



**ACTUALIZACIÓN DEL INVENTARIO DE
EMISIONES A LA ATMÓSFERA Y LOS
MAPAS DE RUIDO DE LOS MUNICIPIOS DE
BUGA, TULUÁ, CARTAGO Y JAMUNDÍ**

—
**MAPAS DE RUIDO 2018
MUNICIPIO TULUÁ**



*Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca*

INFORME FINAL – MAPAS DE RUIDO TULUÁ 2018 PROPUESTA TÉCNICA No. 2010289-7-17

El presente informe entrega los resultados de las mediciones de ruido ambiental y de emisión de ruido llevadas a cabo bajo el proyecto con la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) para el municipio de Tuluá. Las mediciones se realizaron durante los meses de Abril y Mayo de 2018 teniendo en cuenta los distintos tipos de fuentes que previamente fueron identificados en la zona. Estas mediciones permiten identificar los niveles de ruido en el municipio con el fin de realizar los mapas estratégicos de ruido (MER) correspondientes.

Todo lo anterior en marco del proyecto realizado por la empresa K2 Ingeniería S.A.S con N.I.T. 804.007.055-3 ubicada en la Carrera 36 Numero 36 – 28 Barrio el Prado en la ciudad de Bucaramanga, acreditada ante el IDEAM mediante la resolución de renovación 1695 del 4 de agosto de 2016 y extensión del alcance mediante la resolución 0232 del 5 de febrero de 2017 y la resolución 1313 del 16 de junio de 2017.

	Nombre	Cargo
Proyectó	Ximena Medina Vanegas	Ingeniero de Sonido
	Juliette Olivella López	Ingeniero Consultor
Revisó	Kento Taro Magara Gómez	Coordinador de Mapas de ruido
Aprobó	Carlos Echeverri Londoño	Director de proyecto



TABLA DE CONTENIDO

LISTADO DE ABREVIATURAS	10
1 INTRODUCCIÓN	11
2 OBJETIVOS Y ALCANCE	12
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
2.3 ALCANCE	12
3 GENERALIDADES	13
3.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	13
3.2 PUNTOS DE MONITOREO	13
3.3 ZONAS DE ESPECIAL ATENCIÓN IDENTIFICADAS	14
3.3.1 ZONA DE ESPECIAL ATENCIÓN 1	15
3.3.2 ZONA DE ESPECIAL ATENCIÓN 2	16
3.3.3 ZONA DE ESPECIAL ATENCIÓN 3	17
3.3.4 ZONA DE ESPECIAL ATENCIÓN 4	18
3.3.5 ZONA DE ESPECIAL ATENCIÓN 5	19
3.3.6 ZONA DE ESPECIAL ATENCIÓN 6	20
3.3.7 ZONA DE ESPECIAL ATENCIÓN 7	21
3.4 ZONAS DE TRANQUILIDAD	39
3.5 FECHA Y HORA DE MONITOREO	44
3.6 RESPONSABLE DEL INFORME	48
3.7 ACREDITACIONES.....	49
4 NORMATIVIDAD APLICABLE DE RUIDO AMBIENTAL.....	50
4.1 NORMATIVA NACIONAL RESOLUCIÓN 0627 DE 2006 DEL MADS.....	50
4.2 NORMATIVA INTERNACIONAL UNE ISO 1996.....	52
4.3 NORMATIVA INTERNACIONAL ISO 9613	53
5 METODOLOGÍA	54

5.1	ACTIVIDADES DE MEDICIÓN E INVENTARIO DE FUENTES	55
5.2	RUIDO AMBIENTAL	56
5.2.1	MUESTREO TEMPORAL	56
5.2.2	MUESTREO ESPACIAL	56
5.3	RUIDO DE EMISIÓN	56
5.4	CONSOLIDADO DE MEDICIONES	57
5.5	PARÁMETROS DE MEDICIÓN	58
5.6	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	58
5.6.1	CÁLCULO DE NIVEL CONTINUO EQUIVALENTE CORREGIDO	58
5.6.2	CÁLCULO DE LA EMISIÓN O APORTE DE RUIDO	59
5.7	CONDICIONES METEOROLÓGICAS	60
5.7.1	Temperatura	61
5.7.2	Precipitación	62
5.7.3	Velocidad y dirección del viento	62
5.7.4	Humedad relativa	63
5.7.5	Presión Barométrica	64
5.8	INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN	64
5.9	MEDICIÓN DE FLUJOS VEHICULARES	67
6	ANÁLISIS DE RESULTADOS MONITOREO DE RUIDO	70
6.1	RUIDO AMBIENTAL	70
6.1.1	ZONAS DE ESPECIAL ATENCIÓN (ZEA)	70
6.1.2	ZONAS DE TRANQUILIDAD (ZTR)	94
7	MODELACIÓN	99
7.1	ENFOQUE	99
7.1.1	ESTÁNDARES UTILIZADOS	99
7.1.2	IDEALIZACIÓN DEL MODELO GEOMÉTRICO	102
7.1.3	IDEALIZACIÓN DE LAS FUENTES DE POTENCIA SONORA	103
7.2	MALLAS DE CÁLCULO	105
7.3	CONFIGURACIONES DE CÁLCULO GENERALES	106
7.4	DATOS DE ENTRADA AL MODELO	107
7.4.1	DOMINIO DE ESTUDIO	107
7.4.2	MODELO DIGITAL DE ELEVACIÓN	107
7.4.3	FUENTES	108
7.4.4	NIVELES DE POTENCIA ACÚSTICA	109

7.5 ESTRUCTURA MAG	113
7.5.1 DICCIONARIO DE DATOS: CATALOGO DE OBJETOS	113
7.5.2 CATALOGO DE OBJETOS	114
7.5.3 CATALOGO DE REPRESENTACION	114
7.5.4 MAPA BASE	116
7.5.5 ESTRUCTURA METADATOS	117
8 MAPAS ACÚSTICOS	118
8.1 MAPAS TOTALES	118
8.1.1 MAPA TOTAL EN JORNADA ORDINARIA.....	119
8.1.2 MAPA TOTAL EN JORNADA DOMINICAL	121
8.2 NIVEL EQUIVALENTE DÍA/NOCHE	123
8.3 CONTRIBUCIONES DEL TRÁFICO VEHICULAR	125
8.3.1 APORTES DE TRÁFICO EN JORNADA ORDINARIA DIURNO	125
8.3.2 APORTES DE TRÁFICO EN JORNADA ORDINARIO NOCTURNO	126
8.3.3 APORTES DE TRÁFICO EN JORNADA DOMINICAL DIURNO.....	127
8.3.4 APORTES DE TRÁFICO EN JORNADA DOMINICAL NOCTURNO	128
8.4 CONTRIBUCIÓN DE FUENTES FIJAS	129
8.4.1 MAPA FUENTES FIJAS EN JORNADA ORDINARIO DIURNO	129
8.4.2 ORDINARIO NOCTURNO	130
8.4.3 DOMINICAL DIURNO	131
8.4.4 DOMINICAL NOCTURNO.....	132
9 LÍNEA BASE PARA EL PLAN DE DESCONTAMINACIÓN ACÚSTICA	133
10 CONCLUSIONES	135
11 BIBLIOGRAFÍA	137

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ubicación geográfica del municipio de Tuluá	13
Ilustración 2. Puntos ZEA1.....	15
Ilustración 3. Puntos ZEA2.....	16
Ilustración 4. Puntos ZEA3.....	17
Ilustración 5. Puntos ZEA4.....	18
Ilustración 6. Puntos ZEA5.....	19
Ilustración 7. Puntos ZEA6.....	20
Ilustración 8. Puntos ZEA7.....	21
Ilustración 9. Metodología general del estudio	54
Ilustración 10. Temperatura mensual.....	61
Ilustración 11. Precipitación acumulada mensual.....	62
Ilustración 12. Rosa de viento.....	63
Ilustración 13. Humedad promedio mensual	63
Ilustración 14. Presión barométrica mensual	64
Ilustración 15 Ubicación de cámaras de video para aforos vehiculares _ Tuluá.....	68
Ilustración 16. Flujo vehicular por hora en jornada Ordinaria	69
Ilustración 17. Flujo vehicular por hora en jornada Dominical	69
Ilustración 18. Niveles de RA ZEA1 jornada ordinaria.....	73
Ilustración 19. Niveles de RA ZEA2 jornada ordinaria.....	73
Ilustración 20. Niveles de RA ZEA3 jornada ordinaria.....	74
Ilustración 21. Niveles de RA ZEA4 jornada ordinaria.....	74
Ilustración 22. Niveles de RA ZEA5 jornada ordinaria.....	75
Ilustración 23. Niveles de RA ZEA6 jornada ordinaria.....	75
Ilustración 24. Niveles de RA ZEA7 jornada ordinaria.....	76
Ilustración 25. Porcentaje de cumplimiento ZEA1 jornada ordinaria.....	78
Ilustración 26. Porcentaje de cumplimiento ZEA2 jornada ordinaria.....	79
Ilustración 27. Porcentaje de cumplimiento ZEA3 jornada ordinaria.....	79
Ilustración 28. Porcentaje de cumplimiento ZEA4 jornada ordinaria.....	80
Ilustración 29. Porcentaje de cumplimiento ZEA5 jornada ordinaria.....	80
Ilustración 30. Porcentaje de cumplimiento ZEA6 jornada ordinaria.....	81
Ilustración 31. Porcentaje de cumplimiento ZEA7 jornada ordinaria.....	81

Ilustración 32. Niveles de RA ZEA1 jornada dominical.....	84
Ilustración 33. Niveles de RA ZEA2 jornada dominical.....	85
Ilustración 34. Niveles de RA ZEA3 jornada dominical.....	85
Ilustración 35. Niveles de RA ZEA4 jornada dominical.....	86
Ilustración 36. Niveles de RA ZEA5 jornada dominical.....	86
Ilustración 37. Niveles de RA ZEA6 jornada dominical.....	87
Ilustración 38. Niveles de RA ZEA7 jornada dominical.....	87
Ilustración 39. Porcentaje de cumplimiento ZEA1 jornada dominical	90
Ilustración 40. Porcentaje de cumplimiento ZEA2 jornada dominical	91
Ilustración 41. Porcentaje de cumplimiento ZEA3 jornada dominical	91
Ilustración 42. Porcentaje de cumplimiento ZEA4 jornada dominical	92
Ilustración 43. Porcentaje de cumplimiento ZEA5 jornada dominical	92
Ilustración 44. Porcentaje de cumplimiento ZEA6 jornada dominical	93
Ilustración 45. Porcentaje de cumplimiento ZEA7 jornada dominical	93
Ilustración 46. Niveles de RA ZTR jornada ordinaria.....	95
Ilustración 47. Porcentaje de cumplimiento ZTR jornada ordinaria.....	96
Ilustración 48. Niveles de RA ZTR jornada dominical.....	97
Ilustración 49. Porcentaje de cumplimiento ZTR jornada dominical	98
Ilustración 50. Licencia de CadnaA K2 Ingeniería S.A.S.....	99
Ilustración 51. Estándares	100
Ilustración 52. Configuración General	100
Ilustración 53. Períodos de referencia.....	101
Ilustración 54. Parámetros a evaluar.....	102
Ilustración 55. Construcciones sin simplificar	103
Ilustración 56. Construcciones simplificadas	103
Ilustración 57. Aforos vehiculares por hora	104
Ilustración 58. Niveles de ruido por espectro de octava	105
Ilustración 59. Configuración malla de cálculo	105
Ilustración 60. Modelo digital del terreno del modelo de cálculo.....	108
Ilustración 61. Malla vial ingresada al modelo	108
Ilustración 62. Sección con edificaciones dentro del modelo del cálculo	109
Ilustración 63. Espectro idealizado para fuentes de tipo: Comercial.....	110

Ilustración 64. Espectro idealizado para fuentes de tipo: Industrial y Otros	110
Ilustración 65. Espectro idealizado para fuentes de tipo: Servicios	111
Ilustración 66. Estructura MAG	113
Ilustración 67. Catálogo de objeto	114
Ilustración 68. Catálogo de representación	115
Ilustración 69. Formato figuras tamaño carta	116
Ilustración 70. Modelo metadatos	117
Ilustración 71. Nivel LRAeq Ordinario/Diurna	119
Ilustración 72. Nivel LRAeq Ordinario/Nocturna	120
Ilustración 73. Nivel LRAeq Dominical/Diurna	121
Ilustración 74. Nivel LRAeq Dominical/Nocturna	122
Ilustración 75. Nivel LDN Ordinario	123
Ilustración 76. Nivel LDN Dominical	124
Ilustración 77. Nivel de tráfico Ordinario/Diurno	125
Ilustración 78. Nivel de Tráfico Ordinario/Nocturno	126
Ilustración 79. Nivel de tráfico Dominical/Diurno	127
Ilustración 80. Nivel de tráfico Dominical/Nocturno	128
Ilustración 81. Nivel Fuentes Fijas Ordinario/Diurno.....	129
Ilustración 82. Nivel Fuentes Fijas Ordinario/Nocturno.....	130
Ilustración 83. Nivel fuentes fijas Dominical/Diurno.....	131
Ilustración 84. Nivel Fuentes Fijas Dominical/Nocturno.....	132

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Zonas de Especial Atención evaluadas.....	14
Tabla 2. Descripción técnica de los puntos de monitoreo de ruido ambiental ZEA 1.....	22
Tabla 3. Descripción técnica de los puntos de monitoreo de ruido ambiental ZEA 2.....	24
Tabla 4. Descripción técnica de los puntos de monitoreo de ruido ambiental ZEA 3.....	27
Tabla 5. Descripción técnica de los puntos de monitoreo de ruido ambiental ZEA 4.....	29
Tabla 6. Descripción técnica de los puntos de monitoreo de ruido ambiental ZEA 5.....	32
Tabla 7. Descripción técnica de los puntos de monitoreo de ruido ambiental ZEA 6.....	34
Tabla 8. Descripción técnica de los puntos de monitoreo de ruido ambiental ZEA 7.....	37
Tabla 9. Zonas de tranquilidad evaluadas.....	39
Tabla 10. Descripción técnica de los puntos de monitoreo de ruido ambiental ZTR.....	40
Tabla 11. Fechas y hora de monitoreo de ruido ambiental ZEA.....	44
Tabla 12. Fechas y hora de monitoreo de ruido ambiental ZTR.....	44
Tabla 13. Fechas y hora de medición de emisión de ruido ZEA.....	45
Tabla 14. Fechas y hora de medición de emisión de ruido ZTR.....	48
Tabla 15. Horarios establecidos por la Resolución 0627 de 2006.....	50
Tabla 16. Estándares máximos permisibles para Ruido Ambiental.....	50
Tabla 17. Estándares máximos permisibles para Ruido de emisión.....	51
Tabla 18. Consolidado de Puntos Muestreados.....	57
Tabla 19. Escalas de precipitación.....	60
Tabla 20. Escala de velocidad del viento - Beaufort.....	60
Tabla 21. Resumen del procedimiento de cálculo de la incertidumbre.....	65
Tabla 22. Resultados de Incertidumbre Típica Combinada.....	67
Tabla 23 Puntos identificados para realizar aforos vehiculares.....	68
Tabla 24. Consolidado de RA ordinario diurno ZEA.....	70
Tabla 25. Consolidado de RA ordinario nocturno ZEA.....	72
Tabla 26. Resultados RA - Ordinario diurno ZEA.....	76
Tabla 27. Resultados RA - Ordinario nocturno ZEA.....	77
Tabla 28. Consolidado de RA dominical diurno ZEA.....	82
Tabla 29. Consolidado de RA dominical nocturno ZEA.....	83
Tabla 30. Resultados RA - Dominical diurno ZEA.....	88

Tabla 31. Resultados RA - Dominical nocturno ZEA.....	89
Tabla 32. Consolidado de RA ordinario diurno ZTR.....	94
Tabla 33. Consolidado de RA dominical diurno ZTR.....	96
Tabla 34. Coeficiente de absorción en ponderación A por bandas de octavas	107
Tabla 35. Inventario de Fuentes	111

LISTADO DE ABREVIATURAS

ABREVIATURA O SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
<i>dB</i>	Decibelio o Decibel
Frec.	Frecuencia
DOM	Abreviación para referir a la jornada dominical de medición
ORD	Abreviación para referir a la jornada ordinaria de medición (L-S)
<i>Hz</i>	Hercio o Hertz
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
<i>L10</i>	Percentil 10 de Ruido. Nivel de Ruido sobrepasado en el 10% de la vez
<i>L90</i>	Percentil 90 de Ruido. Nivel de Ruido sobrepasado en el 90% de la vez
<i>LAE</i> o <i>SEL</i>	Nivel de exposición sonora ponderado A
<i>Leq</i>	Nivel de presión sonora continuo equivalente
<i>Lleq</i>	Nivel Equivalente con ponderación temporal <i>Impulse</i>
<i>LAeq, d</i>	Nivel de presión sonora Continuo Equivalente con ponderación frecuencial [A] para la jornada Diurna
<i>LAeq, n</i>	Nivel de presión sonora Continuo Equivalente con ponderación frecuencial [A] para la jornada Nocturna
<i>LAeq, T</i>	Nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación frecuencial [A] muestreado durante un tiempo <i>T</i> definido.
<i>Ldn</i> o <i>LAeq, DN</i>	Nivel de presión sonora Continuo Equivalente con ponderación frecuencial [A] de 24 horas (Día/Noche)
<i>Lmax</i>	Nivel máximo de presión sonora
<i>Lmin</i>	Nivel mínimo de presión sonora
<i>LRAeq, d</i>	Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado [A] Diurno, corregido por tonos e impulsos. Se corresponde con el Nivel de Evaluación Normativo
<i>LRAeq, n</i>	Nivel de presión sonora continuo Equivalente ponderado [A] Nocturno, corregido por tonos e impulsos. Se corresponde con el Nivel de Evaluación Normativo
<i>m. s. n. m</i>	Metros Sobre El Nivel Del Mar
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MAVDT	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
RA	Ruido Ambiental
RE	Ruido de Emisión

DECLARACIÓN DE SÍMBOLOS MATEMÁTICOS

En el presente documento la separación decimal difiere de la recomendada por el Sistema Internacional de Unidades (SI) y la ISO en su norma 80000, debido a que las herramientas ofimáticas y de procesamiento de ruido empleados están referenciados a territorios americanos.

En ese sentido no se aplica la separación decimal habitual para el territorio colombiano, si no que se redefine la simbología de esta manera:

- Separación Decimal: Punto (.)
- Separación de Miles: Coma (,)

1 INTRODUCCIÓN

La Corporación Autónoma Regional del Valle Del Cauca - CVC, suscribió con la empresa K2 INGENIERIA S.A.S el contrato de consultoría CVC N.º 0674 cuyo objeto es “ACTUALIZAR EL INVENTARIO DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA Y LOS MAPAS DE RUIDO DE LOS MUNICIPIOS DE BUGA, TULUÁ, CARTAGO Y JAMUNDÍ” con un plazo de ejecución de 12 meses a partir del mes de diciembre de 2017.

El monitoreo de ruido se realizó en siete (7) zonas de especial atención (ZEA), ocho (8) zonas de tranquilidad (ZTR) y catorce (14) puntos adicionales previamente establecidos por la empresa contratante, las mediciones se realizaron para un (1) día ordinario y un (1) día dominical durante horario diurno y nocturno, respectivamente, a fin de determinar el grado de aporte al ruido ambiental en las diferentes zonas establecidas y dar cumplimiento a los requerimientos ambientales como parte de la gestión ambiental de la autoridad competente. Así mismo se realizó el monitoreo de fuentes de emisión de ruido en diferentes puntos de cada zona de especial atención, para cada establecimiento determinado en funcionamiento y sin actividad (cerrado).

Adicionalmente, se utilizaron los métodos de muestreo y de cálculo establecidos por la Resolución 627 de abril de 2006 expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y son comparados (si aplica) con los estándares máximos permisibles aplicables acatando la metodología establecida.

El documento incluye el objeto del estudio, la metodología de muestreo, especificaciones de los equipos de medición utilizados, reportes de calibración de los equipos, esquema con la ubicación de los sitios de monitoreo, resultados y hojas de campo, fechas y horas de medición, resultados de monitoreo, curvas de niveles de presión sonora, el respectivo análisis de comparación con la normatividad vigente, los mapas estratégicos de ruido del municipio y las respectivas conclusiones.

2 OBJETIVOS Y ALCANCE

2.1 OBJETIVO GENERAL

Actualizar los mapas de ruido del municipio de Tuluá.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Cuantificar los niveles de ruido ambiental y de emisión en decibeles dB(A) que se presentan en el área monitoreada, y realizar la comparación de los resultados obtenidos con la normatividad colombiana, la Resolución 627 de 2006 del MAVDT actual MADS.
2. Exponer los mapas de ruido diurno y nocturno en semana, fines de semana y festivos incluyendo la documentación para las siete (7) zonas de especial atención.
3. Identificar las principales fuentes de emisión de ruido para elaborar la línea base de un plan de descontaminación acústica, mejora de condición acústica en edificaciones sensibles al ruido y actividades de sensibilización y capacitación ciudadana.

2.3 ALCANCE

El presente informe corresponde a los resultados del municipio de TULUA y reporta la finalización de las actividades en tal zona, en marco del contrato CVC No 0674 de 2017 dando conformidad a la totalidad de las Obligaciones del Contratista clausula cuarta sección B del precitado contrato.

3 GENERALIDADES

3.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Ubicado en el departamento del Valle del Cauca entre las cordilleras Occidental y Central de Colombia, el municipio de Tuluá tiene una extensión aproximada de 818 km^2 y se encuentra situada a $4^{\circ}05'16''$ Latitud Norte y $76^{\circ}12'03''$ Longitud Oeste de Greenwich.

Su altura media está en los $997,5 \text{ m. s. n. m}$ (metros sobre el nivel del mar). En la Ilustración 1 se muestra la ubicación geográfica del municipio en estudio.

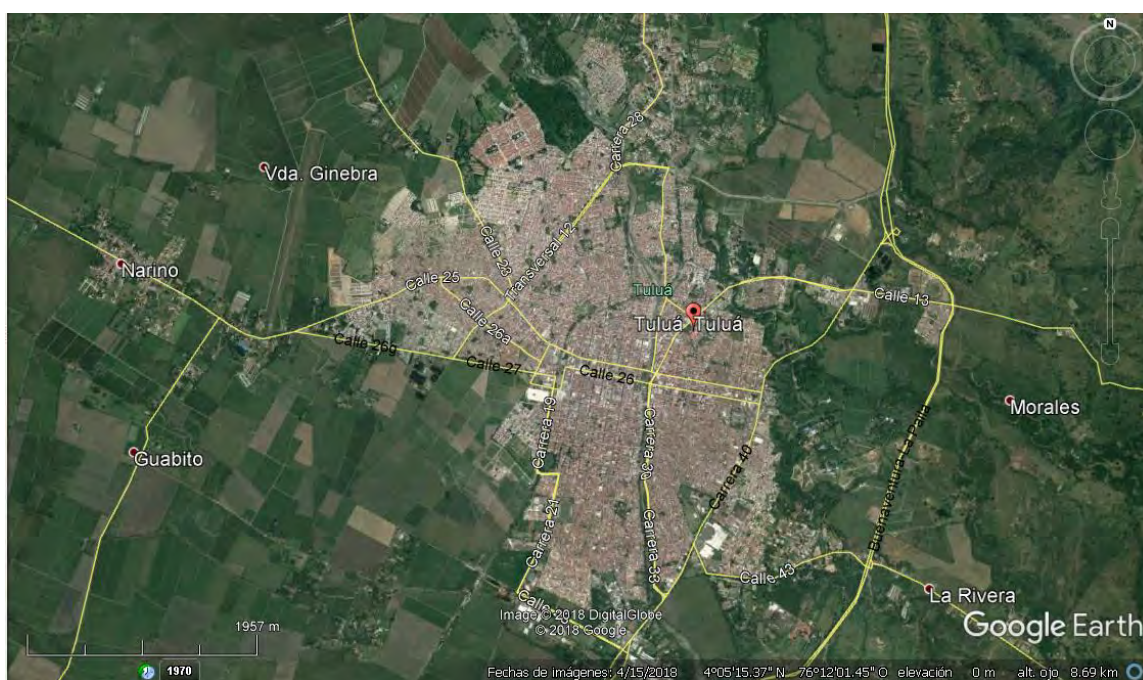


Ilustración 1. Ubicación geográfica del municipio de Tuluá
Fuente. Google Earth (estudio actual)

Las mediciones de ruido ambiental se realizaron en 7 zonas de especial atención (ZEA) y 8 zonas de tranquilidad (ZTR) distribuidas en el municipio, así mismo se realizaron 14 puntos de medición adicionales en todo el municipio para ajustar el modelo bajo el cual se elaboraron los mapas estratégicos de ruido. A continuación se describe cada una de las zonas a evaluar.

3.2 PUNTOS DE MONITOREO

Para todos los puntos del municipio, la codificación usada es la siguiente:

$$\text{ZEA } X_1 \text{ P } X_2 \text{ X}_3$$

Donde:

ZEA: Zona de Especial Atención

- X₁: Consecutivo de la zona, dependiendo del número definido para cada municipio
 P: Punto de medición
 X₂: Tipo de medición en el punto, una de las tres (A – Ambiental, F – Fijo o E – Emisión)
 X₃: Consecutivo iniciando en 1 para cada zona

NOTA: para las Zonas de Tranquilidad, la codificación es ZTR X₁ P X₂ X₃, empleando la misma simbología que las ZEA

3.3 ZONAS DE ESPECIAL ATENCIÓN IDENTIFICADAS

Para el municipio de Tuluá, se definieron 7 Zonas de Especial Atención (ZEA). Las ZEA se determinaron teniendo en cuenta el último mapa de ruido (2010), los puntos de ruido ambiental medidos en el marco del convenio 099 de 2016, las quejas atendidas por la generación de ruido durante el año 2017 y finalmente la experiencia y recomendaciones del funcionario encargado de la temática de ruido de la Dirección Ambiental Regional (DAR). Estas zonas fueron socializadas y validadas con el comité de ruido del municipio, posteriormente a este proceso se programó el inicio de actividades de monitoreo el cual a la fecha del presente informe se han completado en un 100%.

En la Tabla 1 se encuentra la descripción de las zonas de especial atención evaluadas.

Tabla 1. Zonas de Especial Atención evaluadas

ZEA	DESCRIPCIÓN
ZEA 1	Calle 25 entre carrera 1 y 12
ZEA 2	Transversal 12 entre calles 22 y 36a
ZEA 3	Carrera 40 entre calles 25 y 34
ZEA 4	Calle 26 entre carreras 32 y 36
ZEA 5	Carrera 27 entre calles 42 y 47
ZEA 6	Carrera 28 a la carrera 30 entre calles 18 y 29
ZEA 7	Calle 26 a la calle 28 entre carreras 21 y 27

Fuente. Propia (estudio actual)

A continuación, se presenta el detalle de puntos de Ruido Ambiental de cada ZEA y su georreferenciación.

3.3.1 ZONA DE ESPECIAL ATENCIÓN 1

Delimitada en el recorrido de la Calle 25 entre Carrera 1º y Carrera 13. La siguiente ilustración presenta la ubicación de puntos a lo largo de la ZEA.



Ilustración 2. Puntos ZEA1
Fuente. Propia (estudio actual)

3.3.2 ZONA DE ESPECIAL ATENCIÓN 2

Delimitada sobre la Transversal 12 entre Calles 10 y 28. La siguiente ilustración presenta la ubicación de puntos a lo largo de la ZEA.

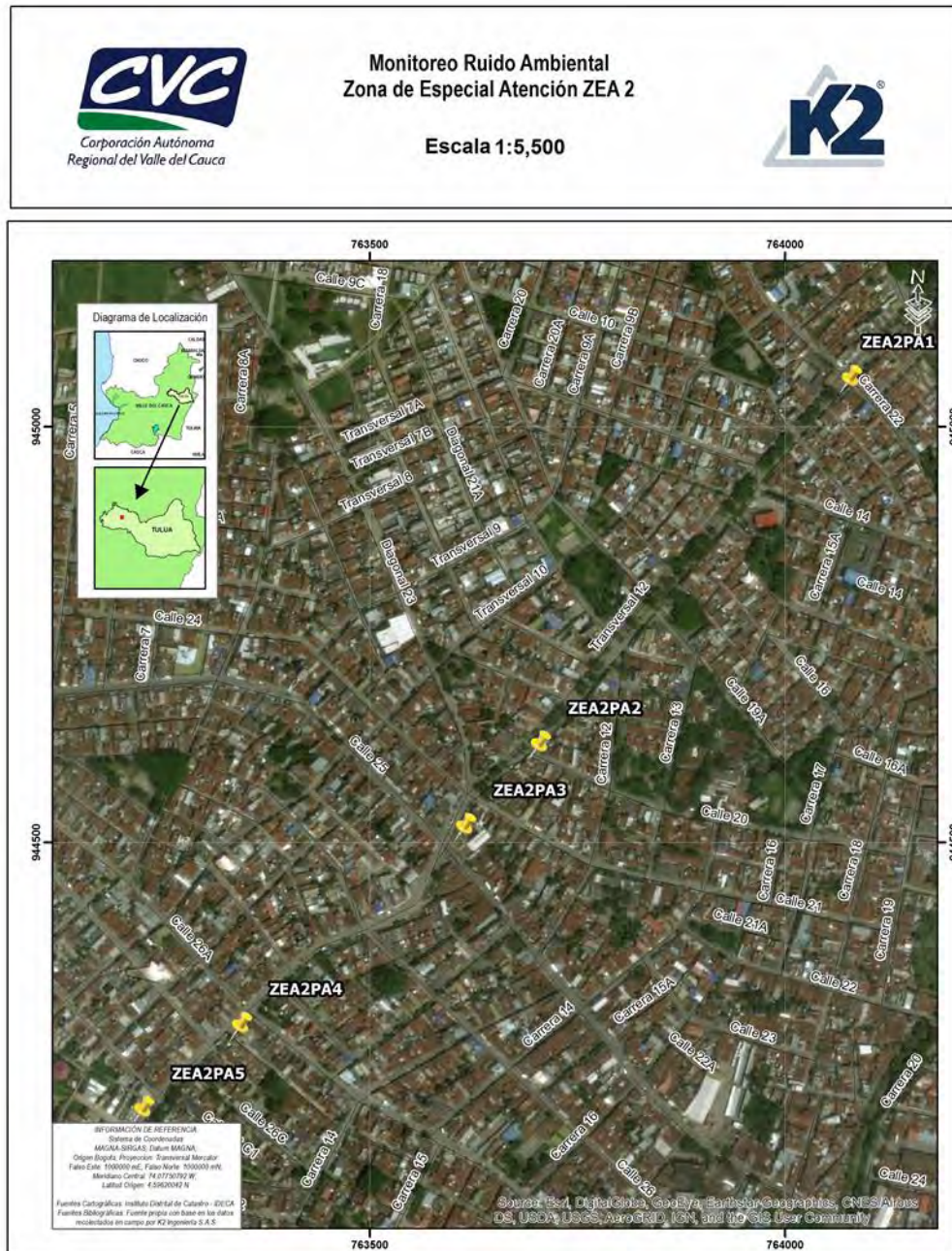


Ilustración 3. Puntos ZEA2
Fuente. Propia (estudio actual)

3.3.3 ZONA DE ESPECIAL ATENCIÓN 3

Delimitada en el recorrido de la Carrera 40 entre Calles 24 y 40. La siguiente ilustración presenta la ubicación de puntos a lo largo de la ZEA.



Ilustración 4. Puntos ZEA3
Fuente. Propia (estudio actual)

3.3.4 ZONA DE ESPECIAL ATENCIÓN 4

Delimitada sobre el recorrido de la Calle 26 entre carreras 32 y 36. La siguiente ilustración presenta la ubicación de puntos a lo largo de la ZEA.

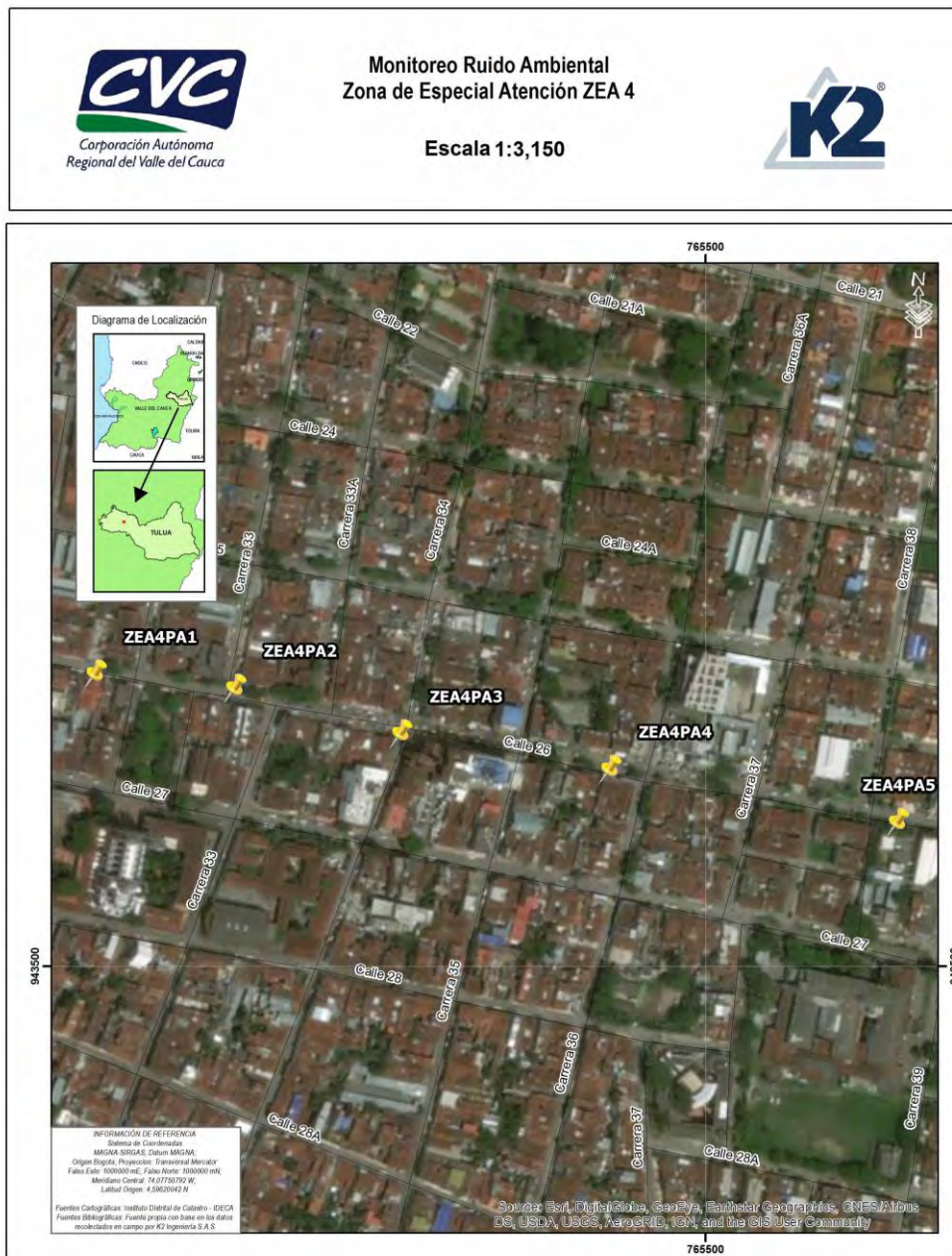


Ilustración 5. Puntos ZEA4
Fuente. Propia (estudio actual)

3.3.5 ZONA DE ESPECIAL ATENCIÓN 5

Delimitada en la Punta del Sur entre Carrera 27ª y 40. La siguiente ilustración presenta la ubicación de puntos a lo largo de la ZEA.



Ilustración 6. Puntos ZEA5
Fuente. Propia (estudio actual)

3.3.6 ZONA DE ESPECIAL ATENCIÓN 6

Delimitada sobre la Carrera 30 entre Calles 15 y 32. La siguiente ilustración presenta la ubicación de puntos a lo largo de la ZEA.



Ilustración 7. Puntos ZEA6
Fuente. Propia (estudio actual)

3.3.7 ZONA DE ESPECIAL ATENCIÓN 7

Teniendo en cuenta último mapa de ruido de la ciudad, la ZEA 7 en la zona céntrica abarcó a un polígono de varias cuadras. Delimitada sobre la Calle 27 entre Carreras 20 y 29. La siguiente ilustración presenta la ubicación de puntos a lo largo de la ZEA.



