



**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 CARTAGO**



*Corporación Autónoma
Regional del Valle del Cauca*

INFORME FINAL

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 en el proyecto con la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca para el municipio de Cartago. Las mediciones se realizaron durante el mes de Agosto 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 | Rodrigo Vallejo Florez | 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 | 9 |
| 1 INTRODUCCIÓN | 10 |
| 2 OBJETIVOS Y ALCANCE | 11 |
| 2.1 OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO | 11 |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 11 |
| 2.3 ALCANCE | 11 |
| 3 GENERALIDADES | 12 |
| 3.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO | 12 |
| 3.2 PUNTOS DE MONITOREO | 12 |
| 3.3 ZONAS DE ESPECIAL ATENCIÓN (ZEA) IDENTIFICADAS EN CARTAGO | 13 |
| 3.3.1 ZONA DE ESPECIAL ATENCIÓN 1 | 14 |
| 3.3.2 ZONA DE ESPECIAL ATENCIÓN 2 | 15 |
| 3.3.3 ZONA DE ESPECIAL ATENCIÓN 3 | 16 |
| 3.3.4 ZONA DE ESPECIAL ATENCIÓN 4 | 17 |
| 3.3.5 ZONA DE ESPECIAL ATENCIÓN 5 | 18 |
| 3.3.6 ZONA DE ESPECIAL ATENCIÓN 6 | 19 |
| 3.3.7 ZONAS DE TRANQUILIDAD (ZTR)..... | 35 |
| 3.4 FECHA Y HORA DE MONITOREO | 39 |
| 3.5 RESPONSABLE DEL INFORME | 42 |
| 3.6 ACREDITACIONES..... | 42 |
| 4 NORMATIVIDAD APLICABLE DE RUIDO AMBIENTAL..... | 43 |
| 4.1 NORMATIVA NACIONAL RESOLUCIÓN 0627 DE 2006 DEL MADS..... | 43 |
| 4.2 NORMATIVA INTERNACIONAL UNE ISO 1996..... | 45 |
| 4.3 NORMATIVA INTERNACIONAL ISO 9613 | 46 |
| 5 METODOLOGÍA | 47 |
| 5.1 ACTIVIDADES DE MEDICIÓN E INVENTARIO DE FUENTES | 48 |

| | |
|--|------------|
| 5.2 RUIDO AMBIENTAL | 49 |
| 5.2.1 MUESTREO TEMPORAL | 49 |
| 5.2.2 MUESTREO ESPACIAL..... | 49 |
| 5.3 RUIDO DE EMISIÓN | 49 |
| 5.4 CONSOLIDADO DE MEDICIONES | 50 |
| 5.5 PARÁMETROS DE MEDICIÓN | 50 |
| 5.6 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN | 51 |
| 5.6.1 CÁLCULO DE NIVEL CONTINUO EQUIVALENTE CORREGIDO..... | 51 |
| 5.6.2 CÁLCULO DE LA EMISIÓN O APORTE DE RUIDO | 52 |
| 5.7 CONDICIONES METEOROLÓGICAS | 53 |
| 5.7.1 Temperatura..... | 54 |
| 5.7.2 Precipitación..... | 55 |
| 5.7.3 Dirección y velocidad del viento..... | 55 |
| 5.7.4 Humedad relativa..... | 57 |
| 5.7.5 Presión Barométrica | 57 |
| 5.8 INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN | 58 |
| 5.9 MEDICIÓN DE FLUJOS VEHICULARES | 61 |
| 6 ANÁLISIS DE RESULTADOS MONITOREO RUIDO | 64 |
| 6.1 RUIDO AMBIENTAL | 64 |
| 6.1.1 ZONAS DE ESPECIAL ATENCIÓN (ZEA) | 64 |
| 6.1.2 ZONAS DE TRANQUILIDAD (ZTR)..... | 91 |
| 7 MODELACIÓN | 96 |
| 7.1 ENFOQUE | 96 |
| 7.1.1 ESTÁNDARES UTILIZADOS..... | 96 |
| 7.1.2 IDEALIZACIÓN DEL MODELO GEOMÉTRICO | 99 |
| 7.1.3 IDEALIZACIÓN DE LAS FUENTES DE POTENCIA SONORA | 100 |
| 7.2 MALLAS DE CÁLCULO | 102 |
| 7.3 CONFIGURACIONES DE CÁLCULO GENERALES | 103 |
| 7.4 DATOS DE ENTRADA AL MODELO | 104 |
| 7.4.1 DOMINIO DE ESTUDIO..... | 104 |
| 7.4.2 MODELO DIGITAL DE ELEVACIÓN..... | 104 |
| 7.4.3 FUENTES | 105 |
| 7.4.4 NIVELES DE POTENCIA ACÚSTICA..... | 106 |
| 7.5 ESTRUCTURA MAG | 109 |
| 7.5.1 DICCIONARIO DE DATOS: CATALOGO DE OBJETOS | 110 |

| | | |
|------------|--|------------|
| 7.5.2 | CATALOGO DE OBJETOS | 110 |
| 7.5.3 | CATALOGO DE REPRESENTACION | 111 |
| 7.5.4 | ESTRUCTURA METADATOS | 112 |
| 8 | MAPAS ACÚSTICOS | 113 |
| 8.1 | MAPAS TOTALES..... | 113 |
| 8.2 | MAPAS TOTALES..... | 114 |
| 8.2.1 | MAPA TOTAL EN JORNADA ORDINARIA..... | 114 |
| 8.2.2 | MAPA TOTAL EN JORNADA DOMINICAL | 116 |
| 8.3 | NIVEL EQUIVALENTE DÍA/NOCHE..... | 118 |
| 8.4 | CONTRIBUCIONES DEL TRÁFICO VEHICULAR..... | 120 |
| 8.4.1 | APORTES DE TRÁFICO EN JORNADA ORDINARIA DIURNO | 120 |
| 8.4.2 | APORTES DE TRÁFICO EN JORNADA ORDINARIO NOCTURNO | 121 |
| 8.4.3 | APORTES DE TRÁFICO EN JORNADA DOMINICAL DIURNO | 122 |
| 8.4.4 | APORTES DE TRÁFICO EN JORNADA DOMINICAL NOCTURNO | 123 |
| 8.5 | CONTRIBUCIÓN DE FUENTES FIJAS | 124 |
| 8.5.1 | MAPA FUENTES FIJAS EN JORNADA ORDINARIA DIURNO | 124 |
| 8.5.2 | MAPA FUENTES FIJAS EN JORNADA ORDINARIA NOCTURNO | 125 |
| 8.5.3 | MAPA DEFUENTES FIJAS EN JORNADA DOMINICAL DIURNO | 126 |
| 8.5.4 | MAPA DE FUENTES FIJAS EN JORNADA DOMINICAL NOCTURNO..... | 127 |
| 9 | LÍNEA BASE PARA EL PLAN DE DESCONTAMINACIÓN ACÚSTICA..... | 128 |
| 10 | CONCLUSIONES..... | 130 |
| 11 | BIBLIOGRAFÍA..... | 133 |

LISTA DE ILUSTRACIONES

| | |
|---|----|
| Ilustración 1. Ubicación geográfica del municipio de Cartago | 12 |
| Ilustración 2. Puntos ZEA1..... | 14 |
| Ilustración 3. Puntos ZEA2..... | 15 |
| Ilustración 4. Puntos ZEA3..... | 16 |
| Ilustración 5. Puntos ZEA4..... | 17 |
| Ilustración 6. Puntos ZEA5..... | 18 |
| Ilustración 7. Puntos ZEA6..... | 19 |
| Ilustración 8. Metodología general del estudio | 47 |
| Ilustración 9. Temperatura promedio mensual | 54 |
| Ilustración 10. Precipitación acumulada mensual..... | 55 |
| Ilustración 11. Dirección promedio del viento mensual..... | 56 |
| Ilustración 12. Velocidad del viento promedio mensual..... | 56 |
| Ilustración 13. Rosa de viento..... | 57 |
| Ilustración 14. Humedad promedio mensual | 57 |
| Ilustración 15. Presión barométrica mensual | 58 |
| Ilustración 16 Ubicación de cámaras de video para aforos vehiculares _ Cartago..... | 62 |
| Ilustración 17. Flujo vehicular por hora en jornada Ordinaria | 63 |
| Ilustración 18. Flujo vehicular por hora en jornada Dominical | 63 |
| Ilustración 19. Niveles de ruido ambiental ZEA1 jornada ordinaria..... | 67 |
| Ilustración 20. Niveles de ruido ambiental ZEA2 jornada ordinaria..... | 68 |
| Ilustración 21. Niveles de ruido ambiental ZEA3 jornada ordinaria..... | 68 |
| Ilustración 22. Niveles de ruido ambiental ZEA4 jornada ordinaria..... | 69 |
| Ilustración 23. Niveles de ruido ambiental ZEA5 jornada ordinaria..... | 70 |
| Ilustración 24. Niveles de ruido ambiental ZEA6 jornada ordinaria..... | 71 |
| Ilustración 25. Porcentaje de cumplimiento ZEA1 jornada ordinaria..... | 74 |
| Ilustración 26. Porcentaje de cumplimiento ZEA2 jornada ordinaria..... | 74 |
| Ilustración 27. Porcentaje de cumplimiento ZEA3 jornada ordinaria..... | 75 |
| Ilustración 28. Porcentaje de cumplimiento ZEA4 jornada ordinaria..... | 76 |
| Ilustración 29. Porcentaje de cumplimiento ZEA5 jornada ordinaria..... | 76 |
| Ilustración 30. Porcentaje de cumplimiento ZEA6 jornada ordinaria..... | 77 |
| Ilustración 31. Niveles de ruido ambiental ZEA1 jornada dominical | 80 |

| | |
|---|-----|
| Ilustración 32. Niveles de ruido ambiental ZEA2 jornada dominical | 81 |
| Ilustración 33. Niveles de ruido ambiental ZEA3 jornada dominical | 81 |
| Ilustración 34. Niveles de ruido ambiental ZEA4 jornada dominical | 82 |
| Ilustración 35. Niveles de ruido ambiental ZEA5 jornada dominical | 83 |
| Ilustración 36. Niveles de ruido ambiental ZEA6 jornada dominical | 84 |
| Ilustración 37. Porcentaje de cumplimiento ZEA1 jornada dominical | 87 |
| Ilustración 38. Porcentaje de cumplimiento ZEA2 jornada dominical | 88 |
| Ilustración 39. Porcentaje de cumplimiento ZEA3 jornada dominical | 88 |
| Ilustración 40. Porcentaje de cumplimiento ZEA4 jornada dominical | 89 |
| Ilustración 41. Porcentaje de cumplimiento ZEA5 jornada dominical | 90 |
| Ilustración 42. Porcentaje de cumplimiento ZEA6 jornada dominical | 91 |
| Ilustración 43. Niveles de ruido ambiental ZTR jornada ordinaria | 92 |
| Ilustración 44. Porcentaje de cumplimiento ZTR jornada ordinaria..... | 93 |
| Ilustración 45. Niveles de ruido ambiental ZTR jornada dominical | 94 |
| Ilustración 46. Porcentaje de cumplimiento ZTR jornada dominical | 95 |
| Ilustración 47. Licencia de CadnaA K2 Ingeniería S.A.S..... | 96 |
| Ilustración 48. Estándares | 97 |
| Ilustración 49. Configuración General..... | 97 |
| Ilustración 50. Períodos de referencia..... | 98 |
| Ilustración 51. Parámetros a evaluar..... | 98 |
| Ilustración 52. Construcciones sin simplificar..... | 99 |
| Ilustración 53. Construcciones simplificadas..... | 100 |
| Ilustración 54. Aforos vehiculares por hora | 101 |
| Ilustración 55. Niveles de ruido por espectro de octava | 102 |
| Ilustración 56. Configuración malla de cálculo | 102 |
| Ilustración 57. Modelo digital del terreno del modelo de cálculo..... | 104 |
| Ilustración 58. Malla vial ingresada al modelo..... | 105 |
| Ilustración 59. Sección con edificaciones dentro del modelo del cálculo..... | 105 |
| Ilustración 60. Espectro idealizado para fuentes de tipo: Comercial..... | 106 |
| Ilustración 61. Espectro idealizado para fuentes de tipo: Industrial y Otros..... | 107 |
| Ilustración 62. Espectro idealizado para fuentes de tipo: Servicios | 107 |
| Ilustración 63. Estructura MAG | 109 |

| | |
|---|-----|
| Ilustración 64. Catálogo de objeto..... | 110 |
| Ilustración 65. Catálogo de representación | 111 |
| Ilustración 66. Modelo metadatos | 112 |
| Ilustración 67. Nivel LRAeq Ordinario/Diurna | 114 |
| Ilustración 68. Nivel LRAeq Ordinario/Nocturna | 115 |
| Ilustración 69. Nivel LRAeq Dominical/Diurna | 116 |
| Ilustración 70. Nivel LRAeq Dominical/Nocturna | 117 |
| Ilustración 71. Nivel LDN Ordinario | 118 |
| Ilustración 72. Nivel LDN Dominical | 119 |
| Ilustración 73. Nivel de tráfico Ordinario/Diurno | 120 |
| Ilustración 74. Nivel de Tráfico Ordinario/Nocturno | 121 |
| Ilustración 75. Nivel de tráfico Dominical/Diurno | 122 |
| Ilustración 76. Nivel de tráfico Dominical/Nocturno | 123 |
| Ilustración 77. Nivel Fuentes Fijas Ordinario/Diurno..... | 124 |
| Ilustración 78. Nivel Fuentes Fijas Ordinario/Nocturno..... | 125 |
| Ilustración 79. Nivel fuentes fijas Dominical/Diurno..... | 126 |
| Ilustración 80. Nivel Fuentes Fijas Dominical/Nocturno..... | 127 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Zonas críticas evaluadas..... | 13 |
| Tabla 2. Descripción técnica de los puntos de monitoreo de ruido ambiental ZEA 1..... | 20 |
| Tabla 3. Descripción técnica de los puntos de monitoreo de ruido ambiental ZEA 2..... | 22 |
| Tabla 4. Descripción técnica de los puntos de monitoreo de ruido ambiental ZEA 3..... | 25 |
| Tabla 5. Descripción técnica de los puntos de monitoreo de ruido ambiental ZEA 4..... | 27 |
| Tabla 6. Descripción técnica de los puntos de monitoreo de ruido ambiental ZEA 5..... | 30 |
| Tabla 7. Descripción técnica de los puntos de monitoreo de ruido ambiental ZEA 6..... | 32 |
| Tabla 8. Zonas de tranquilidad evaluadas..... | 35 |
| Tabla 9. Descripción técnica de los puntos de monitoreo de ruido ambiental ZTR..... | 35 |
| Tabla 10. Fechas y hora de monitoreo de ruido ambiental ZEA..... | 39 |
| Tabla 11. Fechas y hora de monitoreo de ruido ambiental ZTR..... | 40 |
| Tabla 12. Fechas y hora de medición de emisión de ruido ZEA..... | 40 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 13. Horarios establecidos por la Resolución 0627 de 2006 | 43 |
| Tabla 14. Estándares máximos permisibles para Ruido Ambiental | 43 |
| Tabla 15. Estándares máximos permisibles para Ruido de emisión..... | 44 |
| Tabla 16. Consolidado de Puntos Muestreados..... | 50 |
| Tabla 17. Escalas de precipitación..... | 53 |
| Tabla 18. Escala de velocidad del viento - Beaufort..... | 53 |
| Tabla 19. Resumen del procedimiento de cálculo de la incertidumbre | 59 |
| Tabla 20. Resultados de Incertidumbre Típica Combinada | 61 |
| Tabla 21 Puntos identificados para realizar aforos vehiculares | 61 |
| Tabla 22. Consolidado de ruido ambiental ordinario diurno ZEA..... | 65 |
| Tabla 23. Consolidado de ruido ambiental ordinario nocturno ZEA..... | 65 |
| Tabla 24. Resultados RA - Ordinario diurno ZEA..... | 72 |
| Tabla 25. Resultados RA - Ordinario nocturno ZEA | 72 |
| Tabla 26. Consolidado de ruido ambiental dominical diurno ZEA | 78 |
| Tabla 27. Consolidado de ruido ambiental dominical nocturno ZEA..... | 79 |
| Tabla 28. Resultados RA - Dominical diurno ZEA..... | 85 |
| Tabla 29. Resultados RA - Dominical nocturno ZEA..... | 86 |
| Tabla 30. Consolidado de ruido ambiental ordinario diurno ZTR..... | 91 |
| Tabla 31. Consolidado de ruido ambiental dominical diurno ZTR | 94 |
| Tabla 32. Coeficiente de absorción en ponderación A por bandas de octavas | 104 |
| Tabla 33. Inventario de Fuentes | 107 |

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 8000, 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° 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.

Para el municipio de Cartago, el monitoreo de ruido se realizó en seis (6) zonas de especial atención (ZEA), seis (6) zonas de tranquilidad (ZTR) y doce (12) 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 DEL PROYECTO

Actualizar los mapas de ruido del municipio de Cartago.

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. Presentar los mapas de ruido diurno y nocturno en semana, fines de semana y festivos incluyendo la documentación para las seis (6) 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 Cartago 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

Cartago es un municipio ubicado al norte del departamento del Valle del Cauca por el costado occidental del río Cauca y a una distancia de 187 km de la ciudad capital del departamento - Cali; posee una extensión aproximada de 279 km² y se encuentra situada a 4°44'49" Latitud Norte y 75°54'43" Longitud Oeste de Greenwich.

Su altura media está en los 917 m. s. n. m (metros sobre el nivel del mar). En la Ilustración 1 se muestra la ubicación geográfica del municipio en estudio.

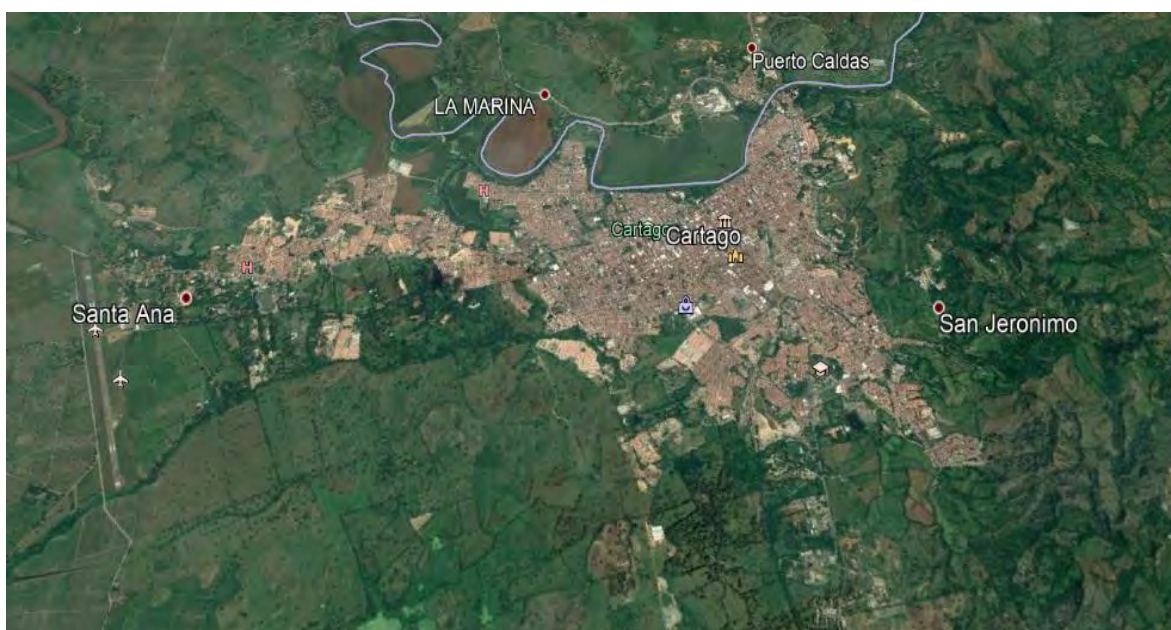


Ilustración 1. Ubicación geográfica del municipio de Cartago
Fuente. Google Earth (estudio actual)

Las mediciones de ruido ambiental se realizaron en seis (6) zonas de especial atención (ZEA) y seis (6) zonas de tranquilidad (ZTR) distribuidas en el municipio, así mismo se realizaron 12 mediciones 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:

ZEA X₁ P X₂ X₃

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 (ZEA) IDENTIFICADAS EN CARTAGO

En la Tabla 1 se encuentra la descripción de las zonas de especial atención evaluadas, consideradas como las zonas críticas en cuanto a niveles de ruido.

Tabla 1. Zonas críticas evaluadas

| ZEA | DESCRIPCIÓN |
|-------|---|
| ZEA 1 | Carrera 2 Vía Ansermanuevo (entre calles 21-28) |
| ZEA 2 | Carrera 2 Vía Ansermanuevo |
| ZEA 3 | Carrera 15N hasta la 5N – calle 17 |
| ZEA 4 | Carrera 11 con calle 16C – calle 14 con cra 14 |
| ZEA 5 | Trv 7 – Cra 17 y Trv 7 – Cra 15 |
| ZEA 6 | Vía Nacional Cartago – Cali Sector Zaragoza |

Fuente. Propia (estudio actual)

Las zonas de especial atención (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).

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

(Espacio intencionalmente en Blanco)

3.3.1 ZONA DE ESPECIAL ATENCIÓN 1

Delimitada por la carrera 2 (vía Anserma) entre calles 21 y 28. La siguiente ilustración presenta la ubicación de puntos a lo largo de la ZEA.

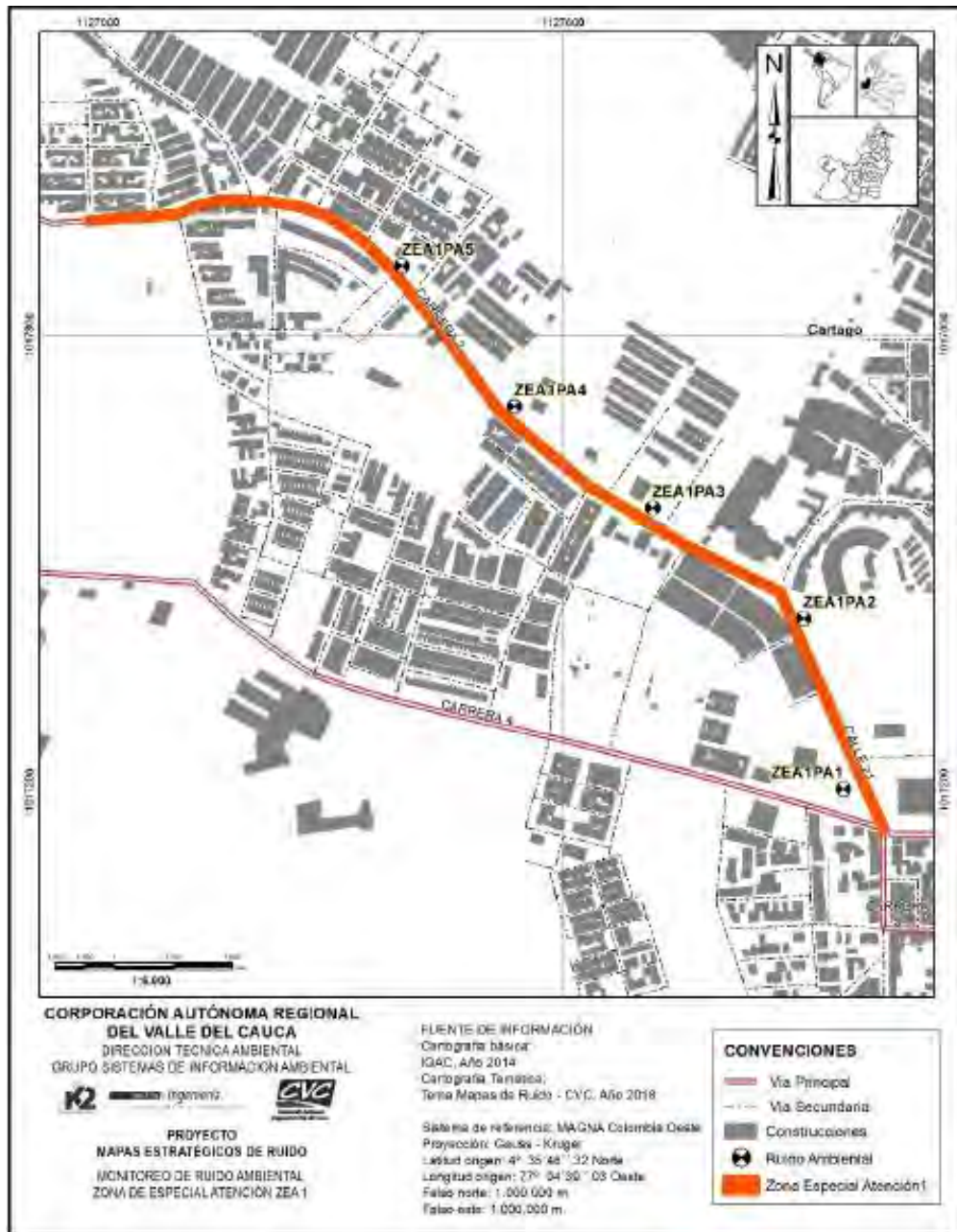


Ilustración 2. Puntos ZEA1
Fuente: Propia (Estudio actual)

3.3.2 ZONA DE ESPECIAL ATENCIÓN 2

Delimitada por la carrera 2 (vía Anserma nuevo) entre calles 3 y 16. La siguiente ilustración presenta la ubicación de puntos a lo largo de la ZEA.

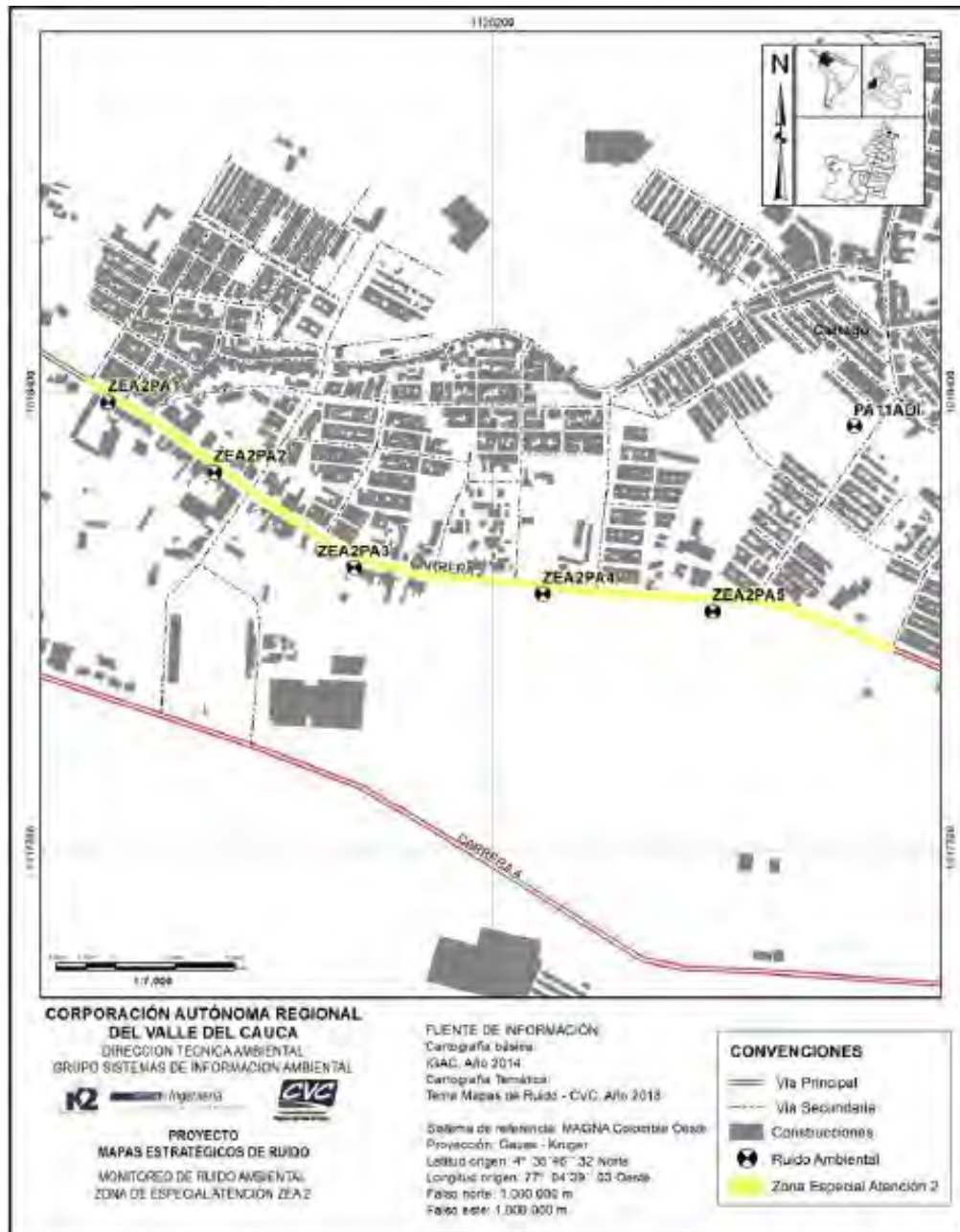


Ilustración 3. Puntos ZEA2
Fuente: Propia (Estudio actual)

3.3.3 ZONA DE ESPECIAL ATENCIÓN 3

Delimitada por la calle 17 entre carreras 5N y 15N. 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 por la carrera 11 con calle 16C hasta la carrera 14 con calle 14. La siguiente ilustración presenta la ubicación de puntos a lo largo de la ZEA.

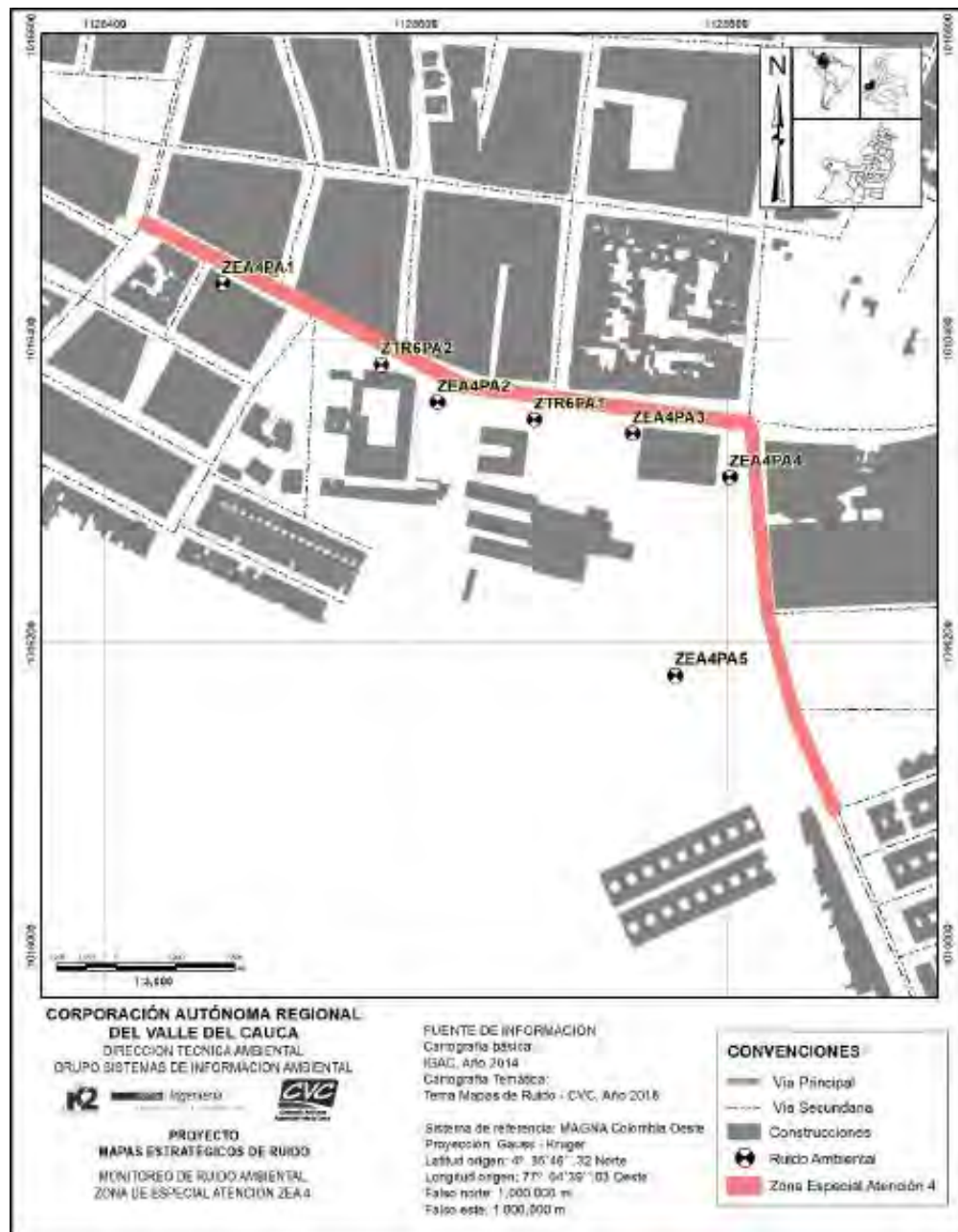


Ilustración 5. Puntos ZEA4
Fuente: Propia (Estudio actual)

3.3.5 ZONA DE ESPECIAL ATENCIÓN 5

Delimitada por la transversal 7 entre carreras 15 y 17. 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 por vía nacional Cartago – Cali en el sector Zaragoza. La siguiente ilustración presenta la ubicación de puntos a lo largo de la ZEA.





