



# **INFORME TÉCNICO ESTUDIO ACÚSTICO JORNADA DE SALUD AUDITIVA**




**PROCESO: METROLOGÍA, MONITOREO Y  
MODELACIÓN**

**VERSIÓN: 1**



**SECRETARÍA DE  
AMBIENTE**



  	<b>METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	Definición línea base de ruido en ZUMA Bosa – Apogeo	
	Código: PA10-PR14-M1	Versión: 1

## **INFORME TÉCNICO**

## **ESTUDIO ACÚSTICO**

## **JORNADA DE SALUD AUDITIVA**

### **SUBDIRECCIÓN DE CALIDAD DEL AIRE, AUDITIVA Y VISUAL (SCAAV)**

#### **Entidad responsable que produce la información:**




Secretaría Distrital de Ambiente (SDA)  
 Dependencia: Subdirección de Calidad del Aire, Auditiva y Visual (SCAAV)  
 Funcionario: Daniela García Aguirre  
 Cargo: Subdirectora de Calidad del Aire, Auditiva y Visual  
 Correo electrónico: [daniela.garcia@ambientebogota.gov.co](mailto:daniela.garcia@ambientebogota.gov.co)  
 Dirección: Avenida Caracas N° 54-38  
 Teléfono: 3778801 Ext 891

#### **Diligenció:**

Camilo Díaz Muelle (Profesional acústico)  
 Maykol Remolina Soto (Profesional acústico)  
 Luis Andrés Rey B (Profesional SIG)




#### **Revisó y aprobó:**

Sergio Salazar Sánchez (Líder técnico de la RMRAB)

  	<b>METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	Definición línea base de ruido en ZUMA Bosa – Apogeo	
	Código: PA10-PR14-M1	Versión: 1

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>2. ANTECEDENTES.....</b>	<b>6</b>
<b>3. OBJETIVOS .....</b>	<b>7</b>
<b>4. ALCANCE .....</b>	<b>7</b>
<b>5. DEFINICIONES Y SIGLAS.....</b>	<b>7</b>
5.1 Definiciones.....	7
5.2 Siglas .....	7
<b>6. METODOLOGÍA.....</b>	<b>8</b>
6.1 Normas, estándares y/o buenas prácticas aplicables .....	8
6.1.1. Resolución 0627 de 2006 “Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental”. .....	8
6.1.2. Boletín de Construcción 93 (BB93) .....	9
6.1.3. ISO 9613 “Acústica. Atenuación del sonido durante la propagación en exteriores .....	11
6.1.4. Guía de Buenas Prácticas para el Mapeo Estratégico de Ruido y la Producción de Datos Asociados a la Exposición al Ruido: .....	11
6.2 Descripción del área de estudio .....	11
6.2.1. Colegio Tomás Carrasquilla Sede A .....	11
6.2.2. Colegio el Jazmín .....	12
6.3 Descripción parámetros de medición.....	13
6.4 Mediciones de ruido ambiental .....	13
6.5 Mediciones indicativas de ruido en interiores .....	15
6.6 Mapas Estratégicos de Ruido (MER).....	18
6.6.1. MER Colegio Tomás Carrasquilla .....	19
6.6.2. MER Colegio El Jazmín .....	21
6.7 Evaluación del Porcentaje de Población Urbana Afectada por Ruido (%PUAR).....	23
<b>7. CONSIDERACIONES FINALES.....</b>	<b>24</b>
<b>8. ANEXOS .....</b>	<b>25</b>




  	<b>METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	Definición línea base de ruido en ZUMA Bosa – Apogeo	
	Código: PA10-PR14-M1	Versión: 1

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Colegio Distrital Tomas Carrasquilla Sede A.....	12
Figura 2. Colegio Distrital El Jazmin .....	12
Figura 3. Registros fotográficos de algunas mediciones de ruido ambiental .....	14
Figura 4. Mediciones indicativas de ruido ambiental .....	15
Figura 5. Medición de ruido al interior de un aula del Colegio Tomás Carrasquilla, durante clase .....	16
Figura 6. Mediciones indicativas de ruido al interior de las aulas .....	17
Figura 7. MER Colegio Tomás Carrasquilla, jornada ordinaria.....	19
Figura 8. MER Colegio Tomás Carrasquilla, jornada dominical .....	20
Figura 9. MER Colegio El Jazmín, jornada ordinaria.....	21
Figura 10. MER Colegio El Jazmín, jornada dominical.....	22

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Horarios diurno y nocturno .....	8
Tabla 2. Estándares máximos permisibles de emisión y ruido ambiental .....	8
Tabla 3. Estándares máximos permisibles de emisión y ruido ambiental .....	10
Tabla 4. Estándares máximos permisibles de emisión y ruido ambiental .....	16
Tabla 5. Valores de referencia del ICAU para el indicador %PUAR .....	23

  	<b>METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	Definición línea base de ruido en ZUMA Bosa – Apogeo	
	Código: PA10-PR14-M1	Versión: 1

## 1. INTRODUCCIÓN




La educación es un derecho en Colombia y un servicio que tiene una función social en búsqueda del conocimiento y los valores culturales. Las sociedades modernas tienen como pilar fundamental y esencial, la educación de sus ciudadanos, la cual es desarrollada en aulas donde el proceso de aprendizaje requiere de una comunicación oral fluida y continua entre profesores y estudiantes. Las condiciones acústicas al interior de las aulas garantizan la eficiencia de esta interacción y, por ende, del aprendizaje; consecuentemente, altos niveles de ruido en las aulas generan cansancio considerable, afectando las capacidades cognitivas por falta de atención en la clase.

Existen diversos aspectos que inciden en las condiciones acústicas al interior de las aulas tales como el tiempo de reverberación el cual impacta directamente la inteligibilidad y claridad de la palabra, y que está más asociado con la calidad de escucha dentro del recinto; sin embargo, el presente informe se centra netamente en el ruido de fondo al interior de los salones de clase, el cual puede generar desgaste, cansancio y afectación a la salud, además de problemas en el aprendizaje. Comúnmente se tiene la creencia que la habilidad de escuchar es un deber del estudiante y no una actividad pedagógica o un reto arquitectónico que confluyan en un beneficio social como lo es el gozar de un espacio con bajos niveles de ruido, que redundará en la preservación de la salud y en el mejoramiento del desempeño académico de los estudiantes.

Por otro lado, las malas condiciones acústicas en las aulas de clase incrementan la tensión en la voz de los profesores debido a la necesidad de sobrepasar los niveles elevados de ruido de fondo. Esto genera problemas de voz debido al uso prolongado de la voz y a la necesidad de gritar para mantener el control. Encuestas recientes en el Reino Unido (UK) y otros lugares muestran que los profesores constituyen la gran mayoría de los pacientes de las clínicas de voz.

De forma complementaria, es necesario analizar el ruido ambiental generado en los patios durante el tiempo de recreo y la incidencia de vías vehiculares cercanas, ya que en estos momentos es cuando más ruido se genera y la prolongada exposición podría repercutir negativamente en la salud de los estudiantes.