Ilustración 8. Puntos ZEA7
Fuente. Propia (estudio actual)

Tabla 2. Descripción técnica de los puntos de monitoreo de ruido ambiental ZEA 1

	Punto		N°1-ZEA1PA1		
	Descripción General / Ubicación:	Calle 25 N.º 1A-02			
	Coordenadas:	N 04°05'35.2" W 72°12'44.8" X -76.2124279030616 Y 4.0927092985819			
	Sonómetro:	Fusion -10428			
	Calibrador Acústico:	Cal21 - 4669			
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector C. Ruido Intermedio Restringido			
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	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.			
	Estándar Permissible Ruido Ambiental [dBA]:	Día 70	Noche 55		
	Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés			
	Punto		N°2-ZEA1PA2		
	Descripción General / Ubicación:	Calle 25 N.º 3-81			
	Coordenadas:	N 04°05'35.4" W 72°12'38.7" X -76.2109257244567 Y 4.09317303890119			
	Sonómetro:	Fusion -10428			
	Calibrador Acústico:	Cal21 - 4669			
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector C. Ruido Intermedio Restringido			
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	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.			
	Estándar Permissible Ruido Ambiental [dBA]:	Día 70	Noche 55		
	Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés			

Punto	Nº3-ZEA1PA3	
	Descripción General / Ubicación:	Calle 25 N.º 8-22
Coordenadas:	N 04°05'35.6" W 76°12'30.2"	
	X -76.2084844845622 Y 4.0931545740334	
Sonómetro:	Fusion -10428	
Calibrador Acústico:	Cal21 - 4669	
Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector C. Ruido Intermedio Restringido	
Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	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.	
Estándar Permissible Ruido Ambiental [dBA]:	Día	70
	Noche	55
Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés	



Punto	Nº4-ZEA1PA4	
	Descripción General / Ubicación:	Calle 25 N.º 10-110
Coordenadas:	N 04°05'30.3" W 76°12'23.2"	
	X -76.2064185484676 Y 4.09151090369474	
Sonómetro:	Fusion -10428	
Calibrador Acústico:	Cal21 - 4669	
Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector C. Ruido Intermedio Restringido	
Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	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.	
Estándar Permissible Ruido Ambiental [dBA]:	Día	70
	Noche	55
Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés	



Punto	N°5-ZEA1PA5	
	Descripción General / Ubicación:	Calle 25 N.º 12-109
Coordenadas:	N 04°05'26.4" W 76°12'19.7"	
	X -76.2054278879436 Y 4.09064378820388	
Sonómetro:	Fusion -10428	
Calibrador Acústico:	Cal21 - 4669	
Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector C. Ruido Intermedio Restringido	
Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	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.	
Estándar Permissible Ruido Ambiental [dBA]:	Día	Noche
	70	55
Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés	




Fuente. Propia (estudio actual)

Tabla 3. Descripción técnica de los puntos de monitoreo de ruido ambiental ZEA 2

Punto	N°1-ZEA2PA1	
	Descripción General / Ubicación:	Trv 12 N.º 22A
Coordenadas:	N 04°05'47.4" W 76°12'6.3"	
Sonómetro:	FUSION - 10428	
Calibrador Acústico:	Cal21 - 4669	
Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector C. Ruido Intermedio Restringido	
Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	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.	
Estándar Permissible Ruido Ambiental [dBA]:	Día	Noche
	70	55
Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés	

	Punto		N°2-ZEA2PA2	
	Descripción General / Ubicación:		Trv 12 N.º 22 64	
	Coordenadas:		N 04°05'33.1" W 76°12'18.4"	
	Sonómetro:		FUSION - 10428	
	Calibrador Acústico:		Cal21 - 4669	
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		Sector C. Ruido Intermedio Restringido	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		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.	
	Estándar Permissible Ruido Ambiental [dBA]:		Día 70	Noche 55
	Fuentes de Ruido		Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés	

	Punto		N°3-ZEA2PA3	
	Descripción General / Ubicación:		Trv 12 CII 25	
	Coordenadas:		N 04°05'29.8" W 76°12'21.3"	
	Sonómetro:		Fusion - 10428	
	Calibrador Acústico:		Cal21 - 4669	
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		Sector C. Ruido Intermedio Restringido	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		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.	
	Estándar Permissible Ruido Ambiental [dBA]:		Día 70	Noche 55
	Fuentes de Ruido		Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés	

	Punto		N°4-ZEA2PA4	
	Descripción General / Ubicación:		Trv 12 N.º 26A-03	
	Coordenadas:		N 04°05'22.0" W 76°12'30.1"	
	Sonómetro:		Fusion - 10428	
	Calibrador Acústico:		Cal21 - 4669	
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		Sector C. Ruido Intermedio Restringido	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		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.	
	Estándar Permissible Ruido Ambiental [dBA]:		Día 70	Noche 55
	Fuentes de Ruido		Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés	

	Punto		N°5-ZEA2PA5	
	Descripción General / Ubicación:		Trv 12 N.º 26c-26	
	Coordenadas:		N 04°05'18.7" W 76°12'33.8"	
	Sonómetro:		Fusion - 10428	
	Calibrador Acústico:		Cal21 - 4669	
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		Sector C. Ruido Intermedio Restringido	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		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.	
	Estándar Permissible Ruido Ambiental [dBA]:		Día 70	Noche 55
	Fuentes de Ruido		Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés	

Fuente. Propia (estudio actual)

Tabla 4. Descripción técnica de los puntos de monitoreo de ruido ambiental ZEA 3

	Punto		N°1-ZEA3PA1		
	Descripción General / Ubicación:	Cra 40 Cll 25			
	Coordenadas:	N 04°05'02.9" W 76°11'10.7"			
	Sonómetro:	CUBE -11274			
	Calibrador Acústico:	CAL21 - 4575			
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector C. Ruido Intermedio Restringido			
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	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.			
	Estándar Permissible Ruido Ambiental [dBA]:	Día	70	Noche	55
	Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés			

	Punto		N°2-ZEA3PA2		
	Descripción General / Ubicación:	Cra 40 Cll 27			
	Coordenadas:	N 04°04'56.0" W 76°11'11.8"			
	Sonómetro:	CUBE -11274			
	Calibrador Acústico:	CAL21 - 4575			
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector C. Ruido Intermedio Restringido			
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Zonas con usos permitidos industriales como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas			
	Estándar Permissible Ruido Ambiental [dBA]:	Día	75	Noche	70
	Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés			

	Punto		N°3-ZEA3PA3		
	Descripción General / Ubicación:	Cra 40 N.º 28-68			
	Coordenadas:	N 04°04'45.2" W 76°11'15.4"			
	Sonómetro:	CUBE -11274			
	Calibrador Acústico:	CAL21 - 4575			
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector C. Ruido Intermedio Restringido			
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Zonas con usos permitidos industriales como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas			
	Estándar Permisible Ruido Ambiental [dBA]:	Día	75	Noche	70
Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés				

	Punto		N°4-ZEA3PA4		
	Descripción General / Ubicación:	Cra 40 con ClI.34			
	Coordenadas:	N 04°04'32.11" W 76°11'23.3"			
	Sonómetro:	CUBE -11274			
	Calibrador Acústico:	CAL21 - 4575			
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado			
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes			
	Estándar Permisible Ruido Ambiental [dBA]:	Día	65	Noche	50
Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés				


	Punto		N°5-ZEA3PA5	
		Descripción General / Ubicación:	Cll 14 cra 40	
	Coordenadas:	N 04°04'27.7" W 76°11'26.2"		
	Sonómetro:	CUBE -11274		
	Calibrador Acústico:	CAL21 - 4575		
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector C. Ruido Intermedio Restringido		
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	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.		
	Estándar Permissible Ruido Ambiental [dBA]:	Día	70	Noche 55
	Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés		

Fuente. Propia (estudio actual)

Tabla 5. Descripción técnica de los puntos de monitoreo de ruido ambiental ZEA 4

	Punto		N°1-ZEA4PA1	
		Descripción General / Ubicación:	Cll 26 N°32-44	
	Coordenadas:	N 04°05'3.43" W 76°11'33.7"		
	Sonómetro:	FUSION - 10435		
	Calibrador Acústico:	CAL21 - 4468		
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector C. Ruido Intermedio Restringido		
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	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.		
	Estándar Permissible Ruido Ambiental [dBA]:	Día	70	Noche 55
	Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés		

	Punto		N°2-ZEA4PA2		
	Descripción General / Ubicación:	Cll 26 cra 33			
	Coordenadas:	N 05°05'03.1" W 76°11'30.6"			
	Sonómetro:	FUSION - 10435			
	Calibrador Acústico:	CAL21 - 4468			
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector C. Ruido Intermedio Restringido			
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	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.			
	Estándar Permissible Ruido Ambiental [dBA]:	Día	70	Noche	55
	Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés			

	Punto		N°3-ZEA4PA3		
	Descripción General / Ubicación:	Cll 26 cra 34			
	Coordenadas:	N 04°05'02.1" W 76°11'26.9"			
	Sonómetro:	FUSION - 10435			
	Calibrador Acústico:	CAL21 - 4468			
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector C. Ruido Intermedio Restringido			
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Zonas con usos institucionales			
	Estándar Permissible Ruido Ambiental [dBA]:	Día	65	Noche	50
	Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés			

	Punto		N°4-ZEA4PA4	
	Descripción General / Ubicación:		Cll 26 cra 36	
	Coordenadas:		N 04°05'01.3" W 76°11'22.2"	
	Sonómetro:		FUSION - 10435	
	Calibrador Acústico:		CAL21 - 4468	
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		Sector C. Ruido Intermedio Restringido	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		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.	
	Estándar Permissible Ruido Ambiental [dBA]:		Día 70	Noche 55
Fuentes de Ruido		Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés		


	Punto		N°5-ZEA4PA5	
	Descripción General / Ubicación:		Cll 26	
	Coordenadas:		N 04°05'00.1" W 76°11'15.8"	
	Sonómetro:		FUSION - 10435	
	Calibrador Acústico:		CAL21 - 4468	
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		Sector C. Ruido Intermedio Restringido	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		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.	
	Estándar Permissible Ruido Ambiental [dBA]:		Día 70	Noche 55
Fuentes de Ruido		Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés		

Fuente. Propia (estudio actual)


Tabla 6. Descripción técnica de los puntos de monitoreo de ruido ambiental ZEA 5

	Punto		Nº1-ZEA5PA1		
		Descripción General / Ubicación:	Cra 27a N.º 42-432		
Coordenadas:		N 04°03'59.5" W 76°11'49.2"			
Sonómetro:		CUBE - 11274			
Calibrador Acústico:		CAL21 - 4575			
Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		Sector C. Ruido Intermedio Restringido			
Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		Zonas con usos permitidos industriales como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas			
Estándar Permisible Ruido Ambiental [dBA]:		Día	75	Noche	70
Fuentes de Ruido		Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés			

	Punto		Nº2-ZEA5PA2		
		Descripción General / Ubicación:	Cra 27a 43-287		
Coordenadas:		N 04°03'56.0" W 76°11'44.7"			
Sonómetro:		CUBE - 11274			
Calibrador Acústico:		CAL21 - 4575			
Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		Sector C. Ruido Intermedio Restringido			
Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		Zonas con usos permitidos industriales como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas			
Estándar Permisible Ruido Ambiental [dBA]:		Día	75	Noche	70
Fuentes de Ruido		Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés.			

	Punto		N°3-ZEA5PA3		
	Descripción General / Ubicación:	Cra 27a N.º 47-108			
	Coordenadas:	N 04°03'54.0" W 76°11'49.8"			
	Sonómetro:	CUBE - 11274			
	Calibrador Acústico:	CAL21 - 4575			
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector C. Ruido Intermedio Restringido			
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Zonas con usos permitidos industriales como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas			
	Estándar Permissible Ruido Ambiental [dBA]:	Día	75	Noche	70
Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés				

	Punto		N°4-ZEA5PA4		
	Descripción General / Ubicación:	Inter Cra. 40 Cll. 48			
	Coordenadas:	N 04°03'51.9" W 76°11'50.1"			
	Sonómetro:	CUBE - 11274			
	Calibrador Acústico:	CAL21 - 4575			
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector C. Ruido Intermedio Restringido			
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Zonas con usos permitidos industriales como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas			
	Estándar Permissible Ruido Ambiental [dBA]:	Día	75	Noche	70
Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés				

	Punto		N°5-ZEA5PA5		
	Descripción General / Ubicación:	Cra 40 Zamba Caramba			
	Coordenadas:	N 04°03'55.2" W 76°11'47.3"			
	Sonómetro:	CUBE - 11274			
	Calibrador Acústico:	CAL21 - 4575			
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector C. Ruido Intermedio Restringido			
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Zonas con usos permitidos industriales como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas			
	Estándar Permissible Ruido Ambiental [dBA]:	Día	75	Noche	70
	Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés			

Fuente. Propia (estudio actual)

Tabla 7. Descripción técnica de los puntos de monitoreo de ruido ambiental ZEA 6

	Punto		N°1-ZEA6PA1		
	Descripción General / Ubicación:	Cra 28A CII 18			
	Coordenadas:	N 04°05'06.1" W 76°11'47.4"			
	Sonómetro:	Fusion - 10435			
	Calibrador Acústico:	Cal21 - 4468			
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector C. Ruido Intermedio Restringido			
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	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.			
	Estándar Permissible Ruido Ambiental [dBA]:	Día	70	Noche	55
	Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés			

		Punto		N°2-ZEA6PA2			
				Descripción General / Ubicación:		Cra 28a Cll 21	
Coordenadas:				N 04°05'22.1" W 76°11'39.3"			
Sonómetro:				Fusion - 10435			
Calibrador Acústico:				Cal21 - 4468			
Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:				Sector C. Ruido Intermedio Restringido			
Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:				Zonas con usos permitidos industriales como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas			
Estándar Permissible Ruido Ambiental [dBA]:				Día	75	Noche	70
Fuentes de Ruido				Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés			



		Punto		N°3-ZEA6PA3			
				Descripción General / Ubicación:		Cra 29 Diag.	
Coordenadas:				N 04°05'16.8" W 76°11'40.1"			
Sonómetro:				Fusion - 10435			
Calibrador Acústico:				Cal21 - 4468			
Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:				Sector C. Ruido Intermedio Restringido			
Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:				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.			
Estándar Permissible Ruido Ambiental [dBA]:				Día	70	Noche	55
Fuentes de Ruido				Ver Anexo digital 1 de Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés			

	Punto		N°4-ZEA6PA4		
	Descripción General / Ubicación:		Cra 30 CII 27 Diag.		
	Coordenadas:		N 04°05'01.3" W 76°11'42.2"		
	Sonómetro:		Fusion - 10435		
	Calibrador Acústico:		Cal21 - 4468		
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado		
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes		
	Estándar Permisible Ruido Ambiental [dBA]:		Día	65	Noche
Fuentes de Ruido		Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés			

	Punto		N°5-ZEA6PA5		
	Descripción General / Ubicación:		Cra 30 CII 29 Diag.		
	Coordenadas:		N 04°04'51.5" W 76°11'42.81"		
	Sonómetro:		Fusion - 10435		
	Calibrador Acústico:		Cal21 - 4468		
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado		
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:		Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes		
	Estándar Permisible Ruido Ambiental [dBA]:		Día	65	Noche
Fuentes de Ruido		Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés			

Fuente. Propia (estudio actual)

Tabla 8. Descripción técnica de los puntos de monitoreo de ruido ambiental ZEA 7

	Punto		Nº1-ZEA7PA1		
		Descripción General / Ubicación:	CII 26 N.º 21-54		
	Coordenadas:	N 04°05'08.9" W 76°12'01.0"			
	Sonómetro:	Fusion - 10428 / Cube - 11247 / Fusion - 10435			
	Calibrador Acústico:	Cal21 - 4669 / Cal21 - 4575 / Cal21 - 4468			
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector C. Ruido Intermedio Restringido			
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	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.			
	Estándar Permisible Ruido Ambiental [dBA]:	Día	70	Noche	55
	Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés			
	Punto		Nº2-ZEA7PA2		
		Descripción General / Ubicación:	Cra 23 N.º 22-70		
	Coordenadas:	N 04°05'04.9" W 76°11'58.0"			
	Sonómetro:	Cube - 11247			
	Calibrador Acústico:	Cal21 - 4575			
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector C. Ruido Intermedio Restringido			
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Zonas con usos permitidos industriales como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas			
	Estándar Permisible Ruido Ambiental [dBA]:	Día	75	Noche	70
	Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés			

	Punto		N°3-ZEA7PA3	
		Descripción General / Ubicación:	CII 27 Cra 25	
	Coordenadas:	N 04°05'03.8" W 76°11'52.3"		
	Sonómetro:	Fusion - 10435		
	Calibrador Acústico:	Cal21 - 4428		
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector C. Ruido Intermedio Restringido		
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	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.		
	Estándar Permisible Ruido Ambiental [dBA]:	Día	70	Noche 55
	Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés		

	Punto		N°4-ZEA7PA4	
		Descripción General / Ubicación:	CII 28 N.º 26-35	
	Coordenadas:	N 04°04'59.7" W 76°11'49.0"		
	Sonómetro:	Cube - 11274		
	Calibrador Acústico:	Cal21 - 4575		
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector C. Ruido Intermedio Restringido		
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	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.		
	Estándar Permisible Ruido Ambiental [dBA]:	Día	70	Noche 55
	Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés		

	Punto		N°5-ZEA7PA5		
	Descripción General / Ubicación:	Cll 26 Cra 27			
	Coordenadas:	N 04°05'06.1" W 76°11'47.4"			
	Sonómetro:	Fusion - 10435			
	Calibrador Acústico:	Cal21 - 4468			
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector C. Ruido Intermedio Restringido			
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	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.			
	Estándar Permissible Ruido Ambiental [dBA]:	Día	70	Noche	55
	Fuentes de Ruido	Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés			

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. (estudio actual)

En el Anexo digital 2, se presentan los archivos en formato *.KML que contienen el perímetro de las ZEA, la ubicación de los puntos de muestreo espacial y la ubicación de los puntos de muestreo temporal en cada una de las mismas.

3.4 ZONAS DE TRANQUILIDAD

Con el apoyo de la información cartográfica disponible en la página web de la alcaldía de Tuluá, se seleccionaron puntos en todo el municipio objeto de mediciones de ruido ambiental con el fin de caracterizar zonas tranquilas.

En la Tabla 9 se encuentra la descripción de las zonas de tranquilidad evaluadas.


Tabla 9. Zonas de tranquilidad evaluadas


ZTR	DESCRIPCIÓN
ZTR 1	Parque Céspedes Calle 26 carrera 27
ZTR 2	Parque Los Franciscanos Calle 26 carrera 32a
ZTR 3	Parque Palo bonito
ZTR 4	Parque Plaza Cívica
ZTR 5	Parque del lago chilicote carrera 21 calle 34
ZTR 6	Parque del príncipe carrera 24 calle 40


ZTR	DESCRIPCIÓN
ZTR 7	Parque infantil Julia Escarpeta carrera 27 calle 37
ZTR 8	Parque de la guadua carrera 48

Fuente. Propia (estudio actual)

Tabla 10. Descripción técnica de los puntos de monitoreo de ruido ambiental ZTR

	Punto ZTR1PA1	
	Ubicación:	Parque Céspedes calle 26 cra 27 y 28
	Coordenadas:	N: 4°5'05.2" W: 76°11'45.0"
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre
	Estándar Permissible:	Día: 65 Noche: 50

	Punto ZTR2PA1	
	Ubicación:	Parque de los franciscanos calle 26 entre cra 32a y 33
	Coordenadas:	N: 4°5'02.7" W: 76°11'32.1"
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre
	Estándar Permissible:	Día: 65 Noche: 50

	Punto ZTR3PA1	
	Ubicación:	Parque palo bonito Calle 21A entre cra 22 y 23
	Coordenadas:	N: 4°5'21.3" W: 76°11'56.5"
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre
	Estándar Permissible:	Día: 65 Noche: 50

Punto ZTR4PA1		
Ubicación:	Parque plaza cívica Calle 26 con cra 25	
Coordenadas:	N: 4°5'08.5"	W: 76°11'50.0"
Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	
Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre	
Estándar Permissible:	Día: 65	Noche: 50





Punto ZTR5PA1		
Ubicación:	Parque del lago chilicote Kra 21 #34	
Coordenadas:	N: 4°4'44.1"	W: 76°12'08.2"
Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	
Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre	
Estándar Permissible:	Día: 65	Noche: 50





Punto ZTR5PA2		
Ubicación:	Parque del lago chilicote Calle 38	
Coordenadas:	N: 4°4'39.5"	W: 76°12'10.8"
Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	
Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre	
Estándar Permissible:	Día: 65	Noche: 50





Punto ZTR6PA1			
	Ubicación:	Parque del príncipe Kra 24 # 40	
	Coordenadas:	N: 4°4'25.6"	W: 76°12'02.3"
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre	
	Estándar Permissible:	Día: 65	Noche: 50

Punto ZTR7PA1			
	Ubicación:	Parque infantil Julia Escarpeta Kra 27 #37-53	
	Coordenadas:	N: 4°4'30.3"	W: 76°11'50.5"
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre	
	Estándar Permissible:	Día: 65	Noche: 50

Punto ZTR7PA2			
	Ubicación:	Parque infantil Julia Escarpeta Kra 24n #25-71	
	Coordenadas:	N: 4°4'24.5"	W: 76°11'48.6"
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre	
	Estándar Permissible:	Día: 65	Noche: 50

Punto ZTR8PA1			
	Ubicación:	Parque de la guadua calle 48	
	Coordenadas:	N: 4°4'04.8"	W: 76°11'54.4"
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre	
	Estándar Permissible:	Día: 65	Noche: 50

Punto ZTR8PA2			
	Ubicación:	Parque de la guadua calle 48	
	Coordenadas:	N: 4°4'00.1"	W: 76°11'55.6"
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre	
	Estándar Permissible:	Día: 65	Noche: 50

Punto ZTR8PA3			
	Ubicación:	Parque de la guadua calle 48	
	Coordenadas:	N: 4°4'58.0"	W: 76°11'54.6"
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre	
	Estándar Permissible:	Día: 65	Noche: 50

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. (estudio actual)

En el Anexo digital 2, se presentan los archivos en formato *.KML que contienen el perímetro de las ZTR, la ubicación de los puntos de muestreo espacial y la ubicación de los puntos de muestreo temporal en cada una de las mismas. El detalle de estos tipos de

monitoreos es explicado más adelante. Así mismo, se presentan como Anexo digital 3 el registro fotográfico del inventario y de las mediciones realizadas.

3.5 FECHA Y HORA DE MONITOREO

Las mediciones de ruido ambiental fueron realizadas durante el mes de abril de 2018, las fechas de las mediciones en las zonas de especial atención son presentadas en la Tabla 11.

Tabla 11. Fechas y hora de monitoreo de ruido ambiental ZEA

Punto de medición	Jornada ordinaria		Jornada dominical	
	Horario Diurno	Horario Nocturno	Horario Diurno	Horario Nocturno
ZEA 1	18/04/2018	20/04/2018	15/04/2018	22/04/2018
ZEA 2	18/04/2018	21/04/2018	15/04/2018	23/04/2018
ZEA 3	18/04/2018	19/04/2018	15/04/2018	23/04/2018
ZEA 4	18/04/2018	19/04/2018	15/04/2018	23/04/2018
ZEA 5	18/04/2018	21/04/2018	15/04/2018	22/04/2018
ZEA 6	18/04/2018	19/04/2018	15/04/2018	30/04/2018
ZEA 7	18/04/2018	20/04/2018	15/04/2018	30/04/2018

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. (estudio actual)

En la Tabla 12 se encuentran las fechas y hora de las mediciones realizadas en las zonas de tranquilidad (ZTR) durante los meses de marzo y abril de 2018.

Tabla 12. Fechas y hora de monitoreo de ruido ambiental ZTR

Punto de medición	Jornada ordinaria	Jornada dominical
	Horario Diurno	Horario Diurno
ZTR 1	25/04/2018	08/04/2018
ZTR 2	25/04/2018	08/04/2018
ZTR 3	25/04/2018	18/03/2018
ZTR 4	25/04/2018	18/03/2018
ZTR 5	25/04/2018	18/03/2018
	25/04/2018	08/04/2018
ZTR 6	25/04/2018	18/03/2018
ZTR 7	25/04/2018	18/03/2018
	25/04/2018	08/04/2018
ZTR 8	25/04/2018	18/03/2018
	25/04/2018	08/04/2018

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. (estudio actual)

Las mediciones de emisión de ruido en las ZEA fueron realizadas durante los meses de abril y mayo de 2018. La Tabla 13 presenta las fechas de dichas mediciones y el horario en el cual cada fuente se encontró en funcionamiento, cabe resaltar que los campos en blanco

son aquellos en los que no fue posible realizar la medición de fuente apagada; en estos puntos se hizo uso del indicador L90 para ruido residual.

Tabla 13. Fechas y hora de medición de emisión de ruido ZEA

Punto de medición	ID punto	Fuente encendida	Fuente apagada	Horario
ZEA 1	ZEA1PE1	27/04/2018	-----	diurno
	ZEA1PE2	13/05/2018	27/04/2018	diurno
	ZEA1PE3	27/04/2018	28/04/2018	diurno
	ZEA1PE4	28/04/2018	27/04/2018	nocturno
	ZEA1PE5	27/04/2018	28/04/2018	diurno
	ZEA1PE6	28/04/2018	05/05/2018	nocturno
	ZEA1PE7	27/04/2018	28/04/2018	diurno
	ZEA1PE8	27/04/2018	-----	diurno
	ZEA1PE9	27/04/2018	27/04/2018	diurno
	ZEA1PE10	27/04/2018	05/05/2018	diurno
	ZEA1PE11	28/04/2018	05/05/2018	nocturno
Punto de medición	ID punto	Fuente encendida	Fuente apagada	Horario
ZEA 2	ZEA2PE1	27/04/2018	29/04/2018	diurno
	ZEA2PE2	28/04/2018	-----	diurno
	ZEA2PE3	28/04/2018	-----	diurno
	ZEA2PE4	28/04/2018	-----	diurno
	ZEA2PE5	28/04/2018	-----	diurno
	ZEA2PE6	17/05/2018	-----	diurno
	ZEA2PE7	03/05/2018	-----	diurno
	ZEA2PE8	09/05/2018	17/05/2018	diurno
	ZEA2PE9	18/05/2018	03/05/2018	nocturno
	ZEA2PE10	03/05/2018	-----	diurno
	ZEA2PE11	03/05/2018	18/05/2018	diurno
Punto de medición	ID punto	Fuente encendida	Fuente apagada	Horario
ZEA 3	ZEA3PE1	12/05/2018	27/04/2018	nocturno

MAPAS DE RUIDO TULUÁ 2018

Punto de medición	ID punto	Fuente encendida	Fuente apagada	Horario
	ZEA3PE2	27/04/2018	-----	diurno
	ZEA3PE3	27/04/2018	-----	diurno
	ZEA3PE4	27/04/2018	-----	diurno
	ZEA3PE5	27/04/2018	05/05/2018	diurno
	ZEA3PE6	04/05/2018	27/04/2018	diurno
	ZEA3PE7	27/04/2018	29/04/2018	diurno
	ZEA3PE8	04/05/2018	28/04/2018	diurno
	ZEA3PE9	04/05/2018	28/04/2018	diurno
	ZEA3PE10	04/05/2018	28/04/2018	diurno
	ZEA3PE11	28/04/2018	04/05/2018	nocturno
	ZEA3PE12	04/05/2018	04/05/2018	diurno
	ZEA3PE13	04/05/2018	17/05/2018	diurno
	ZEA3PE14	04/05/2018	05/05/2018	diurno
	ZEA3PE15	05/05/2018	-----	diurno
	Punto de medición	ID punto	Fuente encendida	Fuente apagada
ZEA 4	ZEA4PE1	27/04/2018	04/05/2018	diurno
	ZEA4PE2	27/04/2018	04/05/2018	diurno
	ZEA4PE3	27/04/2018	04/05/2018	diurno
	ZEA4PE4	27/04/2018	04/05/2018	diurno
	ZEA4PE5	27/04/2018	05/05/2018	nocturno
	ZEA4PE6	27/04/2018	04/05/2018	diurno
	ZEA4PE7	04/05/2018	27/04/2018	nocturno
	ZEA4PE8	27/04/2018	04/05/2018	diurno
	ZEA4PE9	27/04/2018	04/05/2018	diurno
Punto de medición	ID punto	Fuente encendida	Fuente apagada	Horario
ZEA 5	ZEA5PE1	28/04/2018	27/04/2018	nocturno
	ZEA5PE2	28/04/2018	27/04/2018	nocturno

Punto de medición	ID punto	Fuente encendida	Fuente apagada	Horario
	ZEA5PE3	28/04/2018	27/04/2018	nocturno
	ZEA5PE4	27/04/2018	17/05/2018	diurno
	ZEA5PE5	27/04/2018	-----	diurno
	ZEA5PE6	17/05/2018	-----	diurno
	ZEA5PE7	17/05/2018	15/05/2018	diurno
Punto de medición	ID punto	Fuente encendida	Fuente apagada	Horario
ZEA 6	ZEA6PE1	19/05/2018	03/05/2018	diurno
	ZEA6PE2	03/05/2018	18/05/2018	diurno
	ZEA6PE3	06/05/2018	03/05/2018	diurno
	ZEA6PE4	12/05/2018	03/05/2018	nocturno
	ZEA6PE5	03/05/2018	18/05/2018	diurno
	ZEA6PE6	09/05/2018	03/05/2018	diurno
	ZEA6PE7	03/05/2018	18/05/2018	diurno
	ZEA6PE8	04/05/2018	18/05/2018	diurno
Punto de medición	ID punto	Fuente encendida	Fuente apagada	Horario
ZEA 7	ZEA7PE1	28/04/2018	10/05/2018	diurno
	ZEA7PE2	27/04/2018	10/05/2018	diurno
	ZEA7PE3	27/04/2018	10/05/2018	diurno
	ZEA7PE4	04/05/2018	10/05/2018	diurno
	ZEA7PE5	27/04/2018	10/05/2018	diurno
	ZEA7PE6	04/05/2018	10/05/2018	diurno
	ZEA7PE7	04/05/2018	11/05/2018	diurno
	ZEA7PE8	04/05/2018	11/05/2018	diurno
	ZEA7PE9	05/05/2018	12/05/2018	diurno
	ZEA7PE10	05/05/2018	12/05/2018	diurno
	ZEA7PE11	11/05/2018	05/05/2018	nocturno
	ZEA7PE12	05/05/2018	-----	diurno
	ZEA7PE13	05/05/2018	-----	diurno

Punto de medición	ID punto	Fuente encendida	Fuente apagada	Horario
	ZEA7PE14	05/05/2018	11/05/2018	diurno
	ZEA7PE15	05/05/2018	11/05/2018	diurno
	ZEA7PE16	05/05/2018	11/05/2018	diurno
	ZEA7PE17	05/05/2018	12/05/2018	diurno
	ZEA7PE18	05/05/2018	17/05/2018	diurno
	ZEA7PE19	05/05/2018	17/05/2018	diurno
	ZEA7PE20	05/05/2018	17/05/2018	diurno

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. (estudio actual)

En la Tabla 14 se muestran las fechas y horario de las mediciones de emisión de ruido en las zonas de tranquilidad (ZTR).

Tabla 14. Fechas y hora de medición de emisión de ruido ZTR

Punto de medición	ID punto	Fuente encendida	Horario
ZTR2	ZTR2PE1	18/03/2018	diurno
ZTR3	ZTR3PE1	18/03/2018	diurno
ZTR4	ZTR4PE1	18/03/2018	diurno
ZTR8	ZTR8PE1	08/04/2018	diurno

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. (estudio actual)

En el Anexo digital 4 se reportan los formatos de campo donde se especifica la fecha de inicio y final de cada una de las mediciones y se especifican con mayor detalle las fuentes que influyeron en cada una de las mediciones realizadas teniendo en cuenta sólo la posición vertical del micrófono.

En el Anexo digital 3 es presentado el registro fotográfico completo de los puntos de ruido ambiental y de emisión.

3.6 RESPONSABLE DEL INFORME

Los monitoreos y el presente informe fueron realizados por K2 Ingeniería S.A.S. (N.I.T. 804.007.055-3), empresa colombiana dedicada a las áreas de consultoría ambiental; instalación, mantenimiento de equipos y suministros; que se encuentra certificada en las normas ISO-9001, ISO-14001 y OSHAS-18001 con SGS, además está acreditada ante el IDEAM para la realización de monitoreos de calidad del aire, ruido ambiental e isocinéticos. Es una empresa especializada en Servicios de Ingeniería, Integración de Tecnologías y Monitoreos Ambientales para los sectores Estatal, CARS, Hidrocarburos, Minero, Industrial, Empresas de Servicios Públicos, Agrícola y Náutico.

3.7 ACREDITACIONES

Para la ejecución del actual proyecto la firma consultora K2 Ingeniería S.A.S. contó con la acreditación que demostraba su competencia técnica y de gestión.

K2 presentó en noviembre del año 2016 la metodología de Ruido Ambiental bajo norma internacional UNE-ISO 1996:2005-2009 [2] [3] para acreditación ante el IDEAM, y recibió el aval con la resolución 1313 del 16 de junio de 2017. En el Anexo digital 5 se adjunta la acreditación vigente (resolución 1695 del 4 de agosto de 2016 producto de la renovación y la respectiva extensión del alcance de la resolución de acreditación).

(Espacio intencionalmente en Blanco)

4 NORMATIVIDAD APLICABLE DE RUIDO AMBIENTAL

4.1 NORMATIVA NACIONAL RESOLUCIÓN 0627 DE 2006 DEL MADS

El marco legal que regula actualmente en Colombia los procedimientos de medida y evaluación de la contaminación acústica ambiental se enmarcan en la resolución 627 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MADT), hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). Esta norma proporcionó la plataforma para el desarrollo de medidas ajustadas al territorio nacional sobre ruido ambiental emitido por las fuentes de importancia relevante, en relación con las emisiones sonoras que producen en su operación, dentro de las cuales se encuentra el sector industrial. El horario Día y Noche es definido por la Resolución de la siguiente manera:

Tabla 15. Horarios establecidos por la Resolución 0627 de 2006

Tipo de Horario	Hora de Inicio	Hora Final
Diurno	7:01 a.m.	9:00 p.m.
Nocturno	9:01 p.m.	7:00 a.m.

Fuente: Res. 627 del 07 de abril del 2006 del actual MADS

Para el desarrollo del MER en mención, se enmarcó el proyecto en los Estándares Máximos Permisibles de Ruido Ambiental por cada Sector y Subsector normativo (Actividad y Tipo de Actividad).

Los Sectores Relacionados son:

- Sector A. Tranquilidad y Silencio
- Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado
- Sector C. Ruido Intermedio Restringido
- Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado

En la Tabla 16 se establecen los niveles máximos permisibles de Ruido Ambiental para los subsectores mencionados anteriormente, según el Artículo 17 del Capítulo III de la Resolución, 627 de 2006, así mismo, los niveles máximos permisibles de Ruido de Emisión se encuentran en la Tabla 17.

Tabla 16. Estándares máximos permisibles para Ruido Ambiental

SECTOR	SUBSECTOR	MÁXIMOS PERMISIBLES RUIDO AMBIENTAL, dB(A)	
		Día	Noche
Sector A. Tranquilidad y Silencio	Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.	55	45
Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	50

SECTOR	SUBSECTOR	MÁXIMOS PERMISIBLES RUIDO AMBIENTAL, dB(A)	
		Día	Noche
	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 industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	70
	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.	70	55
	Zonas con usos permitidos de oficinas.	65	50
	Zonas con usos institucionales.		
	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales.	80	70
Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado	Residencial suburbana.	55	45
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.		
	Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.		

Fuente: Res. 627 del 07 de abril del 2006 del actual MADS

Tabla 17. Estándares máximos permisibles para Ruido de emisión

SECTOR	SUBSECTOR	MÁXIMOS PERMISIBLES RUIDO DE EMISIÓN, dB(A)	
		Día	Noche
Sector A. Tranquilidad y Silencio	Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.	55	45
Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	55
	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 industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	75
	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	60

SECTOR	SUBSECTOR	MÁXIMOS PERMISIBLES RUIDO DE EMISIÓN, dB(A)	
		Día	Noche
	Zonas con usos permitidos de oficinas.	65	55
	Zonas con usos institucionales.		
	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales.	80	75
Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado	Residencial suburbana.	55	50
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.		
	Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.		

Fuente: Res. 627 del 07 de abril del 2006 del actual MADS

“Parágrafo Primero: Se definen como vías de alta circulación vehicular las contempladas en la Ley 769 de 2002 como vías troncales, autopistas, vías arterias y vías principales”.

4.2 NORMATIVA INTERNACIONAL UNE ISO 1996

La metodología macro de este proyecto se ha fundamentado en la norma internacional UNE ISO 1996 [2] [3], en la que bajo el título general “Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental”, se demarcan dos partes:

- Parte 1: detallan las magnitudes básicas y métodos de evaluación del ruido en el medio ambiente.
- Parte 2: se centra en los métodos para determinar los niveles de presión sonora para diferentes tipos de fuentes y la definición de la incertidumbre asociada a la medida.

La norma internacional brinda a las autoridades la estandarización para medición y evaluación del ruido en ambientes comunitarios, pudiéndose desarrollar a partir de ella, normas nacionales, resoluciones y los correspondientes estándares máximos permisibles.

La UNE ISO 1996 – 1:2005 [2] e UNE ISO 1996 – 2:2009 [3] tienen por fundamento la respuesta potencial a la molestia que se causa a partir del ruido y por ello definen términos correctores para ajustar, penalizar y corregir ruidos con características determinadas, y que ocasionan una molestia específica. Partiendo de ellos, incorporan el término de “Nivel de evaluación”, sobre el cual se comparan los estándares máximos permisibles, con lo cual, el cumplimiento no se realiza con la medición neta si no con el nivel obtenido a partir de ella más los correctores que se les han añadido para estimar la molestia.

Esta norma, deja vía libre para que cada Autoridad Ambiental defina los límites que se pueden seguir para el ruido medioambiental, es decir, que es la guía para determinar los niveles de presión sonora base en la evaluación del ruido ambiental, bien sea por cálculo, por medición directa y por extrapolación de los resultados de las mediciones tras la realización de un procesamiento de datos, no obstante, quien determina si tales niveles corresponden o no al confort acústico, es la normativa nacional aplicable a cada territorio (Res 0627/06 [1]).

4.3 NORMATIVA INTERNACIONAL ISO 9613

Esta referencia normativa (ISO 9613-1:1993 [4] / ISO 9613-2:1996 [5]) especifica un método ingenieril para calcular la atenuación de sonido durante la propagación en exteriores, lo cual se traduce en la predicción de los niveles de ruido ambiental a una distancia específica a partir de la caracterización de la emisión acústica de los diversos focos sonoros existentes (variedad de fuentes). Este método es el estándar de cálculo empleado en el software de modelación, capaz de predecir el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A (como se describe en la ISO 1996 [2]) bajo condiciones meteorológicas favorables para la propagación, todo ello a partir de fuentes de emisión con un nivel de ruido conocido.

La aplicación de esta normativa en el presente proyecto demarcó el cálculo y la extrapolación de niveles en toda la extensión de Tuluá, a partir de una malla de procesamiento, empleando las siguientes teorías acústicas:

- Divergencia geométrica
- Absorción atmosférica
- Efecto del suelo
- Reflexiones de superficies
- Apantallamiento por obstáculos

(Espacio intencionalmente en Blanco)

5 METODOLOGÍA

En los siguientes apartados se muestran los procedimientos utilizados para el trabajo en campo, las fórmulas para el cálculo de los niveles de presión sonora y la metodología implementada en el cálculo de incertidumbre de medición y modelación.

La ejecución del proyecto de actualización del MER de Tuluá llevada a cabo por K2 Ingeniería se enmarcó en los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®). La metodología seguida en todo el estudio se detalla bajo el siguiente diagrama:

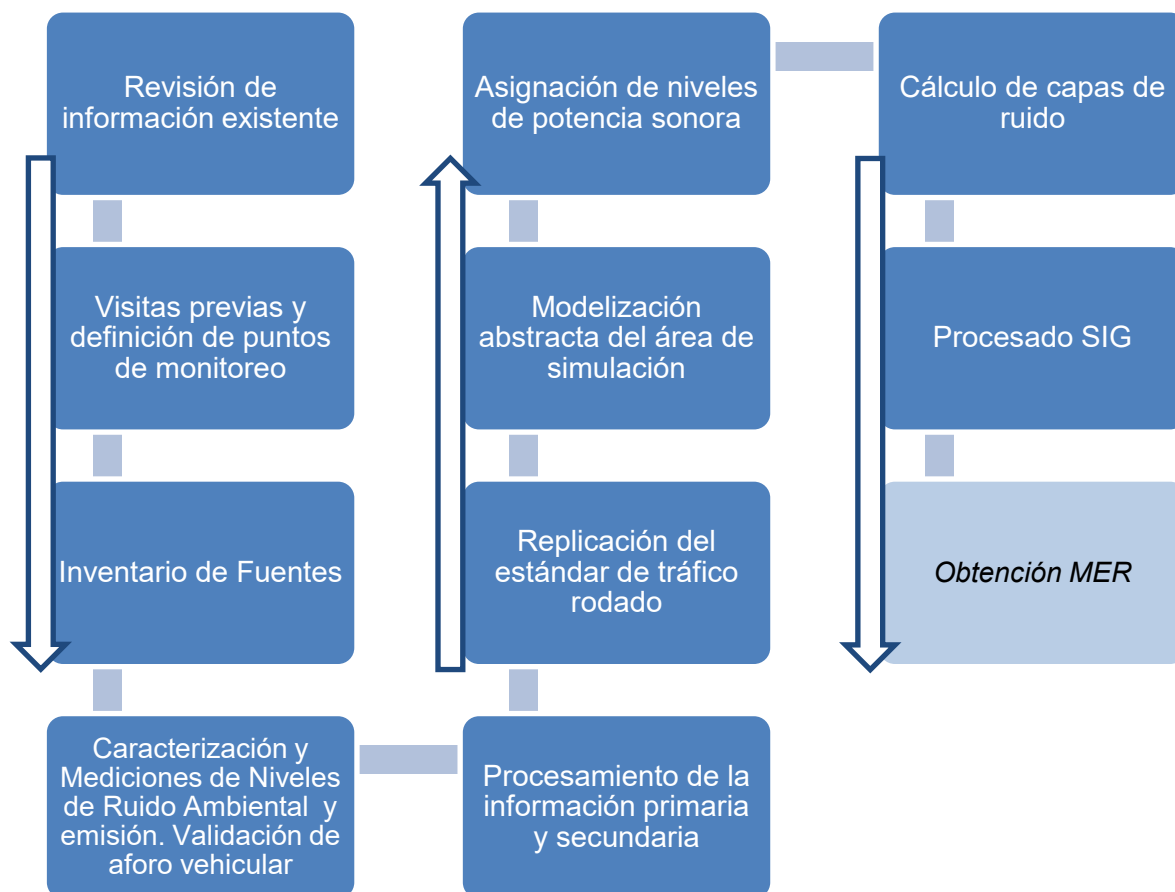


Ilustración 9. Metodología general del estudio
Fuente: Propia (Estudio Actual)

La actualización de los mapas de ruido se realizó elaborando mapas estratégicos que involucran sectores productivos o fuentes específicas como las fuentes móviles, para lograr identificar las zonas con mayores y menores niveles de ruido ambiental.

A continuación, se mencionan las actividades ejecutadas para lograr la elaboración de estos informes:

Solicitud y Revisión de Información:

- Identificación de zonas de trabajo, denominadas zonas de especial atención (ZEA), que son las zonas donde se presentan las quejas por ruido, o donde se concentra la mayor actividad generadora de este contaminante.
- Identificación puntos cámaras de video utilizadas en aforos vehiculares
- Revisión de los informes de mapas de ruido 2010.
- Revisión de fichas normativas de comunas (FCN), áreas de actividad en suelo urbano y de expansión, sistema de espacio público en suelo urbano y de expansión-Esc, modelo de ordenamiento en suelo urbano y de expansión-C y modelo de ordenamiento municipal-NC.
- Recopilación de quejas y reclamos de la comunidad.
- Definición de zonas especial de atención y puntos de medición (emisión y ambiental).

Trabajo de campo:

- Inventario preliminar de fuentes de ruido en las zonas delimitadas.
- Instalación estación fija de ruido de medición continua.
- Medición zonas tranquilas de ruido.
- Mediciones de ruido ambiental zona de especial atención (ZEA)
- Mediciones de ruido ambiental puntos adicionales.
- Mediciones de emisión de ruido zona de especial atención (ZEA)

Análisis y cálculo de emisiones:

- Se realizó el procesamiento de información primaria y secundaria obtenida.
- Modelización abstracta del área de simulación.
- Asignación de niveles de potencia sonora.
- Cálculo de las capas de ruido.
- Procesamiento SIG.
- Elaboración de mapas estratégicos de ruido.

5.1 ACTIVIDADES DE MEDICIÓN E INVENTARIO DE FUENTES

Una de las actividades importantes en el proceso de construcción los MER fue la medición de ruido ambiental y de emisión. Estas se realizaron con base a la norma ya mencionada, donde también, se caracterizaron las diferentes fuentes de ruido (tráfico en carretera, focos industriales, zonas comerciales, y sector de servicios).

Las medidas se extendieron en el total de siete (7) ZEA (Zonas de Especial Atención), en cada una de las cuales se ubicó un equipo que realizó muestreo de ruido en cinco (5) puntos diferentes para los puntos ambientales y, paralelo a ello, se realizó la caracterización de los diferentes focos de ruido. Las mediciones de ruido de emisión se realizaron conforme la cantidad de fuentes emisoras en cada ZEA, teniendo en cuenta el horario de funcionamiento de los establecimientos a caracterizar.