Ilustración 7. Puntos ZEA6
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: | | Intersección calle 21, cra 3 coliseo del cafe | | |
| Coordenadas: | | N 04°45'03.1" W 75°55'26.1" | | | | |
| Sonómetro: | | Cube - 10424 | | | | |
| Calibrador Acústico: | | Cal21 - 4400 | | | | |
| 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]: | | D | 70 | N | 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: | | Carrera 2 con calle 22ª (contiguo antiguo pieles Cartago) | | | |
| | Coordenadas: | | N 04°45'03.1" W 75°55'29.3" | | | |
| | Sonómetro: | | Cube - 10424 | | | |
| | Calibrador Acústico: | | Cal21 - 4400 | | | |
| | 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]: | | D | 75 | N | 70 |
| | Fuentes de Ruido | | Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés | | | |


| | Punto | | N°3-ZEA1PA3 | |
|---|---|--|---|------|
|  | Descripción General / Ubicación: | | Carrera 2 con calle 22ª (al lado de Oncólogos de occidente) | |
| | Coordenadas: | | N 04°45'14.1" W 75°55'35.1" | |
| | Sonómetro: | | Cube -10424 | |
| | Calibrador Acústico: | | Cal21 - 4400 | |
| | 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]: | | D 75 | N 70 |
| | Fuentes de Ruido | | Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés | |

| | Punto | | N°4-ZEA1PA4 | |
|---|---|--|--|------|
|  | Descripción General / Ubicación: | | Carrera 2 con calle 28 (frente a construcción) | |
| | Coordenadas: | | N 04°45'20.6" W 75°55'41.6" | |
| | Sonómetro: | | Cube -10424 | |
| | Calibrador Acústico: | | Cal21 - 4400 | |
| | 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]: | | D 70 | N 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: | | Carrera 2 entre calles 28 y 27 (pequeña zona verde) | |
| | Coordenadas: | | N 04°45'24.9" W 75°55'45.8" | |
| | Sonómetro: | | Cube -10424 | |
| | Calibrador Acústico: | | Cal21 - 4400 | |
| | 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]: | | D 75 | N 70 |
| 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: | | Carrera 2 sector Santa Ana (vía Cartago – Anserma) | |
| | Coordenadas: | | N 04°45'41.5" W 75°56'42.8" | |
| | Sonómetro: | | Fusion - 10734 | |
| | Calibrador Acústico: | | Cal21 - 4668 | |
| | 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]: | | D 75 | N 70 |
| Fuentes de Ruido | | Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés | | |

| Punto | Nº2-ZEA2PA2 | |
|---|---|--|
| | Descripción General / Ubicación: | Carrera 2 sector Santa Ana (vía Cartago – Anserma) |
| Coordenadas: | N 04°45'41.5" W 75°56'37.4" | |
| Sonómetro: | Fusion - 10734 | |
| Calibrador Acústico: | Cal21 - 4668 | |
| 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]: | D 75 | N 70 |
| Fuentes de Ruido | Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés | |



| Punto | Nº3-ZEA2PA3 | |
|---|---|--|
| | Descripción General / Ubicación: | Carrera 2 Urbanización El Trébol (frente a canchas sintéticas) |
| Coordenadas: | N 04°45'33.2" W 75°56'30.5" | |
| Sonómetro: | Fusion - 10734 | |
| Calibrador Acústico: | Cal21 - 4668 | |
| 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]: | D 75 | N 70 |
| Fuentes de Ruido | Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés | |



| | Punto | | N°4-ZEA2PA4 | |
|--|---|--|--------------------------------|------|
| |  | Descripción General / Ubicación: | Carrera 2 entre calles 41 y 42 | |
| | Coordenadas: | N 04°45'32.0" W 75°56'21.6" | | |
| | Sonómetro: | Fusion - 10734 | | |
| | Calibrador Acústico: | Cal21 - 4668 | | |
| | 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]: | D | 70 | N 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: | Carrera 2 con calle 40c (zona verde pequeña) | |
| | Coordenadas: | N 04°45'32.14" W 75°56'14.48 " | | |
| | Sonómetro: | Fusion - 10734 | | |
| | Calibrador Acústico: | Cal21 - 4668 | | |
| | 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]: | D | 75 | N 70 |
| | 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 | Nº1-ZEA3PA1 | |
|---|--|--------------------------|
| | Descripción General / Ubicación: | Clínica nueva de Cartago |
| Coordenadas: | N 04°45'35.1" W 75°55'02.8" | |
| 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]: | D 70 | N 55 |
| Fuentes de Ruido | Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés | |




| Punto | Nº2-ZEA3PA2 | |
|---|---|----------------------------------|
| | Descripción General / Ubicación: | Calle 17 con carrera 13 (parque) |
| Coordenadas: | N 04°45'33.0" W 75°55'04.2" | |
| 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 industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas | |
| Estándar Permissible Ruido Ambiental [dBA]: | D 75 | N 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: | | Calle 17 # 10N (Blue bar) | |
| | Coordenadas: | | N 04°45'30.7" W 75°55'04.6" | |
| | 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]: | | D 70 | N 55 |
| Fuentes de Ruido | | Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés | | |

|  | Punto | | N°4-ZEA3PA4 | |
|---|---|---|--|------|
| | Descripción General / Ubicación: | | Carrera 6N # 16 – 45 (Tostones) | |
| | Coordenadas: | | N 04°45'28.6" W 75°55'05.8" | |
| | 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]: | | D 70 | N 55 |
| Fuentes de Ruido | | Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés | | |

|  | Punto | | N°5-ZEA3PA5 | |
|---|---|---|--|------|
| | Descripción General / Ubicación: | | Carrera 6N # 6B – 42 (Picamos) | |
| | Coordenadas: | | N 04°45'26.5" W 75°55'06.8" | |
| | 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]: | | D 70 | N 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: | | Carrera 11 # 6ª - 44 | |
| | Coordenadas: | | N 04°44'38.6" W 75°55'10.1" | |
| | 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]: | | D 70 | N 55 |
| Fuentes de Ruido | | Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés | | |

| Punto | Nº2-ZEA4PA2 | |
|---|---|---------------------|
| | Descripción General / Ubicación: | Carrera 11 # 15 -68 |
| Coordenadas: | N 04°44'33.0" W 75°55'36.0" | |
| 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 industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas | |
| Estándar Permisible Ruido Ambiental [dBA]: | D 75 | N 70 |
| Fuentes de Ruido | Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés | |



| Punto | Nº3-ZEA4PA3 | |
|---|---|-------------------------|
| | Descripción General / Ubicación: | Calle 14 con carrera 11 |
| Coordenadas: | N 04°44'35.1" W 75°55'01.2" | |
| 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 industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas | |
| Estándar Permisible Ruido Ambiental [dBA]: | D 75 | N 70 |
| Fuentes de Ruido | Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés | |



|  | Punto | | N°4-ZEA4PA4 | |
|---|---|---|--|------|
| | Descripción General / Ubicación: | | Calle 14 con carrera 11 (Santiago Plaza) | |
| | Coordenadas: | | N 04°44'34.6" W 75°54'58.4" | |
| | 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 Permisible Ruido Ambiental [dBA]: | | D 70 | N 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: | | Calle 14 con carrera 14 | |
| | Coordenadas: | | N 04°44'27.8" W 75°54'57.9" | |
| | 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 industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas | |
| | Estándar Permisible Ruido Ambiental [dBA]: | | D 75 | N 70 |
| 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 | | N°1-ZEA5PA1 | | |
|---|---|--|-------------|---|----|
| | Descripción General / Ubicación: | Carrera 14 # 7T – 55 | | | |
| | Coordenadas: | N 04°44'25.9" W 75°54'29.8" | | | |
| | Sonómetro: | Fusion - 10734 | | | |
| | Calibrador Acústico: | Cal21 - 4668 | | | |
| | 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]: | D | 70 | N | 55 |
| Fuentes de Ruido | Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés | | | | |

|  | Punto | | N°2-ZEA5PA2 | | |
|---|---|--|-------------|---|----|
| | Descripción General / Ubicación: | Carrera 8 # 14 - 98 | | | |
| | Coordenadas: | N 04°44'22.8" W 75°54'28.6" | | | |
| | Sonómetro: | Cube - 10424 | | | |
| | Calibrador Acústico: | Cal21 - 4400 | | | |
| | 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]: | D | 70 | N | 55 |
| Fuentes de Ruido | Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés | | | | |


|  | Punto | | N°3-ZEA5PA3 | | |
|---|---|--|-------------|---|----|
| | Descripción General / Ubicación: | Trv 7 # 15 - 18 | | | |
| | Coordenadas: | N 04°44'20.2" W 75°54'25.6" | | | |
| | 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]: | D | 70 | N | 55 |
| Fuentes de Ruido | Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés | | | | |


|  | Punto | | N°4-ZEA5PA4 | | |
|---|---|--|-------------|---|----|
| | Descripción General / Ubicación: | Trv 7 # 16 - 03 | | | |
| | Coordenadas: | N 04°44'17.4" W 75°54'24.5" | | | |
| | Sonómetro: | Fusion – 10734 | | | |
| | Calibrador Acústico: | Cal21 - 4668 | | | |
| | 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]: | D | 70 | N | 55 |
| Fuentes de Ruido | Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés | | | | |


| | Punto | | N°5-ZEA5PA5 | |
|--|---|--|------------------|------|
| |  | Descripción General / Ubicación: | Trv 7 # 16 - 139 | |
| | Coordenadas: | N 04°44'13.5" W 75°54'22.1" | | |
| | Sonómetro: | Cube – 10424 | | |
| | Calibrador Acústico: | Cal21 - 4400 | | |
| | 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]: | D | 70 | N 55 |
| | 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: | Centro recreacional Las Pirámides Cartago | |
| | Coordenadas: | N 04°41'44.8" W 75°55'25.6" | | |
| | Sonómetro: | Fusion - 10734 | | |
| | Calibrador Acústico: | Cal21 - 4668 | | |
| | 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]: | D | 75 | N 70 |
| | Fuentes de Ruido | Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés | | |

|  | Punto | | Nº2-ZEA6PA2 | | |
|---|---|---|-------------|---|----|
| | Descripción General / Ubicación: | Fábrica de muebles Sector Zaragoza | | | |
| | Coordenadas: | N 04°42'6.22" W 75°55'27.0" | | | |
| | Sonómetro: | Fusion - 10734 | | | |
| | Calibrador Acústico: | Cal21 - 4668 | | | |
| | 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]: | D | 75 | N | 70 |
| Fuentes de Ruido | Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés | | | | |

|  | Punto | | Nº3-ZEA6PA3 | | |
|---|---|---|-------------|---|----|
| | Descripción General / Ubicación: | Hacienda La Vitrina | | | |
| | Coordenadas: | N 04°42'6.22" W 75°55'18.0" | | | |
| | Sonómetro: | Cube - 10424 | | | |
| | Calibrador Acústico: | Cal21 - 4400 | | | |
| | 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]: | D | 75 | N | 70 |
| Fuentes de Ruido | Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés | | | | |

|  | Punto | | N°4-ZEA6PA4 | | |
|---|---|---|-------------|---|----|
| | Descripción General / Ubicación: | Planta Contegral (al frente) | | | |
| | Coordenadas: | N 04°42'59.77" W 75°55'9.51" | | | |
| | Sonómetro: | Cube - 10424 | | | |
| | Calibrador Acústico: | Cal21 - 4400 | | | |
| | 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]: | D | 75 | N | 70 |
| | Fuentes de Ruido | Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés | | | |

|  | Punto | | N°5-ZEA6PA5 | | |
|---|---|---|-------------|---|----|
| | Descripción General / Ubicación: | Planta Ecopetrol (deposito combustible – al frente) | | | |
| | Coordenadas: | N 04°43'22.9" W 75°54'57.6" | | | |
| | Sonómetro: | Cube - 10424 | | | |
| | Calibrador Acústico: | Cal21 - 4400 | | | |
| | 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]: | D | 75 | N | 70 |
| | Fuentes de Ruido | Ver Anexo digital 1 Inventario de Fuentes según la jornada y horario de interés | | | |

Fuente. Propia (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.

3.3.7 ZONAS DE TRANQUILIDAD (ZTR)

En la Tabla 8 se encuentra la descripción de las zonas de tranquilidad evaluadas.


Tabla 8. Zonas de tranquilidad evaluadas

| ZTR | DESCRIPCIÓN |
|-------|---|
| ZTR 1 | Parque La Isleta |
| ZTR 2 | Plaza de Bolívar |
| ZTR 3 | Parque Lineal |
| ZTR 4 | Universidad Cooperativa |
| ZTR 5 | Hospital San Juan de Dios - Sede Cartago |
| ZTR 6 | Colegio Nacional Académico y Colegio Gabo |


Fuente. Propia (estudio actual)


Tabla 9. Descripción técnica de los puntos de monitoreo de ruido ambiental ZTR


| | | Punto ZTR1PA1 | |
|---|---|---|----------------|
|  | Ubicación: | Parque La Isleta – Avenida el río – calle 9 | |
| | Coordenadas: | N: 04°45'05.6" | W: 75°54'37.8" |
| | 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 ZTR1PA2 | |
|  | Ubicación: | Parque La Isleta – Avenida del río – calle 9 | |
| | Coordenadas: | N: 04°45'05.9" | W: 75°54'35.8" |
| | 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 ZTR2PA1 | | | |
|---|---|---|----------------|
|  | Ubicación: | Plaza de Bolívar - Calle 11 entre carreras 4 y 5 | |
| | Coordenadas: | N: 04°44'58.9" | W: 75°54'45.9" |
| | 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 ZTR2PA2 | | | |
|--|---|---|----------------|
|  | Ubicación: | Plaza de Bolívar – carrera 4 con calle 11 | |
| | Coordenadas: | N: 04°44'00.2" | W: 75°54'47.4" |
| | 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 ZTR3PA1 | | | |
|---|---|---|----------------|
|  | Ubicación: | Parque Lineal – carrera 2 calle 18 | |
| | Coordenadas: | N: 04°45'05.6" | W: 75°54'37.8" |
| | 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 ZTR3PA2 | | | |
|---|---|---|----------------|
|  | Ubicación: | Parque Lineal – carrera 2a calle 18 | |
| | Ubicación: | N: 04°45'07.0" | W: 75°55'15.5" |
| | 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 ZTR3PA3 | | | |
|--|---|---|----------------|
|  | Ubicación: | Parque Lineal – carrera 2 con calle 19 | |
| | Ubicación: | N: 04°45'07.3" | W: 75°55'20.0" |
| | 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 ZTR4PA1 | | | |
|---|---|---|----------------|
|  | Ubicación: | Universidad Cooperativa – carrera 4 # 13 - 54 | |
| | Ubicación: | N: 04°45'00.7" | W: 75°54'06.7" |
| | 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 ZTR4PA2 | | | |
|---|---|---|----------------|
|  | Ubicación: | Universidad Cooperativa – Cruz Roja – carrera 3 # 10 - 47 | |
| | Ubicación: | N: 04°45'05.0" | W: 75°54'43.5" |
| | 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 ZTR5PA1 | | | |
|--|---|---|----------------|
|  | Ubicación: | Hospital San Juan de Dios sede Cartago – carrera 3b calle 2 | |
| | Ubicación: | N: 04°45'04.8" | W: 75°54'11.3" |
| | 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 ZTR5PA2 | | | |
|---|---|---|----------------|
|  | Ubicación: | Hospital San Juan de Dios sede Cartago – calle 2 carrera 3a | |
| | Ubicación: | N: 04°45'05.1" | W: 75°54'12.9" |
| | 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: | Colegio Nacional Académico – carrera 11 calle 14 | |
| | Ubicación: | N: 04°44'35.2" | W: 75°55'03.7" |
| | 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 ZTR6PA2 | | |
|--|---|---|----------------|
| | Ubicación: | Colegio Gabo – carrera 11 # 15 - 68 | |
| | Ubicación: | N: 04°44'36.0" | W: 75°55'06.2" |
| | 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 |

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 presenta como Anexo digital 3 el registro fotográfico del inventario de fuentes y las mediciones realizadas.

3.4 FECHA Y HORA DE MONITOREO

Las mediciones de ruido ambiental fueron realizadas durante los meses de junio y julio de 2018, las fechas de las mediciones en las zonas de especial atención son presentadas en la Tabla 10.

Tabla 10. 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 | 01/08/2018 | 02/08/2018 | 29/07/2018 | 05/08/2018 |
| ZEA 2 | 01/08/2018 | 02/08/2018 | 29/07/2018 | 05/08/2018 |

| Punto de medición | Jornada ordinaria | | Jornada dominical | |
|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| | Horario Diurno | Horario Nocturno | Horario Diurno | Horario Nocturno |
| ZEA 3 | 01/08/2018 | 02/08/2018 | 29/07/2018 | 05/08/2018 |
| ZEA 4 | 01/08/2018 | 09/08/2018 | 29/07/2018 | 05/08/2018 |
| ZEA 5 | 01/08/2018 | 09/08/2018 | 29/07/2018 | 05/08/2018 |
| ZEA 6 | 01/08/2018 | 09/08/2018 | 29/07/2018 | 12/08/2018 |

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

En la Tabla 11 se encuentran las fechas y hora de las mediciones realizadas en las zonas de tranquilidad (ZTR) durante el mes de julio de 2018.

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

| Punto de medición | Jornada ordinaria | Jornada dominical |
|-------------------|-------------------|-------------------|
| | Horario Diurno | Horario Diurno |
| ZTR 1 | 10/07/2018 | 08/07/2018 |
| ZTR 2 | 10/07/2018 | 08/07/2018 |
| ZTR 3 | 10/07/2018 | 08/07/2018 |
| ZTR 4 | 16/07/2018 | 15/07/2018 |
| ZTR 5 | 16/07/2018 | 15/07/2018 |
| ZTR 6 | 16/07/2018 | 15/07/2018 |

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

Las mediciones de emisión de ruido en las ZEA fueron realizadas durante el mes de agosto de 2018. La Tabla 12 presenta las fechas de dichas mediciones, en donde en general las fuentes sonoras fueron medidas encendidas durante la jornada diurna y apagadas durante el periodo nocturno, 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 12. Fechas y hora de medición de emisión de ruido ZEA

| Punto de medición | ID_punto | Fuente encendida | Fuente apagada | Horario |
|-------------------|----------|------------------|----------------|----------|
| ZEA 1 | ZEA1PE1 | 15/08/2018 | 15/08/2018 | diurno |
| | ZEA1PE2 | 15/08/2018 | 17/08/2018 | diurno |
| | ZEA1PE3 | 15/08/2018 | 15/08/2018 | diurno |
| | ZEA1PE4 | 17/08/2018 | 15/08/2018 | nocturno |
| | ZEA1PE5 | 15/08/2018 | 15/08/2018 | diurno |
| | ZEA1PE6 | 15/08/2018 | 15/08/2018 | nocturno |
| | ZEA1PE7 | 15/08/2018 | 15/08/2018 | nocturno |
| Punto de medición | ID_punto | Fuente encendida | Fuente apagada | Horario |
| ZEA 2 | ZEA2PE1 | 17/08/2018 | 15/08/2018 | nocturno |
| | ZEA2PE2 | 17/08/2018 | 15/08/2018 | nocturno |
| | ZEA2PE3 | 15/08/2018 | 15/08/2018 | diurno |
| | ZEA2PE4 | 15/08/2018 | 15/08/2018 | diurno |
| | ZEA2PE5 | 17/08/2018 | 15/08/2018 | nocturno |

| Punto de medición | ID_punto | Fuente encendida | Fuente apagada | Horario |
|-------------------|----------|------------------|----------------|----------|
| | ZEA2PE6 | 15/08/2018 | 17/08/2018 | diurno |
| | ZEA2PE7 | 17/08/2018 | 15/08/2018 | nocturno |
| | ZEA2PE8 | 15/08/2018 | 15/08/2018 | diurno |
| | ZEA2PE9 | 15/08/2018 | 15/08/2018 | diurno |
| Punto de medición | ID_punto | Fuente encendida | Fuente apagada | Horario |
| ZEA 3 | ZEA3PE1 | 17/08/2018 | 15/08/2018 | nocturno |
| | ZEA3PE2 | 15/08/2018 | 15/08/2018 | diurno |
| | ZEA3PE3 | 17/08/2018 | 15/08/2018 | nocturno |
| | ZEA3PE4 | 17/08/2018 | 15/08/2018 | nocturno |
| | ZEA3PE5 | 17/08/2018 | 15/08/2018 | nocturno |
| | ZEA3PE6 | 15/08/2018 | 15/08/2018 | diurno |
| Punto de medición | ID_punto | Fuente encendida | Fuente apagada | Horario |
| ZEA 4 | ZEA4PE1 | 16/08/2018 | 15/08/2018 | nocturno |
| | ZEA4PE2 | 15/08/2018 | 16/08/2018 | diurno |
| | ZEA4PE3 | 16/08/2018 | 17/08/2018 | nocturno |
| | ZEA4PE4 | 15/08/2018 | 16/08/2018 | diurno |
| | ZEA4PE5 | 17/08/2018 | 16/08/2018 | nocturno |
| Punto de medición | ID_punto | Fuente encendida | Fuente apagada | Horario |
| ZEA 5 | ZEA5PE1 | 16/08/2018 | 15/08/2018 | diurno |
| | ZEA5PE2 | 18/08/2018 | 15/08/2018 | diurno |
| | ZEA5PE3 | 15/08/2018 | 16/08/2018 | diurno |
| | ZEA5PE4 | 15/08/2018 | 16/08/2018 | diurno |
| | ZEA5PE5 | 16/08/2018 | 15/08/2018 | nocturno |
| | ZEA5PE6 | 15/08/2018 | 16/08/2018 | diurno |
| Punto de medición | ID_punto | Fuente encendida | Fuente apagada | Horario |
| ZEA 6 | ZEA6PE1 | 17/08/2018 | 27/07/2018 | diurno |
| | ZEA6PE2 | 16/08/2018 | 27/07/2018 | nocturno |
| | ZEA6PE3 | 27/07/2018 | 16/08/2018 | diurno |
| | ZEA6PE4 | 27/07/2018 | 15/08/2018 | nocturno |
| | ZEA6PE5 | 16/08/2108 | 16/08/2018 | diurno |
| | ZEA6PE6 | 16/08/2108 | 16/08/2018 | diurno |
| | ZEA6PE7 | 18:08/2018 | 16/08/2018 | diurno |
| | ZEA6PE8 | 16/08/2018 | 16/08/2018 | diurno |
| | ZEA6PE9 | 16/08/2018 | 16/08/2018 | diurno |
| | ZEA6PE10 | 16/08/2018 | 16/08/2018 | nocturno |
| | ZEA6PE11 | 16/08/2018 | 16/08/2018 | nocturno |

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.

3.5 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.

3.6 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 13. 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 14 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 15.

Tabla 14. 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 15. 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 Cartago, 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 Cartago 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:

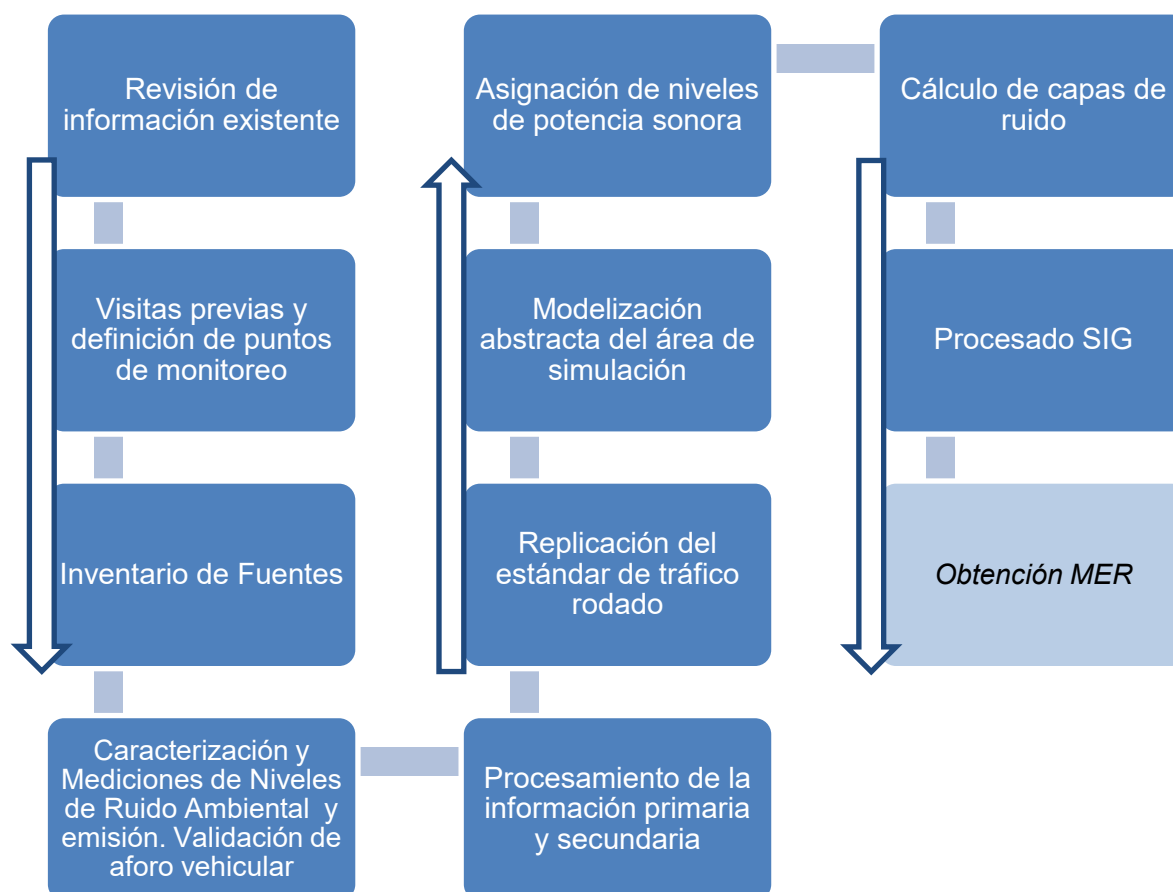


Ilustración 8. Metodología general del estudio
Fuente: Propia (Estudio Actual)

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 seis (6) 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 1, 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 101 puntos fueron distribuidos en todo el municipio, repartidos en los siguientes tipos de medición.

Tabla 16. Consolidado de Puntos Muestreados

| Clasificación | Descripción | Tipo de Medición* | Puntos por Tipo | Total de Puntos |
|--|---------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| Zonas de Especial Atención | ZEA1 | RA | 5 | 12 |
| | | ER | 7 | |
| | ZEA2 | RA | 5 | 14 |
| | | ER | 9 | |
| | ZEA3 | RA | 5 | 11 |
| | | ER | 6 | |
| | ZEA4 | RA | 5 | 10 |
| | | ER | 5 | |
| | ZEA5 | RA | 5 | 11 |
| | | ER | 6 | |
| | ZEA6 | RA | 5 | 16 |
| | | ER | 11 | |
| Zonas de Tranquilidad | ZTR1 | RA | 2 | 2 |
| | | ER | - | |
| | ZTR2 | RA | 2 | 2 |
| | | ER | - | |
| | ZTR3 | RA | 3 | 3 |
| | | ER | - | |
| | ZTR4 | RA | 2 | 2 |
| | | ER | - | |
| | ZTR5 | RA | 2 | 2 |
| | | ER | - | |
| | ZTR6 | RA | 2 | 2 |
| | | ER | - | |
| Otros | Adicionales de Validación | RA | 12 | 12 |
| | Estación fija | CONTINUO | 2 | 2 |
| TOTAL DE PUNTOS MUESTREADOS EN EL MUNICIPIO | | | | 101 |

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}
- $L_{I_{eq}}$
- 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_I) y tonalidad (K_T) 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 ruido ambiental 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

Dónde:

- 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

Dónde:

- 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

Dónde:

- 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 Cartago.

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

Tabla 17. Escalas de precipitación

| DENOMINACIÓN | PRECIPITACIÓN DIARIA (MM) | PRECIPITACIÓN MENSUAL (MM) |
|--------------|---------------------------|----------------------------|
| Escasa | 0 - 5 | 0 - 20 |
| Ligera | 6 - 10 | 21 - 40 |
| Moderada | 11 - 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 18. 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 |
| Muy duro | 20.6 – 24.1 |

| DENOMINACIÓN | VELOCIDAD DEL VIENTO (M/S) |
|--------------|----------------------------|
| 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 mensual registrada en la estación meteorológica. Los valores medidos presentaron variaciones entre 22.92°C (valor mínimo) y 25.14°C (valor máximo) registrados los meses de noviembre y septiembre, respectivamente. El promedio de temperatura del periodo es de 23.99°C.

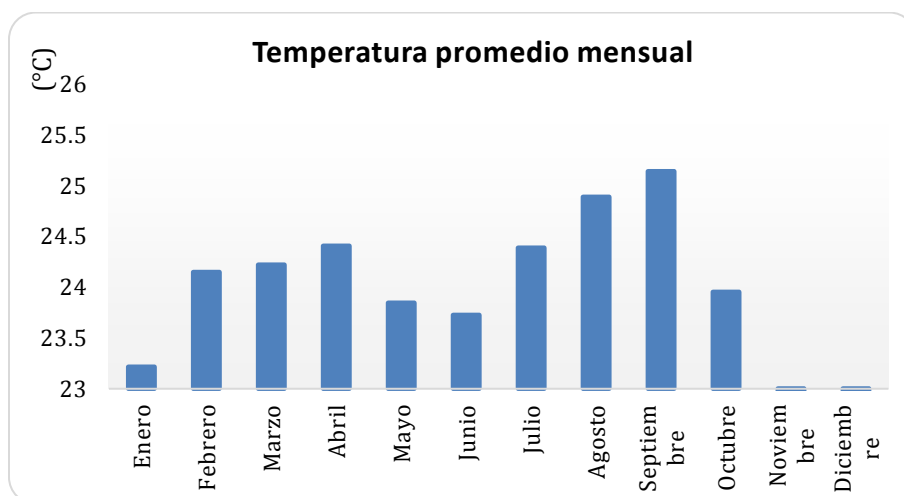


Ilustración 9. Temperatura promedio mensual

Fuente: Propia (Estudio Actual)

5.7.2 Precipitación

En la Ilustración 10 se indica el comportamiento de la precipitación acumulada mensual, donde se puede ver que se presentaron los mayores registros de precipitaciones durante los meses de abril y mayo, 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 registraron lluvias, lo que indica que las mediciones son representativas para un periodo relativamente seco.

Teniendo en cuenta el acumulado mensual presentado en la siguiente ilustración y la información suministrada en la Tabla 17, la precipitación se encuentra en un rango de 0 - 20 mm de agua/mes clasificándose como “Escasa”.

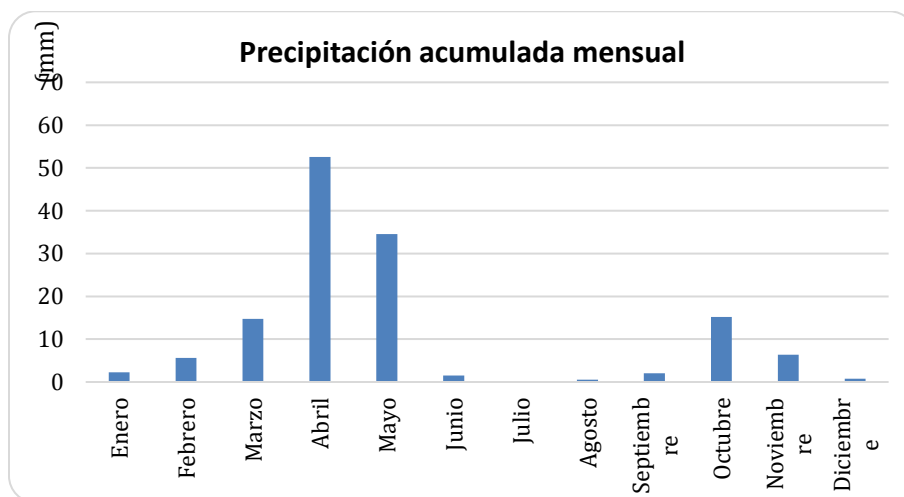


Ilustración 10. Precipitación acumulada mensual

Fuente: Propia (Estudio Actual)

5.7.3 Dirección y velocidad del viento

En la siguiente ilustración se esquematiza el comportamiento de la dirección promedio del viento mensual de la estación durante el periodo de monitoreo, la cual se encuentra con una fuerte tendencia hacia toda la zona sur, en especial el suroeste.

(Espacio intencionalmente en Blanco)

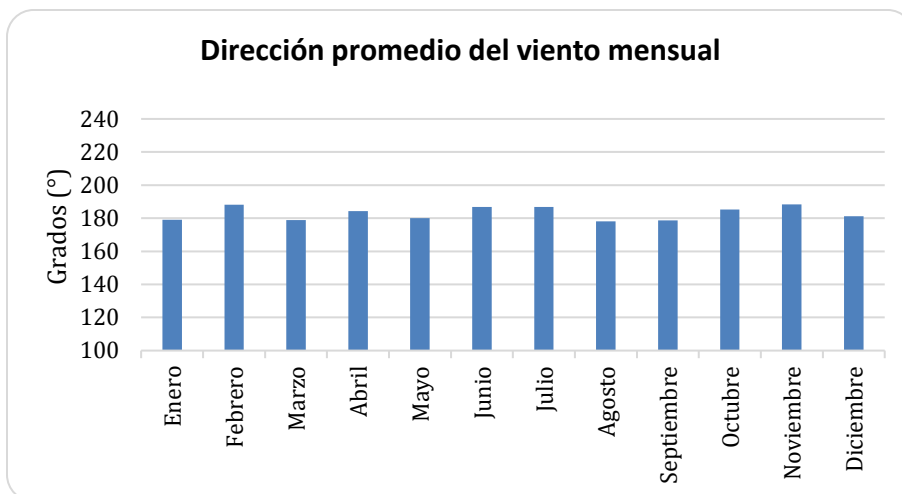


Ilustración 11. Dirección promedio del viento mensual
Fuente: Propia (Estudio Actual)

Por medio de la Ilustración 12, se puede apreciar que el promedio de velocidad del viento es de 1.42 m/s. La velocidad más elevada se presentó entre los meses de agosto y septiembre, con un valor promedio de 1.53 m/s, mientras que el promedio más bajo de la velocidad del viento fue de 1.33 m/s y se presentó durante el mes de diciembre.

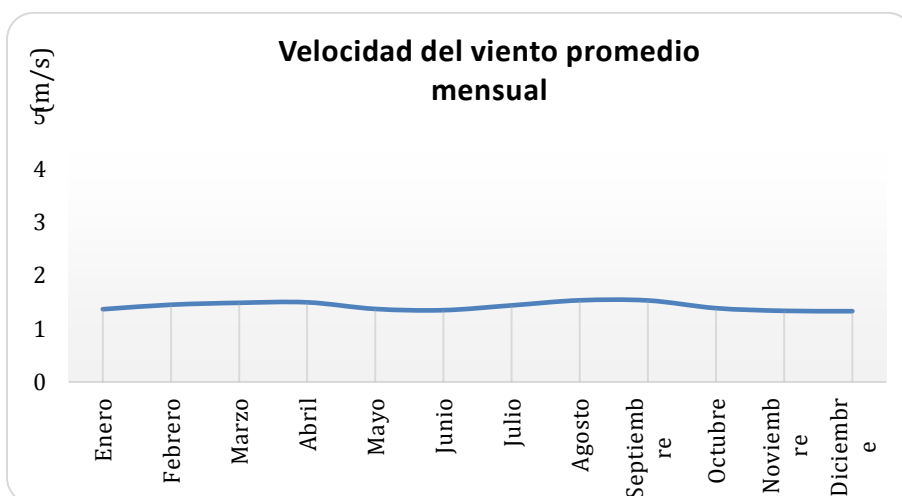


Ilustración 12. Velocidad del viento promedio mensual
Fuente: Propia (Estudio Actual)

En la Ilustración 13 se puede visualizar 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 suroeste, con el mayor número de registros, alcanzando velocidades entre los 3.6 m/s y 5.7 m/s.

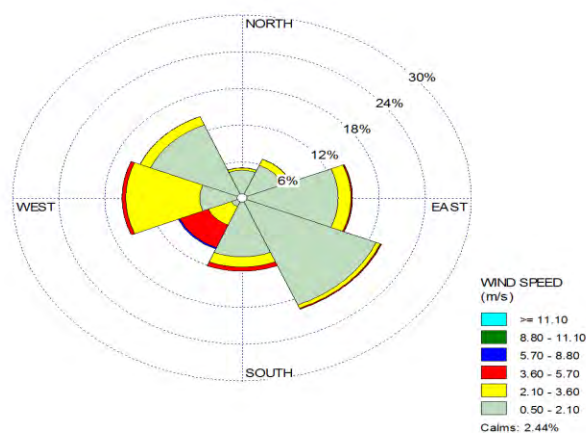


Ilustración 13. Rosa de viento
Fuente: Propia (Estudio Actual)

5.7.4 Humedad relativa

En la Ilustración 14 se presenta el comportamiento de la humedad relativa promedio registrada en la estación meteorológica. La variación de los promedios de humedad osciló entre el 61.08 % (valor mínimo) y el 74.01 % (valor máximo) donde se tuvo en promedio una humedad relativa de 66.94 %.

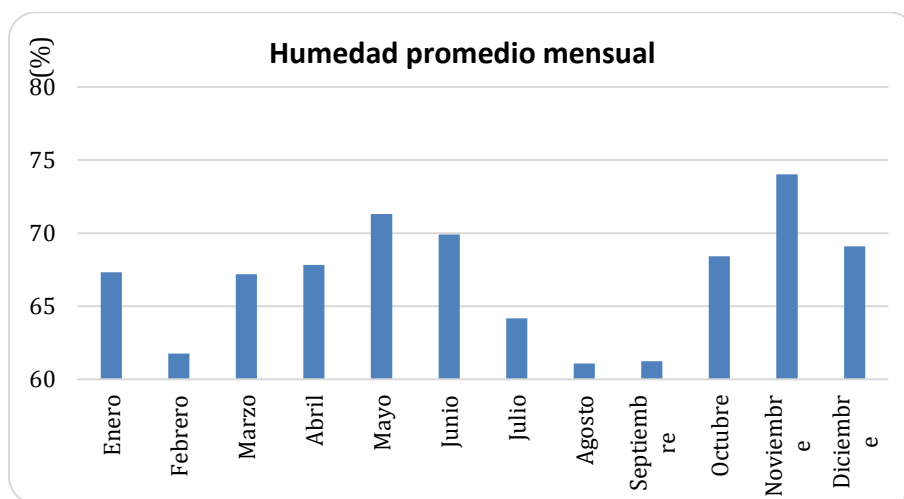


Ilustración 14. Humedad promedio mensual
Fuente: Propia (Estudio Actual)

5.7.5 Presión Barométrica

En la Ilustración 15 se presenta de manera gráfica el comportamiento de la presión barométrica promedio mensual registrada. La variación de los promedios de presión osciló entre un valor de 918.7 mbar, siendo el más bajo presentado durante el mes de abril y

920.08 mbar, siendo el valor de presión barométrica máximo, dado para el mes de mayo; el promedio durante el periodo de monitoreo fue de 919.43 mbar.

