

# **Modelo Matemático De Ruido Ambiental**

## **INGEMAR PANAMÁ Planta Gas Power Panamá Sitio Pera, Bahía Las Minas, Provincia de Colón**

**FECHA:** 12 y 13 de mayo de 2017  
**TIPO DE ESTUDIO:** Ambiental  
**CLASIFICACIÓN:** Línea Base  
**NUMERO DE INFORME:** 2017-013-A536  
**NUMERO DE PROPUESTA:** 2017-A445-066 v.0  
**REDACTADO POR:** Licda. Aminta Newman  
**REVISADO POR:** Ing. José Espino

Ing. José Carlos Espino M.  
Higienista Ambiental  
Registro 239 PHA7  
Consejo Latinoamericano de  
Seguridad e Higiene (COLASEH)

---

Firma

# TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1 OBJETIVO.....	3
2 SELECCIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN Y SUS FUENTES .....	4
3 EXPLICACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO .....	5
4 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO .....	11
5 ANEXOS.....	12
5.1 ANEXO 1. Metodología de Medición .....	13
5.2 ANEXO 2. Valores de las mediciones realizadas .....	14
5.3 ANEXO 3. Condiciones meteorológicas .....	37
5.4 ANEXO 4. Estimaciones de aportes y atenuación.....	39
5.5 ANEXO 5. Resultado de la modelación: isolíneas de ruido .....	44
5.6 ANEXO 6. Valores guías para el ruido urbano en ambientes específicos .....	45
5.7 ANEXO 7. Fotos de las mediciones.....	46
5.8 ANEXO 8. Certificados de calibración .....	48
5.9 ANEXO 9. Glosario .....	56
5.10 ANEXO 10. Bibliografía .....	58

## Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 2-1 Explicación de los puntos de medición .....	4
Tabla 3-1 Datos del documento Noise and Air Modelling Inputs for Martano LNG CCPP .....	5

## Lista de Ilustraciones

	Pág.
Ilustración 1-Ubicación de los puntos monitoreados y punto de futuro proyecto .....	3
Ilustración 2- Tres distintas regiones para la atenuación del sonido por el suelo .....	7

# 1 OBJETIVO

El objetivo del presente estudio es modelar el ruido ambiental procedente de las actividades del Proyecto para la Planta de Gas ubicada en la Provincia de Colón que pueda afectar a los vecinos en dos puntos seleccionados por el cliente (puntos 1 y 2). Adicionalmente, evaluar el cumplimiento legal con el Decreto Ejecutivo 306 de 2002 y el Decreto Ejecutivo 1 de 2004; ambos del Ministerio de Salud.

Los resultados del modelo matemático nos permiten evaluar si el aporte de ruido producido para las actividades de del proyecto, producen contaminación acústica en las zonas bajo estudio. A continuación, se muestran las imágenes con la ubicación del emisor y los dos puntos seleccionados.

*Ilustración 1-Ubicación de los puntos monitoreados y punto de futuro proyecto*



Puntos monitoreados	
1. Receptor	Puerto Pilon, residencia del Señor Alexis Murillo
2. Receptor	Villa Alondra, residencia del Sr. Urbano Castillo

Fuente: Google Earth, modificado por Envirolab S.A., mayo, 2017

## 2 SELECCIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN Y SUS FUENTES

El área donde se ubica la planta es relativamente plana con barreras arbóreas alrededor y el mar Caribe hacia el oeste. Los dos puntos seleccionados se ubican en las comunidades de Puerto Pílon (punto 1) y Villa Londra (punto 2) hacia el sur. Para la selección de la fuente de ruido, se seleccionó un punto centrado en el polígono donde se construirá la Planta Generadora por Gas, interno de mayor nivel sonoro de la planta. La tabla 2-1 muestra la ubicación del emisor y los dos receptores seleccionados. Adicionalmente, la distancia de cada receptor al punto emisor, la elevación en metros sobre el nivel del mar (MSNM) y el ancho de la barrera arbórea se tomaron en cuenta para la corrida del modelo.

Tabla 2-1 Explicación de los puntos de medición

Receptores y sus fuentes de ruido		
Punto	Descripción	
Fuente: ubicación dentro del polígono de la Planta Generadora	Coordenadas:	631429 m E
		1038813 m N
	Elevación: 20 msnm	
Punto 1: Comunidad de Puerto Pílon	Coordenadas:	632095 m E
		1035305 m N
	Elevación: 2 msnm	
Punto 2: Comunidad de Villa Londra	Coordenadas:	633343 m E
		1038076 m N
	Elevación: 14 msnm	

Fuente: Envirolab S.A., 2017

### 3 EXPLICACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO

Para el modelo predictivo del aporte, se tomó como base la información suministrada en el documento "Noise and Air Modelling Inputs for Martano LNG CCPP" del 21 de April de 2017. El referido documento presenta información preliminar como datos de entrada para los modelos matemáticos de predicción de ruido ambiental. La información se preparó sobre la base de la potencia sonora típica obtenida en proyectos similares y las hojas técnicas de los equipos.

Tabla 3-1 Datos del documento Noise and Air Modelling Inputs for Martano LNG CCPP

Description		Noise Source type	Noise power Lw re: 1 pW
Gas Turbine	Turbine Enclosure (if enclosure is considered)	Area / Industrial Building	82dB
	Air Inlet Filter	Area	95-100 dB
	Air Inlet Duct	Linear	85-90 dB
	Exhaust Diffuser	Linear	110-115 dB
	Generator	Point	105-110 dB

Las mediciones se realizaron por 24 horas continuas en periodos diurnos (6:00 a.m. – 9:59 p.m.) y nocturnos (10:00 p.m. – 5:59 a.m.). Los resultados se presentan en el Anexo 2 Los instrumentos utilizados fueron sonómetros integradores en tiempo real (RTA) tipo 1, con filtro de octavas de banda marca 3M modelo SoundPro SE-1-1/1 número de serie BEI010002; modelo SoundPro SP DL-1-1/3 número de serie BLQ030006 con pantallas anti-viento, montados en trípodes y calibrados con pistófonos marca Quest modelo QC-20 serie QOI020009 y marca 3M serie AC300007321. Las mediciones se obtuvieron en once octavas de banda entre 16 Hz y 16kHz. Se utilizó el método de medición establecido en la norma ISO 1996-2:2007 Acoustics — Description, measurement and assessment of environmental noise —Part 2: Determination of environmental noise levels. Los descriptores de ruido medidos fueron: nivel sonoro equivalente ( $L_{eq}$ ); nivel máximo ( $L_{max}$ ); nivel mínimo ( $L_{min}$ ); nivel sonoro del percentil 90 ( $L_{90}$ ); nivel sonoro del percentil 10 ( $L_{10}$ ).

