,8	14,6			
SEMANTAL	55	Carrera 6 N° 64-11	Diurno	N	64,7	70,7	73,69	77,77	67,0	97,9	48,9	63,1	55	47,6	46	44,1	36,9	27,3	16,8
				O	67,7	70,7			69,7	119,8	67,4	65,2	65,9	59,5	53,9	47	47,4	37	51,1
				S	66,1	66,1			68,5	110,1	65,1	60,9	62,3	57,9	56,4	53,4	46,9	36	25,3
				E	67,8	67,8			69,7	100,0	65,7	61,3	58,8	59,3	57,8	56,1	49,3	39,6	29,4
			Nocturno	N	67,9	70,9	68,25	69,87	70,3	99,0	66,5	67,9	60,3	56,7	58,3	57,1	48,6	42,1	32,6
				O	64,8	70,8			67,4	97,7	61,9	61,9	60,9	54,9	54,1	52,7	44,6	37,5	23,3
				S	71,5	71,5			73,6	120,5	66,7	66,5	65,8	61,4	61,2	60,9	52,7	43,2	33,5
				E	49,3	52,3			52,6	85,4	46,9	46,1	44,1	45,8	47,4	41,9	33	30,4	31,5
			Diurno	N	50,5	53,5	58,34	64,02	53,3	88,0	48	54,6	47,7	47,4	46,4	43,6	32,6	29,1	27,5
				O	54,7	57,7			57,1	89,4	52,1	64,9	62,1	60,2	57	54,2	45,6	34,7	15,2
				S	56,1	62,1			58,2	90,6	48,1	58,2	53,7	55,5	59,3	49,6	48	43	40,5
				E	64,0	70,0			67,5	102,6	48,1	58,2	53,7	55,5	59,3	49,6	48	43	39,5
Nocturno	N	61,0	64,0	71,57	75,19	62,9	96,9	62,2	63,4	59,5	56,4	54,6	51,5	45,1	36,3	20,5			
	O	58,9	64,9			60,7	91,7	61,7	64,7	61,4	55,6	54,3	53,5	45,8	39,9	24,7			
	S	60,7	60,7			62,3	93,6	57,5	67,3	63	55,9	55,8	51,1	44,1	34,6	24,9			
	E	77,6	80,6			79,4	107,2	64,2	69,2	64,7	61,9	61,7	58,3	50,1	41,5	21,8			
Diurno	N	70,4	76,4	66,18	69,41	73,1	99,6	62,9	70,4	66,3	57,7	61,8	54,8	45,7	36,5	18,1			
	O	65,2	68,2			68,5	89,1	70,8	64	59,2	56,8	55,1	52,9	45,5	36,8	19,6			
	S	67,4	73,4			69,4	106,1	61,3	66,5	62,7	56,9	55,3	54,6	44,8	38,1	24,3			
	E	64,3	64,3			67,1	91,6	68	63	57,9	56,4	53,9	52,1	42,9	33,9	18			
Nocturno	N	65,1	68,1	66,18	69,41	68,2	88,6	68,5	66,4	60,7	57,9	54,7	51,3	43,3	34,8	18,7			
	O	67,8	67,8			69,8	103,5	75,5	66,5	60,8	58,2	59	56,2	47	39	41,7			