Las fuentes fijas durante el monitoreo de ruido ambiental fueron inventariadas tal como se observa en el formato adjunto dentro del Anexo digital 6, donde se puntualizaron detalles como la georreferenciación usando coordenadas WGS 84, la altura promedio de edificaciones, el material de las fachadas, la ubicación respecto al punto de medición, el tipo de actividad, y la fuente principal de emisión.

5.2 RUIDO AMBIENTAL

La metodología empleada para la medición de ruido ambiental se fundamentó en la ya mencionada norma UNE-ISO 1996 [2], esta norma está aprobada en el inciso b del capítulo II de la resolución 0627 de 2006: “*Las medidas de niveles de ruido ambiental con ponderación A, se efectúan teniendo en consideración la norma ISO 1996 o aquella norma que la adicione, modifique o sustituya*”. De igual manera en el artículo 1° de la misma norma define: “*...Los términos técnicos no definidos expresamente, deberán asumirse de acuerdo con el glosario publicado por la International Standard Organization (ISO), en especial las definiciones contempladas en la ISO 1996*”. Las mediciones se dividieron en dos tipos, tal como se explica a continuación.

5.2.1 MUESTREO TEMPORAL

El muestreo temporal consistió en la toma de registros continuos en quince (15) días para establecer la evolución del ruido y diferenciar las noches del fin de semana, de los días laborables. Estos registros se tomaron en dos (2) puntos representativos dentro del municipio, capturando la información temporal del ruido en el entorno.

5.2.2 MUESTREO ESPACIAL

El muestreo espacial consistió en mediciones de ruido ambiental de 15 minutos de duración para obtener la información de ruido ambiental del sector asociado a los diferentes tipos de fuentes. Estos registros se tomaron en cinco (5) puntos dentro de cada zona de especial atención para un (1) día ordinario y para un (1) día domingo, diferenciando los periodos diurno y nocturno de conformidad con la Resolución 0627 [1], y teniendo en cuenta las consideraciones metodológicas de la norma UNE-ISO 1996-2:2009 [3].

Es de aclarar que para las fuentes con predominancia nocturna los fines de semana, las mediciones del día ordinario se realizaron entre jueves, viernes y sábado entre las 21:01 horas y las 2:00 horas como periodos de máxima emisión.

5.3 RUIDO DE EMISIÓN

Una vez terminadas las mediciones de muestreo temporal y muestreo espacial, se realizaron mediciones de emisión de ruido en cantidad suficiente para cubrir las predominancias del inventario de fuentes de cada ZEA y ZTR en particular. Las mediciones se llevaron a cabo conforme al estándar normativo ya mencionado.

Se seleccionaron los diferentes tipos de fuente dentro de cada zona de especial atención, y, al hacer la medición de éstas, se buscó obtener una caracterización individual (ruido específico) la cual fue tenida en cuenta para determinar los niveles de potencia sonora de las mismas a utilizar en la etapa de modelación.

5.4 CONSOLIDADO DE MEDICIONES

En total 147 puntos fueron distribuidos en todo el municipio, repartidos en los siguientes tipos de medición.

Tabla 18. Consolidado de Puntos Muestreados

Clasificación	Descripción	Tipo de Medición*	Puntos por Tipo	Total de Puntos
Zonas de Especial Atención	ZEA1	RA	5	16
		ER	11	
	ZEA2	RA	5	16
		ER	11	
	ZEA3	RA	5	20
		ER	15	
	ZEA4	RA	5	14
		ER	9	
	ZEA5	RA	5	12
		ER	7	
	ZEA6	RA	5	13
		ER	8	
	ZEA7	RA	5	25
		ER	20	
Zonas de Tranquilidad	ZTR1	RA	1	2
		ER	1	
	ZTR2	RA	1	1
		ER	-	
	ZTR3	RA	1	2
		ER	1	
	ZTR4	RA	1	2
		ER	1	
	ZTR5	RA	2	2
		ER	-	
	ZTR6	RA	1	1
		ER	-	
	ZTR7	RA	2	2
		ER	-	
	ZTR8	RA	3	4
		ER	1	
Otros	Adicionales de Validación	RA	14	14
	Estación fija	CONTINUO	1	1
TOTAL DE PUNTOS MUESTREADOS EN EL MUNICIPIO				147

Fuente: Propia (Estudio Actual)

*RA= Ruido Ambiental, ER= Emisión de Ruido

5.5 PARÁMETROS DE MEDICIÓN

Los indicadores medidos tanto en los puntos de muestreo Temporal como Espacial son los siguientes:

- Espectro en Bandas de $1/3$ octavas (16 Hz a 20 kHz)
- L_{eq}
- Ll_{eq}
- L_{max}, L_{min}
- L_{90}, L_{10}
- L_{CPeak}

Las ponderaciones aplicadas fueron:

- Ponderación Temporal *Slow* e *Impulse*
- Ponderación Frecuencial [Z] y [A]

Con base a estos parámetros de medición se obtuvieron otros indicadores de Ruido, tales como:

- $L_{RAeq,T}$ [dBA]: Nivel equivalente total corregido con ponderación [A], o nivel de evaluación en un tiempo T . Los intervalos temporales fueron D para la jornada diurna, N para la jornada Nocturna.
- L_W [dBA]: Nivel de potencia acústica por banda de octava con ponderación [A].

5.6 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

5.6.1 CÁLCULO DE NIVEL CONTINUO EQUIVALENTE CORREGIDO

Haciendo uso del software dBTrait 5.5, se obtuvo el nivel continuo equivalente, $L_{Aeq,T}$, para 15 minutos en cada jornada de medición y en ponderación A. Teniendo en cuenta las especificaciones de la normativa nacional, la información producto de las mediciones se corrigió por impulsividad (K_t) y tonalidad (K_i) para obtener niveles corregidos de presión sonora continuo equivalente ponderados A, $L_{RAeq,T}$.

Se debe resaltar que los niveles corregidos de presión sonora, son los que se compararon con los estándares máximos permisibles de RA como se establece en el Artículo 6 “ajustes” parágrafo segundo de la Resolución 627 de 2006 [1].

Las correcciones, en decibeles ponderados A, se efectuaron de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$L_{RA(X),T} = L_{A(X),T} + (K_I, K_T)$$

Ecuación 1

Donde:

- K_I es un ajuste por impulsos en dB(A).
- K_T es un ajuste por tono y contenido de información en dB(A).
- $K_R(X)$ corresponde a cualquiera de los parámetros de medida.

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

5.6.2 CÁLCULO DE LA EMISIÓN O APOORTE DE RUIDO

Como se mencionó anteriormente, el MER del municipio fue desarrollado metodológicamente bajo la Norma Internacional ISO 9613-1:1993 Acústica. Atenuación del sonido durante su propagación al aire libre. Parte 1: Cálculo de la absorción del sonido por la atmósfera [4], e ISO 9613-2:1996 Acústica. Atenuación del sonido durante su propagación al aire libre. Parte 2: Método de cálculo general [5].

Las predicciones de niveles con base a la norma ISO 9613 [4] estuvieron basadas en niveles de potencia acústica de cada fuente en bandas de octava. El software de modelación empleó sus algoritmos para determinar las atenuaciones que afectan la propagación del ruido, lo que permitió calcular el efecto de la divergencia esférica que se propaga en campo abierto desde una fuente puntual (cada foco emisor de ruido) y la atenuación debido a la absorción atmosférica durante una propagación a una distancia dada.

Partiendo de ello, con el software de modelación se obtuvo la energía acústica en cada punto de la malla de cálculo, considerando los diversos efectos resultantes en una propagación real del sonido, como la atenuación del suelo, la atenuación de los objetos naturales (cerros, quebradas, etc.) o artificiales (edificios, muros, etc.).

Los niveles de potencia acústica fueron estimados partiendo desde la formulación de la misma norma:

$$L_w = L_{eq} + 20 \log(r) + 10.9 - 10 \log(Q)$$

Ecuación 2

Donde:

- L_{eq} es el Nivel Continuo Equivalente medido.
- r es la distancia existente entre la fuente y el punto de medida expresada en metros.
- Q es el Factor de Directividad, que para todos los casos se idealizó a la unidad (1).

A su vez, la constante +10.9 se deriva de la siguiente formulación:

$$10 \log(4\pi) = 10.9$$

Ecuación 3

La Ecuación 2 también puede ser expresada como:

$$L_w = L_{dmre} + 20 \log \left(\frac{dmre}{1.0 \text{ m}} \right) + 10 \log(4\pi)$$

Ecuación 4

Donde:

- L_{dmre} es el nivel de ruido específico
- $dmre$ es la distancia horizontal de medición de ruido específico medida en metros
- L_w el nivel de potencia sonora.

5.7 CONDICIONES METEOROLÓGICAS

Se realizaron mediciones de meteorología in situ para cada uno de los monitoreos realizados en las zonas de estudio, con el fin de constatar que las mediciones de ruido realizadas cumplieran con los requisitos técnicos exigidos por la resolución 0627 de 2006 [1]. Para los datos meteorológicos que fueron ingresados al modelo, se utilizó meteorología WRF de todo el año 2017 obtenida para el municipio de Tuluá.

En las siguientes tablas se presentan las referencias de escalas utilizadas para la clasificación de las precipitaciones y vientos respectivamente.

Tabla 19. Escalas de precipitación

DENOMINACIÓN	PRECIPITACIÓN DIARIA (MM)	PRECIPITACIÓN MENSUAL (MM)
Escasa	0 - 5	0 - 20
Ligera	06-oct	21 - 40
Moderada	nov-20	41 - 80
Fuerte	21 - 50	81 - 200
Muy Fuerte	51 - 70	201 - 280
Intensa	> 70	> 281

Fuente: Informe anual consolidado sobre niveles de concentración de contaminantes (Secretaría Distrital de Ambient - Dirección de Control Ambiental, 2008)

Tabla 20. Escala de velocidad del viento - Beaufort

DENOMINACIÓN	VELOCIDAD DEL VIENTO (M/S)
Calma	0.0 – 0.2
Ventolina	0.3 – 1.5
Brisa suave	1.6 – 3.3
Brisa leve	3.4 – 5.4
Brisa moderada	5.5 – 7.9
Brisa fresca	8.0 – 10.8
Brisa fuerte	10.9 – 13.8
Viento fuerte	13.9 – 16.9
Viento duro	17.0 – 20.5

DENOMINACIÓN	VELOCIDAD DEL VIENTO (M/S)
Muy duro	20.6 – 24.1
Temporal	24.2 – 28.3
Borrasca	28.4 – 32.6
Huracán	32.7

Fuente: La Observación Meteorológica [10]

Los resultados de la caracterización meteorológica se presentan a continuación, los datos de meteorología WRF se presentan en el Anexo digital 6.

5.7.1 Temperatura

Las variaciones de temperatura tienen una neta influencia sobre la densidad del aire, y por lo tanto, sobre la velocidad de propagación de las ondas sonoras.

$$c = \sqrt{\left(\frac{\partial P}{\partial \rho}\right)}; \text{ derivada parcial de la presión con respecto de la densidad a entropía constante.}$$

La velocidad del sonido varía ante los cambios de temperatura del medio, puesto que un aumento de la temperatura se traduce en un aumento de la frecuencia con que se producen las interacciones entre las partículas que transportan la onda, y este aumento de actividad hace aumentar la velocidad.

En la siguiente ilustración se esquematiza el comportamiento de la temperatura promedio registrada. Los valores medidos presentaron variaciones entre 22.19°C (valor mínimo) y 23.65°C (valor máximo) registrados en los meses de enero y septiembre, respectivamente. El promedio de temperatura del periodo es de 23.03°C.

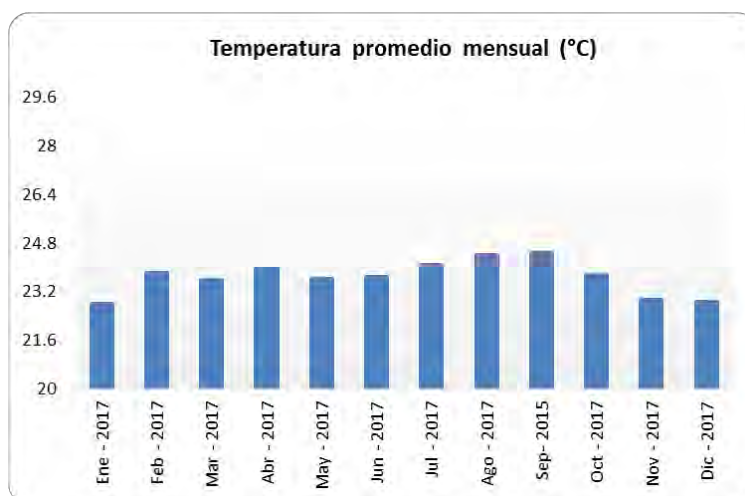


Ilustración 10. Temperatura mensual
Fuente: Propia (Estudio Actual)

5.7.2 Precipitación

En la Ilustración 11 se indica el comportamiento de la precipitación acumulada. La precipitación acumulada durante el periodo de monitoreo fue de 0.0 mm de agua, con lo cual se puede afirmar que durante el periodo en el cual se realizaron las mediciones de ruido ambiental, en términos generales no se registran lluvias, lo que indica que las mediciones son representativas para un periodo seco.

Teniendo en cuenta el acumulado mensual presentado en la siguiente ilustración y la información suministrada en la Tabla 19, la precipitación se encuentra en un rango de 0 - 20 mm de agua/mes clasificándose como “Escasa”.

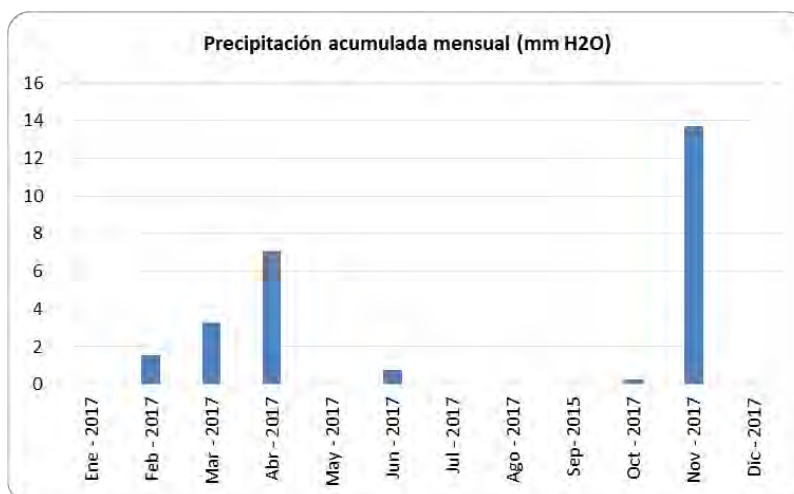


Ilustración 11. Precipitación acumulada mensual
Fuente: Propia (Estudio Actual)

5.7.3 Velocidad y dirección del viento

En la Ilustración 12 se presenta la Rosa de vientos obtenida para la zona de estudio durante el periodo de monitoreo. Se destaca una predominancia de los vientos provenientes de la dirección Sur y Sureste, con el mayor número de registros, alcanzando velocidades hasta de 8 m/s.

(Espacio intencionalmente en Blanco)

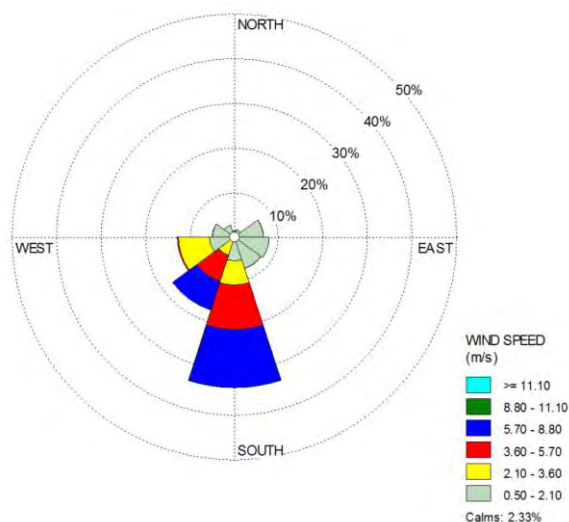


Ilustración 12. Rosa de viento
Fuente: Propia (Estudio Actual)

5.7.4 Humedad relativa

En la Ilustración 13 se presenta el comportamiento de la humedad relativa promedio. La variación de los promedios de humedad osciló entre el 65 % (valor mínimo) y el 74 % (valor máximo). El promedio de humedad durante el periodo de monitoreo fue del 69 %.

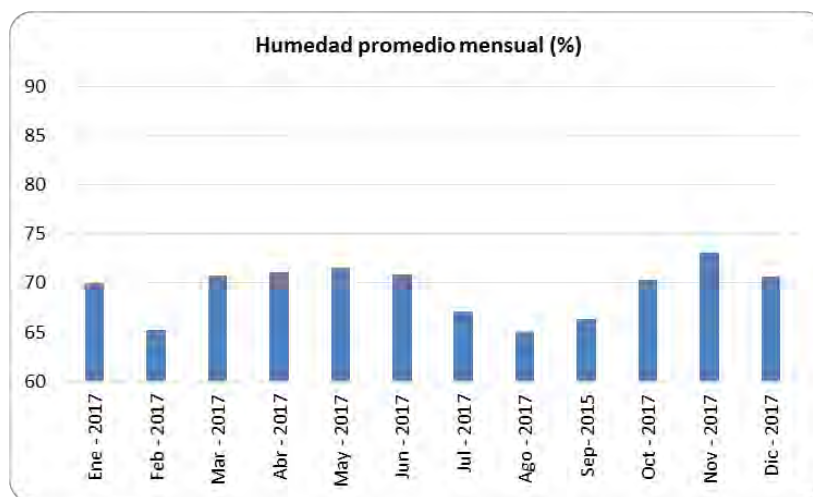


Ilustración 13. Humedad promedio mensual
Fuente: Propia (Estudio Actual)

5.7.5 Presión Barométrica

En la Ilustración 14 se presenta de manera gráfica el comportamiento de la presión barométrica promedio mensual registrada. La variación de los promedios de presión oscilan entre 918.2 mbar y 919.6 mbar, los cuales corresponden a los valores mínimo y máximo reportados. El promedio durante el periodo de monitoreo fue de 919 mbar.

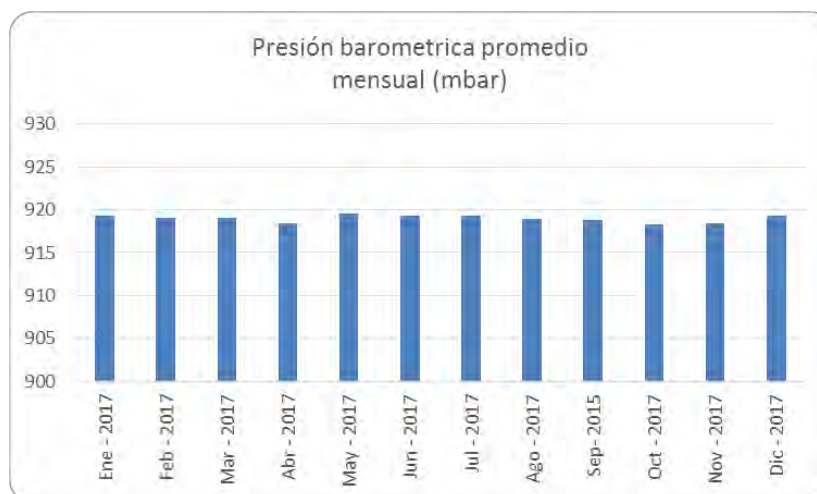


Ilustración 14. Presión barométrica mensual
Fuente: Propia (Estudio Actual)

5.8 INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

Para toda actividad de mediciones acústicas, los eventos presentes en el transcurso de la captura, los implementos que atraviesan el registro sonoro, la variabilidad de las condiciones atmosféricas y demás factores, influyen en el nivel de confianza que se puede asociar a los resultados.

A causa de tales comportamientos, el resultado de una medida de ruido puede verse influenciado, con lo cual, todas las fuentes de contribución de incertidumbre se pueden cuantificar según dos tipos:

- Incertidumbre Tipo A. Aquellas que se evalúan a partir de una serie de observaciones, por tanto, se basa en criterios de repetitividad.
- Incertidumbre Tipo B. Aquellas que se evalúan por otros medios (apoyándose en juicios científicos, estadística heredada de certificados de calibración, etc.)

El procedimiento seguido en este informe está ajustado a los estándares de la ISO/FDIS 1996-2:2015 para el cálculo general de la incertidumbre expandida.

En este caso, la incertidumbre de los niveles de presión sonora fue cuantificada teniendo en cuenta diferentes factores que afectan la fiabilidad de los resultados registrados, tales como la fuente sonora, la distancia de la fuente respecto al punto de medición, el ruido de fondo y la relación señal/ruido, las condiciones meteorológicas, entre otros.

La normativa en mención determina el procedimiento por el cual se calculó la incertidumbre de las mediciones de RA y se sintetiza en la siguiente tabla:

Tabla 21. Resumen del procedimiento de cálculo de la incertidumbre

INCERTIDUMBRE TÍPICA				INCERTIDUMBRE TÍPICA COMBINADA	INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN EXPANDIDA
Debido a la Instrumentación	Debido a las condiciones de funcionamiento	Debido a las condiciones meteorológicas y del terreno	Debido al sonido residual		
A [dB]	X [dB]	Y [dB]	Z [dB]	$\sigma_t = \sqrt{A^2 + X^2 + Y^2 + Z^2}$ [dB]	$\pm 2\sigma_t$ [dB]

Fuente: ISO 1996-2:2009 [2]

A continuación, se detalla el procedimiento seguido para obtener cada uno de los ítems de la tabla anterior.

INCERTIDUMBRE TÍPICA DEBIDO A LA INSTRUMENTACIÓN

La ISO 1996-2:2007 para instrumentación tipo 1 recomienda una incertidumbre típica máxima de ± 1 [dB], con lo cual, siguiendo el modo de estimación basado en la Ley de Propagación de Incertidumbres documento GUM [6] y la información del National Physical Laboratory of Uk [7], se adoptó para la instrumentación de este estudio una cuantificación de ± 0.36 [dB].

INCERTIDUMBRE TÍPICA DEBIDA A LAS CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO

El segundo factor que se tuvo en cuenta fue la condición de funcionamiento de la fuente, en este caso al tratarse de fuentes mixtas, pues la incertidumbre fue acotada a las mediciones de emisión a partir de las cuales se obtuvieron los niveles de potencia acústica que ingresaron al modelo, esta componente se cuantificó de la siguiente manera:

$$X = \sigma_{Sou} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L_{mi} - L_m)^2}{n - 1}} \text{ [dB]}$$

Ecuación 5

La anterior ecuación corresponde a la desviación típica de las mediciones de corta duración realizadas.

INCERTIDUMBRE TÍPICA DEBIDO A LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS

Para el caso específico de este informe y las condiciones con las que se efectuó la medición, esta contribución de incertidumbre se iguala al siguiente factor:

$$Y = \sigma M = 0,5 [dB]$$

Ecuación 6

Lo anterior, debido a que según la norma ISO/FDIS 1996-2:2015 se puede cuantificar tal contribución de esta forma en los casos donde el punto de medición no está bajo condiciones de “sombra acústica”¹, y la superficie del terreno entre la fuente y la posición de medición es dura, con lo cual la desviación típica inducida por el clima se puede “omitir” parcialmente dando como resultante el valor dictado anteriormente.

INCERTIDUMBRE TÍPICA DEBIDO AL SONIDO RESIDUAL

El último factor que se tuvo en cuenta para estimar la incertidumbre de medición fue el ruido residual, esta incertidumbre Z varió dependiendo de la diferencia entre los valores medidos y el nivel residual del mismo punto (que para el caso de esta cuantificación se asumió con las mediciones sin evento).

Para calcular la incertidumbre del nivel sonoro residual se empleó la ecuación siguiente:

$$Z = \sqrt{|(\sigma_s)^2 - (\sigma_0)^2|}$$

Ecuación 7

Donde:

σ_s : Incertidumbre del nivel sonoro específico.

σ_0 : Incertidumbre del nivel sonoro total medido actual.

Z : Incertidumbre del nivel sonoro residual.

INCERTIDUMBRE TÍPICA COMBINADA

Una vez cuantificada cada una de las fuentes de contribución de incertidumbre, se realizó el cálculo de la incertidumbre típica combinada por medio de la siguiente ecuación:

$$U_c = \sigma = \sqrt{A^2 + X^2 + Y^2 + Z^2}$$

Ecuación 8

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN EXPANDIDA

Teniendo todos los factores de contribución de incertidumbre y su respectivo coeficiente, se calculó la incertidumbre expandida con un nivel de confianza del 95%.

La incertidumbre expandida fue caracterizada con un $k = 2$, con lo cual el término quedó definido como:

¹ Cada uno de los puntos de monitoreo fueron evaluados en campo para cumplir con el criterio descrito.

$$U = k * u_c$$

Ecuación 9

De este modo se obtuvo un valor representativo a cada punto, y dada la cantidad elevada de los mismos, se escogió el valor de incertidumbre más representativo a cada ZEA, divididas de esta manera, teniendo en cuenta la distribución espacial que simboliza el muestreo en cada zona.

Los resultados se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 22. Resultados de Incertidumbre Típica Combinada

ZEA	U [dB] INCERTIDUMBRE EXPANDIDA			
	ORDINARIO DIURNO	ORDINARIO NOCTURNO	DOMINICAL DIURNO	DOMINICAL NOCTURNO
ZEA1	±1.25	±1.60	±1.23	±1.51
ZEA2	±1.24	±1.24	±1.26	±1.32
ZEA3	±1.24	±1.24	±1.23	±1.24
ZEA4	±1.24	±1.24	±1.23	±1.24
ZEA5	±1.31	±1.60	±1.23	±1.27
ZEA6	±1.36	±1.26	±1.32	±1.37
ZEA7	±1.30	±1.43	±1.24	±1.28

Fuente: Propia (Estudio Actual)

Con base a lo anterior, y partiendo de un factor de cobertura de K=2 para un nivel de confianza del 95%, el mayor valor de incertidumbre de medición asociado a este estudio es de ±1.60[dBA].

5.9 MEDICIÓN DE FLUJOS VEHICULARES

Con el fin de realizar los aforos o conteos vehiculares en las vías de transporte terrestre (principales, secundarias y de bajo tráfico vehicular), se identificaron los puntos en el municipio de Tuluá, donde se realizaron los aforos instalando cámaras de video de alta resolución en intercepciones de vías principales y vías secundarias o vías secundarias con vías terciarias, que permitan aforar dos tipos de vías en un punto. Los puntos seleccionados donde se ubicaron las cámaras para realizar los aforos vehiculares se describen en la Tabla 23.

La siguiente ilustración muestra el consolidado de flujo vehicular por hora en las cámaras de grabación de video.

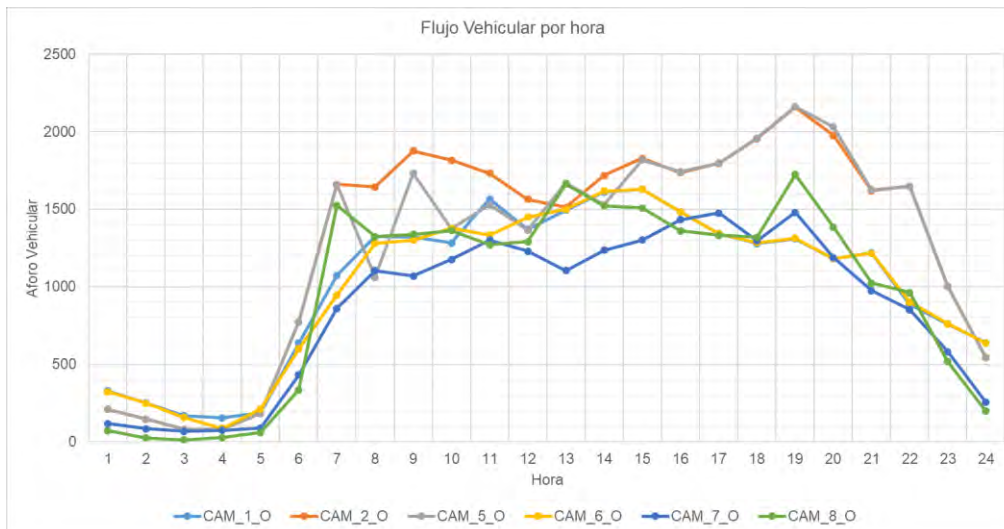


Ilustración 16. Flujo vehicular por hora en jornada Ordinaria
Fuente: Propia (Estudio Actual)

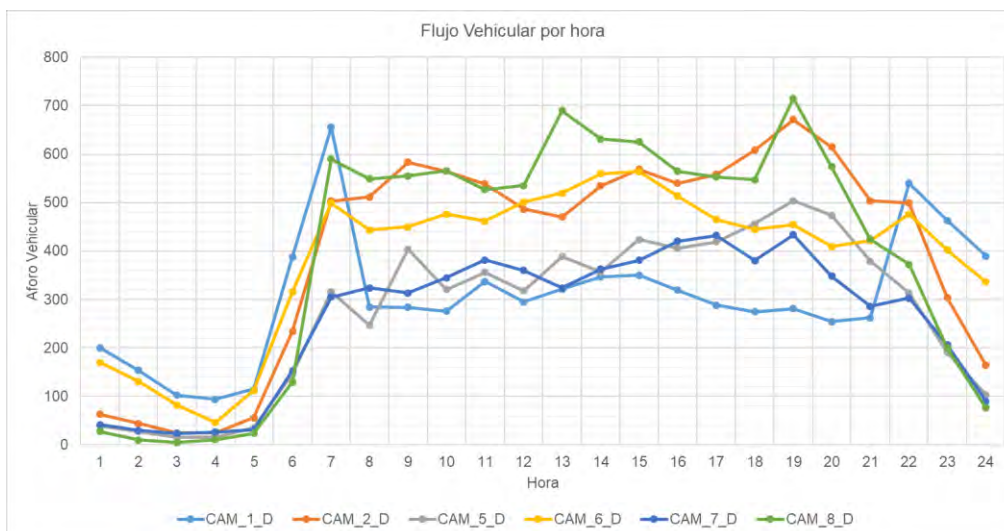


Ilustración 17. Flujo vehicular por hora en jornada Dominical
Fuente: Propia (Estudio Actual)

En el anexo digital 7 se presentan las tablas consolidadas de información vehicular utilizada en el modelo, incluido el flujo vehicular por hora y el porcentaje de vehículos pesados.

6 ANÁLISIS DE RESULTADOS MONITOREO DE RUIDO

A continuación, se presentan los resultados de monitoreo de RA y de emisión, cuyas mediciones fueron realizadas entre los meses de Marzo, Abril y Mayo.

La medición en cada punto evaluado se realizó durante 15 minutos, según se estipula en el Artículo 5 de la resolución 627 de 2006, aplicando los ajustes correspondientes. Los niveles corregidos de presión sonora equivalente ponderados A, -LRAeq, T -, son los que se comparan con los estándares máximos permisibles de RA (véase Tabla 16).

En lo que respecta a los ajustes, se aplicaron teniendo en cuenta lo que estipula el artículo 6 de la Resolución 627 del 7 de abril de 2006 y se determinaron de acuerdo con el procedimiento del Anexo 2 de la misma Resolución. Las mediciones se corrigieron por tono (K_T) y por impulso (K_i), por lo que se realizaron ajustes de 3 a 6 dB(A) en las diferentes mediciones. Los valores en su mayoría aumentan con la presencia de fuentes que generan tonos a altas frecuencias e impulsos incrementando el LAeq final en un máximo de 6 dB(A). Los resultados no se corrigieron por bajas frecuencias - KS (instalaciones de ventilación y climatización) por la naturaleza de las fuentes identificadas y no se corrigieron por hora - KR ya que el valor calculado del LAeq se realizó tanto para horario diurno como nocturno, y no como un sólo valor de LAeq para el día y la noche.

6.1 RUIDO AMBIENTAL

6.1.1 ZONAS DE ESPECIAL ATENCIÓN (ZEA)

Las mediciones de RA se realizaron en cinco puntos estratégicos ubicados en cada una de las zonas de especial atención durante las jornadas ordinaria y dominical en los horarios diurno y nocturno. Para comparar los resultados obtenidos con la Resolución 627 de 2006 del MADS, se consideró los puntos ubicados como sectores representativos del suelo: sector B. Tranquilidad y ruido moderado y el sector C. Ruido intermedio restringido.

6.1.1.1 MEDICIONES JORNADA ORDINARIA

En la Tabla 24 y Tabla 25 se presenta el consolidado de las mediciones y ajustes obtenidos para la jornada ordinaria en cada uno de los puntos para los horarios diurno y nocturno. Los ajustes se determinaron de acuerdo con el procedimiento estipulado en el Anexo 2, de la Resolución 627 de 2006.

Tabla 24. Consolidado de RA ordinario diurno ZEA

ZEA	Ordinario Diurno				
	ID	LAeq,D [dBA]	Kt* [dBA]	Ki [dBA]	LRAeq,D [dBA]
ZEA1	ZEA1PA1	67.7	0.0	3.0	70.7
	ZEA1PA2	71.1	0.0	6.0	77.1
	ZEA1PA3	68.9	3.0	6.0	74.9

ZEA	Ordinario Diurno				
	ID	LAeq,D [dBA]	Kt* [dBA]	Ki [dBA]	LR Aeq,D [dBA]
	ZEA1PA4	70.5	3.0	3.0	73.5
	ZEA1PA5	68.6	6.0	3.0	74.6
ZEA2	ZEA2PA1	70.9	0.0	3.0	73.9
	ZEA2PA2	67.6	0.0	3.0	70.6
	ZEA2PA3	70.7	3.0	3.0	73.7
	ZEA2PA4	71.3	0.0	6.0	77.3
	ZEA2PA5	70.4	0.0	6.0	76.4
	ZEA2PA6	70.4	0.0	6.0	76.4
ZEA3	ZEA3PA1	69.2	0.0	3.0	72.2
	ZEA3PA2	70.7	0.0	3.0	73.7
	ZEA3PA3	72.9	6.0	3.0	78.9
	ZEA3PA4	71.0	0.0	0.0	71.0
	ZEA3PA5	70.3	0.0	0.0	70.3
ZEA4	ZEA4PA1	68.6	0.0	3.0	71.6
	ZEA4PA2	71.7	0.0	3.0	74.7
	ZEA4PA3	69.3	0.0	3.0	72.3
	ZEA4PA4	70.0	3.0	3.0	73.0
	ZEA4PA5	69.2	0.0	6.0	75.2
ZEA5	ZEA5PA1	66.9	0.0	0.0	66.9
	ZEA5PA2	68.7	3.0	3.0	71.7
	ZEA5PA3	69.1	0.0	3.0	72.1
	ZEA5PA4	72.4	0.0	0.0	72.4
	ZEA5PA5	69.4	0.0	3.0	72.4
ZEA6	ZEA6PA1	67.3	0.0	3.0	70.3
	ZEA6PA2	67.1	0.0	0.0	67.1
	ZEA6PA3	71.4	0.0	6.0	77.4
	ZEA6PA4	66.6	0.0	0.0	66.6
	ZEA6PA5	69.0	0.0	3.0	72.0
ZEA7	ZEA7PA1	71.7	0.0	3.0	74.7
	ZEA7PA2	71.1	0.0	3.0	74.1
	ZEA7PA3	73.2	0.0	3.0	76.2
	ZEA7PA4	71.0	0.0	0.0	71.0
	ZEA7PA5	71.0	0.0	3.0	74.0

Fuente: Propia (Estudio actual)

(Espacio intencionalmente en Blanco)

Tabla 25. Consolidado de RA ordinario nocturno ZEA

ZEA	Ordinario Nocturno				
	ID	LAeq,N [dBA]	Kt* [dBA]	Ki [dBA]	LRAeq,N [dBA]
ZEA1	ZEA1PA1	72.3	0.0	6.0	78.3
	ZEA1PA2	69.0	0.0	3.0	72.0
	ZEA1PA3	67.6	6.0	0.0	73.6
	ZEA1PA4	69.9	3.0	6.0	75.9
	ZEA1PA5	74.6	6.0	6.0	80.6
ZEA2	ZEA2PA1	65.9	0.0	6.0	71.9
	ZEA2PA2	63.1	0.0	6.0	69.1
	ZEA2PA3	64.1	0.0	3.0	67.1
	ZEA2PA4	62.8	0.0	6.0	68.8
	ZEA2PA5	58.9	3.0	3.0	61.9
ZEA3	ZEA3PA1	64.7	0.0	3.0	67.7
	ZEA3PA2	63.5	0.0	3.0	66.5
	ZEA3PA3	66.2	0.0	0.0	66.2
	ZEA3PA4	64.7	0.0	0.0	64.7
	ZEA3PA5	65.7	0.0	0.0	65.7
ZEA4	ZEA4PA1	67.6	3.0	3.0	70.6
	ZEA4PA2	66.2	0.0	3.0	69.2
	ZEA4PA3	66.2	0.0	0.0	66.2
	ZEA4PA4	63.7	0.0	3.0	66.7
	ZEA4PA5	63.9	0.0	3.0	66.9
ZEA5	ZEA5PA1	70.4	0.0	0.0	70.4
	ZEA5PA2	83.4	0.0	0.0	83.4
	ZEA5PA3	83.0	0.0	0.0	83.0
	ZEA5PA4	68.3	0.0	0.0	68.3
	ZEA5PA5	83.0	0.0	0.0	83.0
ZEA6	ZEA6PA1	64.9	3.0	3.0	67.9
	ZEA6PA2	63.1	0.0	6.0	69.1
	ZEA6PA3	57.5	6.0	0.0	63.5
	ZEA6PA4	63.6	0.0	0.0	63.6
	ZEA6PA5	62.9	0.0	0.0	62.9
ZEA7	ZEA7PA1	65.4	0.0	6.0	71.4
	ZEA7PA2	67.2	0.0	3.0	70.2
	ZEA7PA3	69.0	3.0	3.0	72.0
	ZEA7PA4	71.6	6.0	3.0	77.6
	ZEA7PA5	67.0	0.0	3.0	70.0

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. (estudio actual), Mediciones monitoreo actual

*Valor máximo obtenido entre los diferentes rangos de frecuencia

Las gráficas que se muestran a continuación comparan el indicador LRAeq diurno y nocturno para cada ZEA.

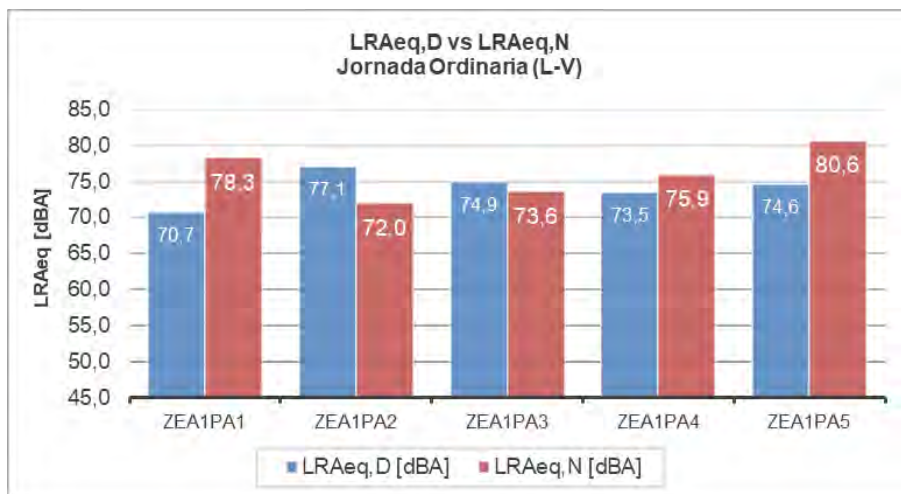


Ilustración 18. Niveles de RA ZEA1 jornada ordinaria
Fuente: Propia (estudio actual)

En la figura anterior se puede observar que durante el día los niveles de presión sonora no presentan una variación significativa, es decir, que los cinco puntos de medición registran niveles sonoros semejantes; en cambio, durante el horario nocturno, el punto 1 y 5 exceden en 6 dBA o más los niveles en horario diurno. En el primer caso, el aumento se debe a que el punto se ve influenciado por bares y discotecas aledaños; para el segundo caso, los formatos de campo (véase Anexo digital 4) indican que el punto se encuentra influenciado por tráfico vehicular en una vía principal, en la que se evidencia ruido por aceleración de los vehículos.

La ilustración siguiente muestra que los niveles medidos para la ZEA 2 en el horario nocturno disminuyen de forma contundente con respecto a las mediciones diurnas, esto debido a que el punto se encuentra ubicado cerca de una vía con alto flujo vehicular en horas del día.