Simultáneamente a las mediciones de ruido, se tomaron mediciones de las condiciones atmosféricas, incluyendo: temperatura, humedad relativa, velocidad del viento y presión barométrica. Con esta información se realizaron los ajustes correspondientes a los valores medidos. En el anexo 2, posterior a los valores de cada punto monitoreado, se presenta la rosa de los vientos del área durante las mediciones.

Para los cálculos de atenuación se utilizó el método ISO 9613-2: *Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 2: General method of calculation*. El método propone una metodología estándar para la estimación de la atenuación del sonido que se propaga en un espacio abierto y se basa en algoritmos de banda de octava (con frecuencias centrales nominales a partir de 63 Hz y hasta 8 kHz) para calcular la atenuación del sonido que se origina a partir de una fuente puntual o un grupo de fuentes puntuales. Las fuentes se consideraron como puntuales por la distancia a los receptores con propagación en campo libre.

Los términos específicos son proporcionados en los algoritmos para los siguientes efectos físicos: divergencia geométrica; absorción atmosférica; efecto del suelo; reflexiones de superficies; y apantallamiento por obstáculos. La fórmula para estimar la atenuación es la siguiente:

$$L_{Rec} = L_{Fuente} - (A_{Div} + A_{aire} + A_{suelo} + A_{Misc})$$

Dónde:

$L_{rec}$  = Nivel de presión sonora en el receptor; dB(A)

$L_{fuente}$  = Nivel de presión sonora en la fuente; dBW

$A_{div}$  = Atenuación por la distancia

$A_{aire}$  = Atenuación por absorción del aire

$A_{suelo}$  = Atenuación por absorción del suelo

$A_{misc}$  = Atenuación por difracción, introducida por el efecto de barrera que producen estribaciones del terreno tales como bardas, cerros, montañas, etc.

La atenuación por la divergencia geométrica ocurre para una propagación esférica en el espacio libre desde una fuente sonora puntual, haciendo la atenuación, en decibels por cada octava, igual a:

$$A_{Div} = 20 \bullet \log \frac{d}{d_0} + 11$$

Dónde:

$d$  es la distancia desde la fuente al receptor, en metros;

$d_0$  es la distancia de referencia (=1 m).

La absorción del sonido por el aire se estima a partir de la fórmula siguiente:

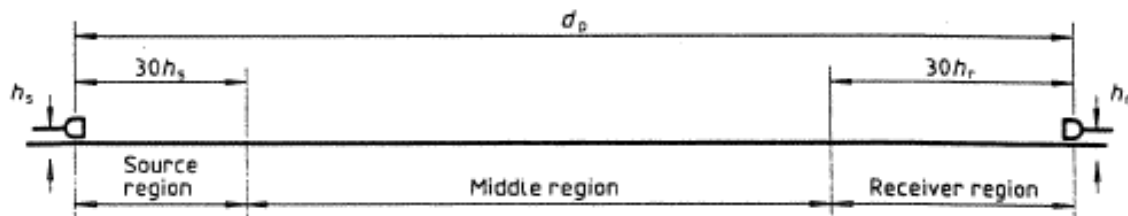
$$A_{aire} = \alpha d / 1000$$

Dónde: donde  $\alpha$  es el coeficiente de atenuación atmosférica, en decibels por kilómetro, para cada banda de octava en la frecuencia central (incluidos en ISO 9613-1).

La absorción del suelo es principalmente el resultado del sonido reflejado por la superficie del suelo que interfiere con la propagación de sonido directamente desde la fuente al receptor. El camino de propagación *downwind-curving*, asegura que esta atenuación es determinada principalmente por la superficie del suelo cercana a la fuente y cercana al receptor. Este método de cálculo del efecto del suelo es aplicable solamente al suelo que es aproximadamente plano u horizontal o con una pendiente constante. Se especifican tres distintas regiones para la atenuación de sonido:

1. Región de la fuente, extendida sobre una distancia desde la fuente hacia el receptor de  $30h_s$ , con un máximo de distancia de  $d_p$  ( $h_s$  es la altura de la fuente, y  $d_p$  la distancia desde la fuente al receptor, como proyectado sobre el plano);
2. Región del receptor, extendida sobre la distancia desde el receptor hacia la fuente de  $30h_r$ , con un máximo de distancia de  $d_p$  ( $h_r$  es la altura del receptor);
3. Región media, extendida sobre la distancia entre la región de la fuente y del receptor. Si  $d_p < (30h_s + 30h_r)$ , las regiones de fuente y receptor están sobre estimadas y no existe región media.

Ilustración 2- Tres distintas regiones para la atenuación del sonido por el suelo



Fuente: ISO 9613-2

Por lo que la atenuación del suelo sería:

$$A_{suelo} = A_s + A_r + A_m$$

En el caso que nos ocupa, se utilizó el caso "especial" que permite la norma cuando se cumplen con las siguientes condiciones: la propagación se produce sobre un suelo acústicamente blando; el espectro de frecuencias es amplio y gradual, como suele ocurrir con fuentes compuestas de muchos ruidos, como fuentes industriales, tráfico, etc.; el espectro de ruido no contiene componentes de frecuencias destacados; y solo es de interés el nivel sonoro con ponderación "A" en la posición del receptor. En estos casos, el cálculo de atenuación es más simple que el caso general. La atenuación del suelo es independiente de la frecuencia y viene dada por:

$$A_{Suelo} = 4,8 - (2h_m / r)(17 + 300 / r)$$

Dónde:

r - distancia entre la fuente y receptor

$h_m$  - altura media entre el receptor y fuente. Para suelos relativamente planos,  $h_m = (h_s + h_r) / 2$

Los valores negativos de  $A_{suelo}$  obtenidos a partir de la ecuación anterior no son significativos y pueden reemplazarse por ceros. Para la propagación a corta distancia, donde los rayos acústicos pueden aproximarse a líneas rectas, no se considera la atenuación por el suelo.