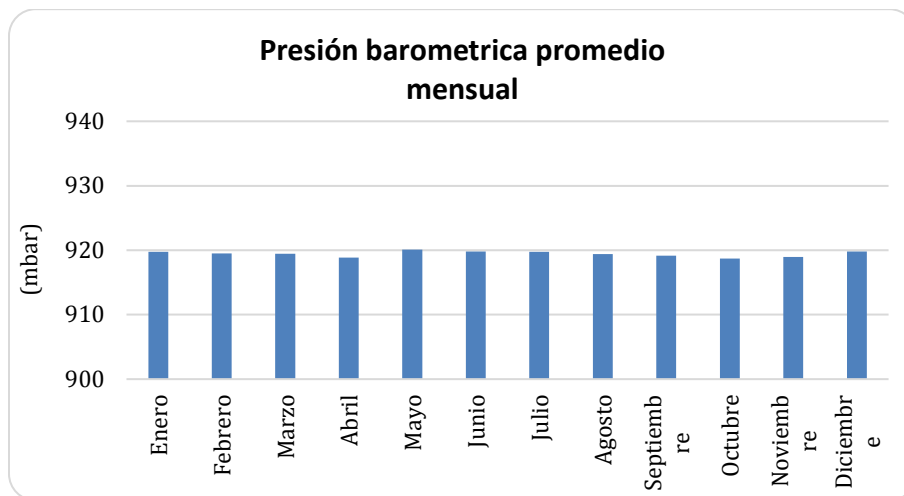


Ilustración 15. Presión barométrica mensual
Fuente: Propia (Estudio Actual)

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 ruido ambiental y se sintetiza en la siguiente tabla:

Tabla 19. 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:

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

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:

$$Y = \sigma_M = 0,5 \text{ [dB]}$$

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 acústica¹, 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

Dónde:

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:

$$U = k * u_c$$

Ecuación 9

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

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 20. Resultados de Incertidumbre Típica Combinada

| ZEA | U [dB] | | | |
|------|-------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|
| | INCERTIDUMBRE EXPANDIDA | | | |
| | ORDINARIO DIURNO | ORDINARIO NOCTURNO | DOMINICAL DIURNO | DOMINICAL NOCTURNO |
| ZEA1 | ±1.21 | ±1.58 | ±1.31 | ±1.23 |
| ZEA2 | ±1.34 | ±1.29 | ±1.48 | ±1.60 |
| ZEA3 | ±1.42 | ±1.24 | ±1.32 | ±1.36 |
| ZEA4 | ±1.23 | ±1.43 | ±1.24 | ±1.27 |
| ZEA5 | ±1.31 | ±1.50 | ±1.29 | ±1.28 |
| ZEA6 | ±1.38 | ±1.24 | ±1.32 | ±1.26 |

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 Cartago, 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 21.

Tabla 21 Puntos identificados para realizar aforos vehiculares

| N.º de Punto | Vía de aforo vehicular Cartago |
|--------------|--------------------------------|
| 1 | Cra. 2 Calle 35. |
| 2 | Calle 14 Cra 12. |
| 3 | Cra. 15 Transversal 7 |
| 4 | Cra. 6 Calle 12 |
| 5 | Cra. 22 Salida a Cali |
| 6 | Cra. 7 Calle 15 |
| 7 | Cra 5 Calle. 11 |
| 8 | Cra. 5N Calle 24 |

Fuente: Propia (Estudio Actual)

En la Ilustración 16 se muestran los puntos donde se ubicaron las cámaras de video para realizar los aforos vehiculares en Cartago.

El funcionamiento y la instalación de estas cámaras de video fueron definidos al inicio del proyecto, en donde se estimó una operación de grabación durante al menos 24 horas en cada punto. La información capturada fue utilizada para la determinación de los perfiles horarios en esas vías y posteriormente redistribuir en todo el municipio.

Adicional a estos aforos, se tuvieron en cuenta para los ajustes necesarios los aforos de 15 minutos que se realizaron al mismo tiempo que las mediciones de ruido ambiental.



Ilustración 16 Ubicación de cámaras de video para aforos vehiculares _ Cartago.
Fuente: Propia (Estudio Actual)

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

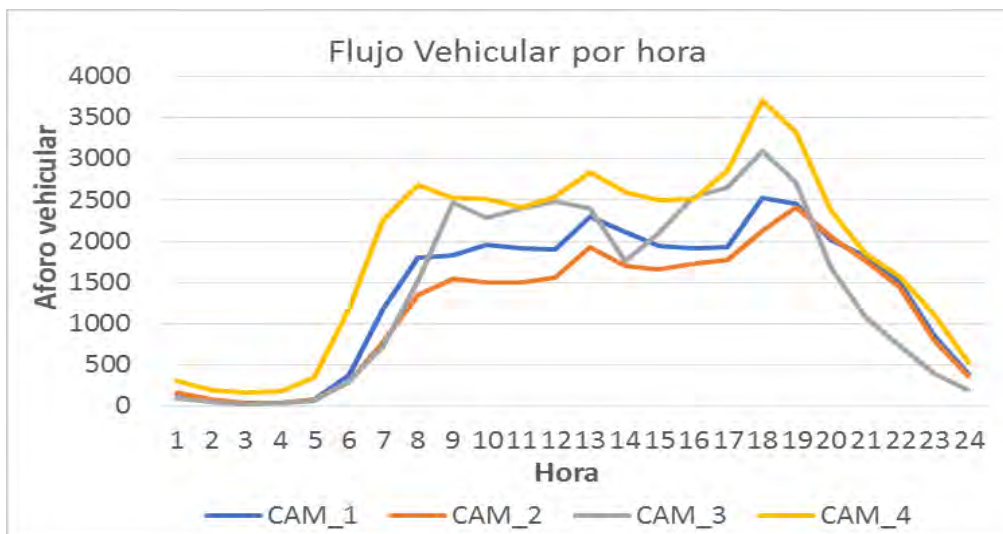


Ilustración 17. Flujo vehicular por hora en jornada Ordinaria
Fuente: Propia (Estudio Actual)

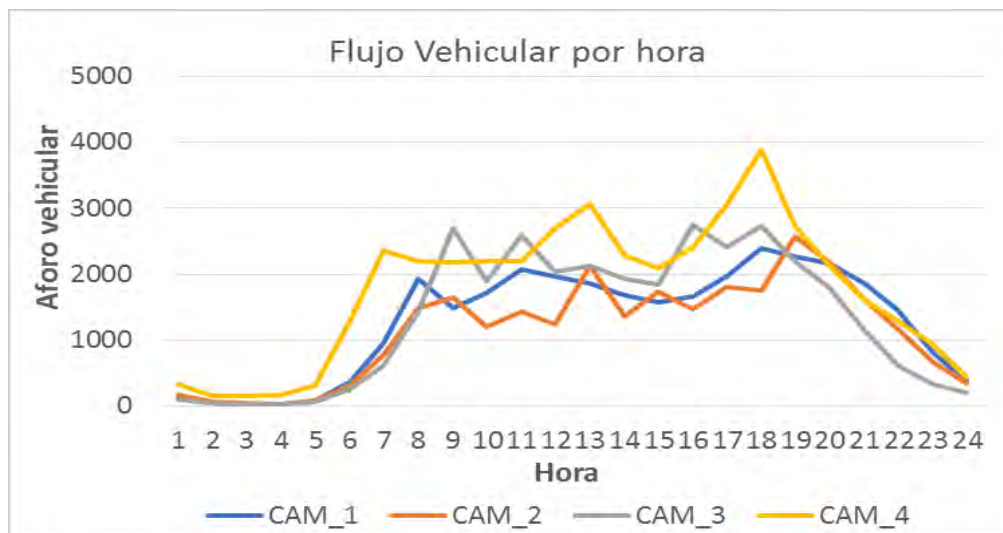


Ilustración 18. Flujo vehicular por hora en jornada Dominical
Fuente: Propia (Estudio Actual)

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 RUIDO

A continuación, se presentan los resultados de monitoreo de ruido ambiental y de emisión, cuyas mediciones fueron realizadas entre los meses de Junio y Julio de 2018.

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 ruido ambiental (véase Tabla 14).

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 ruido ambiental se realizaron en cinco (5) 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 C. Ruido intermedio restringido.

6.1.1.1 MEDICIONES JORNADA ORDINARIA

En la Tabla 22 y Tabla 23 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, donde considerando todos los puntos de monitoreo, se ve que durante el periodo diurno tan solo el 5.7 % de los puntos no registran correcciones de nivel por componentes tonales o impulsivas, el 14.3 % tuvo una corrección de 6 dBA y el 77 % de 3 dBA, donde se puede decir que en la mayoría de puntos se pudo percibir componentes tonales e impulsivos de manera neta.

Tabla 22. Consolidado de ruido ambiental ordinario diurno ZEA

| ZEA | Ordinario Diurno | | | |
|------|------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| | ID | LAeq,D [dBA] | Kt/Ki* [dBA] | LR Aeq,D [dBA] |
| ZEA1 | ZEA1PA1 | 69,6 | 0 | 69,6 |
| | ZEA1PA2 | 70,5 | 3 | 73,5 |
| | ZEA1PA3 | 68,5 | 0 | 68,5 |
| | ZEA1PA4 | 68,6 | 3 | 71,6 |
| | ZEA1PA5 | 67,8 | 6 | 73,8 |
| ZEA2 | ZEA2PA1 | 66,6 | 0 | 66,6 |
| | ZEA2PA2 | 65,8 | 3 | 68,8 |
| | ZEA2PA3 | 67,2 | 0 | 67,2 |
| | ZEA2PA4 | 67,8 | 0 | 67,8 |
| | ZEA2PA5 | 69,5 | 0 | 69,5 |
| ZEA3 | ZEA3PA1 | 63,5 | 3 | 66,5 |
| | ZEA3PA2 | 62,4 | 6 | 68,4 |
| | ZEA3PA3 | 62,4 | 6 | 68,4 |
| | ZEA3PA4 | 62,0 | 3 | 65,0 |
| | ZEA3PA5 | 62,2 | 3 | 65,2 |
| ZEA4 | ZEA4PA1 | 69,3 | 0 | 69,3 |
| | ZEA4PA2 | 70,2 | 3 | 73,2 |
| | ZEA4PA3 | 71,0 | 0 | 71,0 |
| | ZEA4PA4 | 71,8 | 0 | 71,8 |
| | ZEA4PA5 | 52,0 | 6 | 58,0 |
| ZEA5 | ZEA5PA1 | 71,2 | 3 | 74,2 |
| | ZEA5PA2 | 69,2 | 0 | 69,2 |
| | ZEA5PA3 | 67,4 | 0 | 67,4 |
| | ZEA5PA4 | 68,3 | 6 | 74,3 |
| | ZEA5PA5 | 65,1 | 3 | 68,1 |
| ZEA6 | ZEA6PA1 | 72,6 | 3 | 75,6 |
| | ZEA6PA2 | 72,8 | 3 | 75,8 |
| | ZEA6PA3 | 73,6 | 3 | 76,6 |
| | ZEA6PA4 | 75,0 | 3 | 78,0 |
| | ZEA6PA5 | 70,1 | 0 | 70,1 |

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

*Valor máximo obtenido entre los diferentes rangos de frecuencia

Tabla 23. Consolidado de ruido ambiental ordinario nocturno ZEA

| ZEA | Ordinario Nocturno | | | |
|------|--------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| | ID | LAeq,N [dBA] | Kt/Ki* [dBA] | LR Aeq,N [dBA] |
| ZEA1 | ZEA1PA1 | 61,9 | 3 | 64,9 |
| | ZEA1PA2 | 66,4 | 3 | 69,4 |
| | ZEA1PA3 | 67,7 | 3 | 70,7 |
| | ZEA1PA4 | 67,2 | 3 | 70,2 |
| | ZEA1PA5 | 68,1 | 0 | 68,1 |
| ZEA2 | ZEA2PA1 | 69,3 | 0 | 69,3 |
| | ZEA2PA2 | 66,0 | 0 | 66,0 |

| ZEA | Ordinario Nocturno | | | |
|------|--------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| | ID | LAeq,N [dBA] | Kt/Ki* [dBA] | LRAeq,N [dBA] |
| | ZEA2PA3 | 65,1 | 0 | 65,1 |
| | ZEA2PA4 | 62,1 | 3 | 65,1 |
| | ZEA2PA5 | 62,4 | 0 | 62,4 |
| ZEA3 | ZEA3PA1 | 57,2 | 6 | 63,2 |
| | ZEA3PA2 | 62,5 | 6 | 68,5 |
| | ZEA3PA3 | 74,2 | 0 | 74,2 |
| | ZEA3PA4 | 63,7 | 3 | 66,7 |
| | ZEA3PA5 | 63,3 | 3 | 66,3 |
| ZEA4 | ZEA4PA1 | 64,1 | 0 | 64,1 |
| | ZEA4PA2 | 67,2 | 3 | 70,2 |
| | ZEA4PA3 | 65,9 | 3 | 68,9 |
| | ZEA4PA4 | 73,6 | 0 | 73,6 |
| | ZEA4PA5 | 69,7 | 3 | 72,7 |
| ZEA5 | ZEA5PA1 | 64,8 | 6 | 70,8 |
| | ZEA5PA2 | 66,5 | 0 | 66,5 |
| | ZEA5PA3 | 64,0 | 3 | 67,0 |
| | ZEA5PA4 | 63,7 | 3 | 66,7 |
| | ZEA5PA5 | 62,7 | 0 | 62,7 |
| ZEA6 | ZEA6PA1 | 72,4 | 3 | 75,4 |
| | ZEA6PA2 | 68,2 | 6 | 74,2 |
| | ZEA6PA3 | 72,0 | 3 | 75,0 |
| | ZEA6PA4 | 63,3 | 0 | 63,3 |
| | ZEA6PA5 | 68,6 | 0 | 68,6 |

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

*Valor máximo obtenido entre los diferentes rangos de frecuencia

Con relación a los ajustes en el nivel sonoro con relación a la percepción de componentes tonales o impulsivas al momento de las mediciones, se puede ver por medio de la Tabla 22 y Tabla 23 que durante el periodo diurno ordinario se tiene en el 43.3 % de los puntos de medición una corrección de 3 dBA, en el 16.6 % una corrección de 6 dBA y sin ajustes en el 40 % de los puntos. Por otra parte, se realizan ajustes de 3dBA durante la noche en el 46.7 % de los puntos monitoreados, 6 dBA en el 13.3 % y ningún tipo de ajuste en el 40 % de los demás puntos.

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

(Espacio intencionalmente en Blanco)

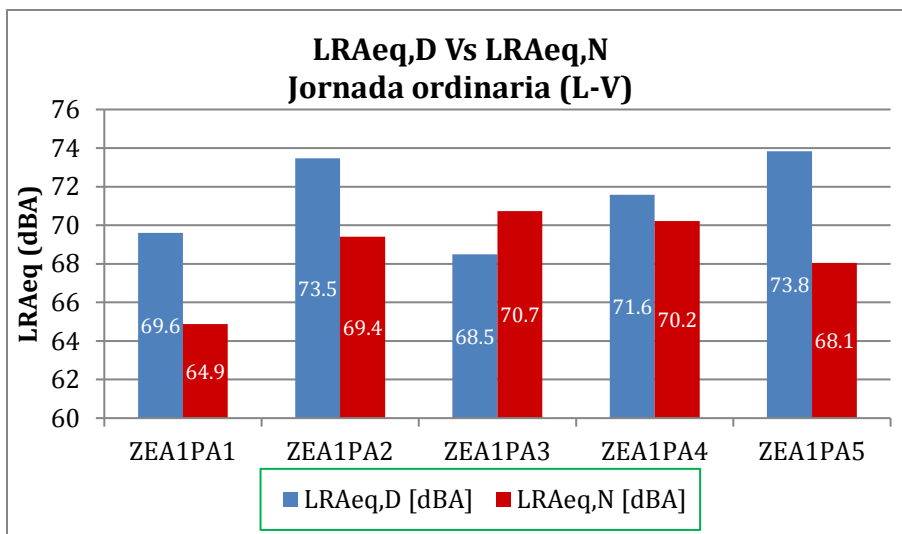


Ilustración 19. Niveles de ruido ambiental ZEA1 jornada ordinaria
Fuente: Propia (estudio actual)

En la Ilustración 19 se puede observar que durante la jornada ordinaria, los niveles de presión sonora se mantienen constantes en 4 de los 5 puntos durante la noche, en donde tan solo en el punto 1 se registran valores inferiores en comparación con los dados en términos generales dentro de la zona de especial atención uno, ya que se registran un valor de 64.9 dBA. Se puede apreciar que en el 80 % de los puntos de análisis se disminuyó el nivel de presión sonora en la jornada de la noche, en especial en el punto 5 donde se disminuye en 5.7 dBA; por otro lado, en el punto 3 se aprecia un incremento en el nivel sonoro, en el que se alcanzan el valor más alto durante el periodo nocturno, con un valor de 70,7 dBA.

Durante la jornada diurna es posible ver valores más variados que durante la jornada del día, en el que se tienen unos niveles que oscilan entre un valor de 68.5 dBA para el punto 3, siendo este el valor mínimo de ruido en este periodo dentro de ZEA 1, hasta un valor máximo de 73.8 dBA, viéndose en el punto 5, en gran medida al incremento en el nivel sonoro gracias a la interacción con fuentes tonales e impulsivas, ya que es el único punto que presenta una corrección de 6 dBA en su nivel registrado en este periodo del día.

En la Ilustración 20, se puede observar que el nivel de presión sonora durante la noche para el 60 % de los puntos de medición permanece dentro de un rango estrecho (65.1 dBA ~ 66 dBA), es decir, no se encuentran diferencias significativas a lo largo de la ZEA 2 en la mayor parte de los puntos, sin embargo, en este periodo de la noche tan solo se presenta un incremento en el punto 1, pasando de un valor de 66.6 dBA en el día a uno de 69.3 dBA en la noche, lo que hace de este punto el más afectado por ruido en esta jornada.

En el horario nocturno se puede visualizar el mismo comportamiento visto que en la ZEA 1, en el que el 80 % de los puntos de medición disminuyo sus niveles sonoros, en especial en el punto 5, donde se obtiene el nivel de ruido más bajo dentro de la jornada, alcanzando un valor de 62.4 dBA; en este punto también se registra el valor máximo para

ruido ambiental durante la jornada diurna en especial por el uso de herramientas en una obra de construcción cercana.

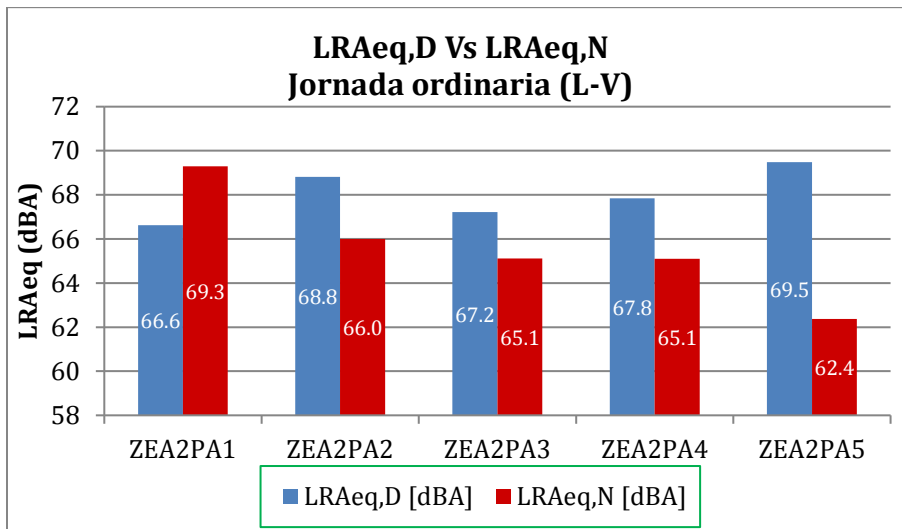


Ilustración 20. Niveles de ruido ambiental ZEA2 jornada ordinaria
Fuente: Propia (estudio actual)

En términos generales se tiene durante la jornada diurna un valor promedio de 68.1 dBA entre puntos de medición, lo cual es 3.8 dBA inferior al visto en la ZEA 1. También se puede ver una disminución en general de 1.9 dBA en el periodo nocturno entre los puntos de monitoreo de la ZEA 2. Esta zona de especial atención no presenta afectación por fuentes impulsivas o tonales las cuales influyan de manera negativa incrementando el nivel sonoro, ya que tan solo durante el periodo diurno se percibe un aporte de 3 dBA en el punto 2, mientras que en la noche sucede el mismo comportamiento en el punto 4.

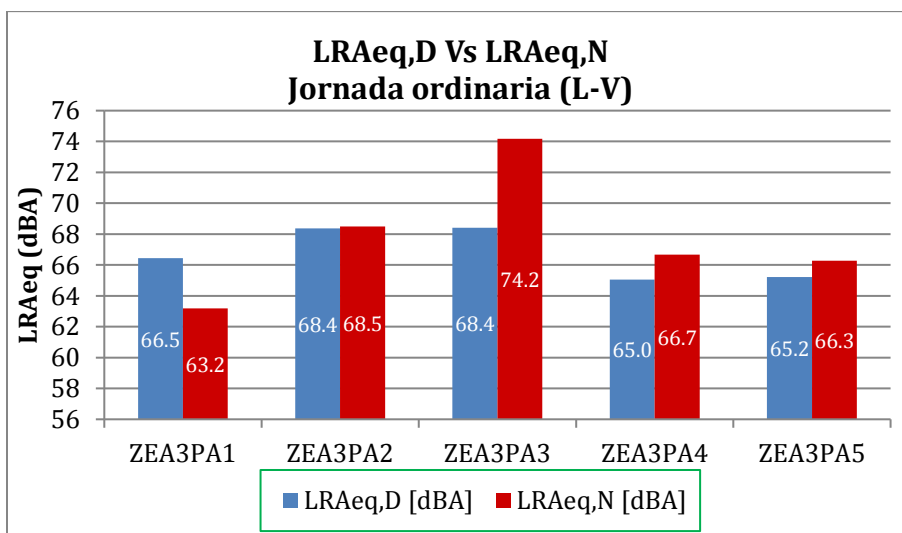


Ilustración 21. Niveles de ruido ambiental ZEA3 jornada ordinaria
Fuente: Propia (estudio actual)

En la zona de especial atención tres (3) se puede observar gran homogeneidad en el nivel de ruido medido dentro del punto 2, ya que se tuvo un incremento mínimo de 0.1 dBA para la jornada de la noche; periodo en el cual el nivel de ruido se incrementa en el 80 % de los puntos de medición; donde tan solo en el punto 1 se presenta una disminución de 3.3 dBA. En el punto 3 se tiene durante el día un nivel sonoro igual al visto en el punto ZEA3PA2, mientras que durante la noche se presenta un comportamiento aislado en comparación con los demás puntos de estudio, en el cual se incrementa considerablemente el nivel sonoro, pasando de un valor de 68.4 dBA en el día a uno de 74.2 dBA durante la noche, siendo el valor más elevado para ambos periodos, en gran medida dado por el funcionamiento de establecimientos nocturnos, los cuales utilizan música amplificada en este periodo del día, como lo son La cava bar, Blue bar y Java; en este punto no se realizan correcciones de nivel en este periodo de monitoreo, en donde se puede afirmar que el nivel registrado es constante durante la jornada.

Teniendo en cuenta los promedios en el nivel sonoro entre puntos de monitoreo en cada uno de los periodos de medición, se tiene para el día un valor general de 66.9 dBA y para la noche de 69.5 dBA; valor que es superior dado al comportamiento visto previamente en el punto 3. En general registra durante el día el promedio más bajo dentro del estudio de ruido, considerando las seis zonas de especial atención; periodo en el cual se registran ajustes en el nivel de ruido de 3 dBA en el 60 % de los puntos y de 6 dBA haciendo referencia a una percepción fuerte de componentes impulsivas o tonales en el 40 % de los puntos de medición, donde se encuentran los puntos 2 y 3.

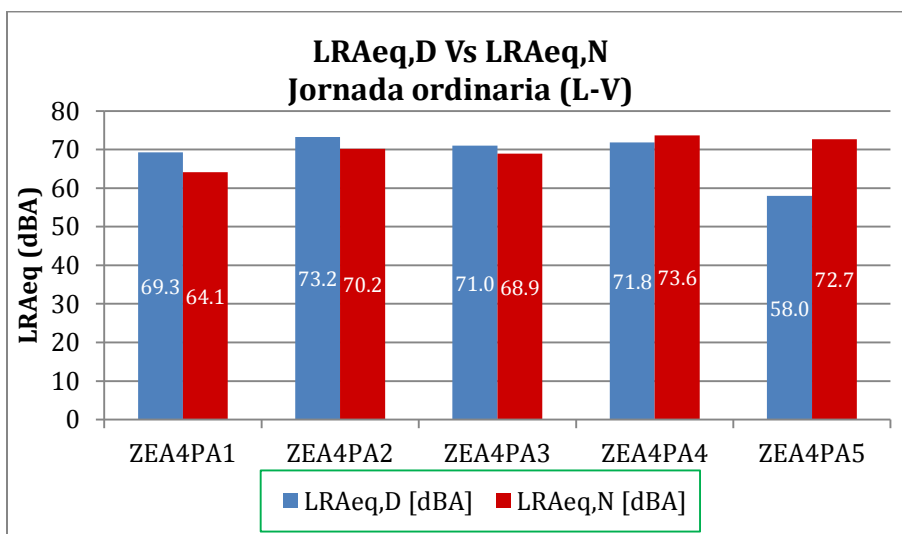


Ilustración 22. Niveles de ruido ambiental ZEA4 jornada ordinaria
Fuente: Propia (estudio actual)

En la Ilustración 22 se pueden visualizar los niveles de presión sonora con referencia al ruido ambiente que hay en los cinco (5) puntos de monitoreo durante la jornada completa dentro de la zona de especial atención cuatro (4), en el que se tienen unos niveles de ruido bastante homogéneos entre puntos y jornadas de medición, donde se disminuye el nivel sonoro en los 3 primeros puntos de medición para la jornada de la noche,

alcanzando un nivel mínimo de 64.1 dBA visto en el punto ZEA4PA1. Por otra parte, se aprecia durante el día un nivel mínimo de 68 dBA en el punto 5; lugar donde se dieron las máximas variaciones en el nivel sonoro, ya que se incrementa en 4.7 dBA el nivel para la jornada de la noche, en especial por el funcionamiento de establecimientos de entretenimiento nocturno cercanos, como los son el bar Channel y Micheladas de Leo.

En términos generales se tiene en promedio un valor de 70.6 dBA para el periodo diurno y de 71 dBA para el periodo nocturno entre puntos de monitoreo, donde sobresale el punto 5 que es donde se da el nivel más elevado de ruido, con un valor de 73.2 dBA durante la jornada diurna, con un valor de 73.2 dBA,

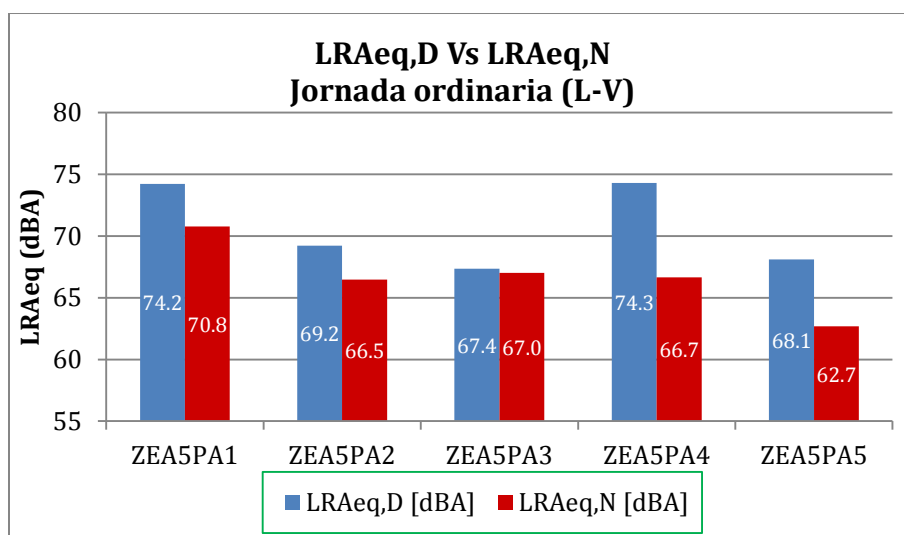


Ilustración 23. Niveles de ruido ambiental ZEA5 jornada ordinaria

Fuente: Propia (estudio actual)

Por medio de la Ilustración 23 se puede apreciar los niveles de presión sonora correspondientes al ruido ambiental presente en los diferentes puntos de monitoreo de la zona de especial atención cinco (5) durante ambos periodos de medición, en donde se tienen niveles superiores para todos los puntos durante el periodo diurno, con un valor promedio entre ellos de 71.7 dBA, en el que por un lado se aprecian valores de ruido similares entre los puntos 1 y 4, siendo estos los puntos más críticos de ruido durante el periodo diurno, alcanzando un nivel máximo de 74.3 dBA, valor que incrementa debido también al aporte de fuentes sonoras tonales o impulsivas, las cuales aportan una percepción fuerte de 6 dBA al nivel registrado ; por otro lado entre los puntos 2, 3 y 5 se tienen valores similares con variaciones que no superan los 1.8 dBA.

Se pueden identificar como fuentes sonoras comunes durante el día el tráfico rodado mixto por la transversal 17, el ruido proveniente de actividades religiosas, deportivas y de talleres de soldadura dentro del sector de análisis, mientras que durante la noche, a pesar de que disminuyeron en general los niveles de ruido, pasando a un nivel general promedio de 67.5 dBA, se tiene gran presencia de establecimientos en esta jornada, donde se logran identificar lugares con uso de música amplificada como lo son los bares de la zona, tales como el bar Copacabana, La farra, Pa'donde dianis y Lorens bar.

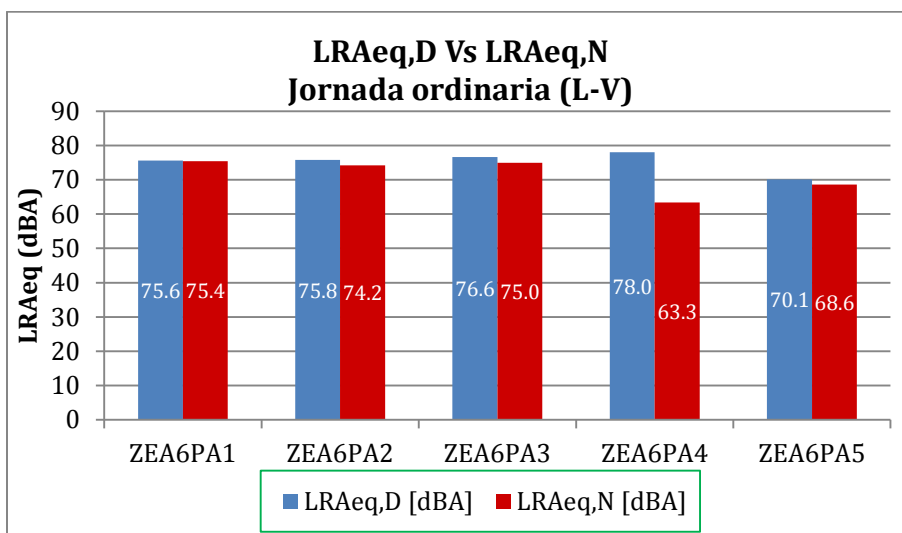


Ilustración 24. Niveles de ruido ambiental ZEA6 jornada ordinaria
Fuente: Propia (estudio actual)

Los resultados de la medición de ruido ambiental en la ZEA 6 se muestran en la Ilustración 24, en la cual se distingue que la mayoría de los puntos presentan niveles de presión sonora similares, con poca variación en jornadas de medición y entre los periodos del día y de la noche, donde se pueden apreciar unos niveles sonoros inferiores de ruido en el 100 % de puntos de monitoreo durante la noche, sobresaliendo el punto ZEA6PA4 al registrar el menor nivel sonoro, con un valor de 63.3 dBA; a su vez, durante el periodo diurno, el punto ZEA6PA5 registra los valores más bajos de ruido, con un valor de 70.1 dBA, donde se alcanza a percibir en su mayor parte el ruido de la música de un amplificador cercano y del tráfico rodado de la calle 10. Existe una diferencia máxima entre puntos de monitoreo de 7.9 dBA en el día y de 12.1 dBA en la noche, donde el punto ZEA6PA4 obtuvo los valores más elevados de ruido en la jornada diurna, alcanzando un valor de 78 dBA, mientras que en el periodo nocturno, el punto ZEA6PA1 registro el nivel más alto de ruido, con un valor de 75.4 dBA.

Comparando los niveles sonoros promedios dados en cada una de las zonas de especial atención, se puede ver que la ZEA6 presenta los niveles más elevados de ruido, ya que registro en general un valor de 75.9 dBA en jornada diurna y de 73.1 dBA en jornada nocturna, en gran medida gracias a que se encuentran inmersas fuentes sonoras de tipo industrial y de servicios, como plantas de combustible, carpinterías, montallantas, restaurantes, centros turísticos, estancos y parqueaderos, los cuales tienen mayor actividad en ambos periodos del día, en especial durante el diurno.

En la Tabla 24 y Tabla 25 se comparan los resultados corregidos del nivel de presión sonora equivalente ponderado A total (L_{Aeq}) mostrado anteriormente con los valores máximos establecidos en la Resolución 627 de 2006 para el uso del suelo clasificado.