El presente estudio pretende abordar el impacto del ruido en los escenarios académicos desde dos (2) perspectivas: salud y ambiental.

  	<b>METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	Definición línea base de ruido en ZUMA Bosa – Apogeo	
	Código: PA10-PR14-M1	Versión: 1

## 2. ANTECEDENTES




La creciente problemática de contaminación acústica por la exposición de la ciudadanía al ruido generado por diversas fuentes como tráfico rodado (la de mayor impacto representando aproximadamente el 80%) y aéreo, actividades económicas (industria, comercio y servicios), actividades humanas (especialmente el perifoneo) y por los conflictos de uso de suelo (mayormente debido a la mixtura de estos) en la ciudad de Bogotá, genera afectación en la salud y tranquilidad de los ciudadanos, además de impactar la calidad de vida de los mismos. Asimismo, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha catalogado al ruido ambiental como el segundo factor más perjudicial para la salud (superado solamente por la contaminación del aire), el cual genera anualmente sólo en Europa, según la agencia europea del medio ambiente (EEA)<sup>1</sup>:

- Más de 10.000 casos de muertes prematuras, de los cuales el 89% serían atribuibles al ruido producido por el tráfico vehicular
- Más de 900.000 casos de hipertensión
- Más de 43.000 casos de hospitalización de los cuales, de los cuales más del 23% representan enfermedades coronarias y accidentes cerebrovasculares debido al ruido, pudiendo generar 6.700 y 3.300 decesos, respectivamente
- 1 de cada 5 personas está expuesta a niveles nocivos para la salud
- Más de 20 millones de personas sufren de molestia por ruido
- Más de 8 millones de personas con perturbación del sueño
- Más de 8.000 niños escolares (entre los 7 y 17 años) con problemas de lectura por el ruido generado por el sobrevuelo de aeronaves sobre los colegios

Debido a la dificultad de reportar la totalidad de las consecuencias en todo el territorio europeo, los anteriores valores pueden llegar a duplicarse, valor bastante crítico cuyas cifras corresponden al 2014 y que tiende al alza. Adicionalmente, se prevé que para el 2050, el 10% de la población mundial padecerá de pérdida de audición incapacitante. Como consecuencia, la OMS reconoce al ruido como un problema de salud y ambiental al ser un contaminante físico de características temporales instantáneas que requiere de poca energía para ser generado, no deja residuos ni es acumulativo en el medio, es localizado por lo que su radio de afectación es reducido, es percibido solamente por el sentido del oído y tiene un componente subjetivo importante ya que la sensación de molestia según la amplitud del sonido, varía con las personas.

Por otro lado, el impacto económico generado por el ruido ambiental ha sido estimado en la Unión Europea por casi 30 billones de euros anuales debido a los altos costos médicos y hospitalarios, además de la reducción del avalúo de casas y edificios (con pérdidas de

<sup>1</sup> European Environment Agency (2014). “Noise in Europe”, EEA Report No. 10/2014

  	<b>METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	Definición línea base de ruido en ZUMA Bosa – Apogeo	
	Código: PA10-PR14-M1	Versión: 1

aproximadamente el 0,5% del valor total del predio por cada decibel que excede los 55 dB en  $L_{DN}$  con tendencia a alcanzar el 1,5% en presencia de ruido aeronáutico), la reducción en las posibilidades de uso del suelo y la pérdida de producción en los lugares de trabajo. Solamente en Inglaterra, se estima un costo social debido al ruido ambiental en 10 billones de libras esterlinas [£] anuales, valor ligeramente superior al asociado a los accidentes de tráfico vehicular (£9 billones) y valor superlativo al impacto de cambio climático (£1 - £4 billones); de los £10 billones, £3 billones son debido a enfermedades cardiovasculares.

### 3. OBJETIVO

Monitorear los niveles de ruido generados en los colegios Tomas Carrasquilla y el Jazmín en el marco de la jornada mundial de la salud auditiva 2024, con el fin de analizar los niveles de ruido generados en el ambiente y la posible afectación a la salud en los estudiantes.

### 4. ALCANCE

- Realizar mediciones acústicas en los colegios distritales Tomás Carrasquilla - sede A en la localidad de Barrios Unidos, y El Jazmín en la localidad de Puente Aranda.
- Las mediciones realizadas son de ruido ambiental, ruido al interior de un aula desocupada y ruido al interior de un aula ocupada durante una clase.
- Evaluar los niveles medidos con respecto a normativas y estándares relacionados con salud y ambiente.
- Realizar mediciones de ruido indicativas durante la puesta en escena de acciones artísticas del entorno académico llevada a cabo por la Secretaría Distrital de Salud.
- Post procesar los registros y analizar los resultados de las mediciones.
- Determinar el impacto del ruido en la población académica con el fin de cuantificar la posible afectación y generar pedagogía al respecto.

### 5. DEFINICIONES Y SIGLAS

#### 5.1 Definiciones

Para efectos de la correcta aplicación del presente informe, se adoptan las definiciones contenidas en el Anexo 1 de la Resolución 0627 del 2006 y el glosario publicado en la UNE ISO 1996.

#### 5.2 Siglas

dB: Decibel




Hz: Hertz o Hercio

$L_{Aeq}$ : Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A

$L_{DN}$ : Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, día/noche

MER: Mapa Estratégico de Ruido



  	<b>METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>		
	Definición línea base de ruido en ZUMA Bosa – Apogeo		
	Código: PA10-PR14-M1	Versión: 1	

RMRAB: Red de Monitoreo de Ruido Ambiental de Bogotá  
SCAAV: Subdirección de Calidad del Aire, Auditiva y Visual  
SDA: Secretaría Distrital de Ambiente

## 6. METODOLOGÍA

### 6.1 Normas, estándares y/o buenas prácticas aplicables

*6.1.1. Resolución 0627 de 2006 “Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental”.*

Expedida por el entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT (hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS), es la norma que regula los procedimientos de medición y evaluación de emisión de ruido (i.e. ruido generado por fuentes específicas en determinada zona) y ruido ambiental (i.e. ruido total producto de la suma de los aportes de todas las fuentes presentes en determinada zona) a nivel nacional, estableciendo los niveles máximos permisibles para ambos casos discriminados por sectores y subsectores que, teóricamente, deben estar articulados con el uso de suelo.

El horario definido en la normativa es el siguiente:

**Tabla 1. Horarios diurno y nocturno**

Diurno	Nocturno
7:01 – 21:00	21:01 – 7:00




**Fuente: Resolución 0627 de 2006**

En la normativa nacional se establecen los estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental y de emisión, presentados en las tablas 1 y 2 de la normativa, consolidados y presentados a continuación:

**Tabla 2. Estándares máximos permisibles de emisión y ruido ambiental**

Sector	Subsector	Ruido ambiental [dB(A)]		Emisión de ruido [dB(A)]	
		Día	Noche	Día	Noche
Sector A. Tranquilidad y Silencio	Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.	55	45	55	50
Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	50	65	55
	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación.				
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.				