Día	Punto	Dirección	Horario	Orientación	Leg, dB	LReq	LAeq	LRAeq	Lieg, dB	Pico, dB	20 Hz	100 Hz	200 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	5 KHz	10 KHz	20 KHz			
SEMANAL	67	Avenida Norte Diagonal 67	Diurno	N	72,5	75,5	72,63	76,56	74,6	112,6	63,1	68,7	65,3	62,9	62,6	61	53,6	45,9	37,6			
				O	71,0	74,0			76,5	103,9	63,2	67,5	63,2	63,5	61,7	59,1	50,7	41,5	31,7			
				S	72,3	75,3			76,9	103,1	65,6	68,2	63,7	61,9	61,9	60,5	52,9	47,3	35,2			
				E	73,5	76,5			78,2	109,7	63,9	66,9	65,3	65,8	64,7	61,3	53,3	45	34,6			
				V	73,4	79,4			76,8	128,0	75,9	67,6	63,7	62,5	62,4	62,5	55,6	49,8	46,1			
			Nocturno	N	66,7	69,7	69,98	73,87	68,5	98,2	60,5	62,6	57,8	53	50,3	47,3	41,4	35,6	20,5			
				O	71,6	77,6			74,6	103,4	62,9	65,1	58,6	53,5	53,2	50,4	41,7	35,1	25			
				S	67,3	73,3			69,7	98,2	60,4	63,5	58,6	56	54,3	50,9	40,7	31,7	18,6			
				E	69,2	72,2			71,5	102,2	64,5	66,5	59,6	54,1	53	49,9	40,8	30,5	17			
				V	72,3	72,3			74,6	108,2	59,6	60,3	57,4	53,7	51,1	48,7	40,9	32,4	21,2			
			DOMINGO	67	Avenida Norte Diagonal 67	Diurno	N	78,3	84,3	75,86	79,43	80,1	125,5	59,9	61	57,1	67,3	62,4	56,6	43,1	33,3	18,5
							O	77,9	77,9			79,8	116,9	57,1	60,3	55,9	57	60,2	53,9	41,7	34	15,8
S	72,8	75,8					75,9	114,3	56			63,1	59,7	60,9	58	54,2	44,6	40,3	28			
E	72,7	72,7					74,8	102,0	63,2			67,5	59	56,6	61	54,6	44,1	35,3	34,7			
V	74,1	77,1					77,1	114,0	55,9			65,1	57,8	60,6	56,4	53,2	41,5	33,5	18,4			
Nocturno	N	71,3				77,3	66,92	71,74	72,1	103,1	63,6	57,9	55,8	58,4	47,8	43,7	33,2	26,9	16,9			
	O	66,2				69,2			68,2	101,6	60,4	59,3	55,7	57,3	52,4	48,4	42,4	31,2	24,7			
	S	60,5				63,5			63,4	96,8	60,3	59,3	53,9	51,7	46,9	43,3	40,3	27	11,4			
	E	66,3				66,3			68,7	97,2	60	59	57,6	57,3	57,6	54,3	44,4	31,7	11,7			
	V	61,9				67,9			66,5	92,7	59,2	56,8	53,1	52,4	43,6	39,6	33,2	18,3	8,9			
SEMANAL	68	km 1 via Tunja - Paipa				Diurno	N	60,5	60,5	64,69	69,56	63,4	96,9	60,3	54,5	51,2	51,4	49,8	48,2	46,1	38,5	24,2
							O	57,6	57,6			60,2	91,6	53,1	52,1	48,7	51,8	46,4	44,5	38,5	30,2	13
			S	62,2	62,2		64,8	98,1	55,2			55,9	51,6	54,3	53	49	45	40	24,8			
			E	60,5	60,5		62,7	92,3	54,1			53,8	50,9	51,5	49,6	47,8	46,7	40,4	18,8			
			V	70,1	76,1		74,6	122,2	66,2			62,9	63,6	62,4	61,2	57,1	49	42,7	37,5			
			Nocturno	N	50,1	56,1	54,22	60,22	54,8	77,6	46,7	41,5	50,6	46,3	33,6	28	17,3	13,7	7,7			
				O	53,3	59,3			56,4	96,8	52,4	43,5	52,4	51,8	36,4	35,3	34,5	25,6	23,4			
				S	55,5	61,5			57,7	106,7	52,4	40,1	52	47,3	36,1	29,2	14,7	13,8	8,1			
				E	57,0	63,0			58,6	90,4	45,6	40,7	54,2	48,3	34	26,5	15,4	11,6	7,5			
				V	51,7	57,7			55,6	83,3	61,6	42,1	52,9	47	36,9	30	18	10,4	8,6			
			DOMINGO	68	km 1 via Tunja - Paipa	Diurno	N	65,9	71,9	63,20	68,30	68,7	107,0	53,4	41,9	44,1	43,5	39,5	38,2	21,9	13,6	8,3
							O	58,9	64,9			60,3	86,9	53,6	41,3	44,1	43,9	44,8	40,5	29,6	18,4	14,5
S	58,5	64,5					61,0	92,6	53,1			41,7	42,8	48	40,5	36,1	21,7	13,5	11			
E	60,7	66,7					63,5	98,7	53,4			38,4	42,2	41,2	34,6	35	20,2	18,5	9,2			
V	65,9	68,9					69,7	98,8	53,8			40,5	42,7	41,1	36,8	36,1	21,5	14,6	7,5			
Nocturno	N	56,7				59,7	53,45	58,42	58,0	107,2	52,2	37,9	45,6	39,3	37,1	32,5	15	10,7	8,9			
	O	47,2				53,2			49,9	86,0	51,3	36,7	42,1	39,7	34,4	28,9	29,3	14,4	13,7			
	S	55,6				61,6			58,7	88,5	52,8	36,7	40,7	38,1	30,5	25,5	14	8,2	7,3			
	E	50,9				56,9			53,6	81,4	52,8	36,2	41,1	38,2	33,7	22,7	17	8,2	7,2			
	V	50,0				56,0			52,8	81,1	50,9	40	40,1	37,1	36,7	29,3	25	12,5	9,1			
SEMANAL	69	Calle 23 Via Toca				Diurno	N	65,9	71,9	66,64	72,64	69,7	109,9	67,5	59,7	59	52	53,9	49,7	60,6	52,3	46,3
							O	66,2	72,2			68,4	103,7	62,4	62,9	57,2	54,9	55,7	52	58,1	50,5	45
			S	64,9	70,9		66,9	109,6	66,9			66,1	56	53,5	51,6	47,8	59,7	51,7	45			
			E	66,2	72,2		68,3	108,1	65,2			59,2	55,3	51,7	54,3	51,5	60,6	52,5	44,9			
			V	68,9	74,9		71,5	127,9	74,1			66	63,2	59,7	59	54,8	63,2	54,8	50			
			Nocturno	N	60,9	63,9	58,42	61,41	64,5	100,9	64,5	52,3	52,1	50,3	45,3	38,3	23,4	20,7	13,2			
				O	53,1	56,1			57,6	95,7	64,4	51,6	51,6	49,1	44,4	38	25,1	18,4	8,7			
				S	50,9	53,9			54,5	94,8	57,4	54	52,3	49,8	45,8	40,4	31,2	25,2	11,9			
				E	39,9	39,9			40,8	85,6	42,9	46,8	39,1	39,6	37,2	31,5	22,5	18,1	9,7			
				V	62,8	65,8			65,0	101,8	64,1	56,3	52,8	52,8	48,7	43,3	40,3	32,7	23,2			
			DOMINGO	69	Calle 23 Via Toca	Diurno	N	63,1	66,1	63,89	67,81	66,5	89,3	63,1	59,7	56,8	54,4	53,8	50,7	42,7	35,2	24,4
							O	62,1	62,1			64,8	86,3	64,1	64	54,5	52,4	52,3	50,6	41,8	33	19,6
S	63	66,0					65,9	103,6	64,2			63,2	57,9	54,8	53,3	49,8	45	35,9	25			
E	62,8	62,8					65,7	89,2	64,1			67,2	61,2	55,7	52,1	47,9	39,7	33,4	20,9			
V	66,7	72,7					69,8	99	62,4			66,6	62	57,5	55,9	52,6	44,6	34,4	25,8			
Nocturno	N	45,2				45,2	55,67	58,63	47,9	82,6	57,2	41,5	38,2	39,3	36,9	32,8	21,3	15,7	11,2			
	O	45				48,0			48,2	85,1	39,9	38,7	40,5	38,9	36,7	31,7	24,3	20,5	10,5			
	S	42,6				45,6			46,6	76,3	46,3	44,7	37,3	38,1	32,1	27,8	16,7	12,3	10			
	E	51,4				54,4			54,9	80	47,7	52,1	43,9	42,8	43,2	38,5	26,7	22,1	9,5			

	ID Punto	Dirección	Horario	Orientación	Leq, dB	LReq	LAeq	LRAeq	Lieq, dB	Pico, dB												
											20 Hz	100 Hz	200 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	5 KHz	10 KHz	20 KHz			
SEMANTAL	60	Av Norte - Entrada ICBF	Diurno	V	62,1	65,1	71,15	72,62	65,7	110,5	80,5	66,7	64,2	52,1	47,9	44,9	38,9	37,9	43,6			
				N	68,9	71,9			70,2	98,7	56,1	59,9	57,1	58,3	59,7	57,1	46,3	35,7	21,8			
				O	72,9	72,9			74,5	102,5	57,5	66	61,4	59,8	62,3	62,2	58,7	53,2	37,7			
				S	70,7	70,7			73,6	100,8	56,4	66,3	64,8	62,1	61,7	58,4	50,5	45,3	30,5			
				E	72,7	75,7			75,8	102,9	61,6	65,5	63,6	64,1	63,6	60,3	51	46,2	34,7			
			V	68,8	68,8	70,4	116,0	58,8	65	60,1	58,9	59,9	57,8	49,1	38,6	27						
			Nocturno	N	64,8	70,8	67,5	96,1	55,4	61,3	55,1	53,2	51,5	49,6	40,5	34,6	22,5					
				O	65,6	65,6	67,2	98,9	58,7	65,8	60,9	56,5	53,6	52,6	43,1	36,4	22,7					
				S	66,4	69,4	69,2	100,1	63	66,9	64	57,7	56,5	54,3	47,2	41,1	23,5					
				E	67,7	73,7	69,1	99,1	55,6	63,5	61,1	55,4	54,3	51,9	44,7	48,1	25,5					
				V	69,6	75,6	71,0	103,0	61,9	63,6	59,6	59,4	55,1	52,1	45,8	35,5	31,4					
			DOMINGO	60	Av Norte - Entrada ICBF	Diurno	N	77,4	77,4	74,54	76,61	79,8	109,7	53,4	60,6	59,5	58,3	59,8	56,3	49	39,9	22,6
							O	73,5	76,5			76,8	102,8	50,1	58,8	54,8	52,7	50,5	48,6	40	31,8	19,4
							S	71,8	74,8			75,2	101,1	55,6	56,9	54,9	49,6	49,6	47	37,9	29,8	18
E	72,0	75,0					75,6	97,7	58,6			70,8	60,5	63,7	59,8	54,8	45,6	44,8	27,4			
V	75,3	78,3					77,1	125,6	55,7			60	55,1	54,2	58,5	51,3	47,8	36,4	35,8			
Nocturno	N	65,4				71,4	68,6	95,4	48,3	59,6	50,6	45,8	43,6	40,5	30,2	21,1	11,5					
	O	66,3				72,3	67,9	95,6	48,3	63,6	55,2	52,3	45,9	42,7	35,6	25,9	12,7					
	S	69,6				69,6	70,0	101,3	45,6	56,1	50	47,3	44,9	41,4	30,4	22,3	12,2					
	E	62,1				62,1	65,1	94,2	52,8	58,5	50	47,2	47	42,6	33,8	23,8	11,8					
	V	69,2				72,2	70,8	110,7	66	62,7	57,8	53,4	53,9	50,7	45,3	30,7	36					