Tabla 24. Resultados RA - Ordinario diurno ZEA

| ZEA | Ordinario Diurno | | | |
|------|------------------|------------------|--------------------|--------------------------------|
| | ID | LRAeq,D [dBA] | Máx** 627 [dBA] | Nivel de Sobrepaso [dBA] |
| ZEA1 | ZEA1PA1 | 69,61 | 70 | - |
| | ZEA1PA2 | 73,46 | 75 | - |
| | ZEA1PA3 | 68,50 | 75 | - |
| | ZEA1PA4 | 71,57 | 70 | 1,6 |
| | ZEA1PA5 | 73,84 | 75 | - |
| ZEA2 | ZEA2PA1 | 66,62 | 75 | - |
| | ZEA2PA2 | 68,82 | 75 | - |
| | ZEA2PA3 | 67,22 | 75 | - |
| | ZEA2PA4 | 67,84 | 70 | - |
| | ZEA2PA5 | 69,49 | 75 | - |
| ZEA3 | ZEA3PA1 | 66,45 | 70 | - |
| | ZEA3PA2 | 68,36 | 75 | - |
| | ZEA3PA3 | 68,41 | 70 | - |
| | ZEA3PA4 | 65,04 | 70 | - |
| | ZEA3PA5 | 65,23 | 70 | - |
| ZEA4 | ZEA4PA1 | 69,29 | 70 | - |
| | ZEA4PA2 | 73,22 | 75 | - |
| | ZEA4PA3 | 70,98 | 75 | - |
| | ZEA4PA4 | 71,81 | 70 | 1,8 |
| | ZEA4PA5 | 57,99 | 75 | - |
| ZEA5 | ZEA5PA1 | 74,22 | 70 | 4,2 |
| | ZEA5PA2 | 69,21 | 70 | - |
| | ZEA5PA3 | 67,36 | 70 | - |
| | ZEA5PA4 | 74,30 | 70 | 4,3 |
| | ZEA5PA5 | 68,11 | 70 | - |
| ZEA6 | ZEA6PA1 | 75,61 | 75 | 0,6 |
| | ZEA6PA2 | 75,84 | 75 | 0,8 |
| | ZEA6PA3 | 76,61 | 75 | 1,6 |
| | ZEA6PA4 | 78,04 | 75 | 3,0 |
| | ZEA6PA5 | 70,10 | 75 | - |

Fuente: Propia (Estudio actual)

* Estándar Máximo Permissible según Resolución 627 de 2006

Tabla 25. Resultados RA - Ordinario nocturno ZEA

| ZEA | Ordinario Nocturno | | | |
|------|--------------------|------------------|--------------------|--------------------------------|
| | ID | LRAeq,N [dBA] | Máx** 627 [dBA] | Nivel de Sobrepaso [dBA] |
| ZEA1 | ZEA1PA1 | 64,87 | 55 | 9,87 |
| | ZEA1PA2 | 69,41 | 70 | - |
| | ZEA1PA3 | 70,72 | 70 | 0,72 |
| | ZEA1PA4 | 70,22 | 55 | 15,22 |
| | ZEA1PA5 | 68,05 | 70 | - |
| ZEA2 | ZEA2PA1 | 69,29 | 70 | - |
| | ZEA2PA2 | 66,01 | 70 | - |
| | ZEA2PA3 | 65,11 | 70 | - |
| | ZEA2PA4 | 65,10 | 55 | 10,10 |

| ZEA | Ordinario Nocturno | | | |
|------|--------------------|------------------------------|--------------------|--------------------------------|
| | ID | LR _{Aeq,N} [dBA] | Máx** 627 [dBA] | Nivel de Sobrepaso [dBA] |
| | ZEA2PA5 | 62,37 | 70 | - |
| ZEA3 | ZEA3PA1 | 63,19 | 55 | 8,19 |
| | ZEA3PA2 | 68,50 | 70 | - |
| | ZEA3PA3 | 74,18 | 55 | 19,18 |
| | ZEA3PA4 | 66,67 | 55 | 11,67 |
| | ZEA3PA5 | 66,28 | 55 | 11,28 |
| ZEA4 | ZEA4PA1 | 64,14 | 55 | 9,14 |
| | ZEA4PA2 | 70,17 | 70 | 0,17 |
| | ZEA4PA3 | 68,90 | 70 | - |
| | ZEA4PA4 | 73,63 | 55 | 18,63 |
| | ZEA4PA5 | 72,70 | 70 | 2,70 |
| ZEA5 | ZEA5PA1 | 70,76 | 55 | 15,76 |
| | ZEA5PA2 | 66,47 | 55 | 11,47 |
| | ZEA5PA3 | 67,02 | 55 | 12,02 |
| | ZEA5PA4 | 66,65 | 55 | 11,65 |
| | ZEA5PA5 | 62,68 | 55 | 7,68 |
| ZEA6 | ZEA6PA1 | 75,39 | 70 | 5,39 |
| | ZEA6PA2 | 74,18 | 70 | 4,18 |
| | ZEA6PA3 | 74,98 | 70 | 4,98 |
| | ZEA6PA4 | 63,35 | 70 | - |
| | ZEA6PA5 | 68,62 | 70 | - |

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

* Estándar Máximo Permisible según Resolución 627 de 2006

En las tablas anteriores se evidencia durante el periodo diurno que la mayoría de los puntos de medición se encuentran por debajo a los límites establecidos por la normativa de ruido ambiental en decibeles ponderados A, referente al 73.4 % de puntos de medición, donde la ZEA 6 manifiesta el mayor porcentaje de incumplimiento, con un valor del 80 %; por otro lado, se puede ver que se presenta igual incumplimiento de la norma tanto para el subsector industrial como el comercial, con un porcentaje del 13.3 % para cada uno de ellos.

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 24 y Tabla 25, donde se consideran los niveles sonoros corregidos por cada zona de especial atención y así determinar el porcentaje de cumplimiento en cada una de ellas.

(Espacio intencionalmente en Blanco)

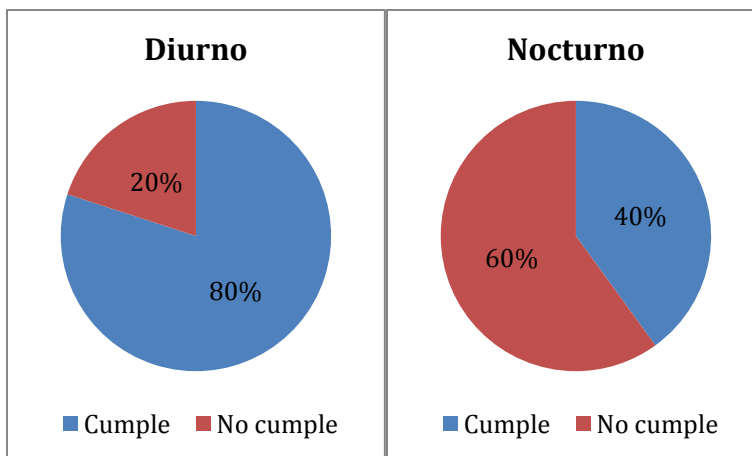


Ilustración 25. Porcentaje de cumplimiento ZEA1 jornada ordinaria
Fuente: Propia (estudio actual)

La zona de especial atención ZEA 1 cumple con los estándares dados por la Resolución 627 de 2006 en un 80 % para el horario diurno, sobresaliendo el ZEA1PA3 al registrar el nivel sonoro más bajo, con un valor de 68.5 dBA, mientras que para el horario nocturno se registra la mitad del cumplimiento visto durante el día, es decir que se cumple en un 40 % con unos niveles por debajo a los límites máximos establecidos como límites máximos establecidos para un sector de ruido intermedio restringido, dado en los puntos 2 y 5, siguiendo un nivel por debajo a los 55 dBA para sector comercial.

De acuerdo con la Tabla 24, el punto ZEA1PA4 registro la mayor excedencia durante el periodo diurno, con un valor excedido de 1.6 dBA, sin embargo, el nivel de sobrepaso nocturno promedio fue del 40 %, en el que el punto 4 manifiesta el nivel más afectado por ruido, en el que tiene un excedente en el nivel sonoro de 15.2 dBA en este mismo punto de monitoreo (véase Tabla 25), lo que representa un nivel de exceso significativamente alto teniendo en cuenta que este punto de medición corresponden a zonas comerciales.

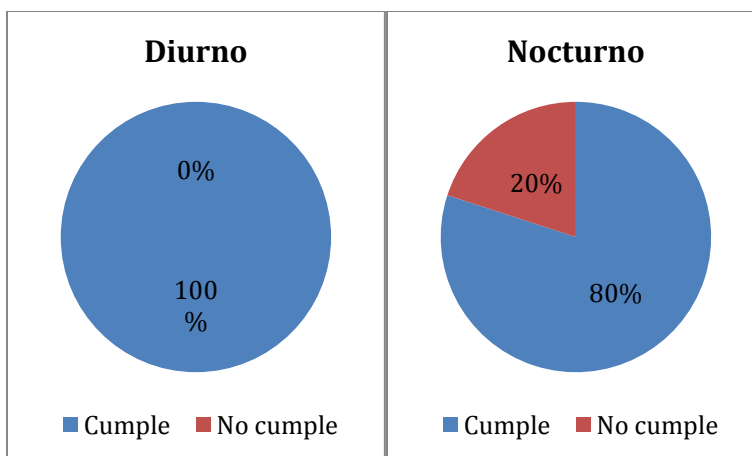


Ilustración 26. Porcentaje de cumplimiento ZEA2 jornada ordinaria
Fuente: Propia (estudio actual)

En la figura anterior se evidencia el porcentaje de cumplimiento con relación a la ZEA 2 en todos sus cinco puntos de medición, en donde se aprecia que el 100% de los puntos medidos cumplen con la normativa nacional para el horario diurno, en el que el 80 % pertenecen al subsector industrial y el 20 % restante a subsector comercial. Ya para el periodo nocturno, se puede ver que el punto 4 excede en 10 dBA a los límites máximos para ruido ambiental, con lo cual se tiene un porcentaje de cumplimiento del 80 %, con un valor para la noche de 65.1 dBA.

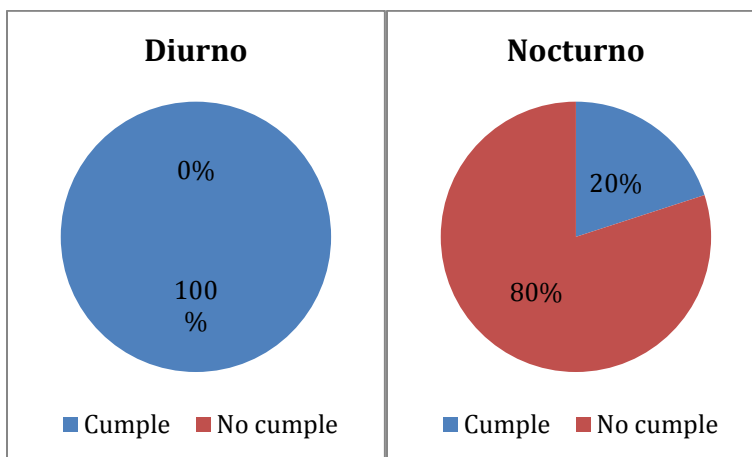


Ilustración 27. Porcentaje de cumplimiento ZEA3 jornada ordinaria
Fuente: Propia (estudio actual)

Los resultados de la ZEA 3 se presentan en la Ilustración 27, en la cual se observa el mismo comportamiento visto que en la zona de especial atención 2, en la que todos los puntos de medición registran valores que se acogen a los establecidos en la normativa de ruido ambiental con relación a la jornada diurna, en la que el 80 % de los puntos pertenecen a un sector de uso comercial y el 20 % al industrial, con lo cual se discrimina según su restricción de nivel bajo la norma 0627 de 2006.

Durante la jornada diurna se tiene unos valores que oscilan entre el 65 dBA para el punto 4, hasta un valor de 68.41 dBA registrado en el punto 3, los cuales se encuentran por debajo de los 70 dBA, valor que es el más restrictivo dentro de la ZEA 3. En la noche se puede ver una excedencia promedio de 12.6 dBA, en especial por el punto ZEA3PA3, el cual registra un valor de 74.18 dBA, excediendo su nivel en 19.2 dBA.

(Espacio intencionalmente en Blanco)

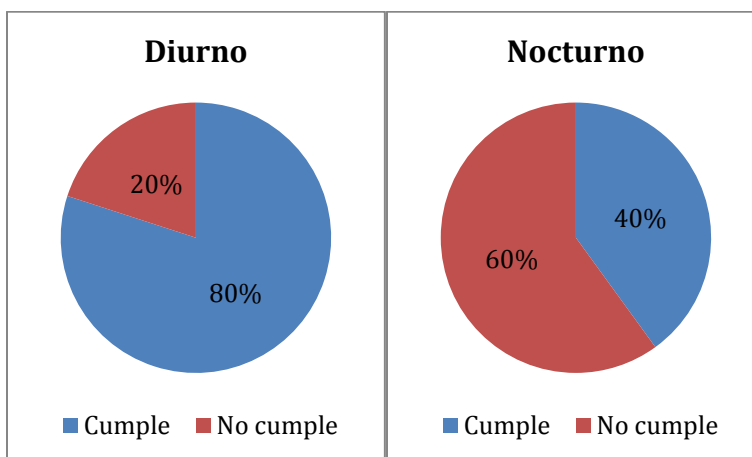


Ilustración 28. Porcentaje de cumplimiento ZEA4 jornada ordinaria
Fuente: Propia (estudio actual)

Los porcentajes de cumplimiento acerca de la ZEA 4 se pueden visualizar en la Ilustración 28, donde se puede apreciar el mismo comportamiento con relación al ruido ambiental visto durante ambos periodos de medición en la ZEA 1, donde se tiene un porcentaje de cumplimiento general para la zona del 80 %, en donde tan solo en el punto 4 se tuvo una excedencia mínima de 1.8 dBA, con relación al límite máximo de 70 dBA para el uso de suelo comercial.

Con respecto al periodo nocturno, se puede ver la mitad del cumplimiento con respecto al periodo diurno, en el que se tiene una excedencia promedio de 10.2 dBA, donde sobresalen los puntos 4 y 5, al registrar la mayor y menor excedencia de la zona. En general se presenta en la noche un porcentaje de cumplimiento del 40 %.

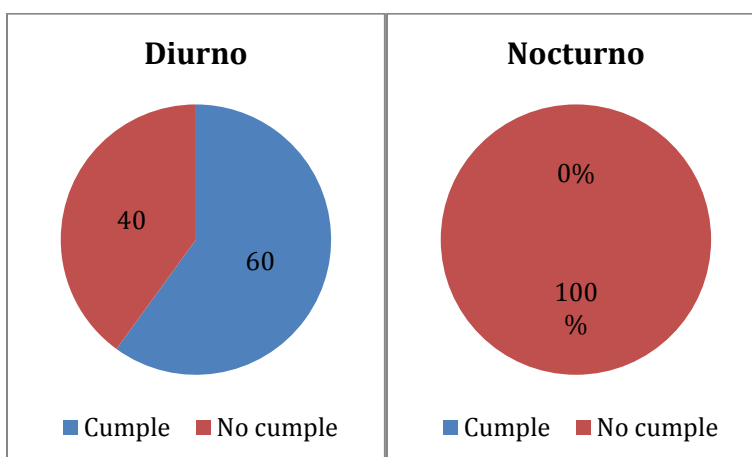


Ilustración 29. Porcentaje de cumplimiento ZEA5 jornada ordinaria
Fuente: Propia (estudio actual)

Los resultados para la zona de especial atención 5 se muestran en la anterior ilustración, donde se tiene un cumplimiento del 60 % de la zona, referente a los puntos 2, 3 y 5 de

medición; se tiene una excedencia promedio entre los puntos 1 y 4 de 4.2 dBA, los cuales superan un nivel de 70 dBA dado para el subsector comercial.

Por otra parte, durante la jornada ordinaria nocturna se presenta un incumplimiento de la norma de ruido ambiental en un 100 % de los puntos de medición, ya que en todos los cinco casos se supera un valor de 55 dBA, propuesto para un subsector comercial. En general el punto con más excedencias fue el punto 1, con una excedencia de 15,8 dBA, en la cual se puede decir que la ZEA 5 es la que más incumple durante la jornada ordinaria nocturna dentro del análisis, ya que se tienen niveles sonoros entre un valor mínimo de 62.68 dBA para el punto 5, hasta un valor de 70.76 dado para el punto 1, el cual presenta la mayor excedencia.

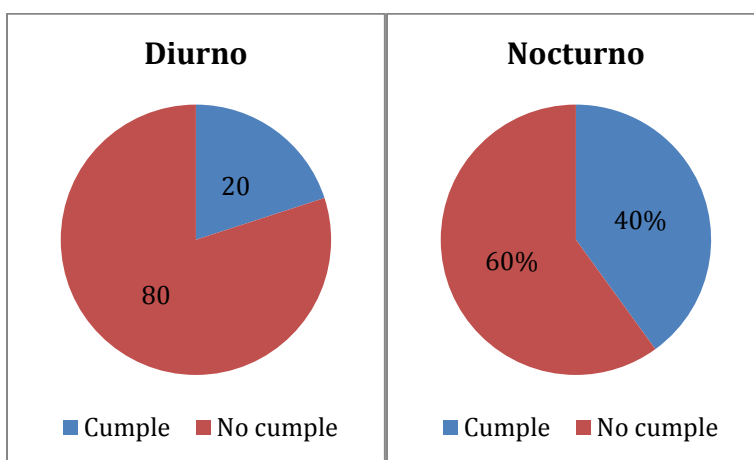


Ilustración 30. Porcentaje de cumplimiento ZEA6 jornada ordinaria
Fuente: Propia (estudio actual)

En la Ilustración 30 se observa que en la ZEA 6 el 20% cumple con los niveles dados por la norma durante la jornada diurna, este porcentaje corresponde a los puntos 1, 2, 3 y 4, los cuales exceden en promedio un valor de 1.5 dBA en su nivel sonoro. Por otro lado si se considerara dentro del análisis el valor de incertidumbre asociado al proceso de medición, se podría afirmar que se tendría un cumplimiento del 60 %, manifestando unos niveles sonoros adecuados, estando en un valor cercano a los 75 dBA. El punto que presenta las mayores excedencias durante el periodo diurno es el punto 4, con un valor de 78.04 dBA, registrando un valor 3 dBA por encima al establecido para un subsector industrial. Se puede afirmar que en general ZEA 6 es la que menor porcentaje de cumplimiento registra en comparación con las otras zonas de especial atención dentro del análisis.

Haciendo referencia al horario de medición nocturna, se presenta el mismo comportamiento visto anteriormente en las ZEA 1 y ZEA 4, en donde se tiene un porcentaje de cumplimiento del 40 %, siendo este valor 20 % mayor al visto durante el periodo diurno. Se presenta en promedio una excedencia de 4.9 dBA, donde sobresalen los puntos 3 y 2 al registrar la mayor y menor excedencia de la zona.

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 26 y Tabla 27 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 26. Consolidado de ruido ambiental dominical diurno ZEA

| ZEA | Dominical Diurno | | | |
|------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| | ID | LAeq,D [dBA] | Kt/Ki* [dBA] | LRAeq,D [dBA] |
| ZEA1 | ZEA1PA1 | 68,9 | 0 | 68,9 |
| | ZEA1PA2 | 67,8 | 6 | 73,8 |
| | ZEA1PA3 | 71,6 | 3 | 74,6 |
| | ZEA1PA4 | 70,6 | 0 | 70,6 |
| | ZEA1PA5 | 70,1 | 0 | 70,1 |
| ZEA2 | ZEA2PA1 | 67,5 | 3 | 70,5 |
| | ZEA2PA2 | 66,5 | 0 | 66,5 |
| | ZEA2PA3 | 67,2 | 0 | 67,2 |
| | ZEA2PA4 | 68,1 | 0 | 68,1 |
| | ZEA2PA5 | 68,4 | 0 | 68,4 |
| ZEA3 | ZEA3PA1 | 51,2 | 6 | 57,2 |
| | ZEA3PA2 | 57,2 | 3 | 60,2 |
| | ZEA3PA3 | 59,0 | 0 | 59,0 |
| | ZEA3PA4 | 62,8 | 6 | 68,8 |
| | ZEA3PA5 | 61,6 | 0 | 61,6 |
| ZEA4 | ZEA4PA1 | 67,6 | 0 | 67,6 |
| | ZEA4PA2 | 71,8 | 3 | 74,8 |
| | ZEA4PA3 | 68,3 | 0 | 68,3 |
| | ZEA4PA4 | 69,7 | 0 | 69,7 |
| | ZEA4PA5 | 67,9 | 6 | 73,9 |
| ZEA5 | ZEA5PA1 | 61,6 | 6 | 67,6 |
| | ZEA5PA2 | 67,2 | 3 | 70,2 |
| | ZEA5PA3 | 68,2 | 3 | 71,2 |
| | ZEA5PA4 | 65,9 | 3 | 68,9 |
| | ZEA5PA5 | 61,9 | 3 | 64,9 |
| ZEA6 | ZEA6PA1 | 68,6 | 3 | 71,6 |
| | ZEA6PA2 | 71,4 | 3 | 74,4 |
| | ZEA6PA3 | 69,5 | 3 | 72,5 |
| | ZEA6PA4 | 71,1 | 0 | 71,1 |
| | ZEA6PA5 | 68,8 | 3 | 71,8 |

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

*Valor máximo obtenido entre los diferentes rangos de frecuencia

Tabla 27. Consolidado de ruido ambiental dominical nocturno ZEA

| ZEA | Dominical Nocturno | | | |
|------|--------------------|-----------------|-----------------|------------------------------|
| | ID | LAeq,N [dBA] | Kt/Ki* [dBA] | LR _{Aeq,N} [dBA] |
| ZEA1 | ZEA1PA1 | 70,1 | 0 | 70,1 |
| | ZEA1PA2 | 69,6 | 0 | 69,6 |
| | ZEA1PA3 | - | - | - |
| | ZEA1PA4 | 69,0 | 0 | 69,0 |
| | ZEA1PA5 | - | - | - |
| ZEA2 | ZEA2PA1 | 67,1 | 0 | 67,1 |
| | ZEA2PA2 | 69,5 | 0 | 69,5 |
| | ZEA2PA3 | 65,3 | 0 | 65,3 |
| | ZEA2PA4 | 65,2 | 0 | 65,2 |
| | ZEA2PA5 | 64,8 | 3 | 67,8 |
| ZEA3 | ZEA3PA1 | 62,6 | 3 | 65,6 |
| | ZEA3PA2 | 64,9 | 0 | 64,9 |
| | ZEA3PA3 | 82,2 | 0 | 82,2 |
| | ZEA3PA4 | 69,0 | 6 | 75,0 |
| | ZEA3PA5 | 60,8 | 0 | 60,8 |
| ZEA4 | ZEA4PA1 | 63,0 | 0 | 63,0 |
| | ZEA4PA2 | 64,7 | 3 | 67,7 |
| | ZEA4PA3 | 62,8 | 6 | 68,8 |
| | ZEA4PA4 | 77,1 | 3 | 80,1 |
| | ZEA4PA5 | 71,1 | 3 | 71,1 |
| ZEA5 | ZEA5PA1 | 60,0 | 3 | 63,0 |
| | ZEA5PA2 | 60,4 | 3 | 63,4 |
| | ZEA5PA3 | 60,1 | 3 | 63,1 |
| | ZEA5PA4 | 61,6 | 6 | 67,6 |
| | ZEA5PA5 | 61,2 | 3 | 64,2 |
| ZEA6 | ZEA6PA1 | 66,6 | 3 | 69,6 |
| | ZEA6PA2 | 65,6 | 3 | 68,6 |
| | ZEA6PA3 | 67,6 | 3 | 70,6 |
| | ZEA6PA4 | 63,0 | 0 | 63,0 |
| | ZEA6PA5 | 67,8 | 0 | 67,8 |

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

*Valor máximo obtenido entre los diferentes rangos de frecuencia

Con relación a los ajustes en el nivel sonoro con relación a la percepción de componentes tonales o impulsivas al momento de las mediciones, se puede ver por medio de la Tabla 26 y Tabla 27 que durante el periodo dominical diurno se tiene en el 53.3 % de los puntos de medición una corrección de 3 dBA, en el 16.6 % una corrección de 6 dBA y sin ajustes en el 30 % de los puntos. Por otra parte, se realizan ajustes de 3 dBA durante la noche en el 42.87 % de los puntos monitoreados, 6 dBA en el 10.71 % y ningún tipo de ajuste en el 46.42 % de los demás puntos.

En las gráficas que se presentan a continuación se realiza la comparación entre el indicador LR_{Aeq} 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.

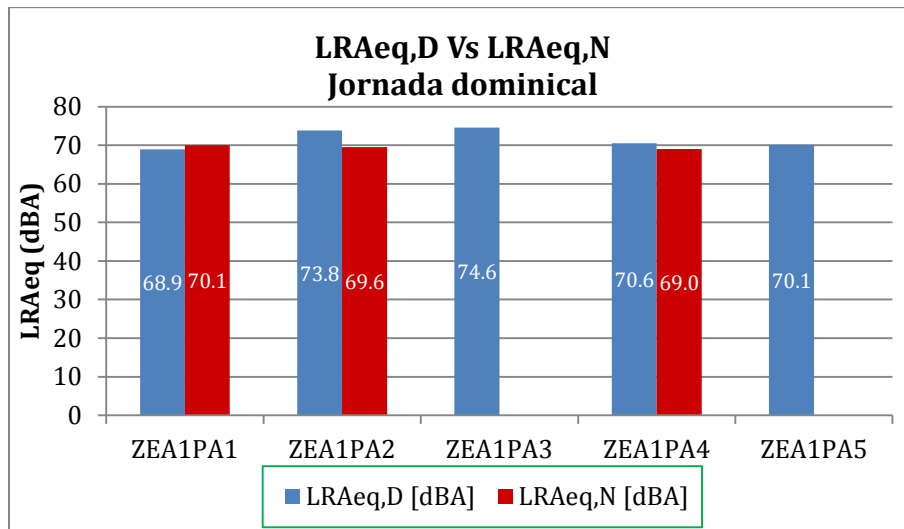


Ilustración 31. Niveles de ruido ambiental ZEA1 jornada dominical
Fuente: Propia (estudio actual)

En la Ilustración 31 se observa que se obtienen valores superiores y homogéneos en general durante el periodo diurno, en el que en promedio se registra un valor de 72.2 dBA para el periodo diurno y de 69,6 dBA entre puntos en el periodo nocturno. Se registra el mayor nivel sonoro durante el periodo diurno en el punto 3, con un valor de 74.6 dBA, donde se tuvo una corrección de 3 dBA por componentes tonales, mientras que en el punto 1 se tuvo el menor nivel sonoro, con un valor de 68.9 dBA, en el mismo periodo de medición.

Contrario a esto se registra el menor nivel de ruido durante el día en el punto 1, con un valor de 68.9 dBA y de 69 dBA en el punto 4 de monitoreo; jornada en la cual no se registran correcciones en el nivel sonoro. Se observa que en promedio los resultados son mayores en jornada dominical en ambos periodos de medición con respecto a las mediciones en jornada ordinaria, en donde se tienen valores superiores en la jornada dominical diurna, con un valor promedio entre puntos de 72.2 dBA.

En la Ilustración 32 es posible observar que la diferencia entre el horario diurno y nocturno es significativa para cuatro puntos de medición, lo cual da pie de pensar que la mayor cantidad de fuentes sonoras son variables la mayor parte del tiempo entre jornadas de medición, mientras que en el punto ZEA2PA5 se presenta homogeneidad entre periodos de medición, en el que se tiene una diferencia mínima entre el día y la noche de 1.4 dBA. Se puede notar que durante la jornada nocturna se tienen unos niveles sonoros inferiores en el 80 % de los puntos de monitoreo, en especial en el punto ZEA2PA4, el cual midió el ruido mas bajo de la zona, con un valor de 65.2 dBA. Según el promedio logaritmico de la zona de especial atención 2, se tiene para la jornada del día un valor de 68.4 dBA y en la noche de 67.3 dBA, en donde se tuvo en cuenta tan solo una correccion de 3dBA para el punto 5 en el periodo nocturno.

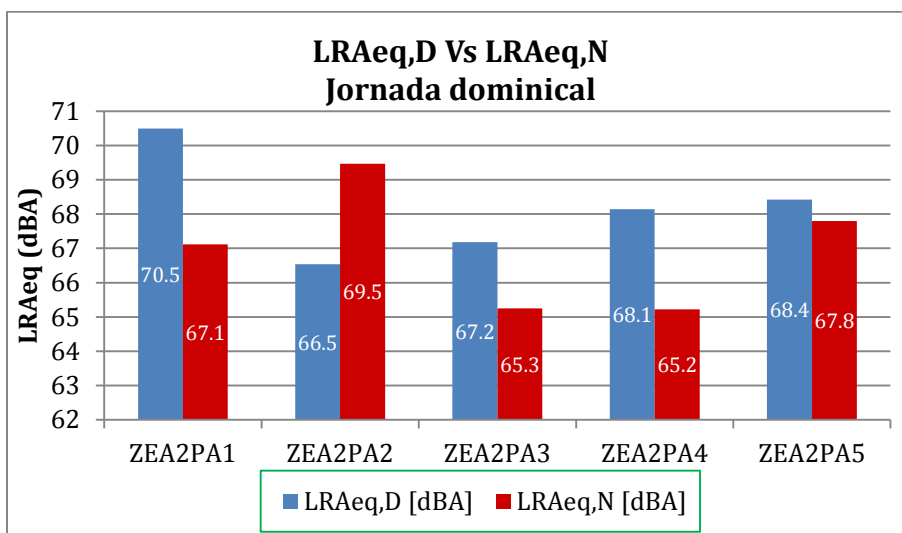


Ilustración 32. Niveles de ruido ambiental ZEA2 jornada dominical
Fuente: Propia (estudio actual)

Teniendo en cuenta las mediciones de la jornada ordinaria y dominical se puede decir que en términos generales existe poco incremento en el nivel de presión sonora durante la jornada dominical en ambos periodos de medición, donde se incrementa en promedio 0.3 dBA para el periodo diurno, mientras que para la jornada de la noche, se incrementa el nivel sonoro en 1.1 dBA.

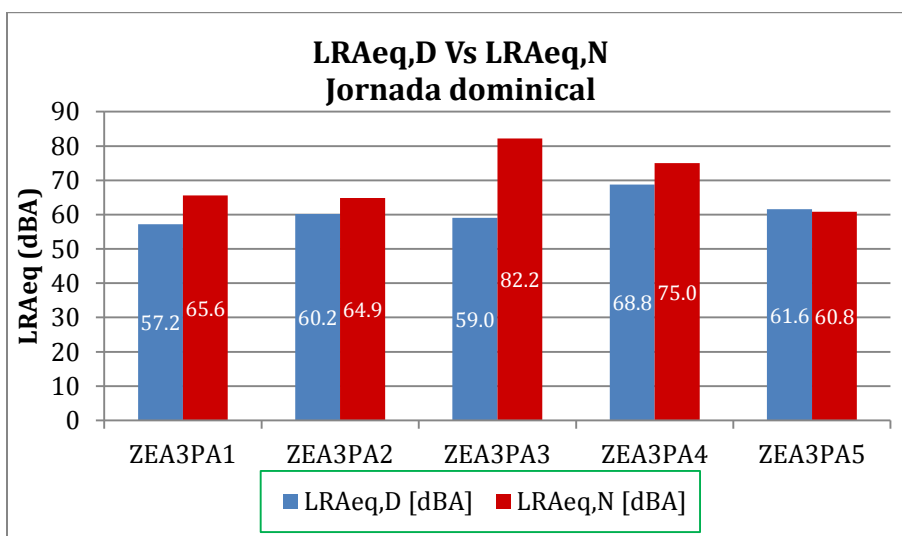


Ilustración 33. Niveles de ruido ambiental ZEA3 jornada dominical
Fuente: Propia (estudio actual)

Los resultados de la zona de especial atención tres (3) presentan niveles de presión sonora variables durante ambos periodos de medición, en donde los niveles en horario diurno son menores en cuatro de los cinco puntos de medición, ya que el punto ZEA3PA5

disminuyo sus niveles en 0.8 dBA para la noche. Se puede visualizar unos valores que oscilan entre 59 dBA para el caso del punto 3, hasta los 68.8 dBA registrados en el punto 4 siendo estos los valores mínimos y máximos registrados en el periodo diurno; mientras que durante la noche los limites están dados por un valor de 60.8 dBA para el punto 5 y de 82.2 dBA para el punto 3, siendo los limites sonoros dentro de esta jornada del día. Este último punto, registra el valor más elevado dentro del análisis de la ZEA 3, el cual se ve afectado en gran medida por música de establecimientos de entretenimiento nocturno como bares y discotecas, en donde no se realizan ajustes en el nivel sonoro.

Con respecto a la jornada ordinaria se observa un decremento de nivel de presión sonora para el horario de medición diurno en la jornada dominical, en el que pasa de un nivel general de 66.9 dBA a 63.6 dBA, mientras que para la jornada de la noche, los niveles en jornada dominical aumentan considerablemente en términos generales, pasando de un valor de 69.5 dBA a 76.2 dBA, es decir que incrementa su nivel promedio en 6.7 dBA.

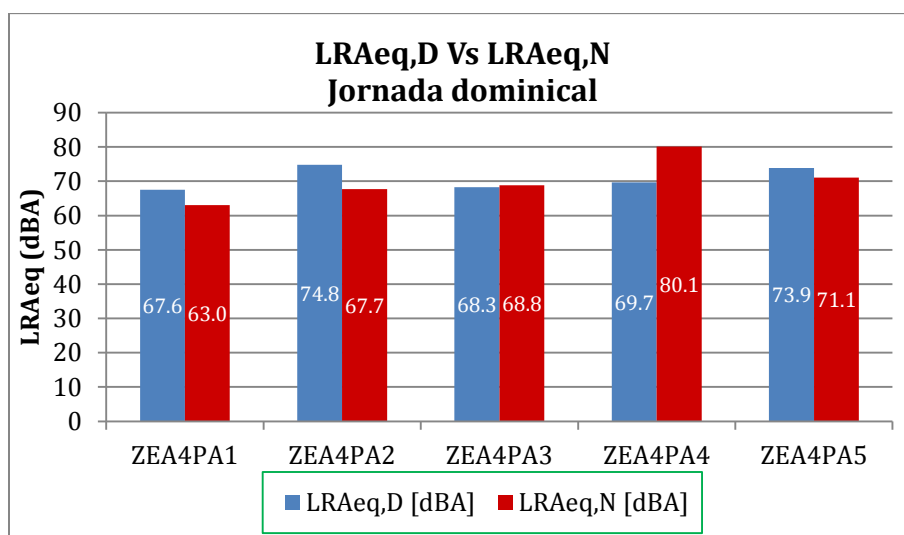


Ilustración 34. Niveles de ruido ambiental ZEA4 jornada dominical
Fuente: Propia (estudio actual)

Según la Ilustración 34 se puede observar que en el 80 % de los puntos de medición se tienen valores sonoros constantes entre puntos y jornadas de medición, en donde sobresalen los puntos ZEA4PA4 al registrar el valor máximo en jornada nocturna, con un valor de 80.1 dBA, siendo este el valor más elevado de ruido dentro del estudio, en el que se lograron identificar distintas fuentes sonoras al momento de la medición como música amplificadas, actividad de personas en el centro comercial Santiago Plaza y tráfico rodado de la carrera 11; por otro lado, el punto ZEA4PA1 tuvo el nivel más bajo de ruido durante la noche, con un valor de 63 dBA.

En promedio se tiene para la jornada diurna un valor de 71.8 dBA, mientras que para la jornada nocturna se tiene un valor de 74.1 dBA, en gran parte por el incremento de nivel en el punto 4, es decir que en promedio el nivel sonoro aumenta en 2.3 dBA. Se observa

que en los puntos 1, 2 y 4 los niveles de ruido disminuyen durante la jornada nocturna, mientras que para los puntos 3 y 5 aumentan en este periodo de medición. Con relación a la jornada diurna, el punto 1 registra el nivel más bajo, con un valor de 67.6 dBA, a diferencia del punto 2, el cual registra durante el mismo periodo el nivel más alto de ruido, con un valor de 74.8 dBA.

Realizando una comparación en la ZEA 4 entre la jornada dominical y ordinaria, se puede afirmar que existe un incremento durante la jornada dominical en el día y la noche, donde para el día se tiene un incremento general de 1.2 dBA y para la noche de 3.1 dBA, es decir que el periodo de mayor afectación por ruido se presenta durante la jornada dominical nocturna.