  	<b>METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>		
	Definición línea base de ruido en ZUMA Bosa – Apogeo		
	Código: PA10-PR14-M1		Versión: 1

Sector	Subsector	Ruido ambiental [dB(A)]		Emisión de ruido [dB(A)]	
		Día	Noche	Día	Noche
Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas Portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	70	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	55	70	60
	Zonas con usos permitidos de oficinas.	65	50	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.	80	70	80	75
Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado	Residencial suburbana	55	45	55	50
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.				
	Zonas de Recreación y descanso, como parques y reservas naturales.				

**Fuente: Resolución 0627 de 2006**

#### 6.1.2. Boletín de Construcción 93 (BB93)




Estándar de construcción británico para el correcto desempeño acústico en colegios en articulación y cumplimiento con el Reglamento Constructivo en UK, cuyo requisito E4 del Anexo 1 establece:

*"Cada sala de un edificio escolar deberá diseñarse y construirse de tal manera que tenga las condiciones acústicas y el aislamiento contra las perturbaciones causadas por el ruido apropiados para su uso previsto".*

El Documento aprobado E Ref.3 en apoyo del Reglamento de Construcción brinda la siguiente orientación:

*"En opinión del Secretario de Estado, la forma normal de satisfacer el Requisito E4 será cumplir los valores de aislamiento acústico, tiempo de reverberación y ruido ambiental interno que figuran en la sección 1 del Boletín de Construcción 93 'El Diseño Acústico de las Escuelas', elaborado por El Departamento de Educación y Habilidades (DfES)".*

Lo anterior denota la importancia de la regulación del diseño acústico en los colegios o universidades ya que la enseñanza y el aprendizaje son actividades acústicamente exigentes. Por ello se ha concertado que se requieren niveles bajos de ruido ambiental especialmente para la integración de niños con necesidades especiales. Los problemas

  	<b>METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	Definición línea base de ruido en ZUMA Bosa – Apogeo	
	Código: PA10-PR14-M1	Versión: 1

acústicos más graves se deben a la transferencia de ruido entre salas y/o a la excesiva reverberación en las salas.

El objetivo de este estándar es definir niveles de ruido admisibles al interior de las aulas para una comunicación clara por medio del habla entre profesor y alumno, y entre los mismos estudiantes; además, para actividades de estudio garantizando concentración y un adecuado ambiente de aprendizaje. El nivel al interior incluye las contribuciones de ruido de:


- Fuentes exógenas a las instalaciones escolares y/o universitarias (incluyendo el ruido del tráfico por carretera y aéreo, instalaciones industriales y comerciales)
- Sistemas de ventilación (natural o mecánica)

Por otro lado, la enseñanza puede verse perturbada y afectada por eventos ruidosos individuales tales como los sobrevuelos de aviones, inclusive cuando el nivel de ruido interno está dentro de los límites. Para las salas de la Tabla 3 que tienen límites de 35 dB(A) o menos, el nivel de ruido aeronáutico no debería exceder regularmente los 55 dB(A).

**Tabla 3. Estándares máximos permisibles de emisión y ruido ambiental**

Tipo de aula	Nivel límite de ruido al interior [dB(A)]
Escuela Primaria: aula, áreas de enseñanza general, pequeña salas de grupo	35
Escuela Post-Primaria: aulas, áreas de enseñanza general, salas de seminarios, salas de tutorías, laboratorios de idiomas.	35
Música	35
Salas de conferencias (menos de 50 personas)	35
Salas de conferencias (más de 50 personas)	30
Sala de estudio (estudio individual, retiro, trabajo de recuperación, preparación docente)	35
Bibliotecas	35
Laboratorios de ciencias	40
Salas de arte	40
Atrios, espacios de circulación utilizados por los estudiantes.	45
Pabellón deportivo cubierto	40
Salas de entrevistas/consejería, salas médicas	35
Comedores	45
Cocinas	50
Oficinas	40
Baños	50
Espacios de circulación	45

**Fuente: Building Bulletin 93, Acoustic design of schools - A design guide**

	<b>METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	Definición línea base de ruido en ZUMA Bosa – Apogeo	
	Código: PA10-PR14-M1	Versión: 1

### 6.1.3. ISO 9613 “Acústica. Atenuación del sonido durante la propagación en exteriores

Esta normativa internacional especifica la metodología para el cálculo de la atenuación (absorción) del sonido para la propagación acústica en exteriores, permitiendo predecir el nivel de ruido ambiental a una distancia determinada a partir de la caracterización de las diversas fuentes de emisión sonora. Cabe mencionar que este es el estándar empleado por todo software de modelación acústica para predicción de niveles de presión sonora (bajo condiciones meteorológicas uniformes y controladas, favorables para la propagación) a partir de la determinación de fuentes de emisión de magnitud y comportamiento conocido, es decir, los mapas de ruido. La atenuación sonora es el resultado de la sumatoria de la atenuación debido a la divergencia geométrica, a la absorción atmosférica, a las reflexiones del suelo y a barreras u obstáculos (apantallamiento), principalmente.

### 6.1.4. Guía de Buenas Prácticas para el Mapeo Estratégico de Ruido y la Producción de Datos Asociados a la Exposición al Ruido:




El Grupo de Trabajo de la Comisión Europea para la Evaluación de Exposición al Ruido (WG-AEN por sus siglas en inglés), estableció el documento *Guía de Buenas Prácticas para el Mapeo Estratégico de Ruido y la Producción de Datos Asociados a la Exposición al Ruido*, el cual define lineamientos para optimizar la realización de los MER, la evaluación de la exposición al ruido y la gestión del ruido ambiental, en articulación con lo exigido por la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo del 25 de junio de 2002, más adelante transformada en la Directiva de Ruido Ambiental (END por sus siglas en inglés). Por otro lado, esta guía de buenas prácticas define la metodología para la determinación de la incertidumbre de la modelación acústica la cual depende principalmente de la robustez y precisión del levantamiento de información de entrada al modelo.

## 6.2 Descripción del área de estudio

El presente estudio se realizó en dos colegios del Distrito Capital los cuales se mencionan a continuación.

### 6.2.1. Colegio Tomás Carrasquilla Sede A

El Colegio Distrital Tomás Carrasquilla Sede A se ubica en la localidad de Barrios Unidos en la dirección catastral Calle 74ª No. 62 – 44, barrio Simón Bolívar. El colegio cuenta con un enfoque técnico de gestión empresarial y sistemas e informática empresarial que funciona desde el año 2002, después de la fusión de los colegios Institución Educativa Distrital Tomás Carrasquilla y Centro Educativo Distrital Panamericana, mediante el acto administrativo 2368 del 14 de agosto de 2002.