**ANEXO 6.
MAPA HOMOLOGADO USOS DEL SUELO
RESOLUCIÓN 627 DE 2006**

ANEXO 7. EMISORES SUPERFICIALES TUNJA

**ANEXO 8.
MALLA VIAL SEMANAL Y DOMINICAL DIURNO Y
NOCTURNO**

**ANEXO 9.
MAPA ALTURA DE EDIFICIOS**

ANEXO 10.
MAPA DE RUIDO AMBIENTAL SEMANAL DIURNO

**ANEXO 11.
MAPA DE RUIDO AMBIENTAL SEMANAL
NOCTURNO**

ANEXO 12.
MAPA DE RUIDO AMBIENTAL DOMINICAL DIURNO

**ANEXO 13.
MAPA DE RUIDO AMBIENTAL DOMINICAL
NOCTURNO**

ANEXO 14.
MAPA DE CONFLICTO SEMANAL DIURNO

ANEXO 15.
MAPA DE CONFLICTO SEMANAL NOCTURNO

**ANEXO 16.
MAPA DE CONFLICTO DOMINICAL DIURNO**

ANEXO 17.
MAPA DE CONFLICTO DOMINICAL NOCTURNO

**ANEXO 18.
PRESENTACIÓN FINAL. SOCIALIZACIÓN
RESULTADOS MAPAS DE RUIDO AMBIENTAL**

ELABORACIÓN DE LOS MAPAS DE RUIDO DE LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE TUNJA

CONTRATO DE CONSULTORÍA 2010001 DE 2010



Tunja, 13 de Abril de 2011

FUNDACIÓN SIN ÁNIMO DE LUCRO ECOLÓGICA (FULECOL)



Fundación dedicada a la protección del medio ambiente y la sociedad constituida por especialistas en *Investigación, Asesoría y Consultoría*.

Realiza Trabajos de Investigación Aplicada y de Campo, en las diferentes áreas del conocimiento, para soportar y sustentar múltiples aspectos de la toma de decisiones en las entidades públicas y privadas.

FULECOL cubre fundamentalmente la Preparación, Elaboración, Programación, Planificación, Administración y Ejecución de toda clase de estudios y servicios ambientales, sociales, económicos y culturales especializados y/o multidisciplinarios.

EXPERIENCIA ESPECIFICA



- Actualización de los mapas de ruido de la zona urbana de los municipios de Bello, Itagüí y Medellín del Área Metropolitana del Valle de Aburrá
- Elaborar los mapas de ruido de la zona urbana de los municipios de Tunja y Sogamoso.
- Elaborar Mapas Digitales De Ruido Ambiental En Las Localidades De Barrios Unidos, Chapinero Y La Candelaria.
- Elaborar mapas digitales de ruido ambiental en las localidades de Mártires y Antonio Nariño para Audinest.

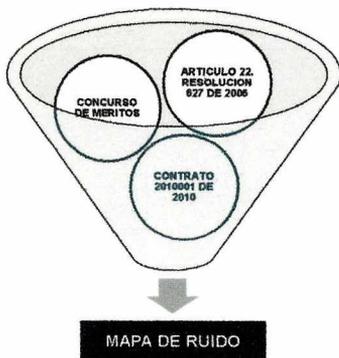
CONTENIDO



	INTRODUCCION
	OBJETIVOS
	ANTECEDENTES
	NORMATIVIDAD
	GENERALIDADES
	METODOLOGIA
	RESULTADOS Y CONCLUSIONES
	BIBLIOGRAFÍA



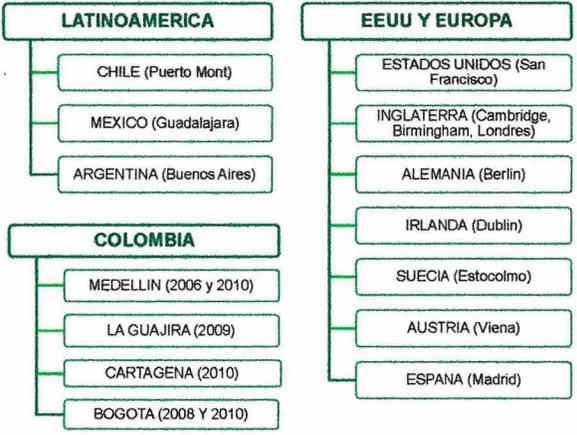
INTRODUCCIÓN



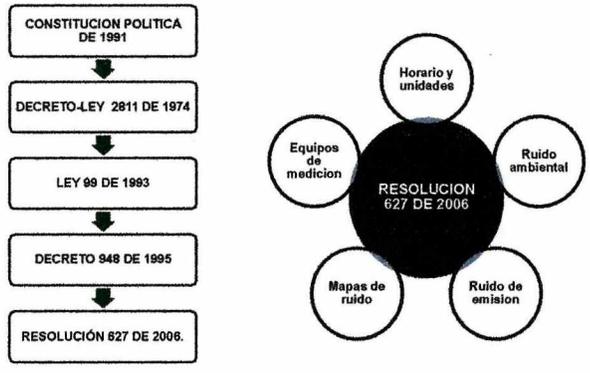
OBJETIVOS



ANTECEDENTES



NORMATIVIDAD



GENERALIDADES



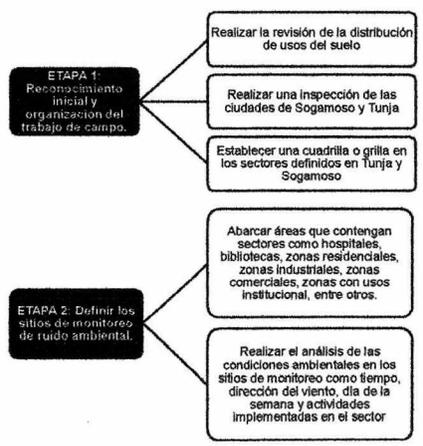
EQUIPOS DE MEDICIÓN



EFFECTOS DEL RUIDO EN LA SALUD HUMANA



METODOLOGIA



ETAPA 3. MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL



PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN

Resolución 627 de 2006, Anexo 3, Capítulo II

Montaje del equipo y el anemómetro en el trípode

La medición en cada punto consta de 5 mediciones parciales distribuidas en tiempos iguales (N, S, E, O, V)



$$L_{Aeq} = 10 \cdot \log \left(\left(\frac{1}{5} \right) \left(10^{\frac{L_{N1}}{10}} + 10^{\frac{L_{S1}}{10}} + 10^{\frac{L_{E1}}{10}} + 10^{\frac{L_{O1}}{10}} + 10^{\frac{L_{V1}}{10}} \right) \right)$$