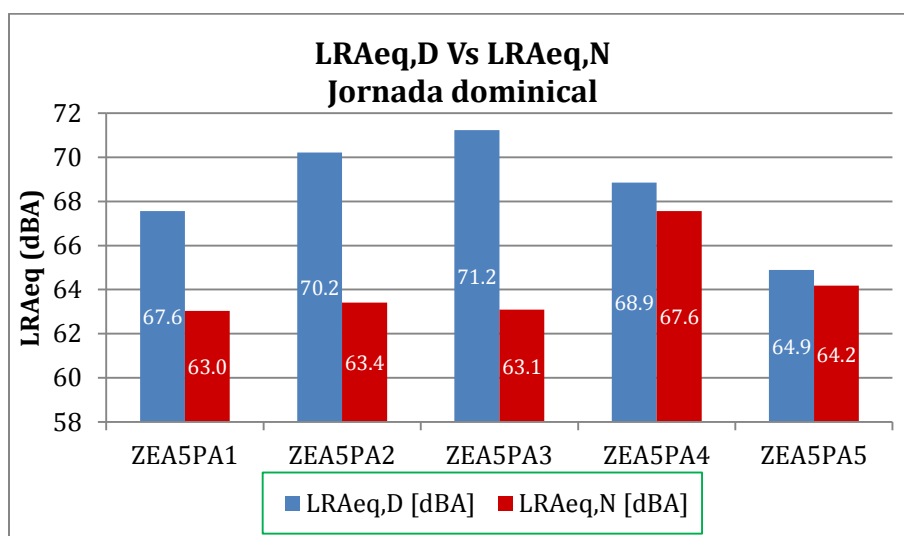


Ilustración 35. Niveles de ruido ambiental ZEA5 jornada dominical
Fuente: Propia (estudio actual)

En la Ilustración 35 se observa que en todos los puntos de medición se disminuye el nivel de ruido durante el periodo nocturno, en el que se tienen valores muy variados entre jornadas de medición, en donde en el periodo nocturno sobresale el punto ZEA5PA4 ya que registro los mayores niveles sonoros de la zona, con un valor de 67.6 dBA, a comparación de los puntos ZEA5PA1, ZEA5PA2 y ZEA5PA3 los cuales midieron niveles sonoros inferiores, con un valor promedio de 63.2 dBA. Ya para la jornada diurna, se tiene en el punto 5 el nivel más bajo de ruido, con un valor de 64.9 dBA; este punto registra los niveles más homogéneos entre periodos de medición dentro de la ZEA 5, en comparación con el punto 3, el cual tuvo el nivel más elevado de ruido dentro del periodo diurno, con un valor de 71.2 dBA, el cual se ve influenciado por fuentes sonoras como un taller de soldadura y actividades de un establecimiento religioso.

En términos generales se presenta una disminución en el nivel de presión sonora en la zona de especial atención 5 durante la noche, pasando de un nivel de 69.1 dBA a uno de 64.6 dBA. Comparando las jornadas dominical y ordinaria se puede notar que es la una zona de especial atención en el que los niveles sonoros disminuyen para la jornada completa de medición en periodo dominical, en el que en el día se disminuyen los niveles

en 2.6 dBA, mientras que en la noche disminuye 2.9 dBA. Es la única zona de especial atención que disminuye sus niveles sonoros durante la jornada dominical en jornada completa. Con relación a los ajustes realizados en el nivel sonoro, es posible notar que durante la jornada del día en el 100 % de los puntos se realizó un ajuste de 3 dBA mientras que en la jornada de la noche se realizó este mismo ajuste en el 80 % de los puntos exceptuando el caso del punto 4, el cual tuvo un ajuste de 6 dBA.

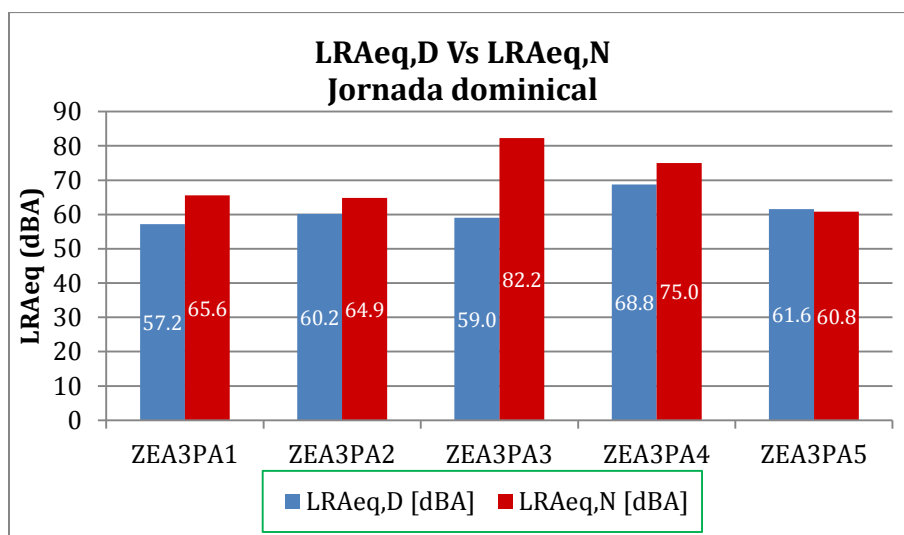


Ilustración 36. Niveles de ruido ambiental ZEA6 jornada dominical
Fuente: Propia (estudio actual)

Teniendo en cuenta las mediciones realizadas en los cinco (5) puntos que conforman la zona de especial atención seis (6), se puede visualizar en la Ilustración 36 que existe gran homogeneidad entre puntos de medición en cada uno de los periodos monitoreados, a excepción del punto 4 el cual incrementa considerablemente sus niveles de ruido durante la noche, alcanzando el nivel máximo de ruido en la ZEA 6 de 82.2 dBA; Se puede ver que en 4 de los 5 puntos de medición los niveles aumentan durante la noche, exceptuando el caso del punto 5, el cual disminuye en 0.8 dBA el nivel de presión sonora.

Con respecto a la jornada diurna, se tiene un nivel sonoro promedio de 72.4 dBA, en el que sobresalen los puntos 1 y 4 como los puntos con menor y mayor nivel sonoro, entre los valores de 57.2 dBA y 68.8 dBA. Teniendo en cuenta los ajustes realizados en los niveles sonoros por periodos de medición, se tiene durante el día un ajuste de 3 dBA en el 80 % de los puntos de medición, mientras que durante la noche se mantiene un ajuste de 3 dBA en el 60 % de los puntos monitoreados.

Comparando los periodos dominical y ordinario, se tiene el mismo comportamiento visto previamente en la zona de especial atención seis, donde se disminuyen los niveles sonoros para el periodo dominical durante el día y la noche, pasando de un nivel sonoros de 75.9 dBA a uno de 72.4 dBA durante el día y de 72.4 dBA en jornada ordinaria a uno de 68.6 dBA en la noche.

En la Tabla 28 y Tabla 29 se presentan los resultados corregidos del nivel de presión sonora equivalente ponderado A total (LAeq) 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 28. Resultados RA - Dominical diurno ZEA

| ZEA | Dominical Diurno | | | |
|------|------------------|------------------|--------------------|--------------------------------|
| | ID | LRAeq,D [dBA] | Máx** 627 [dBA] | Nivel de Sobrepaso [dBA] |
| ZEA1 | ZEA1PA1 | 68,9 | 70 | - |
| | ZEA1PA2 | 73,8 | 75 | - |
| | ZEA1PA3 | 74,6 | 75 | - |
| | ZEA1PA4 | 70,6 | 70 | 0,6 |
| | ZEA1PA5 | 70,1 | 75 | - |
| ZEA2 | ZEA2PA1 | 70,5 | 75 | - |
| | ZEA2PA2 | 66,5 | 75 | - |
| | ZEA2PA3 | 67,2 | 75 | - |
| | ZEA2PA4 | 68,1 | 70 | - |
| | ZEA2PA5 | 68,4 | 75 | - |
| ZEA3 | ZEA3PA1 | 57,2 | 70 | - |
| | ZEA3PA2 | 60,2 | 75 | - |
| | ZEA3PA3 | 59,0 | 70 | - |
| | ZEA3PA4 | 68,8 | 70 | - |
| | ZEA3PA5 | 61,6 | 70 | - |
| ZEA4 | ZEA4PA1 | 67,6 | 70 | - |
| | ZEA4PA2 | 74,8 | 75 | - |
| | ZEA4PA3 | 68,3 | 75 | - |
| | ZEA4PA4 | 69,7 | 70 | - |
| | ZEA4PA5 | 73,9 | 75 | - |
| ZEA5 | ZEA5PA1 | 67,6 | 70 | - |
| | ZEA5PA2 | 70,2 | 70 | 0,2 |
| | ZEA5PA3 | 71,2 | 70 | 1,2 |
| | ZEA5PA4 | 68,9 | 70 | - |
| | ZEA5PA5 | 64,9 | 70 | - |
| ZEA6 | ZEA6PA1 | 71,6 | 75 | - |
| | ZEA6PA2 | 74,4 | 75 | - |
| | ZEA6PA3 | 72,5 | 75 | - |
| | ZEA6PA4 | 71,1 | 75 | - |
| | ZEA6PA5 | 71,8 | 75 | - |

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

* Estándar Máximo Permisible según Resolución 627 de 2006

Tabla 29. Resultados RA - Dominical nocturno ZEA

| ZEA | Dominical Nocturno | | | |
|------|--------------------|------------------|--------------------|--------------------------------|
| | ID | LRAeq,N [dBA] | Máx** 627 [dBA] | Nivel de Sobrepaso [dBA] |
| ZEA1 | ZEA1PA1 | 70,1 | 55 | 15,1 |
| | ZEA1PA2 | 69,6 | 70 | - |
| | ZEA1PA3 | - | 70 | - |
| | ZEA1PA4 | 69,0 | 55 | 14,0 |
| | ZEA1PA5 | - | 70 | - |
| ZEA2 | ZEA2PA1 | 67,1 | 70 | - |
| | ZEA2PA2 | 69,5 | 70 | - |
| | ZEA2PA3 | 65,3 | 70 | - |
| | ZEA2PA4 | 65,2 | 55 | 10,2 |
| | ZEA2PA5 | 67,8 | 70 | - |
| ZEA3 | ZEA3PA1 | 65,6 | 55 | 10,6 |
| | ZEA3PA2 | 64,9 | 70 | - |
| | ZEA3PA3 | 82,2 | 55 | 27,2 |
| | ZEA3PA4 | 75,0 | 55 | 20,0 |
| | ZEA3PA5 | 60,8 | 55 | 5,8 |
| ZEA4 | ZEA4PA1 | 63,0 | 55 | 8,0 |
| | ZEA4PA2 | 67,7 | 70 | - |
| | ZEA4PA3 | 68,8 | 70 | - |
| | ZEA4PA4 | 80,1 | 55 | 25,1 |
| | ZEA4PA5 | 71,1 | 70 | 1,1 |
| ZEA5 | ZEA5PA1 | 63,0 | 55 | 8,0 |
| | ZEA5PA2 | 63,4 | 55 | 8,4 |
| | ZEA5PA3 | 63,1 | 55 | 8,1 |
| | ZEA5PA4 | 67,6 | 55 | 12,6 |
| | ZEA5PA5 | 64,2 | 55 | 9,2 |
| ZEA6 | ZEA6PA1 | 69,6 | 70 | - |
| | ZEA6PA2 | 68,6 | 70 | - |
| | ZEA6PA3 | 70,6 | 70 | 0,6 |
| | ZEA6PA4 | 63,0 | 70 | - |
| | ZEA6PA5 | 67,8 | 70 | - |

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 y considerando el valor asociado a la incertidumbre de medición que tan solo el 3.3 % de los puntos incumple con los niveles de presión sonora establecidos por la norma nacional en decibeles ponderados A, haciendo referencia al punto ZEA5PA3, el cual presenta una excedencia mínima de 1.3 dBA.

Para la jornada nocturna ocurre que en el 50 % de los puntos de medición excede el nivel máximo permisible postulado dentro de la resolución 0627 de 2006. 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 28 y Tabla 29.

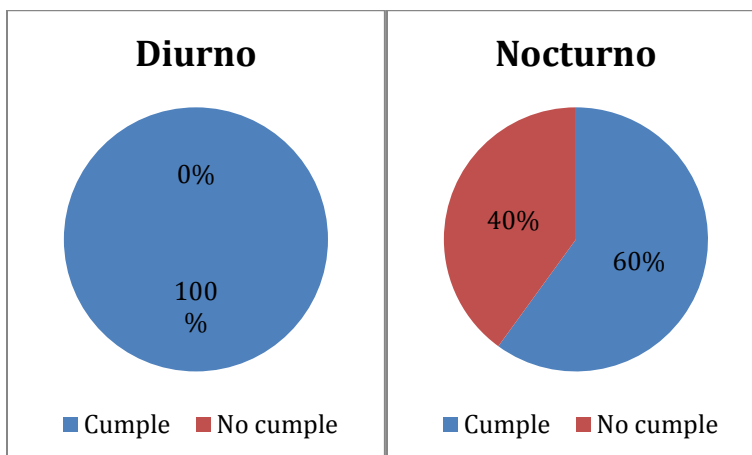


Ilustración 37. Porcentaje de cumplimiento ZEA1 jornada dominical
Fuente: Propia (estudio actual)

El resultado de la ZEA 1 se presenta en la Ilustración 37, en el que se observa que en el horario diurno el 100 % de la zona cumple con el estándar para ruido ambiental, a comparación con la jornada ordinaria donde el 80 % de la zona cumple la normativa, donde tan solo el punto ZEA1PA4 registra un nivel sonoro que sobrepasa el límite máximo en 1.6 dBA para la jornada ordinaria. Con respecto al horario nocturno se evidencia un comportamiento diferente al visto en la jornada ordinaria, ya que el 60 % de los puntos de la zona de especial atención 1 cumple los niveles permitidos, mientras que el 40 % de los puntos presentan excesos en sus niveles de ruido.

Durante el periodo diurno sobresale el punto ZEA1PA1 al registrar el nivel sonoro más bajo, con un valor de 68.9 dBA, mientras que el punto ZEA1PA4 registra el mayor nivel sonoro en la ZEA 1, con un valor de 70.6 dBA. Durante el periodo nocturno se tiene incumplimiento de la normativa de ruido en los puntos 1 y 4 los cuales sobrepasan un nivel de ruido máximo de 55 dBA, establecido para un sector de uso de suelo comercial, en especial para el punto 1, el cual manifiesta un excedente de 15.1 dBA, seguido del punto 4 con un excedente de 14 dBA. Se puede ver que son los puntos de monitoreo que conforman el sector de uso de suelo comercial, el cual es más restrictivo en comparación con el uso de suelo industrial, el cual tiene como límite máximo para la noche de 70 dBA, al cual pertenecen los demás puntos de medición de la ZEA1.

(Espacio intencionalmente en Blanco)

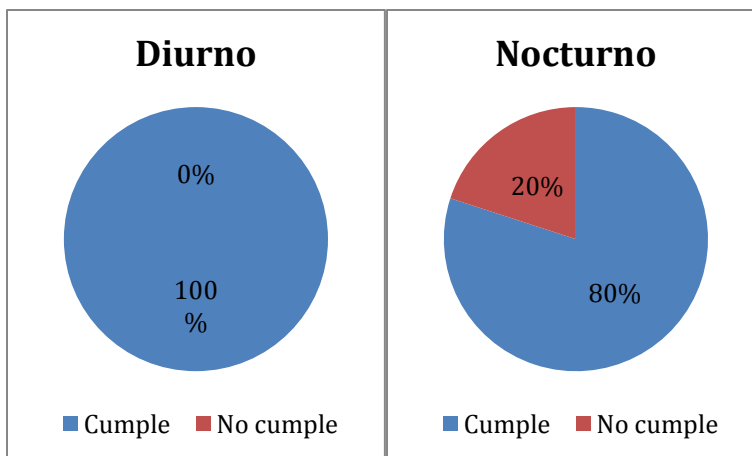


Ilustración 38. Porcentaje de cumplimiento ZEA2 jornada dominical
Fuente: Propia (estudio actual)

En la Ilustración 38 se evidencia el porcentaje de cumplimiento con relación a la ZEA 2 en todos sus puntos de medición, en donde se aprecia que en el 100% de los puntos medidos cumple con la normativa de ruido ambiental para el periodo diurno, en el que el 80 % pertenecen al subsector industrial y el 20 % restante a subsector comercial, en el que resaltan los puntos 1 y 2 al registrar los valores máximos y mínimos durante esta jornada de medición.

Para el periodo de la noche, se puede ver que el punto 4 al igual que durante la noche del periodo ordinario, excede en 10.2 dBA a los límites máximos para ruido ambiental, con lo cual se tiene un porcentaje de cumplimiento del 80 %, con un valor para la noche de 65.2 dBA, donde se puede ver que el punto 4 excede en 10 dBA a los límites máximos para ruido ambiental, con lo cual se tiene un porcentaje de cumplimiento del 80 %, con un valor para la noche de 65.1 dBA. Es notable que en general se tiene el mismo porcentaje de cumplimiento para la ZEA2 para la jornada ordinaria como dominical.

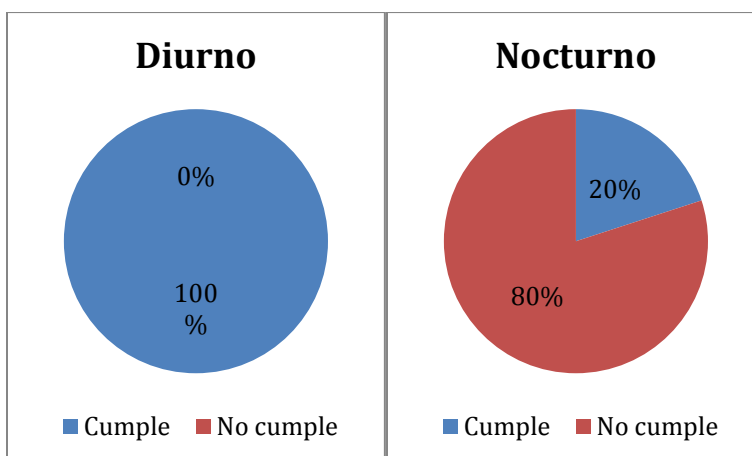


Ilustración 39. Porcentaje de cumplimiento ZEA3 jornada dominical
Fuente: Propia (estudio actual)

En la Ilustración 39 se observa el mismo comportamiento visto durante la jornada diurna en la zona de especial atención 2, en el que se tiene total cumplimiento de la normativa de ruido, mientras que para el periodo de la noche se presenta un comportamiento inverso, puesto que tan solo el 20 % de los puntos de medición registran unos niveles por debajo a los límites máximos.

De acuerdo con la Tabla 28, el punto ZEA3PA1 registro el valor mínimo de ruido durante el periodo diurno, con un valor de 57.2 dBA, existiendo entre puntos de monitoreo un nivel promedio de 63.6; mientras que para la noche el nivel de presión sonora promedio entre puntos de medición fue de 76.2 dBA, siendo el valor promedio máximo dentro del estudio de ruido para la jornada nocturna, en el que tan solo el punto 2 registro cumplimiento de la norma, con un valor de 64.9 dBA.

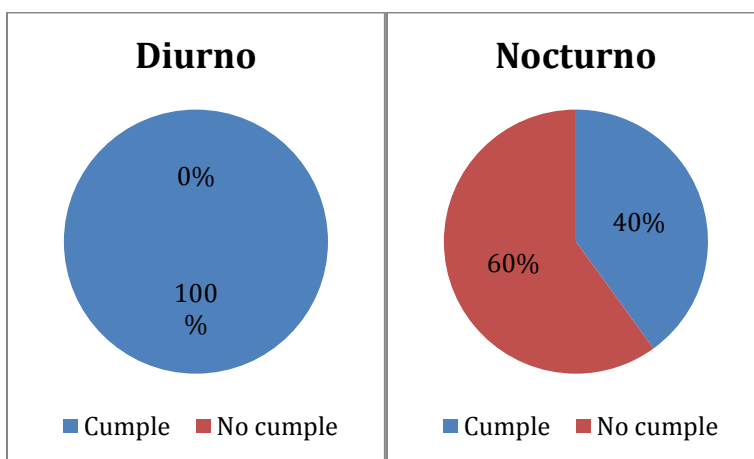


Ilustración 40. Porcentaje de cumplimiento ZEA4 jornada dominical
Fuente: Propia (estudio actual)

El resultado de la ZEA 4 (Ilustración 40) muestra que la zona presenta el mismo comportamiento visto en las anteriores zonas de especial atención en el que se tiene total cumplimiento de la normativa de ruido ambiental, en donde el 100% de los puntos de monitoreo registran valores por debajo a los límites establecidos para un sector de uso de suelo industrial de 75 dBA y de uso comercial con un valor de 70 dBA, donde sobresale el punto ZEA4PA1 al registrar el valor mínimo de ruido, con un valor de 67.6 dBA. Con relación a la jornada ordinaria se puede notar un 20 % más de cumplimiento, donde el punto 4 manifiesta niveles de ruido adecuados ya para la jornada dominical.

Con relación al periodo nocturno, se dice tiene el mismo porcentaje de cumplimiento de la norma de ruido ambiental en relación con la jornada ordinaria, en el que el 40 % de los puntos medidos registran valores por debajo de los límites establecidos como máximos dentro de la resolución 0627 de 2006, haciendo énfasis en que los puntos 2 y 3 mantienen sus niveles sonoros por debajo del límite establecido en 70 dBA tanto para la jornada dominical como ordinaria.

En general se tiene un nivel de ruido promedio para la ZEA 4 de 71.8 dBA para el periodo diurno, siendo 1.3 dBA inferior al dado durante la jornada ordinaria y de 74.1 dBA para el

nocturno, disminuyendo en 11.5 dBA para la jornada dominical, en donde el punto 4 registra un aumento en su nivel sonoro, llegando a alcanzar un valor máximo de 80.1 dBA.

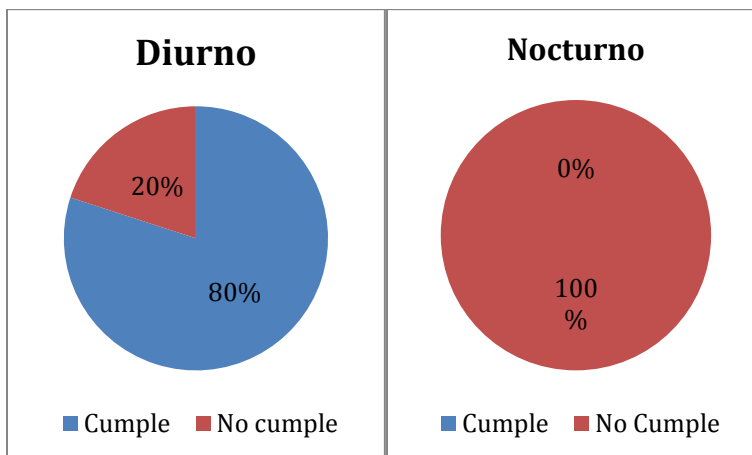


Ilustración 41. Porcentaje de cumplimiento ZEA5 jornada dominical
Fuente: Propia (estudio actual)

El resultado de la ZEA 5 se presenta en la Ilustración 41, en esta se observa que en el horario diurno se presenta un 20 % más de cumplimiento que en comparación con la jornada ordinaria, ya que el 80 % de la zona cumple con el estándar, donde tan solo el punto 3 registra excedencias en el nivel de ruido, con un valor de 71.2 dBA, a comparación del punto 5, el cual registra el nivel más bajo de ruido, con un valor de 64.9 dBA. En promedio se tiene para la jornada dominical diurna un valor de 69.1 dBA, el cual es 2.6 dBA inferior al nivel de ruido promedio dado para la jornada ordinaria.

Con respecto al horario nocturno se evidencia el mismo comportamiento visto durante la jornada ordinaria, en el que ningún punto de la zona cumple los niveles permitidos. Es posible notar que tanto para la jornada dominical como diurna es la única zona de especial atención que registra total incumplimiento de la resolución 0627 de 2006, en donde sobresale el punto 4 al manifestar la mayor excedencia en su nivel sonoro, con un valor de excedencia de 12.6 dBA en comparación con un límite establecido en 55 dBA dado para un sector con uso de suelo comercial.

En la Ilustración 42 se puede apreciar que la ZEA 6 manifiesta total cumplimiento de la norma de ruido, al registrar un porcentaje del 100 % en ambos periodos de medición, en el que sobresale el punto 4 al registrar el valor mínimo de ruido tanto para el periodo diurno como nocturno para un sector con uso de suelo industrial. En términos generales se tiene un nivel promedio de ruido para la ZEA 6 de 72.4 dBA para el día y de 68.6 dBA para la noche. Se aprecia durante el periodo diurno el comportamiento típico visto en el 83.3 % de las zonas de especial atención, en el que se registra total cumplimiento de la norma de ruido, mientras que durante la noche es la una ZEA que manifiesta este comportamiento.

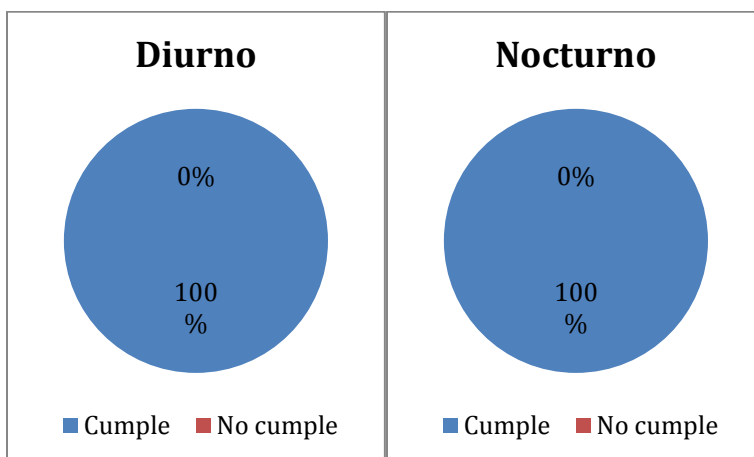


Ilustración 42. Porcentaje de cumplimiento ZEA6 jornada dominical
Fuente: Propia (estudio actual)

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 29).

6.1.2 ZONAS DE TRANQUILIDAD (ZTR)

Las mediciones de ruido ambiental en las zonas de tranquilidad se realizaron en diferentes puntos estratégicos, ubicados en cada una de las seis (6) 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 sector representativos del suelo: sector B. Tranquilidad y ruido moderado.

6.1.2.1 MEDICIONES JORNADA ORDINARIA

En la Tabla 30 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 30. Consolidado de ruido ambiental ordinario diurno ZTR

| ZTR | Ordinario Diurno | | | | | |
|------|------------------|--------------|---------------|---------------|--------------------|--------------------------|
| | ID | LAeq,D [dBA] | Kt*/Ki* [dBA] | LRAeq,D [dBA] | Máx** 627/06 [dBA] | Nivel de Sobrepaso [dBA] |
| ZTR1 | ZTR1PA1 | 66,5 | 3,0 | 69,5 | 65 | 4,5 |
| | ZTR1PA2 | 64,9 | 3,0 | 67,9 | 65 | 2,9 |
| ZTR2 | ZTR2PA1 | 64,7 | 3,0 | 67,7 | 65 | 2,7 |
| | ZTR2PA2 | 66,2 | 3,0 | 69,2 | 65 | 4,2 |
| ZTR3 | ZTR3PA1 | 60,1 | 3,0 | 63,1 | 65 | - |
| | ZTR3PA2 | 61,8 | 0,0 | 61,8 | 65 | - |

| ZTR | Ordinario Diurno | | | | | |
|------|------------------|--------------|---------------|---------------|--------------------|---------------------------|
| | ID | LAeq,D [dBA] | Kt*/Kj* [dBA] | LRAeq,D [dBA] | Máx** 627/06 [dBA] | Nivel de Sobrepasso [dBA] |
| | ZTR3PA3 | 62,7 | 3,0 | 65,7 | 65 | 0,7 |
| ZTR4 | ZTR4PA1 | 71,0 | 0,0 | 71,0 | 65 | 6,0 |
| | ZTR4PA2 | 72,5 | 6,0 | 78,5 | 65 | 13,5 |
| ZTR5 | ZTR5PA1 | 65,7 | 0,0 | 65,7 | 65 | 0,7 |
| | ZTR5PA2 | 64,6 | 3,0 | 67,6 | 65 | 2,6 |
| ZTR6 | ZTR6PA1 | 64,9 | 6,0 | 70,9 | 65 | 5,9 |
| | ZTR6PA2 | 64,9 | 3,0 | 67,9 | 65 | 2,9 |

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 la tabla anterior 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 43) 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.

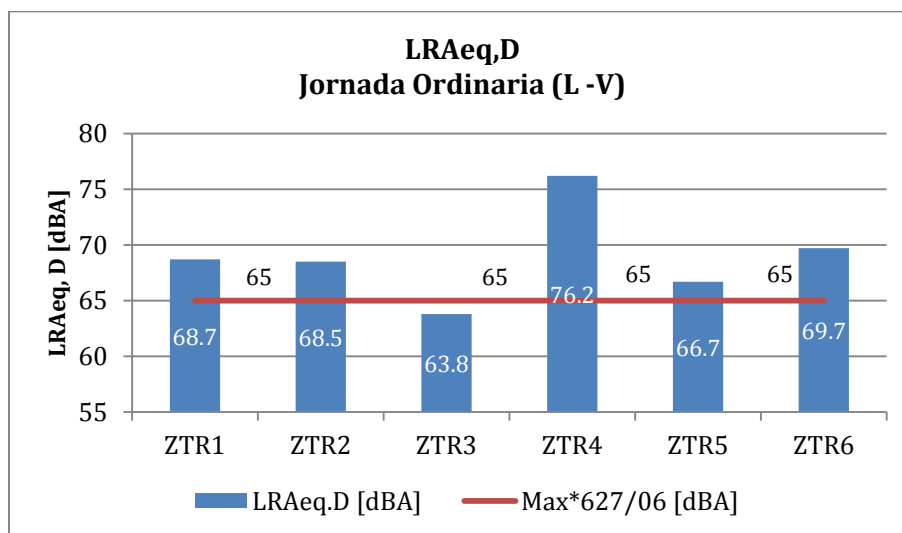


Ilustración 43. Niveles de ruido ambiental ZTR jornada ordinaria

Fuente: Propia (estudio actual)

Durante la jornada ordinaria diurna se observa que en promedio cinco de las seis zonas de tranquilidad de estudio superan el nivel máximo permitido de 65 dBA propuestos como límite máximo dentro de la resolución 0627 de 2006. En la ZTR 4 se registra el máximo sobrepasso, con un valor promedio de 76.2 dBA y un excedente de 11.2 dBA como se muestra en la Ilustración 43, mientras que el nivel mínimo de sobrepasso se registró en el punto ZTR5 con una excedencia de 1.7 dBA. En cuanto a los puntos medidos dentro de cada zona de tranquilidad, los puntos ZTR3PA2 y ZTR4PA2 registran los valores mínimos

y máximos dentro del estudio, con valores de 61.8 dBA y 78.5 dBA, existiendo un ajuste de 6 dBA para este último punto de monitoreo.

Se observa que las zonas de tranquilidad ZTR1 y ZTR2 presentan niveles con poca diferencia entre sí, es decir que el nivel de presión sonora permanece constante en estos sectores del municipio, ya que no existe una variación promedio mayor a los 0.2 dBA. La zona de tranquilidad 3 fue la única que registro en términos generales un valor promedio por debajo del límite máximo de ruido, con un valor entre puntos de medición de 63.8 dBA, encontrándose 1.2 dBA por debajo al valor de 65 dBA.

La Ilustración 44 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 43, el valor asociado a la incertidumbre de medición durante esta jornada y la Tabla 30; se muestra el siguiente diagrama circular teniendo en cuenta los niveles sonoros por punto de monitoreo, donde en rojo se muestra que el 69.24 % de las ZTR no cumple con el nivel establecido, ya que sobrepasan el máximo de 65 decibeles ponderados A, en cambio, en color azul se muestra que el 30.76 % de los puntos medidos cumplen con este umbral. Cabe resaltar que las zonas que no cumplen con el nivel máximo permitido presentan correcciones ya sea de 3 dBA por componentes tonales o impulsivos en la medición, los cuales terminan incrementando sus niveles sonoros.

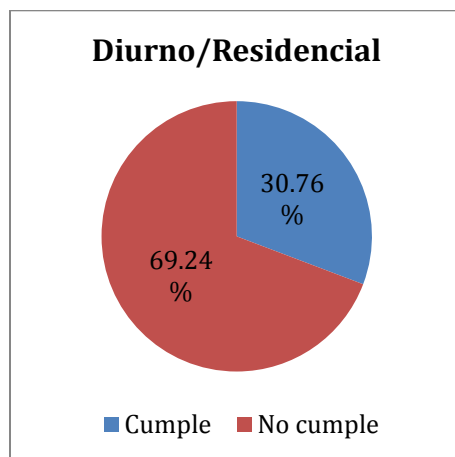


Ilustración 44. Porcentaje de cumplimiento ZTR jornada ordinaria
Fuente: Propia (estudio actual)

6.1.2.2 MEDICIONES JORNADA DOMINICAL

En la Tabla 31 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 31. Consolidado de ruido ambiental dominical diurno ZTR

| ZTR | Dominical Diurno | | | | | |
|------|------------------|--------------|---------------|---------------|--------------------|---------------------------|
| | ID | LAeq,D [dBA] | Kt*/Ki* [dBA] | LRAeq,D [dBA] | Máx** 627/06 [dBA] | Nivel de Sobrepasso [dBA] |
| ZTR1 | ZTR1PA1 | 64,3 | 0 | 64,3 | 65 | - |
| | ZTR1PA2 | 59,7 | 6 | 65,7 | 65 | 0,7 |
| ZTR2 | ZTR2PA1 | 65,2 | 3 | 68,2 | 65 | 3,2 |
| | ZTR2PA2 | 66,3 | 0 | 66,3 | 65 | 1,3 |
| ZTR3 | ZTR3PA1 | 64,1 | 6 | 70,1 | 65 | 5,1 |
| | ZTR3PA2 | 63,0 | 0 | 63,0 | 65 | - |
| | ZTR3PA3 | 59,0 | 3 | 62,0 | 65 | - |
| ZTR4 | ZTR4PA1 | 68,8 | 0 | 68,8 | 65 | 3,8 |
| | ZTR4PA2 | 48,6 | 6 | 54,6 | 65 | - |
| ZTR5 | ZTR5PA1 | 67,5 | 0 | 67,5 | 65 | 2,5 |
| | ZTR5PA2 | 65,8 | 3 | 68,8 | 65 | 3,8 |
| ZTR6 | ZTR6PA1 | 68,0 | 0 | 68,0 | 65 | 3,0 |
| | ZTR6PA2 | 59,7 | 6 | 65,7 | 65 | 0,7 |

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

*Valor máximo obtenido entre los diferentes rangos de frecuencia

La Ilustración 45 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.

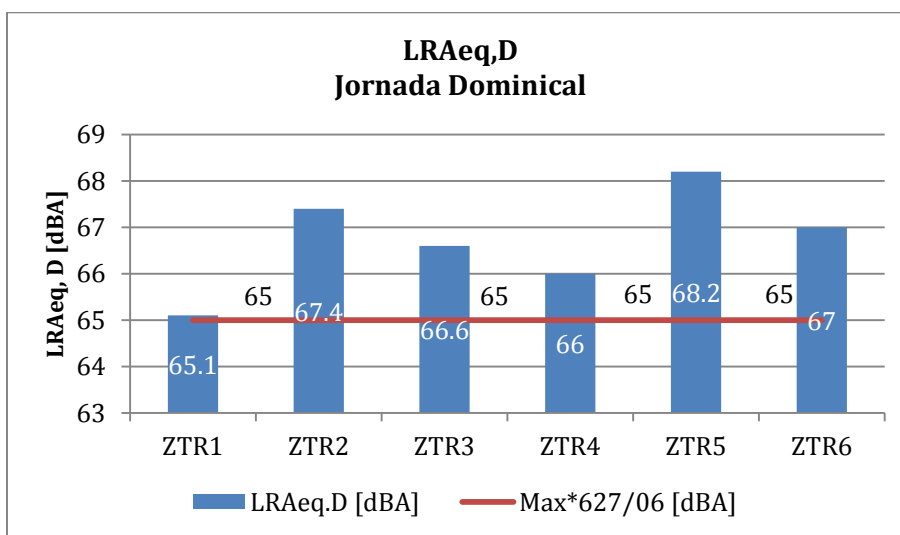


Ilustración 45. Niveles de ruido ambiental ZTR jornada dominical

Fuente: Propia (estudio actual)

En la jornada dominical y considerando la incertidumbre asociada a la medición, se tiene que cinco (5) de las seis zonas de tranquilidad superan el nivel máximo permitido de 65 dBA, en el que revisando los niveles de presión sonora dentro de cada punto de medición, se puede afirmar que el 46.1 % de los puntos monitoreados cumplen con los niveles durante la jornada dominical diurna.