  	<b>METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	Definición línea base de ruido en ZUMA Bosa – Apogeo	
	Código: PA10-PR14-M1	Versión: 1

**Figura 1. Colegio Distrital Tomas Carrasquilla Sede A**



**Fuente: Colegio Distrital Tomas Carrasquilla**




#### 6.2.2. Colegio el Jazmín

El colegio Jazmín se ubica en la localidad de Puente Aranda en la dirección catastral Calle 1H No. 40D -13. En el año 2003 se hace efectiva la fusión del CED Jazmín y la escuela primavera, y en el 2005 se concluye la construcción del nuevo edificio, quedando este espacio destinado para las oficinas administrativas, sala de docentes y la biblioteca.

**Figura 2. Colegio Distrital El Jazmin**



**Fuente: Colegio Distrital El Jazmín**

  	<b>METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	Definición línea base de ruido en ZUMA Bosa – Apogeo	
	Código: PA10-PR14-M1	Versión: 1

### 6.3 Descripción parámetros de medición

Los indicadores acústicos que se registran para las mediciones de ruido ambiental y emisión de ruido se establecen a continuación:

#### a) Indicadores de ruido ambiental y emisión de ruido

- Espectro en bandas de 1/3 octavas (16 Hz - 20 kHz)
- Espectro de bandas de octava (16 Hz – 20kHz)
- $L_{Aeq}$  (nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado en A)
- $L_{Amax}$  (nivel máximo ponderado en A)
- $L_{Amin}$  (nivel mínimo ponderado en A)
- $L_{AI}$  (nivel Impulso)
- $L_{Cpeak}$  (nivel pico ponderado en C)
- Percentiles ( $L_{90}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{10}$ )
- $L_E$  (nivel de exposición sonora)

#### b) Niveles de Evaluación

- $L_{RE\ T} [dBA]$ : nivel de exposición sonora de evaluación
- $L_{RAeq\ T} [dBA]$ : nivel equivalente total corregido con ponderación [A], o nivel de evaluación en un tiempo  $T$ .
- $L_{RDN} [dBA]$ : nivel día-noche de evaluación




#### c) Ponderaciones

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

### 6.4 Mediciones de ruido ambiental

Se realizaron cuatro (4) mediciones de ruido ambiental en concordancia con la metodología estipulada por la normativa nacional de emisión de ruido y ruido ambiental (Resolución 0627 del 2006), en los respectivos patios de los colegios, durante el descanso (2 mediciones por colegio). En la jornada de la mañana se realizaron dos (2) mediciones en simultáneo en puntos extremos del patio del Colegio Tomás Carrasquilla, entendiendo que el área de recreo en el colegio es amplia. Para las mediciones de la tarde se realizó el mismo proceso en el colegio El Jazmín. La duración de cada medición correspondió a la duración del descanso de aproximadamente treinta (30) minutos.






  	<b>METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	Definición línea base de ruido en ZUMA Bosa – Apogeo	
	Código: PA10-PR14-M1	Versión: 1

**Figura 3. Registros fotográficos de algunas mediciones de ruido ambiental**



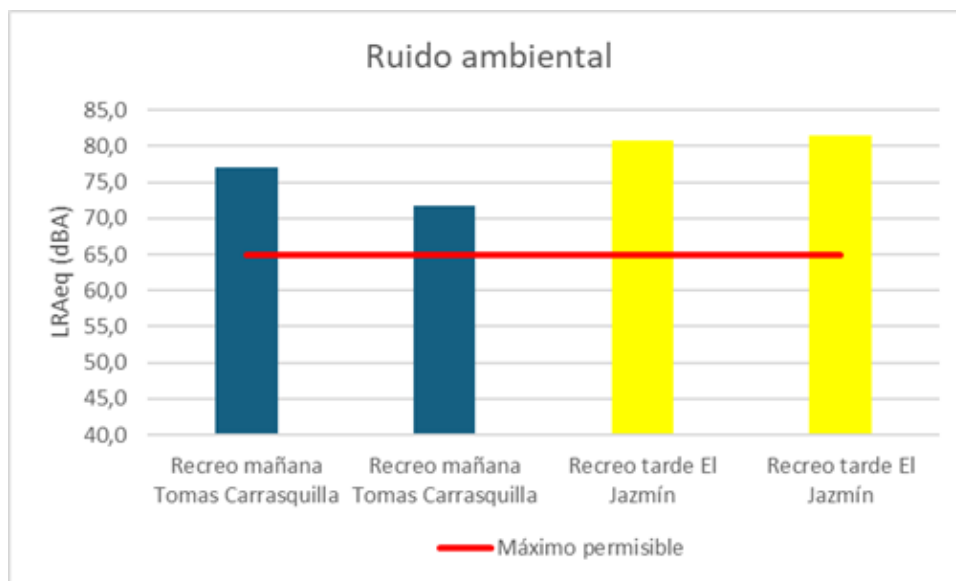
**Fuente: SDA / SCAAV / RMRAB**

Las mediciones de ruido ambiental fueron llevadas a cabo entre las 09:00 horas y las 16:00 horas del día 04 de marzo del 2024, por lo que su período está asociado al horario diurno de acuerdo con lo establecido en la normativa nacional Resolución 0627 de 2006. Por otro lado, teniendo en cuenta lo establecido en la *Tabla 2 “estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental, expresados en decibeles dB(A)”* de la resolución, las mediciones fueron realizadas en un *Sector B. de Tranquilidad y ruido moderado* y subsector *Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación*, cuyo nivel máximo permisible corresponde a 65 dB(A). A continuación, se presentan los resultados obtenidos

  	<b>METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	Definición línea base de ruido en ZUMA Bosa – Apogeo	
	Código: PA10-PR14-M1	Versión: 1

con sus correspondientes ajustes para cada medición, comparados con el estándar máximo permisible.

**Figura 4. Mediciones indicativas de ruido ambiental**






**Fuente: SDA / SCAAV / RMRAB**

Es importante resaltar que la actividad se realizó durante la jornada de descanso en cada uno de los colegios, entendiendo que es el horario con mayores niveles de ruido ambiental generados debido a que los estudiantes se encuentran en un espacio recreativo y tienden a gritar y generar mayor ruido. Se logra evidenciar que, durante la jornada de la mañana, en el colegio Tomás Carrasquilla se obtuvieron niveles de 77.0 dB(A) y 71.7 dB(A), superando en ambas mediciones los niveles máximos permisibles, con una excedencia de los límites normativos de hasta 12.0 dB(A). Para la jornada de la tarde, en el colegio El Jazmín, los niveles fueron mayores observando una excedencia de los estándares permisibles de hasta 16.5 dB(A), para el cual se reportaron valores de 80.9 dB(A) y 81.5 dB(A).