DATOS A DADA



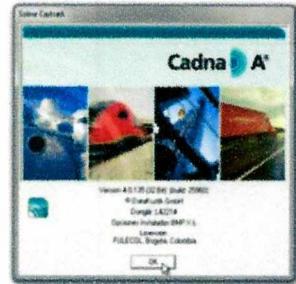
- Alturas de edificios
- Aforos vehiculares
- Emisores superficiales
- Receptores
- Topografía



ETAPA 5. REALIZAR MAPAS DE RUIDO



- CREAR NUEVO PROYECTO
- AREA DE CALCULO
- RECEPTORES
- EDIFICACIONES
- EMISORES SUPERFICIALES
- CARRETERAS
- TOPOGRAFIA
- USOS DESIGNADOS DE SUELO
- CALCULAR RECEPTORES Y MALLA
- EXPORTAR DATOS
- ANALISIS DE DATOS



RESULTADOS Y CONCLUSIONES



MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL

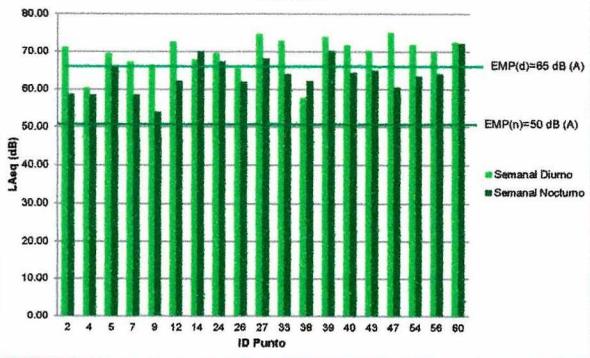
Sectorización Resolución 627 de 2006

SECTOR	SUBSECTOR
SECTOR B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas Residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes (B1)
	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas. (C1)
SECTOR C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos. (C2)
	Zonas con usos institucionales. (C3)
	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, vías troncales, autopistas, vías arteriales, vías principales. (C4)

SEMANAL DIURNO Y NOCTURNO



Comportamiento Ruido Ambiental Sector B



ID 47. Av Norte Calle 48



LAeq(d)= 75,12 dB(A)
LAeq (n) = 72,26 dB(A)

Frente a Clínica Medilasur



LAeq (d)= 71,63 dB(A)
LAeq (n) = 72,26 dB(A)

ID 60. Av Norte -ICBF



LAeq(d)= 71,30 dB(A)
LAeq (n) = 72,26 dB(A)

Diagonal 67 Barrio Los Mulscas



LAeq (d)= 72,64 dB(A)
LAeq (n) = 64,76 dB(A)

ID 2. Calle64 con carrera 8



L_{Aeq}(d)= 71,83 dB(A)
L_{Aeq}(n)= 72,26 dB(A)

ID 39. Carrera 32 calle 16



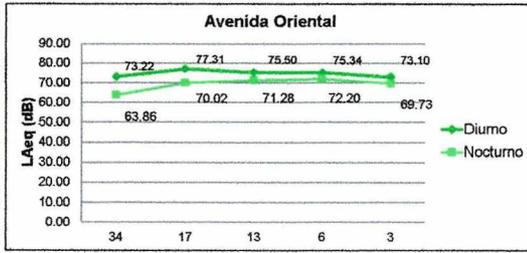
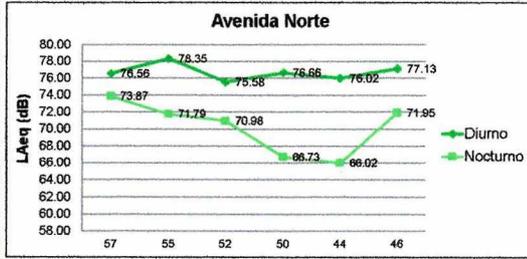
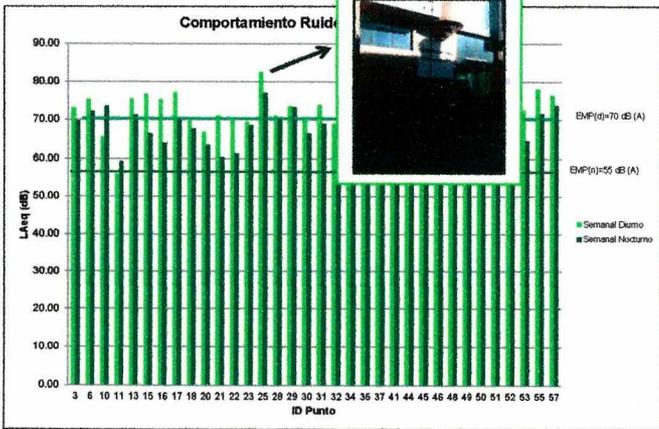
L_{Aeq}(d)= 74, 10 dB(A)
L_{Aeq}(n)= 70,11 dB(A)

SEMANAL DIURNO Y NOCTURNO

Sector C1

ID Punto	Dirección	Registro Fotografico	Horario	L _{Aeq} (dB)	Norma Res. 0627 /06
58	km 1 via Tunja - Paipa		Diurno	69,56	75
			Nocturno	60,22	70

SEMANAL DIURNO Y NOCTURNO



ID. 46Av Norte Calle 35



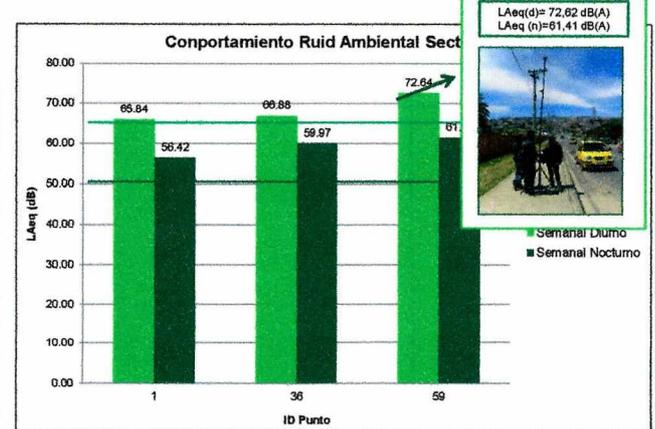
L_{Aeq}(d)= 77,13 dB(A)
L_{Aeq}(n)=71,85 dB(A)

ID 44. Av Norte Calle 37



L_{Aeq}(d)= 76,02 dB(A)
L_{Aeq}(n)=66,02 dB(A)

SEMANAL DIURNO Y NOCTURNO



ID 55. Av Norte Calle 64



L_{Aeq}(d)= 78,35 dB(A)
L_{Aeq}(n)= 71,79dB(A)

ID 50. Av Norte Club RUA



L_{Aeq}(d)= 76,88 dB(A)
L_{Aeq}(n)=66,73 dB(A)

ID 28. Plaza San Francisco

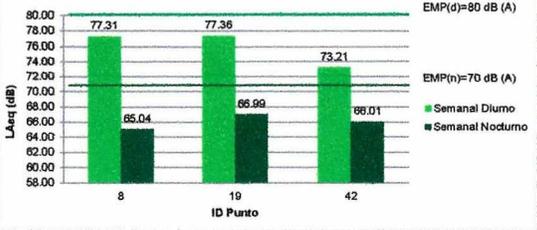


L_{Aeq}(d)= 71,13 dB(A)
L_{Aeq}(n)=70,12 dB(A)