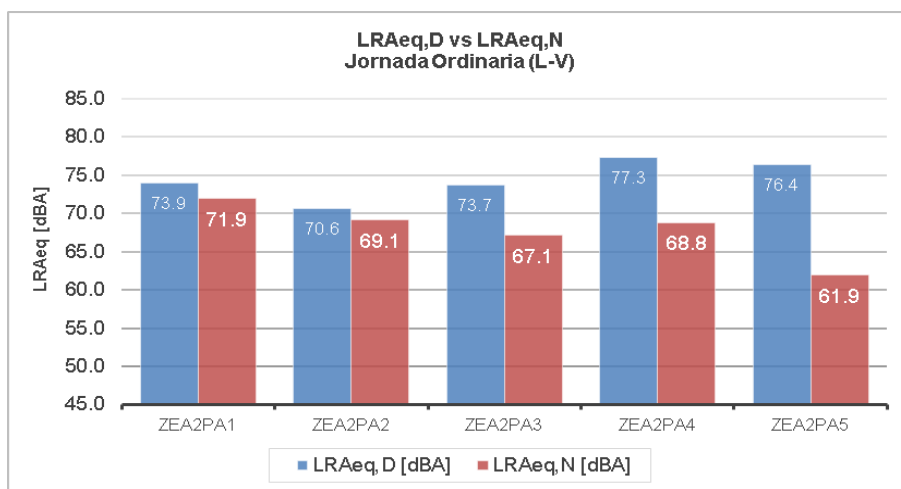


Ilustración 19. Niveles de RA ZEA2 jornada ordinaria
Fuente: Propia (estudio actual)

Como se refleja en la siguiente ilustración, el nivel de presión sonora durante la noche para todos los puntos de medición permanece dentro del mismo rango (64 ~ 67 dBA), es decir, no se encuentran diferencias significativas a lo largo de la ZEA, sin embargo, en el horario diurno se evidencia un incremento en dBA en el punto ambiental 3 debido al alto aforo vehicular sobre una vía no pavimentada.

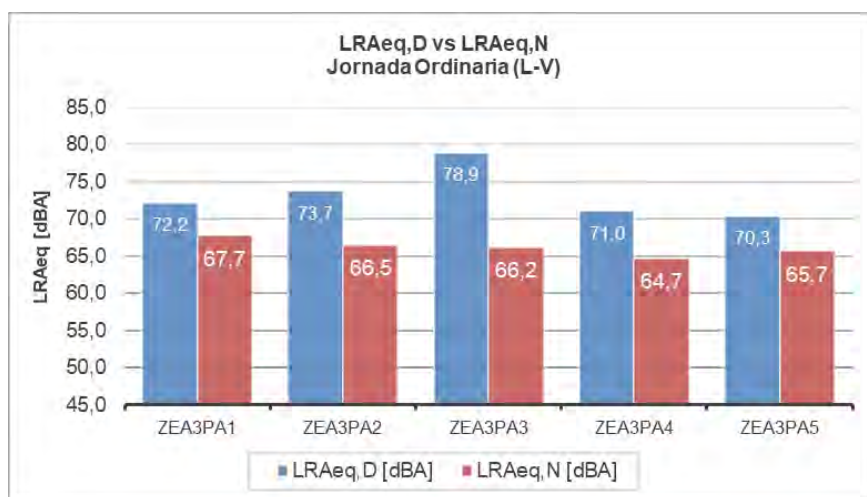


Ilustración 20. Niveles de RA ZEA3 jornada ordinaria

Fuente: Propia (estudio actual)

En la zona es especial atención 4 se puede observar que las mediciones, tanto diurnas como nocturnas, no presentan un cambio significativo a lo largo de ésta, en cambio, en cada punto si se denota la variación de decibeles entre un horario de medición y el otro, indicando un mayor nivel de presión sonora para la jornada diurna.

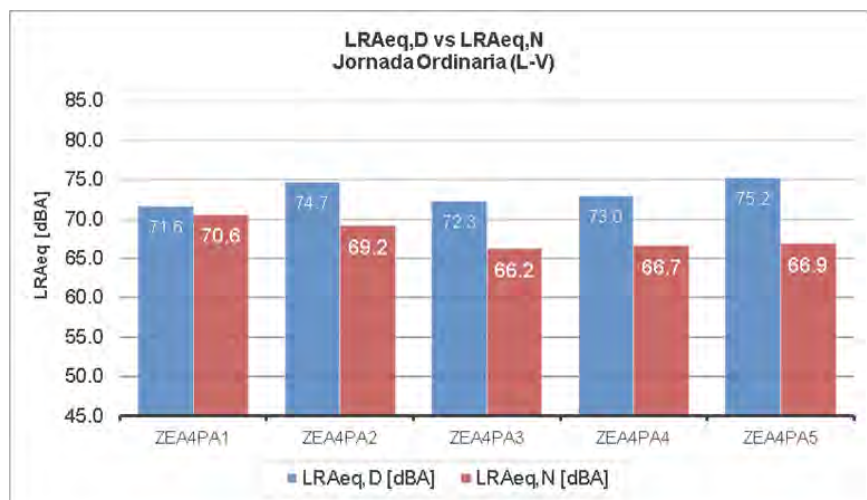


Ilustración 21. Niveles de RA ZEA4 jornada ordinaria

Fuente: Propia (estudio actual)

La siguiente gráfica indica los resultados de medición de la ZEA 5.

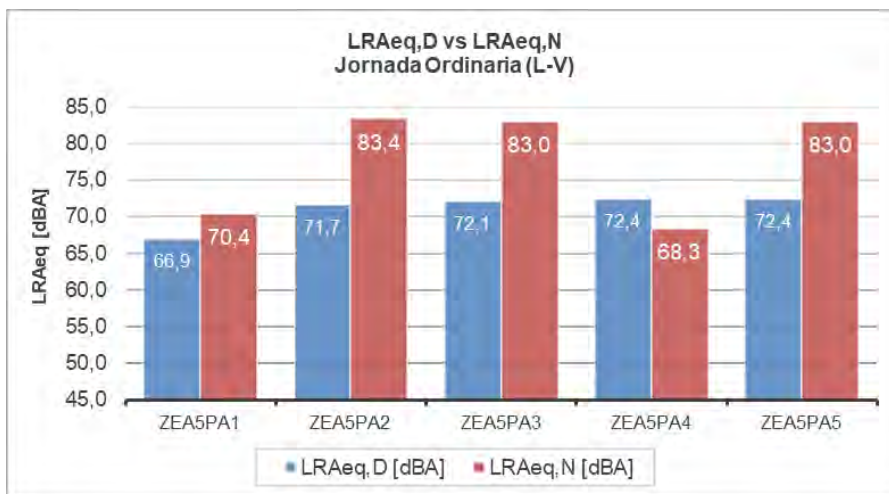


Ilustración 22. Niveles de RA ZEA5 jornada ordinaria
Fuente: Propia (estudio actual)

La ilustración anterior muestra un incremento altamente significativo en el nivel corregido de presión sonora nocturno con respecto a las mediciones realizadas en horas del día. Lo anterior se debe a que la ZEA 5 se encuentra ubicada en la “zona rosa” del municipio de Tuluá, lugar rodeado de bares y discotecas con música en alto volumen.

Los resultados de la medición de RA en la ZEA 6 se muestran en la ilustración siguiente, en la cual se distingue que la mayoría de los puntos presentan niveles de presión sonora similares o con poca variación dentro de la misma, exceptuando el punto ZEA6PA3 en donde la medición diurna se vio influenciada por una chatarrería a pocos metros del equipo.

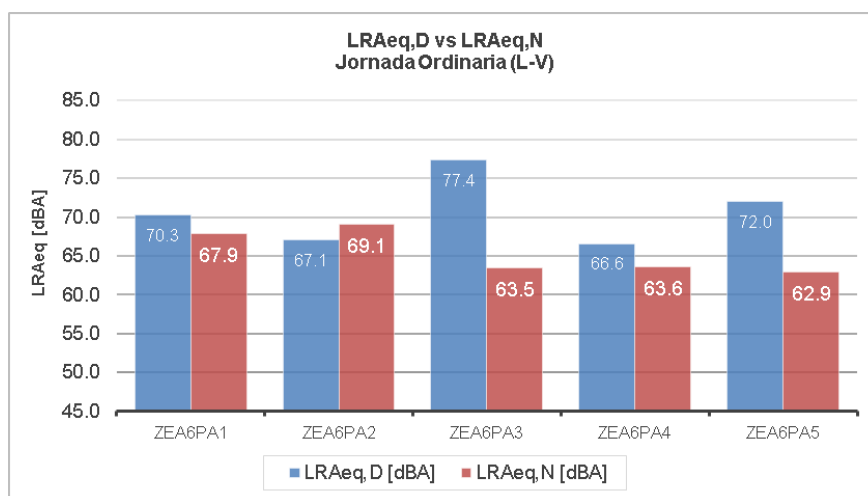


Ilustración 23. Niveles de RA ZEA6 jornada ordinaria
Fuente: Propia (estudio actual)

En la siguiente ilustración se observa que las mediciones diurnas no poseen una diferencia mayor a 5 dBA entre los puntos de medición, es decir que la zona tiene un comportamiento sonoro constante en horario diurno, además, al comparar las mediciones diurnas con las

nocturnas se evidencia que la diferencia de niveles también es relativamente constante en 4 de los 5 puntos de medición. Con respecto al punto ambiental 4 en el que la diferencia de nivel entre horarios aumenta se debe a una corrección de 6 dBA por un componente tonal.

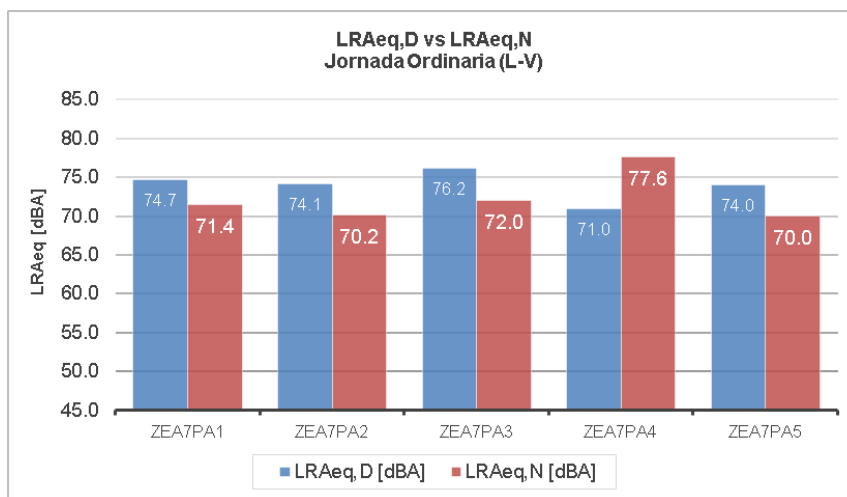


Ilustración 24. Niveles de RA ZEA7 jornada ordinaria
Fuente: Propia (estudio actual)

En la Tabla 26 y Tabla 27 se comparan los resultados corregidos del nivel de presión sonora equivalente ponderado A total (LAeq) mostrado anteriormente con los valores máximos establecidos en la Resolución 627 de 2006 para el uso del suelo clasificado.

Tabla 26. Resultados RA - Ordinario diurno ZEA

ZEA	Ordinario Diurno			
	ID	LRAeq,D [dBA]	Máx. Res 627 [dBA]	Nivel de Sobrepasso [dBA]
ZEA1	ZEA1PA1	70.7	70.0	0.7
	ZEA1PA2	77.1	70.0	7.1
	ZEA1PA3	74.9	70.0	4.9
	ZEA1PA4	73.5	70.0	3.5
	ZEA1PA5	74.6	70.0	4.6
ZEA2	ZEA2PA1	73.9	70.0	3.9
	ZEA2PA2	70.6	70.0	0.6
	ZEA2PA3	73.7	70.0	3.7
	ZEA2PA4	77.3	70.0	7.3
	ZEA2PA5	76.4	70.0	6.4
ZEA3	ZEA3PA1	72.2	70.0	2.2
	ZEA3PA2	73.7	75.0	-
	ZEA3PA3	78.9	75.0	3.9
	ZEA3PA4	71.0	65.0	6.0
	ZEA3PA5	70.3	70.0	0.3
ZEA4	ZEA4PA1	71.6	70.0	1.6
	ZEA4PA2	74.7	70.0	4.7
	ZEA4PA3	72.3	65.0	7.3
	ZEA4PA4	73.0	70.0	3.0
	ZEA4PA5	75.2	70.0	5.2
ZEA5	ZEA5PA1	66.9	75.0	-
	ZEA5PA2	71.7	75.0	-
	ZEA5PA3	72.1	75.0	-

MAPAS DE RUIDO TULUÁ 2018

ZEA	Ordinario Diurno			
	ID	LRAeq,D [dBA]	Máx. Res 627 [dBA]	Nivel de Sobrepasso [dBA]
	ZEA5PA4	72.4	75.0	-
	ZEA5PA5	72.4	75.0	-
ZEA6	ZEA6PA1	70.3	70.0	0.3
	ZEA6PA2	67.1	75.0	-
	ZEA6PA3	77.4	70.0	7.4
	ZEA6PA4	66.6	65.0	1.6
	ZEA6PA5	72.0	65.0	7.0
ZEA7	ZEA7PA1	74.7	70.0	4.7
	ZEA7PA2	74.1	75.0	-
	ZEA7PA3	76.2	70.0	6.2
	ZEA7PA4	71.0	70.0	1.0
	ZEA7PA5	74.0	70.0	4.0

Fuente: Propia (Estudio actual)

Tabla 27. Resultados RA - Ordinario nocturno ZEA

ZEA	Ordinario Nocturno			
	ID	LRAeq,N [dBA]	Máx. Res 627 [dBA]	Nivel de Sobrepasso [dBA]
ZEA1	ZEA1PA1	78.3	55.0	23.3
	ZEA1PA2	72.0	55.0	17.0
	ZEA1PA3	73.6	55.0	18.6
	ZEA1PA4	75.9	55.0	20.9
	ZEA1PA5	80.6	55.0	25.6
ZEA2	ZEA2PA1	71.9	55.0	16.9
	ZEA2PA2	69.1	55.0	14.1
	ZEA2PA3	67.1	55.0	12.1
	ZEA2PA4	68.8	55.0	13.8
	ZEA2PA5	61.9	55.0	6.9
ZEA3	ZEA3PA1	67.7	55.0	12.7
	ZEA3PA2	66.5	70.0	-
	ZEA3PA3	66.2	70.0	-
	ZEA3PA4	64.7	50.0	14.7
	ZEA3PA5	65.7	55.0	10.7
ZEA4	ZEA4PA1	70.6	55.0	15.6
	ZEA4PA2	69.2	55.0	14.2
	ZEA4PA3	66.2	50.0	16.2
	ZEA4PA4	66.7	55.0	11.7
	ZEA4PA5	66.9	55.0	11.9
ZEA5	ZEA5PA1	70.4	70.0	0.4
	ZEA5PA2	83.4	70.0	13.4
	ZEA5PA3	83.0	70.0	13.0
	ZEA5PA4	68.3	70.0	-
	ZEA5PA5	83.0	70.0	13.0
ZEA6	ZEA6PA1	67.9	55.0	12.9
	ZEA6PA2	69.1	70.0	-
	ZEA6PA3	63.5	55.0	8.5
	ZEA6PA4	63.6	50.0	13.6
	ZEA6PA5	62.9	50.0	12.9
ZEA7	ZEA7PA1	71.4	55.0	16.4
	ZEA7PA2	70.2	70.0	0.2
	ZEA7PA3	72.0	55.0	17.0
	ZEA7PA4	77.6	55.0	22.6
	ZEA7PA5	70.0	55.0	15.0

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. (estudio actual)

En las tablas anteriores se evidencia que la mayoría de los puntos de medición excede el nivel máximo permisible por la norma en decibeles ponderados A. En las gráficas que se presentan a continuación se describe el porcentaje en el que cada zona cumple o no con los estándares de la normativa nacional (véase 4.1) de acuerdo con los resultados de la Tabla 26 y Tabla 27.

La siguiente ilustración de tortas muestra que la zona de especial atención ZEA 1 no cumple con los estándares dados por la Resolución 627 de 2006 en un 100% para los horarios diurno y nocturno. De acuerdo con la Tabla 26, el sobrepaso máximo en horario diurno es de 7.1 dBA para el punto ZEA1PA2, sin embargo, el nivel de sobrepaso nocturno oscila entre 17.0 y 25.6 dBA en toda la zona (véase Tabla 27), lo que representa un nivel de exceso significativamente alto teniendo en cuenta que los 5 puntos de medición corresponden a zonas de comercio y servicios.

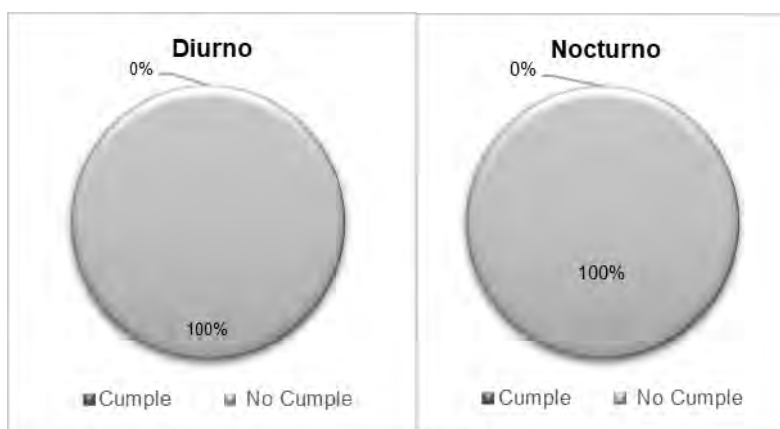


Ilustración 25. Porcentaje de cumplimiento ZEA1 jornada ordinaria
Fuente: Propia (estudio actual)

En la figura anterior se evidencia que el 100% de los puntos medidos en la ZEA 2 no cumplen con la normativa nacional para los 2 horarios establecidos en zonas de comercio y servicios; durante el día se registra un exceso máximo de 7.3 dBA en el punto ZEA2PA4, mientras que en el horario nocturno se observa un exceso máximo de 16.9 dBA.

(Espacio intencionalmente en Blanco)

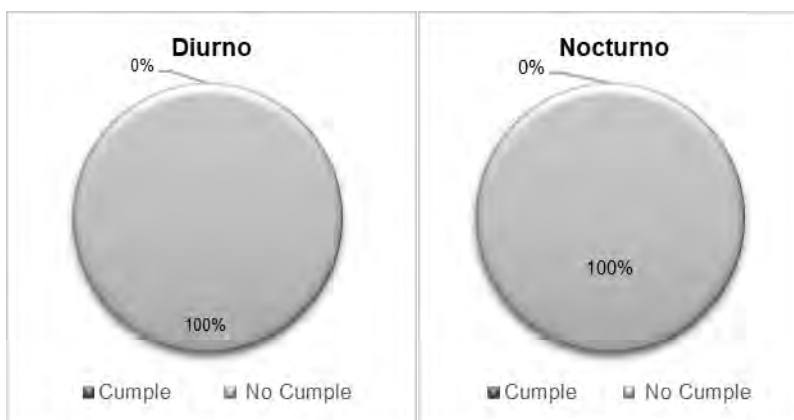


Ilustración 26. Porcentaje de cumplimiento ZEA2 jornada ordinaria
Fuente: Propia (estudio actual)

Los resultados de la ZEA 3 se presentan en la siguiente ilustración, en la cual se observa que la zona cumple parcialmente con los requerimientos dictados por la norma. Los puntos de esta zona corresponden a sectores de comercio y servicios, servicios de alto impacto y sector residencial, por lo tanto, los resultados de cumplimiento con la norma se discriminan según el sector como se muestra en la Tabla 26 y Tabla 27.

En la gráfica se observa que para el horario diurno sólo el 20% de la zona cumple con el estándar; en el horario nocturno se registra que la zona cumple en un 40%, es decir que 3 de los 5 puntos de medición exceden el nivel de presión sonora establecido.

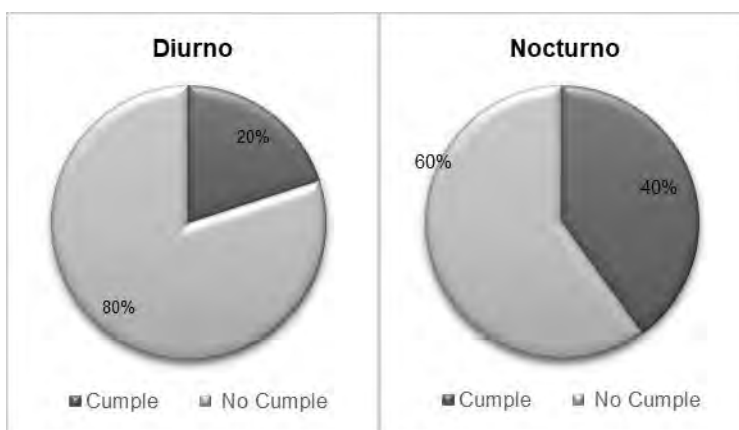


Ilustración 27. Porcentaje de cumplimiento ZEA3 jornada ordinaria
Fuente: Propia (estudio actual)

La siguiente ilustración muestra que la ZEA 4 no cumple con los estándares dados por la normativa en un 100% para los horarios diurno y nocturno, cabe resaltar que el punto con máximo nivel de sobrepaso es el ZEA4PA3 que corresponde al sector dotacional y, por lo tanto, posee un umbral de tolerancia menor (véase Tabla 26 y Tabla 27). En horario diurno el punto mencionado anteriormente excede el estándar por 7.3 dBA, para el horario nocturno el sobrepaso es de 16.2 dBA.

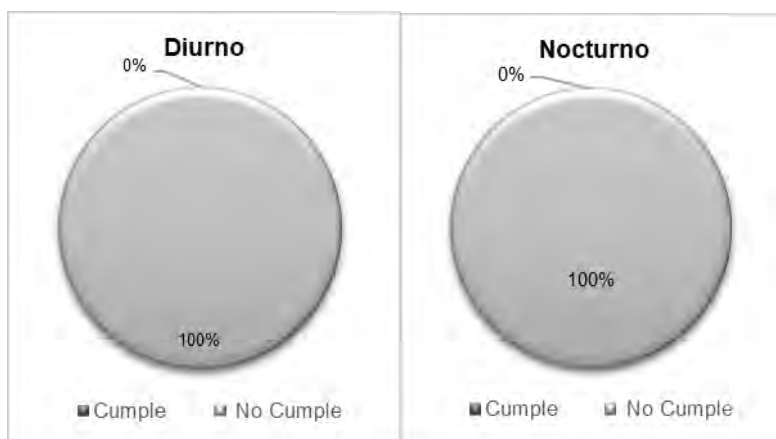


Ilustración 28. Porcentaje de cumplimiento ZEA4 jornada ordinaria
Fuente: Propia (estudio actual)

Los resultados para la zona de especial atención 5 se muestran en la gráfica siguiente. Contrario a las zonas mencionadas anteriormente, la ZEA 5 en horario diurno cumple en un 100% con los estándares de la Resolución 627 de 2006, teniendo en cuenta que la zona, en su mayoría, corresponde al sector de servicios de alto impacto. Con respecto al horario nocturno sólo un punto de medición cumple con la norma, los 4 puntos restantes exceden el estándar en un rango entre 0.4 y 13.4 dBA, donde el menor valor se registra en el punto ZEA5PA1 dentro del sector industrial de la ZEA.

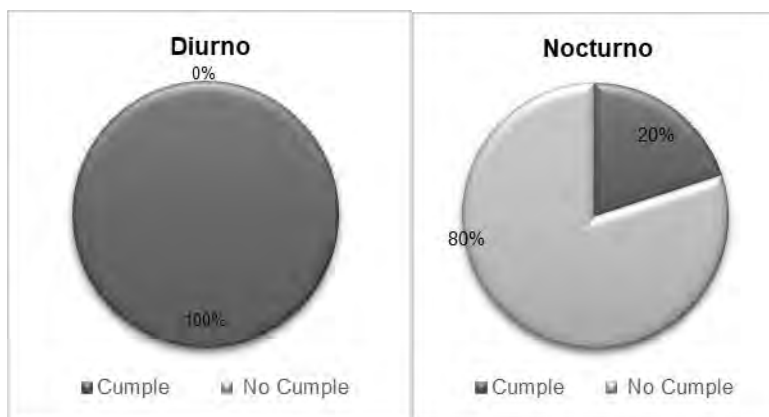


Ilustración 29. Porcentaje de cumplimiento ZEA5 jornada ordinaria
Fuente: Propia (estudio actual)

En la ilustración a continuación, se observa que en la ZEA 6 sólo el 20% cumple con los niveles dados por la norma en los dos horarios de medición, este 20% corresponde al punto ZEA6PA2 de actividad industrial que permite un mayor nivel de presión sonora en dBA (con respecto al sector de comercio y servicios) tanto para el horario diurno como para el nocturno (véase Tabla 16).

Los puntos de la zona que exceden los valores permitidos sobrepasan en 7.4 dBA y 13.6 dBA para los horarios diurno y nocturno respectivamente.

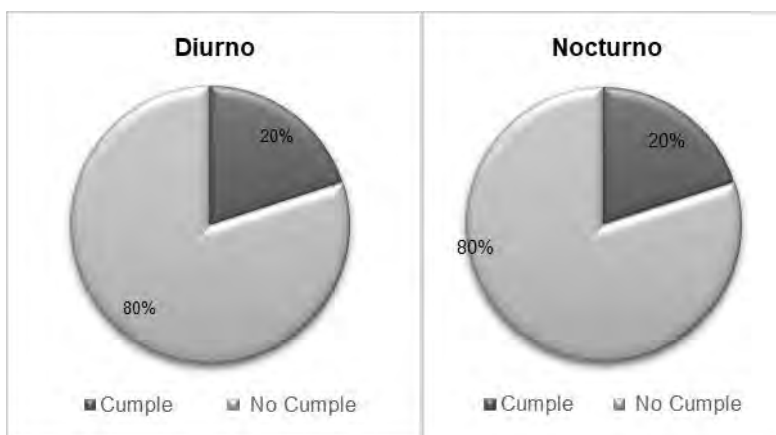


Ilustración 30. Porcentaje de cumplimiento ZEA6 jornada ordinaria
Fuente: Propia (estudio actual)

Los resultados de la última zona de especial atención se presentan en la siguiente ilustración, en esta se observa que en horario diurno se cumplen los valores dados por la normativa nacional en un 20%, que corresponde al punto ZEA7PA2. En horario nocturno el 100% de la zona no cumple con el estándar, teniendo un valor máximo de sobrepaso de 22.6 decibeles ponderados A en el punto ambiental 4 de la misma.

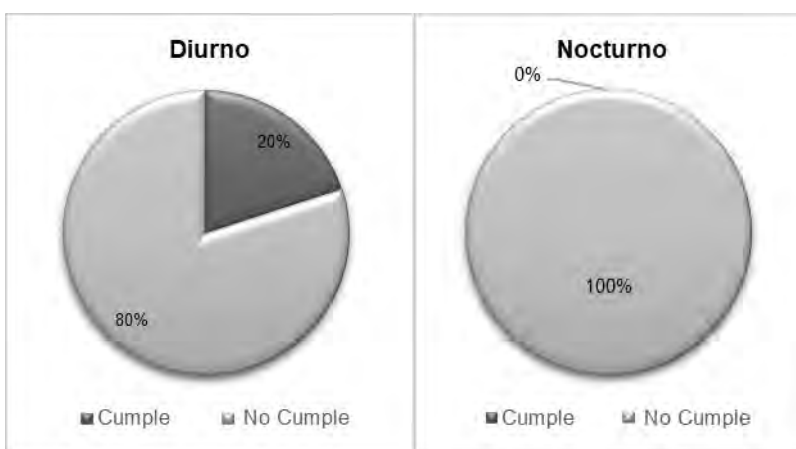


Ilustración 31. Porcentaje de cumplimiento ZEA7 jornada ordinaria
Fuente: Propia (estudio actual)

Teniendo en cuenta que la Resolución 627 de 2006 establece un umbral de tolerancia más alto para el horario diurno que para el nocturno es posible entender que la mayoría de las zonas a evaluar excedan el máximo permisible en horas de la noche con valores significativamente altos de dBA durante este horario.

6.1.1.2 MEDICIONES JORNADA DOMINICAL

En la Tabla 28 y Tabla 29 se presenta el consolidado de las mediciones y ajustes obtenidos para la jornada dominical en cada uno de los puntos para los horarios diurno y nocturno.

Tabla 28. Consolidado de RA dominical diurno ZEA

ZEA	Dominical Diurno				
	ID	LAeq,D [dBA]	Kt* [dBA]	Ki [dBA]	LR Aeq,D [dBA]
ZEA1	ZEA1PA1	63.6	0.0	3.0	66.6
	ZEA1PA2	66.6	0.0	3.0	69.6
	ZEA1PA3	65.1	0.0	3.0	68.1
	ZEA1PA4	68.5	0.0	0.0	68.5
	ZEA1PA5	67.8	6.0	3.0	73.8
ZEA2	ZEA2PA1	72.8	0.0	3.0	75.8
	ZEA2PA2	67.1	0.0	0.0	67.1
	ZEA2PA3	68.5	0.0	0.0	68.5
	ZEA2PA4	69.2	0.0	3.0	72.2
	ZEA2PA5	68.5	0.0	3.0	71.5
ZEA3	ZEA3PA1	68.2	0.0	3.0	71.2
	ZEA3PA2	65.2	0.0	3.0	68.2
	ZEA3PA3	71.9	3.0	3.0	74.9
	ZEA3PA4	67.8	0.0	3.0	70.8
	ZEA3PA5	70.4	0.0	3.0	73.4
ZEA4	ZEA4PA1	65.0	0.0	3.0	68.0
	ZEA4PA2	65.8	0.0	0.0	65.8
	ZEA4PA3	67.1	0.0	0.0	67.1
	ZEA4PA4	62.0	6.0	0.0	68.0
	ZEA4PA5	62.9	0.0	3.0	65.9
ZEA5	ZEA5PA1	64.4	0.0	3.0	67.4
	ZEA5PA2	66.8	3.0	0.0	69.8
	ZEA5PA3	69.1	3.0	6.0	75.1
	ZEA5PA4	67.6	0.0	3.0	70.6
	ZEA5PA5	72.2	0.0	3.0	75.2
ZEA6	ZEA6PA1	67.6	3.0	6.0	73.6
	ZEA6PA2	67.5	0.0	3.0	70.5
	ZEA6PA3	60.7	0.0	0.0	60.7
	ZEA6PA4	66.5	6.0	0.0	72.5
	ZEA6PA5	65.9	6.0	0.0	71.9
ZEA7	ZEA7PA1	70.9	3.0	3.0	73.9
	ZEA7PA2	71.9	0.0	3.0	74.9
	ZEA7PA3	73.0	0.0	6.0	79.0
	ZEA7PA4	69.6	3.0	3.0	72.6
	ZEA7PA5	70.0	0.0	3.0	73.0

Tabla 29. Consolidado de RA dominical nocturno ZEA

ZEA	Dominical Nocturno				
	ID	LAeq,N [dBA]	Kt* [dBA]	Ki [dBA]	LR _{Aeq,N} [dBA]
ZEA1	ZEA1PA1	63.5	3.0	3.0	66.5
	ZEA1PA2	62.9	0.0	0.0	65.9
	ZEA1PA3	67.1	0.0	0.0	70.1
	ZEA1PA4	68.3	6.0	6.0	74.3
	ZEA1PA5	73.5	3.0	3.0	76.5
ZEA2	ZEA2PA1	62.8	0.0	0.0	65.8
	ZEA2PA2	61.5	0.0	0.0	64.5
	ZEA2PA3	67.4	0.0	0.0	67.4
	ZEA2PA4	60.4	0.0	0.0	63.4
	ZEA2PA5	59.0	0.0	0.0	59.0
ZEA3	ZEA3PA1	58.5	3.0	3.0	61.5
	ZEA3PA2	65.7	0.0	0.0	68.7
	ZEA3PA3	68.0	0.0	0.0	74.0
	ZEA3PA4	64.4	0.0	0.0	67.4
	ZEA3PA5	67.9	0.0	0.0	70.9
ZEA4	ZEA4PA1	55.2	6.0	6.0	61.2
	ZEA4PA2	54.9	0.0	0.0	57.9
	ZEA4PA3	60.6	3.0	3.0	66.6
	ZEA4PA4	59.3	3.0	3.0	62.3
	ZEA4PA5	59.8	0.0	0.0	62.8
ZEA5	ZEA5PA1	72.1	0.0	0.0	72.1
	ZEA5PA2	81.0	0.0	0.0	81.0
	ZEA5PA3	73.5	0.0	0.0	73.5
	ZEA5PA4	68.1	0.0	0.0	68.1
	ZEA5PA5	80.7	6.0	6.0	86.7
ZEA6	ZEA6PA1	57.2	0.0	0.0	60.2
	ZEA6PA2	61.4	6.0	6.0	67.4
	ZEA6PA3	57.7	3.0	3.0	60.7
	ZEA6PA4	56.0	0.0	0.0	62.0
	ZEA6PA5	59.3	0.0	0.0	59.3
ZEA7	ZEA7PA1	61.2	0.0	0.0	67.2
	ZEA7PA2	59.3	3.0	3.0	62.3
	ZEA7PA3	57.9	6.0	6.0	63.9
	ZEA7PA4	60.5	6.0	6.0	66.5
	ZEA7PA5	62.9	3.0	3.0	68.9

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. (estudio actual), Mediciones monitoreo actual

*Valor máximo obtenido entre los diferentes rangos de frecuencia

En las gráficas que se presentan a continuación se realiza la comparación entre el indicador LRAeq diurno y nocturno para cada zona de especial atención (ZEA), además, se hace un paralelo entre las mediciones realizadas en jornada ordinaria y jornada dominical.

En la siguiente ilustración se observa que cuatro de los cinco puntos de medición no presentan una diferencia de nivel significativa entre el horario diurno y nocturno, en cambio, el punto ZEA1PA4 tiene una diferencia de 5.8 dBA; en la Tabla 29 se evidencia que el aumento de nivel se debe a una corrección 6 dBA por un componente impulsivo o tonal fuerte en la medición, dicha corrección se debe principalmente al sonido de las bocinas de los vehículos al pasar por un semáforo cercano al equipo de medición.

Se observa que los resultados son menores en jornada dominical con respecto a las mediciones en jornada ordinaria para todos los puntos de la zona, sin embargo, el nivel de presión sonora sigue siendo mayor en el horario nocturno que en el diurno.

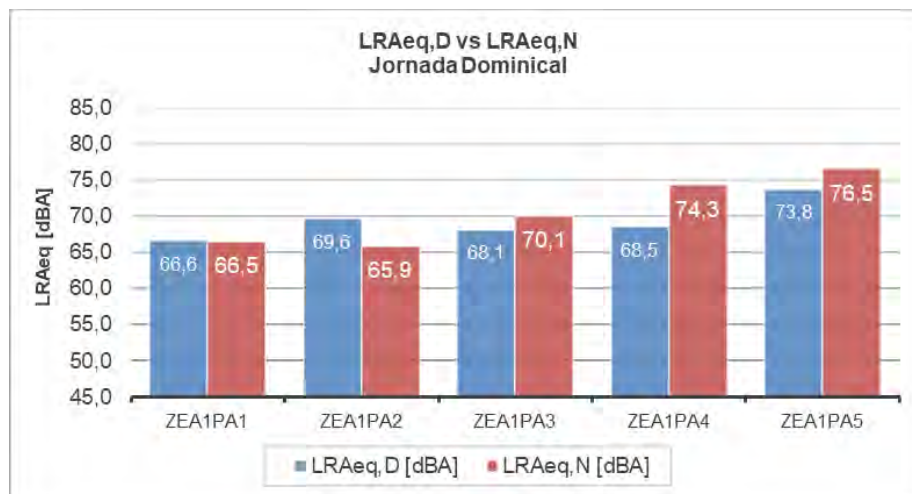


Ilustración 32. Niveles de RA ZEA1 jornada dominical
Fuente: Propia (estudio actual)

La ilustración muestra que las mediciones nocturnas presentan un nivel con poca variación a lo largo de la zona, sin embargo, las mediciones de horario diurno presentan un nivel de presión sonora mayor y con alta variación en los diferentes puntos de la zona. Teniendo en cuenta la siguiente ilustración (niveles de RA en jornada ordinaria) se observa que el nivel en dominical aumenta sólo en el primer punto de medición; el comportamiento de los demás puntos ambientales permanece similar durante las 2 jornadas.

(Espacio intencionalmente en Blanco)

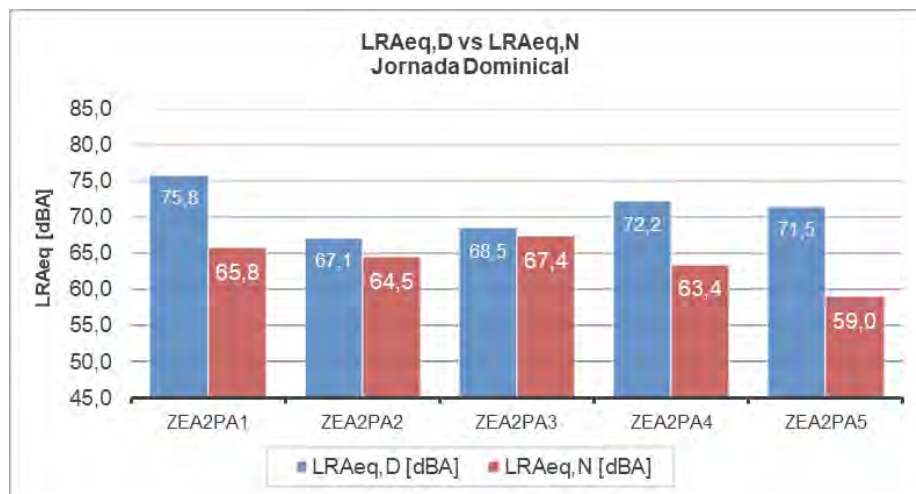


Ilustración 33. Niveles de RA ZEA2 jornada dominical

Fuente: Propia (estudio actual)

Así mismo, es posible observar que la diferencia entre el horario diurno y nocturno no es significativa para cuatro puntos de medición, en cambio el punto ZEA3PA1 se encuentra próximo a la clínica María Ángel, por lo tanto, se explica la reducción de 10.6 dBA en horario nocturno con respecto al horario diurno.

Teniendo en cuenta las mediciones de la jornada ordinaria se muestra un incremento de nivel de presión sonora en los puntos para las horas de la noche en la jornada dominical, en cambio, las mediciones diurnas presentan resultados similares o con poca variación a la jornada ordinaria.

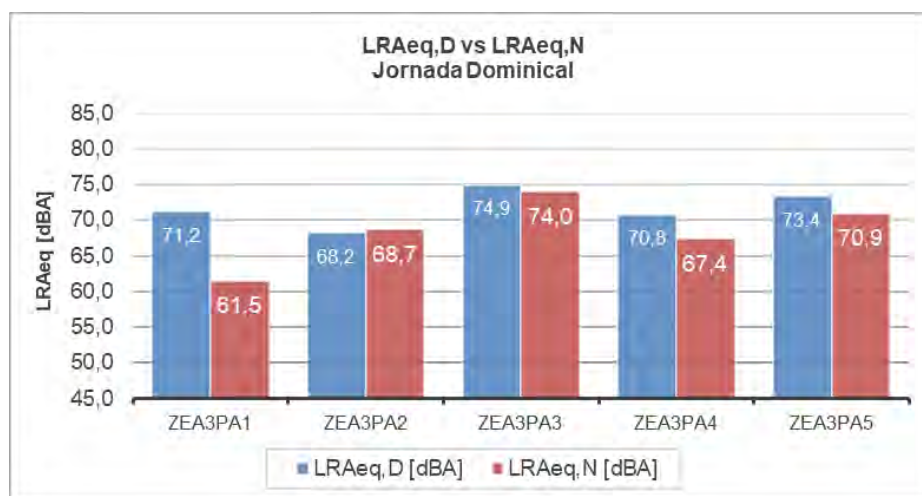


Ilustración 34. Niveles de RA ZEA3 jornada dominical

Fuente: Propia (estudio actual)

Los resultados de la zona de especial atención 4 (siguiente ilustración) presentan niveles de presión sonora constantes en el horario diurno a lo largo de toda la zona, en cambio, los niveles en horario nocturno tienen gran variación entre sí, sin embargo, representan niveles

bajos en decibeles ponderados A. Con respecto a la jornada ordinaria se observa un decremento de nivel de presión sonora tanto para el horario de medición diurno como el nocturno.

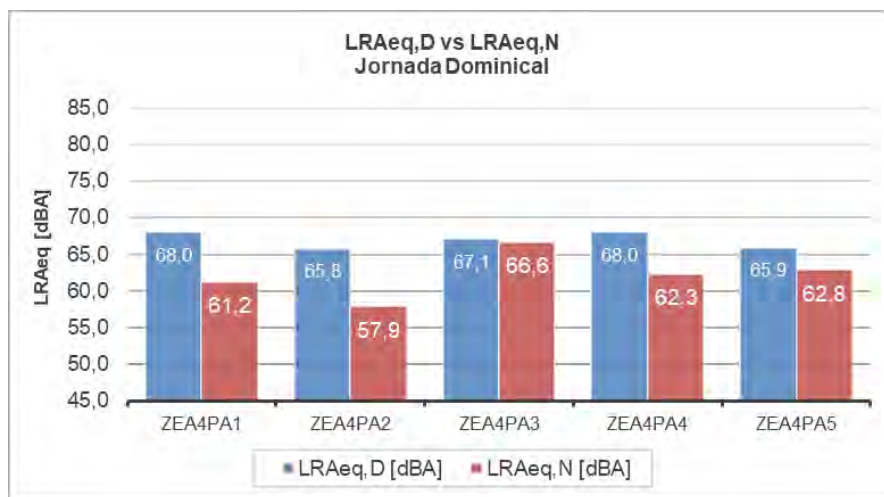


Ilustración 35. Niveles de RA ZEA4 jornada dominical
Fuente: Propia (estudio actual)

Realizando una comparación en la ZEA 5 entre la jornada dominical y la jornada ordinaria se observa que el comportamiento permanece constante en 4 de los 5 puntos, es decir que los resultados no presentan una diferencia mayor a 3 dBA aproximadamente. El punto ambiental ZEA5PA3 se comporta de manera diferente en la medida en que no hay un incremento significativo de nivel en el horario nocturno como se ve en la jornada ordinaria.