Se pueden ver niveles de ruido similares entre las diferentes zonas de tranquilidad, en el cual se pueden agrupar en grupos los puntos de monitoreo, en el que, por un lado se encuentran las ZTR con los niveles de ruido más bajos como son ZTR1PA1, ZTR3PA2, ZTR3PA3 y ZTR4PA2 los cuales en términos generales se encuentran cumpliendo con los niveles sonoros límites estipulados dentro de la normativa de ruido ambiental, encontrándose entre los valores de 54,6 dBA dado para el ZTR4PA2, hasta un valor de 64.3 dBA visto en ZTR1PA1. Seguidos se encuentran los puntos de monitoreo con valores cercanos por encima del límite máximo establecido de 65 dBA, como lo son ZTR1PA2, ZTR2PA2 y ZTR6PA2 los cuales oscilan entre los niveles de 65.7 dBA hasta un valor de 66.3 dBA. Por último se encuentran las zonas de tranquilidad que sobrepasan los límites máximos como ocurre con ZTR2PA1, ZTR3PA1, ZTR4PA1, ZTR5PA1, ZTR5PA2 y ZTR6PA1, los cuales mantienen unos niveles sonoros entre un valor de 67.5 dBA hasta un valor de 70.1, siendo este valor el más ruido dado en el punto ZTR3PA1, el cual registra un nivel de sobrepaso máximo de 5.1 dBA.

En la Tabla 31 es posible observar que se realizan pocas correcciones en el nivel sonoro medido, en donde tan solo se tiene un ajuste de tipo neto en el 23 % de los puntos de medición y un ajuste fuerte, haciendo referencia a un ajuste de 6dBA en el 30.7 % de ellos.

En la Ilustración 46 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; se visualiza el mismo porcentaje de cumplimiento entre la jornada dominical y ordinaria en el que en color rojo se tiene que el 69.24 % de los puntos medidos sobrepasan este umbral, mientras que en color azul, se evidencia que el 30.76 % de las zonas de tranquilidad (ZTR) cumplen con el nivel establecido en decibeles ponderados A.

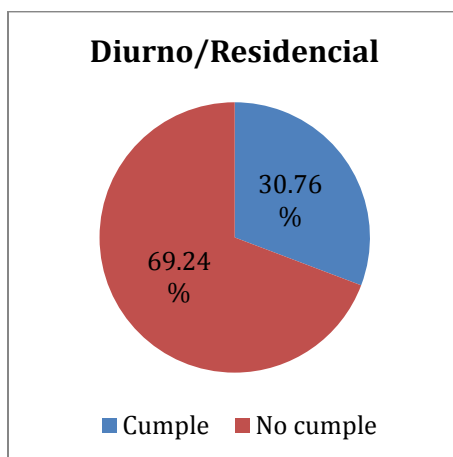


Ilustración 46. Porcentaje de cumplimiento ZTR jornada dominical
Fuente: Propia (estudio actual)

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.

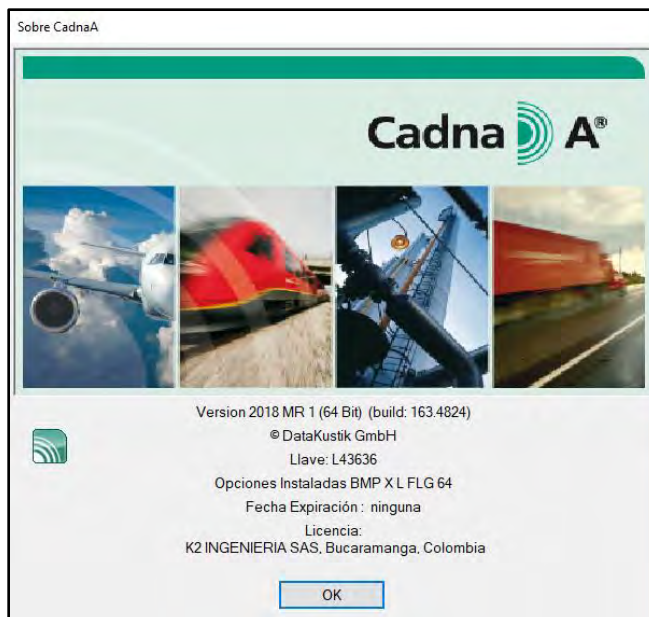


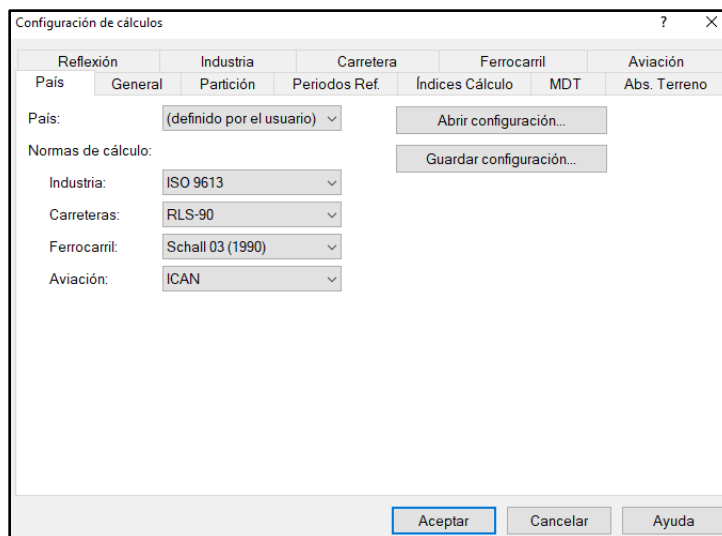
Ilustración 47. Licencia de CadnaA K2 Ingeniería S.A.S

Fuente: Licencia K2 Ingeniería. Datakustik GmbH, 2017

Para realizar las simulaciones de ruido se utilizó el estándar ISO 9613-2:2007.

- **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 Ilustración 48, para este estudio el único estándar usado fue el ISO 9613-2:2007.



Configuración de cálculos

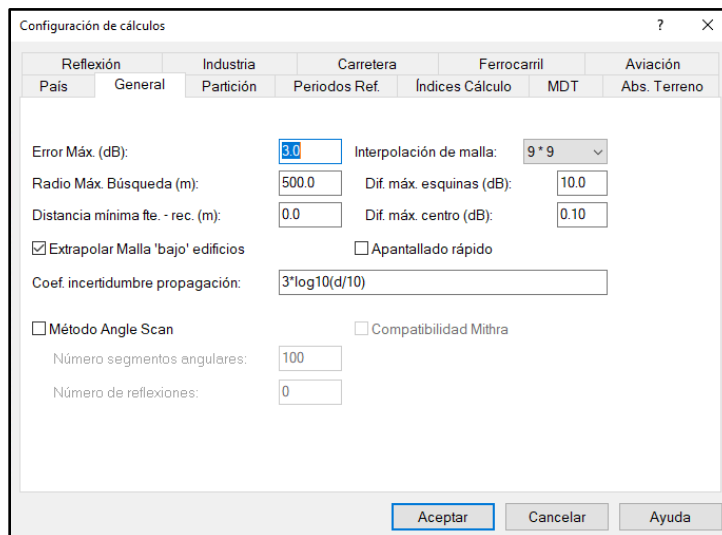
| Reflexión | Industria | Carretera | Ferrocarril | Aviación | | |
|---|---------------------------|-----------|------------------------|-----------------|-----|--------------|
| Pais | General | Partición | Periodos Ref. | Índices Cálculo | MDT | Abs. Terreno |
| Pais: | (definido por el usuario) | | Abrir configuración... | | | |
| Normas de cálculo: | Guardar configuración... | | | | | |
| Industria: | ISO 9613 | | | | | |
| Carreteras: | RLS-90 | | | | | |
| Ferrocarril: | Schall 03 (1990) | | | | | |
| Aviación: | ICAN | | | | | |
| <input type="button" value="Aceptar"/> <input type="button" value="Cancelar"/> <input type="button" value="Ayuda"/> | | | | | | |

Ilustración 48. 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.



Configuración de cálculos

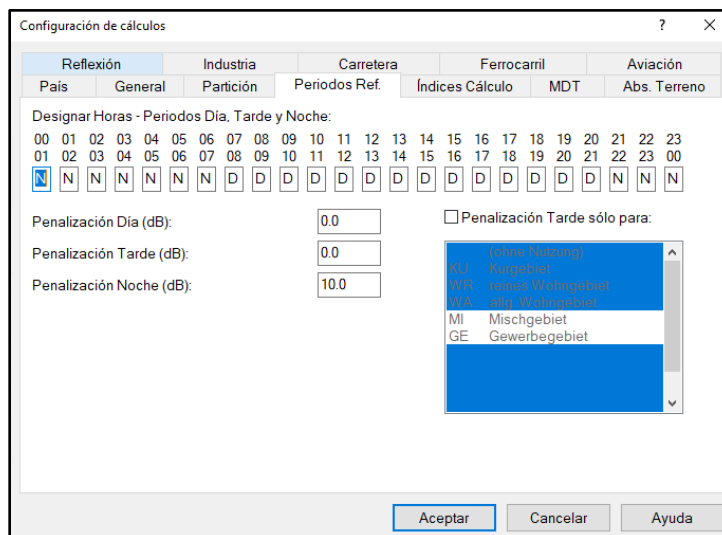
| Reflexión | Industria | Carretera | Ferrocarril | Aviación | | |
|---|--|--------------------------|---------------|-----------------|-----|--------------|
| Pais | General | Partición | Periodos Ref. | Índices Cálculo | MDT | Abs. Terreno |
| Error Máx. (dB): | 3.0 | Interpolación de malla: | 9*9 | | | |
| Radio Máx. Búsqueda (m): | 500.0 | Dif. máx. esquinas (dB): | 10.0 | | | |
| Distancia mínima fle. - rec. (m): | 0.0 | Dif. máx. centro (dB): | 0.10 | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Extrapolar Malla 'bajo' edificios | <input type="checkbox"/> Apantallado rápido | | | | | |
| Coef. incertidumbre propagación: | 3*log10(d/10) | | | | | |
| <input type="checkbox"/> Método Angle Scan | <input type="checkbox"/> Compatibilidad Mithra | | | | | |
| Número segmentos angulares: | 100 | | | | | |
| Número de reflexiones: | 0 | | | | | |
| <input type="button" value="Aceptar"/> <input type="button" value="Cancelar"/> <input type="button" value="Ayuda"/> | | | | | | |

Ilustración 49. 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.



Configuración de cálculos

| Reflexión | | Industria | | Carretera | | Ferrocarril | | Aviación | |
|-----------|---------|-----------|---------------|-----------|-----------------|-------------|--------------|----------|--|
| País | General | Partición | Periodos Ref. | | Indices Cálculo | MDT | Abs. Terreno | | |

Designar Horas - Periodos Día, Tarde y Noche:

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 00 | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
| N | N | N | N | N | N | N | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | N | N | N |

Penalización Día (dB):

Penalización Tarde (dB):

Penalización Noche (dB):

Penalización Tarde sólo para:

- (ohne Nutzung)
- RU: Rutzgebiet
- WR: reines Wohngebiet
- WA: allg. Wohngebiet
- MI: Mischgebiet
- GE: Gewerbegebiet

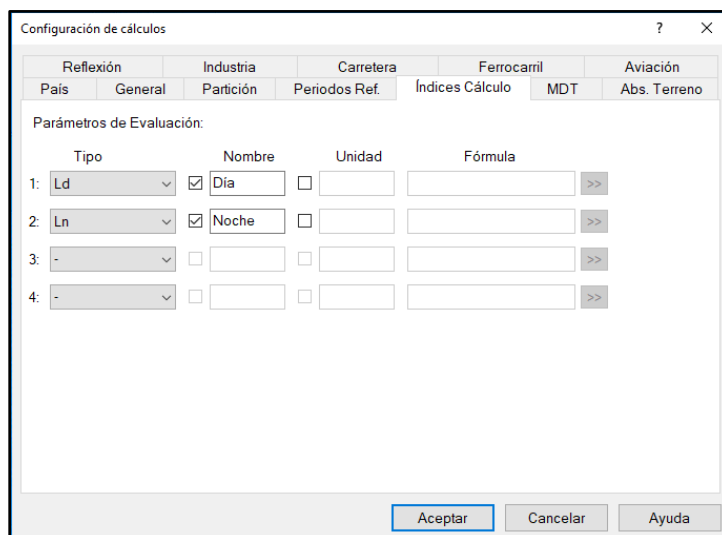
Aceptar Cancelar Ayuda

Ilustración 50. Periodos 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.



Configuración de cálculos

| Reflexión | | Industria | | Carretera | | Ferrocarril | | Aviación | |
|-----------|---------|-----------|---------------|-----------|-----------------|-------------|--------------|----------|--|
| País | General | Partición | Periodos Ref. | | Indices Cálculo | MDT | Abs. Terreno | | |

Parámetros de Evaluación:

| Tipo | Nombre | Unidad | Fórmula |
|-------|---|----------------------|-------------------------|
| 1: Ld | <input checked="" type="checkbox"/> Día | <input type="text"/> | <input type="text"/> >> |
| 2: Ln | <input checked="" type="checkbox"/> Noche | <input type="text"/> | <input type="text"/> >> |
| 3: - | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> >> |
| 4: - | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> >> |

Aceptar Cancelar Ayuda

Ilustración 51. 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 períodos 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, éste 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 encarga de estos temas como lo es el Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC. 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 52. Construcciones sin simplificar
Fuente. Propia (estudio actual)

(Espacio intencionalmente en Blanco)



Ilustración 53. Construcciones simplificadas
Fuente. Propia (estudio actual)

7.1.3 IDEALIZACIÓN DE LAS FUENTES DE POTENCIA SONORA

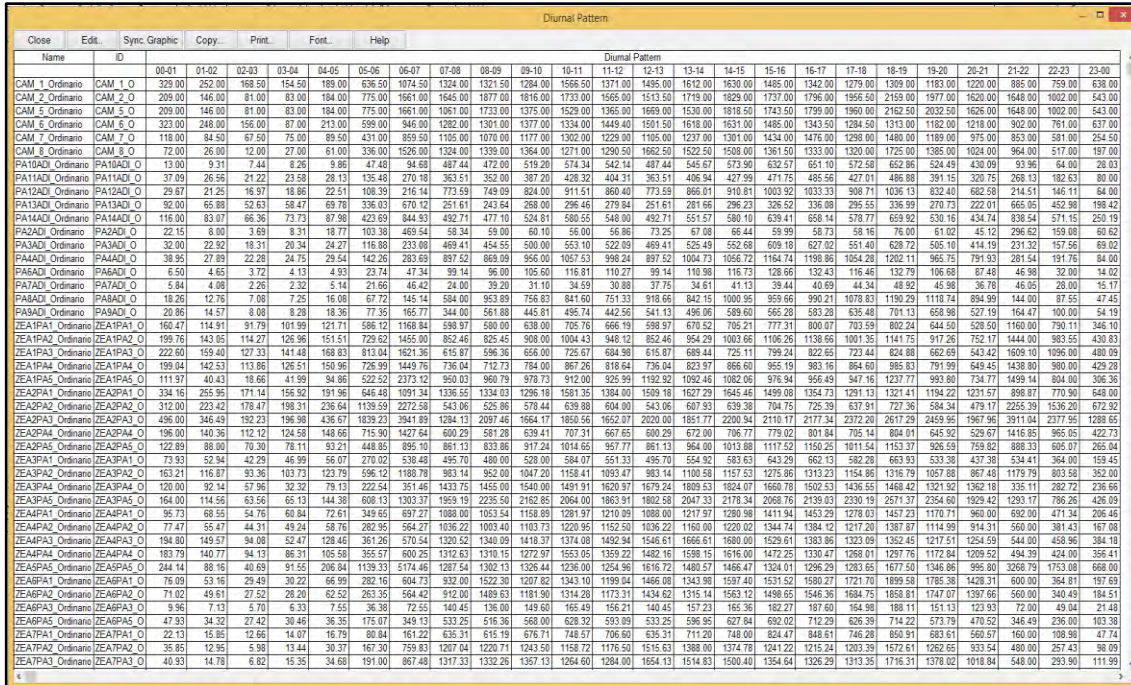
- **TRAFICO RODADO**

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 ruido ambiental, 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)

(Espacio intencionalmente en Blanco)

MAPAS DE RUIDO CARTAGO 2018



| Name | ID | 08-01 | 08-02 | 08-03 | 08-04 | 08-05 | 08-06 | 08-07 | 08-08 | 08-09 | 08-10 | 08-11 | 08-12 | 08-13 | 08-14 | 08-15 | 08-16 | 08-17 | 08-18 | 08-19 | 08-20 | 08-21 | 08-22 | 08-23 | 08-24 |
|-----------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|
| CAM 1 Ordinario | CAM 1 O | 329.00 | 252.00 | 168.50 | 154.50 | 189.00 | 636.50 | 1074.50 | 1234.00 | 1321.50 | 1284.00 | 1566.50 | 1371.00 | 1435.00 | 1612.00 | 1650.00 | 1485.00 | 1342.00 | 1275.00 | 1389.00 | 1183.00 | 1220.00 | 885.00 | 759.00 | 638.00 |

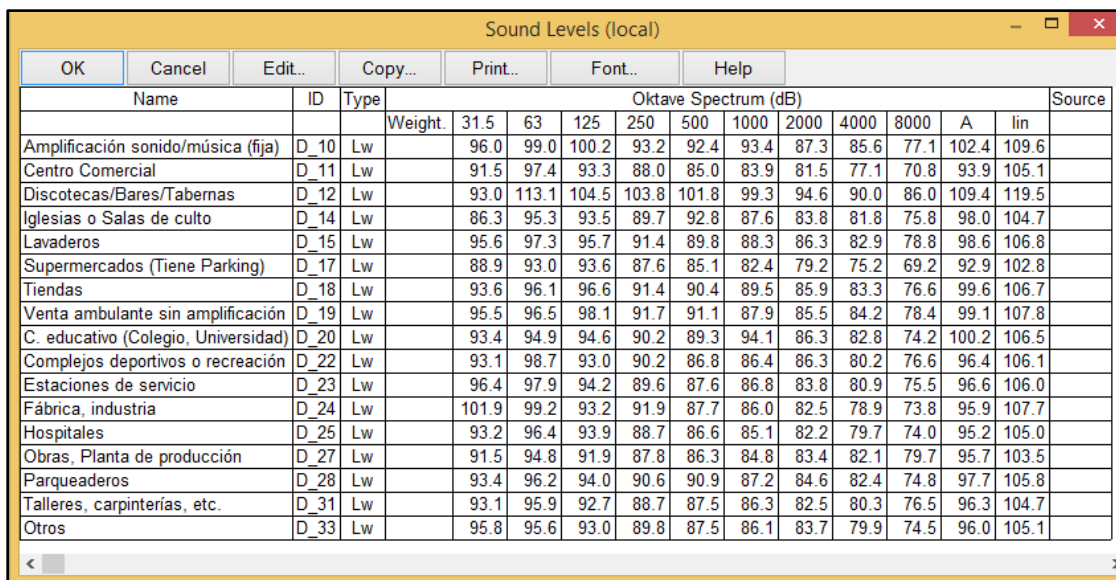
Ilustración 54. Aforos vehiculares por hora

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 motivo 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.



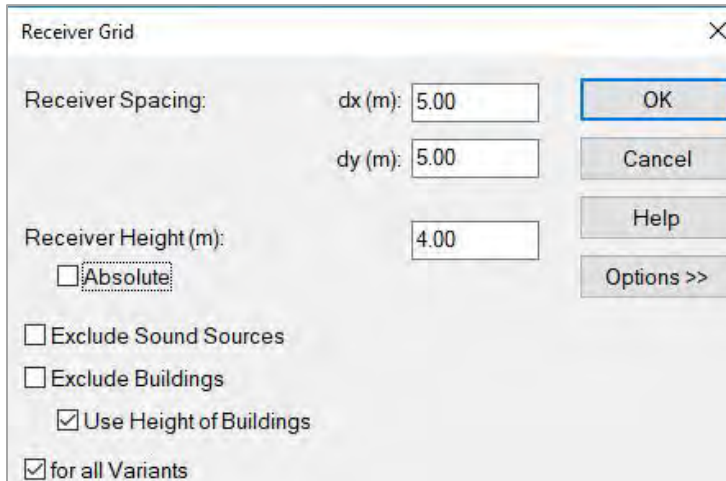
| Name | ID | Type | Weight. | Oktave Spectrum (dB) | | | | | | | | | | | Source |
|-------------------------------------|------|------|---------|----------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------|-------|--------|
| | | | | 31.5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 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 55. 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 56).

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

Buttons: OK, Cancel, Help, Options >>

Ilustración 56. 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)
- **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 32)

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

Tabla 32. 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 Cartago, 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

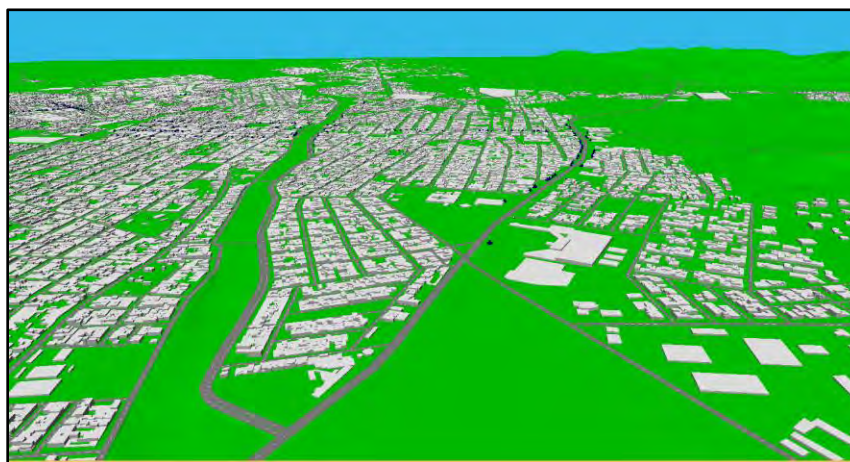


Ilustración 57. Modelo digital del terreno del modelo de cálculo
Fuente. Propia (estudio actual)

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.

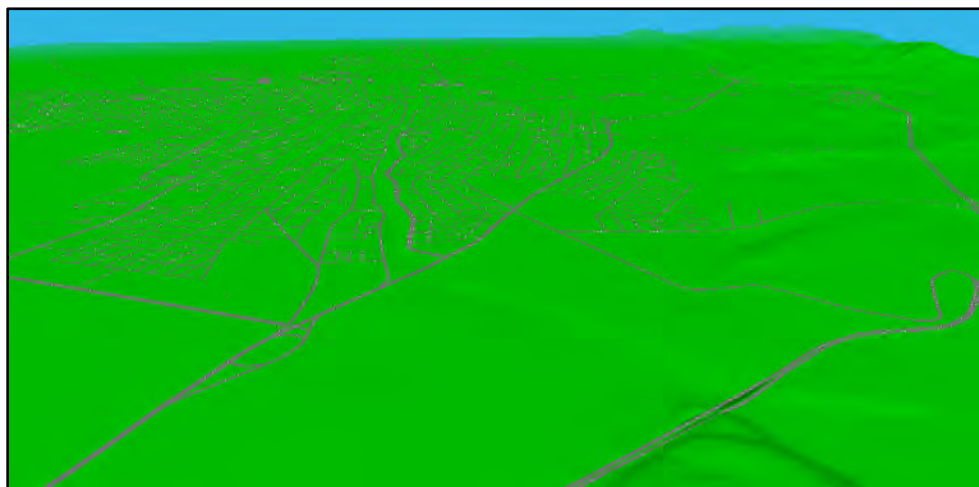


Ilustración 58. Malla vial ingresada al modelo
Fuente. Propia (estudio actual)

- **OBSTÁCULOS**

Se presenta una sección de las edificaciones ingresadas al modelo.

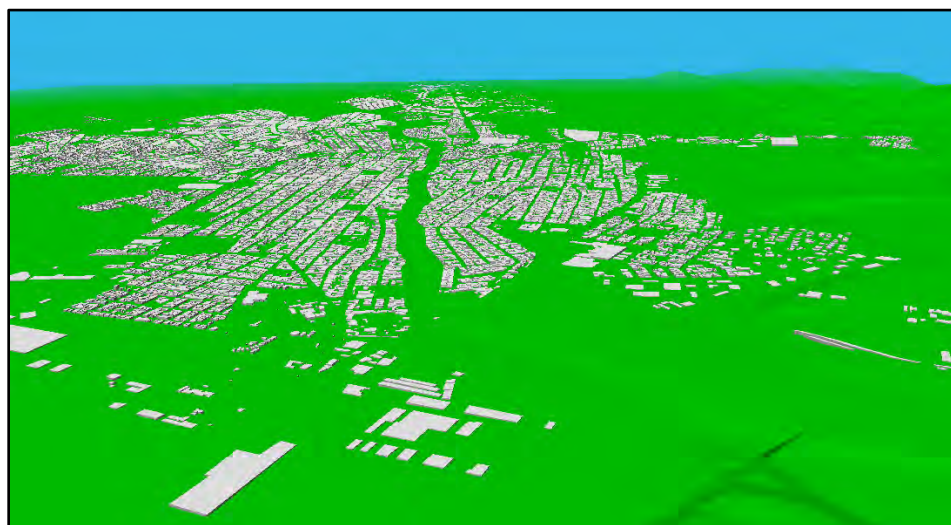


Ilustración 59. Sección con edificaciones dentro del modelo del cálculo
Fuente. Propia (estudio actual)

- **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 Cartago, 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:

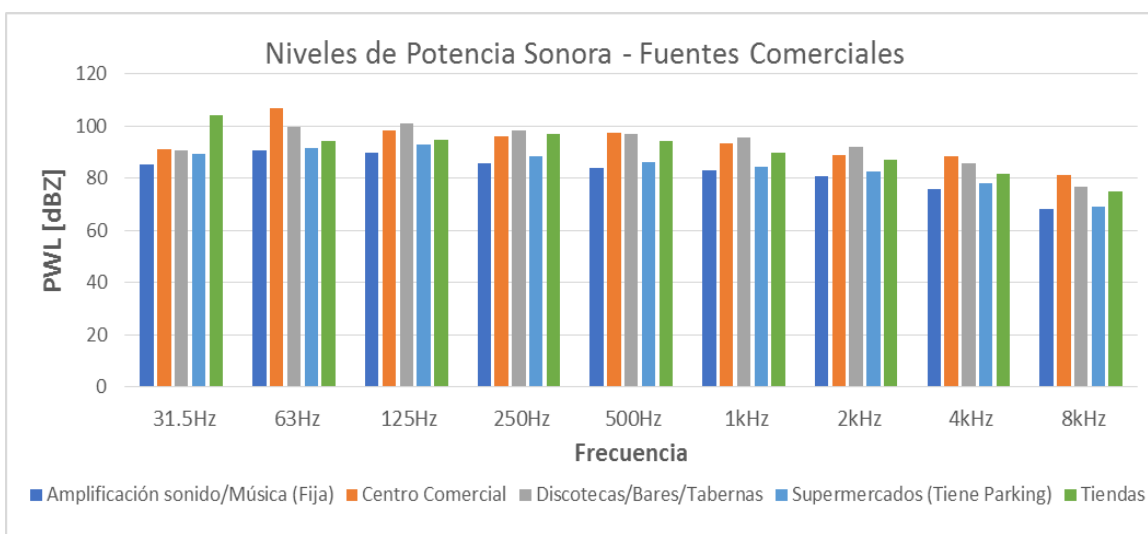


Ilustración 60. Espectro idealizado para fuentes de tipo: Comercial
Fuente. Propia (estudio actual)

(Espacio intencionalmente en Blanco)

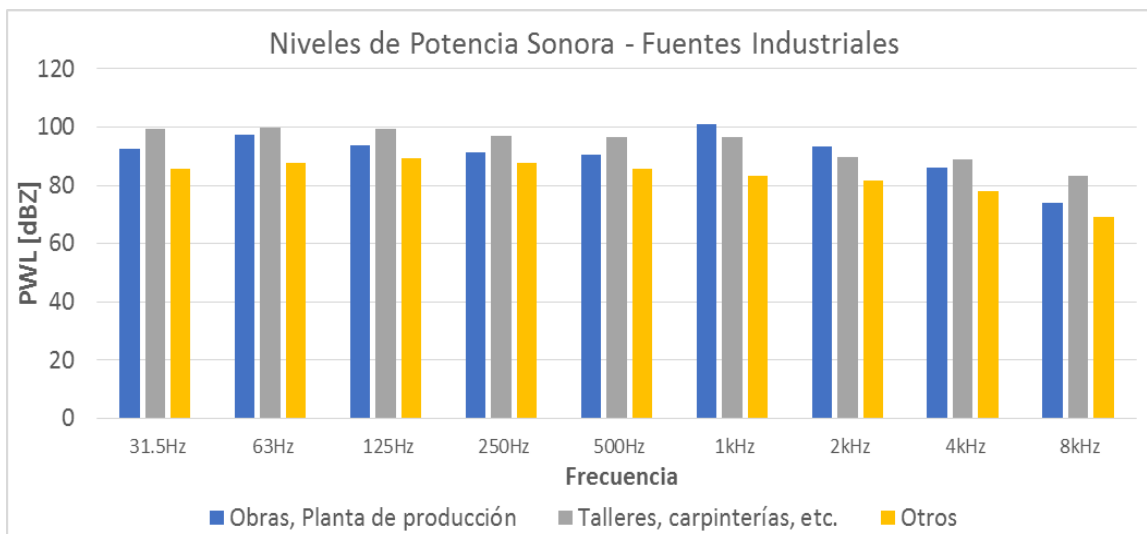


Ilustración 61. Espectro idealizado para fuentes de tipo: Industrial y Otros
Fuente. Propia (estudio actual)

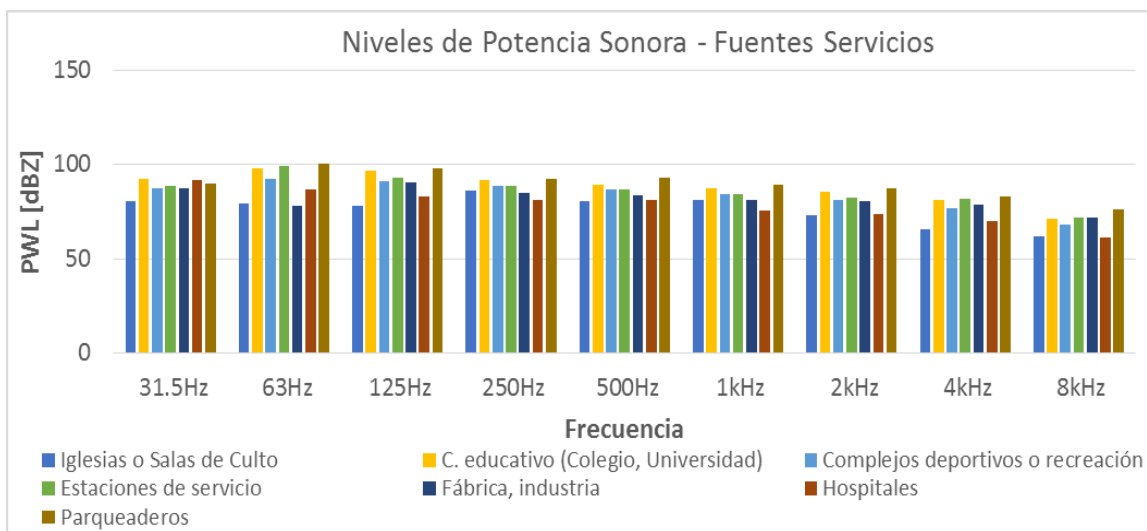


Ilustración 62. Espectro idealizado para fuentes de tipo: Servicios
Fuente. Propia (estudio actual)

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

Tabla 33. Inventario de Fuentes

| Categoría de Fuente | Impacto | Tipo de Fuente | Código |
|---------------------|---------|---|--------|
| Vial | Bajo | Actividad de personas (Hablando, gritando, caminando, etc.) | 1 |

| Categoría de Fuente | Impacto | Tipo de Fuente | Código |
|---------------------------|---------|---|--------|
| | 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 |
| | 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 |

| Categoría de Fuente | Impacto | Tipo de Fuente | Código |
|---------------------|---------|------------------------------|--------|
| | Alto | Plantas eléctricas | 30 |
| | Medio | Talleres, carpinterías, etc. | 31 |
| Otros | 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.