SEMANAL DIURNO Y NOCTURNO



Comportamiento Ruido Ambiental Sector C4



SEMANAL DIURNO Y NOCTURNO

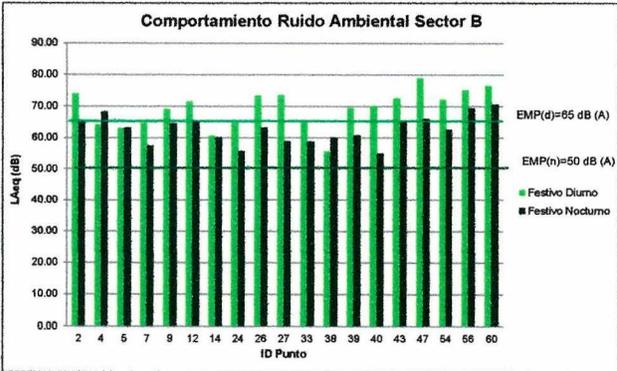


Sector	Subsector	Media	Desviación est.	min.	Max.	Norma dB(A)	% Exceso	
Diurno (7:01 – 21:00)								
Sector B	B1	69,59	4,6	57,79	75,12	65	6,6%	
	C1	69,56	-	-	-	75	-7,8%	
	Sector C	C2	72,48	4,87	56,06	82,73	70	3,4%
		C3	68,46	3,66	65,84	72,64	65	5,1%
C4	75,96	2,38	73,21	77,36	80	-5,3%		
Nocturno (21:01 – 7:00)								
Sector B	B1	64,3	5,17	53,97	74,89	50	22,2%	
	C1	60,57	-	-	-	70	-15,6%	
Sector C	C2	67,32	4,53	59,19	77,18	55	18,3%	
	C3	59,27	2,57	56,42	61,41	50	15,6%	
	C4	66,01	0,97	65,04	66,99	70	-6,0%	

FESTIVO DIURNO Y NOCTURNO



Comportamiento Ruido Ambiental Sector B



ID 47. Av Norte Calle 48



ID 56. Antigua via Paipa Calle 75



ID 60. Av Norte -ICBF



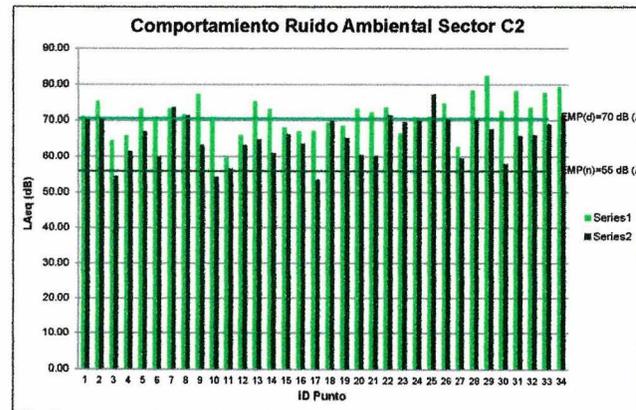
ID 2. Calle64 con carrera 8



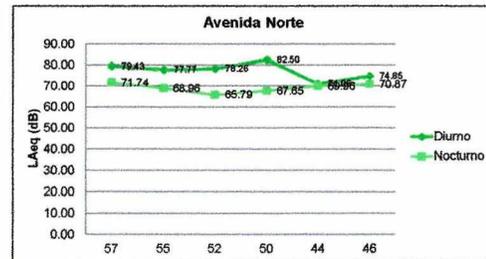
FESTIVO DIURNO Y NOCTURNO



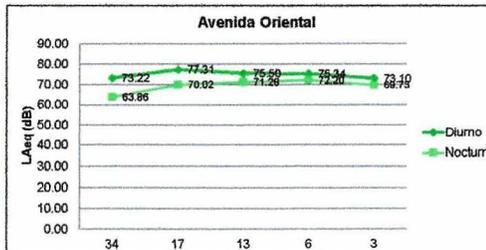
Comportamiento Ruido Ambiental Sector C2



Avenida Norte



Avenida Oriental



ID. 46 Av Norte Calle 35



LAeq(d)= 74,85 dB(A)
LAeq (n)=70,87dB(A)

ID 44. Av Norte Calle 37



LAeq(d)= 71,06 dB(A)
LAeq (n)=69,96 dB(A)

ID 55. Av Norte Calle 64



LAeq(d)= 77,77 dB(A)
LAeq (n)= 68,96dB(A)

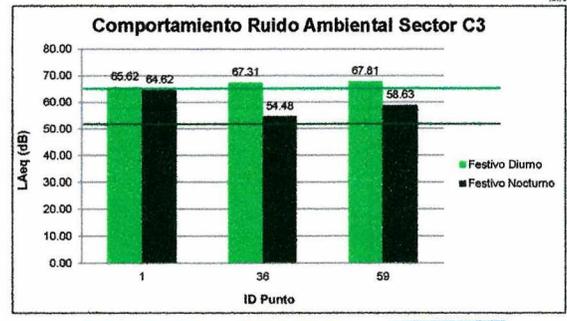
ID 50. Av Norte Club RUA



LAeq(d)= 82,50 dB(A)
LAeq (n)=67,65 dB(A)



FESTIVO DIURNO Y NOCTURNO



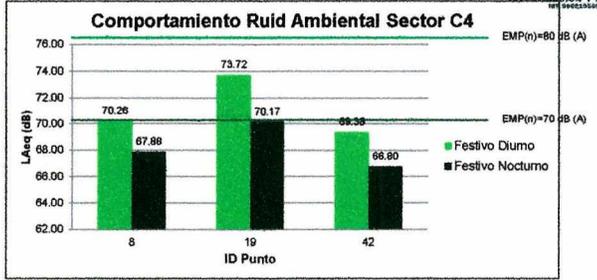
SEMANAL DIURNO Y NOCTURNO



Sector C1

ID Punto	Dirección	Registro Fotografico	Horario	LAeq	Norma Res. 0627 /06
58	km 1 via Tunja - Paipa		Diurno	68,30	75
			Nocturno	58,42	70

