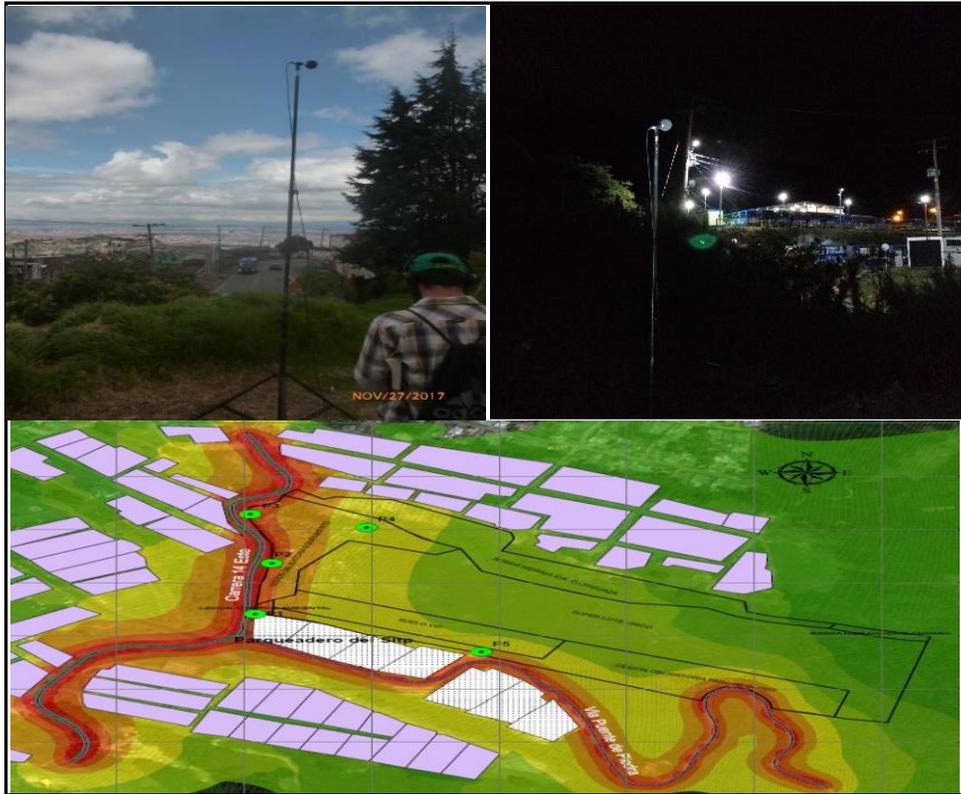


 <b>PROMOTORA CONVIVIENDA</b>	<b>ESTUDIO DE RUIDO AMBIENTAL - LINEA BASE EN PERIODO DIURNO Y NOCTURNO</b>	<b>Código RUAF-006</b>
	<b>PLAN PARCIAL LA ARBOLEDA</b>	<b>Noviembre 2017</b>

## ESTUDIO DE RUIDO AMBIENTAL PARA EL PLAN PARCIAL LA ARBOLEDA



**BOGOTÁ D.C**  
**NOVIEMBRE DE 2017**

 <b>PROMOTORA CONVIVIENDA</b>	<b>ESTUDIO DE RUIDO AMBIENTAL - LINEA BASE EN PERIODO DIURNO Y NOCTURNO</b>	<b>Código RUAF-006</b>
	<b>PLAN PARCIAL LA ARBOLEDA</b>	<b>Noviembre 2017</b>

## Tabla de contenido

<b>INTRODUCCION .....</b>	<b>1</b>
<b>GENERALIDADES.....</b>	<b>2</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>4</b>
OBJETIVO GENERAL.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
<b>1. INFORMACION GENERAL.....</b>	<b>5</b>
<b>2. METODOLOGIA DE EVALUACION DEL ESTUDIO .....</b>	<b>8</b>
2.1 PROCEDIMIENTO TÉCNICO Y METODOLÓGICO .....	8
2.1.1 UBICACIÓN DE PUNTOS DE MEDICIÓN .....	9
CUADRO No. 1 – DESCRIPCIÓN DE PUNTOS DE MEDICIÓN PERIMETRALES .....	10
CUADRO No. 2 – UBICACIÓN DE PUNTOS DE MEDICIÓN .....	10
2.2 CONDICIONES ACÚSTICAS PRESENTES EN LOS PUNTOS DE MEDICIÓN .....	12
2.3 DESCRIPCIÓN DE FUENTES GENERADORAS DE RUIDO .....	12
2.4 EQUIPOS DE MEDICIÓN UTILIZADOS.....	13
CUADRO No. 3 – EQUIPOS DE MEDICIÓN UTILIZADOS.....	14
2.5 PARÁMETROS DE MEDICIÓN.....	14
2.6 CONDICIONES METEOROLÓGICAS.....	14
CUADRO No. 4 – EQUIPOS DE MEDICIÓN CONDICIONES METEOROLÓGICAS.....	15
CUADRO No. 5 – CONDICIONES METEOROLÓGICAS – PERIODO DIURNO.....	15
CUADRO No. 6 – CONDICIONES METEOROLÓGICAS – PERIODO NOCTURNO.....	16
2.7 RESULTADOS DEL SONÓMETRO .....	16
<b>3. RESULTADOS DEL MONITOREO DE RUIDO .....</b>	<b>18</b>
CUADRO No. 7 – PERIODO DIURNO DÍA HÁBIL.....	18
CUADRO No. 8 – PERIODO NOCTURNO DÍA HÁBIL.....	19
CUADRO No. 9 – PERIODO DIURNO DÍA NO HÁBIL.....	20
CUADRO No. 10 – PERIODO NOCTURNO DÍA NO HÁBIL.....	21
<b>4. ESTANDARES MÁXIMOS PERMISIBLES DE RUIDO AMBIENTAL .....</b>	<b>22</b>
CUADRO No. 11 – VALORES PERMISIBLES DE NIVELES DE RUIDO AMBIENTAL.....	22
<b>5. ANALISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>23</b>
5.1 CÁLCULO DEL NIVEL DE RUIDO AMBIENTAL.....	23
5.1.1 EJEMPLO DE CÁLCULO AJUSTES (K) - PUNTO No.1 - PERIODO DIURNO DÍA HÁBIL (POSICIÓN NORTE) ....	24
CUADRO No. 12 - CORRECCIÓN POR COMPONENTES (K DE AJUSTE) – PERIODO DIURNO DÍA HÁBIL.....	26
CUADRO No. 13 - CORRECCIÓN POR COMPONENTES (K DE AJUSTE) – PERIODO NOCTURNO DÍA HÁBIL. ....	27
CUADRO No. 14 - CORRECCIÓN POR COMPONENTES (K DE AJUSTE) – PERIODO DIURNO DÍA NO HÁBIL. ....	28
CUADRO No. 15 - CORRECCIÓN POR COMPONENTES (K DE AJUSTE) – PERIODO NOCTURNO DÍA NO HÁBIL. ...	29
5.1.2 EJEMPLO CÁLCULO RUIDO AMBIENTAL PUNTO No. 1 – PERIODO DIURNO DÍA HÁBIL. ....	30
CUADRO No. 16 – LEQ <sub>AMBIENTAL CORREGIDO</sub> – PUNTO No. 1 – PERIODO DIURNO DÍA HÁBIL.....	30
CUADRO No. 17 – RESULTADOS LEQ <sub>AMBIENTAL</sub> – PERIODO DIURNO DÍA HÁBIL .....	30
CUADRO No. 18 – RESULTADOS LEQ <sub>AMBIENTAL</sub> – PERIODO NOCTURNO DÍA HÁBIL .....	31
CUADRO No. 19 – RESULTADOS LEQ <sub>AMBIENTAL</sub> – PERIODO DIURNO DÍA NO HÁBIL.....	31
CUADRO No. 20 – RESULTADOS LEQ <sub>AMBIENTAL</sub> – PERIODO NOCTURNO DÍA NO HÁBIL.....	31

 <b>PROMOTORA CONVIVIENDA</b>	<b>ESTUDIO DE RUIDO AMBIENTAL - LINEA BASE EN PERIODO DIURNO Y NOCTURNO</b>	<b>Código RUAF-006</b>
	<b>PLAN PARCIAL LA ARBOLEDA</b>	<b>Noviembre 2017</b>

<b>6. MODELAMIENTO DE LA EMISION DE RUIDO .....</b>	<b>36</b>
6.1 PROCEDIMIENTO PARA LA GENERACION DE MODELOS DE RUIDO .....	36
6.1.1 PROCEDIMIENTO DE LA MODELACIÓN: LA MODELACIÓN SE REALIZÓ MEDIANTE LOS SIGUIENTES PASOS: 36	
6.1.2 CONSTRUCCIÓN DE LA BASE DE DATOS EN SOUNDPLAN .....	40
<b>6.1.3 DETERMINANTES PARA LA ELABORACIÓN DE LOS MODELOS DE RUIDO .....</b>	<b>45</b>
CUADRO No. 21 VALORES FUENTES 1 - 5 .....	47
CUADRO No. 22 COEFICIENTE DE ATENUACIÓN ATMOSFÉRICA.....	48
CUADRO No. 23 CALIBRACIÓN MODELOS DÍA HÁBIL – DIURNO Y NOCTURNO .....	49
CUADRO No. 24 CALIBRACIÓN MODELOS DÍA NO HÁBIL – DIURNO Y NOCTURNO .....	49
6.2 MODELOS DE RUIDO AMBIENTAL OBTENIDOS .....	50
<b>7. CONCLUSIONES .....</b>	<b>57</b>
<b>8. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>58</b>
<b>9. ANEXOS</b>	

#### TABLA DE FIGURAS

<u>I Figura No. 1 - Límites del Predio.....</u>	<u>5</u>
<u>II Figura No. 2 – Uso del Plan Parcial .....</u>	<u>6</u>
<u>III Figura No. 3 – Uso del Suelo de la Zona Residencial Aledaña .....</u>	<u>6</u>
<u>IV Figura No. 4 – Uso del Suelo Patio SITP Las Gaviotas. ....</u>	<u>7</u>
<u>V Figura No. 5 – Ubicación Puntos de Medición de Ruido en el Área de Estudio... 9</u>	<u>9</u>
<u>VI Figura No. 6 – Ejemplo de Reporte en PDF de los Resultados Obtenidos.....</u>	<u>17</u>
<u>VII Figura 7. Interfaz de SoundPLAN para definición de proyectos .....</u>	<u>41</u>
<u>VIII Figura 8. Generación de Capas Insumo corrida de Modelo .....</u>	<u>42</u>
<u>IX Figura 9. Generación de Estructuras para modelación .....</u>	<u>43</u>
<u>X Figura 10. Generación modelo digital de la zona de modelación .....</u>	<u>44</u>
<u>XI Figura 11. Interfaces de SoundPLAN para cálculo del mapa de ruido .....</u>	<u>45</u>
<u>XII Figura 12. Configuración de las especificaciones del Software.....</u>	<u>46</u>
<u>XIII Figura 13 Configuración de grilla de interpolación. ....</u>	<u>47</u>

 <b>PROMOTORA CONVIVIENDA</b>	<b>ESTUDIO DE RUIDO AMBIENTAL - LINEA BASE EN PERIODO DIURNO Y NOCTURNO</b>	<b>Código RUAF-006</b>
	<b>PLAN PARCIAL LA ARBOLEDA</b>	<b>Noviembre 2017</b>

**Autorizaciones del Informe de Emisión de Ruido RUAF-006 - Acreditación IDEAM Resolución No. 1380 de 2017, Matriz Aire – Calidad Aire: Emisión de Ruido y Ruido Ambiental.**

<b>Nombre</b>	<b>Cargo</b>	<b>Firma</b>
Elaboró:  Carlos Galán Cortés	Director FUNDESOS H	
Revisó:  Iván Camilo Moncada	Director Técnico ASOAM SAS	
Aprobó:  Karen Beltrán	Coordinadora QHSE ASOAM SAS	
 <p style="text-align: center;"><b>ASOAM SAS – Calle 132A No. 58C-67 Piso 3 Tel. 6313034, Bogotá D.C.</b></p>		

Los resultados del presente informe sólo están relacionados con los ítems evaluados.



 <b>PROMOTORA CONVIVIENDA</b>	<b>ESTUDIO DE RUIDO AMBIENTAL - LINEA BASE EN PERIODO DIURNO Y NOCTURNO</b>	<b>Código RUAF-006</b>
	<b>Plan Parcial La Arboleda</b>	<b>PÁGINA 1</b>

## **INTRODUCCION**

Como documento soporte de los determinantes ambientales en el tema de ruido, solicitados por la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) a través de la Subdirección de Ecurbanismo y Gestión Ambiental Empresarial (SEGAE), para el Plan Parcial La Arboleda, ubicado en la carrera 15 Este No. 47 - 02 SUR de la Localidad de San Cristobal, el promotor del proyecto contrató con la Fundación Para El Desarrollo Sostenible y Humano – Fundesos H, bajo soporte de Acreditación con el laboratorio ASOAM SAS (código Informe RUAF-006) mediante Resolución IDEAM No. 1380 de 2017, los servicios para la elaboración de un estudio con el fin de obtener la línea base de ruido ambiental para el día hábil y día domingo, tanto en el periodo diurno como nocturno según los procedimientos técnicos y metodológicos de la Resolución No. 627 de 2006 del Ministerio de Ambiente, para de establecer e identificar las condiciones acústicas actuales que existen sobre el predio del plan parcial, debido a la incidencia externa o aporte sonoro de las fuentes móviles (por vías) y fuentes fijas que se identificaron en el estudio.

La elaboración del informe de ruido permitirá al promotor, obtener una herramienta técnica fundamental para orientar la toma de decisiones respecto a la planeación y desarrollo urbanístico del plan parcial en relación con la contaminación acústica existente, para dar cumplimiento a los determinantes ambientales en este tema establecidas por la SDA.

 <b>PROMOTORA CONVIVIENDA</b>	<b>ESTUDIO DE RUIDO AMBIENTAL - LINEA BASE EN PERIODO DIURNO Y NOCTURNO</b>	<b>Código RUA-F-006</b>
	<b>Plan Parcial La Arboleda</b>	<b>PÁGINA 2</b>

## GENERALIDADES

- **Contaminación por Ruido:** es cualquier emisión de un sonido que pueda afectar adversamente la salud o bienestar de las personas, la propiedad o el disfrute de las mismas.
- **Difracción:** es un fenómeno acústico donde las ondas sonoras que viajan en una sola dirección pero, al chocar con un objeto, la difracción puede hacer que se rodee este obstáculo, al crear una serie de ondas secundarias.
- **Divergencia:** consiste en la propagación de las ondas sonoras desde una fuente en campo libre, dando como resultado una disminución en el nivel de presión sonora al aumentar la distancia desde la fuente.
- **Enmascaramiento:** es el fenómeno mediante el cual se eleva el umbral de audición para un sonido mediante la presencia de otro sonido.
- **Fuente generadora de ruido:** es cualquier sitio, lugar, artefacto, objeto, dispositivo o elemento que origine ruido, ya sea de carácter móvil o estacionario.
- **Nivel sonoro continuo equivalente ponderado A (LAeq, T):** es el nivel de ruido estable que corresponde al promedio (integral) en el tiempo de la presión sonora al cuadrado con ponderación de frecuencia producida por fuentes de sonidos estables, fluctuantes, intermitentes, irregulares o impulsivos en el mismo intervalo de tiempo.
- **Reflexión:** es el fenómeno por el cual una onda, después de incidir sobre una superficie, se propaga en el mismo medio con sentido diferente al anterior.
- **Nivel Percentil Noventa (L90):** es un nivel sonoro utilizado estadísticamente cuando se va a determinar el cambio rápido del nivel sonoro en un rango amplio durante un periodo de tiempo (se expresa en 90 por 100 de la medición total).
- **Norma de ruido ambiental:** es el valor que establece la autoridad ambiental competente para mantener un nivel de presión de ruido en zonas habitadas o de

 <b>PROMOTORA CONVIVIENDA</b>	<b>ESTUDIO DE RUIDO AMBIENTAL - LINEA BASE EN PERIODO DIURNO Y NOCTURNO</b>	<b>Código RUAf-006</b>
	<b>Plan Parcial La Arboleda</b>	<b>PÁGINA 3</b>

interés ambiental bajo distintas condiciones, tal que permita la salud y el bienestar de la población expuesta dentro de un margen de seguridad.