7.5 ESTRUCTURA MAG

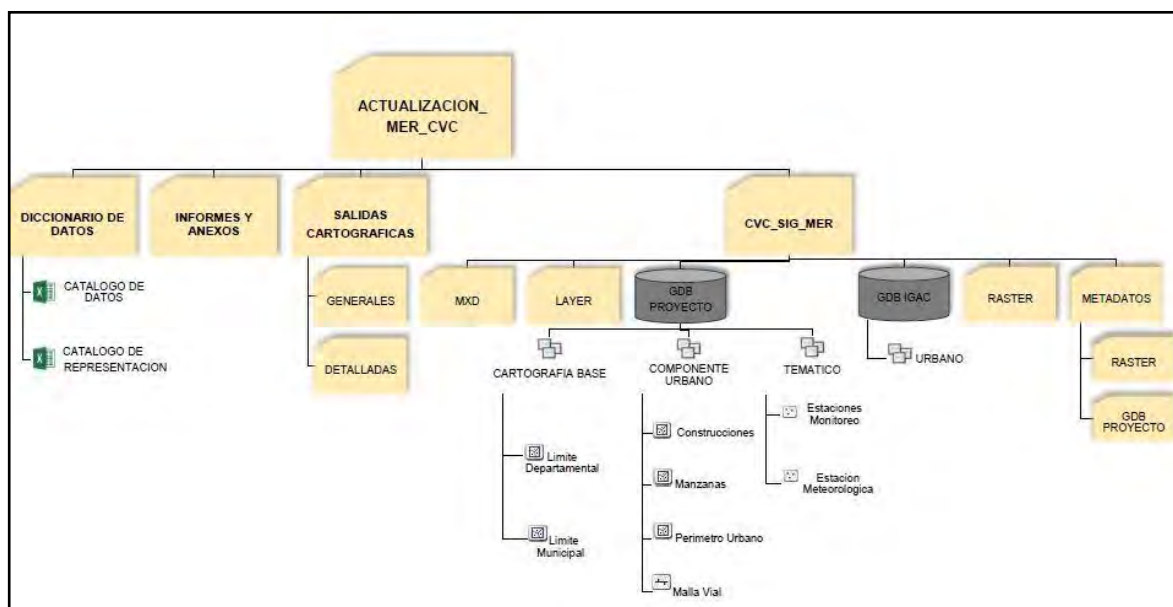


Ilustración 63. Estructura MAG

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 del 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 del 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 | Isofona_Ruido_Total_Periodo_Ordinario_Diurno | | | 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 0637 de 2006 y los estándares para modelación ISO 9613. | | | | | | | |
| Alias | Isofona Ruido Total periodo Ordinario Diurno | | | | | | | |
| Subtipo | Isofona_Ruido_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 |
| OBJETO_ID | ID | Numero unico-identificador del poligono, generado como un consecutivo de no más de seis caracteres. | 01010101 | N/A | OBJECTID | | SI | |
| DB_LO | LIMITE INFERIOR | Corresponde al limite inferior de los niveles de presión sonora determinados a partir de la modelación | 01010102 | dB (A) | FLOAT | | SI | |
| DB_HI | LIMITE SUPERIOR | Corresponde al limite 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 | |
| OVERRIDE | 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 | m ² | DOUBLE | | SI | |
| SHAPE_LENGTH | PERIMETRO | Corresponde al perímetro que representa cada nivel de presión sonora | 01010109 | m | DOUBLE | | SI | |
| Relaciones entre objetos | | | | | | | | |
| Nombre | Entidad | Código | Nombre de rol | Tipo | Obligatoriedad | Relación | Cardinalidad | |
| Operaciones | | | | | | | | |
| Nombre | Definición | | Forma | | | | | |
| Dominios | | | | | | | | |
| Archivo | Etiqueta | Código | Definición | | | | | |
| RuleID | TotalDiurnoOrd_Per_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 64. Catálogo de objeto

7.5.3 CATALOGO DE REPRESENTACION

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












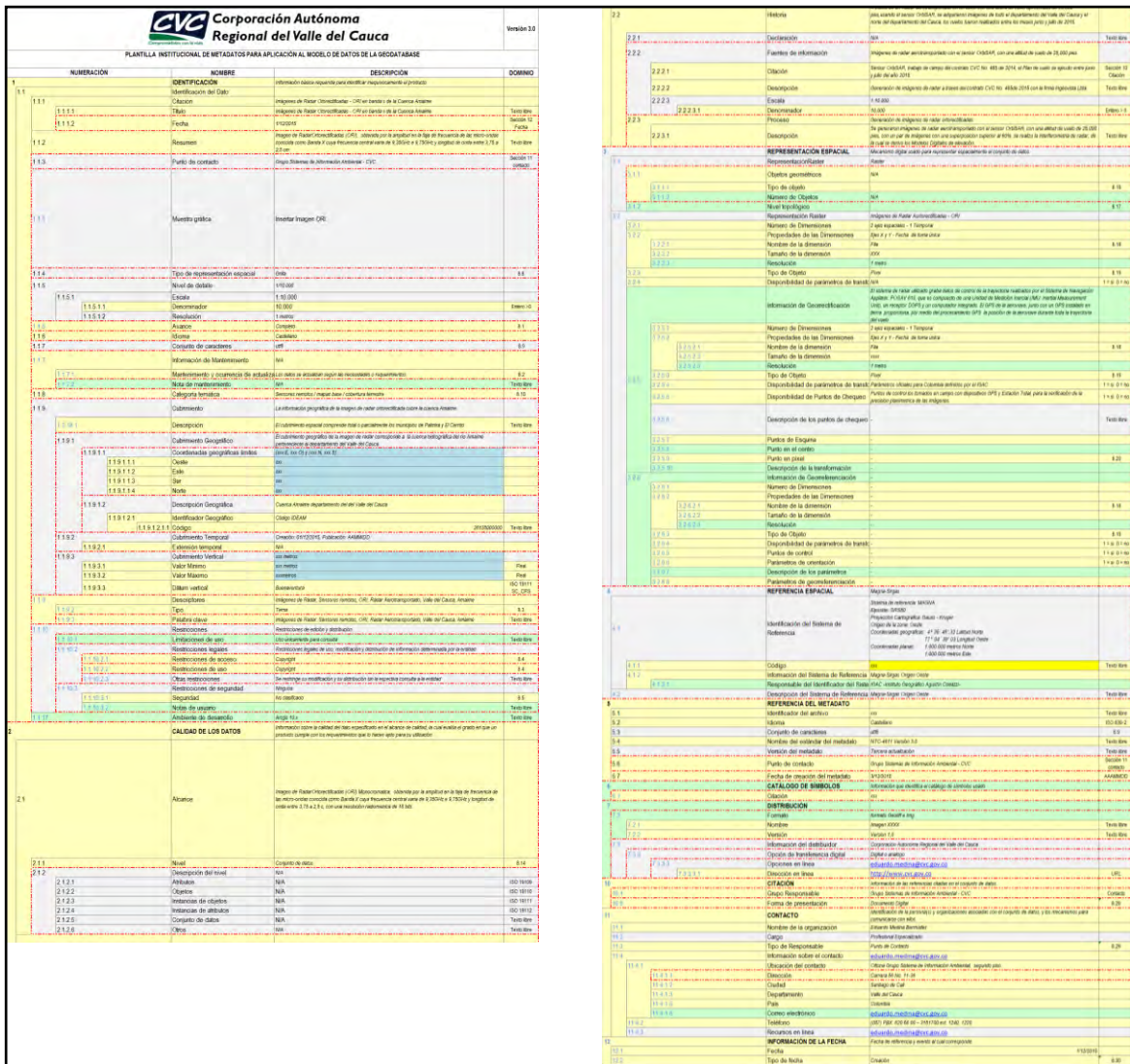
| Código | CF020500 | Ciudad | | | |
|---------------------------------|--------------------|---------------|---|---|--|
| Título | Niveles de Ruido | Departamento | | | |
| Responsable | | País | | | |
| Nombre de la institución | | Teléfono | | | |
| Cargo | | Fecha | | | |
| Tipo de responsable | | Tipo de fecha | | | |
| Dirección | | Resumen | | | |
| 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 | 2011027 | | |
| Título | Niveles de Ruido | Tipo de fecha | Creación | | |
| Código del símbolo | Título | Geometría | Muestra Gráfica | Propiedad | Valor |
| CF020500-01 | dB (A) < 35 | Polígono |  | Color del relleno Color de línea externa Grosor de la línea | 198,224,180 RGB 110,110,110 RGB 0,4 milímetros |
| CF020500-02 | dB (A) > 35.1 < 40 | Polígono |  | Color del relleno Color de línea externa Grosor de la línea | 86,142,20 RGB 110,110,110 RGB 0,4 milímetros |
| CF020500-03 | dB (A) > 40.1 < 45 | Polígono |  | Color del relleno Color de línea externa Grosor de la línea | 0,102,51 RGB 110,110,110 RGB 0,4 milímetros |
| CF020500-04 | dB (A) > 45.1 < 50 | Polígono |  | Color del relleno Color de línea externa Grosor de la línea | 255,255,0 RGB 110,110,110 RGB 0,4 milímetros |
| CF020500-05 | dB (A) > 50.1 < 55 | Polígono |  | Color del relleno Color de línea externa Grosor de la línea | 255,204,0 RGB 110,110,110 RGB 0,4 milímetros |
| CF020500-06 | dB (A) > 55.1 < 60 | Polígono |  | Color del relleno Color de línea externa Grosor de la línea | 255,138,0 RGB 110,110,110 RGB 0,4 milímetros |
| CF020500-07 | dB (A) > 60.1 < 65 | Polígono |  | Color del relleno Color de línea externa Grosor de la línea | 227,66,52 RGB 110,110,110 RGB 0,4 milímetros |
| CF020500-08 | dB (A) > 65.1 < 70 | Polígono |  | Color del relleno Color de línea externa Grosor de la línea | 204,51,0 RGB 110,110,110 RGB 0,4 milímetros |
| CF020500-09 | dB (A) > 70.1 < 75 | Polígono |  | Color del relleno Color de línea externa Grosor de la línea | 222,76,138 RGB 110,110,110 RGB 0,4 milímetros |
| CF020500-10 | dB (A) > 75.1 < 80 | Polígono |  | Color del relleno Color de línea externa Grosor de la línea | 0,0,255 RGB 110,110,110 RGB 0,4 milímetros |
| CF020500-11 | dB (A) > 80.1 | Polígono |  | Color del relleno Color de línea externa Grosor de la línea | 0,0,128 RGB 110,110,110 RGB 0,4 milímetros |

Ilustración 65. Catálogo de representación

7.5.4 ESTRUCTURA METADATOS

Los metadatos se presentan en formato Excel y ArcMap, cumpliendo con la norma NTC 4611



| NUMERACION | NOMBRE | DESCRIPCION | DOMINIO |
|------------|--|---|-------------------|
| 1 | IDENTIFICACION | Información básica referente a los datos de la aplicación | |
| 1.1 | Identificación del Objeto | Identificación del objeto de estudio | |
| 1.1.1 | Título | Proyecto de Planeación - Identificación - CVC del Valle del Cauca | Terceros |
| 1.1.2 | Fecha | Fecha de elaboración | Fecha |
| 1.2 | Resumen | Resumen de la información contenida en los datos | Terceros |
| 1.3 | Punto de contacto | Persona responsable de la información | Apellido y nombre |
| 1.4 | Mapa gráfico | Mapa de ubicación geográfica | Imagen |
| 1.4.1 | Nivel de detalle | Detalle del mapa | 1:1000 |
| 1.4.1.1 | Escala | 1:1000 | |
| 1.4.1.2 | Proyección | UTM | |
| 1.4.1.3 | Unidad | Grados | Grados |
| 1.4.1.4 | Coordenadas de cardameno | UTM | UTM |
| 1.4.1.5 | Metadatos de Mantenimiento | Metadatos de mantenimiento | Metadatos |
| 1.4.1.6 | Mantenimiento y conexión de actualizaciones de datos | Mantenimiento y conexión de actualizaciones de datos | Metadatos |
| 1.4.1.7 | Actualizaciones | Actualizaciones de datos | Metadatos |
| 1.4.1.8 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.9 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.10 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.11 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.12 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.13 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.14 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.15 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.16 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.17 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.18 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.19 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.20 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.21 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.22 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.23 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.24 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.25 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.26 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.27 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.28 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.29 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.30 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.31 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.32 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.33 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.34 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.35 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.36 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.37 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.38 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.39 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.40 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.41 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.42 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.43 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.44 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.45 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.46 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.47 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.48 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.49 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.50 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.51 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.52 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.53 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.54 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.55 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.56 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.57 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.58 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.59 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.60 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.61 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.62 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.63 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.64 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.65 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.66 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.67 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.68 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.69 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.70 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.71 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.72 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.73 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.74 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.75 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.76 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.77 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.78 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.79 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.80 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.81 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.82 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.83 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.84 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.85 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.86 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.87 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.88 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.89 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.90 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.91 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.92 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.93 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.94 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.95 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.96 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.97 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.98 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.99 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |
| 1.4.1.100 | Actualización | Actualización de datos | Metadatos |

Ilustración 66. Modelo metadatos

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 Cartago, 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)

8.2 MAPAS TOTALES

8.2.1 MAPA TOTAL EN JORNADA ORDINARIA

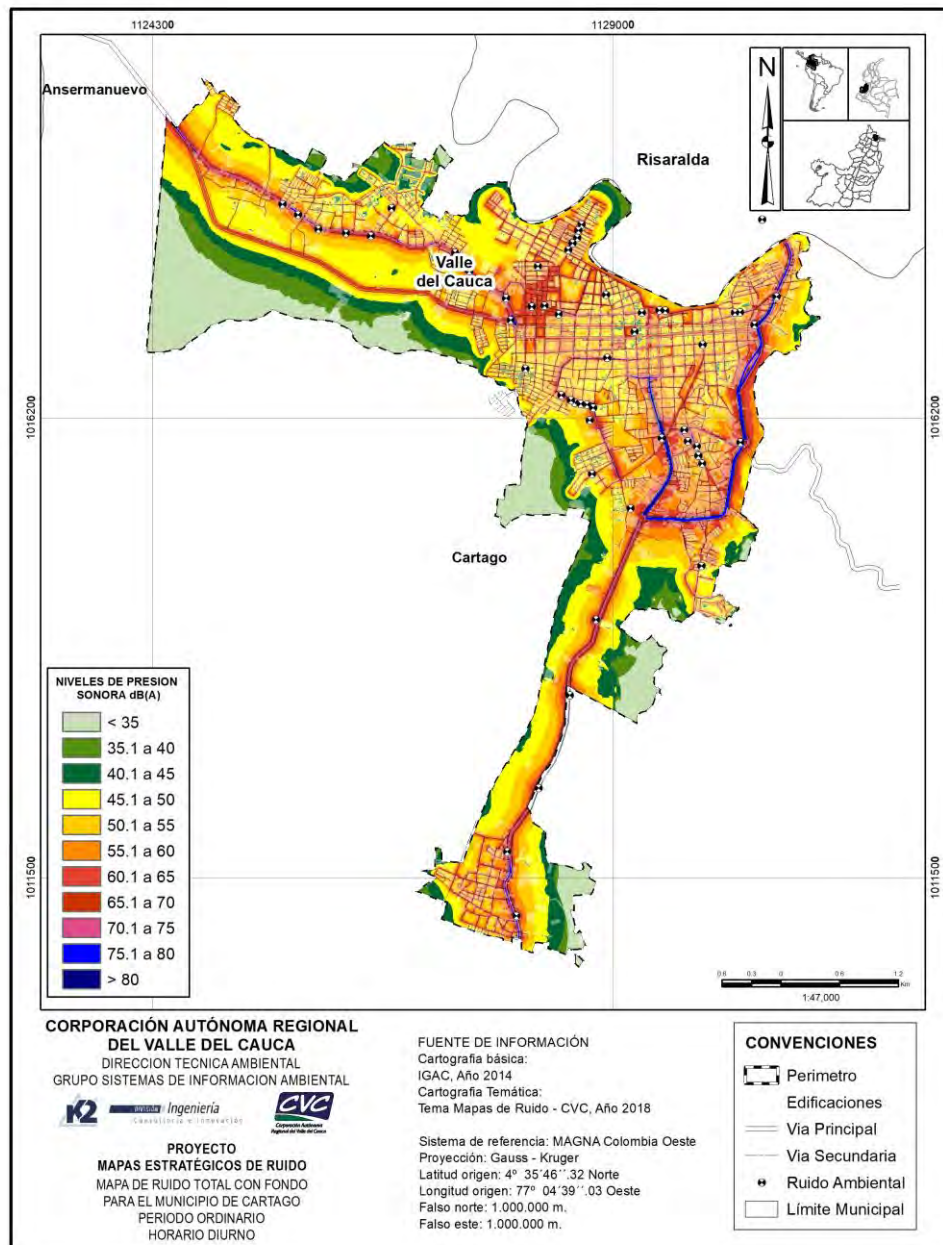


Ilustración 67. Nivel LRAeq Ordinario/Diurna
Fuente. Propia (estudio actual)

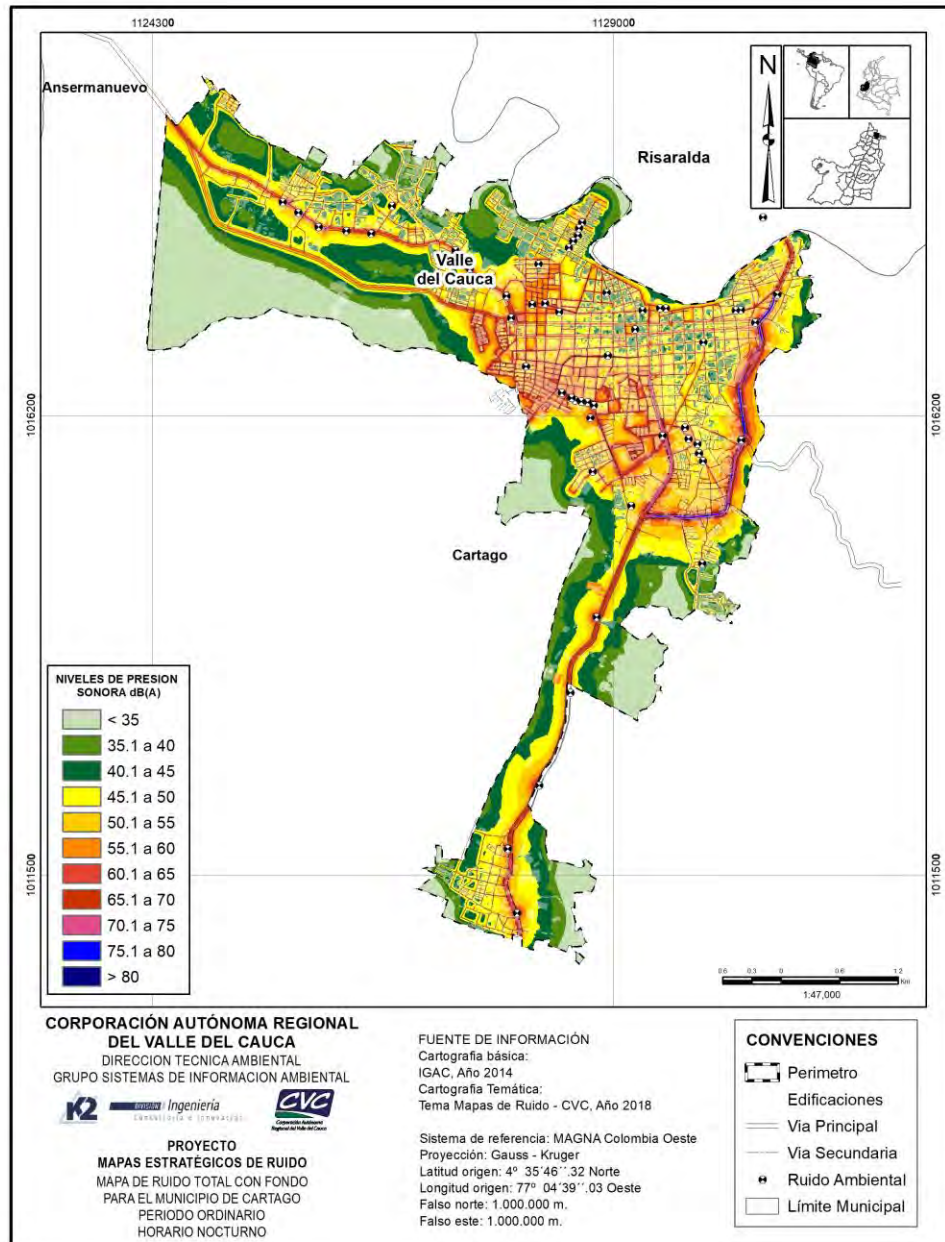


Ilustración 68. Nivel LRAeq Ordinario/Nocturna
Fuente. Propia (estudio actual)

8.2.2 MAPA TOTAL EN JORNADA DOMINICAL

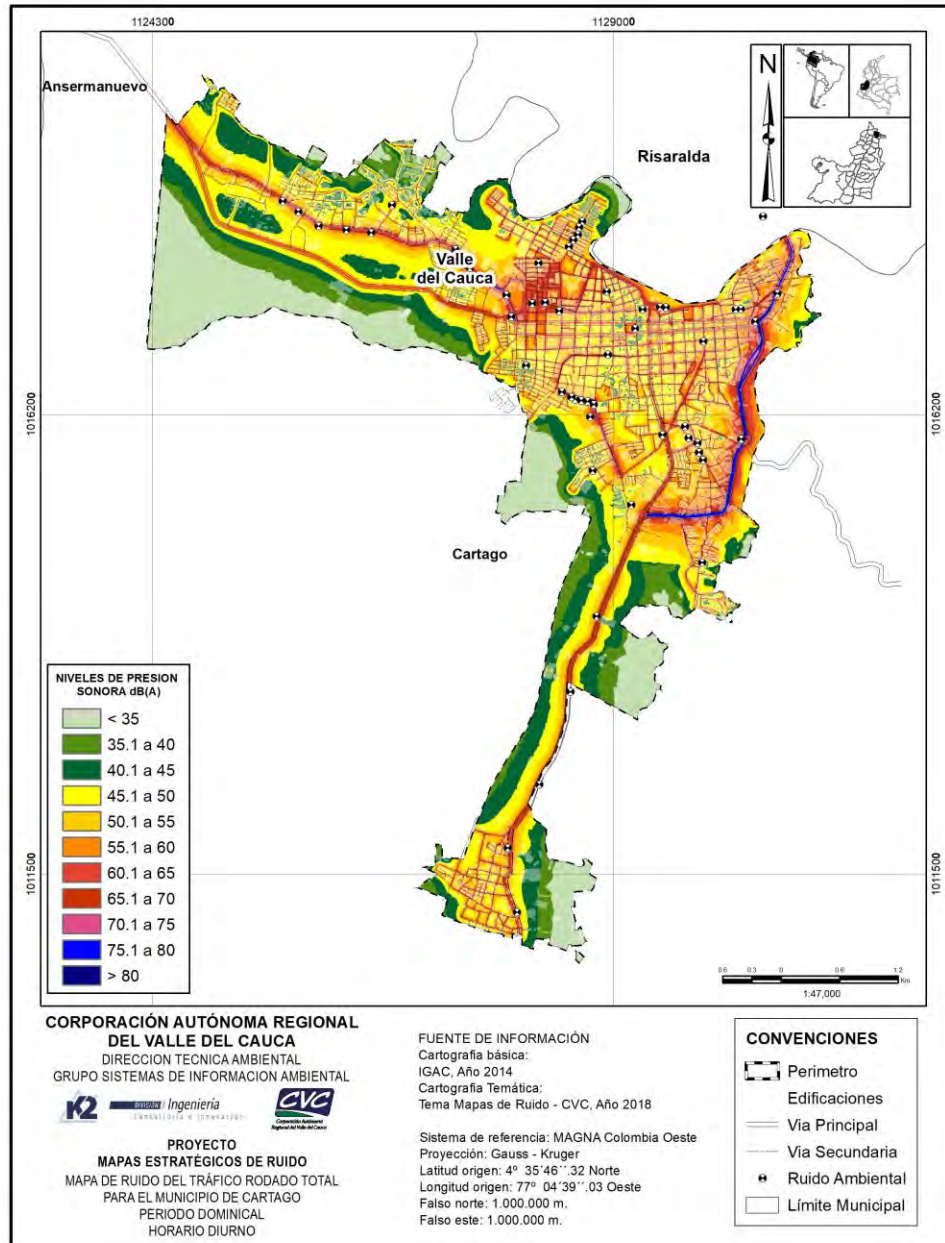


Ilustración 69. Nivel LRAeq Dominical/Diurna
Fuente. Propia (estudio actual)

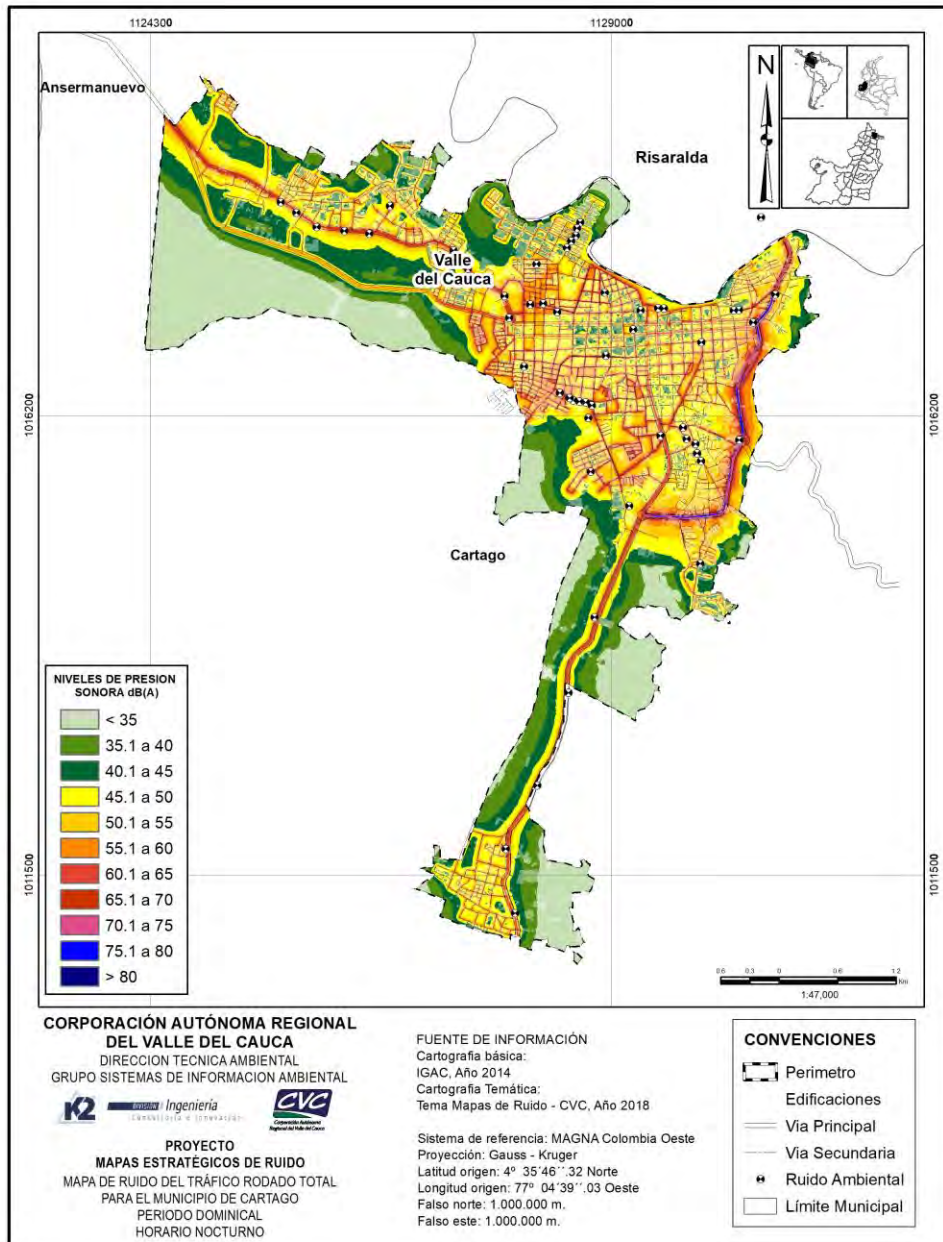


Ilustración 70. Nivel LRAeq Dominical/Nocturna
Fuente. Propia (estudio actual)

8.3 NIVEL EQUIVALENTE DÍA/NOCHE

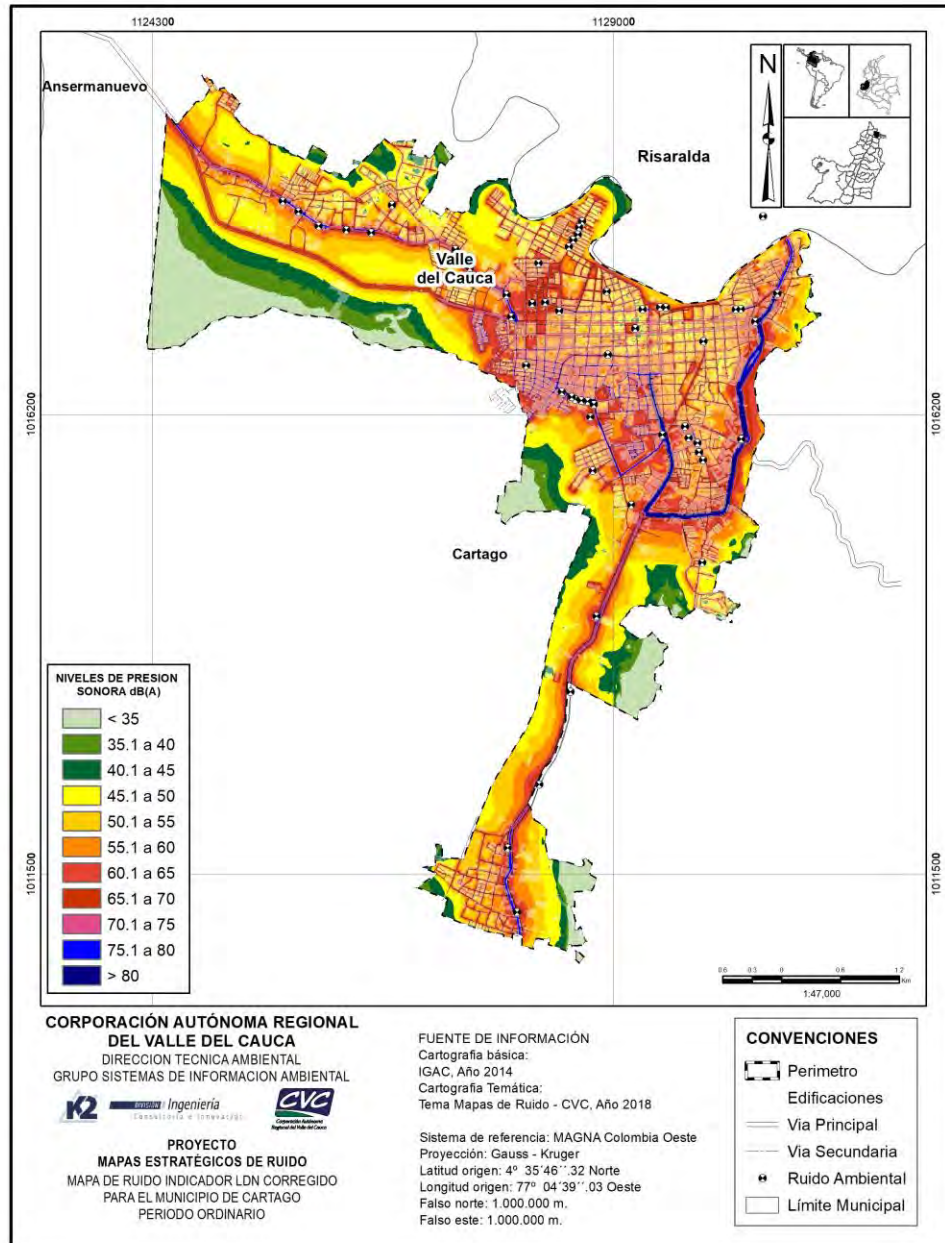


Ilustración 71. Nivel LDN Ordinario
Fuente. Propia (estudio actual)

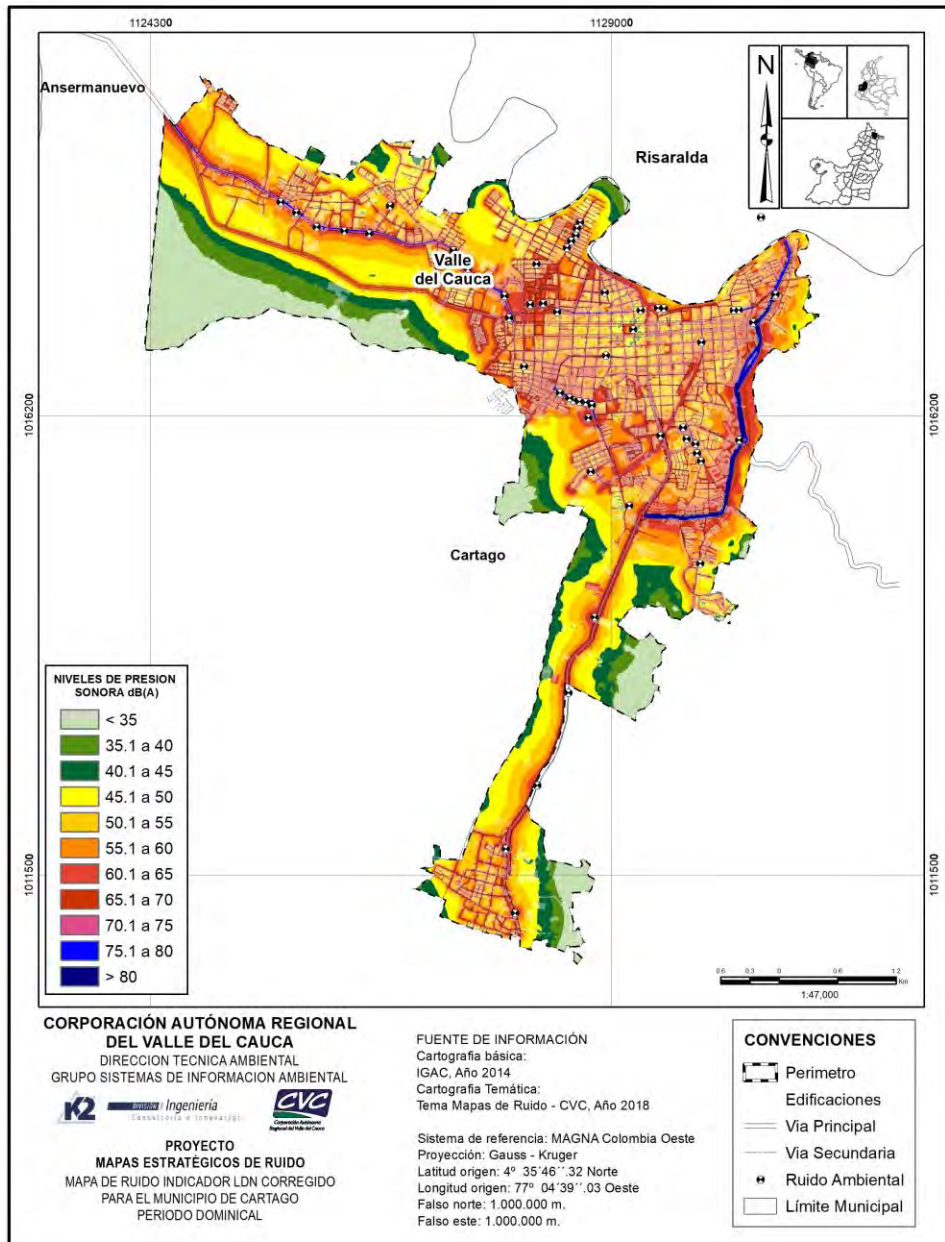


Ilustración 72. Nivel LDN Dominical
Fuente. Propia (estudio actual)

8.4 CONTRIBUCIONES DEL TRÁFICO VEHICULAR

8.4.1 APORTES DE TRÁFICO EN JORNADA ORDINARIA DIURNO

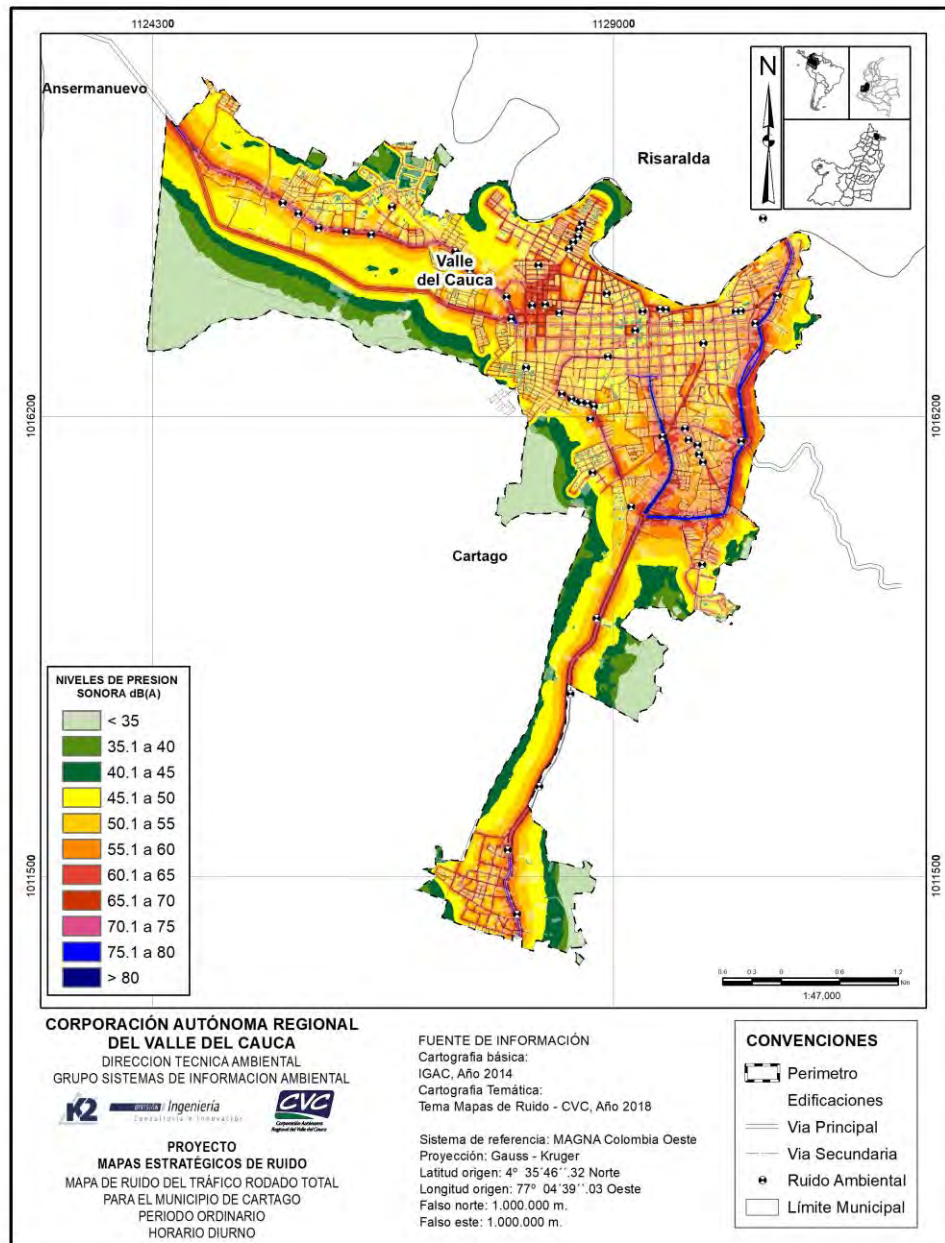


Ilustración 73. Nivel de tráfico Ordinario/Diurno
Fuente. Propia (estudio actual)