FESTIVO DIURNO Y NOCTURNO

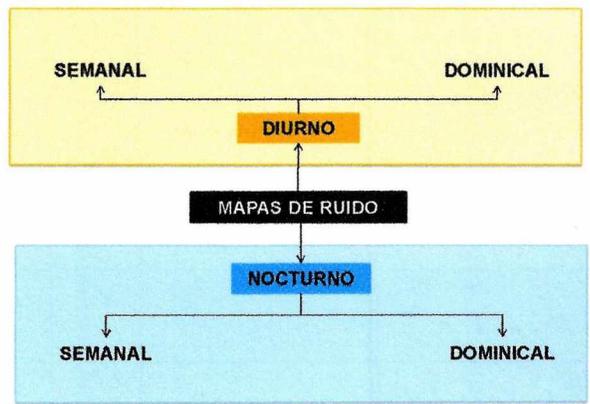


FESTIVO DIURNO Y NOCTURNO

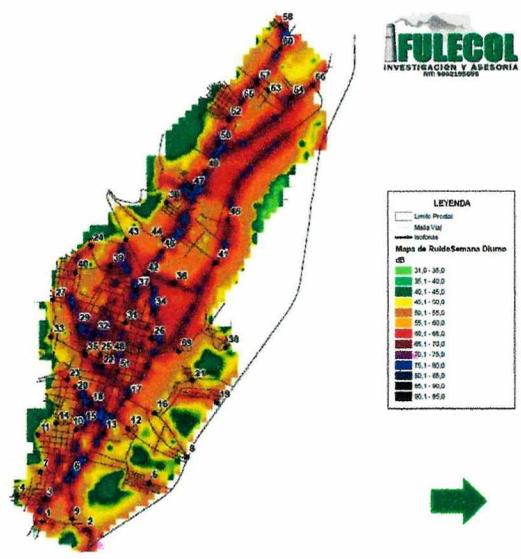


Sector	Subsector	Media	Desviación std.	min.	Máx.	Norma (dB(A))
Diurno (7:01 – 21:00)						
Sector B	B1	69,37	5,84	55,7	78,91	65
	C1	68,3	-	-	-	75
Sector C	C2	71,67	5,07	59,8	82,5	70
	C3	66,91	1,14	65,62	67,81	65
	C4	70,26	2,29	69,36	73,72	80
Nocturno (21:01 – 7:00)						
Sector B	B1	66,08	4,27	58,63	73,67	50
	C1	71,74	-	-	-	70
Sector C	C2	62,94	5,96	53,52	77,19	55
	C3	59,28	1,21	58,42	60,14	50
	C4	63,44	6,03	57,55	69,62	70

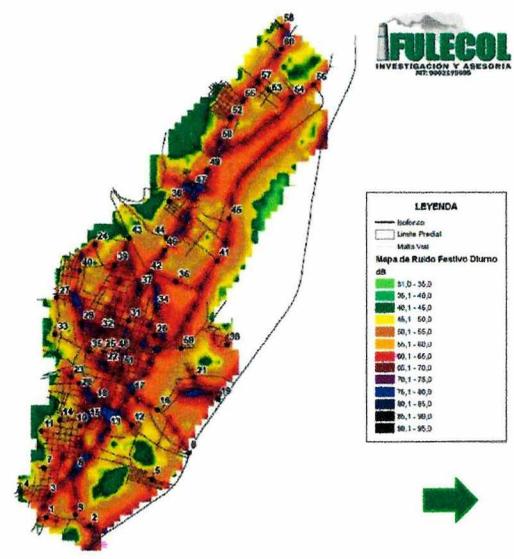
MAPAS DE RUIDO AMBIENTAL



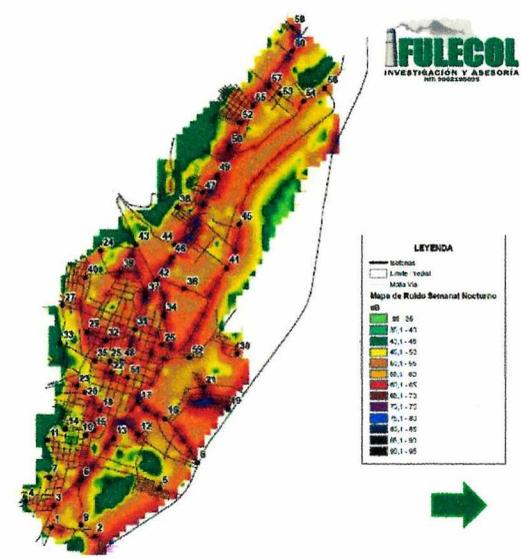
SEMANAL DIURNO



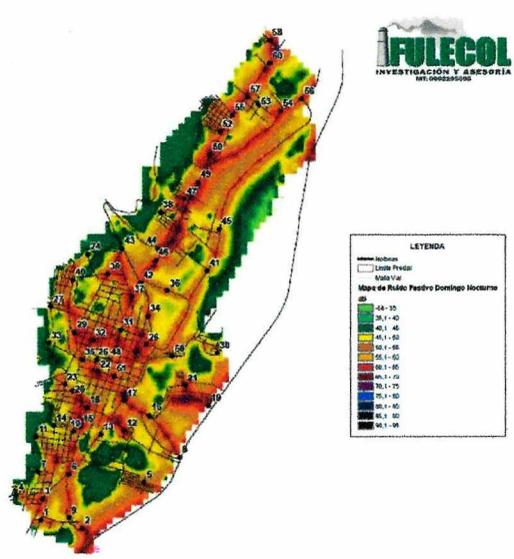
DOMINICAL DIURNO



SEMANAL NOCTURNO



DOMINICAL NOCTURNO



PLAN DE DESCONTAMINACION POR RUIDO



OBJETIVO GENERAL

Señalar acciones encaminadas a proteger la salud de la población, y a prevenir y controlar la contaminación sonora generada por las fuentes de emisión de ruido.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Fortalecer la conciencia y la participación ciudadana en torno a las acciones de protección ambiental
- Identificar y priorizar las zonas con altos niveles de ruido en el municipio.
- Establecer los programas para controlar, mitigar y minimizar los altos niveles de ruido en el municipio.
- Formular indicadores de gestión que permitan medir el avance de la reducción de los niveles de ruido.
- Desarrollar mecanismos de coordinación interinstitucional que permitan la integración de la planeación ambiental y urbana en los diferentes territorios.

PROGRAMA 1. EDUCACION AMBIENTAL EN LA COMUNIDAD		
OBJETIVO	Fortalecer la conciencia y la participación ciudadana en torno a las acciones de protección ambiental	
META	Involucrar a la comunidad del municipio, con los problemas ambientales de ruido.	
ACCIONES	ETAPAS A DESARROLLAR	TIEMPO ESTIMADO
Socialización de los resultados del mapa de ruido	Socializar la información obtenida en el presente estudio de una manera didáctica y pedagógica.	1 día
Sensibilización	Realizar campañas de sensibilización en donde se resalten los problemas que pueden causar los altos niveles de ruido.	2 semanas
Capacitación y sensibilización.	Fomentar la educación ambiental en instituciones educativas.	Constante
INDICADORES DE SEGUIMIENTO		
INDICADOR	DESCRIPCIÓN	ECUACION
IJC	Indicador Jornadas de Capacitación	$IJC = (JCR/JCP) \times 100$ JCR: Jornadas de capacitación realizadas JCP: Jornadas de capacitación programadas
IPC(I)	Indicador Personas Capacitadas (Instituciones)	$IPC(I) = (POT/PA) \times 100$ PCA: Personas capacitadas TPA: Total estudiantes localidad.
CUESTOS APROXIMADOS		
ACTIVIDAD	CARACTERÍSTICAS	CUESTOS
Socializar mapa de ruido	Talleres y actividades lúdicas dirigidas a la comunidad y generadores de ruido.	5'000.000
Campaña de sensibilización	Publicidad a través de medios de comunicación	20'000.000
Gestión en instituciones educativas	Charlas prácticas a estudiantes y apoyo a PRAES y PEI's	30'500.000