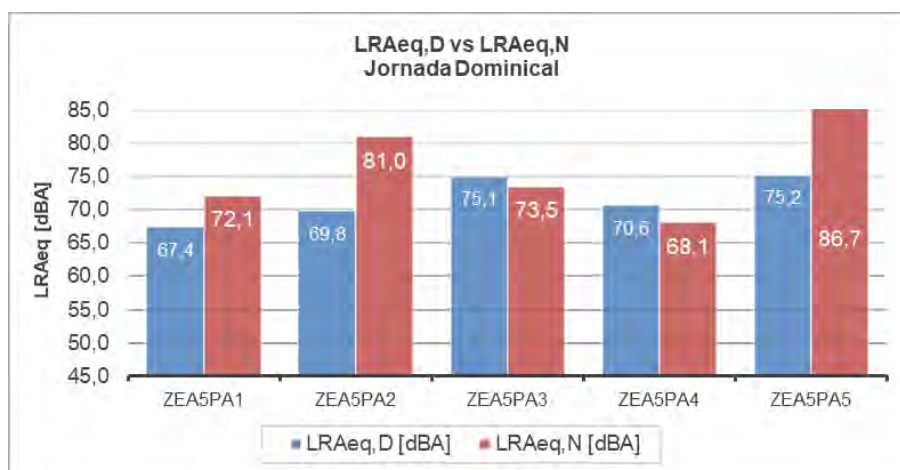


Ilustración 36. Niveles de RA ZEA5 jornada dominical
Fuente: Propia (estudio actual)

Se observa que los puntos 1,4 y 5 presentan un nivel de presión sonora mucho mayor en el horario diurno que en el nocturno, se registra en los formatos de campo (véase Anexo digital 4) que durante la noche hay poco flujo vehicular. Con respecto a la jornada ordinaria, se evidencia que los niveles nocturnos no tienen mayor variación, en cuanto a los resultados

diurnos, la mayoría de los puntos de medición presenta un aumento en dBA con excepción del punto ZEA6PA3, en el cual el nivel de presión sonora se reduce en 16.7 dBA.

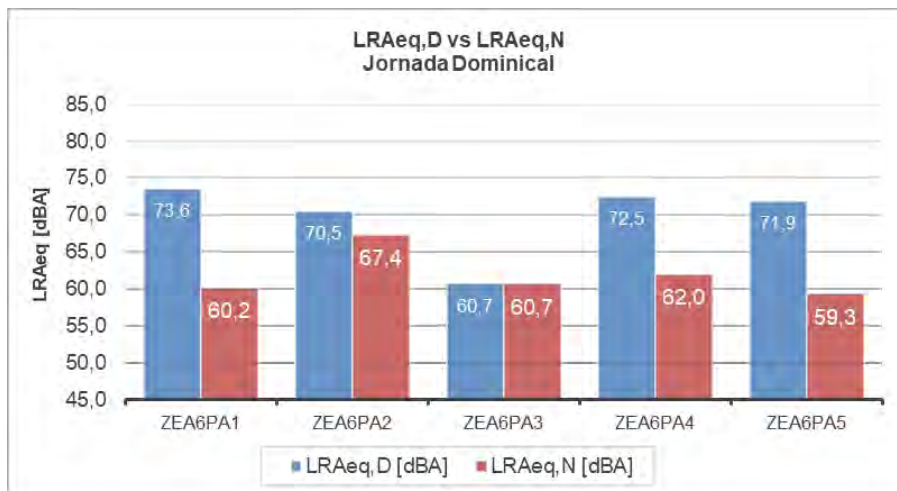


Ilustración 37. Niveles de RA ZEA6 jornada dominical
Fuente: Propia (estudio actual)

Teniendo en cuenta las mediciones en la jornada ordinaria, la ZEA 7 durante la jornada dominical presenta una diferencia significativa de niveles de presión sonora. Si bien las mediciones diurnas no poseen una alta variación, durante las horas de la noche los valores tienden a disminuir, sin embargo, en el horario nocturno de la jornada dominical los resultados varían en un máximo de 6.6 dBA y en el horario diurno un máximo de 6.4 dBA, lo que representa niveles de presión sonora relativamente uniformes a lo largo de la zona de especial atención.

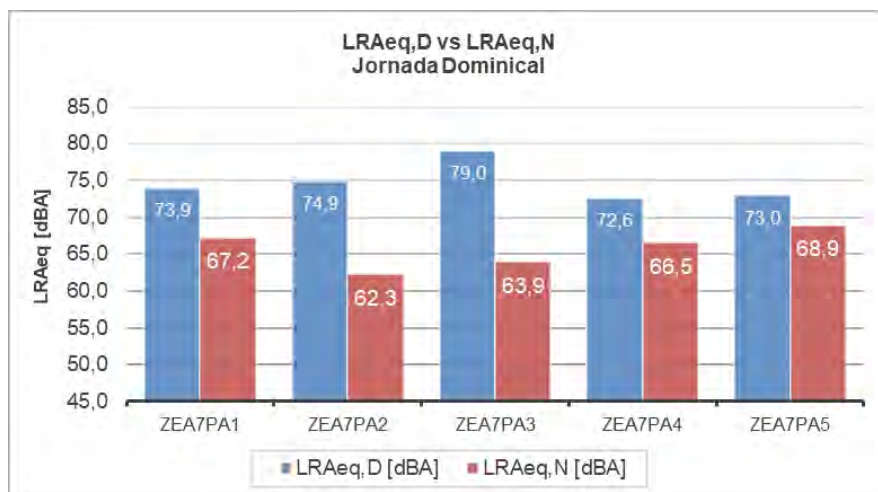


Ilustración 38. Niveles de RA ZEA7 jornada dominical
Fuente: Propia (estudio actual)

En la Tabla 30 y Tabla 31 se presentan los resultados corregidos del nivel de presión sonora equivalente ponderado A total (LRAeq) obtenidos en la jornada dominical para cada horario

de medición y se compara con los valores máximos establecidos en la Resolución 627 de 2006 para el uso del suelo clasificado.

Tabla 30. Resultados RA - Dominical diurno ZEA

ZEA	Dominical Diurno			
	ID	LR _{Aeq,D} [dBA]	Máx.* 627 [dBA]	Nivel de Sobrepaso [dBA]
ZEA1	ZEA1PA1	66.6	70.0	-
	ZEA1PA2	69.6	70.0	-
	ZEA1PA3	68.1	70.0	-
	ZEA1PA4	68.5	70.0	-
	ZEA1PA5	73.8	70.0	3.8
ZEA2	ZEA2PA1	75.8	70.0	5.8
	ZEA2PA2	67.1	70.0	-
	ZEA2PA3	68.5	70.0	-
	ZEA2PA4	72.2	70.0	2.2
	ZEA2PA5	71.5	70.0	1.5
ZEA3	ZEA3PA1	71.2	70.0	1.2
	ZEA3PA2	68.2	75.0	-
	ZEA3PA3	74.9	75.0	-
	ZEA3PA4	70.8	65.0	5.8
	ZEA3PA5	73.4	70.0	3.4
ZEA4	ZEA4PA1	68.0	70.0	-
	ZEA4PA2	65.8	70.0	-
	ZEA4PA3	67.1	65.0	2.1
	ZEA4PA4	68.0	70.0	-
	ZEA4PA5	65.9	70.0	-
ZEA5	ZEA5PA1	67.4	75.0	-
	ZEA5PA2	69.8	75.0	-
	ZEA5PA3	75.1	75.0	0.1
	ZEA5PA4	70.6	75.0	-
	ZEA5PA5	75.2	75.0	0.2
ZEA6	ZEA6PA1	73.6	70.0	3.6
	ZEA6PA2	70.5	75.0	-
	ZEA6PA3	60.7	70.0	-
	ZEA6PA4	72.5	65.0	7.5
	ZEA6PA5	71.9	65.0	6.9
ZEA7	ZEA7PA1	73.9	70.0	3.9
	ZEA7PA2	74.9	75.0	-

ZEA	Dominical Diurno			
	ID	LR _{Aeq,D} [dBA]	Máx.* 627 [dBA]	Nivel de Sobrepaso [dBA]
	ZEA7PA3	79.0	70.0	9.0
	ZEA7PA4	72.6	70.0	2.6
	ZEA7PA5	73.0	70.0	3.0

Tabla 31. Resultados RA - Dominical nocturno ZEA

ZEA	Dominical Nocturno			
	ID	LR _{Aeq,N} [dBA]	Máx.* 627 [dBA]	Nivel de Sobrepaso [dBA]
ZEA1	ZEA1PA1	66.5	55.0	11.5
	ZEA1PA2	65.9	55.0	10.9
	ZEA1PA3	70.1	55.0	15.1
	ZEA1PA4	74.3	55.0	19.3
	ZEA1PA5	76.5	55.0	21.5
ZEA2	ZEA2PA1	65.8	55.0	10.8
	ZEA2PA2	64.5	55.0	9.5
	ZEA2PA3	67.4	55.0	12.4
	ZEA2PA4	63.4	55.0	8.4
	ZEA2PA5	59.0	55.0	4.0
ZEA3	ZEA3PA1	61.5	55.0	6.5
	ZEA3PA2	68.7	70.0	-
	ZEA3PA3	74.0	70.0	4.0
	ZEA3PA4	67.4	50.0	17.4
	ZEA3PA5	70.9	55.0	15.9
ZEA4	ZEA4PA1	61.2	55.0	6.2
	ZEA4PA2	57.9	55.0	2.9
	ZEA4PA3	66.6	50.0	16.6
	ZEA4PA4	62.3	55.0	7.3
	ZEA4PA5	62.8	55.0	7.8
ZEA5	ZEA5PA1	72.1	70.0	2.1
	ZEA5PA2	81.0	70.0	11.0
	ZEA5PA3	73.5	70.0	3.5
	ZEA5PA4	68.1	70.0	-
	ZEA5PA5	86.7	70.0	16.7
ZEA6	ZEA6PA1	60.2	55.0	5.2
	ZEA6PA2	67.4	70.0	-

ZEA	Dominical Nocturno			
	ID	LR _{Aeq,N} [dBA]	Máx.* 627 [dBA]	Nivel de Sobrepasso [dBA]
	ZEA6PA3	60.7	55.0	5.7
	ZEA6PA4	62.0	50.0	12.0
	ZEA6PA5	59.3	50.0	9.3
ZEA7	ZEA7PA1	67.2	55.0	12.2
	ZEA7PA2	62.3	70.0	-
	ZEA7PA3	63.9	55.0	8.9
	ZEA7PA4	66.5	55.0	11.5
	ZEA7PA5	68.9	55.0	13.9

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. (estudio actual)

* Estándar Máximo Permisible según Resolución 627 de 2006

En las tablas anteriores se evidencia que, para el horario diurno, una gran cantidad de puntos cumple con los niveles de presión sonora establecidos por la norma nacional en decibeles ponderados A, contrario al horario nocturno donde la mayoría de los puntos de medición excede el nivel máximo permisible. En las gráficas que se muestran a continuación se describe el porcentaje en el que cada zona cumple o no con los estándares de la normativa nacional (véase 4.1) de acuerdo con los resultados de la Tabla 30 y Tabla 31.

El resultado de la ZEA 1 se presenta en la Ilustración 39, es ésta se observa que en el horario diurno el 80% de la zona cumple con el estándar, a comparación con la jornada ordinaria (véase siguiente ilustración) donde el 100% de la zona incumple la normativa. Con respecto al horario nocturno se evidencia que ningún punto de la zona cumple los niveles permitidos, de igual forma que en las mediciones ordinarias nocturnas.

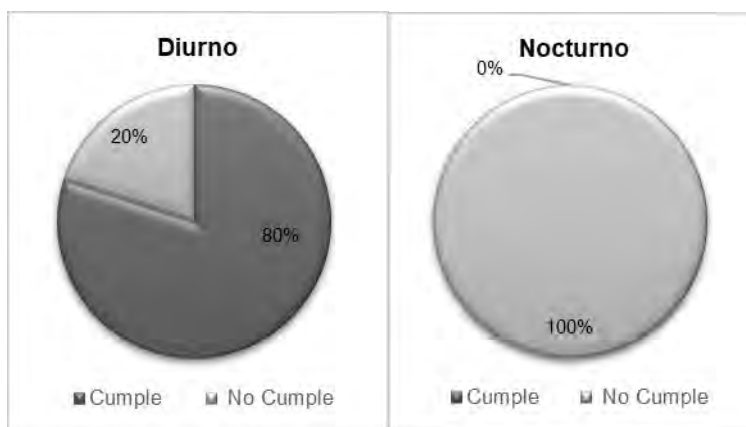


Ilustración 39. Porcentaje de cumplimiento ZEA1 jornada dominical

Fuente: Propia (estudio actual)

En la Ilustración 40 se exhibe que la zona de especial atención 2 cumple los niveles permitidos en un 40% para el horario diurno, mostrando una reducción del nivel de presión

sonora con respecto a las mediciones realizadas en jornada ordinaria (véase la siguiente figura). Para el horario nocturno las jornadas ordinaria y dominical no cumplen el estándar en su 100%.

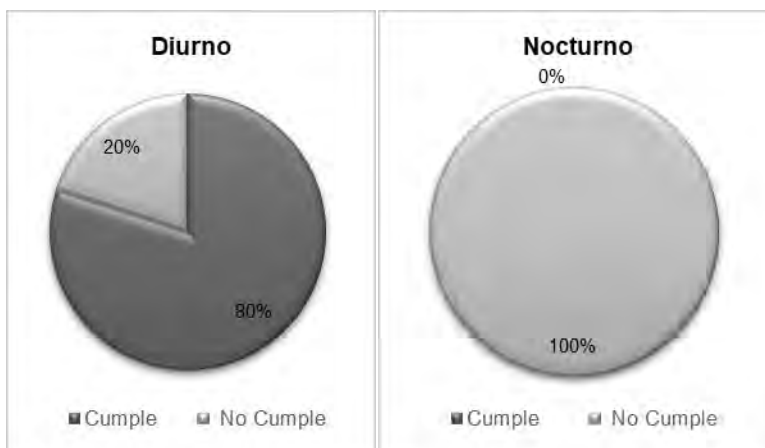


Ilustración 40. Porcentaje de cumplimiento ZEA2 jornada dominical
Fuente: Propia (estudio actual)

Para la ZEA 3 (Ilustración 41) se observa que el porcentaje de cumplimiento es de 40%, 20% más que en la jornada ordinaria, contrario al horario nocturno donde se reduce en un 20% el mismo porcentaje.

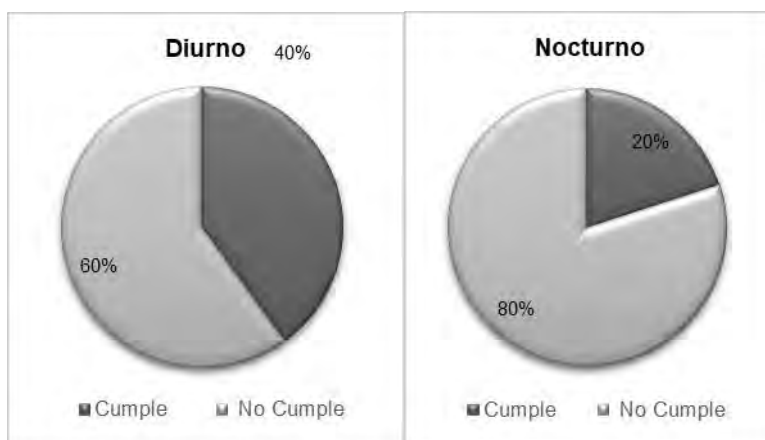


Ilustración 41. Porcentaje de cumplimiento ZEA3 jornada dominical
Fuente: Propia (estudio actual)

El resultado de la ZEA 4 (Ilustración 42) muestra que la zona cumple la normativa en un 80% para el horario diurno, esto representa una reducción significativa con respecto a la jornada ordinaria donde ningún punto de la zona cumple con el estándar, cabe aclarar que el punto que excede el nivel permitido sólo lo hace en 2.1 dBA.

Para el horario nocturno las jornadas ordinaria y dominical no cumplen el estándar en su 100%.

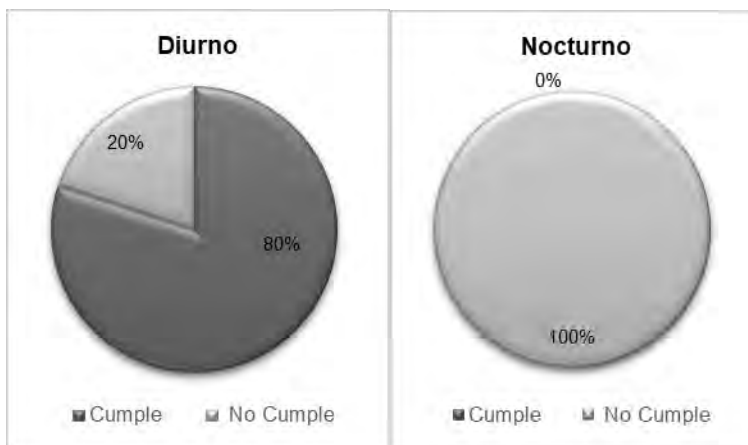


Ilustración 42. Porcentaje de cumplimiento ZEA4 jornada dominical
Fuente: Propia (estudio actual)

La zona de especial atención 5 (Ilustración 43) presenta una reducción del 40% en cumplimiento con la norma teniendo en cuenta que las mediciones de jornada ordinaria mostraron un cumplimiento del 100% para las horas del día. Para el horario nocturno se evidencia en la Ilustración 43 que el 80% de la zona no cumple con los niveles permitidos, es decir, no hay diferencia con la jornada ordinaria para este horario.

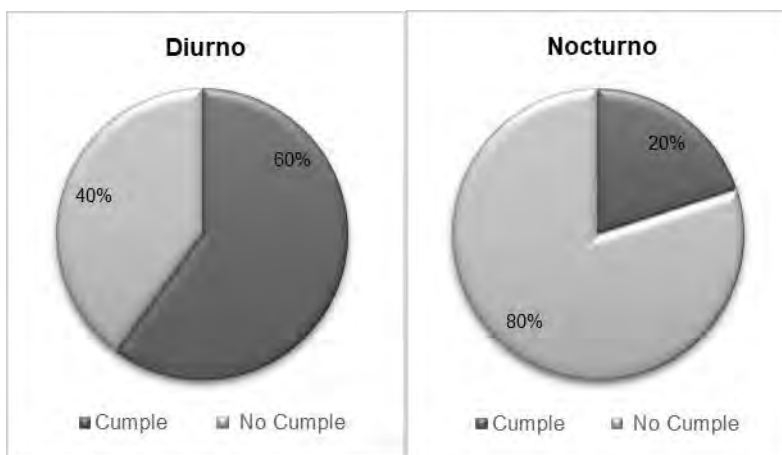


Ilustración 43. Porcentaje de cumplimiento ZEA5 jornada dominical
Fuente: Propia (estudio actual)

En la Ilustración 44 se puede observar que el porcentaje de cumplimiento es del 40% en la ZEA 6, se muestra un aumento en el 20% con respecto a las mediciones en jornada ordinaria, además, se evidencia que durante el horario nocturno no hay diferencia entre la jornada dominical y la jornada ordinaria.

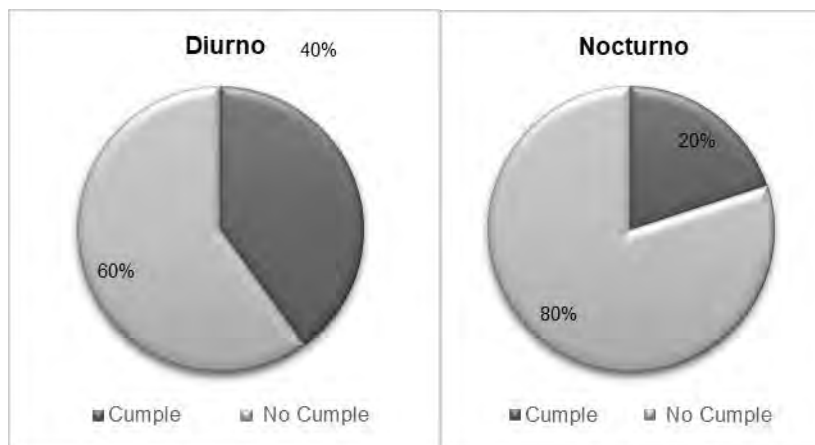


Ilustración 44. Porcentaje de cumplimiento ZEA6 jornada dominical
Fuente: Propia (estudio actual)

De la Ilustración 45 se puede apreciar que la ZEA 7 sólo cumple con los estándares de la normativa en un 20% para los horarios de medición, sin embargo, teniendo en cuenta la jornada ordinaria la zona no cumple con la norma en un 100%, se ve una reducción de nivel de presión sonora en uno de los puntos de medición para la jornada dominical. El horario nocturno permanece estable en porcentaje de cumplimiento.

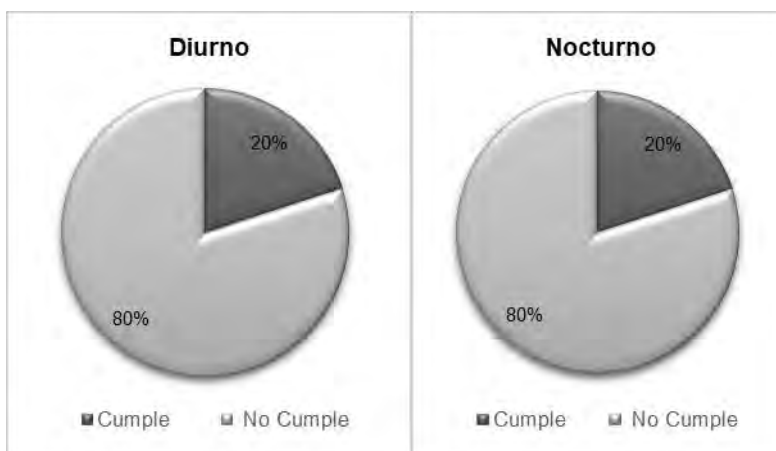


Ilustración 45. Porcentaje de cumplimiento ZEA7 jornada dominical
Fuente: Propia (estudio actual)

Teniendo en cuenta que la Resolución 627 de 2006 establece un umbral de tolerancia más alto para el horario diurno que para el nocturno es posible entender que la mayoría de las zonas a evaluar excedan el máximo permisible en horas de la noche con valores altos de dBA durante este horario (véase Tabla 31).

6.1.2 ZONAS DE TRANQUILIDAD (ZTR)

Las mediciones de RA en las zonas de tranquilidad se realizaron en diferentes puntos estratégicos, ubicados en cada una de las ocho (8) zonas y durante las jornadas ordinaria y dominical en horario diurno. Para comparar los resultados obtenidos con la Resolución 627 de 2006 del MADS, se consideró los puntos ubicados como sectores representativos del suelo: sector B. Tranquilidad y ruido moderado.

6.1.2.1 MEDICIONES JORNADA ORDINARIA

En la Tabla 32 se presenta el consolidado de las mediciones y ajustes obtenidos para la jornada ordinaria en cada uno de los puntos. Los ajustes se determinaron de acuerdo con el procedimiento estipulado en el Anexo 2, de la Resolución 627 de 2006. Además, se evidencia el nivel de sobrepaso de cada punto con respecto a la normativa nacional.

Tabla 32. Consolidado de RA ordinario diurno ZTR

ZTR	Ordinario Diurno						
	ID	LAeq,D [dBA]	Kt* [dBA]	Ki [dBA]	LR Aeq,D [dBA]	Máx.** 627 [dBA]	Nivel de Sobrepaso [dBA]
ZTR1	ZTR1PA1	66.6	0.0	6.0	72.6	65.0	7.6
ZTR2	ZTR2PA1	70.1	6.0	0.0	76.1	65.0	11.1
ZTR3	ZTR3PA1	67.1	0.0	3.0	70.1	65.0	5.1
ZTR4	ZTR4PA1	66.6	0.0	6.0	72.6	65.0	7.6
ZTR5	ZTR5PA1	57.9	3.0	3.0	60.9	65.0	-
ZTR5	ZTR5PA2	60.2	0.0	3.0	63.2	65.0	-
ZTR6	ZTR6PA1	57.6	0.0	3.0	60.6	65.0	-
ZTR7	ZTR7PA1	59.7	0.0	6.0	65.7	65.0	0.7
ZTR7	ZTR7PA2	59.0	0.0	3.0	62.0	65.0	-
ZTR8	ZTR8PA1	61.5	0.0	0.0	61.5	65.0	-
ZTR8	ZTR8PA2	51.2	0.0	0.0	51.2	65.0	-
ZTR8	ZTR8PA3	51.3	0.0	3.0	54.3	65.0	-

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. (estudio actual), Mediciones monitoreo actual

*Valor máximo obtenido entre los diferentes rangos de frecuencia

** Estándar Máximo Permissible según Resolución 627 de 2006

Cabe resaltar de las tablas anteriores que las mediciones en zonas de tranquilidad sólo se realizaron en horario diurno tanto para la jornada ordinaria como dominical.

La gráfica que se muestra a continuación (Ilustración 46) compara el nivel de presión sonora corregido ponderado A para el horario diurno en las diferentes ZTR, así mismo realiza la comparación con el nivel máximo permisible en dBA dado por la resolución 627 de 2006 para este sector específico.

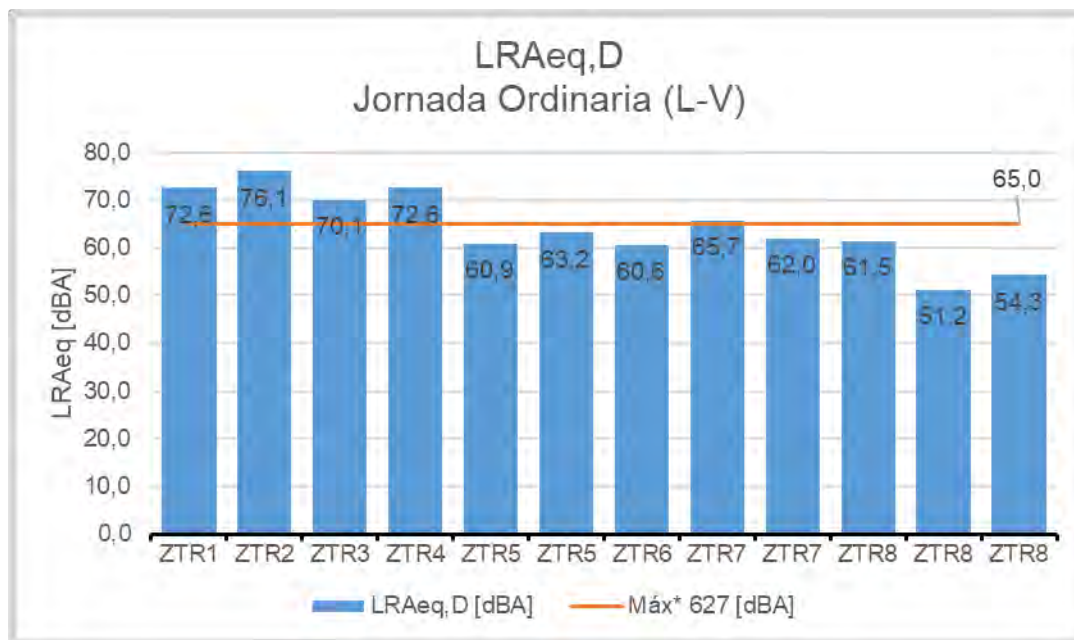


Ilustración 46. Niveles de RA ZTR jornada ordinaria
Fuente: Propia (estudio actual)

Durante la jornada ordinaria se observa que cinco (5) de las ocho (8) zonas de tranquilidad superan el nivel máximo permitido de 65 dBA. En la ZTR 2 se registra el máximo sobrepaso, con 11.1 dBA como se muestra en la Tabla 32 debido a un ajuste de 6 dBA por tonalidad. El nivel mínimo de sobrepaso se registró en el punto ZTR7PA1 con 0.7 dBA, a pesar de verse afectado por una corrección impulsiva de 6 dBA.

Se observa que las zonas de tranquilidad 5, 6, 7 y 8 presentan niveles con poca diferencia entre sí, es decir que el nivel de presión sonora permanece constante en estos sectores del municipio. Así mismo se ve que en las primeras 4 zonas de tranquilidad el nivel no sólo es mayor, sino que excede el estándar permitido. En la ZTR 8 se registran los niveles de presión sonora más bajos de los puntos medidos en el municipio, con un valor mínimo de 51.2 dBA sin ningún tipo de corrección.

La Ilustración 47 presenta el porcentaje en que las zonas de tranquilidad cumplen con el estándar de la Resolución 627 de 2006 para el sector residencial, de acuerdo con la información en la Ilustración 46 y la Tabla 32; en rojo se muestra que el 58.3% de las ZTR cumple con el nivel establecido de máximo 65 decibeles ponderados A, en cambio, en color azul se muestra que el 41.7% de los puntos medidos sobrepasan este umbral. Cabe resaltar que las zonas que no cumplen con el nivel máximo permitido presentan correcciones ya sea de 3 o 6 dBA por componentes tonales o impulsivos en la medición.

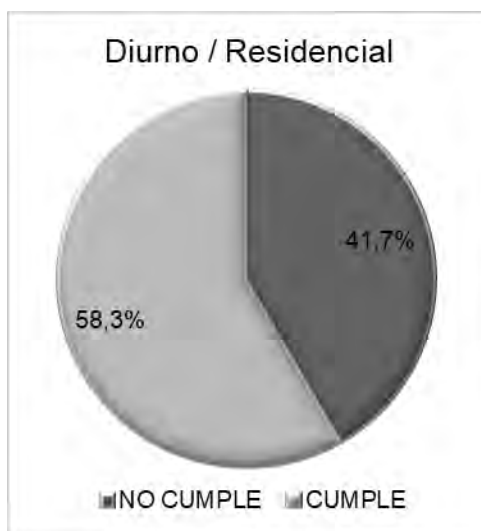


Ilustración 47. Porcentaje de cumplimiento ZTR jornada ordinaria
Fuente: Propia (estudio actual)

6.1.2.2 MEDICIONES JORNADA DOMINICAL

En la Tabla 33 se presenta el consolidado de las mediciones y ajustes obtenidos para la jornada dominical de acuerdo con el procedimiento estipulado en el Anexo 2, de la Resolución 627 de 2006. Además, se evidencia el nivel de sobrepaso de cada punto con respecto a la normativa nacional.

Tabla 33. Consolidado de RA dominical diurno ZTR

ZTR	Dominical Diurno						
	ID	LAeq,D [dBA]	Kt* [dBA]	Ki [dBA]	LR Aeq,D [dBA]	Máx. 627 [dBA]	Nivel de Sobrepaso [dBA]
ZTR1	ZTR1PA1	58.0	0.0	0.0	58.0	65.0	-
ZTR2	ZTR2PA1	63.4	0.0	0.0	63.4	65.0	-
ZTR3	ZTR3PA1	64.1	0.0	0.0	64.1	65.0	-
ZTR4	ZTR4PA1	63.0	0.0	3.0	66.0	65.0	1
ZTR5	ZTR5PA1	54.9	0.0	3.0	57.9	65.0	-
ZTR5	ZTR5PA2	64.7	3.0	3.0	67.7	65.0	2.7
ZTR6	ZTR6PA1	60.5	0.0	3.0	63.5	65.0	-
ZTR7	ZTR7PA1	58.7	0.0	3.0	61.7	65.0	-
ZTR7	ZTR7PA2	57.0	0.0	3.0	60.0	65.0	-
ZTR8	ZTR8PA1	68.8	3.0	3.0	71.8	65.0	6.8
ZTR8	ZTR8PA2	50.0	0.0	3.0	53.0	65.0	-
ZTR8	ZTR8PA3	60.2	0.0	3.0	63.2	65.0	-

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. (estudio actual), Mediciones monitoreo actual

*Valor máximo obtenido entre los diferentes rangos de frecuencia

La Ilustración 48 compara el indicador LRAeq para el horario diurno en las diferentes ZTR según la información en la tabla anterior, así mismo realiza la comparación con el nivel máximo permisible en dBA dado por la resolución 627 de 2006.

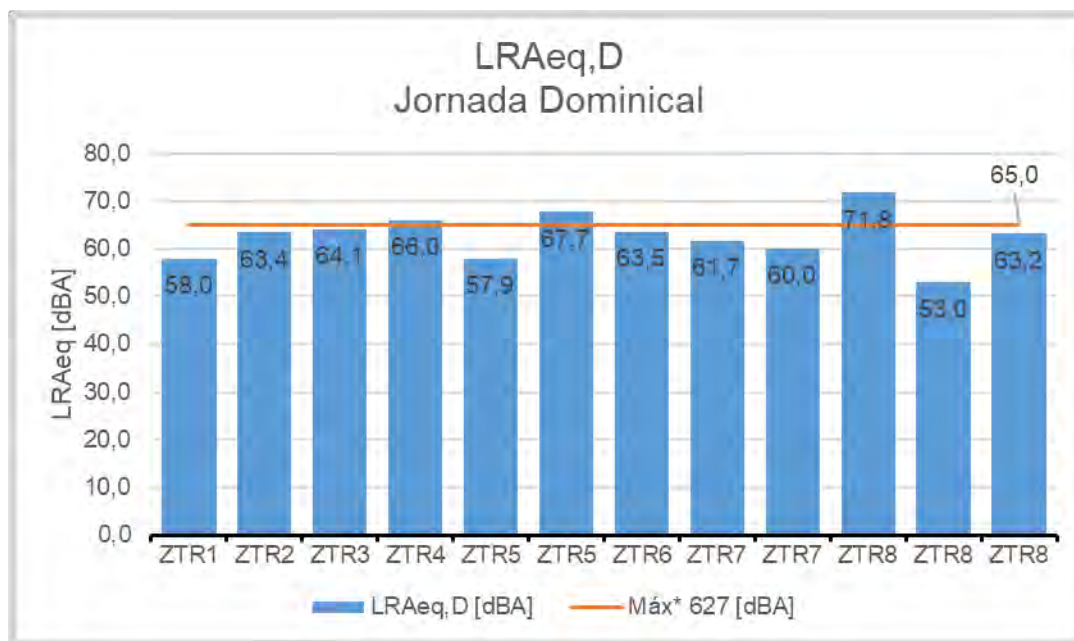


Ilustración 48. Niveles de RA ZTR jornada dominical
Fuente: Propia (estudio actual)

En la jornada dominical se observa que sólo 3 zonas de tranquilidad superan el nivel máximo permitido de 65 dBA, además se evidencia que el sobrepaso de nivel se encuentra entre 1 dBA para la ZTR 4 y 6.8 dBA el punto ZTR8PA1. Se registra a lo largo de los puntos de medición que el nivel de presión sonora no presenta cambios significativos, es decir, se comporta de manera constante.

En la Tabla 33 es posible observar que son pocas las correcciones realizadas en los puntos, además que la mayoría de éstas son de tipo impulsivo y de tipo neto, es decir que añade 3 dBA al nivel de presión sonora inicial. A comparación con la jornada ordinaria (Tabla 32 e Ilustración 46), durante la jornada dominical los niveles de presión sonora presentan resultados similares, sin embargo, se ve una disminución general del nivel en dBA debido a que no se presenta la necesidad de corregir los puntos de forma altamente significativa.

En la Ilustración 49 se presenta el porcentaje en que las zonas de tranquilidad cumplen con el estándar de la Resolución 627 de 2006 para el sector residencial en jornada dominical; en color azul se muestra que el 25% de los puntos medidos sobrepasan este umbral, como se muestra en la Ilustración 48 sólo tres (3) de los ocho (8) puntos de medición registran un nivel mayor a 65 dBA, es por esto que, en color rojo, se evidencia que el 75% de las zonas de tranquilidad (ZTR) cumplen con el nivel establecido en decibeles ponderados A.

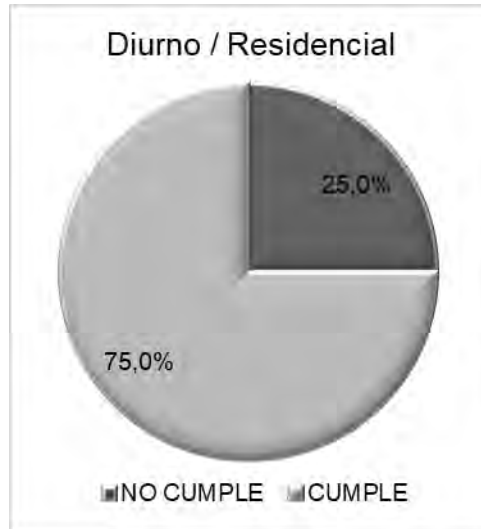


Ilustración 49. Porcentaje de cumplimiento ZTR jornada dominical
Fuente: Propia (estudio actual)

(Espacio intencionalmente en Blanco)

7 MODELACIÓN

7.1 ENFOQUE

La generación del Mapa Estratégico de Ruido como resultado de la predicción de la propagación del ruido, se realizará con el fin de identificar los aportes de los diferentes tipos de fuentes relevantes que se identificaron previamente. Con este mapa estratégico de ruido se podrán identificar los aportes de cada una de estos tipos de fuentes identificadas, lo cual permitirá realizar una gestión del ruido más efectiva que permita controlar los niveles de ruido donde se determine exposiciones altas.

7.1.1 ESTÁNDARES UTILIZADOS

El software utilizado para realizar la predicción de propagación de ruido fue CadnaA versión 2017 (64 Bit) (build: 159.4707), DataKustik GmbH. Esta licencia contiene variados estándares que serán utilizados para la selección del estándar de tráfico rodado.



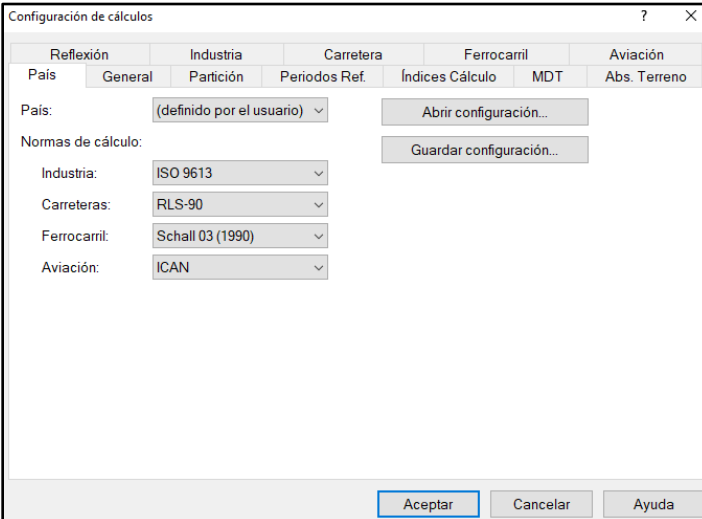
Ilustración 50. Licencia de CadnaA K2 Ingeniería S.A.S

Fuente: Licencia K2 Ingeniería. Datakustik GmbH, 2017

Para realizar las simulaciones de ruido se utilizó el estándar ISO 9613-2:2007. La selección de este, se fundamenta en que corresponde a uno de los estándares más conservadores, disminuyendo la probabilidad de sub-dimensionar los aportes por tráfico rodado, esto fue verificado en la validación del modelo.

- **Parámetros acústicos**

Se estableció la configuración en el software de modelación ingresando los parámetros necesarios para ejecutar el modelo de ruido. Como se muestra en la siguiente ilustración para este estudio el único estándar usado fue el ISO 9613-2:2007.



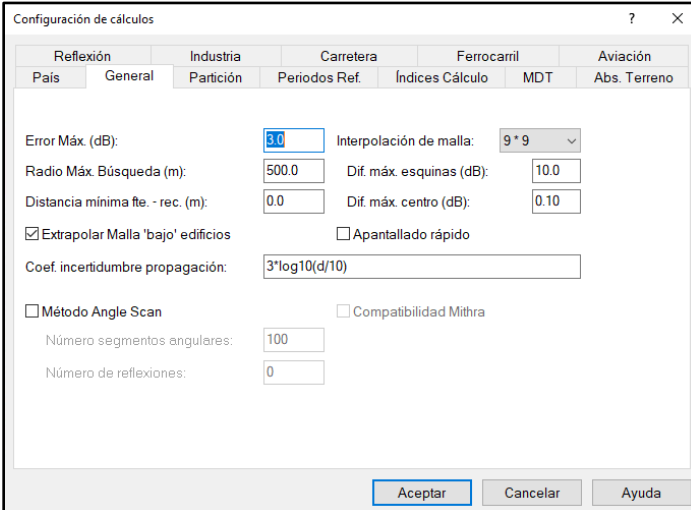
The screenshot shows a software dialog box titled 'Configuración de cálculos'. It has several tabs: 'Reflexión', 'Industria', 'Carretera', 'Ferrocarril', and 'Aviación'. The 'Industria' tab is active, showing a 'Pais' dropdown set to '(definido por el usuario)', and 'Normas de cálculo' for 'Industria' set to 'ISO 9613', 'Carreteras' set to 'RLS-90', 'Ferrocarril' set to 'Schall 03 (1990)', and 'Aviación' set to 'ICAN'. There are buttons for 'Abrir configuración...', 'Guardar configuración...', 'Aceptar', 'Cancelar', and 'Ayuda'.