Para los otros tipos de atenuación, se consideró la atenuación por vegetación ( $A_{vegt}$ ) que, a diferencia de la creencia popular, los árboles y arbustos no son buenas barreras contra el ruido porque aportan muy poca atenuación. Sin embargo, para los receptores sí se tomaron en cuenta una barrera arbórea de un máximo de 200 m de acuerdo con lo establecido en la norma ISO 9613-2.

No se consideraron las atenuaciones por zonas edificadas ( $A_{casa}$ ): que dependerá de la longitud del camino acústico a través de la zona de viviendas y la densidad de las edificaciones.

En cuanto a los efectos del viento y la temperatura, la propagación del sonido cerca del suelo para distancias horizontales inferiores a 100 m es independiente de las condiciones atmosféricas. El efecto principal es la refracción, o sea, un cambio en la dirección de las ondas sonoras producidas por los gradientes verticales de temperatura y del viento. Las condiciones favorables a la propagación son ambientalmente relevantes y constituyen condiciones de propagación estables. En este caso, se asumieron condiciones favorables por ser el caso más conservador.

Una vez obtenidos los valores de atenuación por cada parámetro, se introducen en la fórmula para obtener el valor total y se restan matemáticamente del valor de la fuente. El nivel de ruido en el receptor sin el aporte del proyecto se obtiene restando logarítmicamente el ruido atenuado al ruido de cada receptor. El aporte para medir el impacto ambiental por ruido se obtendría restando aritméticamente el nivel del ruido medido del nivel de ruido atenuado.



Para la estimación de los aportes, se separaron los ruidos diurnos y nocturnos y se utilizó un factor de penalización de 10 dB para el periodo nocturno siguiendo la exigencia del Decreto Ejecutivo 1 de 2004. Las estimaciones de aportes y atenuación se realizaron para los dos receptores sensibles identificados. Los resultados se presentan en el anexo 4.

Datos de entrada al modelo:

- Objetivo: estudio de impacto sonoro causado por el Proyecto de Planta Generador por Gas, ubicada en la Provincia de Colón.
- Entorno: rural, terreno plano, suelo blando cubierto de vegetación.
- Fuentes de ruido: ruido de las actividades de La Planta; no se identificaron otras fuentes de ruido en el área del proyecto.
- Tipo de fuente emisora: puntual por la distancia a los receptores.
- Tipo de ruido: se considera continuo y relativamente estable.
- Receptores: dos puntos en áreas residenciales, ubicados en dos poblados cercanos.
- Características de los puntos de medición: externos, con condiciones atmosféricas aceptables.
- Información sobre la fuente: no se tiene información sobre los niveles en el espectro audible (20 cps a 20kcps). La información suministrada son valores en banda ancha en  $L_w$  (nivel de potencia sonora en dB de potencia re: 1 pW<sup>1</sup>). Por esta razón se utilizó la frecuencia media de 500 cps, que es la práctica aceptada por la industria y lo indica el documento Noise and Air Modelling Inputs for Martano LNG CCPP.
- Nivel de potencia sonora considerado: peor escenario: 115 dB (re: 1 pW).
- Factor de directividad Q: 2
- Equipo de medición:
  - Sonómetro integrador portátil digital modelo SoundPro con pantalla de viento y trípode.
  - Sistema de baterías portátiles para manejar el sonómetro 24 horas corridas
  - Pistófono de campo tipo 1; marca QUEST modelo QC-20 y marca 3M modelo AC300
  - Computadora portátil con software de análisis
  - Estación portátil de medición de condiciones meteorológicas marca Kestrel.
- Fechas de las mediciones: 12 y 13 de mayo de 2017
- Programación del sonómetro
  - Unidad: dBA
  - Parámetros:  $L_{eq}$ ;  $L_{max}$  ( $L_{01}$ );  $L_{min}$  ( $L_{99}$ );  $L_{90}$ ;  $L_{10}$
  - Tiempo de integración: rápido (125 ms)
  - Tiempo de medida: 24 horas
  - Ruido de fondo:  $L_{90}$
  - Número de puntos de medición: 3

---

<sup>1</sup> De acuerdo a ISO 1683-2008.

En la siguiente tabla se encuentra un resumen de los datos totales.

Tabla Resumen (niveles en dBA)											
Punto monitoreado	L <sub>eq</sub> D	L <sub>eq</sub> N	L <sub>max</sub> D	L <sub>max</sub> N	L <sub>min</sub> D	L <sub>min</sub> N	L <sub>90</sub> D	L <sub>90</sub> N	L <sub>10</sub> D	L <sub>10</sub> N	Comentarios
Fuente	107	107	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Ninguno
Punto 1	60,0	49,1	88,1	69,8	43,6	42,9	45,9	46,3	62,5	51,7	Receptor: Puerto Pílon, residencia del Señor Alexis Murillo
Punto 2	67,8	69,6	97,0	101,1	45,6	45,8	52,1	50,4	72,3	67,9	Receptor: Villa Alondra, residencia del Sr. Urbano Castillo

Fuente: Envirolab S.A., 2017

## 4 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO

---

A partir de los resultados del modelo de propagación acústica para el Proyecto de la Planta Generadora de Gas, ubicada en la Provincia de Colón y con base en los resultados de los monitoreos de ruido realizados durante el mes de mayo de 2017, (ver tabla resumen), se concluye lo siguiente:

1. Se realizaron las estimaciones de atenuación siguiendo el método propuesto en la norma ISO 9613-2, a partir de los datos obtenidos de las mediciones de ruido ambiental siguiendo el método ISO 1996-2.
2. A los valores obtenidos de las fuentes de ruido se le aplicaron las fórmulas de atenuación por divergencia, absorción, suelo y vegetación.
3. El valor atenuado, considerando la distancia al receptor, elevación, condiciones del terreno y las condiciones atmosféricas de propagación, se le restó logarítmicamente al valor medido en cada receptor más cercano a la fuente de ruido para medir la contribución del emisor.
4. Todas las estimaciones de aportes de cada emisor sobre los dos receptores afectados muestran que no hay aporte de ruido.
5. Las estimaciones se realizaron a partir de los valores obtenidos de las mediciones efectuadas en las fechas señaladas, bajo las condiciones atmosféricas existentes en esas fechas y los datos de potencia sonora suministrado por el fabricante. Estos valores pueden variar si las condiciones del área, el clima y los equipos varían.

## 5 ANEXOS

---

ANEXO 1. Metodología de Medición.