PROGRAMA 2. SEGURIDAD AMBIENTAL EN SECTORES COMERCIALES		
OBJETIVO	Fortalecer la conciencia y la participación ciudadana en torno a las acciones de protección ambiental	
META	Cambiar los patrones comerciales y actividades que generen ruido	
ACCIONES	ETAPAS A DESARROLLAR	TIEMPO ESTIMADO
Capacitaciones	Socializar y concientizar mediante capacitaciones al sector comercial (industrias y otros establecimientos), conformando grupos por barrios para un mejor manejo y control.	1 mes
Capacitaciones	Dar a conocer la normatividad de ruido aplicable en Colombia mediante documentos explícitos y promocionados en medios de comunicación masivo, dirigidos a diferentes sectores.	1 mes
Capacitación y sensibilización	Fomentar el buen ambiente ocupacional en los establecimientos que generan altos niveles de ruido y capacitar a los dueños y trabajadores en técnicas que contribuyan a la disminución de los niveles de ruido.	Constante
INDICADORES DE GESTIÓN		
INDICADOR	DESCRIPCIÓN	ECUACIÓN
IJC	Indicador Jornadas de Capacitación	$IJC = (JCR/JOP) \times 100$ JCR: Jornadas de capacitación realizadas. JOP: Jornadas de capacitación programadas
IEN	Indicador Establecimiento que Conocen la Norma	$IEN = (ECN/TEL) \times 100$ ECN: Establecimientos Conocen la Norma. (Informados) TEL: Total establecimientos Localidad (Exclusivamente los que generan ruido)
COSTOS APROXIMADOS		
ACTIVIDAD	CARACTERÍSTICAS	COSTOS
Capacitación a generadores de ruido	Visitas, talleres y actividades de sensibilización	20'000,000
Difusión de aspectos legales	Difusión mediante material impreso y medios masivos	20'000,000
Capacitación en técnicas de medición de ruido	Asesoría profesional por establecimiento indicando medidas de control.	40'000,000



PROGRAMA 3. CONTROL DE RUIDO EN VÍAS		
OBJETIVO	Identificar y priorizar las zonas con altos niveles de ruido en la localidad.	
META	Mitigar y prevenir la emisión de ruido generada por el tráfico vehicular.	
ACCIONES	ETAPAS A DESARROLLAR	TIEMPO ESTIMADO
1	En vías con alto tráfico vehicular se debe planificar y controlar el tráfico de modo que no se exceda la carga máxima, esto se logra haciendo afloros vehiculares periódicamente.	Continuo
2	Mantenimiento a la malla vial con el fin de evitar represamientos.	Continuo
3	Regular el paso de vehículos de carga en sectores con altos niveles de ruido de acuerdo a los mapas medidos.	Continuo
4	Monitorear los sitios residenciales y comerciales que presentan los más altos niveles de ruido e identificar las fuentes generadoras de manera detallada.	1 mes
INDICADORES DE GESTIÓN		
INDICADOR	DESCRIPCIÓN	ECUACIÓN
AV	Afloros Vehiculares	$AV = (AV1/2) \times 100$ AV: Afloros Vehiculares por año.
COSTOS APROXIMADOS		
ACTIVIDAD	CARACTERÍSTICAS	COSTOS
Afloramiento vehicular periódico	Realizado manualmente al inicio, posteriormente mediante sistemas automáticos.	20'000,000
Mantenimiento de la malla vial	A cargo de la oficina de planeación	Variable
Monitoreo detallado de ruido	A cargo de la Secretaría de ambiente y la Alcaldía Municipal, costo mensual.	15'000,000



PROGRAMA 4. CONTROL DE RUIDO EN ESPACIOS PÚBLICOS		
OBJETIVO	Establecer las alternativas y programas para controlar, mitigar y minimizar los altos niveles de ruido en el municipio.	
META	Modelar posibles medidas de control en sitios estratégicos de la localidad en espacio público.	
ACCIONES	ETAPAS A DESARROLLAR	TIEMPO ESTIMADO
1	Identificar sitios probables para el establecimiento de barreras acústicas, especialmente en vías principales.	1 mes
2	Modelar posibles medidas de control en sitios estratégicos del municipio en espacio público.	2 meses
INDICADORES DE GESTIÓN		
INDICADOR	DESCRIPCIÓN	ECUACIÓN
IAS	Indicador Barreras acústicas	$IAS = (BE/EP) \times 100$ BE: Barreras establecidas EP: Barreras propuestas
COSTOS APROXIMADOS		
ACTIVIDAD	CARACTERÍSTICAS	COSTOS
Modelación de alternativas de control	Aplicando un software de modelación de ruido (Por ej. CadnaA).	25'000,000
Identificación de puntos críticos, y diseño	Determinación in situ de los sitios donde sea factible el control diseñado.	Variable
Instalación de controles de ruido en espacio público.	A cargo de la oficina de planeación y la Alcaldía Municipal	50'000,000



PROGRAMA 5. CONTROL DE RUIDO EN ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO		
OBJETIVO	Establecer las alternativas y programas para controlar, mitigar y minimizar los altos niveles de ruido en el municipio.	
META	Disminuir niveles de ruido causado por establecimientos de comercio.	
ACCIONES	ETAPAS A DESARROLLAR	TIEMPO ESTIMADO
1	Realizar una campaña para concientizar a los dueños de establecimientos comerciales en el respeto a los horarios de atención al público, según las actividades.	1 mes
2	La autoridad ambiental debe hacer mediciones periódicas y obtener acciones legales para obligar a los establecimientos comerciales que emiten por debajo de la norma.	Continuo
3	Señalar sectores donde sea imposible disminuir los niveles de ruido con el fin de que los habitantes de la localidad eviten estas áreas.	Continuo
INDICADORES DE GESTIÓN		
INDICADOR	DESCRIPCIÓN	ECUACIÓN
ENH	Establecimiento que Cumple la norma horaria	$ENH = (EC/TE) \times 100$ EC: Establecimientos que cumple la norma horaria. TE: Total de establecimientos
EN	Establecimientos que cumplen la norma	$EN = (E/TE) \times 100$ E: Establecimientos que emiten por encima de la norma de ruido. TE: Total de establecimientos.
COSTOS APROXIMADOS		
ACTIVIDAD	CARACTERÍSTICAS	COSTOS
Mediciones periódicas	Verificación de emisión sonora en puntos de quées y comparar con normas de emisión de ruido.	25'000,000
Acciones legales	Instauración de demandas y orientación para instauración de sanciones por parte de la comunidad.	40'000,000
Determinación de zonas de alto impacto	Concertación con la comunidad.	70.000,000