### 6.5 Mediciones indicativas de ruido en interiores

Se realizaron mediciones indicativas de ruido al interior de algunas aulas tanto desocupadas, como ocupadas, con el fin de definir los niveles de ruido de fondo sin actividades académicas, y el ruido de fondo en el ambiente del salón durante una clase. El sonómetro fue posicionado estratégicamente entre los estudiantes para registrar el ruido percibido durante el proceso de aprendizaje. El tiempo de medición fue de 15 minutos, que a pesar de ser la mitad de lo que recomienda la BB93, es un tiempo prudente para lograr



  	<b>METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	Definición línea base de ruido en ZUMA Bosa – Apogeo	
	Código: PA10-PR14-M1	Versión: 1

evaluar las condiciones sonoras internas. Las mediciones se realizaron a una altura de 1.5 metros

**Figura 5. Medición de ruido al interior de un aula del Colegio Tomás Carrasquilla, durante clase**






**Fuente: SDA / SCAAV / RMRAB**

**Tabla 4. Resumen resultados de mediciones acústicas**

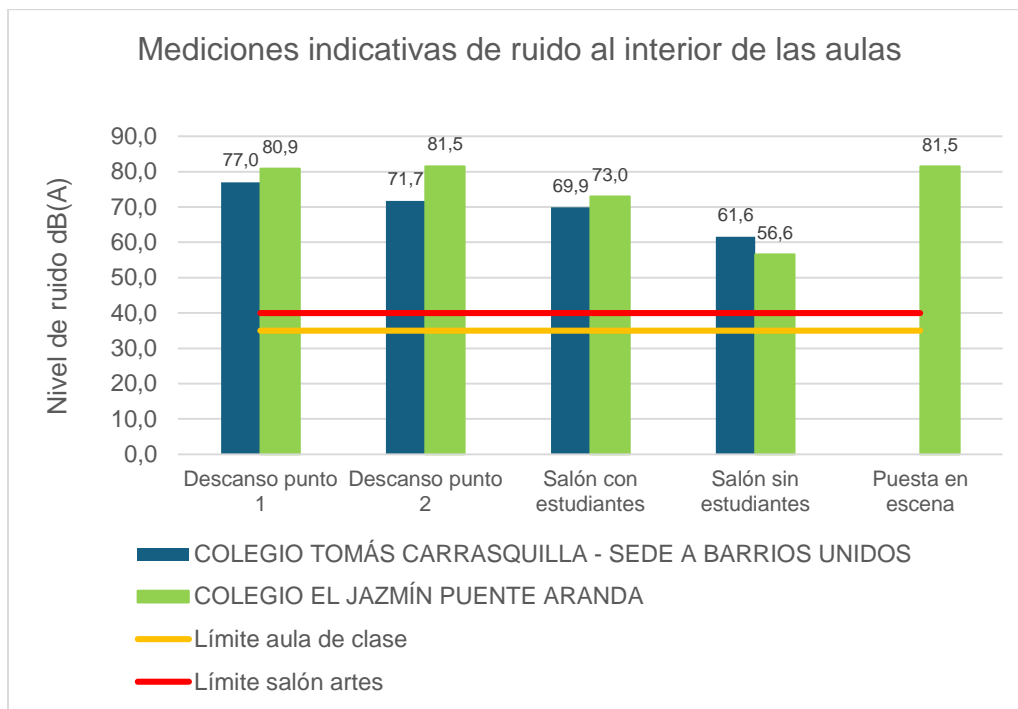
INSTITUCIÓN EDUCATIVA	COLEGIO TOMÁS CARRASQUILLA - SEDE A	COLEGIO EL JAZMÍN
Localidad	Barrios Unidos	Puente Aranda
Descanso punto 1	77.0 dB(A)	80.9 dB(A)
Descanso punto 2	71.7 dB(A)	81.5 dB(A)
Salón estudiantes	75.9 dB(A)	56.6 dB(A)
Salón sin estudiantes	64.6 dB(A)	76.0 dB(A)
Puesta en escena	(no se realizó)	87.5 dB(A)

**Fuente: SDA / SCAAV / RMRAB**

Los resultados son comparados con los niveles máximos sugeridos (para este tipo de aulas) por la guía *Diseño Acústico de Colegios: Estándares de Desempeño*, del Boletín de Construcción 93 (BB93) en el Reino Unido (UK), en el que el nivel límite de ruido al interior es de 35 dB(A) para la categoría “*Escuela Post-Primaria: aulas, áreas de enseñanza general, salas de seminarios, salas de tutorías, laboratorios de idiomas*”, y 40 dB(A) es el límite para las “*Salas de arte*” (límite para el escenario de la puesta en escena). Cabe aclarar que esta evaluación no incluye ajustes o correcciones a las mediciones por tonalidad o impulsividad, como sí sucede con las mediciones de ruido ambiental.

  	<b>METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	Definición línea base de ruido en ZUMA Bosa – Apogeo	
	Código: PA10-PR14-M1	Versión: 1

**Figura 6. Mediciones indicativas de ruido al interior de las aulas**




**Fuente: SDA / SCAAV / RMRAB**

Es posible observar que, durante la clase, el aula registrada en el Colegio el Jazmín está 3 dB(A) por encima que el salón medido en el Colegio Tomás Carrasquilla, lo cual indica que los estudiantes generaron el doble de la energía acústica.

Por otro lado, sin ocupación de las aulas, el ruido de fondo fue mayor en el salón del Tomás Carrasquilla, que en el salón de El Jazmín. En el primero, se excedió en 26.6 dB(A) el límite de la guía, mientras que en el segundo se excedió en 21.6 dB(A) el límite de la guía, excedencias que pueden estar estrechamente ligadas a los niveles de ruido ambiental de ambas zonas y a las características constructivas de los colegios.

Adicionalmente, se puede inferir que el curso estudiantil medido en el aula del colegio El Jazmín fue mucho más ruidoso que el del Colegio Tomás Carrasquilla, superándolo en 8 dB(A), que equivale aproximadamente a seis (6) veces la energía acústica, teniendo en cuenta el comportamiento logarítmico del ruido. Finalmente, la puesta en escena teatral incrementó los niveles en 8.5 dB(A).

	<b>METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	Definición línea base de ruido en ZUMA Bosa – Apogeo	
	Código: PA10-PR14-M1	Versión: 1


## 6.6 Mapas Estratégicos de Ruido (MER)

Un Mapa Estratégico de Ruido (MER) es una representación cartográfica de los niveles de ruido existentes en una determinada zona para un determinado periodo de referencia, el cual permite conocer la realidad de la incidencia de ruido ambiental. En otras palabras, sirve como herramienta para la planeación y seguimiento de las condiciones sonoras, y adicionalmente son empleados como insumo técnico para la elaboración y actualización del Plan de Ordenamiento Territorial (POT).

Un mapa de ruido está compuesto por una serie de capas que permiten valorar el aporte de diferentes fuentes de ruido ambiental como el tráfico aéreo, el tráfico rodado, la industria, actividades comerciales y de servicios, entre otros. Es de mencionar que los resultados obtenidos deben ser comparados con la Tabla 2 de la Resolución 0627 del 2006 que es la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), y se debe considerar el uso del suelo reportado por la Secretaría Distrital de Planeación para la realización de análisis específicos y líneas base de ruido ambiental. Los MER pueden ser utilizados para comparaciones futuras relacionadas con la evolución (es decir, aumento o disminución) de los niveles de ruido ambiental, así como para la generación de estrategias de descontaminación acústica. Los MER no son generados o actualizados como herramienta de control a fuentes específicas de emisión sonora, dado que los mismos deben ser utilizados para la gestión relacionada con el adecuado uso y ocupación del suelo.