ANEXO 2. Valores de las mediciones realizadas

ANEXO 3. Condiciones meteorológicas

ANEXO 4 Estimaciones de aportes y atenuación

ANEXO 5. Resultado de la modelación: Isolíneas de ruido

ANEXO 6. Valores guía para el ruido urbano en ambientes específicos

ANEXO 7. Fotos de las mediciones

ANEXO 8. Certificados de calibración

ANEXO 9. Glosario

ANEXO 10. Bibliografía

## 5.1 ANEXO 1. METODOLOGÍA DE MEDICIÓN

Método ISO 1996-2:2007 (International Organization for Standardization (ISO), 2007)

Parámetro	Metodología	Equipo	Serie
Ruido Ambiental	Medición de lectura directa	Sonómetro	BEI010002
			BLQ030006
		Calibrador	QOI020009
			AC300007321

### Equipos Utilizados



## 5.2 ANEXO 2. VALORES DE LAS MEDICIONES REALIZADAS

**PUNTO 1.: PUERTO PILÓN, RESIDENCIA DEL SEÑOR ALEXIS MURILLO**

Diurno											
Leq											
Horario	Frecuencia en Hz										dBA
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	
8:30 a.m. - 9:30 a.m.	24,5	32,4	37,2	40,3	48,1	46,8	44,4	45,1	38,1	35,6	53,0
9:30 a.m. - 10:30 a.m.	24,3	32,4	36,7	40,3	47,7	46,7	44,0	43,6	37,5	35,3	52,6
10:30 a.m. - 11:30 a.m.	27,3	24,8	35,9	39,9	45,9	47,3	46,1	43,2	40,1	35,9	52,6
11:30 a.m. - 12:30 p.m.	24,2	32,8	36,4	41,7	48,6	48,1	46,7	44,0	39,6	35,7	53,9
12:30 p.m. - 1:30 p.m.	23,6	32,8	40,2	50,3	58,0	60,9	60,2	56,3	50,9	42,1	65,6
1:30 p.m. - 2:30 p.m.	27,5	40,8	48,8	51,5	57,6	60,2	59,6	55,5	48,9	40,1	65,1
2:30 p.m. - 3:30 p.m.	27,4	39,7	47,1	49,0	53,8	56,2	55,8	51,9	45,4	37,7	61,4
3:30 p.m. - 4:30 p.m.	32,1	44,0	53,0	52,8	54,7	57,1	57,0	53,0	46,5	38,2	63,0
4:30 p.m. - 5:30 p.m.	31,1	42,7	51,6	51,5	53,7	55,9	55,7	51,8	45,8	38,3	61,8
5:30 p.m. - 6:30 p.m.	30,5	41,9	50,8	50,8	53,7	55,3	55,0	51,2	45,1	37,9	61,2
6:30 p.m. - 7:30 p.m.	29,9	41,1	49,9	49,9	52,8	54,4	54,1	50,3	44,6	37,5	60,3
7:30 p.m. - 8:30 p.m.	25,5	32,9	37,7	36,8	41,1	42,7	37,3	36,6	45,8	35,3	49,8
8:30 p.m. - 9:59 p.m.	25,3	32,2	36,7	36,1	40,4	42,5	37,5	37,2	46,5	35,3	49,9
6:00 a.m. - 6:30 a.m.	24,0	29,3	33,0	32,8	37,8	40,9	37,3	42,8	43,8	31,3	48,6
6:30 a.m. - 7:30 a.m.	25,3	31,0	38,7	42,8	52,1	50,7	49,5	48,8	38,5	35,3	56,8
7:30 a.m. - 8:30 a.m.	24,8	31,0	38,0	41,6	50,2	49,1	47,9	47,2	38,1	35,3	55,2
<b>Promedio</b>	27,6	38,3	46,7	47,8	52,6	54,7	54,1	50,5	45,2	37,4	<b>60,0</b>

Nocturno											
Leq											
Horario	Frecuencia en Hz										dBA
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	
10:00 p.m. - 10:30 p.m.	25,2	31,9	36,3	35,8	40,1	42,4	38,0	37,4	46,6	35,3	49,9
10:30 p.m. - 11:30 p.m.	25,1	31,2	35,3	35,6	39,2	41,2	36,2	38,9	48,7	35,3	50,8
11:30 p.m. - 12:30 a.m.	24,8	30,7	34,4	34,6	38,6	41,0	36,1	38,3	47,7	35,3	50,0
12:30 a.m. - 1:30 a.m.	24,3	30,1	33,6	33,6	38,3	40,8	35,9	37,5	46,2	35,3	49,0
1:30 a.m. - 2:30 a.m.	24,2	29,8	33,1	33,0	37,7	40,6	35,8	37,2	45,6	35,3	48,5
2:30 a.m. - 3:30 a.m.	24,1	29,3	32,5	32,5	36,9	40,3	35,4	36,8	44,7	35,3	47,9
3:30 a.m. - 4:30 a.m.	24,1	29,3	32,5	32,5	36,9	40,4	35,5	36,8	44,7	35,3	47,9
4:30 a.m. - 5:59 a.m.	24,0	29,0	32,3	32,1	36,6	40,4	35,7	36,7	44,1	35,1	47,6
<b>Promedio</b>	24,5	30,3	34,0	33,9	38,2	40,9	36,2	37,5	46,3	35,3	49,1