Ilustración 51. Estándares

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. con base en los parámetros del software CadnaA versión 2017 MR 1 (64 Bit) (build: 159.4707), DataKustik GmbH.

- **Configuración General**

Se estableció también un error máximo de 3 dB, al tiempo que para la salida del modelo se configuró una modelación con una malla de 9*9.



The screenshot shows the same 'Configuración de cálculos' dialog box, but with the 'General' tab selected. It shows 'Error Máx. (dB)' set to 3.0, 'Interpolación de malla' set to 9*9, 'Radio Máx. Búsqueda (m)' set to 500.0, 'Dif. máx. esquinas (dB)' set to 10.0, 'Distancia mínima fte. - rec. (m)' set to 0.0, and 'Dif. máx. centro (dB)' set to 0.10. There are checkboxes for 'Extrapolar Malla 'bajo' edificios' (checked), 'Apantallado rápido', 'Método Angle Scan', and 'Compatibilidad Mithra'. There are also input fields for 'Número segmentos angulares' (100) and 'Número de reflexiones' (0). Buttons for 'Aceptar', 'Cancelar', and 'Ayuda' are at the bottom.

Ilustración 52. Configuración General

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. con base en los parámetros del software CadnaA versión 2017 MR 1 (64 Bit) (build: 159.4707), DataKustik GmbH.

- **Períodos de referencia**

Conforme lo establece la Resolución 0627 de 2006, para la definición de los períodos de referencia en la modelación, se consideró desde la hora 7 hasta la hora 21 para las horas del día, y desde la hora 21 hasta la hora 7 para la noche.

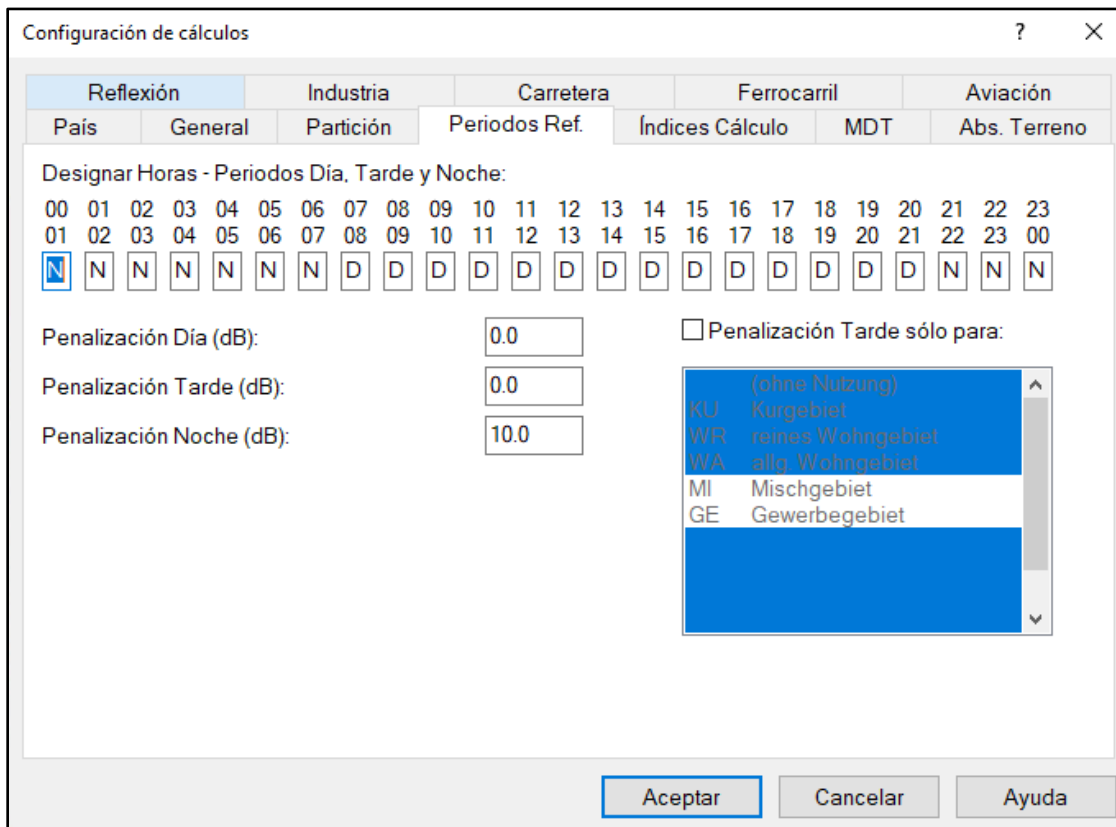
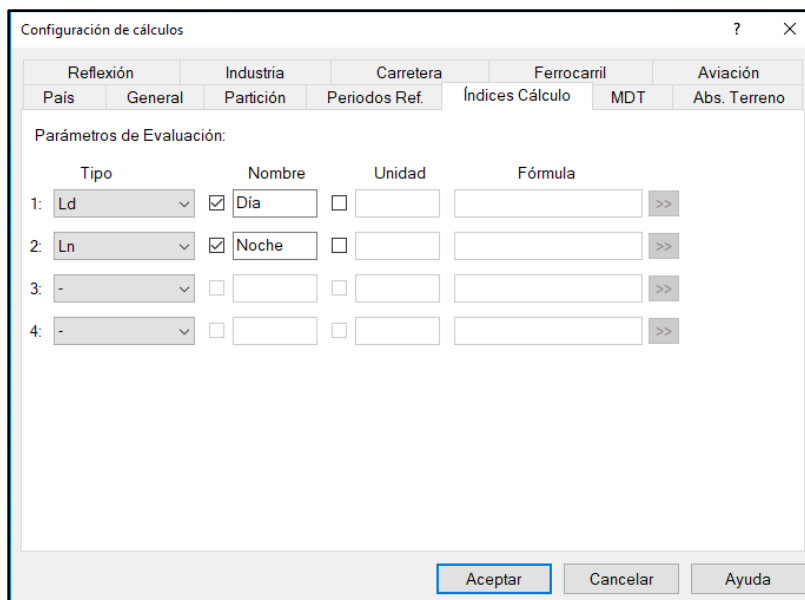


Ilustración 53. Períodos de referencia

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. con base en los parámetros del software CadnaA versión 2017 MR 1 (64 Bit) (build: 159.4707), DataKustik GmbH.

- **Índices de cálculo**

Los índices de cálculo usados fueron indicadores de niveles sonoros medios a largo del día, adecuados para la planificación y para la aplicación de un planteamiento integrado a zonas residenciales, ciudades y aglomeraciones, pero no apropiados para situaciones a corto plazo asociados a quejas y denuncias concretas.



	Reflexión	Industria	Carretera	Ferrocarril	Aviación		
	País	General	Partición	Periodos Ref.	Índices Cálculo	MDT	Abs. Terreno
Parámetros de Evaluación:							
	Tipo	Nombre	Unidad	Fórmula			
1:	Ld	<input checked="" type="checkbox"/> Día	<input type="checkbox"/>				>>
2:	Ln	<input checked="" type="checkbox"/> Noche	<input type="checkbox"/>				>>
3:	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				>>
4:	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				>>

Ilustración 54. Parámetros a evaluar

Fuente: K2 Ingeniería S.A.S. con base en los parámetros del software CadnaA versión 2017 MR 1 (64 Bit) (build: 159.4707), DataKustik GmbH.

Estos parámetros fueron LAeq,D y LAeq,N, referidos a los periodos definidos como día y noche respectivamente. LAeq,D por su parte, es un indicador de ruido asociado al día, donde al día le corresponden 14 horas, el período se extiende desde las 7 hasta las 21 horas. Por otra parte, LAeq,N es un indicador del nivel sonoro para el periodo de la noche, donde a la noche le corresponden 10 horas, este período se extiende desde las 21 hasta las 7 horas.

7.1.2 IDEALIZACIÓN DEL MODELO GEOMÉTRICO

La idealización del modelo geométrico que se utilizará para realizar las predicciones de propagación de niveles de presión sonora comprendió los siguientes objetos: modelo digital de elevación, edificaciones. La base cartográfica básica y la adquisición de información CATASTRAL (localización de bienes inmuebles) se realizó directamente con la entidad oficial encargada de estos temas como lo es el Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC. Las capas de construcciones, manzanas y vías fueron tomadas de la cartografía catastral del IGAC, con actualización marzo de 2018, la topografía del terreno fue tomada del Geoportal de la CVC, descargada (RestAPI) en formato *.json.

En específico se utilizaron los siguientes sets de datos: elevaciones y construcciones.

Con el objetivo de disminuir los tiempos de cálculo fue necesario simplificar las geometrías de las construcciones. Este proceso se realizó por medio de análisis espaciales con herramientas de Sistemas de Información Geográficos (SIG).



Ilustración 55. Construcciones sin simplificar
Fuente. Propia (estudio actual)



Ilustración 56. Construcciones simplificadas
Fuente. Propia (estudio actual)

7.1.3 IDEALIZACIÓN DE LAS FUENTES DE POTENCIA SONORA

- **TRAFICO RODADO**

Los niveles de ruido generados por el tráfico rodado se determinaron con base en la información de los aforos realizados y se determinó para el resto de la malla vial el flujo vehicular. Al modelo se ingresaron por cada aforo redistribuido, los perfiles horarios (flujo promedio por cada hora del día) respectivos, se generaron unos perfiles adicionales con base en los aforos vehiculares realizados en los momentos de las mediciones de RA,

MAPAS DE RUIDO TULUÁ 2018

extrapolando los aforos de 15 minutos a 1 hora. Para el resto de hora se identificaron de los aforos medidos valores similares, a partir de los cuales se determinaron los factores respectivos para determinar los flujos para el resto de horas.

El ancho de la vía se configuro teniendo en cuenta la clasificación de las vías de la malla vial. El tipo de material de la vía, las velocidades para cada aforo vehicular también fueron tomadas de los datos tomados en campo. La altura de las vías con respecto al suelo y demás parámetros de cálculos serán establecidos cuando se defina el estándar de cálculo de tráfico rodado a utilizar. El estándar utilizado es el RLS 90 (software CadnaA)

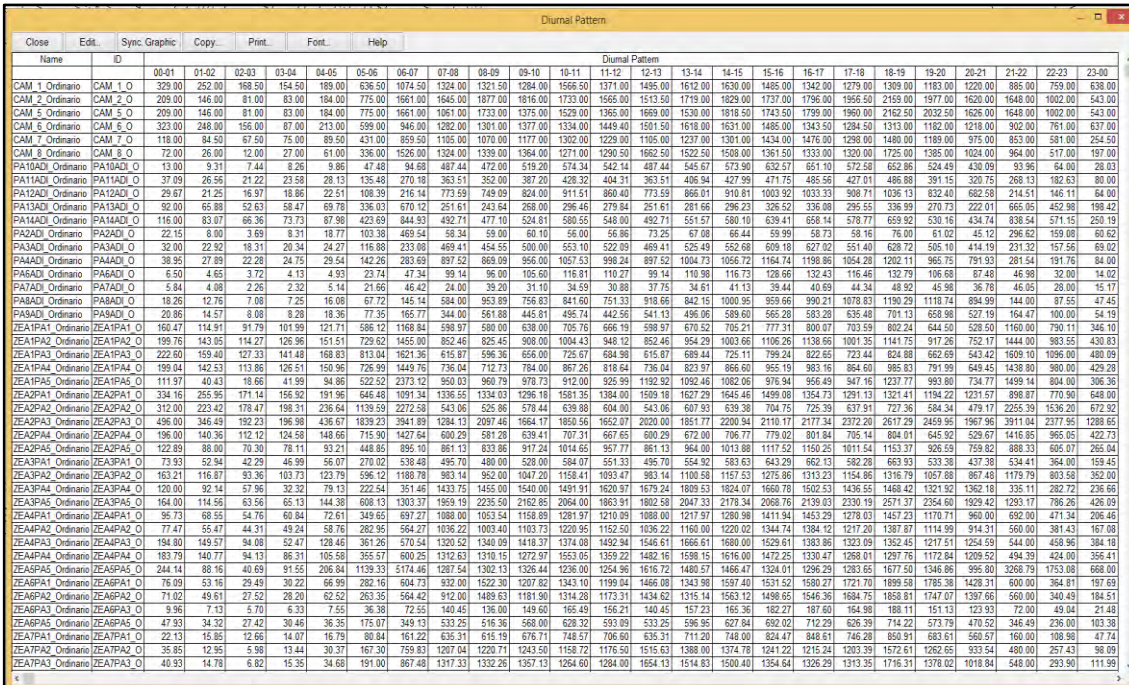


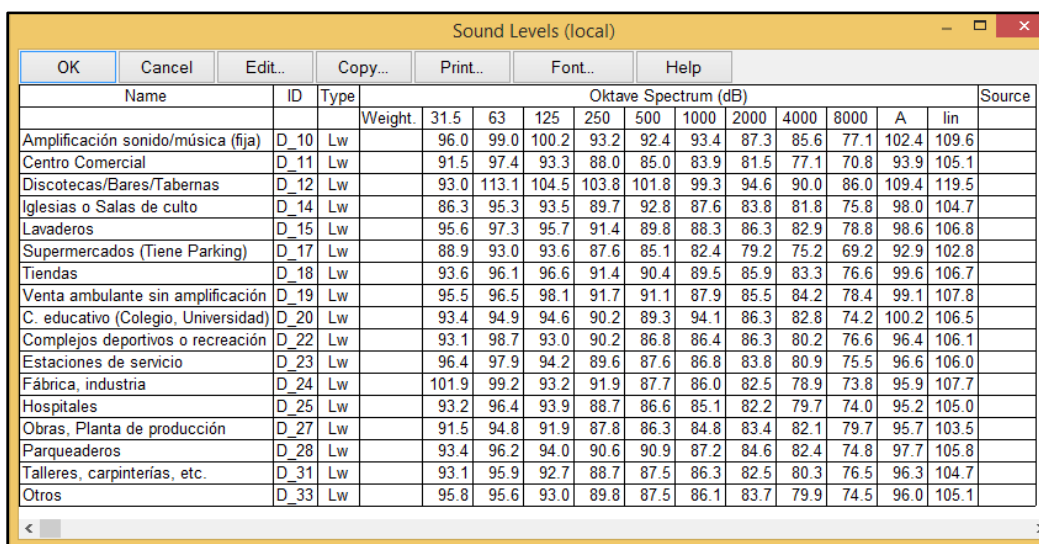
Ilustración 57. Aforos vehiculares por hora
Fuente. Propia (estudio actual)

• **EMISIÓN DE RUIDO DE LAS ZONAS DE ESPECIAL ATENCIÓN (ZEA)**

Para la medición de ruido específico de las emisiones del ruido generado en las zonas es especial atención tomamos como referencia la medición en un solo punto de acuerdo a lo especificado en la ISO 1996-2:2009 a una altura de medición de 1.2 metros de altura sobre el nivel del suelo a una distancia de 1.5 metros de la fachada. Las idealizaciones de las fuentes en el modelo por método de simplicidad se realizaron como fuentes puntuales sobre la fachada de la respectiva ubicación de donde se genera la emisión de ruido. En algunos casos donde las emisiones de ruido se presentan en espacios públicos como parques y andenes las geometrías se representaron como área.

Como niveles de potencia sonora (PWL, por su sigla de inglés) para cada una de estos tipos de fuentes se utilizarán los niveles de ruido medidos in situ como espectro de

frecuencia en tercias de octavas (dBZ). Se determinaron los promedios por bandas para cada tipo de fuentes, donde el campo ID representa los niveles de ruido de cada fuente.



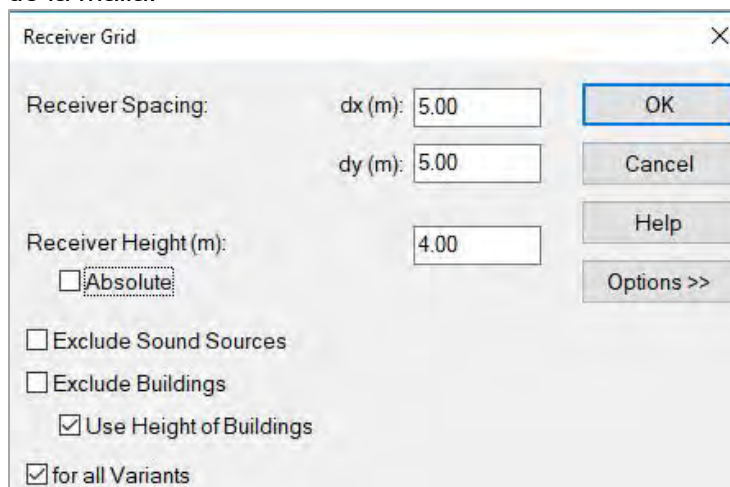
Name	ID	Type	Weight	Oktave Spectrum (dB)										Source	
				31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A		lin
Amplificación sonido/música (fija)	D_10	Lw		96.0	99.0	100.2	93.2	92.4	93.4	87.3	85.6	77.1	102.4	109.6	
Centro Comercial	D_11	Lw		91.5	97.4	93.3	88.0	85.0	83.9	81.5	77.1	70.8	93.9	105.1	
Discotecas/Bares/Tabernas	D_12	Lw		93.0	113.1	104.5	103.8	101.8	99.3	94.6	90.0	86.0	109.4	119.5	
Iglesias o Salas de culto	D_14	Lw		86.3	95.3	93.5	89.7	92.8	87.6	83.8	81.8	75.8	98.0	104.7	
Lavaderos	D_15	Lw		95.6	97.3	95.7	91.4	89.8	88.3	86.3	82.9	78.8	98.6	106.8	
Supermercados (Tiene Parking)	D_17	Lw		88.9	93.0	93.6	87.6	85.1	82.4	79.2	75.2	69.2	92.9	102.8	
Tiendas	D_18	Lw		93.6	96.1	96.6	91.4	90.4	89.5	85.9	83.3	76.6	99.6	106.7	
Venta ambulante sin amplificación	D_19	Lw		95.5	96.5	98.1	91.7	91.1	87.9	85.5	84.2	78.4	99.1	107.8	
C. educativo (Colegio, Universidad)	D_20	Lw		93.4	94.9	94.6	90.2	89.3	94.1	86.3	82.8	74.2	100.2	106.5	
Complejos deportivos o recreación	D_22	Lw		93.1	98.7	93.0	90.2	86.8	86.4	86.3	80.2	76.6	96.4	106.1	
Estaciones de servicio	D_23	Lw		96.4	97.9	94.2	89.6	87.6	86.8	83.8	80.9	75.5	96.6	106.0	
Fábrica, industria	D_24	Lw		101.9	99.2	93.2	91.9	87.7	86.0	82.5	78.9	73.8	95.9	107.7	
Hospitales	D_25	Lw		93.2	96.4	93.9	88.7	86.6	85.1	82.2	79.7	74.0	95.2	105.0	
Obras, Planta de producción	D_27	Lw		91.5	94.8	91.9	87.8	86.3	84.8	83.4	82.1	79.7	95.7	103.5	
Parqueaderos	D_28	Lw		93.4	96.2	94.0	90.6	90.9	87.2	84.6	82.4	74.8	97.7	105.8	
Talleres, carpinterías, etc.	D_31	Lw		93.1	95.9	92.7	88.7	87.5	86.3	82.5	80.3	76.5	96.3	104.7	
Otros	D_33	Lw		95.8	95.6	93.0	89.8	87.5	86.1	83.7	79.9	74.5	96.0	105.1	

Ilustración 58. Niveles de ruido por espectro de octava
Fuente. Propia (estudio actual)

7.2 MALLAS DE CÁLCULO

La malla de cálculo fue configurada a 4 metros de altura sobre el nivel del terreno del municipio, incluyendo las edificaciones con sus respectivas alturas. El espaciado de malla fue igual a 5 metros en el eje "x", como en el eje "y" (Ver Ilustración 59).

Como el área de estudio concernió a un espacio delimitado, las simulaciones se realizaron sin interpolación de la malla.



Receiver Grid

Receiver Spacing: dx (m): 5.00

dy (m): 5.00

Receiver Height (m): 4.00

Absolute

Exclude Sound Sources

Exclude Buildings

Use Height of Buildings

for all Variants

OK Cancel Help Options >>

Ilustración 59. Configuración malla de cálculo
Fuente. Propia (estudio actual)

7.3 CONFIGURACIONES DE CÁLCULO GENERALES

Los parámetros generales considerados en el modelado fueron los siguientes:

- **Estándar industrial:** ISO 9613 (International Organization for Standardization: ISO, 1996).
- **Error máximo:** 3.0
- **Radio máximo de búsqueda:** 500 metros.
- **Coefficiente de propagación de la incertidumbre:** $3 \log_{10} \left(\frac{d}{10} \right)$, donde d es la distancia de referencia de predicción (10 metros) y se presenta a una razón de 3 dB cada 10 metros.
- **Absorción del terreno:** 1, equivalente a la absorción de un suelo poroso.
- **Orden de reflexión:** Escogido de orden 1 en base a lograr un equilibrio entre el detalle de los resultados y tiempo de procesamiento del modelo.
- **Meteorología:** Humedad relativa % = 69%, temperatura en grados centígrados $T = 24^{\circ}\text{C}$ y dirección del viento en grados predominante del Sur.
- **Interpolación de malla:** $9 * 9$
- **Espaciado de malla:** 5 metros.
- **Apantallado rápido²:** No activado debido a que el modelo predictivo fue ISO 9613 (International Organization for Standardization: ISO, 1996).
- **Factor raster:** 0.5 Tomado de la fracción de segmentación de las fuentes de emisiones.
- **Proyección de fuentes de área y lineales:** Desactivado
- **Máxima longitud de sección:** 2,000 metros
- **Mínima longitud de sección:** 75%
- **Tiempo de referencia:** Diurno y nocturno acorde a lo establecido en la Res. 0627. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Sostenible, 7 de Abril de 2006)

² Con apantallado rápido solo un número de obstáculos limitados son calculados en los niveles de presión sonora.

- **Parámetros evaluados:** $LA_{eq,D}$, $LA_{eq,N}$ y LDN , Nivel jornada diurna, nivel jornada nocturna y nivel de 24 horas respectivamente.
- **Modelo del terreno con triangulación:** Activado – Solamente Bordes explícitos
- **Coefficiente de absorción de las edificaciones:** bajo (ver Tabla 34)

Tabla 34. Coeficiente de absorción en ponderación A por bandas de octavas

FRECUENCIA	31.5 [Hz]	63 [Hz]	125 [Hz]	250 [Hz]	500 [Hz]	1,000 [Hz]	2,000 [Hz]	4,000 [Hz]	8,000 [Hz]
α_m	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

Fuente: DataKustik GmbH (DataKustik GmbH, 2017)

7.4 DATOS DE ENTRADA AL MODELO

7.4.1 DOMINIO DE ESTUDIO

El dominio de estudio principal corresponde al límite del casco urbano basado en el área propuesta por el POT del municipio, y para el modelo este límite se incrementó para obtener información necesaria para conocer el comportamiento del modelo en las zonas periféricas del municipio. Para realizar el cálculo en cada una de las divisiones se tuvo en cuenta el set completo del modelo de predicción (Casco urbano).

7.4.2 MODELO DIGITAL DE ELEVACIÓN

En el modelo de propagación objeto de estudio, se tuvo en cuenta el relieve de la zona que comprende el municipio de Tuluá, elevaciones tanto para los receptores como para todas las fuentes simuladas, generando de esta manera las condiciones topográficas en el dominio de interés.

El modelo digital de elevación fue construido a partir de información topográfica obtenida de parte de la CVC y cuenta con una capacidad de detalle entre 5 a 12 metros.

En la siguiente ilustración se observa la topografía utilizada en el escenario de estudio utilizado para realizar el cálculo de propagación de ruido.

El sistema de referencia geográfico utilizado corresponde a MAGNA-SIRGAS origen Bogotá



Ilustración 60. Modelo digital del terreno del modelo de cálculo
Fuente. Propia (estudio actual)

7.4.3 FUENTES

- TRÁFICO RODADO

Los datos recopilados para realizar los test con el fin de seleccionar el estándar de tráfico rodado del modelo se tomaron de la Información de los aforos vehiculares por carril para cada punto de medición que se requieren para realizar el cálculo de ruido con los estándares RLS 90.

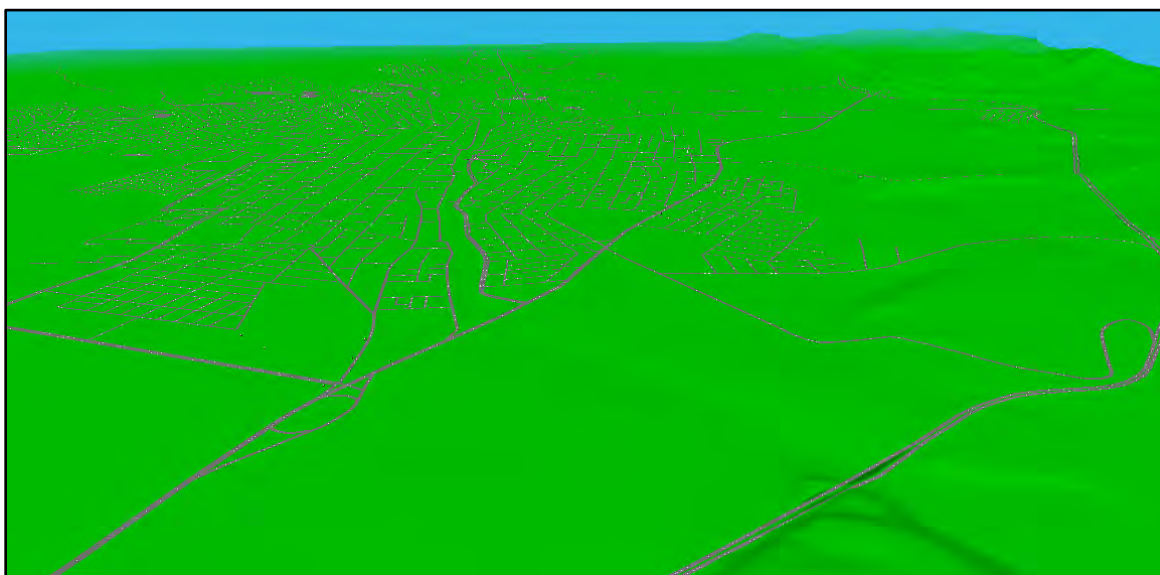


Ilustración 61. Malla vial ingresada al modelo
Fuente. Propia (estudio actual)

- OBSTÁCULOS

Se presenta una sección de las edificaciones ingresadas al modelo.

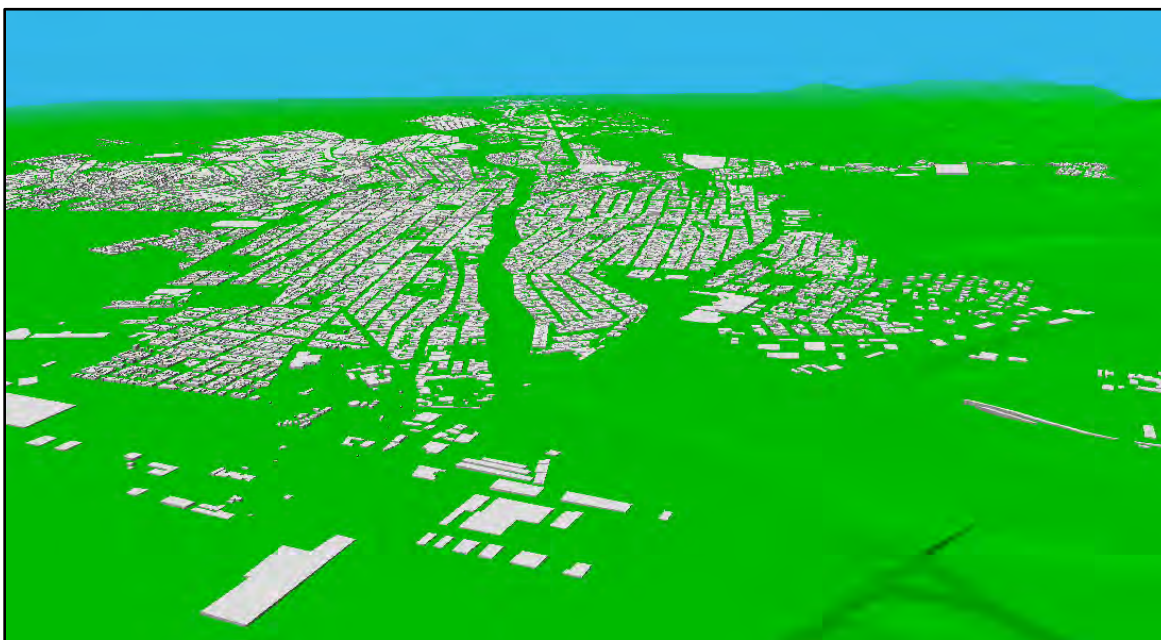


Ilustración 62. Sección con edificaciones dentro del modelo del cálculo
Fuente. Propia (estudio actual)

- FUENTES PUNTUALES

Las fuentes puntuales corresponden a los datos inventariados de emisión de ruido, que conforman las zonas de especial atención – ZEA

7.4.4 NIVELES DE POTENCIA ACÚSTICA

Como respuesta al enfoque de MER para el municipio de Tuluá, se han idealizado los niveles de potencia acústica de emisión, clasificados por cada tipo de fuente, y a partir de ellos se introdujo en el modelo la contribución de fuentes fijas diferentes al tráfico vehicular.

Estos niveles de potencia acústica fueron obtenidos bajo mediciones de presión acústica tomadas a 1.2m de altura sobre el nivel del suelo y a una distancia de 1.5 m de la fachada.

La potencia fue calculada bajo la metodología explicada en el apartado 5.6, y los espectros resultantes fueron introducidos al software de cálculo.

A continuación, se muestra el espectro idealizado de las fuentes puntuales (fuentes fijas) idealizadas en el modelo:

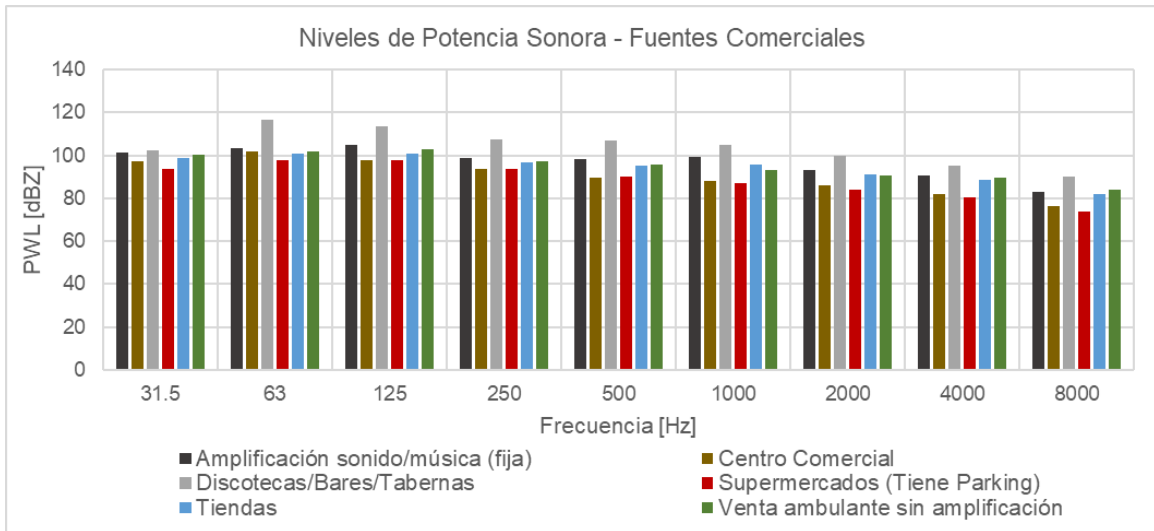


Ilustración 63. Espectro idealizado para fuentes de tipo: Comercial
Fuente. Propia (estudio actual)

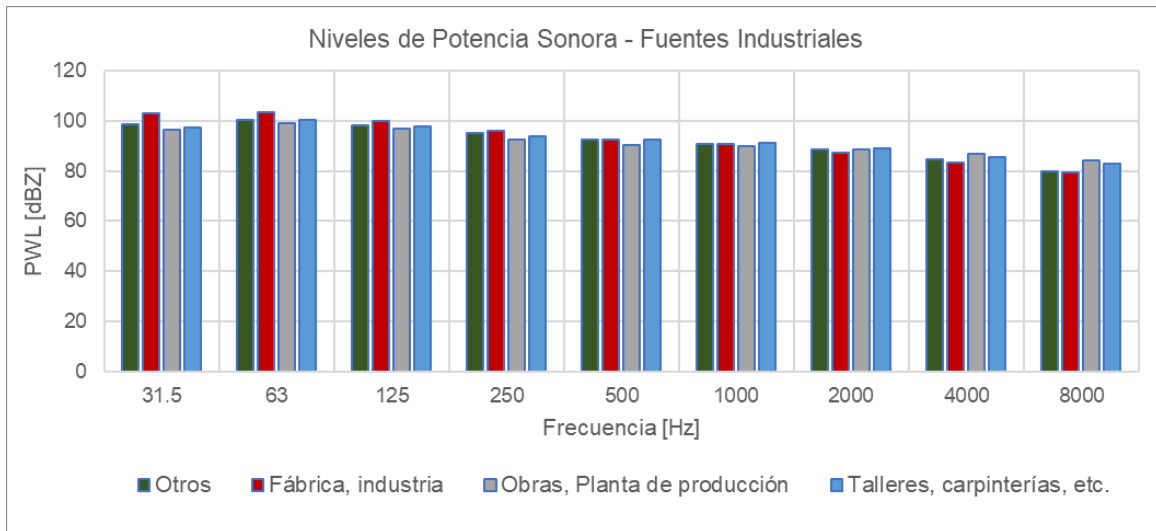


Ilustración 64. Espectro idealizado para fuentes de tipo: Industrial y Otros
Fuente. Propia (estudio actual)

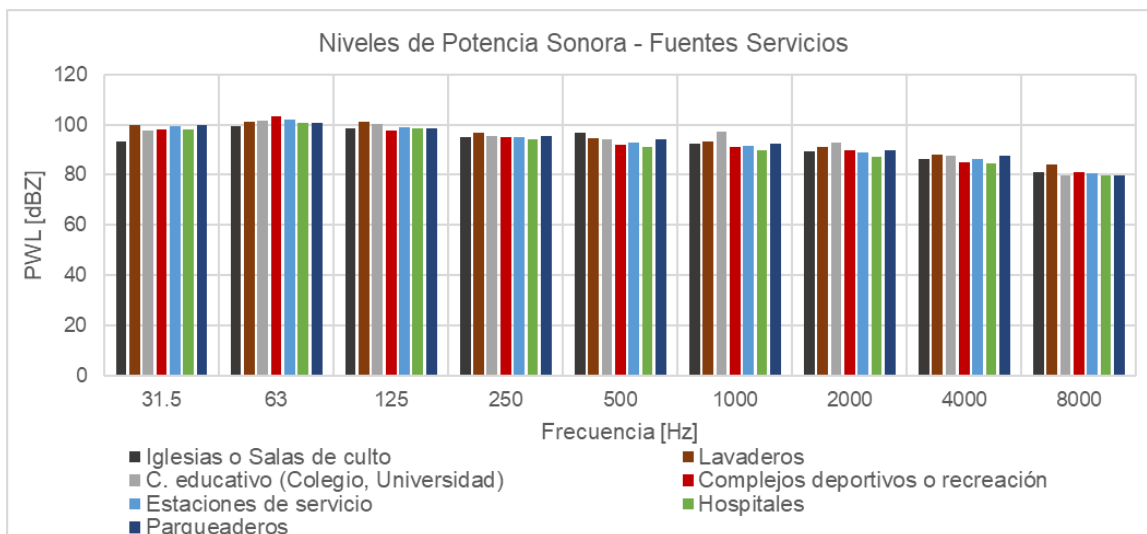


Ilustración 65. Espectro idealizado para fuentes de tipo: Servicios
Fuente. Propia (estudio actual)

Los valores representados anteriormente también se encuentran tabulados en el Anexo digital 8, incluidos las fuentes restantes tales como:

Tabla 35. Inventario de Fuentes

Categoría de Fuente	Impacto	Tipo de Fuente	Código
Vial	Bajo	Actividad de personas (Hablando, gritando, caminando, etc.)	1
	Alto	Aeronaves, trenes u otros medios	2
	Alto	Bocinas, sirenas, alarmas	3
	Medio	"Chatarras andantes"	4
	Medio	Resonadores, amplificador en vehículos.	5
	Bajo	Tráfico vehicular Liviano	6
	Alto	Tráfico vehicular Mixto	7
	Alto	Tráfico vehicular Pesado	8
	Alto	Trancones	9
Comercial	Alto	Amplificación sonido/Música (Fija)	10
	Alto	Centro Comercial	11
	Alto	Discotecas/Bares/Tabernas	12
	Medio	Evento masivo (Protesta, caravana, desfile)	13

Categoría de Fuente	Impacto	Tipo de Fuente	Código
	Alto	Iglesias o Salas de Culto	14
	Alto	Lavaderos	15
	Alto	Perifoneo/ altoparlante (Móvil)	16
	Bajo	Supermercados (Tiene Parking)	17
	Bajo	Tiendas	18
	Bajo	Venta ambulante sin amplificación	19
Industrial y de Servicios	Bajo	C. educativo (Colegio, Universidad)	20
	Medio	Coliseos, Estadio (en uso) Concierto, Partido	21
	Bajo	Complejos deportivos o recreación	22
	Alto	Estaciones de servicio	23
	Alto	Fábrica, Industria	24
	Bajo	Hospitales	25
	Alto	Motobombas	26
	Alto	Obras, Planta de producción	27
	Bajo	Parqueaderos	28
	Bajo	Parques urbanos	29
	Alto	Plantas eléctricas	30
Otros	Medio	Talleres, carpinterías, etc.	31
	Bajo	Animales silvestres	32
	Bajo	Otros	33

Fuente: Propia (Estudio actual)

Además de las fuentes fijas presentadas, otras fuentes hicieron parte del registro que entregaron los técnicos de campo. Esa información no hace parte del presente reporte, sin embargo, su utilidad radicó en tener para cada zona un panorama general de la dinámica de las actividades de tráfico y otras que eventualmente, ayudaron a soportar los análisis realizados.

(Espacio intencionalmente en Blanco)

7.5 ESTRUCTURA MAG

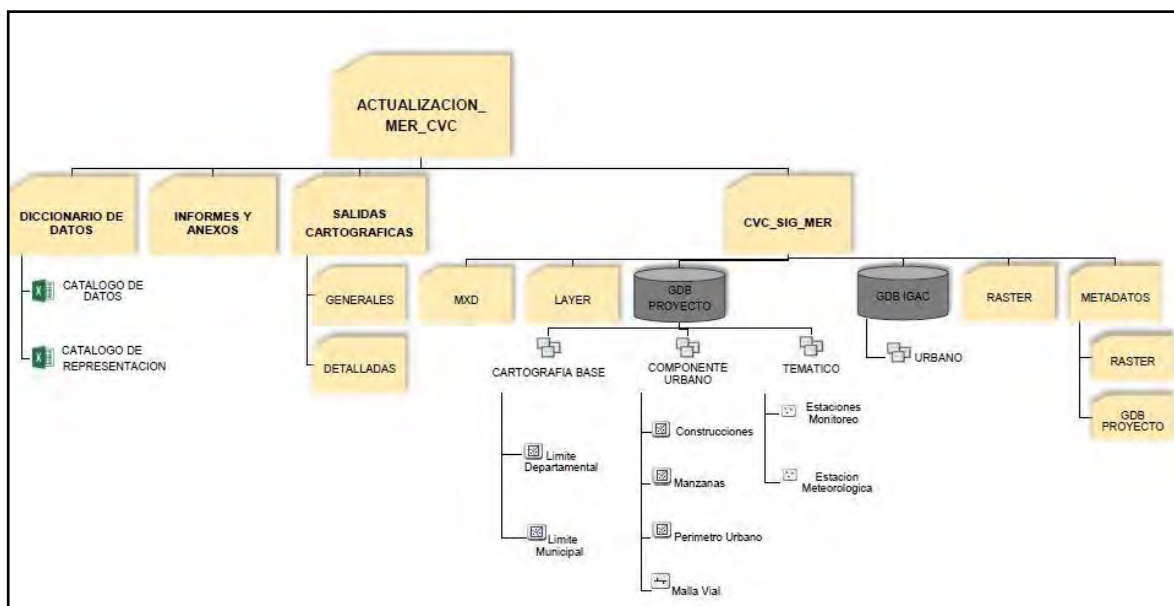


Ilustración 66. Estructura MAG

La carpeta final relacionada a este municipio contiene:

GDB_PROYECTO: Se reúne la información referente a los archivos tipo shape que se incluyen en cada mapa de ruido, los cuales corresponden a la cartografía base, componente urbano de cada municipio y shapes generados del proyecto.