Los indicadores acústicos utilizados para la determinación del ruido ambiental en Colombia, se clasifican en dos (2) según el tipo de día: Ordinario (el cual representa cualquier día entre lunes y sábado) y Dominical (que representa un día domingo o feriado); asimismo, según el horario del día, se tienen el  $L_D$  (Nivel de Presión Sonora Día 07:01 – 21:00 horas) y  $L_N$  (Nivel de Presión Sonora Noche 21:01 – 07:00 horas) expresados en dB(A), esto en concordancia a la Resolución 0627 del 2006.

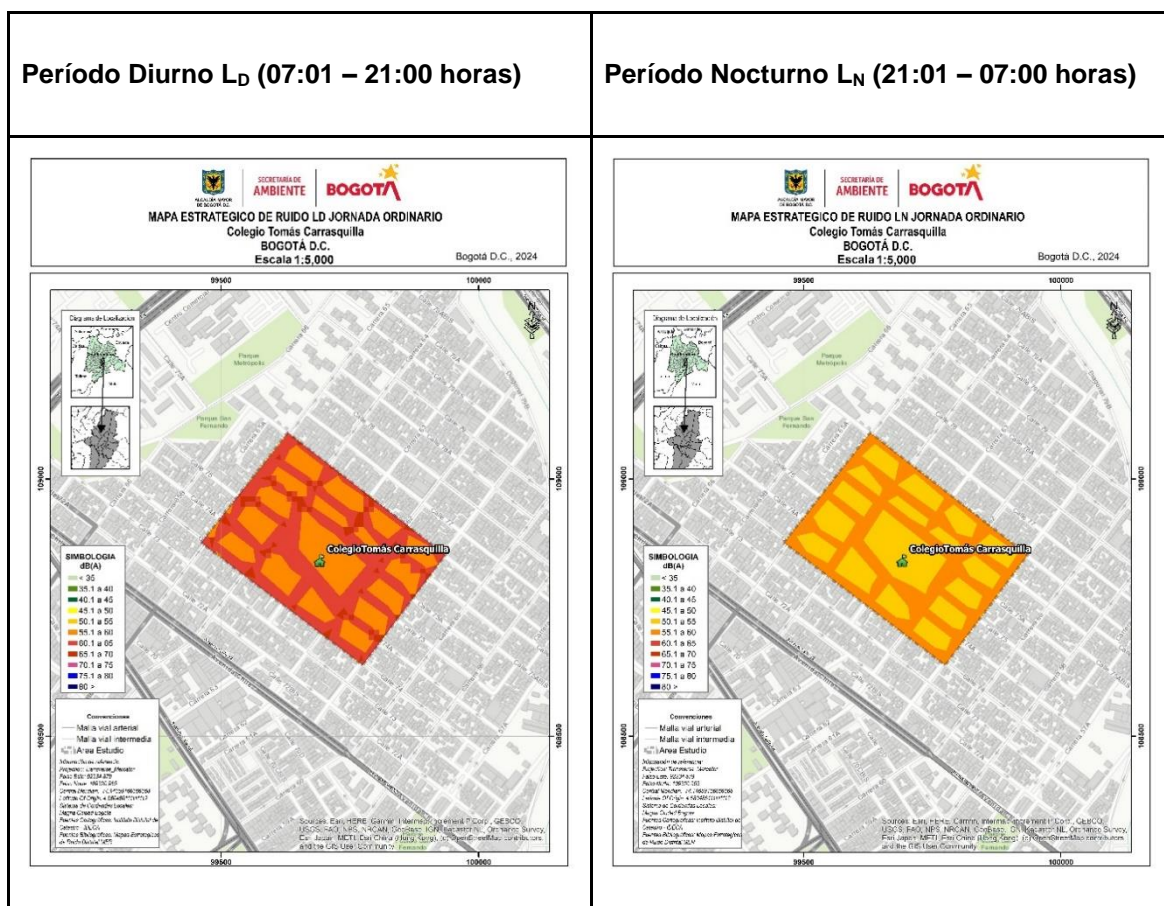
A partir de los MER es posible calcular el Porcentaje de Población Urbana Afectada por Ruido (%PUAR) que corresponde a la población que se encuentra expuesta a niveles de ruido iguales o superiores a 65 dB(A) para el indicador de Nivel de Presión Sonora Día Noche ( $L_{DN}$ ), valor máximo de referencia recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) que no debería ser excedido para evitar afectación en la salud humana.

	<b>METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	Definición línea base de ruido en ZUMA Bosa – Apogeo	
	Código: PA10-PR14-M1	Versión: 1

### 6.6.1. MER Colegio Tomás Carrasquilla

A continuación, se presentan los MER que ilustran los indicadores acústicos anteriormente definidos ( $L_D$  y  $L_N$ ) para el colegio Tomás Carrasquilla. Es de mencionar que los resultados obtenidos deben ser comparados con la Tabla 2 de la Resolución 0627 del 2006 y considerar el uso del suelo reportado por la Secretaría Distrital de Planeación (SDP) para la realización de análisis específicos y la definición de líneas base de ruido ambiental.


**Figura 7. MER Colegio Tomás Carrasquilla, jornada ordinaria**



Fuente: SDA / SCAAV / RMRAB





	<b>METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	Definición línea base de ruido en ZUMA Bosa – Apogeo	
	Código: PA10-PR14-M1	Versión: 1