Diurno											
Lmin											
Horario	Frecuencia en Hz										dBA
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	
8:30 a.m. - 9:30 a.m.	13,0	21,5	24,6	26,8	30,7	36,6	33,8	32,3	35,1	35,2	42,4
9:30 a.m. - 10:30 a.m.	12,5	20,5	22,7	23,9	28,8	35,2	30,1	30,5	33,7	33,7	40,6
10:30 a.m. - 11:30 a.m.	13,5	21,6	24,2	26,3	30,1	36,0	33,2	32,0	35,0	35,0	42,0
11:30 a.m. - 12:30 p.m.	13,0	21,4	24,2	26,5	30,2	35,5	33,6	32,0	34,8	34,9	41,9
12:30 p.m. - 1:30 p.m.	15,7	29,9	30,1	32,3	37,5	40,1	38,5	35,3	39,7	39,5	46,8
1:30 p.m. - 2:30 p.m.	15,4	29,7	28,8	32,0	37,0	39,8	38,1	35,0	38,6	39,2	46,3
2:30 p.m. - 3:30 p.m.	12,7	22,9	23,7	29,6	30,5	35,4	35,2	33,1	35,4	36,3	42,8
3:30 p.m. - 4:30 p.m.	15,0	29,6	27,8	31,6	36,5	38,8	37,7	34,8	37,9	38,4	45,7
4:30 p.m. - 5:30 p.m.	12,6	23,0	23,9	30,0	30,5	35,6	35,4	33,2	35,9	36,5	43,0
5:30 p.m. - 6:30 p.m.	12,6	22,2	27,9	28,0	30,4	38,2	35,0	32,3	35,3	35,3	43,2
6:30 p.m. - 7:30 p.m.	12,6	22,2	27,9	28,0	30,4	38,1	34,5	32,3	35,3	35,3	43,1
7:30 p.m. - 8:30 p.m.	16,9	24,2	28,1	29,0	33,8	38,1	33,8	32,3	38,1	35,3	43,9
8:30 p.m. - 9:59 p.m.	16,3	23,7	27,2	27,4	33,4	38,0	33,8	32,3	38,1	35,3	43,8
6:00 a.m. - 6:30 a.m.	13,4	17,2	18,9	21,5	28,2	36,6	33,3	32,3	35,3	35,3	42,1
6:30 a.m. - 7:30 a.m.	13,8	21,7	24,8	26,9	30,9	36,9	33,8	32,3	35,3	35,3	42,5
7:30 a.m. - 8:30 a.m.	13,1	21,7	24,8	26,9	30,9	36,9	33,8	32,3	35,3	35,3	42,5
<b>Promedio</b>	14,1	24,9	26,4	28,7	32,9	37,5	35,1	33,0	36,5	36,3	43,6

Nocturno											
Lmin											
Horario	Frecuencia en Hz										dBA
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	
10:00 p.m. - 10:30 p.m.	15,6	22,8	27,2	27,4	32,7	38,0	33,8	32,3	38,1	35,3	43,7
10:30 p.m. - 11:30 p.m.	14,8	21,8	25,5	27,0	32,2	37,4	33,8	33,6	40,6	35,3	44,4
11:30 p.m. - 12:30 a.m.	14,8	20,9	23,8	25,1	31,5	37,4	32,8	32,3	38,1	35,3	43,2
12:30 a.m. - 1:30 a.m.	13,4	19,9	21,6	23,1	29,8	37,3	33,7	32,3	35,3	35,3	42,5
1:30 a.m. - 2:30 a.m.	13,4	18,5	20,7	22,3	28,2	36,6	33,3	32,3	35,3	35,3	42,1
2:30 a.m. - 3:30 a.m.	13,4	17,2	18,9	21,4	28,2	36,6	33,3	32,3	35,3	35,3	42,1
3:30 a.m. - 4:30 a.m.	13,4	17,2	18,9	21,5	28,2	36,6	33,3	32,3	35,3	35,3	42,1
4:30 a.m. - 5:59 a.m.	13,4	17,2	18,9	21,5	28,2	36,6	33,3	32,3	35,3	35,3	42,1
<b>Promedio</b>	22,4	28,0	30,6	32,3	38,4	45,5	41,9	41,0	45,5	43,8	42,9

Diurno											
Lmax											
Horario	Frecuencia en Hz										Promedio
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	
8:30 a.m. - 9:30 a.m.	54,6	56,2	62,6	67,9	76,2	78,4	80,0	80,5	65,2	50,0	85,3
9:30 a.m. - 10:30 a.m.	50,2	52,1	59,9	65,2	74,1	74,2	76,7	76,5	60,3	45,4	81,7
10:30 a.m. - 11:30 a.m.	54,1	56,0	62,1	67,5	75,9	78,0	80,0	79,9	65,0	48,8	84,9
11:30 a.m. - 12:30 p.m.	56,2	59,1	65,2	68,5	78,1	79,5	82,2	82,9	67,3	52,4	87,3
12:30 p.m. - 1:30 p.m.	60,7	63,5	71,4	79,8	82,5	82,9	87,4	88,3	75,2	66,2	92,4
1:30 p.m. - 2:30 p.m.	59,9	61,2	70,2	78,8	80,5	82,3	86,4	88,1	74,7	65,7	91,7
2:30 p.m. - 3:30 p.m.	57,9	59,8	69,2	75,5	79,1	79,9	82,6	86,1	71,5	62,2	89,2
3:30 p.m. - 4:30 p.m.	58,6	60,2	70,0	75,5	79,7	81,6	85,3	86,9	74,2	65,2	90,6
4:30 p.m. - 5:30 p.m.	58,1	60,0	69,5	75,7	79,6	79,9	82,9	86,4	71,9	65,0	89,5
5:30 p.m. - 6:30 p.m.	65,5	77,1	83,6	83,9	84,9	80,5	75,8	76,0	71,4	60,4	90,2
6:30 p.m. - 7:30 p.m.	65,5	77,1	83,6	83,9	84,9	80,5	75,8	76,0	71,4	60,4	90,2
7:30 p.m. - 8:30 p.m.	35,9	50,1	54,8	56,2	59,3	59,0	62,1	60,5	58,7	48,8	67,8
8:30 p.m. - 9:59 p.m.	37,1	50,1	55,4	56,2	59,3	68,3	67,1	60,5	58,7	48,8	71,9
6:00 a.m. - 6:30 a.m.	43,7	59,4	63,8	66,2	72,1	69,5	67,0	81,5	63,8	52,4	82,6
6:30 a.m. - 7:30 a.m.	54,7	56,4	62,3	67,9	76,4	78,4	80,1	80,5	65,2	49,8	85,3
7:30 a.m. - 8:30 a.m.	54,7	56,4	62,3	67,9	76,4	78,4	80,1	80,5	65,2	49,8	85,3
<b>Promedio</b>	59,1	68,5	75,2	77,0	79,6	79,2	81,8	83,5	70,3	60,8	<b>88,1</b>