GDB_IGAC: Se incluye la información de la cartografía base tomada del IGAC, a partir de esto se digitalizó el componente urbano de cada municipio, el cual incluye construcciones, manzanas, perímetro urbano y malla vial.

RASTER: Es el producto en formato .TIF generado a partir de la modelación de ruido, los datos representan fenómenos de propagación de ruido en la zona evaluada.

7.5.1 DICCIONARIO DE DATOS: CATALOGO DE OBJETOS

El catálogo de objetos y representaciones de acuerdo a la estructura propuesta la cual se ajusta a los parámetros de la CVC.

La información se documenta en archivos Excel en formato *.XLSX, e incluye los datos de cada elemento (LAYER) contenido en los mapas temáticos, junto con las propiedades y características de la tabla de atributos así:

Se subdividen de la siguiente manera:

7.5.2 CATALOGO DE OBJETOS

En el catálogo de objetos se realiza una descripción de cada objeto contenido en cada uno de los mapas temáticos. Se realiza una descripción del objeto y de sus atributos.

Tabla 4. Objeto Isofona ruido Total periodo Ordinario Diurno								
Nombre	Laeq_OD_T		Código	010101				
Definición	El objeto describe los niveles de ruido generados por las diferentes fuentes en el municipio de Tuluá, conforme a lo dispuesto en la resolución 0627 de 2006 y los estándares para modelación ISO 9613.							
Alias	Isofona Ruido Total periodo Ordinario Diurno							
Subtipo	Laeq_OD_T							
Geometría	Polígono							
Responsable	Nombre de la entidad	Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca			Ciudad	Valle del Cauca		
	Cargo	0			Departamento	Valle del Cauca		
	Tipo de responsable	Creador			País	Colombia		
	Dirección	0			Teléfono	0		
Atributos								
Nombre	Alias	Definición	Código	Unidad de Medida	Tipo de valor	Tamaño	Obligatoriedad	Dominio
OBJECTID_1	ID	Número único identificador del polígono, generado como un consecutivo de no más de seis caracteres.	01010101	N/A	OBJECTID		Si	
DB_LO	LIMITE INFERIOR	Corresponde al límite inferior de los niveles de presión sonora determinados a partir de la modelación	01010102	dB (A)	FLOAT		Si	
DB_HI	LIMITE SUPERIOR	Corresponde al límite superior de los niveles de presión sonora determinados a partir de la modelación	01010103	dB (A)	FLOAT		Si	
RULEID	SIMBOLOGIA	Cada uno de los niveles de representación determinados en la modelación	01010104	N/A	LONGINTEGER		Si	
VERRIDE	EXCEPCIONES	Excepciones de geometrias	01010105	N/A	BLOB		Si	
FECH_CREA	FECHA CREACION	Fecha de creación del nivel geográfico, dada en (DD/MM/AAAA)	01010106	N/A	DATE		Si	
FECH_ACTU	FECHA ACTUALIZACION	Fecha de actualización del nivel geográfico, dada en (DD/MM/AAAA)	01010107	N/A	DATE		Si	
SHAPE_AREA	AREA	Corresponde al área que representa cada nivel de presión sonora	01010108	m2	DOUBLE		Si	
SHAPE_LENGTH	PERIMETRO	Corresponde al perímetro que representa cada nivel de presión sonora	01010109	m	DOUBLE		Si	
Relaciones entre objetos								
Nombre	Identificador	Código	Nombre de rol	Tipo	Ordenado	Relación	Cardinalidad	
Operaciones								
	Nombre	Definición	Firma					
Dominios								
Atributo	Etiqueta	Código	Definición					
RuleID	TotalDiurnoOrd_Rep_Rules	1	<35					
		2	35.1 a 40					
		3	40.1 a 45					
		4	45.1 a 50					
		5	50.1 a 55					
		6	55.1 a 60					
		7	60.1 a 65					
		8	65.1 a 70					
		9	70.1 a 75					
		10	75.1 a 80					
		11	80 >					
		-1	Free representation					

Ilustración 67. Catálogo de objeto

7.5.3 CATALOGO DE REPRESENTACION

En el catálogo de representación se definen las funciones y simbologías de los objetos.

MAPAS DE RUIDO TULUÁ 2018












Código	CF020500			Ciudad		
Título	Niveles de Ruido			Departamento		
Responsable				País		
Nombre de la organización				Teléfono		
Cargo				Fecha		
Tipo de responsable				Tipo de fecha		
Dirección				Resumen		
CONJUNTO DE FUNCIONES	Código de la función	Título	Fecha	Tipo de fecha	Especificación	
	CF020500-01	dB (A) < 35	20171027	Creación	Si el ruido se presenta en un rango de 35 dB (A), ENTONCES el símbolo es CF020500-01	
	CF020500-02	dB (A) > 35.1 < 40	20171027	Creación	Si el ruido se presenta en un rango mayor de 35.1 dB (A) y menor a 40 dB (A), ENTONCES el	
	CF020500-03	dB (A) > 40.1 < 45	20171027	Creación	Si el ruido se presenta en un rango mayor de 40.1 dB (A) y menor a 45 dB (A), ENTONCES el	
	CF020500-04	dB (A) > 45.1 < 50	20171027	Creación	Si el ruido se presenta en un rango mayor de 45.1 dB (A) y menor a 50 dB (A), ENTONCES el	
	CF020500-05	dB (A) > 50.1 < 55	20171027	Creación	Si el ruido se presenta en un rango mayor de 50.1 dB (A) y menor a 55 dB (A), ENTONCES el	
	CF020500-06	dB (A) > 55.1 < 60	20171027	Creación	Si el ruido se presenta en un rango mayor de 55.1 dB (A) y menor a 60 dB (A), ENTONCES el	
	CF020500-07	dB (A) > 60.1 < 65	20171027	Creación	Si el ruido se presenta en un rango mayor de 60.1 dB (A) y menor a 65 dB (A), ENTONCES el	
	CF020500-08	dB (A) > 65.1 < 70	20171027	Creación	Si el ruido se presenta en un rango mayor de 65.1 dB (A) y menor a 70 dB (A), ENTONCES el	
	CF020500-09	dB (A) > 70.1 < 75	20171027	Creación	Si el ruido se presenta en un rango mayor de 70.1 dB (A) y menor a 75 dB (A), ENTONCES el	
	CF020500-10	dB (A) > 75.1 < 80	20171027	Creación	Si el ruido se presenta en un rango mayor de 75 dB (A) y menor a 80.1 dB (A), ENTONCES el	
CF020500-11	dB (A) > 80.1	20171027	Creación	Si el ruido se presenta en un rango mayor de 80.1 dB (A) ENTONCES el símbolo es CF020500		
Código del conjunto de símbolos				CF020500	Fecha	20171027
Título				Niveles de Ruido	Tipo de fecha	Creación
CONJUNTO DE SÍMBOLOS	Código del símbolo	Título	Geometría	Muestra Gráfica	Propiedad	Valor
	CF020500-01	dB (A) < 35	Polígono		Color del relleno 198,224,180 RGB Color de línea externa 110,110,110 RGB Grosor de la línea 0,4 milímetros	
	CF020500-02	dB (A) > 35.1 < 40	Polígono		Color del relleno 86,142,20 RGB Color de línea externa 110,110,110 RGB Grosor de la línea 0,4 milímetros	
	CF020500-03	dB (A) > 40.1 < 45	Polígono		Color del relleno 0,102,51 RGB Color de línea externa 110,110,110 RGB Grosor de la línea 0,4 milímetros	
	CF020500-04	dB (A) > 45.1 < 50	Polígono		Color del relleno 255,255,0 RGB Color de línea externa 110,110,110 RGB Grosor de la línea 0,4 milímetros	
	CF020500-05	dB (A) > 50.1 < 55	Polígono		Color del relleno 255,204,0 RGB Color de línea externa 110,110,110 RGB Grosor de la línea 0,4 milímetros	
	CF020500-06	dB (A) > 55.1 < 60	Polígono		Color del relleno 255,138,0 RGB Color de línea externa 110,110,110 RGB Grosor de la línea 0,4 milímetros	
	CF020500-07	dB (A) > 60.1 < 65	Polígono		Color del relleno 227,66,52 RGB Color de línea externa 110,110,110 RGB Grosor de la línea 0,4 milímetros	
	CF020500-08	dB (A) > 65.1 < 70	Polígono		Color del relleno 204,51,0 RGB Color de línea externa 110,110,110 RGB Grosor de la línea 0,4 milímetros	
	CF020500-09	dB (A) > 70.1 < 75	Polígono		Color del relleno 222,76,138 RGB Color de línea externa 110,110,110 RGB Grosor de la línea 0,4 milímetros	
	CF020500-10	dB (A) > 75.1 < 80	Polígono		Color del relleno 0,255 RGB Color de línea externa 110,110,110 RGB Grosor de la línea 0,4 milímetros	
CF020500-11	dB (A) > 80.1	Polígono		Color del relleno 0,0,128 RGB Color de línea externa 110,110,110 RGB Grosor de la línea 0,4 milímetros		

Ilustración 68. Catálogo de representación

7.5.4 MAPA BASE

Contiene los mapas temáticos elaborados en el software ArcGIS, la escala depende del municipio y el sistema de coordenadas es MAGNA_Colombia_Oeste. La plantilla para los productos se presenta a continuación:

SALIDAS CARTOGRÁFICAS: Allí se adjunta el producto final e incluye los mapas estratégicos de ruido de cada municipio en formato JPG y PDF, adicionalmente la carpeta se clasifica en salidas gráficas generales y detalladas, esto depende de la escala del mapa.

CVC_SIG_MER: Se incluye la información SIG de cada municipio, las carpetas serán nombradas para cada municipio de la siguiente manera:

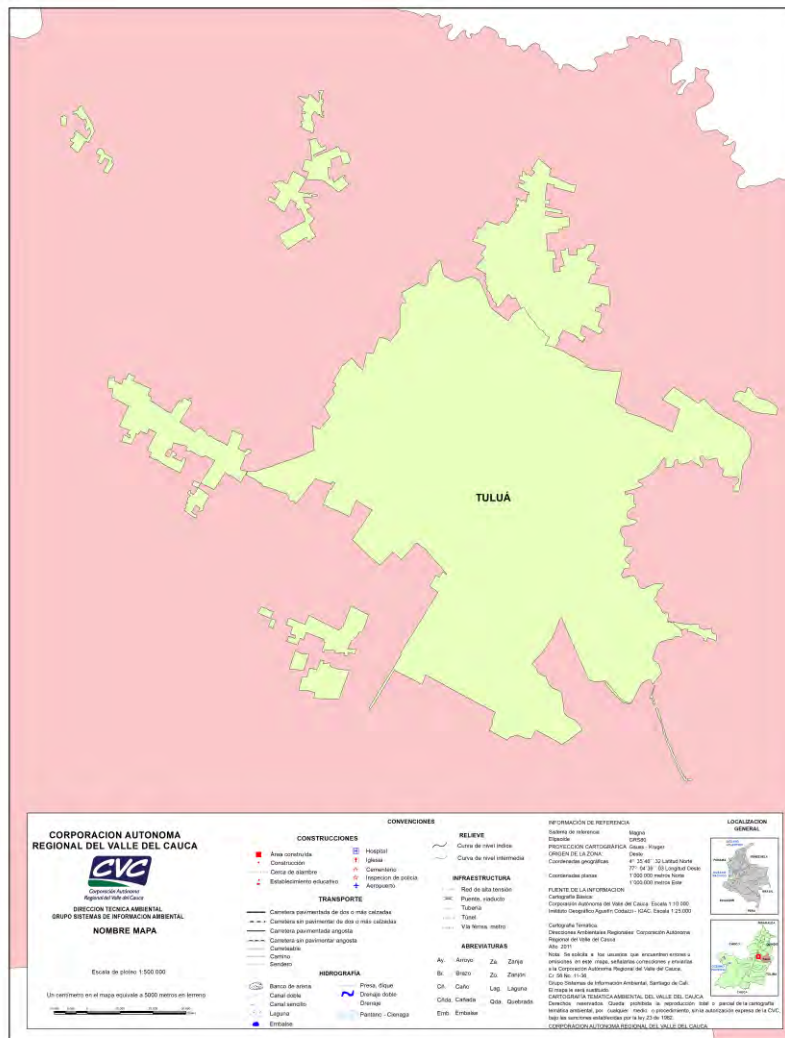


Ilustración 69. Formato figuras tamaño carta

8 MAPAS ACÚSTICOS

Partiendo de la información detallada en los capítulos anteriores, la firma K2 Ingeniería SAS construyó los mapas de ruido respectivos al municipio de Tuluá., dando cumplimiento a las obligaciones contractuales

En esta sección se presentan los resultados de las modelaciones expresados como niveles de presión sonora en ponderación [A]. Estas imágenes también se encuentran en el Anexo digital 9 para efectos de mejora en la visualización.

La escala de la información cartográfica que se usó para el proceso de modelación que es presentada a continuación, es 1:25,000

8.1 MAPAS TOTALES

Cada uno de los mapas, fueron obtenidos a partir de la suma energética de todas las fuentes de ruido inventariadas por ZEA.

Este foco sonoro detectado no se encuentra presente en el mapa total para aquellas localidades donde no existen áreas clasificadas como ZEA, en estos sectores los niveles obtenidos en los mapas que se muestran a continuación corresponden a aporte neto de tráfico, no así, en las ZEA se obtuvo el aporte total de todas las fuentes (actividad comercial, actividad industrial, actividad de servicios, tráfico).

Este mapa se ha calculado a partir del software de modelación detallado en la sección 7, y las salidas gráficas se encuentran en concordancia con los estándares normativos citados en la sección 7.1.1.

Igualmente, los mapas son presentados por jornada y horario para dar correspondencia a los cambios de actividad u operación de los diversos focos de ruido y de las tendencias de tráfico.

(Espacio intencionalmente en Blanco)

8.1.1 MAPA TOTAL EN JORNADA ORDINARIA

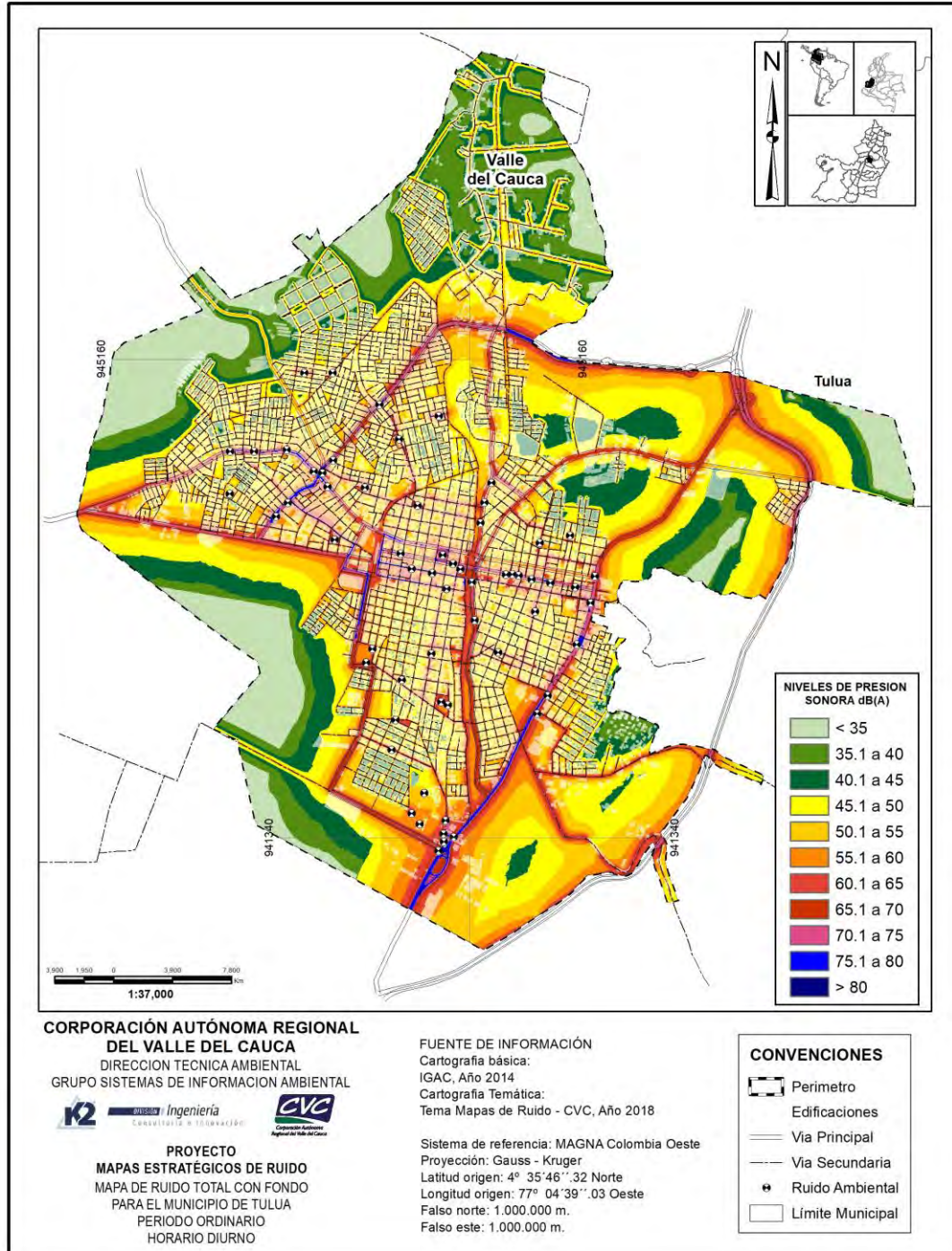


Ilustración 71. Nivel LRAeq Ordinario/Diurna
Fuente. Propia (estudio actual)

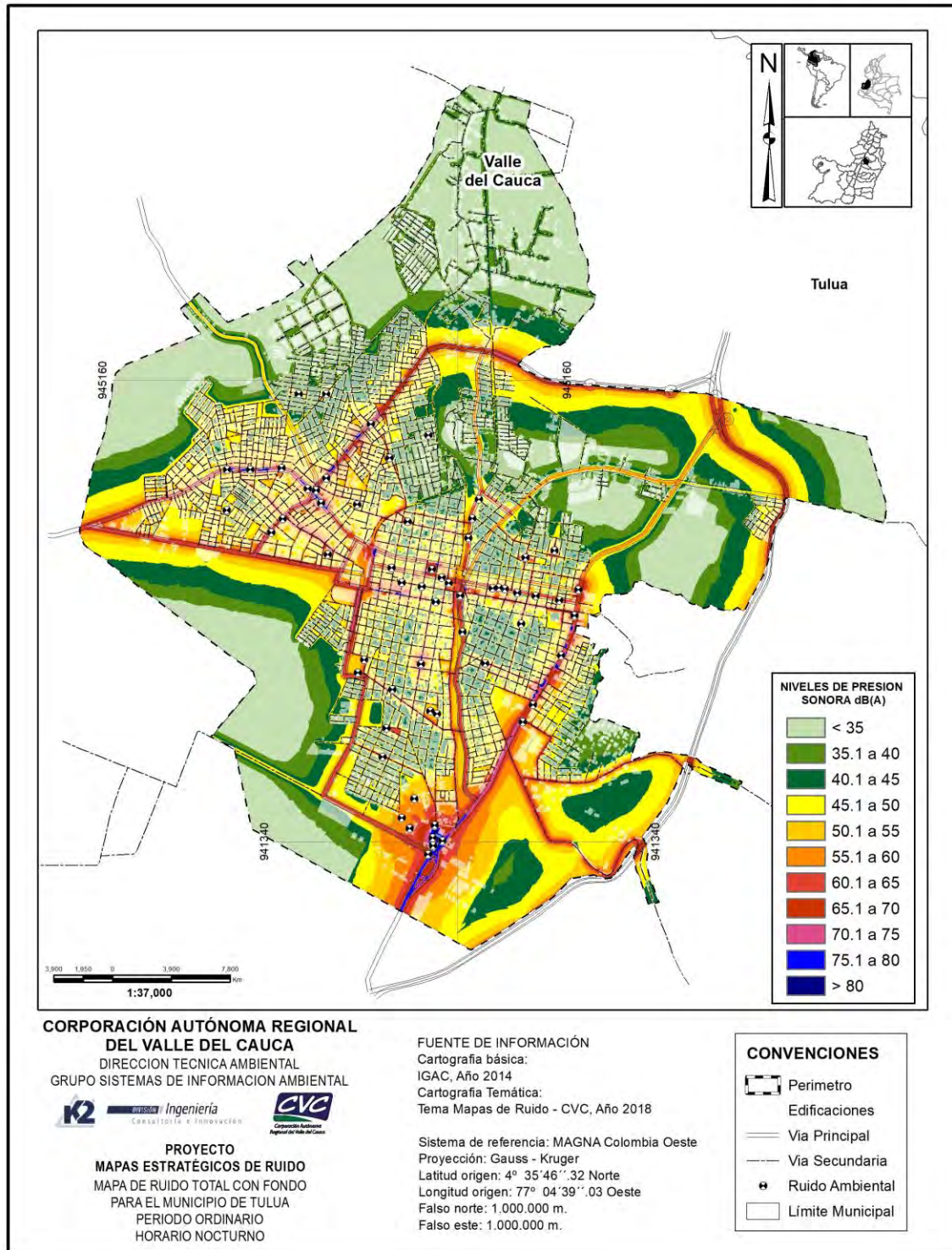


Ilustración 72. Nivel LRAeq Ordinario/Nocturna
Fuente. Propia (estudio actual)

8.1.2 MAPA TOTAL EN JORNADA DOMINICAL

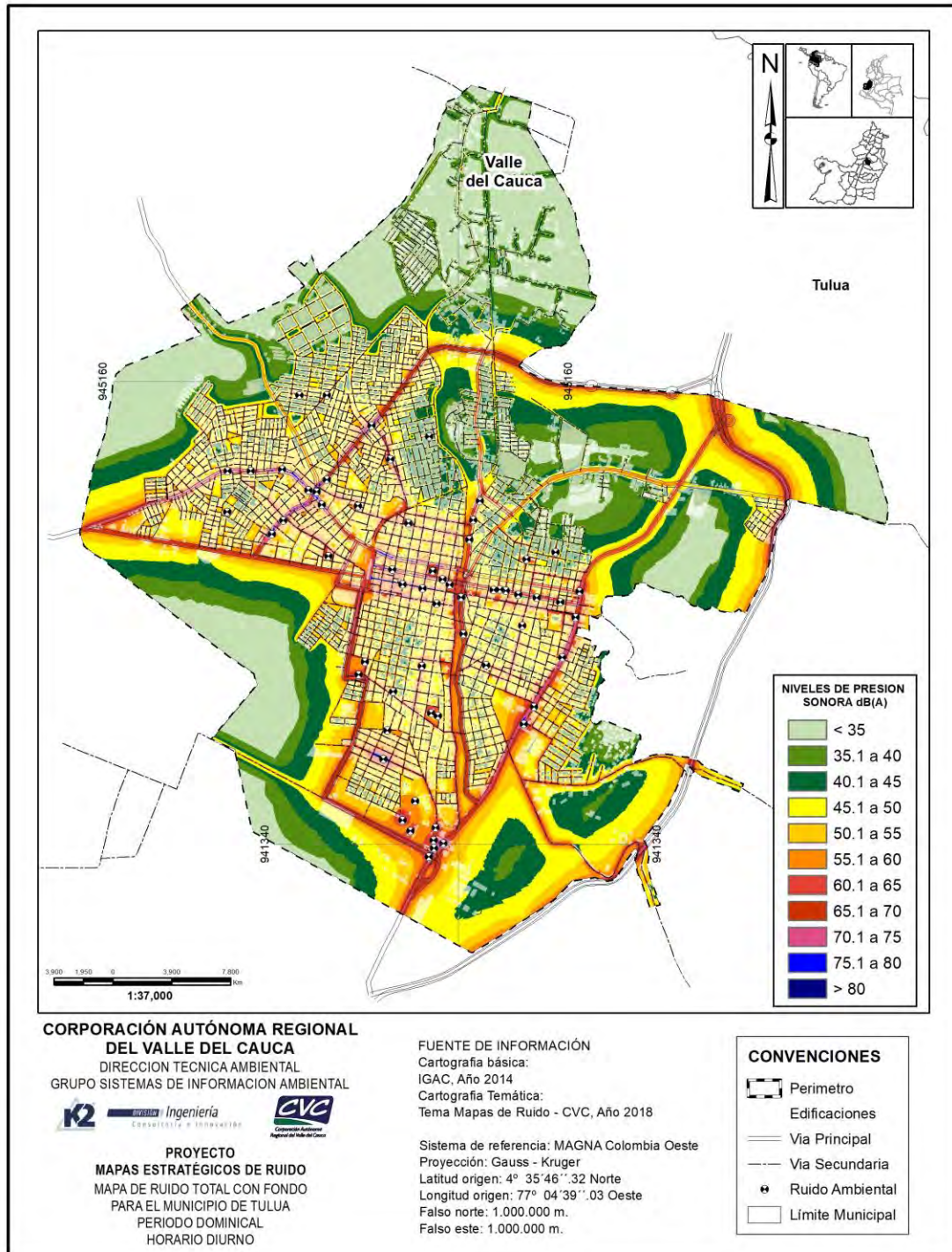


Ilustración 73. Nivel LRAeq Dominical/Diurna
Fuente. Propia (estudio actual)

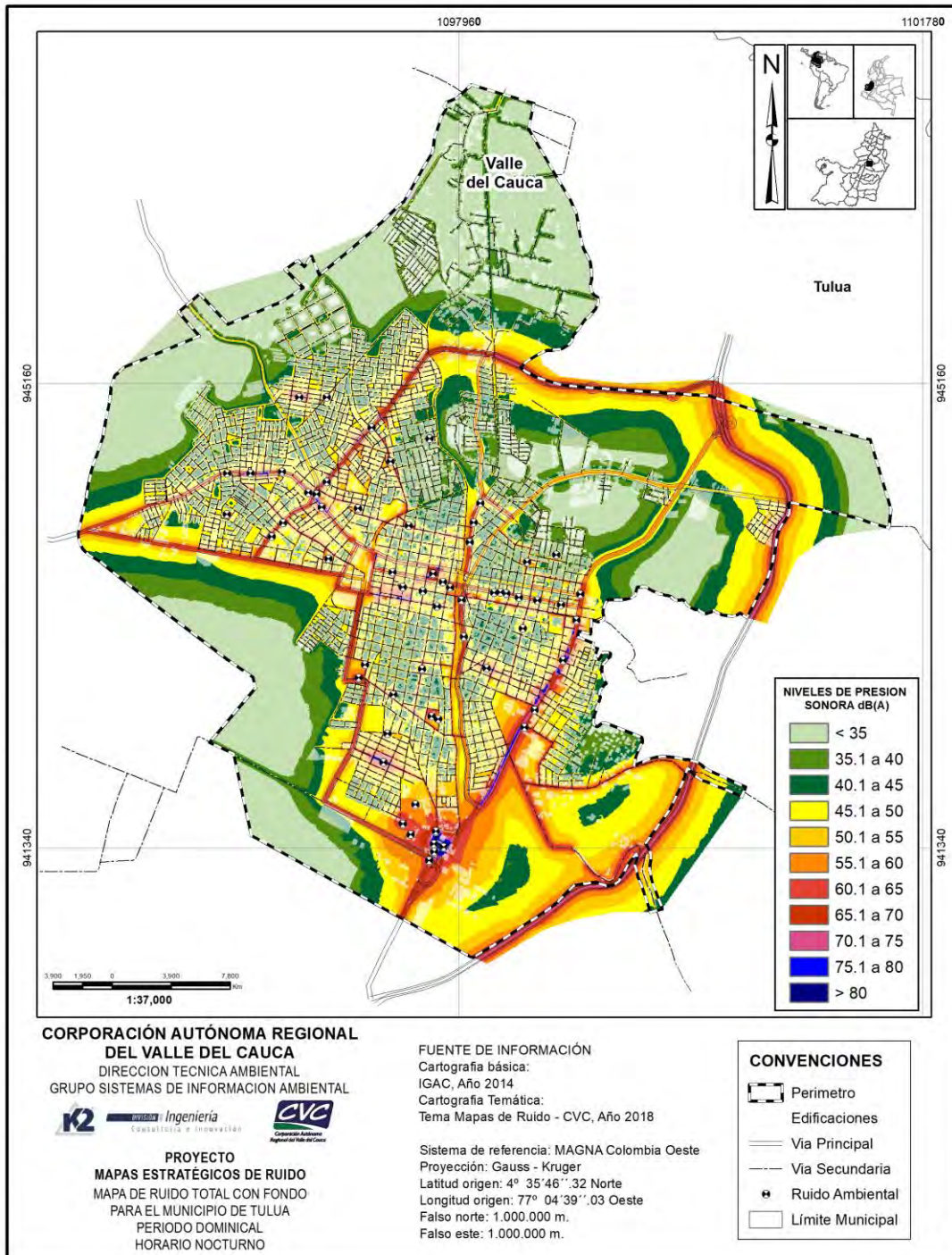


Ilustración 74. Nivel LRAeq Dominical/Nocturna
Fuente. Propia (estudio actual)

8.2 NIVEL EQUIVALENTE DÍA/NOCHE

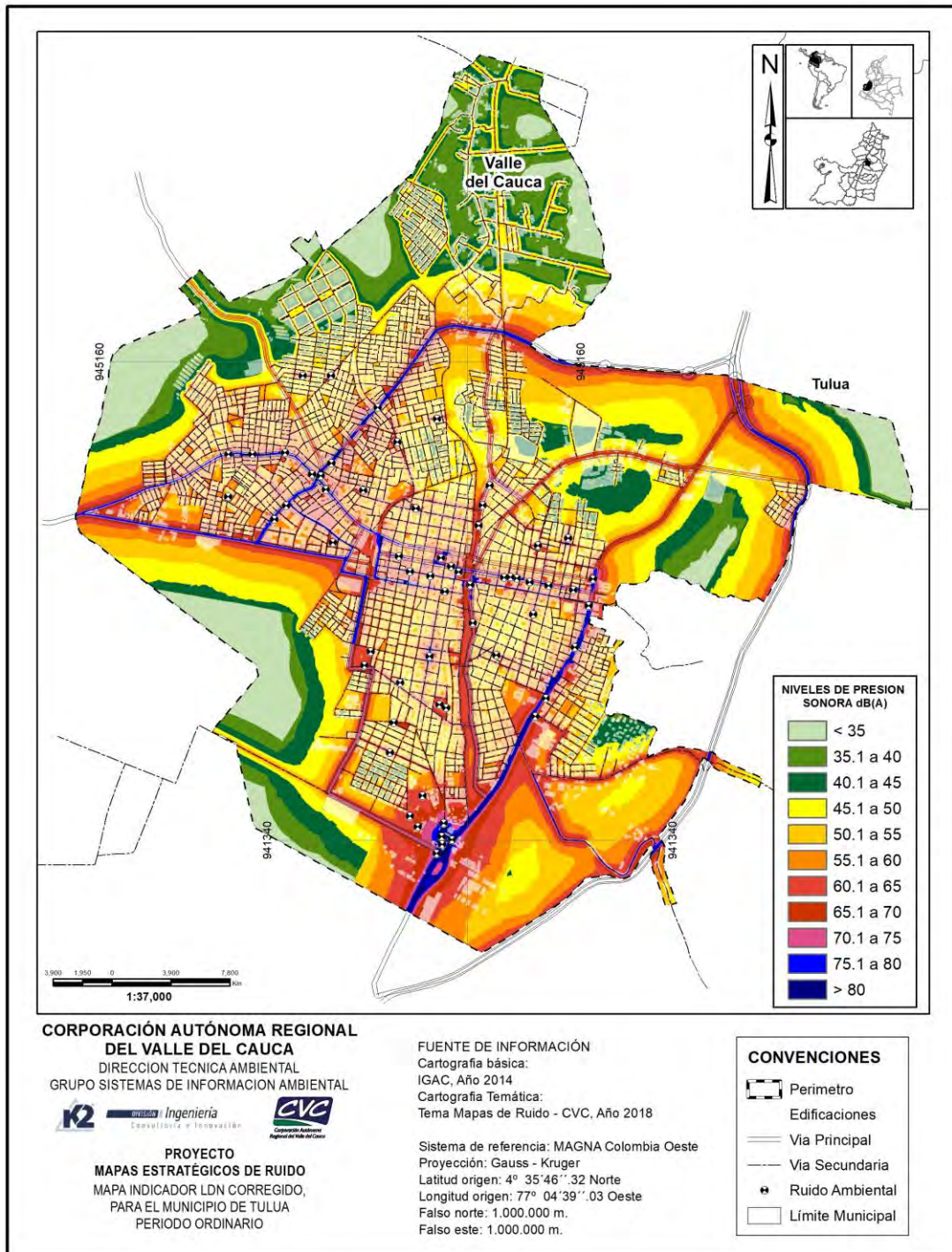


Ilustración 75. Nivel LDN Ordinario
Fuente. Propia (estudio actual)

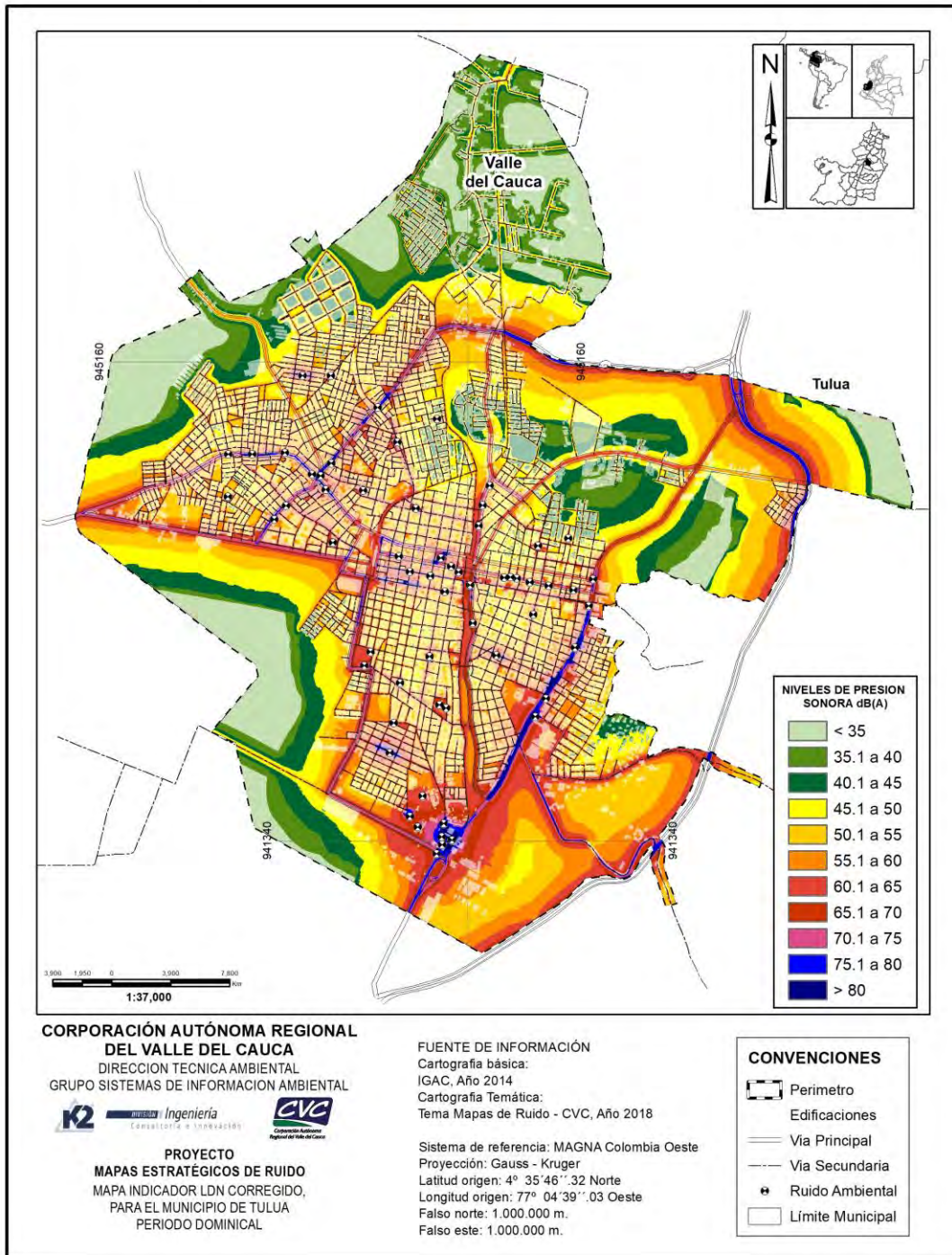


Ilustración 76. Nivel LDN Dominical
Fuente. Propia (estudio actual)

8.3 CONTRIBUCIONES DEL TRÁFICO VEHICULAR

8.3.1 APORTES DE TRÁFICO EN JORNADA ORDINARIA DIURNO

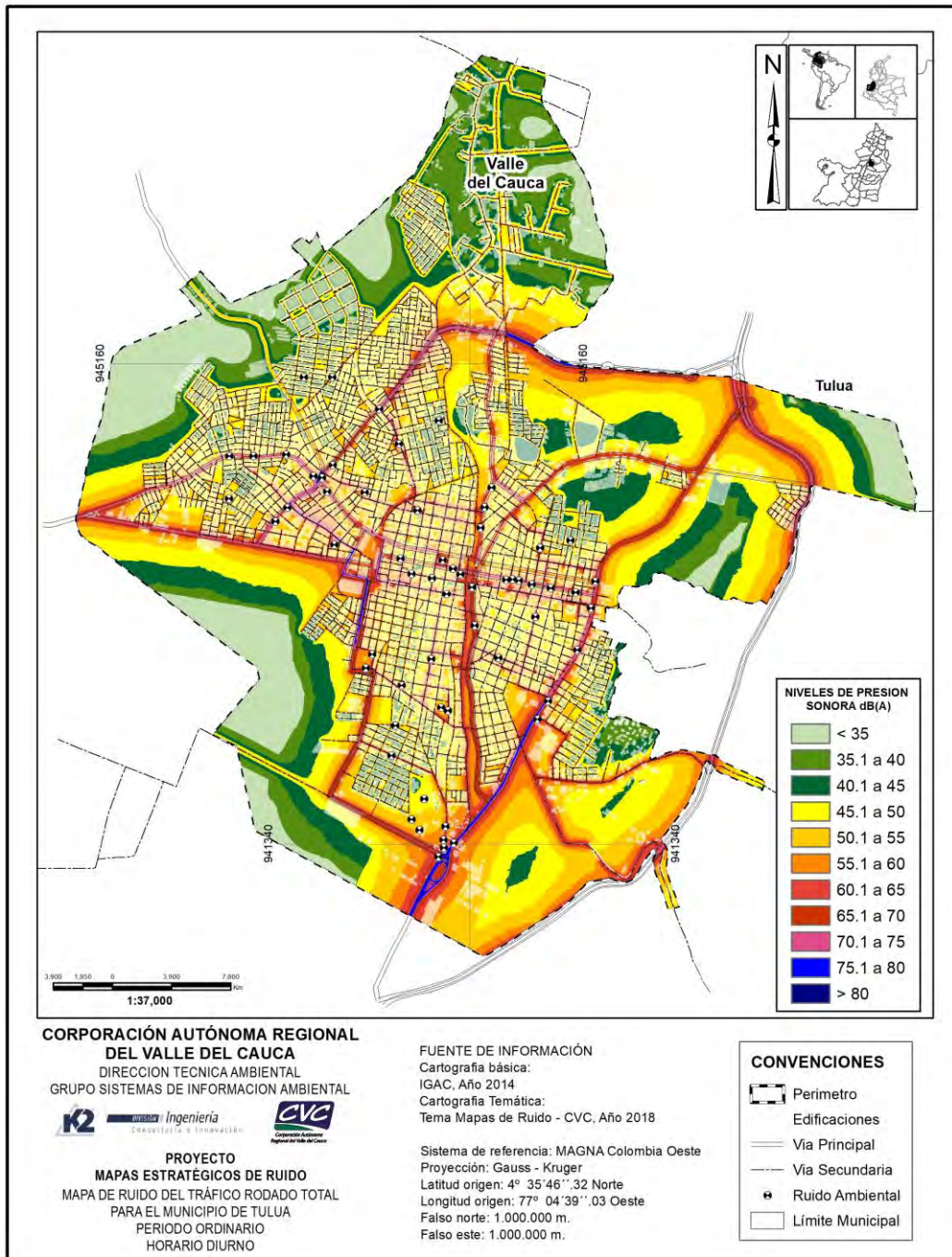


Ilustración 77. Nivel de tráfico Ordinario/Diurno
Fuente. Propia (estudio actual)