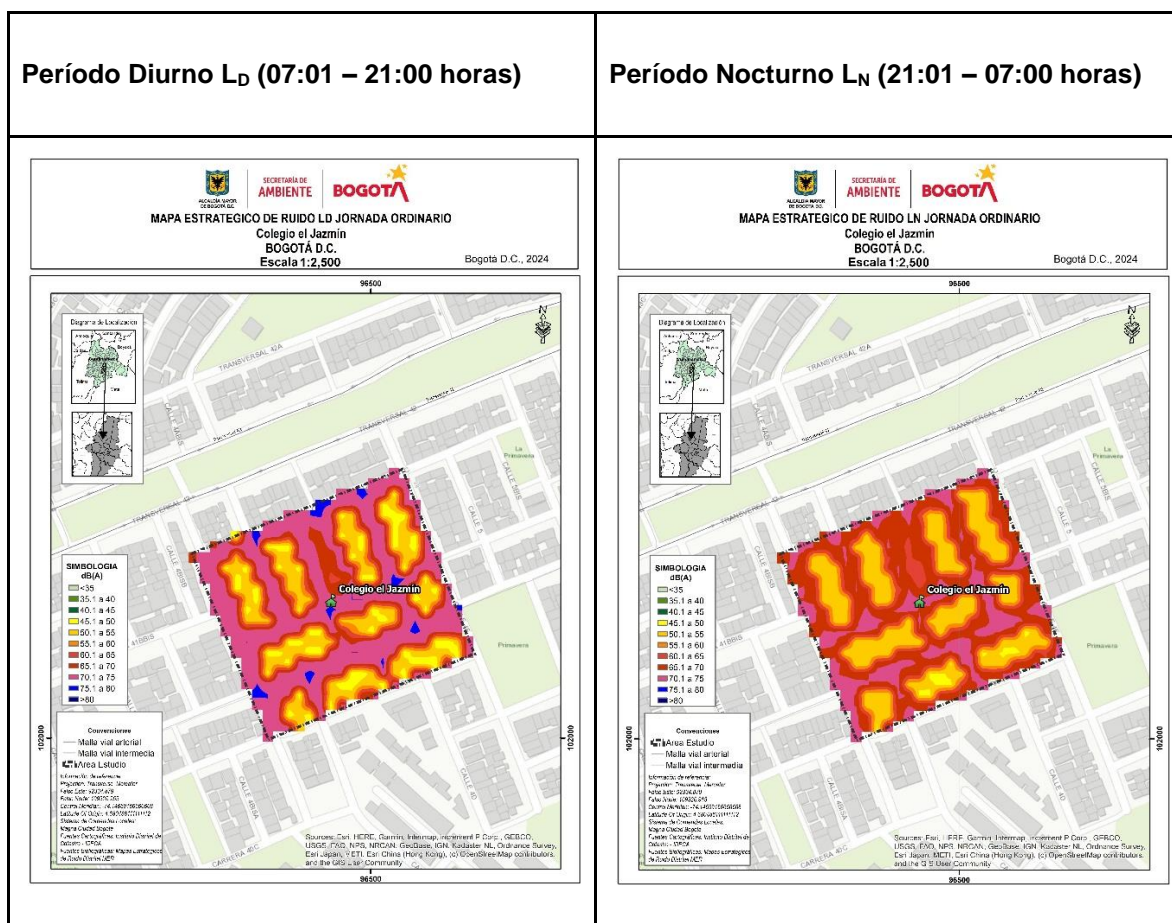
que dicho 8% ocurre por la alta exposición a ruido de tráfico vehicular (vías principales), el cual representa más del 80% de la problemática de contaminación acústica del Distrito.

También se puede evidenciar que, según los MER, el polígono del colegio está en un nivel de ruido ambiental de 60 dB(A) teniendo en cuenta las fuentes emisoras asociadas a tráfico vehicular y tráfico aéreo, por lo que es natural que, al interior del colegio, durante el descanso, se eleven los niveles de ruido en más de 15 dB(A) ya que los MER no contemplan el ruido generado por los estudiantes durante el descanso.


### 6.6.2. MER Colegio El Jazmín

Para el colegio El Jazmín se obtuvieron los siguientes resultados de los MER.

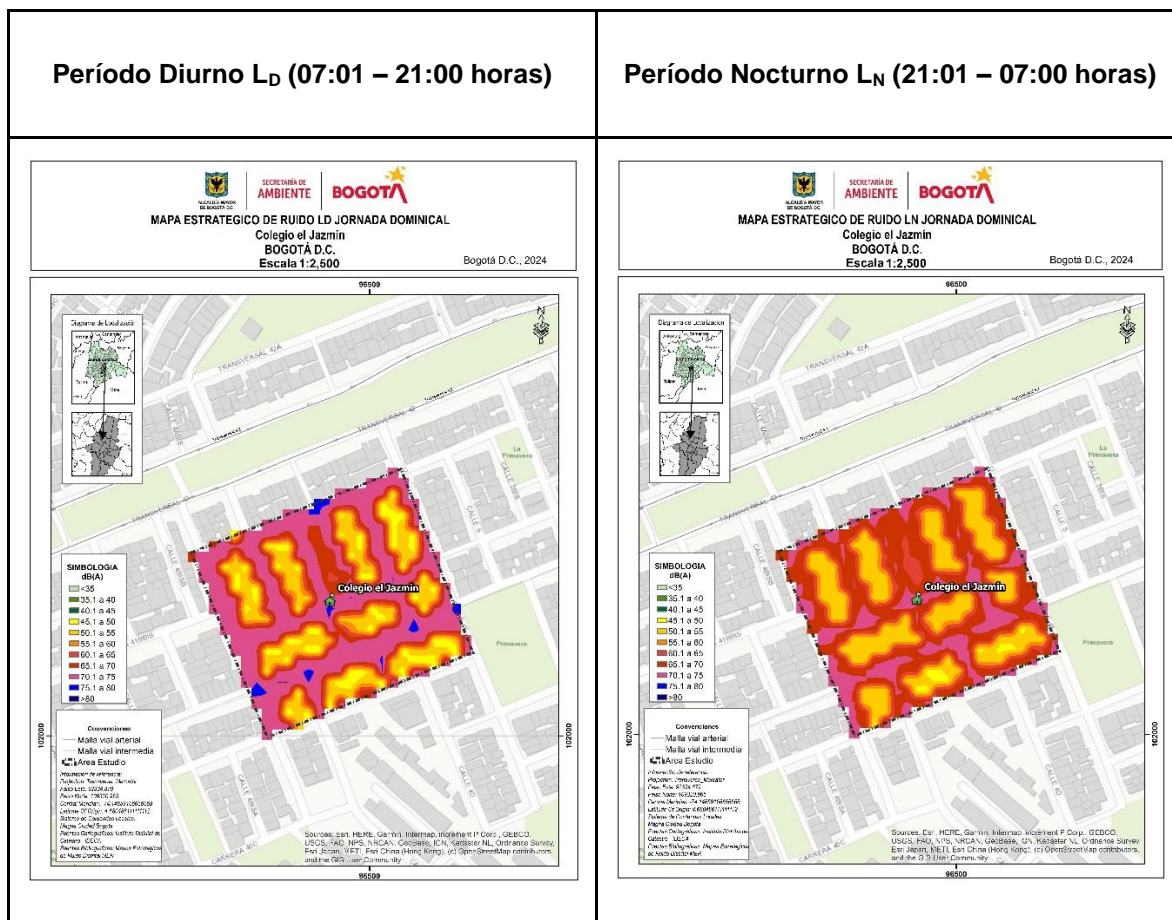
**Figura 9. MER Colegio El Jazmín, jornada ordinaria**



**Fuente: SDA / SCAAV / RMRAB**

	<b>METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	Definición línea base de ruido en ZUMA Bosa – Apogeo	
	Código: PA10-PR14-M1	Versión: 1

**Figura 10. MER Colegio El Jazmín, jornada dominical**






**Fuente: SDA / SCAAV / RMRAB**

Con respecto al Colegio El Jazmín, se puede observar que los niveles de ruido generados por el tráfico vehicular superan considerablemente los máximos permisibles establecidos en la normativa nacional, llegando hasta los 75 dB(A) durante el horario diurno y 70 dB(A) en horario nocturno.