- **Norma de ruido Ambiental:** es el valor máximo permisible de presión sonora para un área determinada, que permite cumplir con la norma de ruido establecida.
- **Mapas de Ruido:** es la representación de los datos sobre una presentación acústica existente o pronosticada en función de un indicador de ruido, en la que se indica la superación de un nivel límite, el número de personas afectadas, asentamientos humanos, áreas suburbanas, entre otras, expuestas a determinados valores de ese indicador, en dicha zona.
- **Ruido de Residual (LAeq, T residual):** es el nivel de ruido presente en el ambiente, proveniente de todas las fuentes sonoras lejanas o cercanas, diferente a la fuente de interés a evaluar.
- **Sonómetro:** es un instrumento de medición de presión sonora, compuesto de micrófono, amplificador, filtros de ponderación e indicador de medida, destinado a la medida de niveles sonoros, siguiendo determinadas especificaciones.

 <b>PROMOTORA CONVIVIENDA</b>	<b>ESTUDIO DE RUIDO AMBIENTAL - LINEA BASE EN PERIODO DIURNO Y NOCTURNO</b>	<b>Código RUAf-006</b>
	<b>Plan Parcial La Arboleda</b>	<b>PÁGINA 4</b>

## OBJETIVOS

### Objetivo General

Definir de acuerdo con los lineamientos técnicos y metodológicos de la Resolución No. 627 de 2006 del Min. Ambiente, la línea base de ruido ambiental que existe actualmente sobre el plan parcial en el periodo diurno y nocturno, con el fin de generar información que sirva como soporte técnico para el cumplimiento de los determinantes ambientales en el tema de ruido.

### Objetivos Específicos

- Establecer el cumplimiento normativo de ruido ambiental según el uso del suelo establecido para el plan parcial (residencial), según los límites permisibles estipulados por la Resolución No. 627 de 2006.
- Realizar las modelaciones acústicas de las condiciones sonoras ambientales evaluadas y generar los mapas respectivos, utilizando el software especializado SoundPlan, con el fin de observar el comportamiento del ruido ambiental sobre zonas de interés en el área del plan parcial.

## 1. INFORMACION GENERAL

El predio del plan parcial se encuentra localizado en la Carrera 15 ESTE No. 47 – 02 sur, Localidad de San Cristóbal, de la ciudad de Bogotá D.C; en el predio no se registra actividad productiva alguna.

El predio limita al costado oriental con viviendas de uso residencial. Al costado sur con zonas con vegetación tipo arbustiva. Hacia el costado occidental, se encuentra la carrera 14 Este; la cual presenta tráfico alto de automotores que circulan de manera continua, de tipo liviano (particulares y motocicletas) y de tipo pesado (buses y camiones). Al costado norte el predio limita con la zona residencial del barrio Quindío y hacia el costado sur se encuentra ubicado el patio Gaviotas del SITP, de la empresa Consorcio Express SAS.

En la figura No. 1 se puede observar los límites del predio y las fuentes de ruido que lo afectan (vía principal y secundarias).



**I Figura No. 1 - Límites del Predio.**

Según lo establecido en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), los terrenos del predio. Se encuentran en la unidad de planeamiento zonal - **UPZ No. 51 – San Cristobal**, cuyo uso de suelo principal en el sector es: edificable. En las figuras No. 2 y No. 3 se puede observar la norma establecida para este uso de suelo, según el POT.



**II Figura No. 2 – Uso del Suelo del Predio del Plan Parcial**



**III Figura No. 3 – Uso del Suelo de la Zona Residencial Aledaña**

En la figura No. 4 se puede observar el uso de suelo, al igual que para el predio de estudio: edificable. Establecido para el patio SITP aledaño.



**IV Figura No. 4 – Uso del Suelo Patio SITP Las Gaviotas.**

 <b>PROMOTORA CONVIVIENDA</b>	<b>ESTUDIO DE RUIDO AMBIENTAL - LINEA BASE EN PERIODO DIURNO Y NOCTURNO</b>	<b>Código RUA-F-006</b>
	<b>Plan Parcial La Arboleda</b>	<b>PÁGINA 8</b>

## 2. METODOLOGIA DE EVALUACION DEL ESTUDIO

### 2.1 Procedimiento Técnico y Metodológico

La metodología aplicada para la realización del estudio de ruido ambiental, se basó de acuerdo a los Capítulos No. 1 y No. 2 y el Anexo 3 de la Resolución No. 627 de 2006 del Ministerio de Ambiente.

Las mediciones fueron realizadas los días 26 y 27 de Noviembre de 2017, para los escenarios día hábil y no hábil (Domingo), en los periodos diurno y nocturno; esto con el fin de evaluar el nivel de ruido ambiental sobre el predio, el cual se encuentra ubicado en el barrio Las Gaviotas.

En total fueron seleccionados cinco (5) puntos de medición evaluados en dos jornadas de monitoreo (Día Hábil y Día no Hábil), para cada uno de los periodos estipulados. Los puntos se ubicaron en el perímetro del predio; obteniéndose una representatividad respecto a la predominancia de la emisión sonora generada por la vía carrera 14 Este, la cual es un corredor vial de tráfico vehicular alto, caracterizado por el tránsito de vehículos particulares, buses de transporte público, camiones y motocicletas principalmente.

Cada punto de medición seleccionado se realizó con la distribución en tiempos de quince (15) minutos de monitoreo por punto, la cual constó de cinco (5) mediciones parciales distribuidas en tiempos iguales de tres (3) minutos, con las posiciones rotativas orientadas del micrófono en sentido norte, sur, este, oeste y vertical hacia arriba. Relacionando un total de veinte (20) mediciones integrales, representadas en cien (100) mediciones parciales, en los escenarios descritos.

Igualmente, el sonómetro fue programado para que midiera al tiempo en cada medición parcial, el nivel equivalente (LEQ) y el análisis de frecuencia en 1/3 de octavas, el ruido impulsivo (ponderación I) y el ruido de baja frecuencia (ponderación C), con el fin de realizar las correcciones por tonalidad, por impulsividad y bajas frecuencia respectivamente.

### 2.1.1 Ubicación de Puntos de Medición

A continuación se describen los tiempos de medición, los periodos y los escenarios evaluados en el estudio:

- Cinco (5) mediciones de ruido ambiental para un día hábil, sobre el perímetro del predio en el periodo diurno. Quince (15) minutos por punto, en día hábil y no hábil.
- Cinco (5) mediciones de ruido ambiental para un día hábil, sobre el perímetro del predio en el periodo nocturno. Quince (15) minutos por punto, en día hábil y no hábil.

Para la realización de las mediciones fue utilizado un (1) sonómetro marca Svantek, Tipo 1 – Referencia: Svan977, No. Serie 45450, cuyo micrófono fue instalado sobre un trípode de 4m de altura con el respectivo cable de extensión para cada uno. El sonómetro fue rotado entre los puntos seleccionados, hasta completar la metodología de medición descrita.

En la figura No. 5 se observa la localización de los puntos de medición perimetrales seleccionados, que sirvieron como soporte a la configuración de los modelos de ruido.



**V Figura No. 5 – Ubicación Puntos de Medición de Ruido en el Área de Estudio.**

En el cuadro No. 1, se presentan los datos generales de los puntos de medición evaluados, así como su ubicación y su geo-referenciación.

### Cuadro No. 1 – Descripción de Puntos de Medición Perimetrales

Punto	Ubicación	Coordenadas	
		Norte	Oeste
P <sub>1</sub>	Costado Suroccidental – Entrada del Predio	4°32'6.30"N	74° 5'1.45"O
P <sub>2</sub>	Costado Occidental del Predio	4°32'9.41"N	74° 5'1.02"O
P <sub>3</sub>	Costado Noroccidental del Predio	4°32'12.41"N	74° 5'1.57"O
P <sub>4</sub>	Costado Norte – Frente a Quebrada Chiguaza	4°32'11.58"N	74° 4'58.62"O
P <sub>5</sub>	Costado Sur – Frente a Patio SITP	4°32'3.96"N	74° 4'55.71"O

En el cuadro No. 2 se presentan los registros fotográficos del montaje e instalación del sonómetro, tanto el periodo diurno y nocturno en los puntos de medición seleccionados.

### Cuadro No. 2 – Ubicación de Puntos de Medición

Registro Fotográfico Diurno y Nocturno			
Punto	Ubicación	Registro Diurno	Registro Nocturno
P <sub>1</sub>	Costado Suroccidental Entrada del Predio		

P <sub>2</sub>	Costado Occidental del Predio		
P <sub>3</sub>	Costado Noroccidental del Predio		
P <sub>4</sub>	Costado Norte – Frente a Quebrada		
P <sub>5</sub>	Costado Sur – Frente a Patio SITP		

 <b>PROMOTORA CONVIVIENDA</b>	<b>ESTUDIO DE RUIDO AMBIENTAL - LINEA BASE EN PERIODO DIURNO Y NOCTURNO</b>	<b>Código RUA-F-006</b>
	<b>Plan Parcial La Arboleda</b>	<b>PÁGINA 12</b>

## 2.2 Condiciones Acústicas Presentes en los Puntos de Medición

- **Puntos No. 1, No. 2 y No. 3** – En los periodos diurno y nocturno se evidencia un alto impacto sonoro generado por el tráfico vehicular de la vía Carrera 14 ESTE, el cual circula a velocidades variables de hasta aproximadamente 50km/h sobre esta zona. No se percibe incidencia de fuentes fijas de ruido como industrias u zonas comerciales.
- **Punto No.4** – En los periodos diurno y nocturno, se registran niveles de ruido provenientes de la actividad residencial del barrio Quindío y la presencia de avifauna en la zona.
- **Punto No. 5** – En los periodos diurno y nocturno, se registran niveles de ruido provenientes del patio SITP las Gaviotas; el cual tiene inmersas fuentes diversas como el lavado de automotores, zonas de parqueo, actividades de mantenimiento, tránsito interno de automotores, entre otros.

## 2.3 Descripción de Fuentes Generadoras de Ruido

Las principales fuentes generadoras de ruido que inciden sobre el predio del plan parcial están asociadas principalmente a vías aledañas, como la carrera 14 Este, la cual presenta alto tráfico vehicular en forma continua. Así mismo, al costado sur del predio se localiza el patio del SITP las Gaviotas, el cual genera un aporte significativo de ruido sobre esta zona del plan (ver fotografías No. 11 y No. 12).



**Fotografías No. 11 y No. 12 – Carrera 14 Este y Patio SITP Las Gaviotas**

 <b>PROMOTORA CONVIVIENDA</b>	<b>ESTUDIO DE RUIDO AMBIENTAL - LINEA BASE EN PERIODO DIURNO Y NOCTURNO</b>	<b>Código RUA-F-006</b>
	<b>Plan Parcial La Arboleda</b>	<b>PÁGINA 13</b>

## 2.4 Equipos de Medición Utilizados

Para la realización de las mediciones se utilizó un (1) sonómetro tipo 1 marca Svantek, modelo Svan977, el cual se instaló sobre un trípode de extensión a una altura de 4m y con ángulos de 90° a 45°, dependiendo de la medición parcial realizada con él micrófono; Sobre este mismo dispositivo fue instalada una espuma protectora o pantalla, con el fin de evitar influencias sobre las mediciones por el paso del viento.

El micrófono utilizado en el sonómetro es de tipo omnidireccional o de incidencia aleatoria, el cual percibe el nivel de ruido proveniente de todas las fuentes ubicadas en cualquier dirección y a diferentes distancias.

La calibración acústica del sonómetro se realizó con un calibrador Quest de referencia AC300. La cual se realiza a 114dB y frecuencia de 1kHz, previo a la iniciación de la jornada de monitoreo, con el fin de garantizar la exactitud y precisión de las muestras recolectadas.

En la fotografía No. 13, se presenta el procedimiento de calibración acústica del sonómetro en campo.



**Fotografía No. 13 Proceso de calibración acústica del sonómetro en campo**

La relación de los equipos de medición utilizados en el presente estudio, se presenta en el cuadro No. 3:

### Cuadro No. 3 – Equipos de Medición Utilizados

EQUIPO	MARCA	No. DE SERIE
Sonómetro	Svantek – Modelo SV977	45450
Calibrador Acústico	QUEST, AC-300	AC300009259

En el anexo No. 1 se puede consultar el certificado de calibración vigente de los equipos

#### 2.5 Parámetros de Medición

Para la realización de las mediciones se tomaron en cuenta los siguientes parámetros técnicos:

- Rango: 30 -90dB
- Rata de cambio: 3dB
- Calibración acústica: 114dB – 1KHz
- Filtro de ponderación: A
- Respuesta Lenta (Slow)
- Nivel equivalente (Leq), Niveles percentil Noventa (L90), Nivel Impulsivo (Li), Leq (C).

#### 2.6 Condiciones Meteorológicas

Durante el desarrollo de los monitoreos se realizó la evaluación de las condiciones meteorológicas existentes en cada uno de los puntos de medición, con dos equipos de medición determinados: Un higo-termómetro de pluma marca EXTECH y un termo anemómetro marca ALNOR (ver fotografías No. 14 y No. 15).

Los parámetros registrados en campo fueron: velocidad del viento, temperatura y humedad relativa.



**Fotografía No. 14 - Termo Higrómetro  
Marca Extech**



**Fotografía No. 15 - Anemómetro  
Marca ALNOR**

En el cuadro No. 4 se presenta la referencia de los equipos utilizados para la medición de las condiciones meteorológicas.

**Cuadro No. 4 – Equipos de Medición Condiciones Meteorológicas**

EQUIPO	MARCA	MODELO
Termó Higrómetro	EXTECH	445580
Termo - Anemómetro	ALNOR – RVA8	A01132

En el cuadro No. 5 y No. 6 se presenta el promedio de las condiciones meteorológicas obtenidas durante la realización del monitoreo para los periodos diurno y nocturno, tanto para el día hábil y para el día festivo.

**Cuadro No. 5 – Condiciones Meteorológicas – Periodo Diurno**

Parámetro	Valor promedio registrado Noviembre 26 de 2017 (Día Domingo)	Valor promedio registrado Noviembre 27 de 2017 (Día Hábil)
<b>Temperatura</b>	17,3 °C	18,3 °C
<b>Precipitación</b>	Ausente	Ausente
<b>Velocidad del viento</b>	1.98 m/s	1.25 m/s
<b>Humedad Relativa</b>	54.2%	62%

### Cuadro No. 6 – Condiciones Meteorológicas – Periodo Nocturno

Parámetro	Valor promedio registrado Noviembre 26 de 2017 (Día Domingo)	Valor promedio registrado Noviembre 27 de 2017 (Día Hábil)
Temperatura	13.1 °C	12.8 °C
Precipitación	Ausente	Ausente
Velocidad del viento	1.23 m/s	1.56 m/s
Humedad Relativa	63.1 %	45.7 %

#### 2.7 Resultados del Sonómetro

Los resultados de las mediciones realizadas en el presente estudio, se reportan en el anexo No. 2 (planillas de campo); El registro de datos lo efectúa el sonómetro automáticamente y se almacenan directamente en su memoria, indicando los parámetros de medición seleccionados, ponderaciones realizadas, hora de inicio - finalización de las mediciones, tiempos de monitoreo, generando a la vez archivos matrices los cuales se reportan en carpetas en medio magnético en el CD anexo al presente estudio.

En la figura No. 6 se puede observar un ejemplo de reporte generado en campo con los resultados del punto No. 1 en periodo diurno día hábil, y el respectivo registro del análisis de frecuencias en tercios (1/3) de octava para cada medición parcial obtenida.