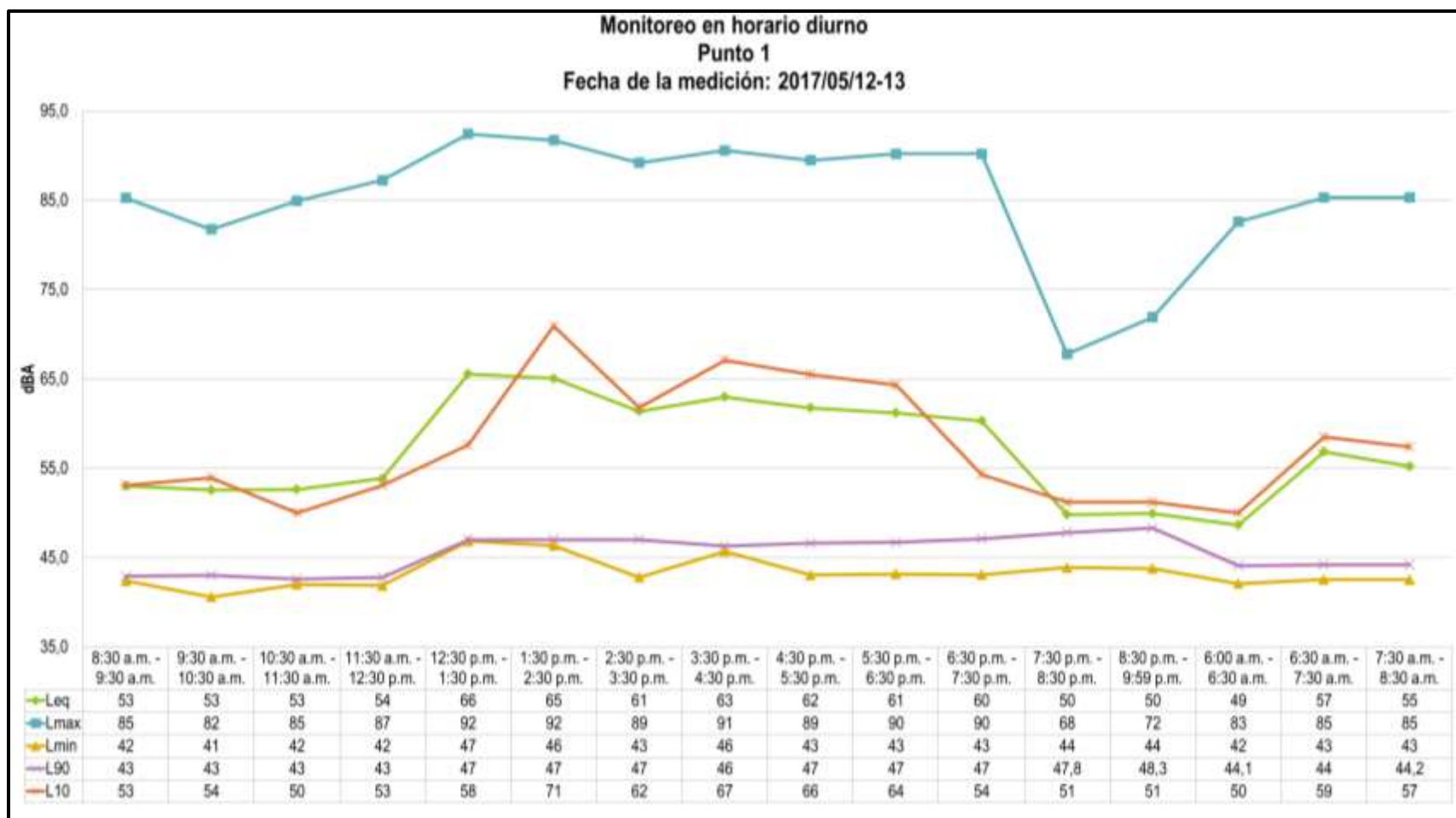
Nocturno											
Lmax											
Horario	Frecuencia en Hz										Promedio
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	
10:00 p.m. - 10:30 p.m.	37,1	50,1	55,4	56,2	59,3	68,3	67,1	60,5	58,7	48,8	71,9
10:30 p.m. - 11:30 p.m.	40,7	41,7	52,6	47,5	58,5	60,6	61,0	51,6	56,7	37,8	66,0
11:30 p.m. - 12:30 a.m.	40,7	43,2	52,6	54,3	61,1	60,6	61,0	55,4	56,7	48,4	67,0
12:30 a.m. - 1:30 a.m.	43,7	57,4	63,8	59,8	61,1	60,6	61,0	60,7	56,7	48,4	69,7
1:30 a.m. - 2:30 a.m.	43,7	59,4	63,8	59,8	61,1	60,6	62,6	60,7	56,7	48,4	70,1
2:30 a.m. - 3:30 a.m.	43,6	54,5	63,8	59,7	60,6	60,6	62,6	60,7	60,2	52,4	70,1
3:30 a.m. - 4:30 a.m.	43,7	59,4	63,8	59,8	61,1	60,6	62,6	60,7	60,2	52,4	70,4
4:30 a.m. - 5:59 a.m.	43,7	59,4	63,8	59,8	61,1	60,6	62,6	60,7	60,2	52,4	70,4
<b>Promedio</b>	42,6	56,5	62,0	58,4	60,6	62,7	63,1	59,7	58,6	50,1	<b>69,8</b>