En términos del indicador %PUAR, en la zona del Colegio El Jazmín se tiene que aproximadamente un 23% de la población del área de estudio se encuentra inmersa en zonas que están por encima de la curva de 65 dB(A). Es posible observar que el Colegio El Jazmín está ubicado en una zona más ruidosa que el Colegio Tomás Carrasquilla, razón por la cual el ruido ambiental llega a los 70 dB(A) y durante el descanso, incrementa más de 10 dB(A). Cabe anotar que a pesar de estar en una zona más ruido, al interior del aula desocupada se registraron niveles inferiores que en el aula del Tomás Carrasquilla. Esto



  	<b>METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	Definición línea base de ruido en ZUMA Bosa – Apogeo	
	Código: PA10-PR14-M1	Versión: 1

puede deberse a situaciones o dinámicas específicas en la temporalidad de la medición, así como la selección del aula y su lejanía con respecto a vías vehiculares.

### 6.7 Evaluación del Porcentaje de Población Urbana Afectada por Ruido (%PUAR)

Los valores numéricos del cálculo de este indicador fluctúan en función del censo poblacional de cada año. Los datos de densidad poblacional se obtuvieron del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), reportada a nivel de granularidad de manzana. Utilizando como referencia el censo poblacional realizado por el para el año 2018 y el factor de crecimiento anual estimado en el mismo estudio, se calculó la densidad poblacional dentro del área de estudio multiplicando la población por el factor de crecimiento correspondiente a cada año.

Cabe destacar que el cálculo del %PUAR se efectuó considerando la altura de las edificaciones mediante el empleo de mapas de fachadas; con esta información, se determinó la población expuesta a niveles de ruido de 65 dB(A) o más, teniendo en cuenta que los niveles de presión sonora varían significativamente al alejarse de la fuente emisora en cualquier dirección, incluida la altura.




Se puede evaluar el nivel de afectación acorde con los valores de referencia definidos por el Índice de Calidad Ambiental Urbana (ICAU), que otorgan una calificación dependiendo del valor del %PUAR

**Tabla 5. Valores de referencia del ICAU para el indicador %PUAR**

Indicador	Valor de Referencia	Calificación
<b>Porcentaje de Población Urbana Afectada por Ruido (%PUAR) por encima del nivel de referencia</b>	Mayor al 4% del total de población urbana (cabecera) expuesta a ruido ambiental por encima del valor de referencia	0
	Entre el 3,1 y el 4% del total de población urbana (cabecera) expuesta a ruido ambiental por encima del valor de referencia	0,3
	Entre el 2,1 y el 3% del total de población urbana (cabecera) expuesta a ruido ambiental por encima del valor de referencia	0,5
	Entre el 1,1% y el 2% del total de población urbana (cabecera) expuesta a ruido ambiental por encima del valor de referencia	0,8
	Menor o igual al 1% del total de población urbana (cabecera) expuesta a ruido ambiental por encima del valor de referencia	1

**Fuente: SDA / SCAAV / RMRAB**




Es importante mencionar que el porcentaje %PUAR es calculado a partir del uso de suelo establecido en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Distrito para cada una de las edificaciones contempladas dentro del área de estudio del proyecto. De igual manera, el cálculo de la población afectada se realiza teniendo en cuenta la altura de las edificaciones con el fin de representar de manera más acertada la situación actual.

  	<b>METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	Definición línea base de ruido en ZUMA Bosa – Apogeo	
	Código: PA10-PR14-M1	Versión: 1

En las zonas de ambos colegios se obtiene una calificación de 0 para el indicador %PUAR, lo cual las denomina como zonas ruidosas, aunque los valores de referencia son demasiado restrictivos dadas las dinámicas sonoras de las grandes urbes a nivel global.

## 7. CONSIDERACIONES FINALES

- Los niveles de ruido ambiental para las 4 mediciones realizadas, superan los estándares máximos permisibles de la normativa nacional, para el horario diurno. Se llegan a presentar excedencias de hasta 16.5 dB(A)
- Durante la clase, el aula del Colegio el Jazmín registró niveles de 3 dB(A) por encima del salón medido en el Colegio Tomás Carrasquilla, lo cual indica que se duplicó la intensidad del ruido en el ambiente del salón en El Jazmín.
- Las aulas desocupadas de los dos (2) colegios exceden el límite de la guía BB93 en hasta 26.6 dB(A), denotando un indebido diseño acústico, insuficiente aislamiento sonoro y bajo confort acústico al interior. Esto podría afectar el proceso de aprendizaje de los estudiantes.
- Se registraron mayores niveles de ruido de fondo en el aula desocupada del Colegio Tomás Carrasquilla, con una diferencia de 5 dB(A) con respecto al aula desocupada del Colegio El Jazmín.
- El curso estudiantil medido en el aula del colegio El Jazmín fue mucho más ruidoso que el del Colegio Tomás Carrasquilla, superándolo en 8 dB(A), que equivale aproximadamente a seis (6) veces la energía acústica.
- A pesar de que el ruido ambiental en el Colegio El Jazmín es mayor, el nivel de ruido de fondo es menor probablemente por su localización y distancia con respecto a vías vehiculares, o por situaciones específicas en la temporalidad de la medición en el Colegio Tomás Carrasquilla.
- Según los resultados de los MER, el área del Colegio Tomás Carrasquilla cumple con los límites normativos nacionales durante el día, pero incumple en la noche. Por otro lado, el área del Colegio El Jazmín incumple los límites normativos para ambos períodos (diurno y nocturno).

  	<b>METROLOGÍA, MONITOREO Y MODELACIÓN</b>	
	Definición línea base de ruido en ZUMA Bosa – Apogeo	
	Código: PA10-PR14-M1	Versión: 1

- El %PUAR para la zona del Colegio Tomás Carrasquilla es del 8%, mientras que para la zona de el Colegio El Jazmín es del 23%. Evaluándolos bajo la referencia del Índice de Calidad Ambiental Urbana (ICAU), ambos tendrían una calificación de 0, denotando ambas zonas como ruidosas y de baja calidad acústica.
- Se recomienda realizar actividad pedagógica en los colegios distritales con el fin de visibilizar el ruido como un contaminante físico que deteriora la salud y la calidad de vida de los estudiantes, por lo cual se deben adoptar hábitos silenciosos y de respeto, a pesar de la cultura e idiosincrasia colombiana

## 8. ANEXOS

Anexo 1. MER Tomás Carrasquilla.zip

Anexo 2. MER El Jazmín.zip

### CONTROL DE CAMBIOS

Versión	Descripción de la modificación	No. Acto Administrativo y fecha
1	Adopción	Radicado No. 2021IE287910 del 27 de diciembre del 2021.

### RESPONSABLES DE ELABORAR O ACTUALIZAR

Elaboró	Revisó	Aprobó
Nombre: Equipo RMRAB Cargo: RMRAB Fecha: 29 de mayo del 2024	Nombre: Sergio Salazar Sánchez Cargo: Líder RMRAB Fecha: 30 de mayo del 2024	Nombre: Daniela García Cargo: Subdirectora de Calidad del Aire, Auditiva y Visual Fecha: 30 de mayo del 2024