Device type: SVAN 877  
Serial No. 46460  
Internal software version 1.23.1  
Filesystem version 1.21

INSTRUMENTATION FOR SOUND & VIBRATION MEASUREMENTS

Original file name ARCH 419 P1 – Ruido Ambiental – Costado Suroccidental – Entrada Del Predio – Diurno – Día Hábil  
Measurement time 11:08:26  
Measurement date 27/11/2017  
Device function 1/3 Octave  
Pre Calibration date 27/11/2017  
Pre Calibration time 10:39:48  
Weighting Filter A  
Detector Type Slow

			No.	1
			Start date & time	27/11/2017
			Duration	11:08:26
			Name	00:15:00.000
				Total
Ch1 (SLM)	P1 (A)	LApk (SR) [dB]		102,21
Ch1 (SLM)	P1 (A, Slow)	LASmax (SR) [dB]		80,18
Ch1 (SLM)	P1 (A, Slow)	LASmin (SR) [dB]		45,99
Ch1 (SLM)	P1 (A, Slow)	LASeq (SR) [dB]		65,68
Ch1 (SLM)	P1 (A, Slow)	LASeq Ln (SR) [dB]	L10	69,81
Ch1 (SLM)	P1 (A, Slow)	LASeq Ln (SR) [dB]	L90	54,17
Ch1 (SLM)	P2 (A, Impulse)	LAlpk (SR) [dB]		69,45
Ch1 (SLM)	P2 (A, Impulse)	LALpk (SR) [dB]	L90	55,47
Ch1 (SLM)	P3 (C, Slow)	LCSeq (SR) [dB]		74,9
Ch1 (SLM)	P3 (C, Slow)	LCSeq Ln (SR) [dB]	L90	64,84
Ch1 (SLM)		1/3 Oct LASeq (SR) [dB]	20 Hz	20,43
Ch1 (SLM)		1/3 Oct LASeq (SR) [dB]	25 Hz	22,21
Ch1 (SLM)		1/3 Oct LASeq (SR) [dB]	31.5 Hz	23,65

www.svantek.com

			No.	1	2	3	4	5	6
			27/11/2017	11:08:26	11:11:26	11:14:26	11:17:26	11:20:26	11:08:26
			Duration	00:03:00.000	00:03:00.000	00:03:00.000	00:03:00.000	00:03:00.000	00:15:00.000
				0	0	0	0	0	0
Ch1 (SLM)	P1 (A)	LApk (SR) [dB]		93,06	102,21	93,31	91,7	98,27	102,21
Ch1 (SLM)	P1 (A, Slow)	LASmax (SR) [dB]		72,64	80,18	75,87	75,17	78,89	80,18
Ch1 (SLM)	P1 (A, Slow)	LASmin (SR) [dB]		48,93	51,22	45,99	52,04	47,98	45,99
Ch1 (SLM)	P1 (A, Slow)	LASeq (SR) [dB]		66,29	65,52	65,62	65,45	65,44	65,68
Ch1 (SLM)	P1 (A, Slow)	LASeq Ln (SR) [dB]	L10	70,6	69	69,9	70,3	69	69,81
Ch1 (SLM)	P1 (A, Slow)	LASeq Ln (SR) [dB]	L90	55,4	55,2	49,8	54,4	54,1	54,17
Ch1 (SLM)	P2 (A, Impulse)	LAlpk (SR) [dB]		68,88	71,75	67,82	67,6	69,81	69,45
Ch1 (SLM)	P2 (A, Impulse)	LALpk (SR) [dB]	L90	57,5	55,8	51,4	55,7	54,9	55,47
Ch1 (SLM)	P3 (C, Slow)	LCSeq (SR) [dB]		74,5	73,93	75,74	75,16	74,98	74,9
Ch1 (SLM)	P3 (C, Slow)	LCSeq Ln (SR) [dB]	L90	65,6	64,4	62,8	65,8	65	64,84
Ch1 (SLM)		1/3 Oct LASeq (SR) [dB]	20 Hz	22,03	18,89	19,98	19,32	21,13	20,43
Ch1 (SLM)		1/3 Oct LASeq (SR) [dB]	25 Hz	22,02	20,62	22,63	20,65	24,12	22,21
Ch1 (SLM)		1/3 Oct LASeq (SR) [dB]	31.5 Hz	22,63	23,65	25,25	21,23	24,43	23,65
Ch1 (SLM)		1/3 Oct LASeq (SR) [dB]	40 Hz	30,98	32,01	32,02	31,72	30,27	31,45
Ch1 (SLM)		1/3 Oct LASeq (SR) [dB]	50 Hz	36,05	36,38	37,89	37,15	35,27	36,64
Ch1 (SLM)		1/3 Oct LASeq (SR) [dB]	63 Hz	38,86	37,91	42,17	42,62	41,91	41,08
Ch1 (SLM)		1/3 Oct LASeq (SR) [dB]	80 Hz	42,39	42,12	42,31	42,89	43,79	42,74
Ch1 (SLM)		1/3 Oct LASeq (SR) [dB]	100 Hz	43,85	42,15	44,73	43,25	42,15	43,34
Ch1 (SLM)		1/3 Oct LASeq (SR) [dB]	125 Hz	45,01	45,26	49,48	48,23	44,93	47,02
Ch1 (SLM)		1/3 Oct LASeq (SR) [dB]	160 Hz	46,97	47,32	49,97	49,01	47,89	48,38
Ch1 (SLM)		1/3 Oct LASeq (SR) [dB]	200 Hz	47,9	46,84	50,93	48,88	49,16	48,96
Ch1 (SLM)		1/3 Oct LASeq (SR) [dB]	250 Hz	49,86	48,24	51,93	51,63	49,58	50,46
Ch1 (SLM)		1/3 Oct LASeq (SR) [dB]	315 Hz	50,24	50,52	52,52	51,62	49,59	51,03
Ch1 (SLM)		1/3 Oct LASeq (SR) [dB]	400 Hz	52,44	52,62	52,4	52,1	51,06	52,16
Ch1 (SLM)		1/3 Oct LASeq (SR) [dB]	500 Hz	56,03	52,91	52,81	52,17	51,79	53,44

www.svantek.com

VI Figura No. 6 – Ejemplo de Reporte en PDF de los Resultados Obtenidos



### 3. RESULTADOS DEL MONITOREO DE RUIDO

En los cuadros No. 7 al No. 10, se presentan los registros globales obtenidos durante el desarrollo del monitoreo que conforman las mediciones de ruido ambiental; dicha información está soportada en los reportes de campo (ver anexo No. 2) y los archivos magnéticos anexos de la memoria del sonómetro (estudios matrices).

**Cuadro No. 7 – Periodo Diurno Día Hábil**

Punto	Posición	LEQ dB(A)	Nivel impulsivo (LI)
P <sub>1</sub>	Norte	66.3	68.9
	Oriente	65.5	71.8
	Sur	65.6	67.8
	Occidente	65.5	67.6
	Vertical	65.4	69.8
P <sub>2</sub>	Norte	63.0	63.8
	Oriente	63.0	63.8
	Sur	62.6	63.5
	Occidente	62.5	65.4
	Vertical	61.1	62.5
P <sub>3</sub>	Norte	65.9	67.5
	Oriente	65.7	68.0
	Sur	68.8	70.9
	Occidente	65.0	67.2
	Vertical	63.8	65.3
P <sub>4</sub>	Norte	49.9	55.2
	Oriente	48.7	54.6
	Sur	47.0	48.0
	Occidente	47.8	49.5
	Vertical	50.0	51.9
P <sub>5</sub>	Norte	55.3	58.2
	Oriente	49.6	52.0
	Sur	54.0	56.0
	Occidente	55.0	57.2
	Vertical	55.1	60.3

**Cuadro No. 8 – Periodo Nocturno Día Hábil**

<b>Punto</b>	<b>Posición</b>	<b>LEQ dB(A)</b>	<b>Nivel impulsivo (LI)</b>
P <sub>1</sub>	Norte	72.8	77.6
	Oriente	63.9	66.4
	Sur	64.3	67.7
	Occidente	65.5	67.8
	Vertical	73.0	83.8
P <sub>2</sub>	Norte	58.6	60.3
	Oriente	54.0	56.8
	Sur	56.2	57.8
	Occidente	55.9	57.5
	Vertical	60.7	66.8
P <sub>3</sub>	Norte	64.7	67.4
	Oriente	63.0	64.5
	Sur	63.3	65.3
	Occidente	68.9	72.6
	Vertical	68.5	71.3
P <sub>4</sub>	Norte	46.1	47.2
	Oriente	46.1	47.7
	Sur	46.2	49.4
	Occidente	47.0	49.7
	Vertical	45.9	48.1
P <sub>5</sub>	Norte	48.0	52.7
	Oriente	52.2	56.0
	Sur	66.1	77.8
	Occidente	52.6	53.6
	Vertical	46.0	50.0

**Cuadro No. 9 – Periodo Diurno Día Domingo**

<b>Punto</b>	<b>Posición</b>	<b>LEQ dB(A)</b>	<b>Nivel impulsivo (LI)</b>
P <sub>1</sub>	Norte	62.5	66.0
	Oriente	65.3	67.2
	Sur	63.4	65.8
	Occidente	67.0	73.2
	Vertical	67.3	69.6
P <sub>2</sub>	Norte	61.3	63.6
	Oriente	60.9	62.5
	Sur	60.4	61.1
	Occidente	60.3	61.8
	Vertical	59.3	62.0
P <sub>3</sub>	Norte	66.0	73.5
	Oriente	67.6	69.4
	Sur	65.2	66.4
	Occidente	66.6	69.2
	Vertical	66.7	69.3
P <sub>4</sub>	Norte	51.6	54.1
	Oriente	50.8	51.3
	Sur	50.6	51.1
	Occidente	52.0	58.1
	Vertical	50.8	54.7
P <sub>5</sub>	Norte	54.4	59.7
	Oriente	50.9	54.9
	Sur	50.8	53.9
	Occidente	52.7	56.8
	Vertical	56.0	58.2

**Cuadro No. 10 – Periodo Nocturno Día Domingo**

Punto	Posición	LEQ dB(A)	Nivel impulsivo (LI)
P <sub>1</sub>	Norte	63.2	65.2
	Oriente	62.9	64.5
	Sur	65.2	68.5
	Occidente	63.7	66.8
	Vertical	65.6	67.9
P <sub>2</sub>	Norte	60.5	66.1
	Oriente	62.5	71.4
	Sur	61.7	70.0
	Occidente	62.2	71.2
	Vertical	62.4	67.7
P <sub>3</sub>	Norte	66.2	67.3
	Oriente	66.3	68.5
	Sur	65.8	67.3
	Occidente	63.6	65.5
	Vertical	66.8	68.8
P <sub>4</sub>	Norte	48.6	50.1
	Oriente	48.5	49.0
	Sur	48.4	49.0
	Occidente	49.1	49.9
	Vertical	49.4	50.1
P <sub>5</sub>	Norte	55.1	58.0
	Oriente	54.5	60.2
	Sur	54.0	58.2
	Occidente	53.2	57.4
	Vertical	52.3	53.6

En el anexo No. 2, se registran la totalidad de los valores encontrados para el análisis de frecuencias en tercios de octava (ver ejemplo en figura No. 3) para cada medición parcial, con el fin de realizar las correcciones establecidas en la norma.

#### 4. ESTANDARES MÁXIMOS PERMISIBLES DE RUIDO AMBIENTAL

En el cuadro No. 11 se presentan los estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental expresados en decibeles A (dB(A)), según el Artículo No. 9 de la Resolución No. 627 de 2006, por la cual se establece la norma nacional de ruido ambiental.

**Cuadro No. 11 – Valores Permisibles de Niveles de Ruido Ambiental**

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dB(A)	
		Día	Noche
Sector A. Tranquilidad y Silencio	Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.	55	45
*Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	<b>Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.</b>	<b>65</b>	<b>50</b>
	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.		

\* Sector según destino del uso del suelo.

 <b>PROMOTORA CONVIVIENDA</b>	<b>ESTUDIO DE RUIDO AMBIENTAL - LINEA BASE EN PERIODO DIURNO Y NOCTURNO</b>	<b>Código RUAf-006</b>
	<b>Plan Parcial La Arboleda</b>	<b>PÁGINA 23</b>

## 5. ANALISIS DE RESULTADOS

### 5.1 Cálculo del Nivel de Ruido Ambiental

Para la obtención y cálculo del nivel equivalente resultante de la medición (LAeq) en cada punto seleccionado, se procedió a utilizar la ecuación propuesta en el Capítulo 2, Literal C de dicha resolución, la cual se presenta a continuación:

$$LA_{eq} = 10 \log \left( \frac{1}{5} \times \left( 10^{\frac{LN}{10}} + 10^{\frac{LO}{10}} + 10^{\frac{LS}{10}} + 10^{\frac{LE}{10}} + 10^{\frac{LV}{10}} \right) \right) \quad (1)$$

Donde:

- LAeq = Nivel equivalente resultante de la medición.
- LN = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido norte
- LO = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido oeste
- LS = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido sur
- LE = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido este
- LV = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido vertical

Igualmente, de acuerdo a lo estipulado en el Artículo No. 6 de dicha resolución, se realizó el procedimiento de ajustes, donde el LAeq,T, obtenido se corrigió por componentes impulsivos, componentes tonales y bajas frecuencias, para obtener niveles corregidos de presión sonora continuo equivalente ponderados A, en cada una de las cinco (5) posiciones.

Las correcciones, en decibeles, se efectúan de acuerdo con la siguiente ecuación (2):

$$LR A(X),T = LA(X),T + (KI, KT, KR, KS)$$

Donde:

- KI es un ajuste por impulsos (dB(A))
- KT es un ajuste por tono y contenido de información (dB(A))
- KS es un ajuste (positivo o negativo) para ciertas fuentes (Bajas frecuencias)



 <b>PROMOTORA CONVIVIENDA</b>	<b>ESTUDIO DE RUIDO AMBIENTAL - LINEA BASE EN PERIODO DIURNO Y NOCTURNO</b>	<b>Código RUAf-006</b>
	<b>Plan Parcial La Arboleda</b>	<b>PÁGINA 25</b>

**b) Impulsividad (KI) Punto Punto No. 1 Periodo Diurno – Día Hábil (Posición Norte)**

$$\text{Leq (A)} = 66.3\text{dB} \quad \text{Leq (I)} = 68.9\text{dB}$$

$$L_i = 68.9\text{dB} - 66.3\text{dB}$$

$$L_i = 2.6\text{dB} \quad L_i < 3 \text{ No hay componentes impulsivos (0)}$$

Las correcciones, en decibeles, se efectúan de acuerdo con la siguiente ecuación (2):

$$LR A(X),T = LA(X),T + (KI, KT, KR, KS)$$

Para el ruido ambiental (punto No. 2 - posición vertical)

$$LRAeq_{\text{norte},T} = 66.3\text{dB} + (0, 0, 0, 0)$$

$$LRAeq_{\text{norte},T} = 66.3\text{dB} + 0$$

$$\mathbf{LRAeq_{\text{norte},T} = 66.3\text{dB}}$$

En los cuadros No. 12 al No. 15, se presenta el consolidado de las correcciones encontradas por componentes y/o K de ajustes, para el ruido ambiental en los días hábil y no hábil en los periodos diurno y nocturno.

**Cuadro No. 12 - Corrección por Componentes (K de Ajuste) – Periodo Diurno  
Día Hábil.**

Punto	Posición	LEQ	CORRECCIONES					Valor K final	LEQ Corregido
			COMPONENTES TONALES (K <sub>T</sub> )			COMPONENTES IMPULSIVOS (K <sub>i</sub> )	L <sub>i</sub> = L <sub>Ai</sub> - L <sub>Aeq, T</sub>		
			20 - 125 Hz	160- 400 Hz	500 Hz en adelante				
P <sub>1</sub>	Norte	66.3	0	0	0	0	0	66.3	
	Oriente	65.5	0	0	0	6	6	71.5	
	Sur	65.6	0	0	0	0	0	65.6	
	Occidente	65.5	0	0	0	0	0	65.5	
	Vertical	65.4	0	0	0	3	3	68.4	
P <sub>2</sub>	Norte	63.0	0	0	0	0	0	63.0	
	Oriente	63.0	0	0	0	0	0	63.0	
	Sur	62.6	0	0	0	0	0	62.6	
	Occidente	62.5	0	0	0	3	3	65.5	
	Vertical	61.1	0	0	0	0	0	61.1	
P <sub>3</sub>	Norte	65.9	0	0	0	0	0	65.9	
	Oriente	65.7	0	0	0	0	0	65.7	
	Sur	68.8	0	0	0	0	0	68.8	
	Occidente	65.0	0	0	0	0	0	65.0	
	Vertical	63.8	0	0	0	0	0	63.8	
P <sub>4</sub>	Norte	49.9	0	0	0	0	0	49.9	
	Oriente	48.7	0	0	0	3	3	51.7	
	Sur	47.0	0	0	0	0	0	47.0	
	Occidente	47.8	0	0	0	0	0	47.8	
	Vertical	50.0	0	0	0	0	0	50.0	
P <sub>5</sub>	Norte	55.3	0	0	3	3	3	58.3	
	Oriente	49.6	0	0	0	0	0	49.6	
	Sur	54.0	0	0	0	0	0	54.0	
	Occidente	55.0	0	0	0	0	0	55.0	
	Vertical	55.1	0	0	0	0	0	55.1	