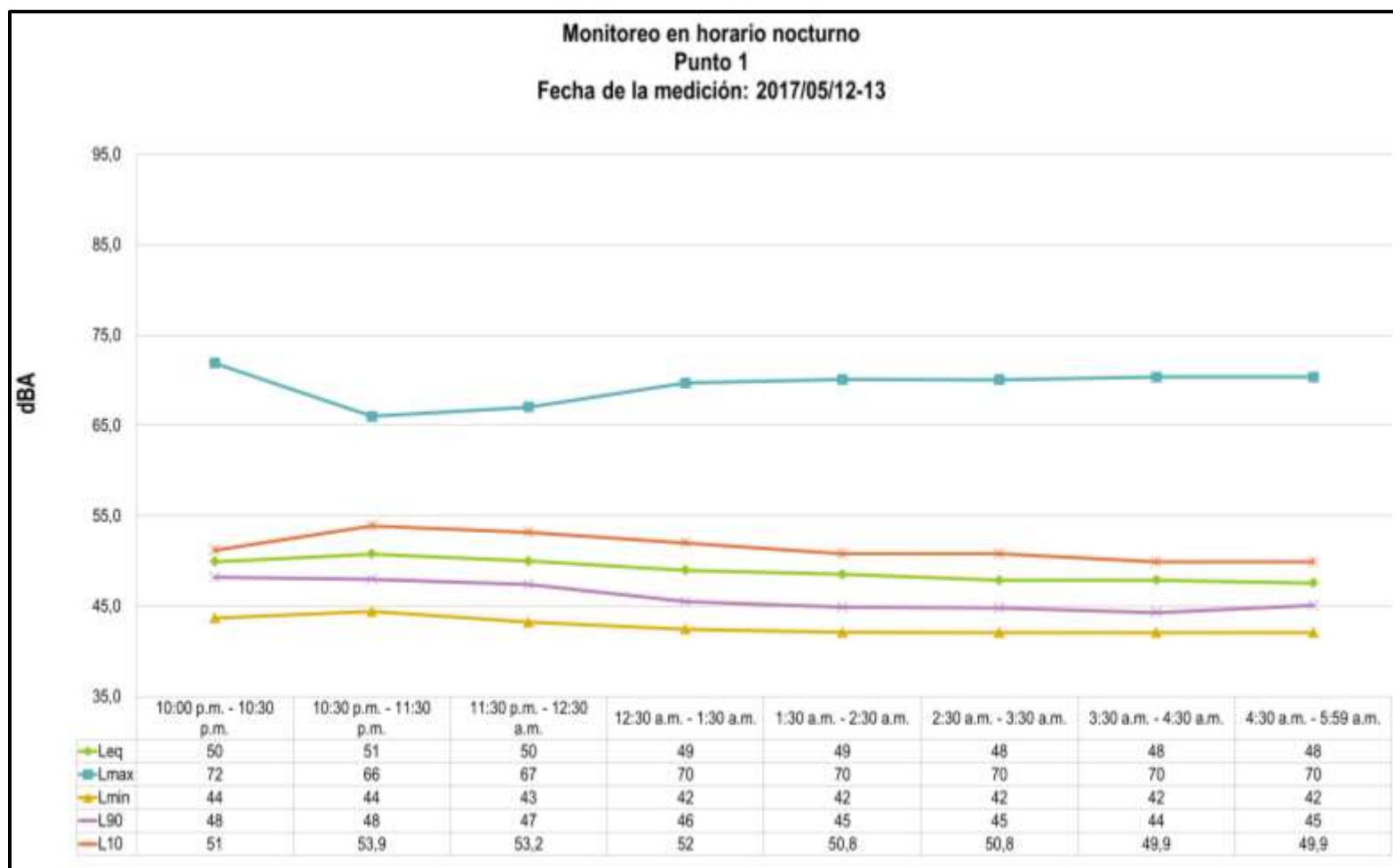
Diurno	
L90	
Horario	Promedio
8:30 a.m. - 9:30 a.m.	42,9
9:30 a.m. - 10:30 a.m.	43,0
10:30 a.m. - 11:30 a.m.	42,6
11:30 a.m. - 12:30 p.m.	42,8
12:30 p.m. - 1:30 p.m.	47,0
1:30 p.m. - 2:30 p.m.	47,0
2:30 p.m. - 3:30 p.m.	47,0
3:30 p.m. - 4:30 p.m.	46,3
4:30 p.m. - 5:30 p.m.	46,6
5:30 p.m. - 6:30 p.m.	46,7
6:30 p.m. - 7:30 p.m.	47,1
7:30 p.m. - 8:30 p.m.	47,8
8:30 p.m. - 9:59 p.m.	48,3
6:00 a.m. - 6:30 a.m.	44,1
6:30 a.m. - 7:30 a.m.	44,2
7:30 a.m. - 8:30 a.m.	44,2
<b>Promedio</b>	<b>45,9</b>

Diurno	
L10	
Horario	Promedio
8:30 a.m. - 9:30 a.m.	53,1
9:30 a.m. - 10:30 a.m.	53,9
10:30 a.m. - 11:30 a.m.	50,0
11:30 a.m. - 12:30 p.m.	53,1
12:30 p.m. - 1:30 p.m.	57,6
1:30 p.m. - 2:30 p.m.	70,9
2:30 p.m. - 3:30 p.m.	61,8
3:30 p.m. - 4:30 p.m.	67,1
4:30 p.m. - 5:30 p.m.	65,5
5:30 p.m. - 6:30 p.m.	64,3
6:30 p.m. - 7:30 p.m.	54,3
7:30 p.m. - 8:30 p.m.	51,2
8:30 p.m. - 9:59 p.m.	51,2
6:00 a.m. - 6:30 a.m.	50,0
6:30 a.m. - 7:30 a.m.	58,5
7:30 a.m. - 8:30 a.m.	57,4
<b>Promedio</b>	<b>62,5</b>

Nocturno	
L90	
Horario	Promedio
10:00 p.m. - 10:30 p.m.	48,2
10:30 p.m. - 11:30 p.m.	48,0
11:30 p.m. - 12:30 a.m.	47,4
12:30 a.m. - 1:30 a.m.	45,5
1:30 a.m. - 2:30 a.m.	44,9
2:30 a.m. - 3:30 a.m.	44,8
3:30 a.m. - 4:30 a.m.	44,3
4:30 a.m. - 5:59 a.m.	45,1
<b>Promedio</b>	<b>46,3</b>

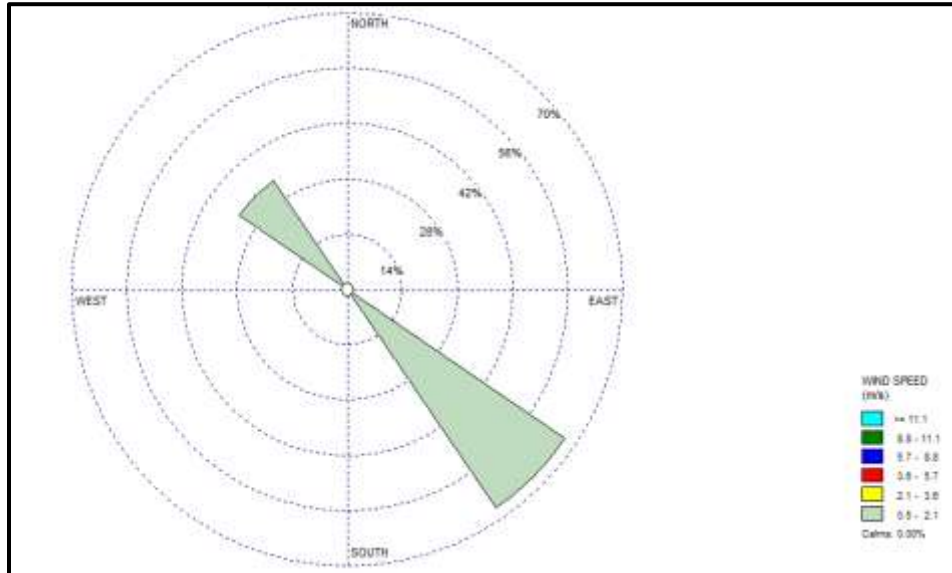
Nocturno	
L10	
Horario	Promedio
10:00 p.m. - 10:30 p.m.	51,2
10:30 p.m. - 11:30 p.m.	53,9
11:30 p.m. - 12:30 a.m.	53,2
12:30 a.m. - 1:30 a.m.	52
1:30 a.m. - 2:30 a.m.	50,8
2:30 a.m. - 3:30 a.m.	50,8
3:30 a.m. - 4:30 a.m.	49,9
4:30 a.m. - 5:59 a.m.	49,9
<b>Promedio</b>	<b>51,7</b>