PROGRAMA 6. COORDINACIÓN INTERINSTITUCIONAL			
OBJETIVO	Desarrollar mecanismos de coordinación interinstitucional para el diseño de políticas sectoriales que permitan la integración de la planeación ambiental y urbana en los diferentes territorios.		
META	Integración de los diferentes sectores públicos y privados		
AUTORIDAD	FUNCIONES	RESPONSABILIDAD	REQUISITOS
SECRETARÍA DE PLANEACIÓN, DESARROLLO E INFRAESTRUCTURA	ESPACIO PÚBLICO	Mitigación por Autorización	Planeación para Autorización y ejecución
		Clasificación de proyecto por impactos ambientales (depo, mediano y alto)	Estudios de impacto en la localidad.
	ESTUDIOS Y DISEÑO.	Reglamentación (Urbanismo)	Recursos económicos para compra de predios y trazo de vías por sitios de alto impacto.
		Ejecución de estudios de espacio público o vital en función de la infraestructura	Recursos para investigación y proyectos de zonas verdes.
SECRETARÍA DE TRANSPORTO Y TRANSPORTE	PLANEACIÓN TRÁFICO VEHICULAR	Establecer normas para mitigar niveles de ruido, post construcción.	Creación de políticas que permitan hacer la prevención desde la fase previa a construcción.
		Incluir dentro de las licencias de Construcción la realización de Monitoreos de Ruido.	Creación de Políticas.
	ESTUDIOS Y DISEÑO.	Implementación de sistemas de mitigación (Cercas vivas, vidrios insonorizantes)	Investigación de alternativas y políticas.
		Organizar tráfico y jerarquización de vías.	Mantenimiento de vías alternativas que generen menos impactos (tráfico pasado)
SECRETARÍA DE TRANSPORTO Y TRANSPORTE	PLANEACIÓN TRÁFICO VEHICULAR	Controlar el sistema integrado de transporte público y renovación del parque automotor	Financiamiento para cambiar el parque automotor y Políticas de integración.
		Control y Vigilancia Tráfico Vehicular	Funcionarios y herramientas para el control.
SECRETARÍA DE TRANSPORTO Y TRANSPORTE	PLANEACIÓN TRÁFICO VEHICULAR	Revisar el estado mecánico de los vehículos.	Control de revisiones.



BIBLIOGRAFIA



MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución 627 de 2006.

YEPEZ GOMEZ, SANCHEZ, JARAMILLO. METODOLOGÍA DE ELABORACIÓN DE MAPAS ACÚSTICOS COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RUIDO URBANO - CASO MEDELLÍN. REVISTA UNIVERSIDAD NACIONAL. MEDELLÍN, 2008.

CALDERÓN OLIVER, Javier. Evaluación del Informe Final del Estudio cuyo objeto es: "DETERMINAR LA CONTAMINACIÓN POR RUIDO AMBIENTAL EN CENTROS POBLADOS DE LA GUAJIRA (DIBULLA, RIOHACHA, ALBANIA, HATO-NUEVO Y PAPAYAL)". Corporación Autónoma Regional de La Guajira. Riohacha, 2010.

CONAMA. Evaluación y visualización del ruido ambiental de la ciudad de Puerto Montt. Chile, 2008.

BADANIAN, Alejandro. Mapa de Ruido: Los desafíos. Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. Buenos Aires, 2011.

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. Future noise policy. European Commission Green Paper. Bruselas, 1996.

GRACIAS



Calle 42 N° 8A - 8B • Oficina 1101 Edificio Suro • Bogotá D.C. • E-mail: fulecol@gmail.com

ANEXO 19.
LISTA DE ASISTENCIA SOCIALIZACIÓN
MUNICIPIO TUNJA



CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE BOYACÁ

GESTIÓN HUMANA

FORMATO DE REGISTRO

SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

FGH-12

Página 1 de 1

Versión 4

21-06-2010

ASISTENCIA A EVENTO DE CAPACITACION , BIENESTAR SOCIAL Y SALUD OCUPACIONAL

FECHA: 13/04/11

LUGAR: ALTOS DE SAN IGNACIO

TEMA(S): SOCIALIZACIÓN MAPA DE RUIDO DE TUNJA

CAPACITACIÓN SOCIALIZACIÓN BIENESTAR SOCIAL Y SALUD OCUPACIONAL

NOMBRE	CARGO / ROL	FIRMA
Jorge Eduardo Parra Alzosta	VOZ CAUR - CORPOBOYACA	
Mónica Abigail Pérez Comba	Profesional U = Emisiones	
César Augusto Guarín Campo	Profesional Emisiones Atmosféricas	
Alexandra González Alfonso	Estudiante Uniboyacá	Alexandra G.A
Elana Cárdenas Bermúdez	Estudiante Uniboyacá	Elana Cardenas
Paula Andrea Cabelerón	Estudiante Uniboyacá	Paula Cabelerón
Alejandra Barrera Pachón	Estudiante Uniboyacá	
Gonzalo A. Arango B.	Tec. San. Amb. S.P.S.	
Carlos Eduardo López L.	Prof UNIBOYACÁ PLANADOCENTRAL	
Edgar A. Ibarra	SPS social de Tunja	
Natalia Suárez Araque		

Nombre capacitador(es)	Firma	Interno	Externo
Johanna A. Espinosa V.			X
Lina María Pardo A.			X
Natalia Suárez Araque	NATALIA SA		X



CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE BOYACÁ

GESTIÓN HUMANA

FORMATO DE REGISTRO

SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

FGH-12

Página 1 de 1

Versión 4

21-06-2010

ASISTENCIA A EVENTO DE CAPACITACION , BIENESTAR SOCIAL Y SALUD OCUPACIONAL

FECHA: 13/04/11

LUGAR: ALTOS DE SAN IGNACIO

TEMA(S): SOCIALIZACIÓN MAPA DE ROLLO DE TUNJA.

CAPACITACIÓN SOCIALIZACIÓN BIENESTAR SOCIAL Y SALUD OCUPACIONAL

NOMBRE	CARGO / ROL	FIRMA
MAURICIO ANDRÉS ROJAS TORRES	Profesional CORPOBOYACA	
Andreo Comarago Falardo	Estudiante Uniboyaca	
Sandy Ramos Espitia	Estudiante uniboyaca	Sandy Ramos
ING. JUBERTO HERIBERTO I.	DOCENTE UNIBOYACA	
Mónica Andrea Bernal Torres	Estudiante Uniboyaca	
EDUARDO NESTOR CASAS GARCIA	ESTUDIANTE UNIBOYACA	
Andrea Fonseca Sepulveda	Estudiante Uniboyaca	
Andrea Saldamiaga Alba	Estudiante Uniboyaca	Andrea Saldamiaga
Elly Manrique Martinez	Estudiante Uniboyaca	Elly Manrique Martinez
Alexandra Mora Arevalo	Estudiante Uniboyaca	
Andrea Del Pilar Quintana Niño.	Estudiante Uniboyaca	

Nombre capacitador(es)	Firma	Interno	Externo
Johanna A. Espinosa V.			X
Lina Maria Parra A.			X
Natalia Sudrez Araque	Natalia SA		X



CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE BOYACÁ

GESTIÓN HUMANA

FORMATO DE REGISTRO

SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

FGH-12

Página 1 de 1

Versión 4

21-06-2010

ASISTENCIA A EVENTO DE CAPACITACION , BIENESTAR SOCIAL Y SALUD OCUPACIONAL

FECHA: 13/04/11

LUGAR: ALTOS DE SAN IGNACIO

TEMA(S): SOCIALIZACIÓN MAPA DE RUIDO TUNJA.

CAPACITACIÓN

SOCIALIZACIÓN

BIENESTAR SOCIAL Y SALUD OCUPACIONAL

NOMBRE	CARGO / ROL	FIRMA
Carlos Esteban Lara Galvis	Estudiante Uniboyacá	
Diego Camilo Guto Sandoval	Estudiante Uniboyacá	

Nombre capacitador(es)	Firma	Interno	Externo

Edy de la Cruz