**Cuadro No. 13 - Corrección por Componentes (K de Ajuste) – Periodo Nocturno  
Día Hábil**

Punto	Posición	LEQ	CORRECCIONES					Valor K final	LEQ Corregido
			COMPONENTES TONALES (K <sub>T</sub> )			COMPONENTES IMPULSIVOS (K <sub>I</sub> )			
			20 - 125 Hz	160- 400 Hz	500 Hz en adelante	L <sub>I</sub> = L <sub>Ai</sub> - L <sub>Aeq, T</sub>			
<b>P<sub>1</sub></b>	Norte	72.8	0	0	0	0	0	72.8	
	Oriente	63.9	0	0	0	0	0	63.9	
	Sur	64.3	0	0	0	3	3	67.3	
	Occidente	65.5	0	0	0	0	0	65.5	
	Vertical	73.0	0	3	6	6	6	79.0	
<b>P<sub>2</sub></b>	Norte	58.6	0	0	0	0	0	58.6	
	Oriente	54.0	0	0	0	0	0	54.0	
	Sur	56.2	0	0	0	0	0	56.2	
	Occidente	55.9	0	0	0	0	0	55.9	
	Vertical	60.7	0	0	0	0	0	60.7	
<b>P<sub>3</sub></b>	Norte	64.7	0	0	0	0	0	64.7	
	Oriente	63.0	0	0	0	0	0	63.0	
	Sur	63.3	0	0	0	0	0	63.3	
	Occidente	68.9	0	0	3	3	3	71.9	
	Vertical	68.5	0	0	0	0	0	68.5	
<b>P<sub>4</sub></b>	Norte	46.1	0	0	0	0	0	46.1	
	Oriente	46.1	0	0	0	0	0	46.1	
	Sur	46.2	0	0	0	3	3	49.2	
	Occidente	47.0	0	0	0	0	0	47.0	
	Vertical	45.9	0	0	0	0	0	45.9	
<b>P<sub>5</sub></b>	Norte	48.0	0	0	0	3	3	51.0	
	Oriente	52.2	0	0	0	3	3	55.2	
	Sur	66.1	0	6	3	6	6	72.1	
	Occidente	52.6	0	0	0	0	0	52.6	
	Vertical	46.0	0	3	0	3	3	49.0	

**Cuadro No. 14 - Corrección por Componentes (K de Ajuste) – Periodo Diurno  
Día Domingo**

Punto	Posición	LEQ	CORRECCIONES					
			COMPONENTES TONALES (K <sub>T</sub> )			COMPONENTES IMPULSIVOS (K <sub>I</sub> )	Valor K final	LEQ Corregido
			20 - 125 Hz	160- 400 Hz	500 Hz en adelante			
P <sub>1</sub>	Norte	62.5	0	0	0	3	3	65.5
	Oriente	65.3	0	0	0	0	0	65.3
	Sur	63.4	0	0	0	0	0	63.4
	Occidente	67.0	0	0	0	6	6	73.0
	Vertical	67.3	0	0	0	0	0	67.3
P <sub>2</sub>	Norte	61.3	0	0	0	0	0	61.3
	Oriente	60.9	0	0	0	0	0	60.9
	Sur	60.4	0	0	0	0	0	60.4
	Occidente	60.3	0	0	0	0	0	60.3
	Vertical	59.3	0	0	0	0	0	59.3
P <sub>3</sub>	Norte	66.0	0	0	0	6	6	72.0
	Oriente	67.6	0	0	0	0	0	67.6
	Sur	65.2	0	0	0	0	0	65.2
	Occidente	66.6	0	0	0	0	0	66.6
	Vertical	66.7	0	0	0	0	0	66.7
P <sub>4</sub>	Norte	51.6	0	0	0	0	0	51.6
	Oriente	50.8	0	0	0	0	0	50.8
	Sur	50.6	0	0	0	0	0	50.6
	Occidente	52.0	0	0	0	6	6	58.0
	Vertical	50.8	0	0	0	3	3	53.8
P <sub>5</sub>	Norte	54.4	0	0	0	3	3	57.4
	Oriente	50.9	0	0	0	3	3	53.9
	Sur	50.8	0	0	0	3	3	53.8
	Occidente	52.7	0	0	0	3	3	55.7
	Vertical	56.0	0	0	0	0	0	56.0

**Cuadro No. 15 - Corrección por Componentes (K de Ajuste) – Periodo Nocturno  
Día Domingo**

Punto	Posición	LEQ	CORRECCIONES					Valor K final	LEQ Corregido
			COMPONENTES TONALES (K <sub>T</sub> )			COMPONENTES IMPULSIVOS (K <sub>I</sub> )			
			20 - 125 Hz	160- 400 Hz	500 Hz en adelante	L <sub>I</sub> = L <sub>AI</sub> - L <sub>Aeq, T</sub>			
P <sub>1</sub>	Norte	63.2	0	0	0	0	0	63.2	
	Oriente	62.9	0	0	0	0	0	62.9	
	Sur	65.2	0	0	0	3	3	68.2	
	Occidente	63.7	0	0	0	0	0	63.7	
	Vertical	65.6	0	0	3	0	3	68.6	
P <sub>2</sub>	Norte	60.5	0	0	0	3	3	63.5	
	Oriente	62.5	0	0	3	6	6	68.5	
	Sur	61.7	0	0	0	6	6	67.7	
	Occidente	62.2	0	0	3	6	6	68.2	
	Vertical	62.4	0	0	0	3	3	65.4	
P <sub>3</sub>	Norte	66.2	0	0	0	0	0	66.2	
	Oriente	66.3	0	0	0	0	0	66.3	
	Sur	65.8	0	0	0	0	0	65.8	
	Occidente	63.6	0	0	0	0	0	63.6	
	Vertical	66.8	0	0	3	0	3	69.8	
P <sub>4</sub>	Norte	48.6	0	0	0	0	0	48.6	
	Oriente	48.5	0	0	0	0	0	48.5	
	Sur	48.4	0	0	0	0	0	48.4	
	Occidente	49.1	0	0	0	0	0	49.1	
	Vertical	49.4	0	0	0	0	0	49.4	
P <sub>5</sub>	Norte	55.1	0	0	0	0	0	55.1	
	Oriente	54.5	0	0	0	3	3	57.5	
	Sur	54.0	0	0	0	3	3	57.0	
	Occidente	53.2	0	0	0	3	3	56.2	
	Vertical	52.3	0	0	0	0	0	52.3	

### 5.1.2 Ejemplo Cálculo Ruido Ambiental Punto No. 1 – Periodo Diurno Día Hábil.

A los valores obtenidos por cada posición en el día hábil, se les aplicó la ecuación (1) propuesta para obtener el nivel real de ruido ambiental (Ver Cuadro No. 16). LAeq,hábilT del punto No. 1, obteniéndose un **LAeq = 68.1dB(A)**.

**Cuadro No. 16 – LEQ<sub>Ambiental</sub> corregido – Punto No. 1 – Periodo Diurno Día Hábil**

Punto	Posición	LEQ dB(A) Corregido	LEQ dB(A) Ambiental Corregido
P <sub>3</sub>	Norte	66.3	68.1
	Oriente	71.5	
	Sur	65.6	
	Occidente	65.5	
	Vertical	68.4	

De acuerdo con la determinación de los niveles equivalentes corregidos por componentes K de ajuste, para los puntos perimetrales, se determina como incumplimiento para el punto No. 1, en el periodo diurno, día hábil.

En los Cuadros No 17, No. 18, No. 19 y No. 20 se presentan los niveles promedio de cada punto de medición para el ruido ambiental.

**Cuadro No. 17 – Resultados Leq<sub>Ambiental</sub> – Periodo Diurno Día Hábil**

Punto	Ubicación	Leq (dBA)	Cumplimiento Normativo 65 dB(A) – Zona Residencial
P <sub>1</sub>	Costado Suroccidental Entrada del Predio	68.1	<b>Incumple</b>
P <sub>2</sub>	Costado Occidental del Predio	63.3	<b>Cumple</b>
P <sub>3</sub>	Costado Noroccidental del Predio	66.2	<b>Incumple</b>
P <sub>4</sub>	Costado Norte – Frente a Quebrada	50.4	<b>Cumple</b>
P <sub>5</sub>	Costado Sur – Frente a Patio SITP	56.0	<b>Cumple</b>

**Cuadro No. 18 – Resultados LeqAmbiental – Periodo Nocturno Día Hábil**

Punto	Ubicación	Leq (dBA)	Cumplimiento Normativo 50 dB(A) – Zona Residencial
P <sub>1</sub>	Costado Suroccidental Entrada del Predio	73.4	<b>Incumple</b>
P <sub>2</sub>	Costado Occidental del Predio	57.7	<b>Incumple</b>
P <sub>3</sub>	Costado Noroccidental del Predio	67.7	<b>Incumple</b>
P <sub>4</sub>	Costado Norte – Frente a Quebrada	47.1	<b>Cumple</b>
P <sub>5</sub>	Costado Sur – Frente a Patio SITP	65.5	<b>Incumple</b>

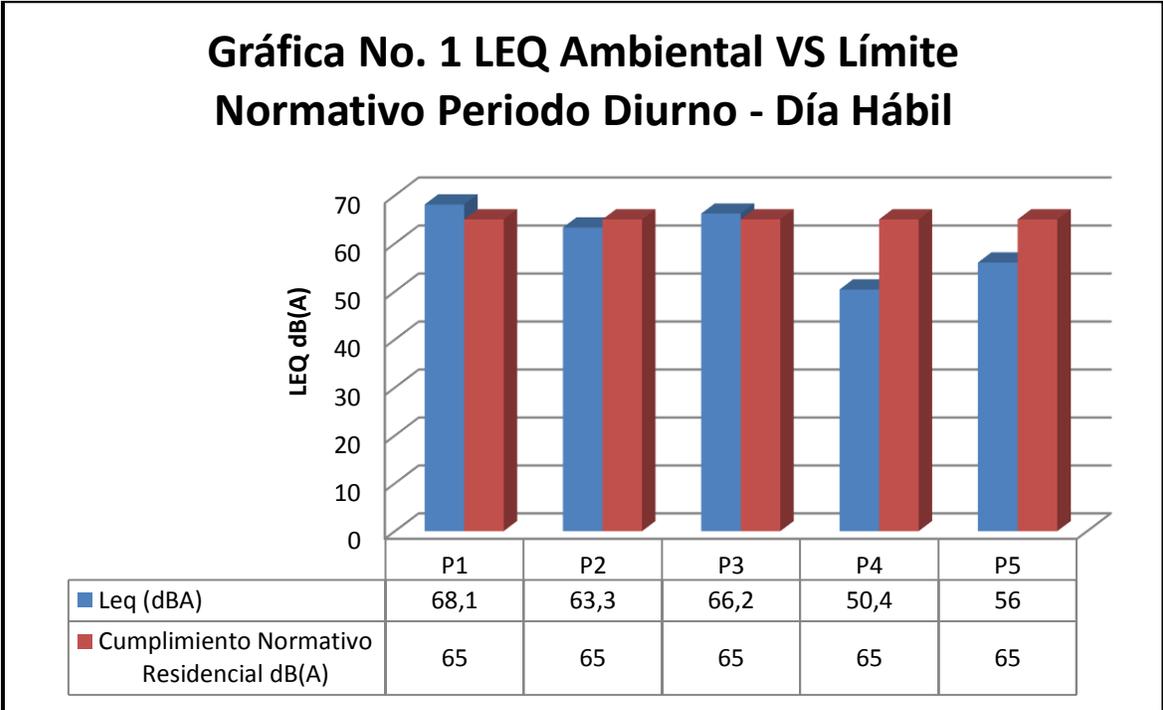
**Cuadro No. 19 – Resultados LeqAmbiental – Periodo Diurno Día Domingo**

Punto	Ubicación	Leq (dBA)	Cumplimiento Normativo 65 dB(A) – Zona Residencial
P <sub>1</sub>	Costado Suroccidental Entrada del Predio	68.4	<b>Incumple</b>
P <sub>2</sub>	Costado Occidental del Predio	60.5	<b>Cumple</b>
P <sub>3</sub>	Costado Noroccidental del Predio	68.3	<b>Incumple</b>
P <sub>4</sub>	Costado Norte – Frente a Quebrada	54.0	<b>Cumple</b>
P <sub>5</sub>	Costado Sur – Frente a Patio SITP	55.5	<b>Cumple</b>

**Cuadro No. 20 – Resultados LeqAmbiental – Periodo Nocturno Día Domingo**

Punto	Ubicación	Leq (dBA)	Cumplimiento Normativo 50 dB(A) – Zona Residencial
P <sub>1</sub>	Costado Suroccidental Entrada del Predio	66.1	<b>Incumple</b>
P <sub>2</sub>	Costado Occidental del Predio	67.0	<b>Incumple</b>
P <sub>3</sub>	Costado Noroccidental del Predio	66.8	<b>Incumple</b>
P <sub>4</sub>	Costado Norte – Frente a Quebrada	48.8	<b>Cumple</b>
P <sub>5</sub>	Costado Sur – Frente a Patio SITP	56.0	<b>Incumple</b>

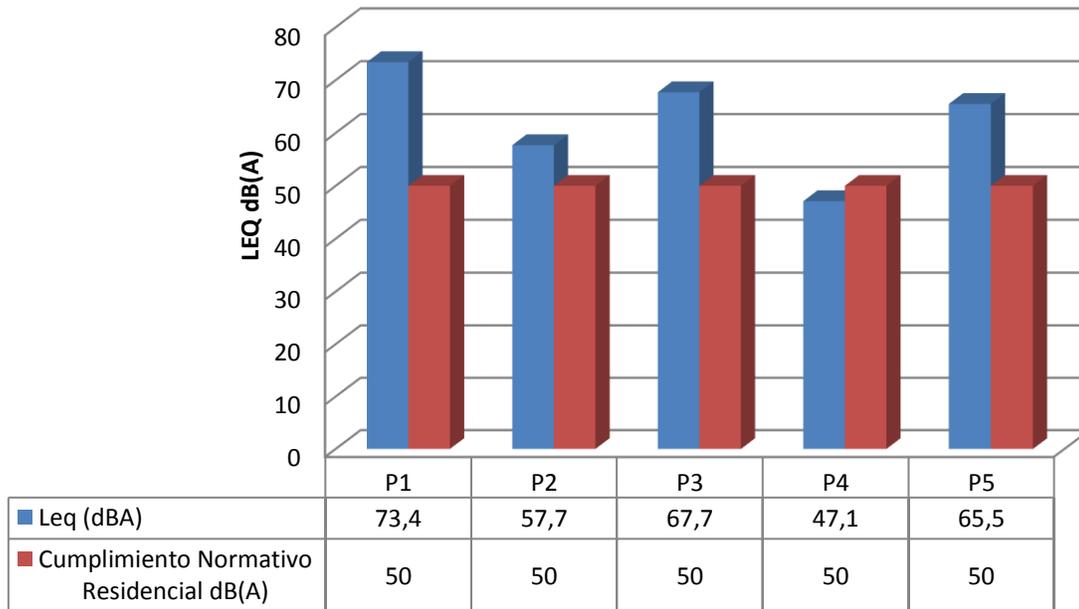
En las Gráficas No. 1, No. 2, No. 3 y No. 4, se presentan los análisis comparativos del nivel de ruido existente en el predio de estudio, para los periodos diurno y nocturno, obtenidos en los puntos de medición seleccionados, respecto a la norma de ruido ambiental. Tomando en cuenta el uso de suelo Futuro (Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado) con el cual limita el predio.



De acuerdo a la gráfica No. 1 correspondiente al periodo diurno día hábil, para la zona de estudio, los niveles de registrados superan la norma de ruido ambiental para el uso residencial en el Punto No. 1 y No. 3, esto en consecuencia a la emisión de ruido generada por el tráfico vehicular de carrera 14 ESTE, al obtenerse niveles de ruido de 68.1dB(A) y 66.2dB(A) respectivamente. Para los puntos restantes, se presenta cumplimiento normativo, al registrarse un nivel de ruido entre 50.4dB(A) y 63.3dB(A), asociado igualmente a la influencia de la vía, con impacto mitigado por la configuración del terreno (cota elevada) y demás obstáculos que apantallan la emisión sonora.