8.4.2 APORTES DE TRÁFICO EN JORNADA ORDINARIO NOCTURNO

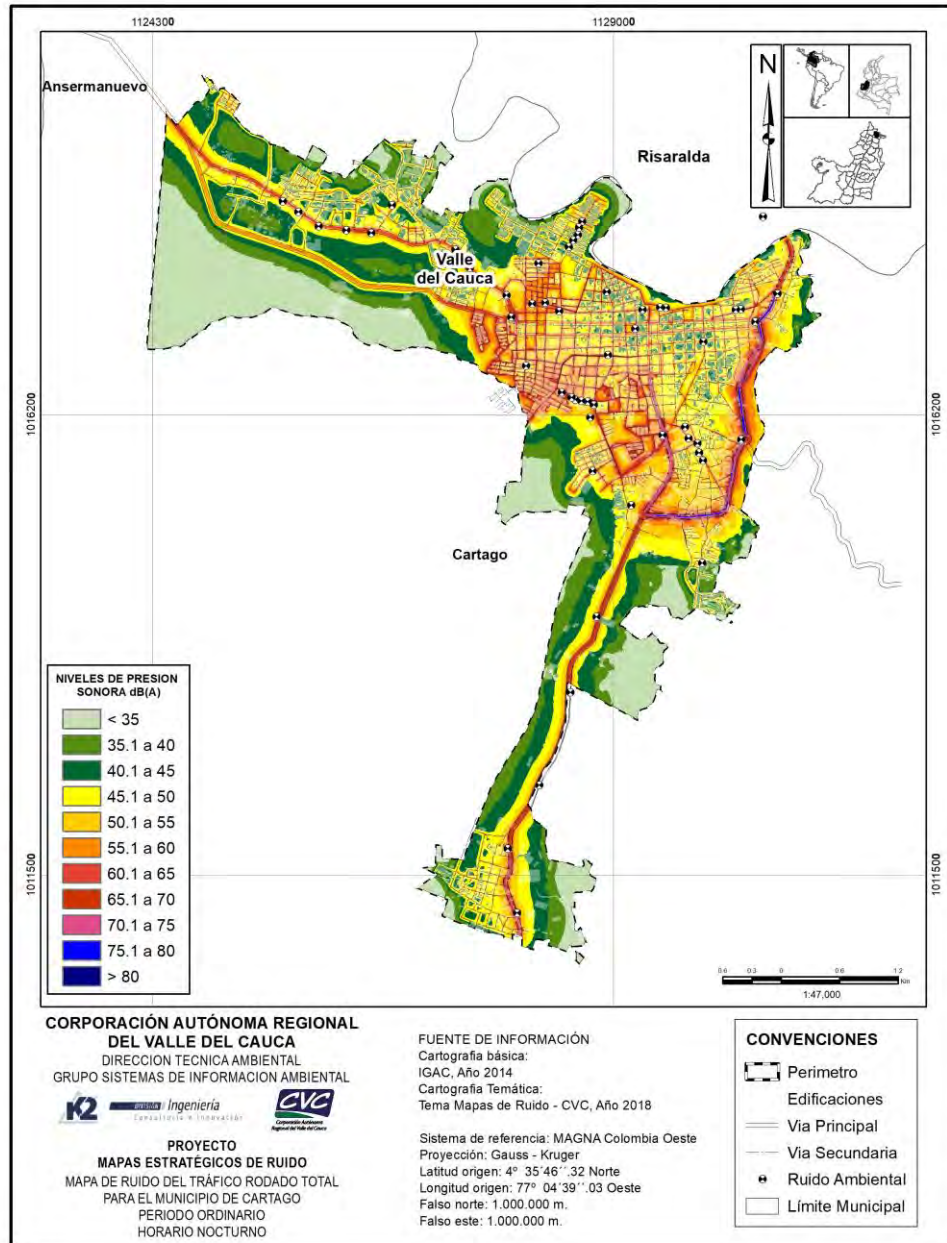


Ilustración 74. Nivel de Tráfico Ordinario/Nocturno
Fuente. Propia (estudio actual)

8.4.3 APORTES DE TRÁFICO EN JORNADA DOMINICAL DIURNO

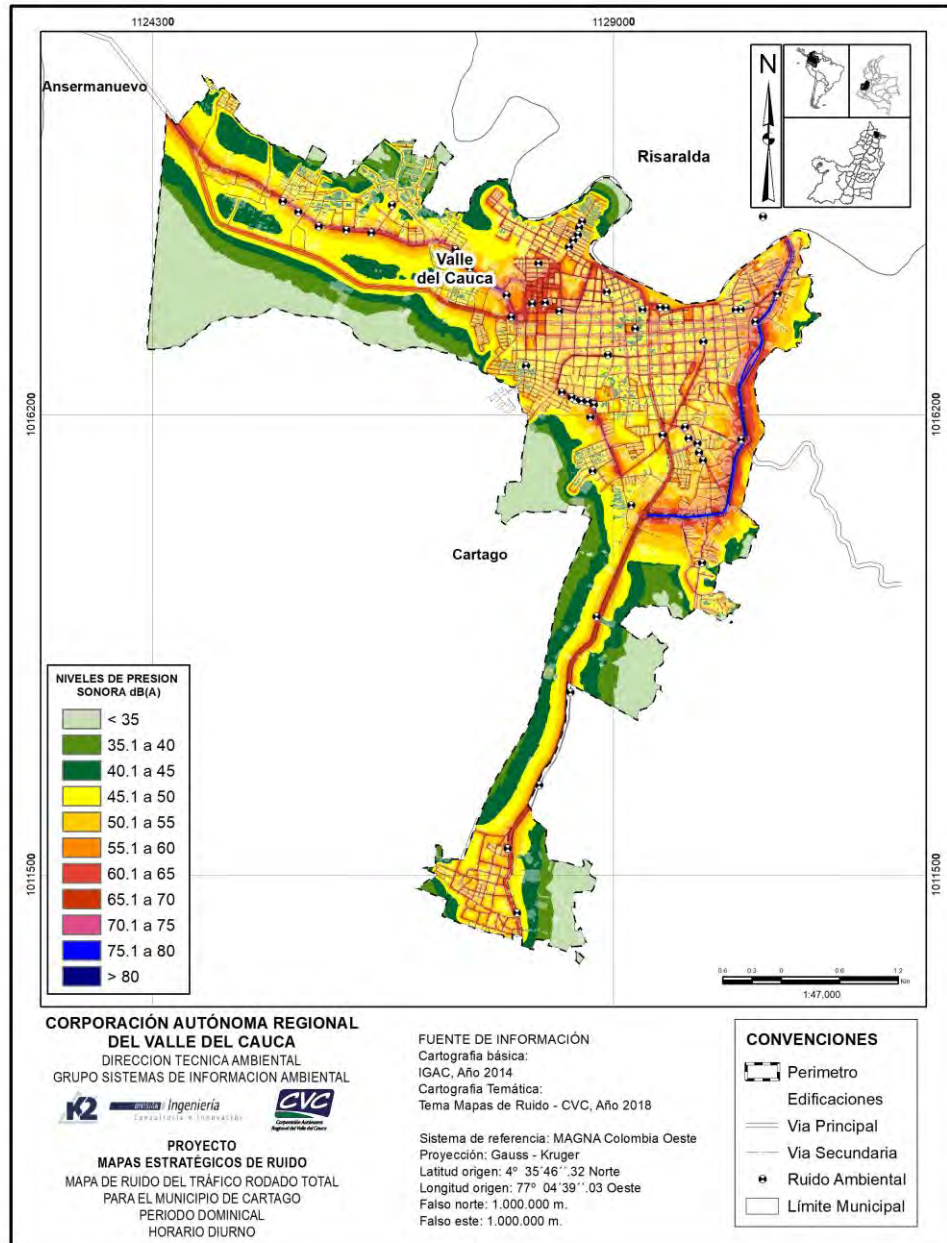


Ilustración 75. Nivel de tráfico Dominical/Diurno
Fuente. Propia (estudio actual)

8.4.4 APORTES DE TRÁFICO EN JORNADA DOMINICAL NOCTURNO

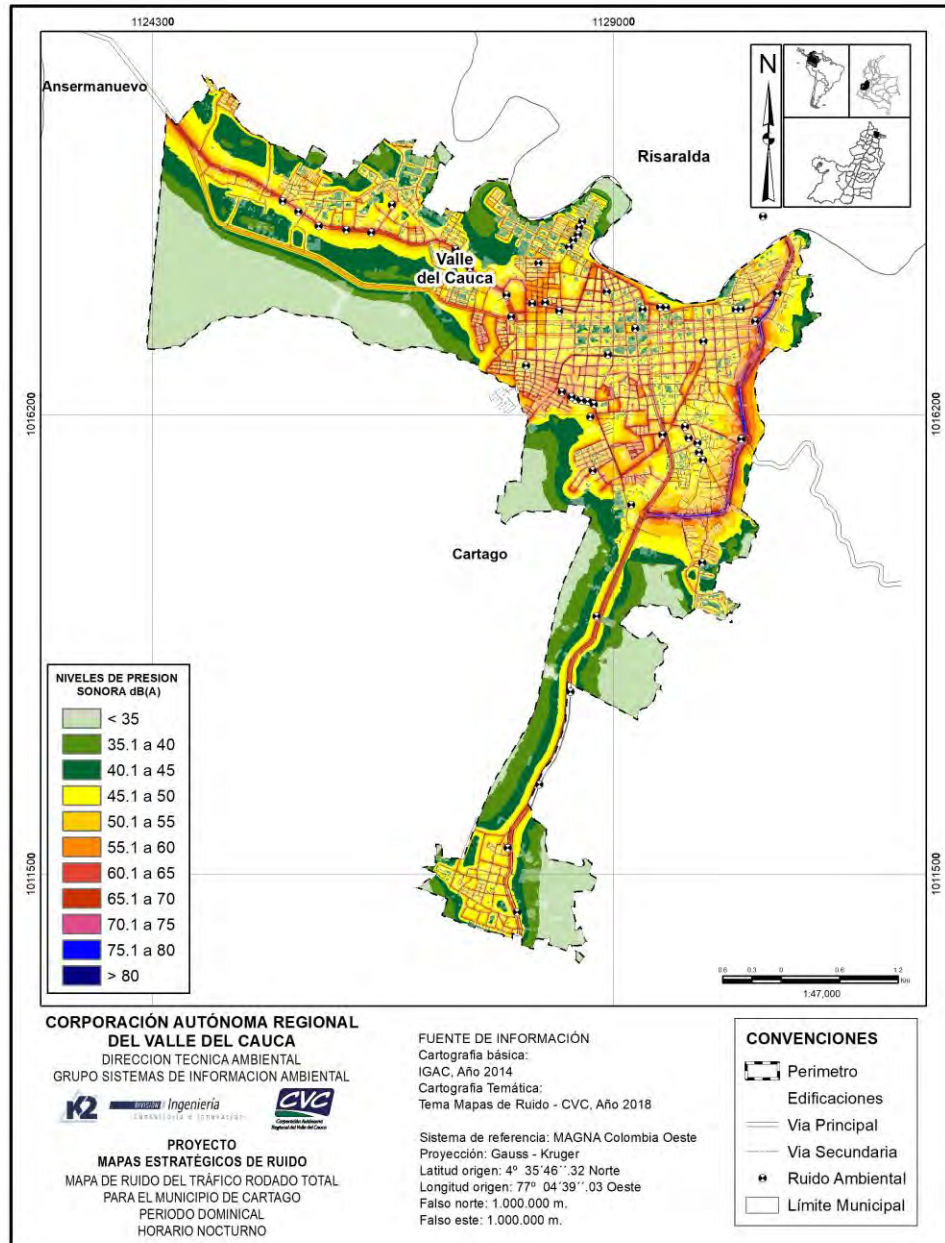


Ilustración 76. Nivel de tráfico Dominical/Nocturno
Fuente. Propia (estudio actual)

8.5 CONTRIBUCIÓN DE FUENTES FIJAS

8.5.1 MAPA FUENTES FIJAS EN JORNADA ORDINARIA DIURNO

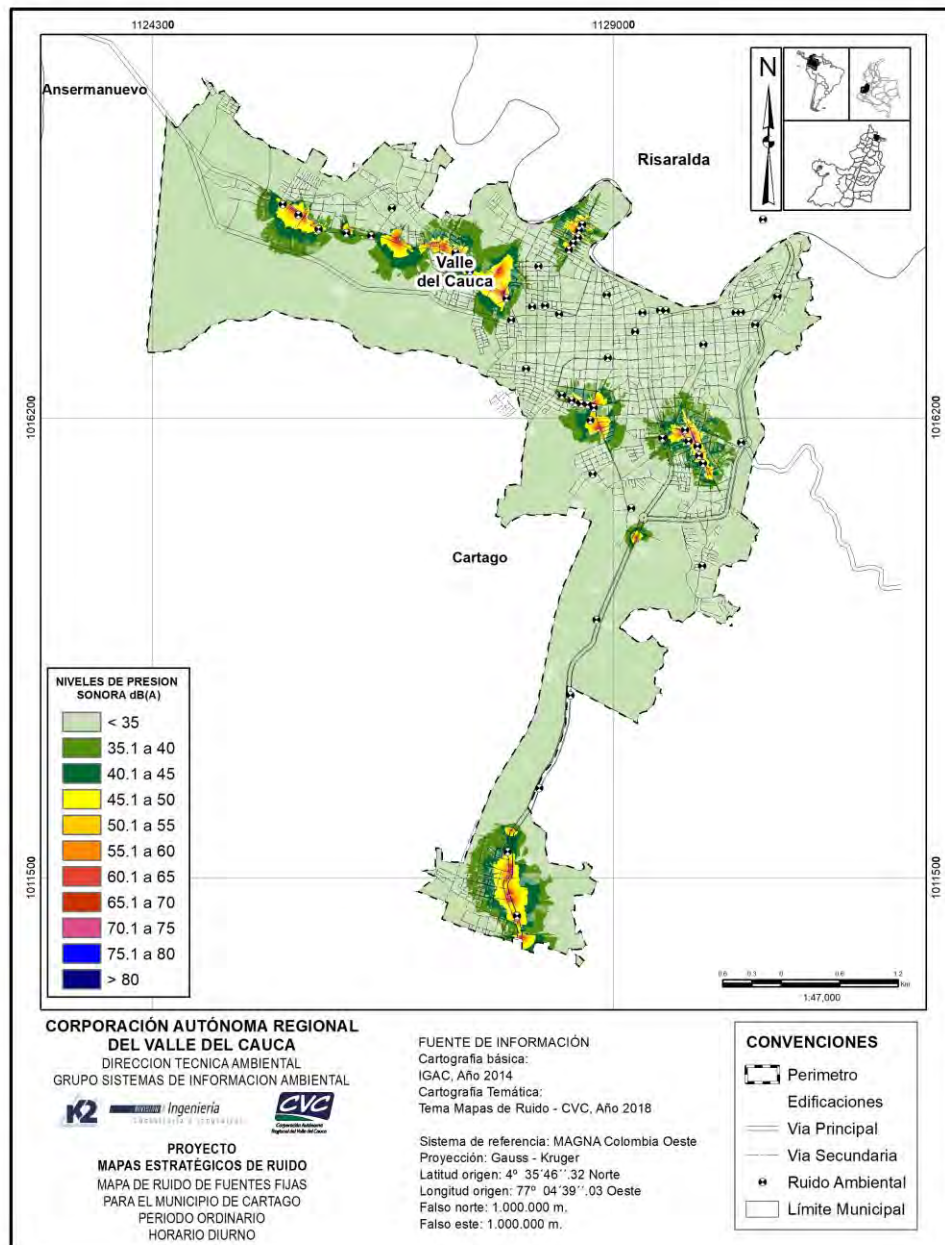


Ilustración 77. Nivel Fuentes Fijas Ordinario/Diurno
Fuente. Propia (estudio actual)

8.5.2 MAPA FUENTES FIJAS EN JORNADA ORDINARIA NOCTURNO

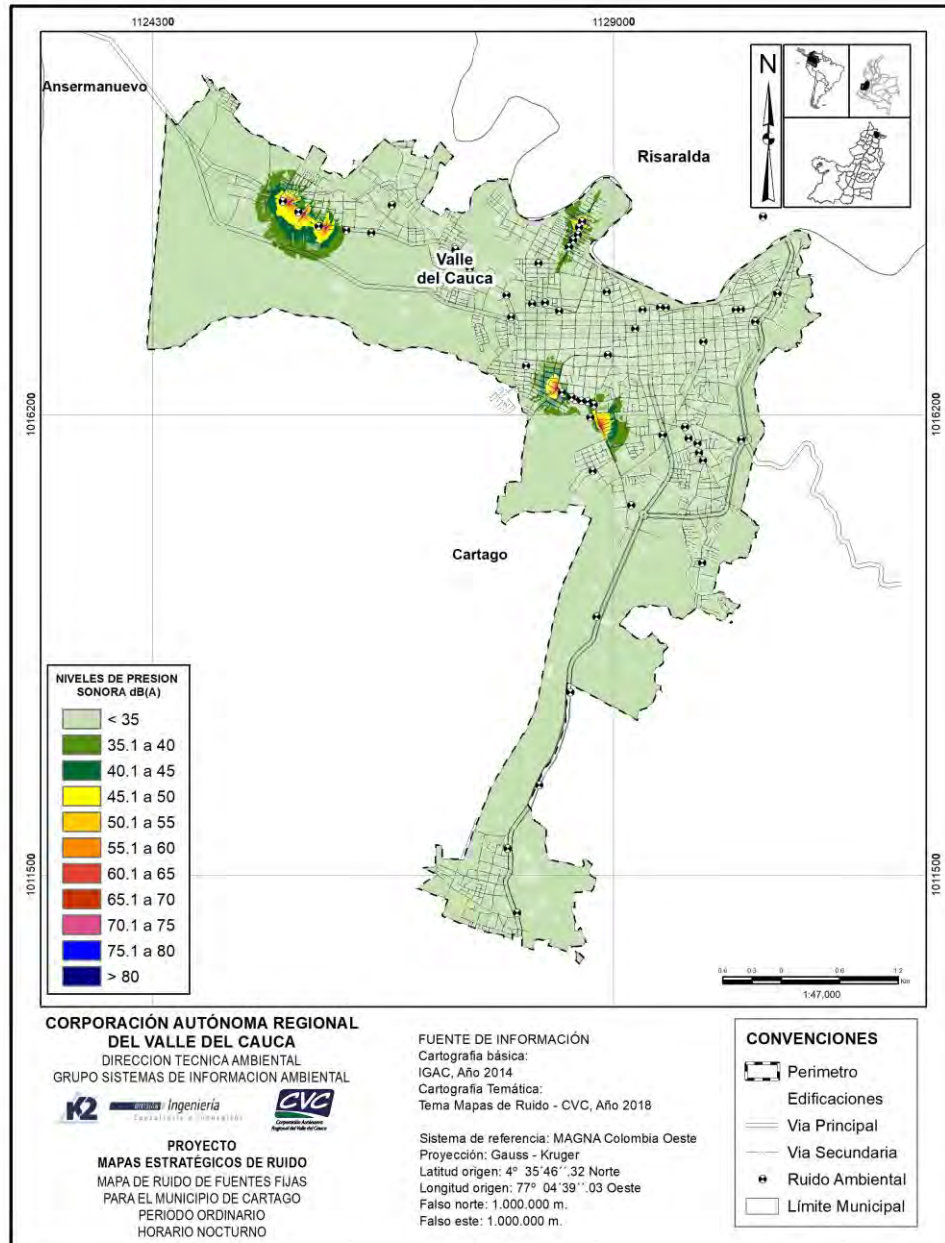


Ilustración 78. Nivel Fuentes Fijas Ordinario/Nocturno
Fuente. Propia (estudio actual)

8.5.3 MAPA DE FUENTES FIJAS EN JORNADA DOMINICAL DIURNO

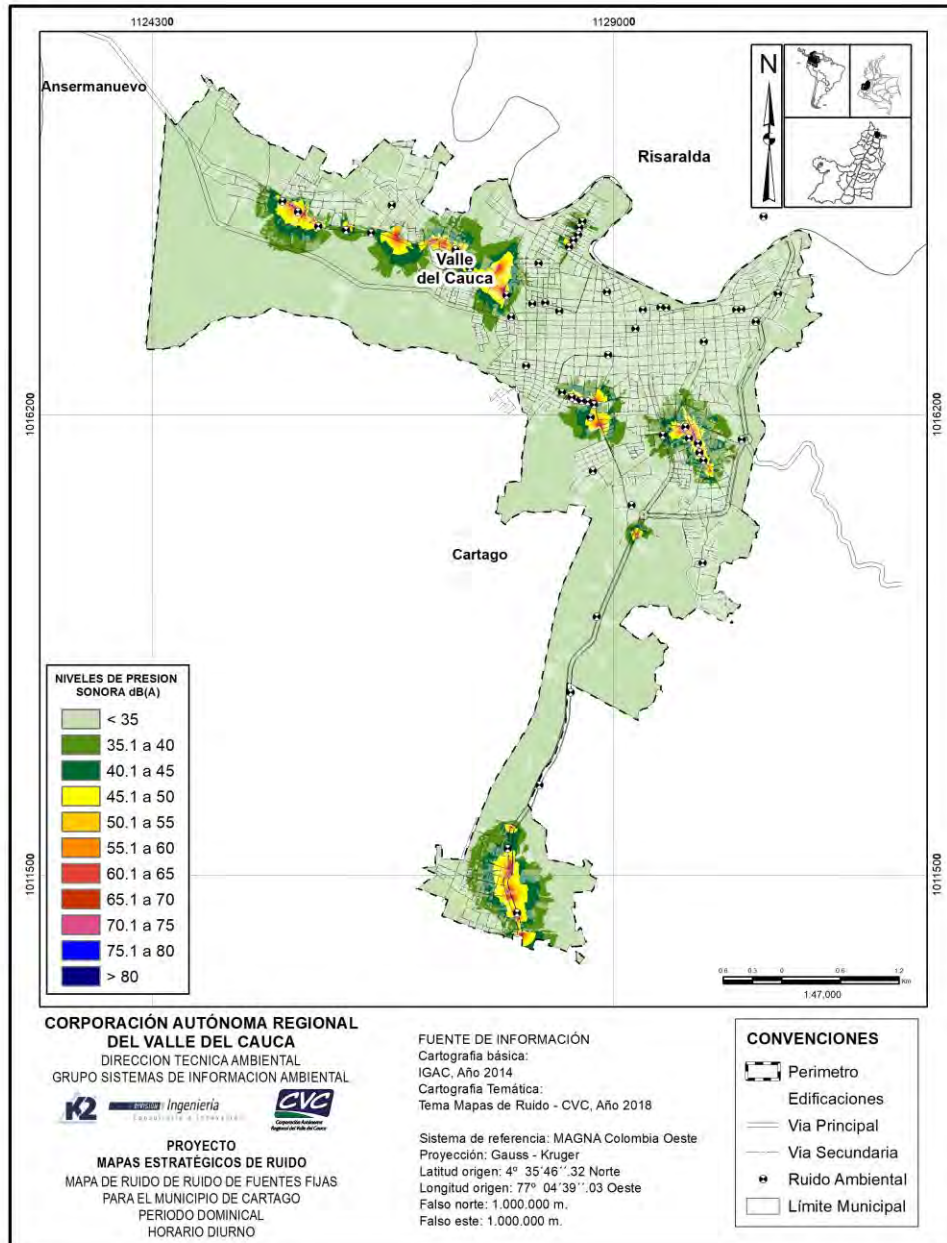


Ilustración 79. Nivel fuentes fijas Dominical/Diurno
Fuente. Propia (estudio actual)

8.5.4 MAPA DE FUENTES FIJAS EN JORNADA DOMINICAL NOCTURNO

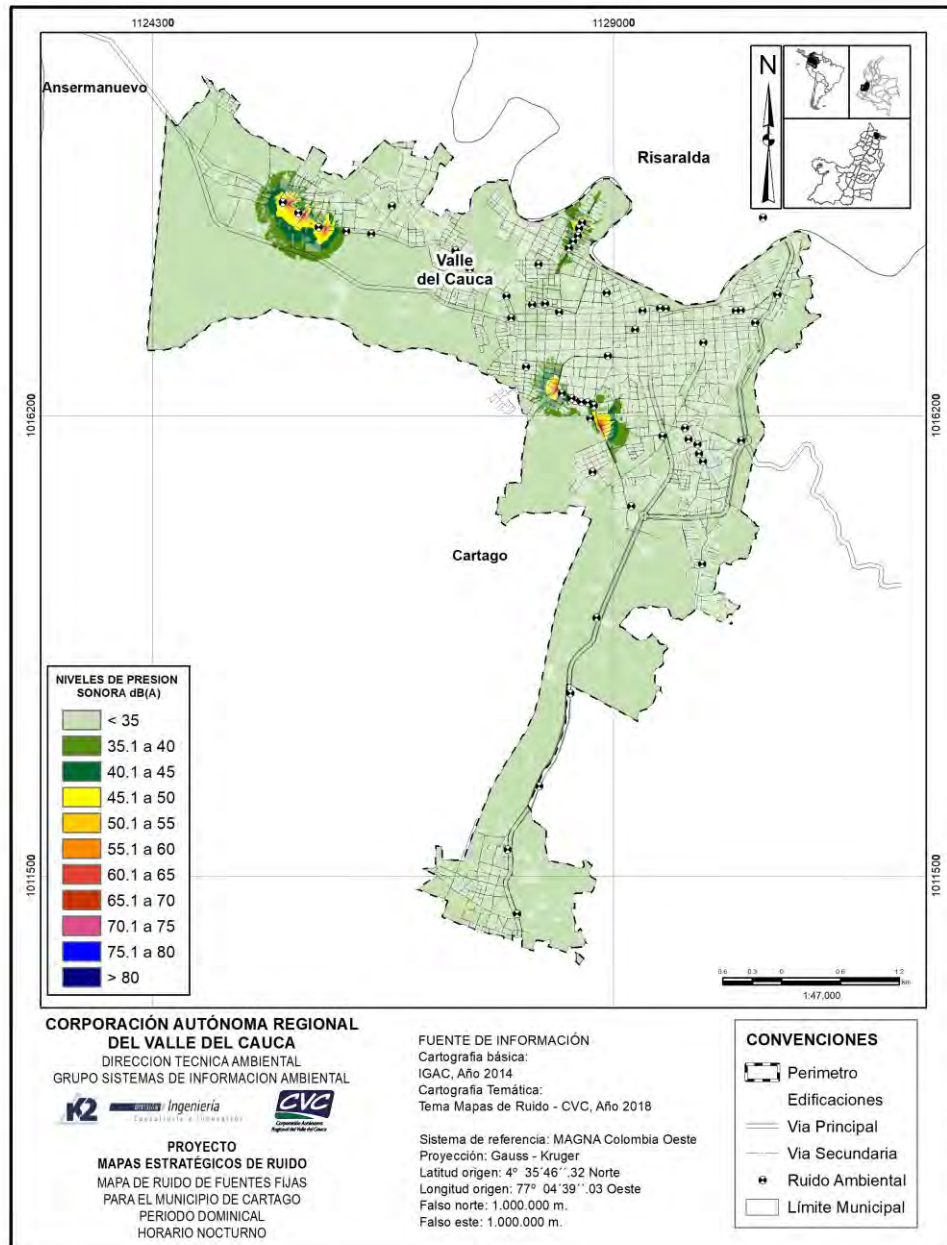


Ilustración 80. Nivel Fuentes Fijas Dominical/Nocturno
Fuente. Propia (estudio actual)

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 CARTAGO, 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 “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 Cartago.

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 Cartago, 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

Por medio del análisis de los resultados se determinó el estado de los niveles de presión sonora respecto a los límites permisibles según la Resolución 627 de 2006. Las mediciones de ruido se realizaron durante los meses de Mayo y Julio, en las áreas de mayor influencia del municipio de Cartago, Valle del Cauca.

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 para las zonas de tranquilidad y Sector C. Ruido intermedio restringido con uso de suelo industrial y comercial para las zonas de especial atención.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos y los promedios totales resultantes de las mediciones, se resume lo siguiente:

Haciendo referencia a los puntos clasificados como sector C. Ruido intermedio restringido en cuanto al subsector de 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; se tiene que manifiesta para la jornada ordinaria diurna un porcentaje de cumplimiento del 71.4 % y para la jornada dominical diurna del 85.7 %. Por otro lado, para ambas jornadas de medición se tiene que durante la noche ninguno de los puntos de medición registro unos niveles sonoros que se acogieran bajo la normativa de ruido ambiental.

Con respecto a los puntos clasificados como sector C. Ruido intermedio restringido en cuanto al subsector de zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas; se presenta durante la jornada ordinaria diurna que el 75 % de los puntos de medición registro valores aceptables de ruido, así mismo se tiene para la jornada dominical diurna un total cumplimiento de la resolución 0627 de 2006 entre puntos de monitoreo. Con relación al periodo de la noche se tiene un porcentaje de cumplimiento del 69 % en la jornada ordinaria y de 87 % para la jornada dominical.

Considerando los promedios entre los niveles sonoros registrados entre los puntos de medición de cada zona de especial atención, se tiene para la jornada ordinaria diurna que la ZEA 3 registra el nivel sonoro más bajo entre puntos de medición, con un valor de 66.9 dBA, seguido de la ZEA 2, con un valor de 68.1 dBA. Caso contrario se tiene para la ZEA 6 la cual registra en promedio los niveles más altos de ruido, con un valor de 75.9 dBA, siendo esta la zona de especial atención más afectada por ruido en el periodo diurno para ambas jornadas de medición. Las ZEA 1, 3 y 5 registran valores similares entre ellas, alrededor de los niveles de 70.6 dBA y 71.9 dBA. Para la jornada dominical diurna la ZEA 3 sigue manteniendo en promedio los niveles más bajos, con un valor de 63.6 dBA; sucede lo mismo con ZEA 6 la cual sigue registrando en promedio los niveles más altos de ruido, con un valor de 72.4 dBA, valor similar se aprecia en la ZEA 1, con un valor de 72.2 dBA.

Teniendo en cuenta los promedios en los niveles de ruido medidos entre puntos de medición de cada zona de especial atención, se tiene para la jornada ordinaria nocturna que la ZEA 2 presenta los niveles más bajos de ruido, con un valor de 66.2 dBA, mientras que la ZEA 6 sigue manteniendo los niveles más altos de ruido, con un valor de 73.1 dBA. Se tiene para el resto de zonas de especial atención un valor promedio entre ellas de 69.2 dBA. Ya para la jornada dominical nocturna la ZEA 5 registra en promedio los niveles más bajos de ruido, con un valor de 64.6 dBA, mientras que la ZEA 3 registra los niveles más altos de ruido, con un valor de 76.2 dBA, siendo la zona más afectada por ruido durante el periodo nocturno en ambas jornadas.

Considerando las jornadas ordinaria y dominical durante el periodo diurno y teniendo en cuenta los porcentajes de cumplimiento con relación a la resolución 0627 de 2006, se puede ver que durante la jornada dominical diurna se tiene el mayor cumplimiento, en donde las zonas de especial atención 1, 2, 3, 4 y 6 registran unos niveles sonoros por debajo a los límites establecidos por la normativa de ruido, seguido de la jornada ordinaria diurna en donde la ZEA 2 y 3 presentan este mismo comportamiento.

Teniendo en cuenta ambas jornadas de medición, se tiene para el periodo nocturno que la ZEA 2, 3, 4 y 5 presentan el mismo porcentaje de cumplimiento entre las jornadas dominical y diurna, en el que durante la jornada ordinaria la ZEA 2 registra el mayor porcentaje de cumplimiento, con un porcentaje del 80 %, mientras que para la jornada dominical la ZEA 6 registra total cumplimiento de la norma.

Entre jornadas de medición se tiene un comportamiento generalizado entre los distintos puntos de medición, en el que se registran valores superiores durante la jornada ordinaria diurna, mientras que durante la jornada ordinaria nocturna se registran valores más elevados de ruido. Para el periodo diurno los puntos de medición más afectados por ruido ambiental corresponden a los puntos 1, 2, 3, 4 y 5 de la zona de especial atención 6 durante la jornada ordinaria, seguido de los puntos ZEA1PA3, ZEA4PA2 y ZEA6PA2 en jornada dominical. Para el periodo de la noche se tienen niveles sonoros inclusive más elevados para los puntos ZEA3PA3 y ZEA4PA4, donde se tienen valores de 82.2 dBA y 80.1 dBA respectivamente, siendo los puntos más críticos de ruido dentro del análisis.

En términos generales se aprecia mayor homogeneidad entre jornadas de medición para la jornada ordinaria en las zonas de especial atención 4 y 6, en donde se tienen niveles similares entre el día y la noche entre sus puntos de monitoreo; ya para la jornada dominical sobresalen las zonas de especial atención 1 y 4 las cuales en promedio registran poca variación entre los niveles registrados. Caso contrario sucede durante la jornada ordinaria para la ZEA 4 y para jornada dominical para la ZEA 2 y 5, las cuales registran variaciones significativas entre sus niveles sonoros.

Con relación a las zonas de tranquilidad y teniendo en cuenta las mediciones de ruido desarrolladas durante las jornadas dominical y ordinaria en el periodo diurno, se pueden ver durante la jornada ordinaria en el punto ZTR 4 que se encuentran los niveles de ruido más altos, con un valor promedio entre puntos de medición de 76.2 dBA, al contrario de la ZTR 3, la cual en promedio registro los niveles más bajos de ruido, con un valor general de 63.8 dBA. En términos generales, para la jornada ordinaria tan solo la ZTR 3 registra

unos niveles por debajo del límite máximo de ruido, establecido en 65 dBA, mientras que para la jornada dominical, tan solo la ZTR 1 mantiene sus niveles por debajo de este valor.

Con los resultados obtenidos de las mediciones se elaboraron mapas estratégicos de ruido los cuales demostraron que una de las fuentes sonoras predominantes de ruido en el municipio de Cartago es el tráfico rodado mixto que se moviliza tanto por las vías primarias como secundarias, en el que se pueden apreciar para las jornadas del día unos niveles sonoros para vías secundarias entre los valores de 55 y 65 dBA y para vías principales entre 55 dBA y 80 dBA, siendo este último valor comúnmente apreciado alrededor de la zona del centro y oeste del municipio. Por otro lado para el periodo nocturno se aprecia una disminución en el nivel sonoro aportado por el ruido del tráfico rodado, en el que se tienen valores de ruido que oscilan entre un valor mínimo de 50 dBA y máximo de 75 dBA.

Con relación a los mapas estratégicos sobre fuentes fijas, se puede ver mayor aporte de ruido sobre la zona noreste, centro y sur del municipio de Cartago, en el que aumentan las zonas de ruido para ambas jornadas durante el periodo diurno, alcanzando unos niveles de ruido que oscilan entre los 40 dBA y 65 dBA, mientras que para el periodo nocturno el ruido proveniente de fuentes fijas se concentra sobre las zonas este y centro del municipio con unos niveles sonoros entre los 35 dBA y 55 dBA.

Teniendo en cuenta las distintas fuentes sonoras identificadas al momento de cada medición, en términos generales se destacan en todas las zonas de especial atención fuentes de ruido como el tráfico rodado, música proveniente de establecimientos comerciales, casas y perifoneo, actividades locales de personas como el paso peatonal, entretenimiento, ventas y uso de herramientas de construcción. Se tienen incrementos en el nivel sonoro en casi la mitad de puntos de monitoreo, debido a fuentes sonoras impulsivas y tonales al momento de las mediciones, los cuales tuvieron una percepción neta y fuerte, incrementando así los niveles sonoros en 3 dBA en el 43 % de los puntos y de 6 dBA en el 17 % de estos en términos generales en todas las jornadas de medición.

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 durante la jornada diurna, en donde se puedan aplicar 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).

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 ruido ambiental. 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 ruido ambiental. Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental.,» 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 ruido ambiental
- 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 ruido ambiental 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 ruido ambiental 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.