8.3.2 APORTES DE TRÁFICO EN JORNADA ORDINARIO NOCTURNO

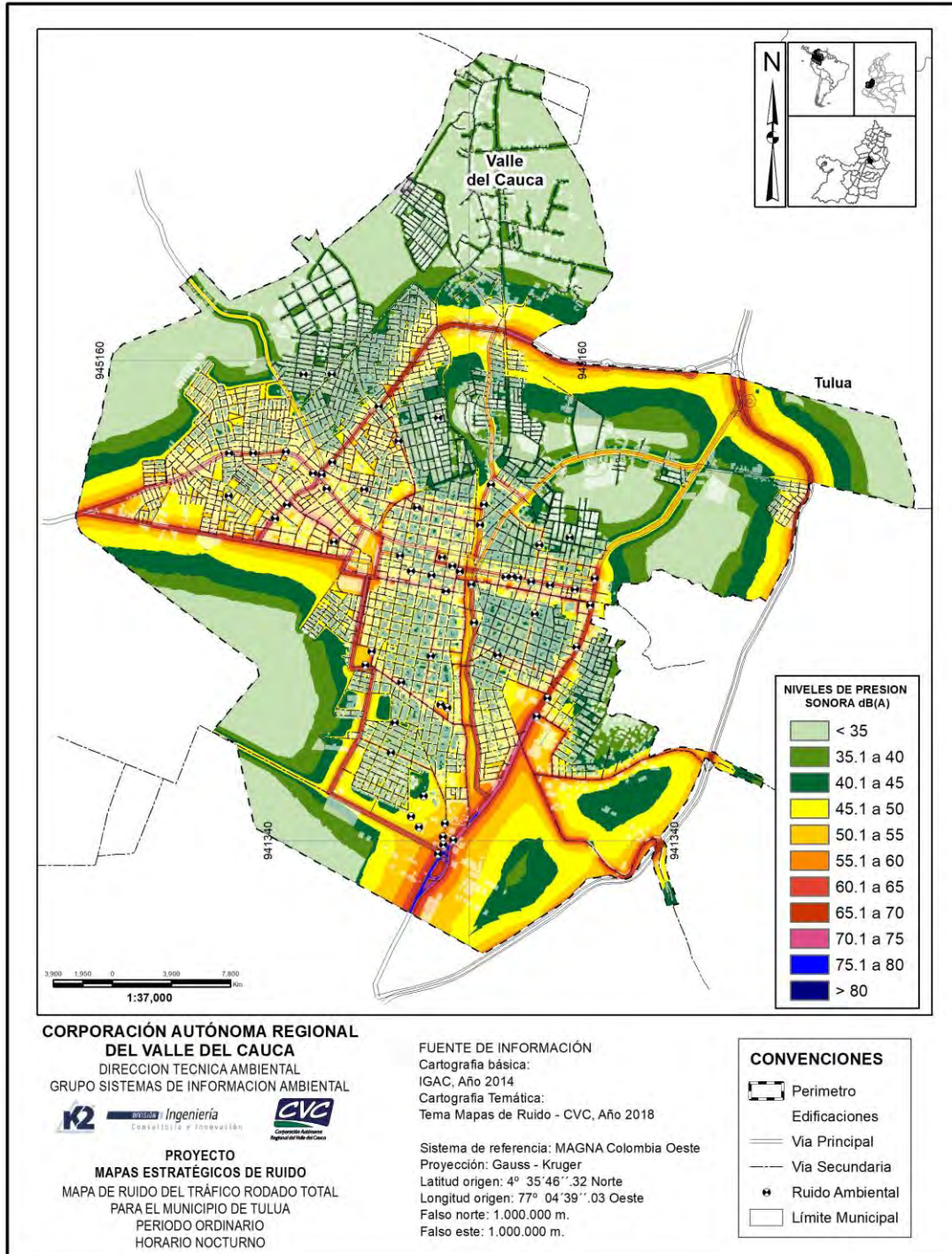


Ilustración 78. Nivel de Tráfico Ordinario/Nocturno
Fuente. Propia (estudio actual)

8.3.3 APORTES DE TRÁFICO EN JORNADA DOMINICAL DIURNO

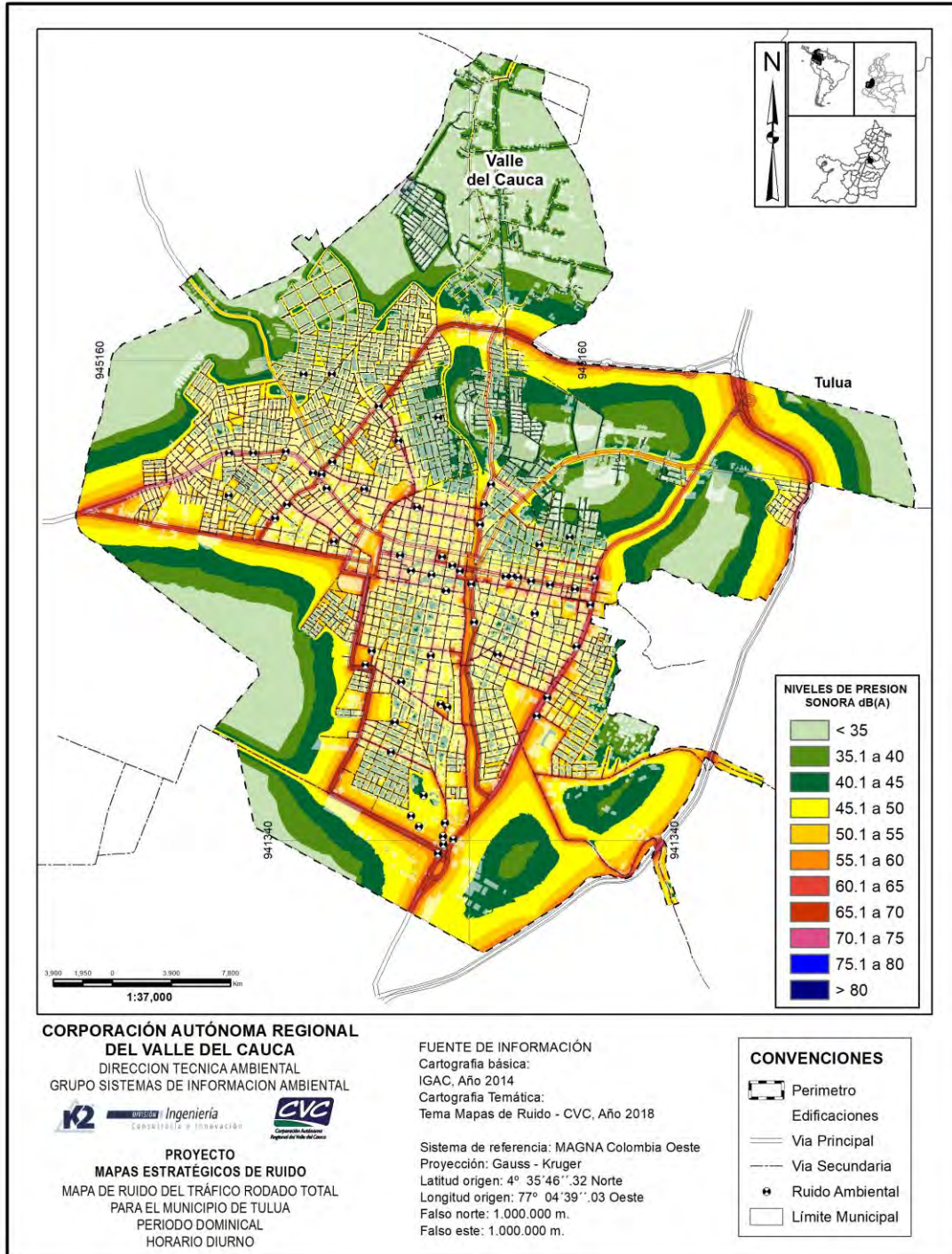


Ilustración 79. Nivel de tráfico Dominical/Diurno
Fuente. Propia (estudio actual)

8.3.4 APORTES DE TRÁFICO EN JORNADA DOMINICAL NOCTURNO

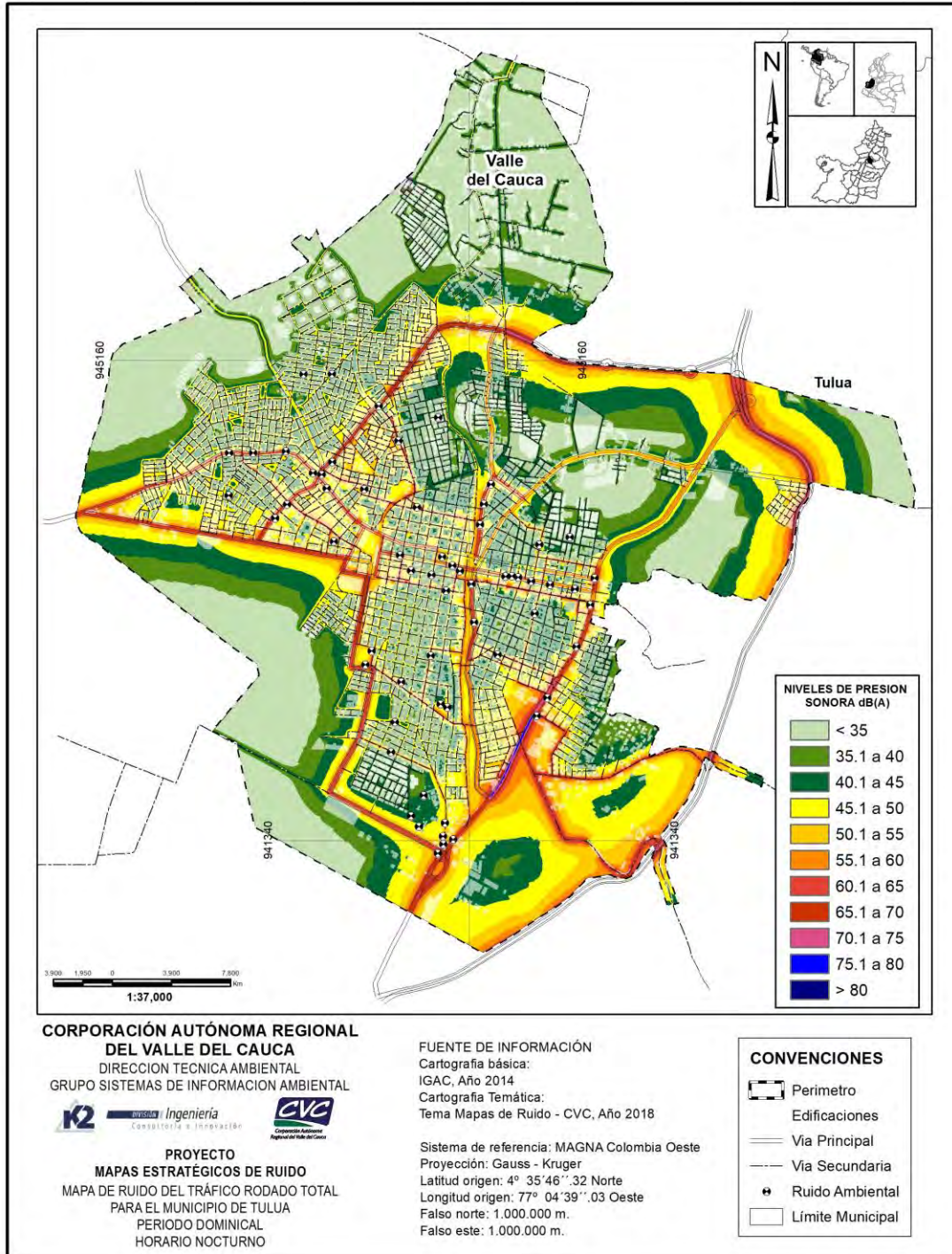


Ilustración 80. Nivel de tráfico Dominical/Nocturno
Fuente. Propia (estudio actual)

8.4 CONTRIBUCIÓN DE FUENTES FIJAS

8.4.1 MAPA FUENTES FIJAS EN JORNADA ORDINARIO DIURNO

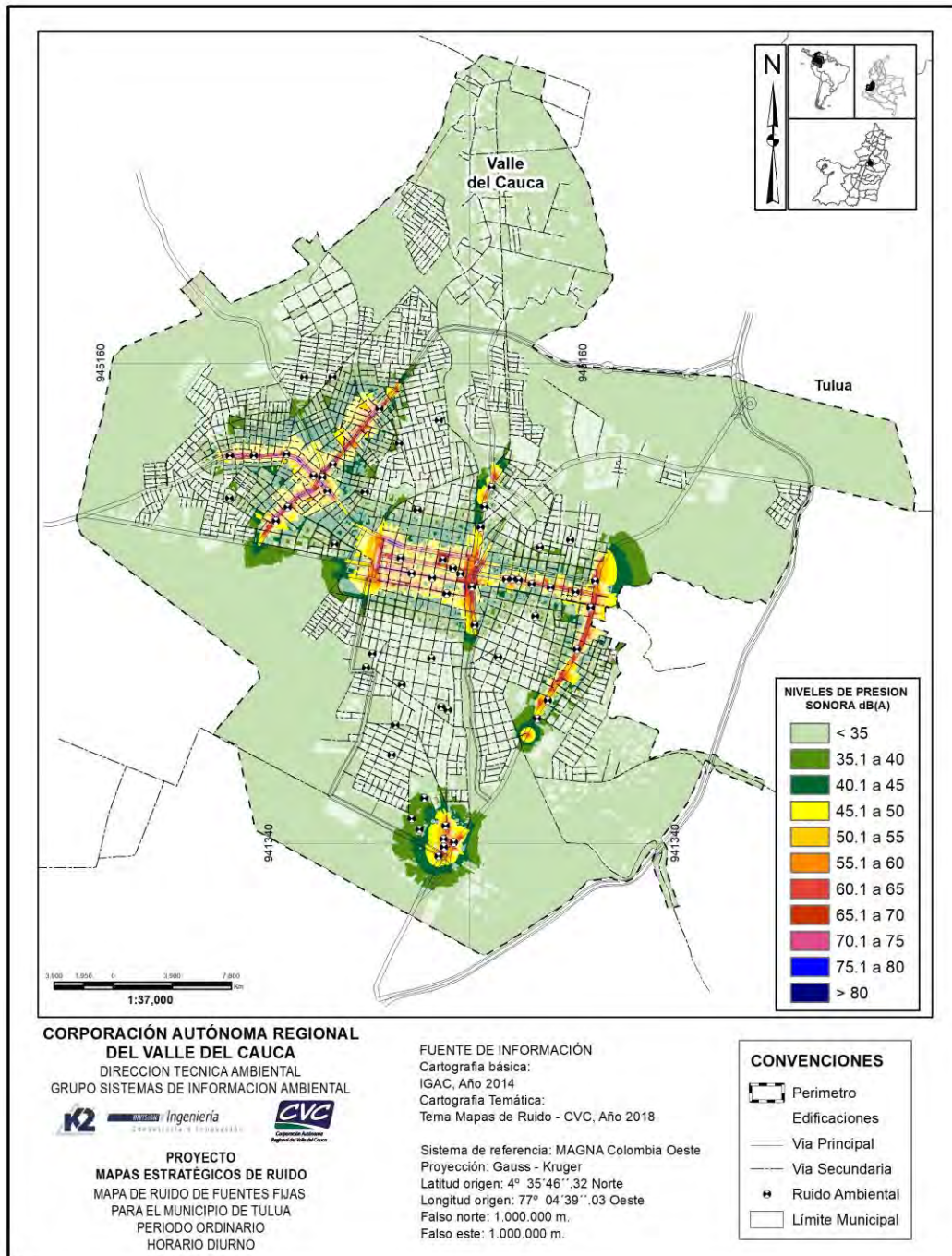


Ilustración 81. Nivel Fuentes Fijas Ordinario/Diurno
Fuente. Propia (estudio actual)

8.4.2 ORDINARIO NOCTURNO

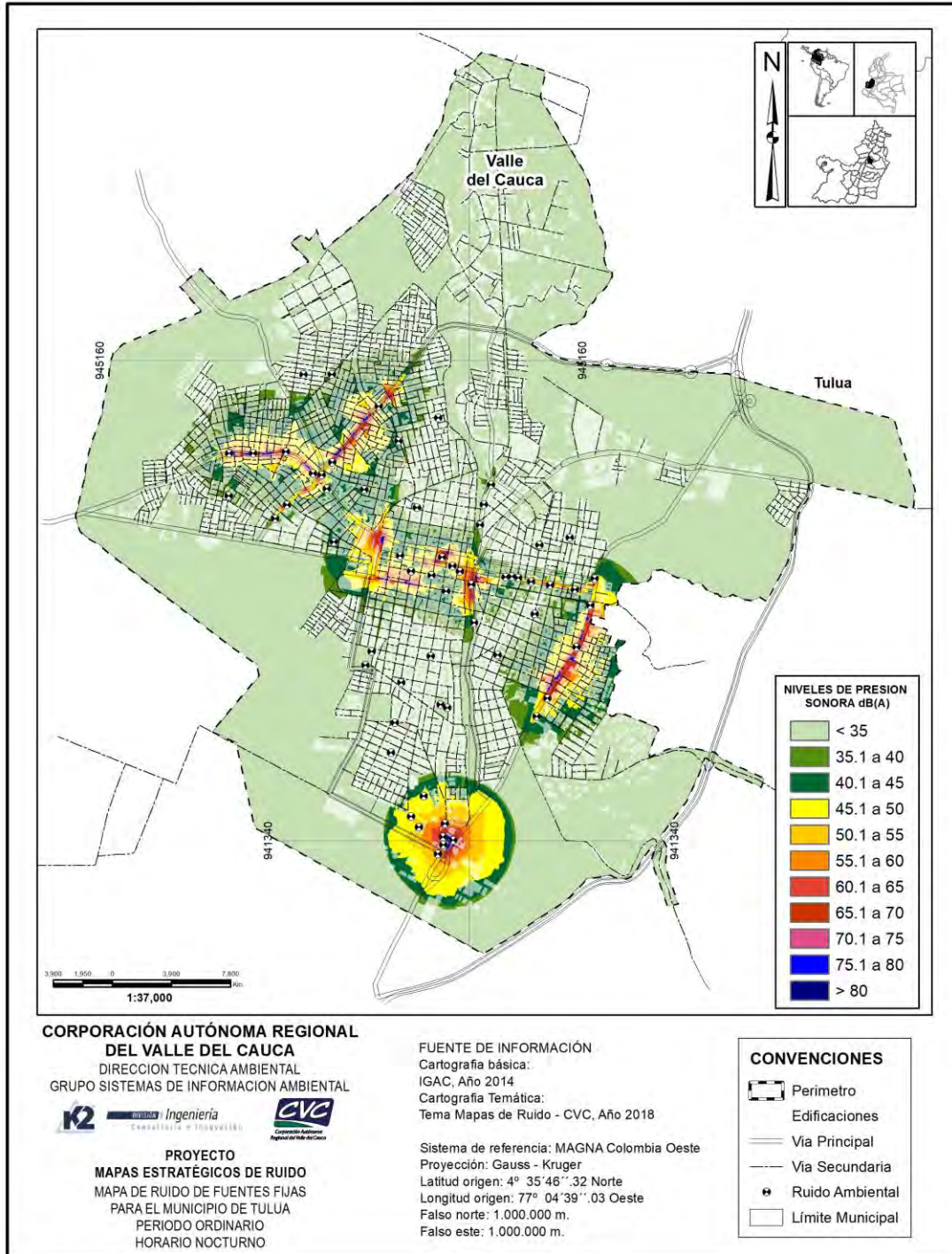


Ilustración 82. Nivel Fuentes Fijas Ordinario/Nocturno
Fuente. Propia (estudio actual)

8.4.3 DOMINICAL DIURNO

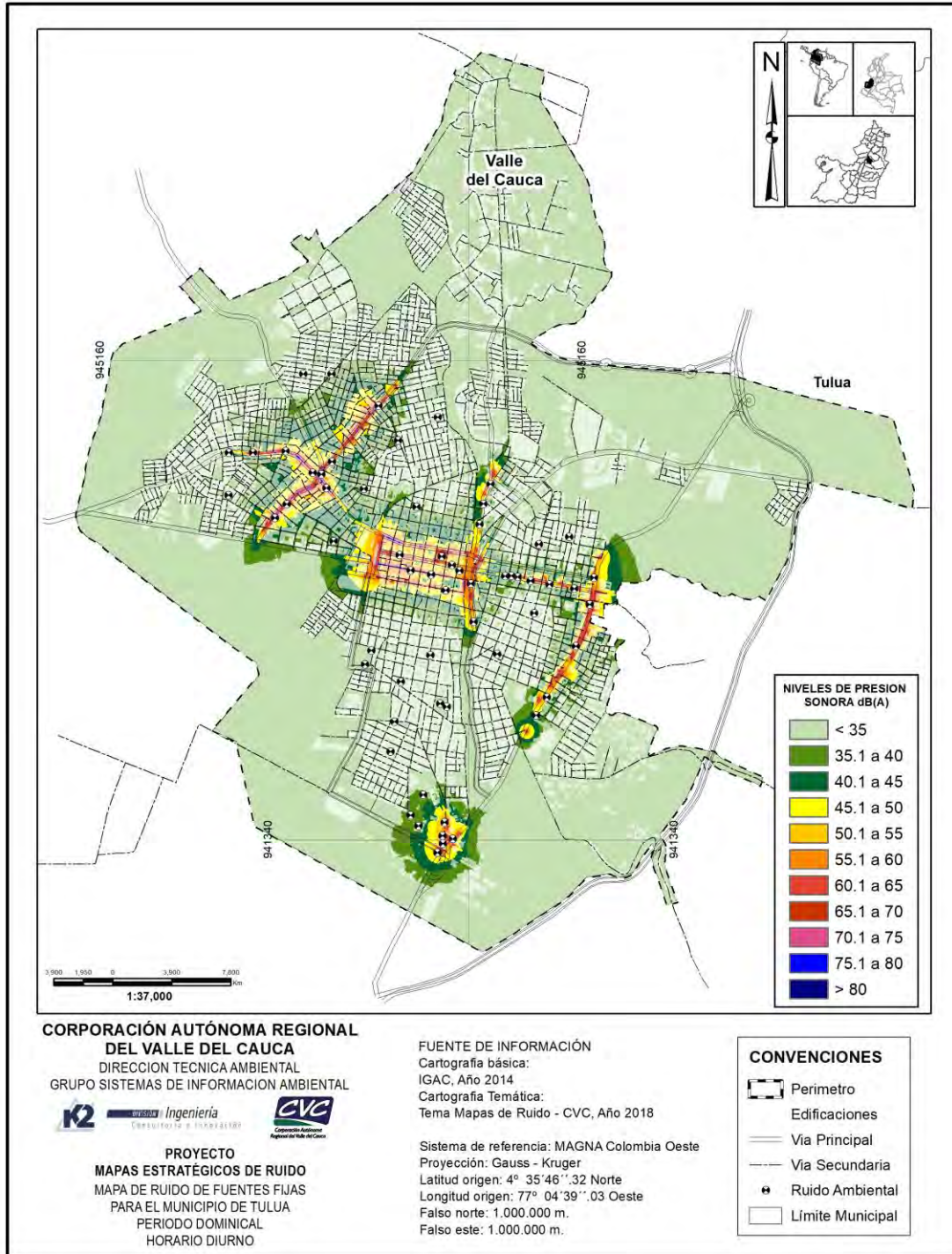


Ilustración 83. Nivel fuentes fijas Dominical/Diurno
Fuente. Propia (estudio actual)

8.4.4 DOMINICAL NOCTURNO

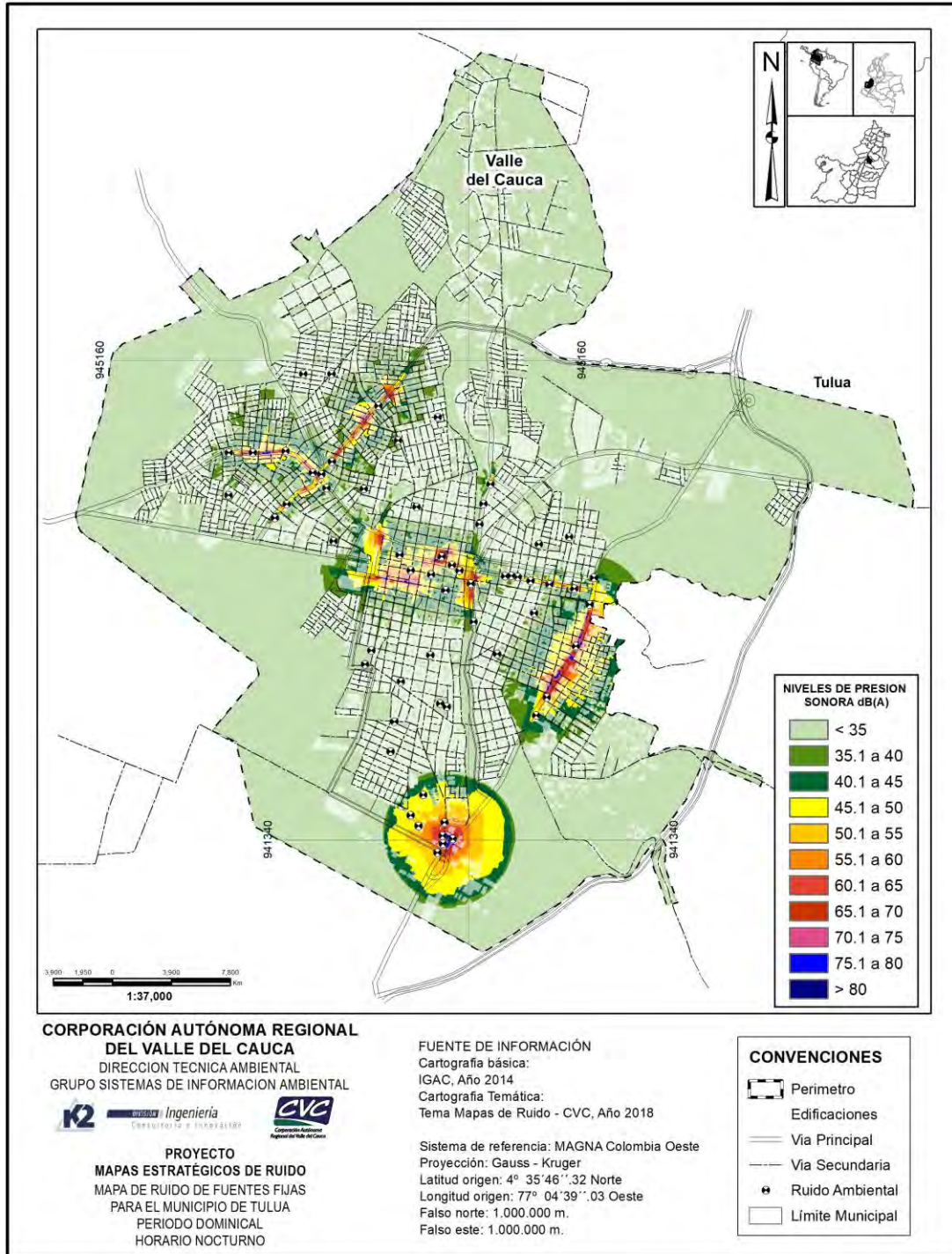


Ilustración 84. Nivel Fuentes Fijas Dominical/Nocturno
Fuente. Propia (estudio actual)

9 LÍNEA BASE PARA EL PLAN DE DESCONTAMINACIÓN ACÚSTICA

El plan de descontaminación de ruido ambiental es una herramienta de gestión que busca mitigar la contaminación acústica originada por los altos niveles de ruido generados por el sector industrial, que comprende el subsector de comercio y servicios. Todas las herramientas de acción que son sugeridas en un plan de descontaminación solo podrán dar resultados positivos si la autoridad ambiental y diferentes entes públicos y privados realizan un trabajo mancomunado que vaya en pro de disminuir los niveles de ruido que afectan a la población expuesta al ruido. Cabe anotar que es menester de la comunidad de TULUÁ, tomar conciencia de la problemática del ruido como elemento generador de contaminación y afectación de su calidad de vida.

De acuerdo a los resultados obtenidos tanto en los monitoreos realizados como en los mapas estratégicos obtenidos se pueden clasificar las zonas de especial atención para iniciar con las acciones de un plan de descontaminación, dichas acciones se pueden consultar en el documento Anexo digital 10 “PROPUESTAS PARA IMPLEMENTAR UN PLAN DE DESCONTAMINACIÓN SONORA” el cual hace parte integral del proyecto bajo el cual se actualizaron los mapas de ruido de la población de Tuluá.

Así mismo con la elaboración de los mapas estratégicos de ruido, se pudo identificar que el tráfico rodado es la principal fuente generadora de ruido en el municipio de Tuluá, por tal motivo si se quiere reducir el impacto de contaminación de ruido por tráfico vehicular, las medidas ingenieriles pueden ir desde el empleo de pantallas acústicas, semicubiertas a lo largo del tramo de las vías de alta densidad de tráfico, hasta mecanismos que aborden la reducción de la propagación del ruido. A continuación, se esbozan algunas de las medidas que se podrían emplear para afrontar esta problemática (debe tenerse a consideración que, dependiendo la geografía, la organización y la población, algunas pueden resultar más ventajosas que otras):

- Concienciar a los habitantes de la necesidad de lograr un municipio silencioso, por medio de campañas de información (posters, folletos, audiovisuales, etc.), tal y como se ha realizado en distintas ciudades del país.
- Organizar el paso vehicular y los sentidos de las vías para concentrar el flujo vehicular en menores cantidades.
- Limitar la velocidad en sectores caracterizados con criticidad alta.
- Aumentar el distanciamiento entre la traza vehicular y los establecimientos residenciales. Se consiguen reducciones de 3 dB(A) a 6 dB (A) al duplicar la distancia a la fuente de ruido.
- Controlar y vigilar el paso de los vehículos más ruidosos en los sectores más restrictivos por la resolución 627/06.
- Evitar en las vías, los empedrados irregulares, baches, huecos, etc. El paso por este tipo de calzadas genera gran contenido de ruido impulsivo.
- Cuando sea necesario repavimentar o cuando se vislumbren futuras vías, contemplar materiales menos ruidosos ante la fricción. Utilizar pavimentos más porosos permite reducir la emisión causada por las reflexiones del sonido en la

- calzada, y los pavimentos drenantes absorbentes, también ofrecen reducción para el considerado ruido de los motores, característico de los núcleos urbanos.
- Controlar y vigilar las motocicletas que circulen con escapes o en mal estado, ya que los problemas de ventilación en este tipo de vehículos, generan ruidos más molestos y con un aporte contaminante acústico bastante alto.

(Espacio intencionalmente en Blanco)

10 CONCLUSIONES

Para comparar los resultados obtenidos con la norma de la Resolución 627 de 2006 del antiguo MAVDT actual MADS, se consideraron como sectores representativos del suelo: Sector B. tranquilidad y ruido y Sector C. Ruido intermedio restringido.

Con los resultados obtenidos de las mediciones se elaboraron las curvas de ruido que revelaron que la fuente predominante de ruido en el municipio, es el tráfico de vehículos que se movilizan tanto por las vías primarias como secundarias. De igual manera, en lo que respecta al tráfico, los conteos y el aforo vehicular realizado, demostraron que posiblemente la mayor fuente de ruido por tráfico sea proveniente de motocicletas; razón por la cual debe tenerse especial atención a los escapes o mofles que han sido alterados en su silenciador o que son modificados mecánicamente con un resonador acústico (elementos comunes en este tipo de vehículos).

Por otra parte, se destacan los establecimientos comerciales que generan ruido contaminante por el empleo de equipos de sonido con volumen elevado y por la alta presencia de personas que suelen frecuentar estos sectores.

En ese sentido, la CVC como autoridad ambiental, debe primar sus esfuerzos en la reducción de emisión de ruido producida por el tráfico vehicular en las vías aledañas a los sectores residenciales, además, priorizar las medidas que se deben implementar tanto en el horario diurno como nocturno junto con el fortalecimiento de campañas sobre la sensibilización en el tema de ruido a toda la comunidad del municipio (habitantes, propietarios de establecimientos comerciales, conductores, colegios, instituciones entre otros).

Para reducir el impacto de contaminación de ruido por tráfico vehicular, las medidas ingenieriles pueden ir desde el empleo de pantallas acústicas, semicubiertas a lo largo del tramo de las vías de alta densidad de tráfico, hasta mecanismos que aborden la reducción de la propagación del ruido. A continuación, se esbozan algunas de las medidas que se podrían emplear para afrontar esta problemática (debe tenerse a consideración que, dependiendo la geografía, la organización y la población, algunas pueden resultar más ventajosas que otras):

- Concienciar a los habitantes de la necesidad de lograr una ciudad silenciosa, por medio de campañas de información (posters, folletos, audiovisuales, etc.), tal y como se ha realizado en distintas ciudades del país.
- Organizar el paso vehicular y los sentidos de las vías para concentrar el flujo vehicular en menores cantidades.
- Limitar la velocidad en sectores caracterizados con criticidad alta.
- Aumentar el distanciamiento entre la traza vehicular y los establecimientos residenciales. Se consiguen reducciones de 3 dB(A) a 6 dB (A) al duplicar la distancia a la fuente de ruido.

- Controlar y vigilar el paso de los vehículos más ruidosos en los sectores más restrictivos por la resolución 627/06.
- Evitar en las vías, los empedrados irregulares, baches, huecos, etc. El paso por este tipo de calzadas genera gran contenido de ruido impulsivo.
- Cuando sea necesario repavimentar o cuando se vislumbren futuras vías, contemplar materiales menos ruidosos ante la fricción. Utilizar pavimentos más porosos permite reducir la emisión causada por las reflexiones del sonido en la calzada, y los pavimentos drenantes absorbentes, también ofrecen reducción para el considerado ruido de los motores, característico de los núcleos urbanos.
- Controlar y vigilar las motocicletas que circulen con escapes o en mal estado, ya que los problemas de ventilación en este tipo de vehículos, generan ruidos más molestos y con un aporte contaminante acústico bastante alto.

11 BIBLIOGRAFÍA

1. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Resolución 627 de 2006. República de Colombia. Bogotá, 2006.
2. AENOR - Asociación Española de Normalización y Certificación, «UNE-ISO 1996-1:2005 Acústica. Descripción, medición y evaluación del RA. Parte 1: Magnitudes básicas y métodos de evaluación.,» CTN 74 - ACÚSTICA, 2005.
3. AENOR - Asociación Española de Normalización y Certificación, «UNE-ISO 1996-2:2009 Acústica. Descripción, medición y evaluación del RA. Parte 2: Determinación de los niveles de RA.,» CTN 74 - ACÚSTICA, 2009.
4. ISO 9613-1, «Acoustics -- Attenuation of sound during propagation outdoors -- Part 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere,» 1993. [En línea]. Available: <https://www.iso.org/standard/17426.html>. [Último acceso: 18 septiembre 2017].
5. ISO 9613-2, «Acoustics -- Attenuation of sound during propagation outdoors -- Part 2: General method of calculation,» 1996. [En línea]. Available: <https://www.iso.org/standard/20649.html>. [Último acceso: 18 septiembre 2017].
6. Grupo de Trabajo 1 del Comité Conjunto de Guías en Metrología JCGM/WG01 , «Guía para la Expresión de la Incertidumbre de Medida,» Traducciones del Centro Español de Metrología, España, 2008.
7. R. Payne, «Uncertainties associated with the use of a sound level meter,» NPL Report DQL-AC 002, Teddington, Middlesex, UK, Abril 2004.
8. M. A. Prieto, «Estudio de la validación, errores e incertidumbre en la elaboración de mapas de ruido ,» Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, MADRID, 2009.
9. European Commission Working Group, «Assessment of exposure to noise. Good practice guide for strategic noise mapping and the production of associated data on,» Version 2, August 2007.
10. UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES, «LA OBSERVACIÓN METEOROLÓGICA,» 2004. [En línea]. Available: http://www.filo.uba.ar/contenidos/carreras/geografia/catedras/climatologia/sitio/obs_met2004.pdf. [Último acceso: 24 10 2017].

Fin del documento

Estos resultados son válidos únicamente para el presente muestreo (los parámetros medidos y analizados), estos resultados no pueden ser reproducidos parcialmente y/o totalmente sin la autorización por escrito de K2 Ingeniería S.A.S.

Esta versión del informe cumple con los requisitos de la propuesta técnica presentada al cliente y las posteriores observaciones recibidas dadas las diferentes revisiones realizadas antes de entregar la versión final.

ANEXO. FIRMA CONSULTORA

DATOS BÁSICOS

- **Razón social**

K-2 INGENIERÍA S.A.S.

- **Dirección de la empresa**

Carrera 36 # 36-26 Barrio El Prado - Bucaramanga

- **Teléfono**

(57) 7 6352870

- **Correo Electrónico**

info@k2ingenieria.com

- **Actividad económica**

K2 Ingeniería es una empresa colombiana, constituida en 1998 en Bucaramanga, que integra la experiencia en las áreas de la ingeniería ambiental, civil y mecánica para ofrecer un amplio portafolio de servicios, consultoría y suministros.

- **Mercado Actual**

K2 Ingeniería es una empresa especializada en Servicios de Ingeniería, Integración de Tecnologías y Monitoreos Ambientales para los sectores Estatal, CARS, Hidrocarburos, Minero, Industrial, Empresas de Servicios Públicos, Agrícola y Náutico, con cobertura geográfica histórica en Colombia, Ecuador, Perú y Panamá y potencial en Brasil.

UNIDADES ESTRATÉGICAS DE NEGOCIO

INGENIERÍA

Gerenciamiento Ambiental

- Administración y gestión especializada de proyectos ambientales
- Operación de sistemas de monitoreo ambiental

Consultoría en Calidad del aire

- Diseño e instalación de redes urbanas e industriales de monitoreo y seguimiento de calidad del aire
- Modelos de dispersión
- Inventarios de emisiones
- Manuales y protocolos técnicos
- Interventorías de redes y sistemas de vigilancia

Consultoría en Ruido

- Mapas digitales de RA
- Diseño, instalación y operación de redes para medición de emisión de ruido en la industria y zonas urbanas

Consultoría en Hidrología y Calidad del agua

- Análisis hidrológico e hidrogeológico de cuencas
- Diseño e instalación de sistemas automáticos de información Hidrometeorológica-SAIH (Sistemas de alertas tempranas)
- Diseño e instalación de redes automáticas para monitoreo de calidad hídrica
- Asesorías e Interventoría en construcción de redes de calidad hídrica y sistemas de Alertas Tempranas (SAT)

Consultoría en Residuos

- Residuos peligrosos
- Montajes de sistema de tratamiento

Forestales y Afines

- Proyectos de aprovechamiento forestal
- Planes de salvamento y reubicación de especies
- Inventarios forestales
- Inventarios de fauna
- Programas de revegetación

TECNOLOGÍAS

Sector Ambiental

Proyectos Hidrometeorológicos

- Suministro, instalación y puesta en marcha de redes para medición de variables meteorológicas e hidrométricas (caudal y nivel), transmisión de datos en tiempo real y visualización a través de aplicativos webs para Sistema de alertas tempranas (SAT)
- Redes pluviométricas automáticas para sistemas de acueducto

Proyectos de Calidad del agua

- Suministro, instalación y puesta en marcha de redes para medición de variables de calidad hídrica

Proyectos Aire

- Redes de calidad del aire automáticas para medición de gases y partículas
- Redes de calidad del aire con muestreadores autónomos, manuales y pasivos
- Redes de material particulado para medición simultánea de PST, PM10, PM2.5 y PM1

Proyectos Ruido

- Redes de estaciones automáticas para la medición continua de RA y emisión de ruido

Sector Agrícola

- Redes agro-meteorológicas autónomas de precisión

Sector Minero, Petróleo y Gas

- Soluciones integrales para proyectos mineros e hidrocarburos

Sector Náutico

- Soluciones de comunicación náutica para aplicación civil y militar

MONITOREOS

Calidad del aire

- Monitoreo automático
- Monitoreo con muestreadores pasivos
- Monitoreo con muestreadores manuales y autónomos

Fuentes Fijas

- Determinación de contaminantes por métodos EPA

Calidad del Agua

- Toma de muestras y análisis de calidad del agua

Ruido

- Monitoreo de RA y emisión de ruido

MISIÓN

K2 Ingeniería brinda a la sociedad servicios de calidad superior en el área de la ingeniería, con una rentabilidad coherente que permita a la empresa crecer, y de esta forma facilitar a nuestros empleados y accionistas la oportunidad de realizar sus objetivos y metas.

MEGA 2020

En el año 2020 K2 Ingeniería habrá consolidado su modelo de negocios en las áreas de ingeniería en Colombia y tendrá presencia permanente en otros países de América Latina.

PRINCIPIOS

- Buscamos superioridad en todo lo que emprendemos y vamos más allá de las expectativas.
- Trabajamos con pasión, sacrificio y abnegación.
- Nos esmeramos porque nuestra imagen y productos tengan una presentación impecable.
- Generamos e inspiramos confianza.
- Brindamos oportunidades individuales y recompensas basadas en el mérito.
- Estandarizamos nuestros procesos e innovamos de manera permanente.