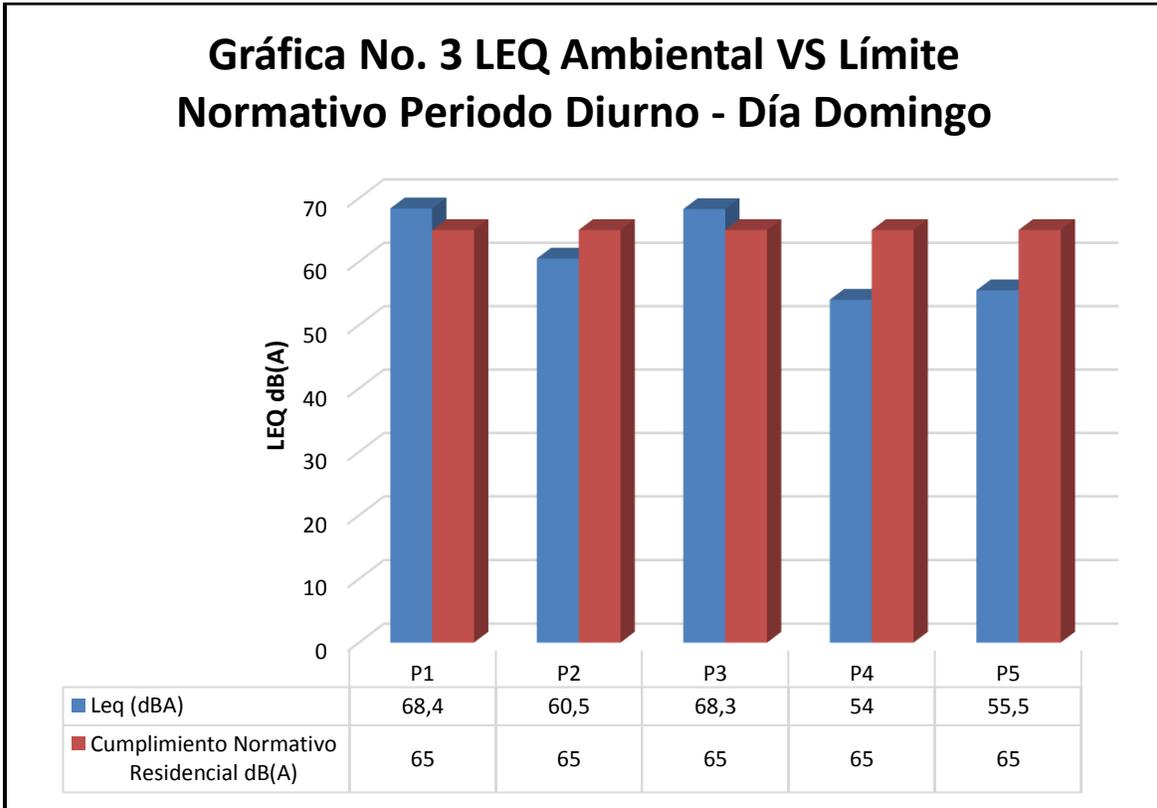


## Gráfica No. 2 LEQ Ambiental VS Límite Normativo Periodo Nocturno - Día Hábil



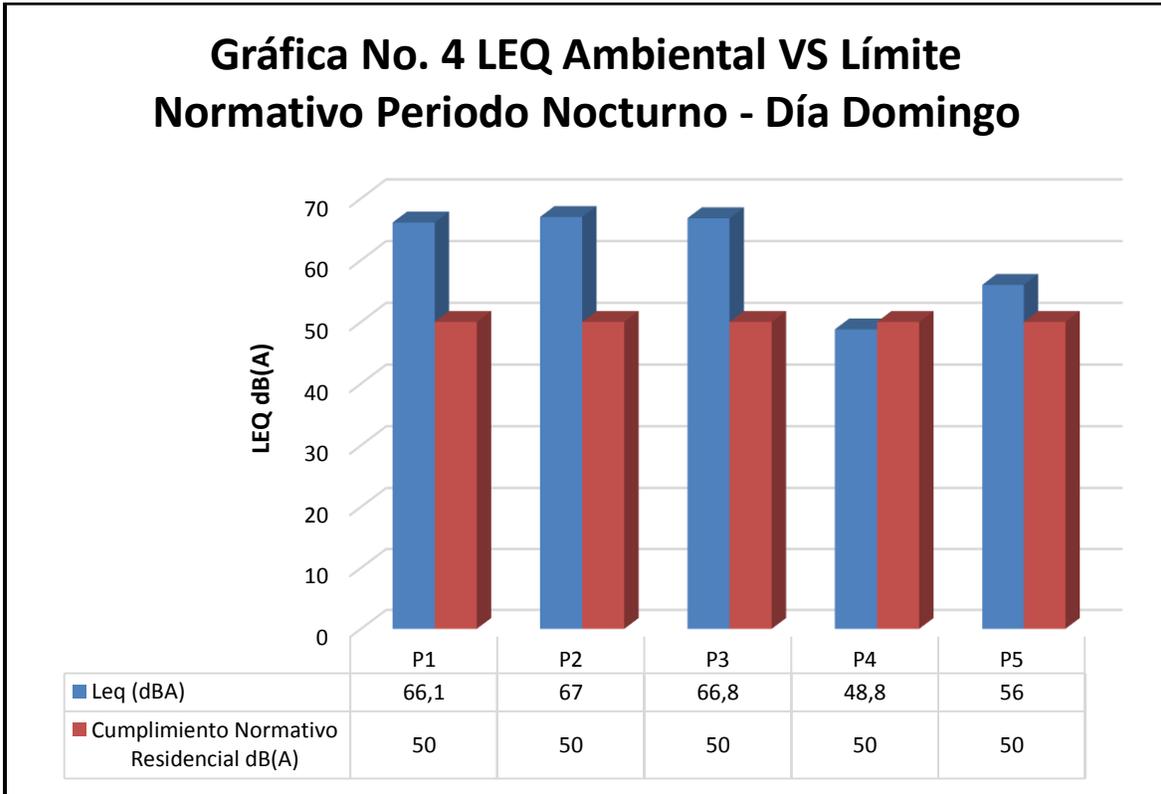
Para las mediciones realizadas en el periodo nocturno día hábil. De acuerdo a los niveles de ruido los cuales superan la norma de ruido ambiental en el Punto No. 1, No. 2, No. 3 y No. 5 para el uso residencial, igualmente en consecuencia a la emisión de ruido generada por el tráfico vehicular de la carrera 14 ESTE y al patio SITP aledaño, al registrarse niveles de ruido entre 57.7dB(A) y 73.4dB(A). Para el Punto No. 4, se presenta cumplimiento normativo, al registrarse un nivel de ruido de 47.1dB(A), influenciado directamente por el ruido natural de la quebrada chiguaza que bordea el costado norte del predio del plan parcial.





De acuerdo con la gráfica No. 3 correspondiente al periodo diurno día no hábil. Para la zona de estudio, los niveles de ruido superan la norma de ruido ambiental para el uso residencial en el Punto No. 1 y No. 3. Al igual que para el día hábil y en consecuencia a la emisión de ruido generada por el tráfico vehicular de carrera 14 ESTE, al registrarse niveles de ruido de 68.4dB(A) y 68.3dB(A) respectivamente.

Para los puntos restantes, se presenta cumplimiento normativo, al registrarse un nivel de ruido entre 54.0dB(A) y 60.5dB(A), asociado igualmente a la influencia de la vía, con impacto mitigado por la configuración del terreno (cota elevada) y demás obstáculos que apantallan la emisión sonora.



Para las mediciones realizadas en el periodo nocturno día no hábil. De acuerdo a los niveles de ruido los cuales superan la norma de ruido ambiental en el Punto No. 1, No. 2, No. 3 y No. 5, al igual que en el día hábil, para el uso residencial, como consecuencia a la emisión de ruido generada por el tráfico vehicular de la carrera 14 ESTE y al patio SITP aledaño, al registrarse niveles de ruido entre 56.0dB(A) y 66.8dB(A). Para el Punto No. 4, se presenta cumplimiento normativo, al registrarse un nivel de ruido de 48.8dB(A), influenciado directamente por el ruido natural de la quebrada chiguaza que bordea el costado norte del predio del plan parcial.

 <b>PROMOTORA CONVIVIENDA</b>	<b>ESTUDIO DE RUIDO AMBIENTAL - LINEA BASE EN PERIODO DIURNO Y NOCTURNO</b>	<b>Código RUA-F-006</b>
	<b>Plan Parcial La Arboleda</b>	<b>PÁGINA 36</b>

## 6. MODELAMIENTO DE LA EMISION DE RUIDO

### 6.1 PROCEDIMIENTO PARA LA GENERACION DE MODELOS DE RUIDO.

En este capítulo se describen las diversas etapas mediante las cuales fue desarrollado el sistema de información geográfica, que permitió modelar de ruido generado en el predio donde se prevé el desarrollo urbanístico del plan parcial La Arboleda. Al igual que su caracterización y evaluación relacionada con los puntos perimetrales establecidos sobre el área de la estación y su posterior evaluación sobre los receptores más críticos. Utilizando el Software de Modelación SoundPlan, Software avalado por la US- EPA americana para estudios ambientales.

En primer lugar se presentó la evaluación de las necesidades de los modelos del área, en la cual se definieron los requerimientos y datos geográficos; luego se describe la conceptualización del modelo de ruido, en las cual se utilizan herramientas como el modelo de datos entidad relación (E-R) y los modelos espaciales de funciones, los cuales presentan el desarrollo del modelo de situación de ruido, en relación con las funciones de análisis espacial.

**6.1.1 Procedimiento de la Modelación:** La modelación se realizó mediante los siguientes pasos:

La construcción del modelo de ruido, consta de las siguientes etapas metodológicas:

- Evaluación de necesidades
- Conceptualización del modelo (Evaluación en campo de las necesidades)
- Evaluación de hardware y software
- Inspección de datos a ser usados
- Planeación detallada de las estructuras de datos y su diseño
- Construcción de la base de datos
- Estudio piloto / prueba de desempeño
- Ejecución de los modelos

 <b>PROMOTORA CONVIVIENDA</b>	<b>ESTUDIO DE RUIDO AMBIENTAL - LINEA BASE EN PERIODO DIURNO Y NOCTURNO</b>	<b>Código RUA-F-006</b>
	<b>Plan Parcial La Arboleda</b>	<b>PÁGINA 37</b>

El trazado de los objetos modelados se determinó mediante la cartografía obtenida directamente por la fundación, la digitalización sobre la fotografía satelital de Google Maps y las observaciones en campo.

➤ **Evaluación de las necesidades**

La evaluación de necesidades consistió en una visión sistemática proveniente de la solicitud del cliente y la integración con las directrices establecidas tanto en la resolución 0627/2006 como en la norma técnica Colombiana NTC 084/05, es decir norma ISO 9613-2 «Acoustics — Attenuation of sound during propagation outdoors, Part 2: General method of calculation», aplicada como método de cálculo en el Software especializado de cálculo del “SoundPlan” y referencias para el modelamiento Schall 03, con el propósito de establecer tanto los requisitos que debe cumplir la herramienta de software para el cálculo de los mapas de ruido, como la estructura de los datos espaciales que se requieren.

Esta fase se llevó a cabo con el fin de garantizar los beneficios de tener unos datos básicos definidos que pudieran ser empleados para el desarrollo de los modelos. Al finalizar esta etapa, se obtuvo la información requerida para planear el desarrollo del modelo de ruido, produciéndose un informe, que sirvió de base para las subsiguientes etapas:

- Diseño de las estructuras de datos
- Identificación del software que era requerido
- Preparación del plan de ejecución de los modelos

➤ **Conceptualización del Modelo de Ruido**

El objetivo de esta fase es la de tomar la información desarrollada durante la etapa de evaluación de necesidades y darle una organización. El resultado comprende los modelos de datos y modelos espaciales de funciones para la obtención de los mapas de ruido.

 <b>PROMOTORA CONVIVIENDA</b>	<b>ESTUDIO DE RUIDO AMBIENTAL - LINEA BASE EN PERIODO DIURNO Y NOCTURNO</b>	<b>Código RUA-F-006</b>
	<b>Plan Parcial La Arboleda</b>	<b>PÁGINA 38</b>

Esta fase fue considerada como el primer paso en el diseño de las estructuras de datos, cuyos contenidos fueron identificados y descritos a nivel conceptual. Aquí se definió lo que puede hacer el modelo. El cómo hacerlo se definió posteriormente en la etapa de diseño lógico y físico de las bases de datos.

En el presente trabajo el término entidad fue usado para representar objetos o cosas a ser incluidos dentro de la base de datos, y el término atributo para representar las características o mediciones a ser registradas en las entidades. Además de la definición de las entidades y sus atributos, en la elaboración de los modelos de datos se describieron las relaciones entre entidades incluyendo su cardinalidad.

#### ➤ **Clase de datos**

Se analizaron los tipos de datos requeridos, con base en el modelo que sería necesario desarrollar en el software seleccionado. Cada uno de esos tipos tiene sus propiedades únicas y su potencial para contribuir a la calidad global y funcionalidad de la base de datos para el modelo. Los tipos de datos definidos fueron datos de mapas digitales y datos tabulares.

Para los mapas digitales, se consideró que fueran proporcionados como datos de estructura vector (shape files), topológicamente bien estructurados y corregidos. En el caso de los tabulares, que se encontraran en formatos como Dbase, Excel, o ASCII. Para cada uno de los datos requeridos fue identificada la fuente institucional de datos.

#### ➤ **Planeación Detallada de las Estructuras de Datos y su Diseño**

Una vez conceptualizado el modelo, se procedió a realizar la etapa de diseño, durante la cual se definieron las estructuras de datos y la forma en la cual se llevaría a cabo las diversas tareas necesarias para materializar el modelo funcional.

Por otro lado, con base en el diseño de las estructuras de datos, se definió el plan para su construcción. Mediante este proceso el modelo de datos conceptual E-R se consolidó y refinó. El conjunto de estructuras de datos propuesta fue revisada con el fin de identificar problemas potenciales como:

 <b>PROMOTORA CONVIVIENDA</b>	<b>ESTUDIO DE RUIDO AMBIENTAL - LINEA BASE EN PERIODO DIURNO Y NOCTURNO</b>	<b>Código RUA-F-006</b>
	<b>Plan Parcial La Arboleda</b>	<b>PÁGINA 39</b>

- Datos irrelevantes no empleados
- Datos omitidos o no tenidos en cuenta
- Representación inapropiada de entidades
- Ausencia de integración entre varias partes de las estructuras de datos
- Tareas que no son soportadas

El producto final generado fue el esquema lógico dependiente del software **SoundPLAN**

### ➤ **Modelo de Datos Lógico**

Teniendo en cuenta que el mecanismo de importación de datos del software SoundPLAN se realiza mediante datos geoespaciales estructurados en shape Files, en los cuales los datos de atributos se guardan en tablas DBF, para cada una de las entidades del modelo entidad relación se definió una tabla incluyendo las columnas correspondientes a los atributos.

Para la estructura de datos gráficos correspondiente al componente espacial del modelo de datos conceptual se consideraron las estructuras raster, vector y Tin.

En la estructura raster el espacio se subdivide en celdas (píxeles). La ubicación de cada celda es definida por el número de fila y de columna. El área de cada pixel define la resolución espacial de los datos. Esta estructura se emplea para representar el mapa de ruido. El valor guardado para cada pixel, indica el nivel de ruido acústico en esa localización determinada.

La estructura de datos vector representa el componente espacial mediante un conjunto de rasgos geométricos básicos (punto, línea y polígono). El rasgo lógico básico para las líneas y áreas es un segmento recto de línea. Cada segmento de línea individual es definido por las coordenadas de sus puntos extremos llamados nodos. En el presente proyecto, fueron representados con esta estructura los conjuntos de datos de entrada al modelo.

La estructura de datos TIN se empleó para representar superficies de elevación del espacio tridimensional, mediante una red de triángulos irregulares adyacentes, cuyos vértices corresponden a valores de altura del terreno sobre el nivel del mar.

 <b>PROMOTORA CONVIVIENDA</b>	<b>ESTUDIO DE RUIDO AMBIENTAL - LINEA BASE EN PERIODO DIURNO Y NOCTURNO</b>	<b>Código RUA-F-006</b>
	<b>Plan Parcial La Arboleda</b>	<b>PÁGINA 40</b>

### 6.1.2 Construcción de la Base de Datos en SoundPLAN

La construcción de la base de datos geográfica se realizó en dos etapas consecutivas. En la primera etapa se realizó la preparación de los datos que serían cargados en la base de datos del software SoundPLAN; mientras que durante la segunda etapa se realizó la creación de la base de datos en el software SoundPLAN y la importación de los datos.

#### ➤ **Preparación de los Datos**

Durante la etapa de preparación de los datos se empleó la herramienta de software ArcGIS en la realización de las tareas relacionadas a continuación.

#### ➤ **Construcción y Poblamiento de la Base de Datos en SoundPLAN**

La realización de los modelos de ruido en SoundPLAN está referido a proyectos, por lo cual fue necesario primero crear un nuevo proyecto para ejecutar los modelos de ruido. Un proyecto en SoundPLAN tiene asociados varios parámetros tales como: nombre, director, normas estándares para modelar el ruido tales como: la « Norma ISO 9631-2 y otros ».

Una vez se tuvo el proyecto, en el módulo de BasDatGeo (Geodatabase) de SoundPLAN se debió crear una situación. Una situación es un concepto manejado por SoundPLAN para realizar los posteriores análisis (puede haber varias en un proyecto). Para la generación de los mapas de ruido, se crearon dos situaciones, una para mantener las capas de curvas de nivel, necesarias para calcular el modelo digital del terreno y la otra para mantener las capas de puntos de monitoreo en las zonas de interés necesarias para generar el mapa de ruido.



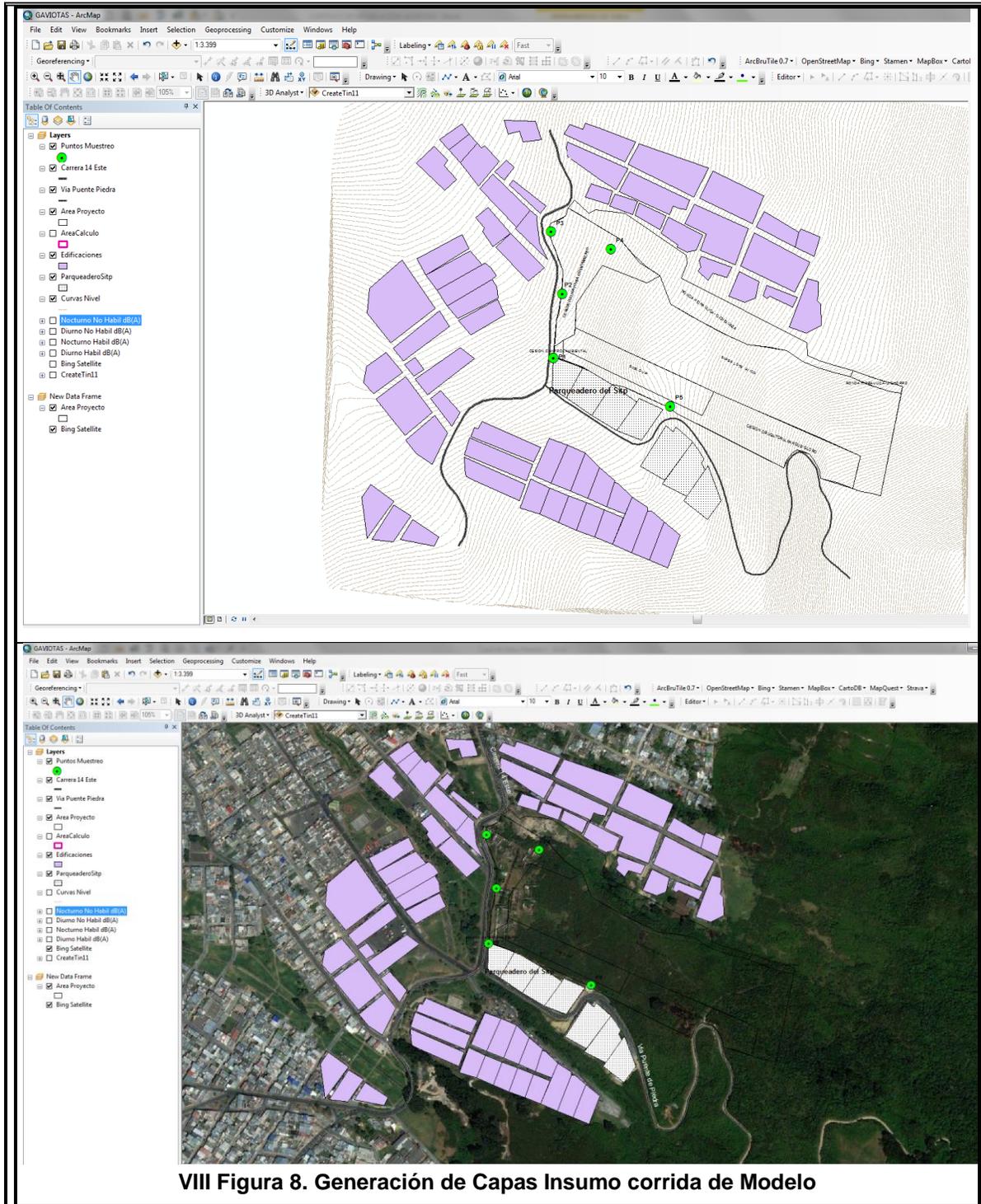
**VII Figura 7. Interfaz de SoundPLAN para Definición de Proyectos**  
**Fuente: ASOAM S.A.S., 2017.**

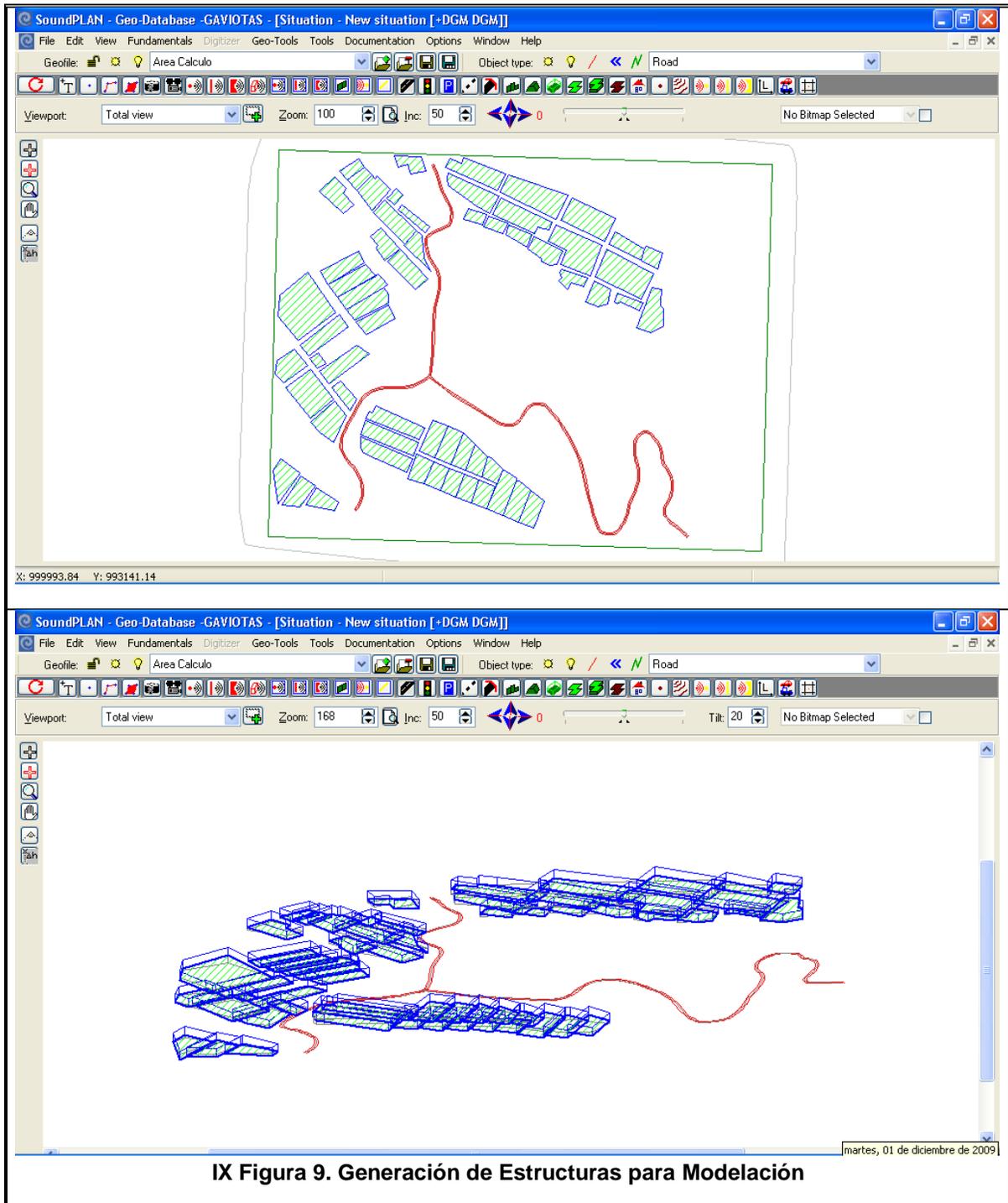
Dentro de la primera situación, llamada Capas Base, se definieron dos ficheros. Un fichero (Geofile) es el concepto manejado por SoundPLAN para representar una capa de datos espaciales, la cual tiene asociada un tipo de dato espacial de SoundPLAN. Un fichero, llamado Curvas De Nivel, fue creado para albergar los rasgos espaciales de curvas de nivel a cada uno de los cuales se le asoció el tipo línea de elevación (elevation line) de SoundPLAN. Un segundo fichero, llamado área de cálculo, fue creado para albergar el polígono correspondiente al área de del proyecto y se le asoció el tipo Área de cálculo (calculation área) de SoundPLAN. Finalmente, de acuerdo con el procedimiento definido por **SoundPLAN**, este segundo fichero fue removido de esta situación pero continuó conservando aún su vínculo con la geodatabase (de SoundPLAN).

Dentro de la segunda situación, llamada Capas Modelo, se definirán los polígonos y las líneas correspondientes a las fuentes generadoras de ruido.

Luego de creada la base de datos en SoundPLAN, se cargaron las capas espaciales que se relacionan a continuación:

- Curvas de nivel, Estructuras (Edificaciones), Parqueadero del Sitp, Vías, Área del proyecto, Área de Calculo.





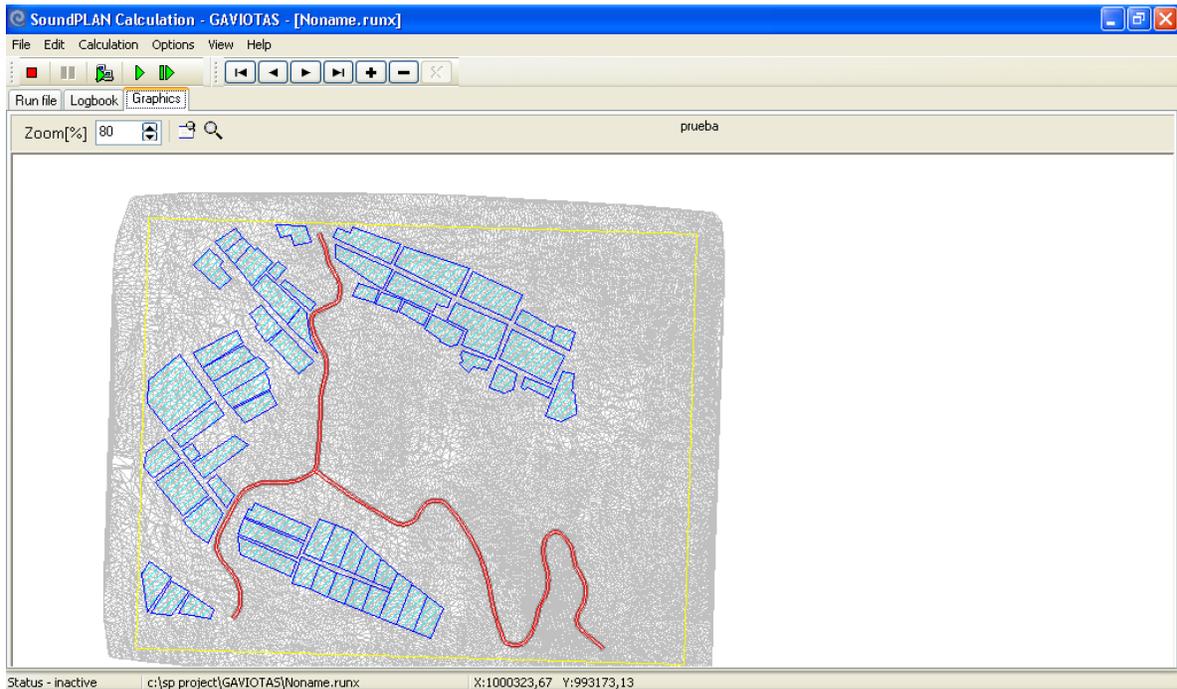
Fuente: ASOAM S.A.S., 2017.



➤ **Generación del Modelo Digital del Terreno (DGM) en SoundPLAN**

Tal y como lo establece la norma, el mapa de ruido debe ser generado a una determinada altura sobre el nivel del piso. Para cumplir con este propósito se genera un modelo de la superficie del piso, lo cual es realizado por SoundPLAN con base en el modelo de elevación del terreno (DGM). Como consecuencia de lo anterior, lo primero que se debe realizar como parte del modelo es calcular el DGM, ya que éste se constituye en la altura base tanto de los elementos de entrada, como de la grilla de cálculo para el modelo de ruido.

Para llevar a cabo lo anterior, en SoundPLAN y mediante el módulo de cálculo, se creó un cálculo para el Modelo de elevación del área, especificando como tipo de cálculo Geometría y dentro de este, el subtipo Modelo Digital de Terreno. Como datos de entrada se emplearon los ficheros de Curvas De Nivel y Área De Cálculo.

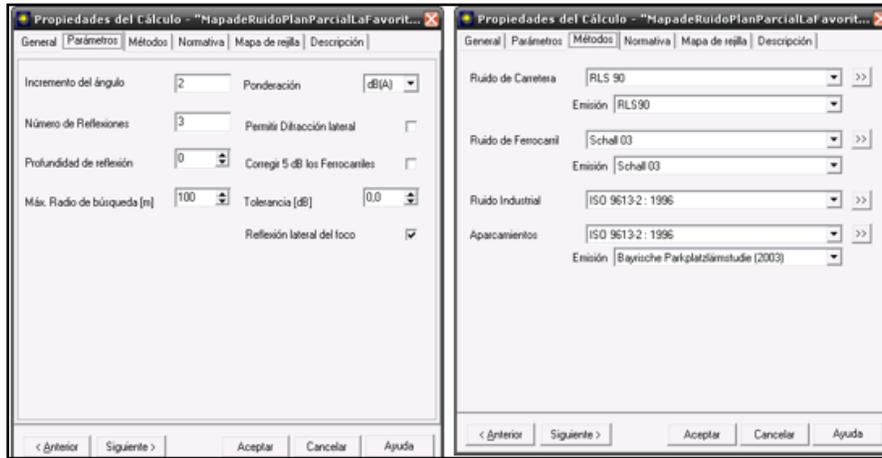


**X Figura 10. Generación modelo digital de la zona de modelación**  
**Fuente: ASOAM S.A.S., 2017.**

➤ **Generación del Modelo de Ruido en SoundPLAN**

El siguiente paso fue generar el mapa de ruido, creando un nuevo cálculo para la generación del modelo de ruido, mediante el uso de los parámetros que se relacionan a continuación.

Inicialmente se definieron los parámetros generales de tipo de cálculo y conjuntos de datos a ser empleados. Como tipo de cálculo se seleccionó Ruido exterior y como subtipo mapa. Los ficheros Área de Cálculo, las fuentes fijas de emisión fueron ingresados como datos de entrada junto con el DGM calculado.



**XI Figura 11. Interfaces de SoundPLAN para cálculo del mapa de ruido**  
Fuente: ASOAM S.A.S., 2017.

### 6.1.3 Determinantes Para la Elaboración de los Modelos de Ruido

En este capítulo se relacionan los determinantes de modelación tenidos en cuenta dentro de la corrida de modelos y configuración del software de modelación, con el fin de obtener escenarios con un porcentaje de confiabilidad alto.

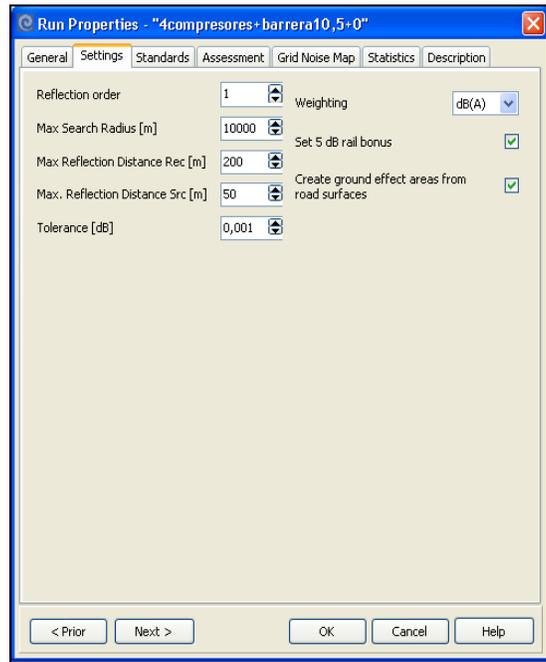
Para la elaboración de los modelos se tuvo en cuenta los siguientes determinantes:

- ✓ Fuentes principales de ruido: Carrera 14 Este, Vía Puente de Piedra, Ruido Parque Automotriz del Sitp.
- ✓ Difractoras de ruido (Edificaciones y Topografía)

- ✓ Área de cálculo igual al Área de influencia aproximada que se considera tiene el área del proyecto sobre el ruido natural de la zona.
- ✓ Curvas de Nivel con una cota representativa cada metro dentro del área de cálculo establecido.

Determinantes para el modelo:

- Para la elaboración y corrida de los modelos, se le atribuyo el nivel sonoro obtenido de las mediciones efectuadas en campo, diferenciando el periodo y el horario de muestreo. Adicional a esto el Software fue configurado para cumplir los estándares (ISO 9613-2 y Schall 03)



**XII Figura 12. Configuración de las especificaciones del Software  
Fuente: ASOAM S.A.S., 2017.**

Adicionalmente la grilla de interpolación de configuro para que fuera de cada 10 metros sobre la totalidad del área de cálculo definido. A una altura de 2 metros.



**XIII Figura 13 Configuración de grilla de interpolación.  
Fuente: ASOAM S.A.S., 2017.**

**Nivel de Potencia atribuida a las vías.**

Se le atribuyo un nivel de presión sonora a las vías con base a las mediciones efectuadas en sitio de esta forma:

- ✓ Carrera 14 Este: se dio un valor de 60 dB(A)
- ✓ Vía Puente Piedra: Se dio un valor de 55 dB(A)

Por otro lado para las fuentes del 1 al 5 se le atribuyo los siguientes valores:

**Cuadro No. 21 Valores Fuentes 1 - 5**

FUENTE	NIVEL dB(A)
1	81
2	72,1
3	64
4	79,3
5	66,1

**Cálculo de los Términos de Atenuación:**

Para la definición de la divergencia geométrica contemplando el esparcimiento esférico en el campo libre desde una fuente sonora puntual, se aplicó la siguiente ecuación:

$$A_{div} = \left[ 20 \lg \left( \frac{d}{d_0} \right) + 11 \right] \text{ dB(A)}$$

Donde:

d= a la distancia de la fuente al receptor en metros

d<sub>0</sub>= La distancia de referencia (1 metro)

Para el cálculo del coeficiente de atenuación atmosférica se partió de los valores registrados en campo durante el muestreo (Ver Capítulo 4.1 descripción tiempos y características de la medición) y se comparó frente a la tabla estipulada por los estándares (ISO 9613-2 y Schall 03).

**Cuadro No. 22 Coeficiente de Atenuación Atmosférica**

TEMPERATURA °C	HUMEDAD RELATIVA %	FRECUENCIA NOMINAL DE BANDA MEDIA
		1000 Hz
10	70	3,7
20	70	5
30	70	7,4

Fuente: ISO 9613-2 y Schall 03

La definición del coeficiente de absorción del suelo se adopta según los estándares (ISO 9613-2 y Schall 03) como un suelo mixto en el cual hay superficie dura con mezcla de porosidad donde G toma valores entre 0 y 1. Para efectos de entrada al software se dejó el valor en 0.5.

Al configurar el modelo en el software con el método ISO 9613-2 y Schall 03, internamente contempla los polígonos generados dentro del mismo y así calcula la atenuación de todos los obstáculos (Según modelo digital de elevación producto de la topografía ingresada) presentes en la generación de la corrida.

**Cuadro No. 23 Calibración Modelos Día Hábil – Diurno y Nocturno**

Punto	HABIL					
	Diurno	modelo	% Calibración	Nocturno	modelo	% Calibración
PA <sub>1</sub>	65,7	60-65	100%	69,8	60-65	80%
PA <sub>2</sub>	62,5	55-60	90%	57,7	55-60	100%
PA <sub>3</sub>	66,2	60-65	98%	66,4	60-65	97%
PA <sub>4</sub>	48,8	45-50	100%	46,3	45-50	100%
PA <sub>5</sub>	54,3	50-55	100%	59,6	55-60	100%

En general los modelos para día HABIL corridos, calibrado contra los 5 puntos medidos establecidos dieron un porcentaje de calibración del 98% periodo diurno, mientras que para el periodo nocturno dio un porcentaje de calibración de 95%. En este orden de ideas podemos decir que los modelos tienen una confiabilidad alta con respecto a las mediciones efectuadas. Cabe aclarar que el modelo tiene un porcentaje de error de  $\pm 3$  dB(A) por lo que se tiene en cuenta para la el cálculo del porcentaje total de calibración de todos los puntos.

**Cuadro No. 24 Calibración Modelos Día no Hábil – Diurno y Nocturno**

Punto	NO HABIL					
	Diurno	modelo	% Calibración	Nocturno	modelo	% Calibración
PA <sub>1</sub>	65	60-65	100%	64,3	60-65	100%
PA <sub>2</sub>	60,5	55-60	100%	61,9	55-60	95%
PA <sub>3</sub>	66,5	60-65	96%	65,9	60-65	98%
PA <sub>4</sub>	51,2	45-50	98%	48,8	45-50	100%
PA <sub>5</sub>	53,4	50-55	100%	53,9	50-55	100%

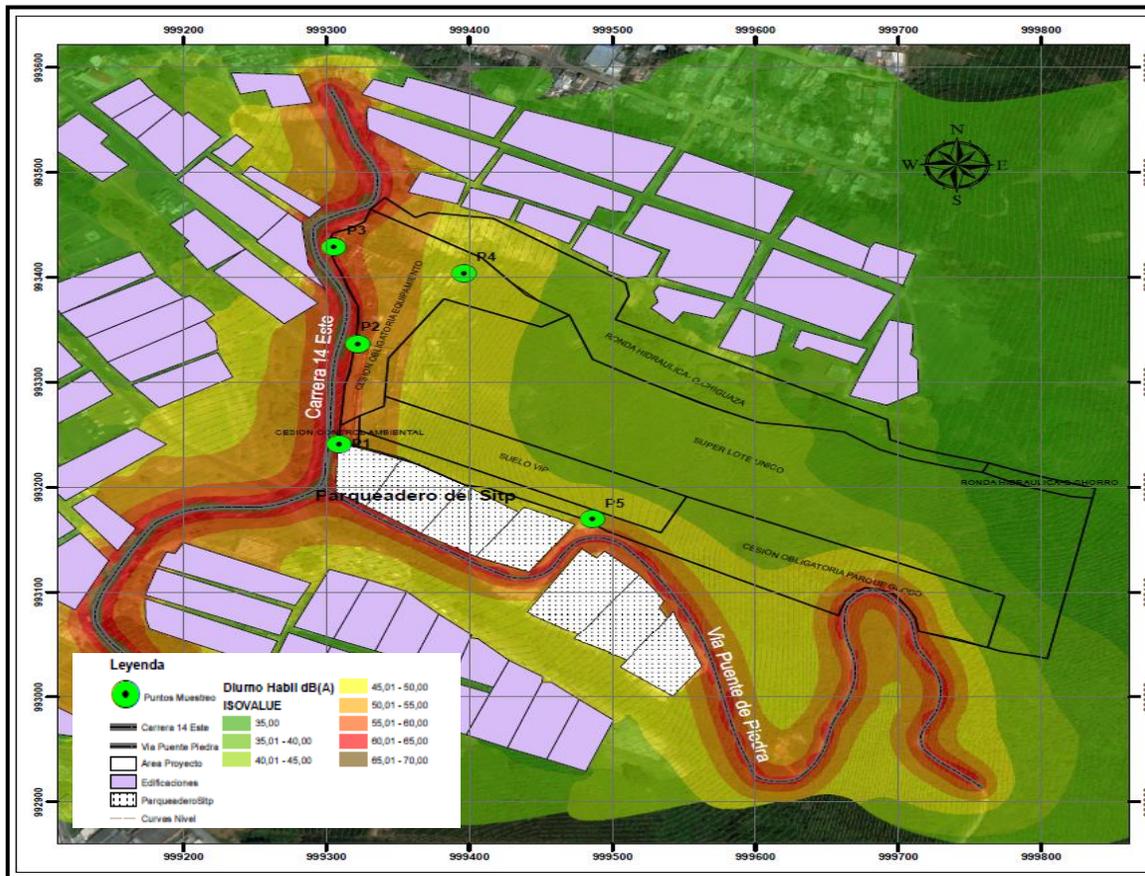
Por otro lado para los modelos día NO HABIL corridos, calibrado contra los 5 puntos medidos establecidos dieron un porcentaje de calibración del 99% tanto para el periodo diurno como para el periodo nocturno. En este orden de ideas podemos decir que los modelos tienen una confiabilidad alta con respecto a las mediciones efectuadas. Cabe aclarar que el modelo tiene un porcentaje de error de  $\pm 3$  dB(A) por lo que se tiene en cuenta para la el cálculo del porcentaje total de calibración de todos los puntos.



### 6.2 Modelos de Ruido Ambiental Obtenidos

A continuación, se presentan las modelaciones acústicas obtenidas del estudio de ruido ambiental del plan parcial para los escenarios descritos. Estas modelaciones de ruido de acuerdo con la metodología utilizada para su obtención representan el comportamiento global del ruido en los escenarios de máxima y mínima emisión, por lo que se puede considerar muy representativos de la condición acústica actual y futura a la que estará sometido el predio.

- **Modelación Emisión de Ruido Periodo Diurno – Día Hábil.**



Fuente: Fundesos H – ASOAM SAS. 2017

El modelo de ruido ambiental ilustra el comportamiento acústico al interior del área de influencia del plan parcial, donde se puede observar que el mayor registro de ruido



 <b>PROMOTORA CONVIVIENDA</b>	<b>ESTUDIO DE RUIDO AMBIENTAL - LINEA BASE EN PERIODO DIURNO Y NOCTURNO</b>	<b>Código RUAF-006</b>
	<b>Plan Parcial La Arboleda</b>	<b>PÁGINA 51</b>

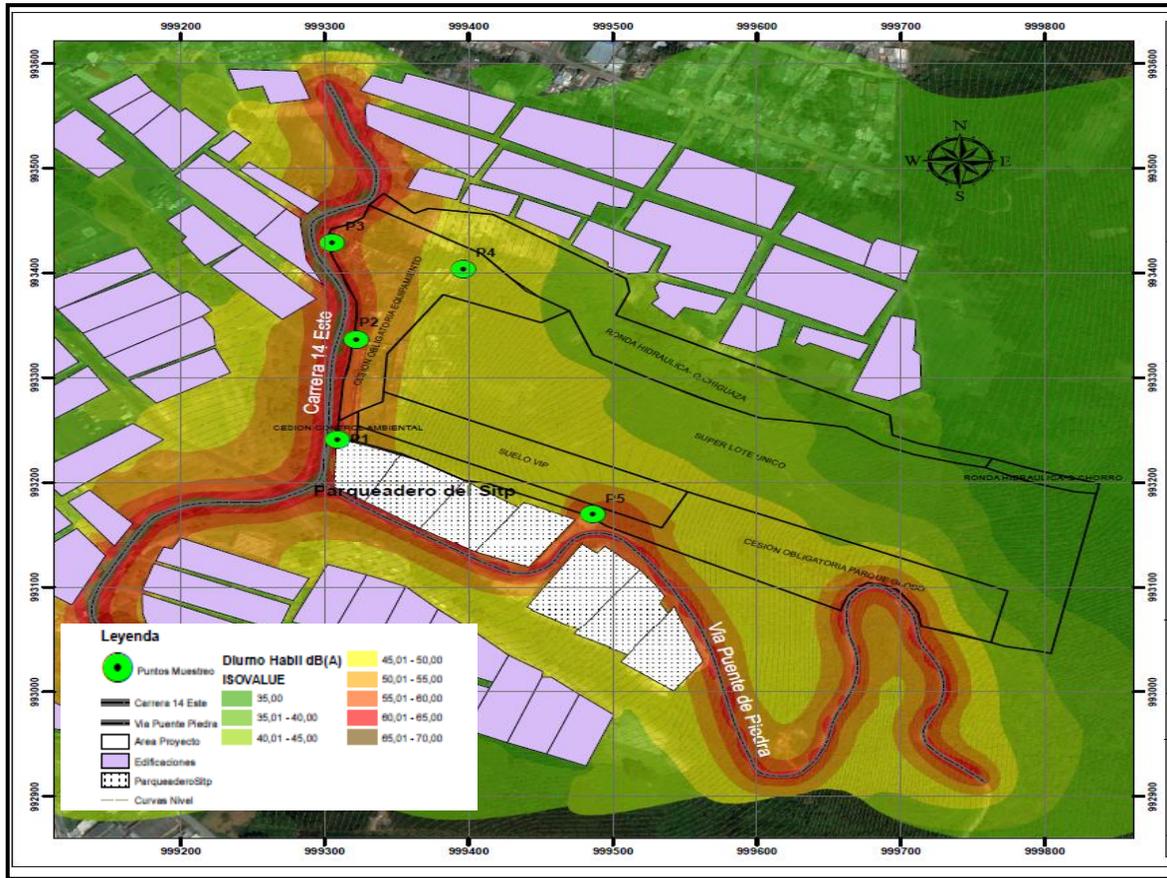
ambiental se presenta sobre el eje vial principal correspondiente a la Carrera 14 Este, con un comportamiento de emisión sonora tipo lineal con valores comprendidos entre el rango sonoro de 65.1dB(A) a 70.0dB(A) sobre el perímetro occidental del predio.

En relación con otras vías aledañas al plan parcial, se encuentra la vía a Puente de Piedra la cual circunda el predio sobre el costado sur, presentando niveles de ruido comprendidos entre el rango sonoro de 60.1dB(A) a 65.0dB(A), debido principalmente al flujo de entrada y salida de automotores del SITP, del patio Gaviotas.

De acuerdo con la modelación, en las zonas al interior predio del plan parcial donde se van a desarrollar viviendas (Suelo VIP – Super Lote Único), se puede observar que los niveles de ruido ambiental en la totalidad del área, **Cumplen** con los límites permisibles de ruido en el periodo diurno para la zona residencial establecidos en 65dB(A), al registrarse niveles sonoros en el rango comprendido entre los 45.1dB(A) a 55.0dB(A). Para la zona destinada a cesión obligatoria para equipamiento (parqueaderos, salones comunales, administración, entre otros), se registran niveles de ruido en el rango sonoro comprendido entre los 55.1dB(A) a 60.0dB(A), el cual se encuentran dentro de los niveles permisibles.



• Modelación Emisión de Ruido Periodo Nocturno – Día Hábil.



Fuente: Fundesos H – ASOAM SAS. 2017

El modelo de ruido ambiental ilustra el comportamiento acústico al interior del área de influencia del plan parcial, donde se observa que al igual que en el periodo diurno, el mayor registro de ruido ambiental se presenta sobre el eje vial principal correspondiente a la Carrera 14 Este, con un comportamiento similar de emisión sonora tipo lineal con valores comprendidos entre el rango sonoro de 65.1dB(A) a 70.0dB(A) sobre el perímetro occidental del predio.

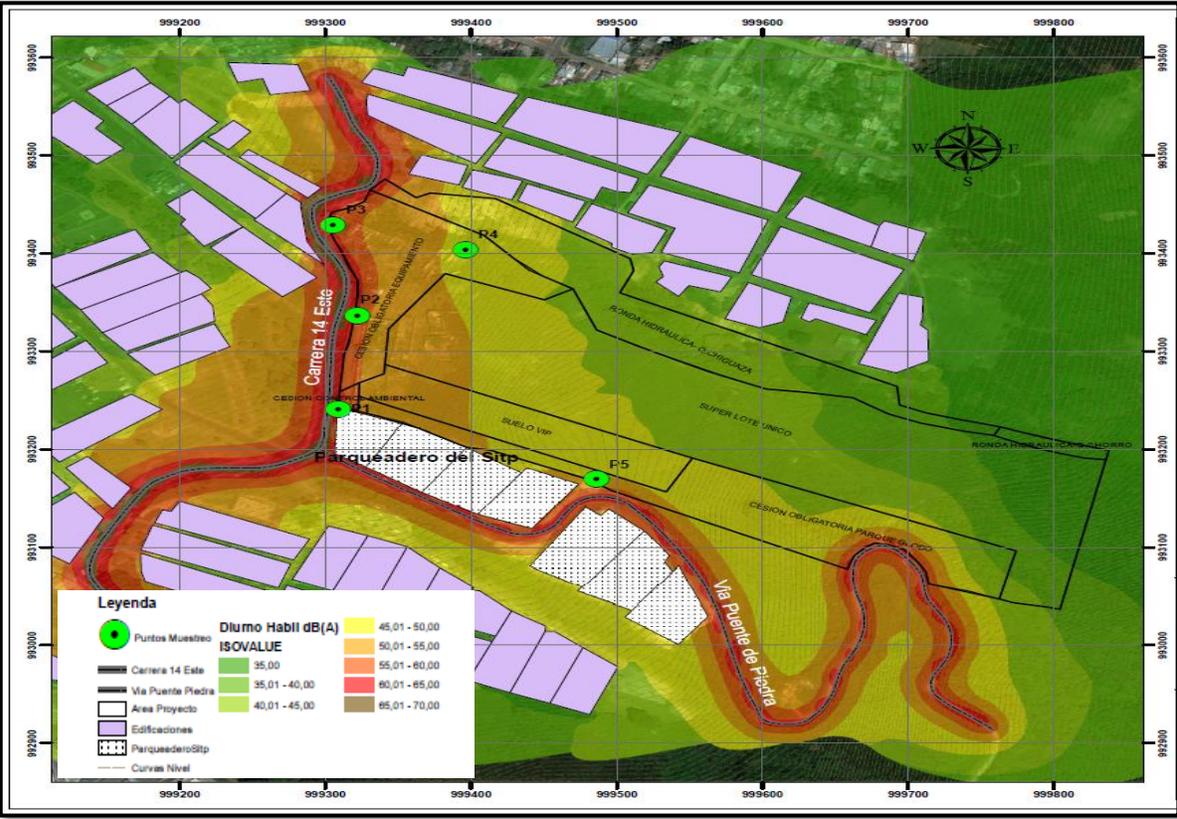
En relación con la vía a Puente de Piedra la cual circunda el predio sobre el costado sur, se generan niveles de ruido comprendidos entre el rango sonoro de 55.1dB(A) a



60.0dB(A), presentándose una disminución de 5.0dB(A) respecto al comportamiento de ruido registrado en el periodo diurno.

De acuerdo con la modelación, en las zonas al interior predio del plan parcial donde se van a desarrollar viviendas (Suelo VIP – Super Lote Único), se puede observar que los niveles de ruido ambiental en la totalidad del área, **Cumplen** con los límites permisibles de ruido en el periodo nocturno para la zona residencial establecidos en 50dB(A), al registrarse niveles sonoros en el rango comprendido entre los 40.1dB(A) a 50.0dB(A). Para la zona destinada a cesión obligatoria para equipamiento (parqueaderos, salones comunales, administración, entre otros), se registran niveles de ruido en el rango sonoro comprendido entre los 55.1dB(A) a 60.0dB(A), el cual superan los niveles permisibles.

- **Modelación Emisión de Ruido Periodo Diurno – Día No Hábil (Domingo)**



Fuente: Fundesos H – ASOAM SAS. 2017



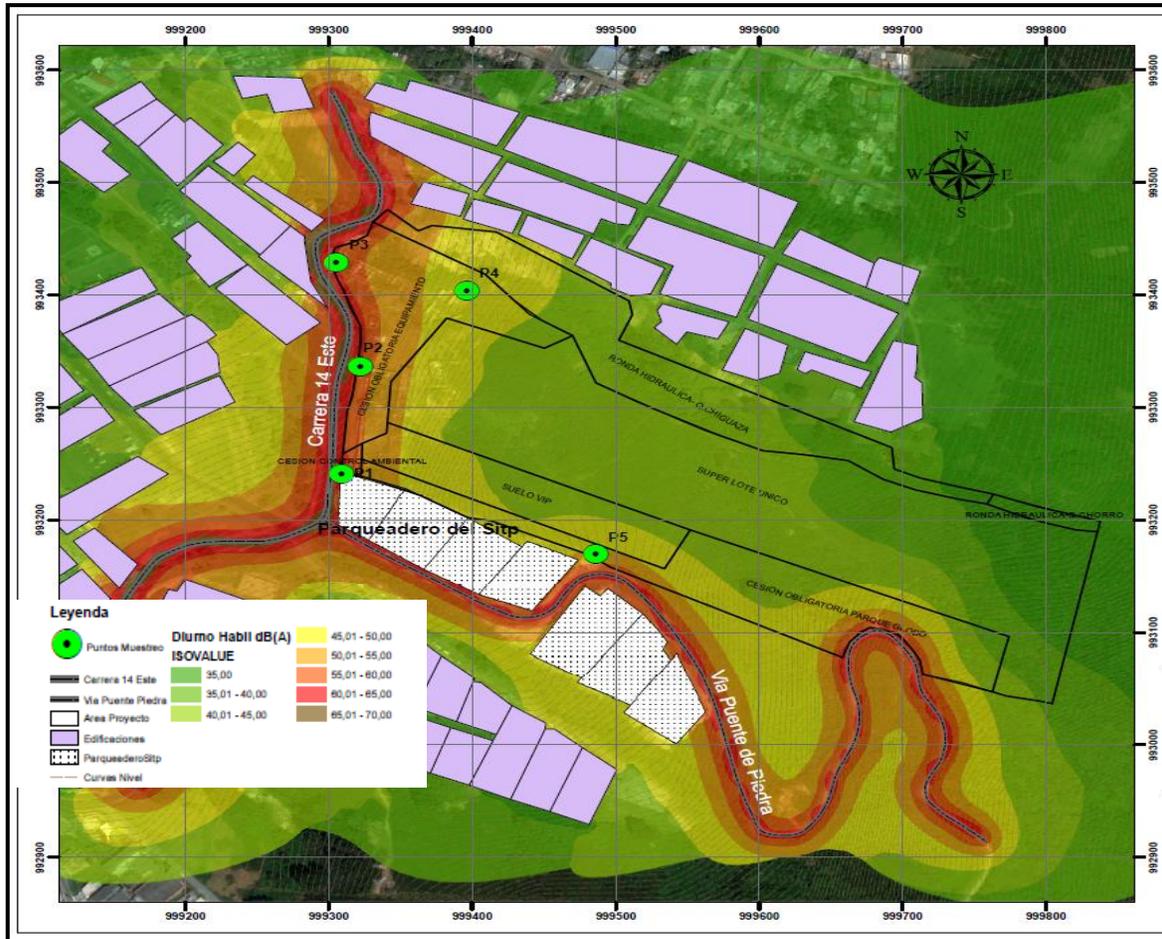
 <b>PROMOTORA CONVIVIENDA</b>	<b>ESTUDIO DE RUIDO AMBIENTAL - LINEA BASE EN PERIODO DIURNO Y NOCTURNO</b>	<b>Código RUA-F-006</b>
	<b>Plan Parcial La Arboleda</b>	<b>PÁGINA 54</b>

El modelo de ruido ambiental ilustra el comportamiento acústico al interior del área de influencia del plan parcial, presenta características similares al día hábil en el periodo diurno, donde la carrera 14 este mantiene el rango sonoro de 65.1dB(A) a 70.0dB(A) sobre el perímetro occidental del predio. Así mismo, la vía a Puente de Piedra la cual circunda el predio sobre el costado sur, presenta niveles de ruido comprendidos entre el rango sonoro de 60.1dB(A) a 65.0dB(A).

De acuerdo con la modelación, en las zonas al interior predio del plan parcial donde se van a desarrollar viviendas (Suelo VIP – Super Lote Único), se puede observar que los niveles de ruido ambiental en la totalidad del área, **Cumplen** con los límites permisibles de ruido en el periodo diurno para la zona residencial establecidos en 65dB(A), al registrarse niveles sonoros en el rango comprendido entre los 45.1dB(A) a 55.0dB(A). Para la zona destinada a cesión obligatoria para equipamiento (parqueaderos, salones comunales, administración, entre otros), se registran niveles de ruido en el rango sonoro comprendido entre los 55.1dB(A) a 60.0dB(A), el cual se encuentran dentro de los niveles permisibles.



• Modelación Emisión de Ruido Periodo Nocturno – Día No Hábil (Domingo)



Fuente: Fundesos H – ASOAM SAS. 2017

El modelo de ruido ambiental ilustra el comportamiento acústico al interior del área de influencia del plan parcial, presenta características similares al día hábil en el periodo nocturno, donde la carrera 14 este mantiene el rango sonoro de 65.1dB(A) a 70.0dB(A) sobre el perímetro occidental del predio. Así mismo, la vía a Puente de Piedra la cual circunda el predio sobre el costado sur, presenta niveles de ruido comprendidos entre el rango sonoro de 55.1dB(A) a 60.0dB(A).

De acuerdo con la modelación, en las zonas al interior predio del plan parcial donde se van a desarrollar viviendas (Suelo VIP – Super Lote Único), se puede observar que los



 <b>PROMOTORA CONVIVIENDA</b>	<b>ESTUDIO DE RUIDO AMBIENTAL - LINEA BASE EN PERIODO DIURNO Y NOCTURNO</b>	<b>Código RUAF-006</b>
	<b>Plan Parcial La Arboleda</b>	<b>PÁGINA 56</b>

niveles de ruido ambiental en la totalidad del área, **Cumplen** con los límites permisibles de ruido en el periodo nocturno para la zona residencial establecidos en 50dB(A), al registrarse niveles sonoros en el rango comprendido entre los 40.1dB(A) a 50.0dB(A). Para la zona destinada a cesión obligatoria para equipamiento (parqueaderos, salones comunales, administración, entre otros), se registran niveles de ruido en el rango sonoro comprendido entre los 55.1dB(A) a 60.0dB(A), el cual supera los niveles permisibles de ruido ambiental para el sector residencial.



 <b>PROMOTORA CONVIVIENDA</b>	<b>ESTUDIO DE RUIDO AMBIENTAL - LINEA BASE EN PERIODO DIURNO Y NOCTURNO</b>	<b>Código RUAF-006</b>
	<b>Plan Parcial La Arboleda</b>	<b>PÁGINA 57</b>

## 7. CONCLUSIONES

Una vez analizados los resultados del estudio, así como las modelaciones acústicas obtenidas y al compararse los niveles corregidos de ruido ambiental con la Resolución No. 627 de 2006 del MADS, se concluye lo siguiente:

- Los niveles de ruido ambiental a que está sometido el predio del plan parcial tanto para el día hábil y el día domingo /festivo, en el periodo diurno y nocturno, presentan características muy similares para cada escenario evaluado, principalmente para la zona del predio destinada para construcción de vivienda de interés prioritario (VIP) – Costado Sur, y en el super lote único – parte central del predio, al registrarse niveles acústicos en el día, en los rangos comprendidos entre 45.1dB(A) a 55.1dB(A) y para la noche, con niveles en el rango de 40.1dB(A) a 50dB(A), presentándose **cumplimiento** de los niveles de ruido ambiental, estipulados para una zona residencial de 65dB(A) en el periodo diurno y de 50.0dB(A) en el periodo nocturno.
- Debido a las condiciones favorables de ruido ambiental a que está sometido el predio del plan parcial, principalmente en las zonas destinadas al desarrollo de vivienda (VIP – Super Lote Único), con cualquier propuesta constructiva tipo multifamiliares o torres de apartamentos, en estas edificaciones con el uso o implementación de materiales y acabados convencionales (tanto en particiones verticales, particiones horizontales, fachadas, cubiertas, muros medianeros, ventanas comunes, entre otros), se garantizaría un aislamiento de ruido mínimo entre 10dB a 15dB respecto al ambiente sonoro exterior, registrándose niveles de ruido de inmisión menores a los 50dB(A) en el periodo diurno y de 40dB(A) en el periodo nocturno, alcanzando un confort acústico adecuado de habitabilidad, de acuerdo a lo estipulado en la Resolución No. 8321 de 1983 del Ministerio de Salud, y a la Resolución SDA No. 6918 de 2010.

 <b>PROMOTORA CONVIVIENDA</b>	<b>ESTUDIO DE RUIDO AMBIENTAL - LINEA BASE EN PERIODO DIURNO Y NOCTURNO</b>	<b>Código RUAF-006</b>
	<b>Plan Parcial La Arboleda</b>	<b>PÁGINA 58</b>

## 8. RECOMENDACIONES

Para garantizar un mayor confort acústico al interior de las edificaciones o construcciones de tipo residencial proyectadas, en la etapa de diseño y construcción del plan parcial, se deberán contemplar las medidas de aislamientos acústicos encaminadas a:

- a) Control de las vibraciones generadas por los conductos hidráulicos, sistemas de ventilación, sistemas de bombeo de agua, equipos ascensores, puertas eléctricas y demás equipos complementarios. Esto con el fin de evitar la transmisión de energía por estructuras y causar molestias por generación de ruido.
- b) Control de ruido a través de muros, particiones verticales y horizontales, pisos y cielo rasos que separen recintos de interés de corredores, pasillos, escaleras, salones comunales u otros recintos.
- c) Aislamiento acústico de cuarto de motobombas, sistemas de ventilación, cuarto de ascensores, plantas eléctricas, u otros, que estén ubicados en sótanos o azoteas.
- d) En caso de construcción de parqueaderos comunales o privados no subterráneos, así como equipamientos dotacionales, tipo salones sociales, gimnasios entre otros, se recomienda ubicarlos sobre el perímetro o costado occidental del predio del proyecto (frente a la Carrera 14 Este), con el fin que estos sirvan como franjas de amortiguamiento de ruido o de barrera acústica, disminuyendo el impacto sonoro sobre las edificaciones a construirse
- e) Basados en los modelos acústicos en periodo diurno y nocturno, se determinará el uso de materiales con mayor eficiencia acústica (transmisibilidad y absorción), en aquellas fachadas de edificaciones que estén expuestas a niveles de ruido ambiental alto por tráfico vehicular en vías principales (Carrera 14 Este) o por fuentes fijas de ruido (Patio Gaviotas del SITP).

 <b>PROMOTORA CONVIVIENDA</b>	<b>ESTUDIO DE RUIDO AMBIENTAL - LINEA BASE EN PERIODO DIURNO Y NOCTURNO</b>	<b>Código RUAf-006</b>
	<b>Plan Parcial La Arboleda</b>	<b>PÁGINA 59</b>

Las condiciones técnicas de estas medidas se aplicarán de acuerdo al código de construcción vigente (Acuerdo 20/95 Capítulo B.6 – Aislamiento y control de vibraciones) y a nuevas disposiciones en la materia



 <b>PROMOTORA CONVIVIENDA</b>	<b>ESTUDIO DE RUIDO AMBIENTAL - LINEA BASE EN PERIODO DIURNO Y NOCTURNO</b>	<b>Código RUAf-006</b>
	<b>Plan Parcial La Arboleda</b>	<b>PÁGINA 60</b>

**ANEXO 1. CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN VIGENTE  
DEL EQUIPOS DE MEDICION**



 <b>PROMOTORA CONVIVIENDA</b>	<b>ESTUDIO DE RUIDO AMBIENTAL - LINEA BASE EN PERIODO DIURNO Y NOCTURNO</b>	<b>Código RUAf-006</b>
	<b>Plan Parcial La Arboleda</b>	<b>PÁGINA 61</b>

## **ANEXO 2. PLANILLAS DE RESULTADOS OBTENIDOS EN CAMPO**



 <b>PROMOTORA CONVIVIENDA</b>	<b>ESTUDIO DE RUIDO AMBIENTAL - LINEA BASE EN PERIODO DIURNO Y NOCTURNO</b>	<b>Código RUAf-006</b>
	<b>Plan Parcial La Arboleda</b>	<b>PÁGINA 62</b>

### **ANEXO 3. EJEMPLO DE REPORTES - RESULTADOS DEL SONOMETRO**



 PROMOTORA CONVIVIENDA	ESTUDIO DE RUIDO AMBIENTAL - LINEA BASE EN PERIODO DIURNO Y NOCTURNO	Código RUAf-006
	Plan Parcial La Arboleda	PÁGINA 63

## **ANEXO 4. Mapa de Ruido Ambiental – Línea Base, Día Hábil**

### **Periodo Diurno**



 PROMOTORA CONVIVIENDA	ESTUDIO DE RUIDO AMBIENTAL - LINEA BASE EN PERIODO DIURNO Y NOCTURNO	Código RUAf-006
	Plan Parcial La Arboleda	PÁGINA 64

**ANEXO 5. Mapa de Ruido Ambiental – Línea Base, Día Hábil**  
**Periodo Nocturno**



 <b>PROMOTORA CONVIVIENDA</b>	<b>ESTUDIO DE RUIDO AMBIENTAL - LINEA BASE EN PERIODO DIURNO Y NOCTURNO</b>	<b>Código RUAf-006</b>
	<b>Plan Parcial La Arboleda</b>	<b>PÁGINA 65</b>

**ANEXO 6. Mapa de Ruido Ambiental – Línea Base, Día Domingo**  
**Periodo Diurno**



 <b>PROMOTORA CONVIVIENDA</b>	<b>ESTUDIO DE RUIDO AMBIENTAL - LINEA BASE EN PERIODO DIURNO Y NOCTURNO</b>	<b>Código RUAf-006</b>
	<b>Plan Parcial La Arboleda</b>	<b>PÁGINA 66</b>

## **ANEXO 7. Mapa de Ruido Ambiental – Línea Base, Día Domingo Periodo Nocturno**



 <b>PROMOTORA CONVIVIENDA</b>	<b>ESTUDIO DE RUIDO AMBIENTAL - LINEA BASE EN PERIODO DIURNO Y NOCTURNO</b>	<b>Código RUAf-006</b>
	<b>Plan Parcial La Arboleda</b>	<b>PÁGINA 67</b>

## **ANEXO 8. RESOLUCION No. 1380/2017 - ACREDITACION IDEAM ASOAM SAS**