Rosa de los vientos  
Punto 1



**PUNTO 2: VILLA ALONDRA, RESIDENCIA DEL SR. URBANO CASTILLO**

Diurno											
Leq											
Horario	Frecuencia en Hz										dBA
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	
9:00 a.m. - 10:00 a.m.	18,9	41,9	46,3	48,1	53	53	49,7	47,5	40	28,1	58,3
10:00 a.m. - 11:00 a.m.	18,9	41,9	46,5	48	52,7	53	49,6	47,4	39,9	28	58,2
11:00 a.m. - 12:00 m.d.	31,6	45,4	54,2	57,7	60,7	65,7	61,5	61,8	56,6	45,2	69,6
12:00 m.d. - 1:00 p.m.	31,6	45,4	54	57	60,6	65,7	61,7	61,9	56,7	45,3	69,6
1:00 p.m. - 2:00 p.m.	31,6	45,3	54,1	57,1	60,7	65,9	61,7	61,8	56,6	45,2	69,7
2:00 p.m. - 3:00 p.m.	31,6	45,3	54,2	57,1	60,8	64,8	65,9	61,7	56,7	45,3	70,4
3:00 p.m. - 4:00 p.m.	31,5	45,4	54,1	57,1	60,9	64,9	65,9	61,7	56,7	45,3	70,4
4:00 p.m. - 5:00 p.m.	19,9	31,6	33,3	39,8	48	49,9	49,4	56,6	66,5	32,2	67,1
5:00 p.m. - 6:00 p.m.	19,9	31,6	33,3	39,8	48	49,9	49,4	56,6	66,6	32,2	67,2
6:00 p.m. - 7:00 p.m.	20	31,7	32,5	40,2	48,8	49,5	48,6	59,1	69	35,4	69,5
7:00 p.m. - 8:00 p.m.	20	31,7	32,2	41,1	52,7	56,5	49,8	58,9	67,3	37,3	68,4
8:00 p.m. - 9:00 p.m.	19,5	31,1	32	41,3	58,9	59,5	53	59,3	66,1	37,5	68,3
9:00 p.m. - 9:59 p.m.	19,8	30,5	31,5	41,3	64,4	62,7	55,6	61,2	64,4	36,9	69,6
6:00 a.m. - 7:00 a.m.	31,4	40	42,9	48,1	55	56,7	55,3	52,5	44,1	28,2	61,5
7:00 a.m. - 8:00 a.m.	31,4	40	42,9	48,1	55	56,7	55,3	52,5	44,1	28,2	61,5
8:00 a.m. - 9:00 a.m.	31,4	40	42,9	48,1	55	56,7	55,3	52,5	44,1	28,2	61,5
<b>Promedio</b>	28,8	41,8	49,6	52,8	58,4	61,5	59,5	59,0	63,0	40,8	<b>67,8</b>

Nocturno											
Leq											
Horario	Frecuencia en Hz										dBA
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	
10:00 p.m. - 11:00 p.m.	18,1	30,4	29,6	40,8	66,8	62	53,9	63,4	47,2	29	69,5
11:00 p.m. - 12:00 m.n.	18,4	30,3	30,4	40,9	67,9	64,2	56,3	63,6	46,3	29	70,6
12:00 m.n. - 1:00 a.m.	18,6	30	30,4	40,9	68,8	64,4	56,4	63,5	46,3	29	71,2
1:00 a.m. - 2:00 a.m.	17,9	30,8	30,3	40,2	67,7	63,3	55,4	63	46	30,3	70,2
2:00 a.m. - 3:00 a.m.	18,1	33,4	32,3	40,2	66,7	62,4	54,5	62,5	45,7	30,1	69,3
3:00 a.m. - 4:00 a.m.	17,6	32,9	31,8	39,8	66,1	61,7	53,9	62	45,4	29,8	68,7
4:00 a.m. - 5:00 a.m.	17,2	32,3	31,3	39,3	65,4	61,1	53,3	61,3	45,1	29,4	68,0
5:00 a.m. - 5:59 a.m.	17	31,9	30,9	39	65	60,7	53,5	61,1	45,3	29,5	67,7
<b>Promedio</b>	17,9	31,7	31,0	40,2	67,0	62,7	54,8	62,6	46,0	29,5	<b>69,6</b>

Diurno											
Lmin											
Horario	Frecuencia en Hz										dBA
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	
9:00 a.m. - 10:00 a.m.	1,2	12,0	17,0	30,1	34,5	36,7	36,3	31,0	25,3	25,2	41,7
10:00 a.m. - 11:00 a.m.	1,2	12,0	17,0	29,3	34,1	37,9	36,2	31,0	25,3	25,3	42,0
11:00 a.m. - 12:00 m.d.	8,4	16,2	21,2	31,8	36,8	40,2	33,1	33,8	28,1	25,3	43,5
12:00 m.d. - 1:00 p.m.	8,4	15,2	21,2	31,7	36,7	40,0	33,9	33,9	28,2	25,2	43,5
1:00 p.m. - 2:00 p.m.	8,4	15,4	21,3	31,7	36,7	40,1	33,8	33,7	28,3	25,2	43,5
2:00 p.m. - 3:00 p.m.	8,4	15,4	21,3	31,7	36,7	41,7	40,1	33,9	28,2	25,3	45,4
3:00 p.m. - 4:00 p.m.	8,5	15,3	21,4	31,7	36,7	41,7	40,1	33,9	28,2	25,3	45,4
4:00 p.m. - 5:00 p.m.	9,9	23,1	22,1	31,1	35,4	41,5	39,4	39,6	42,6	25,3	47,5
5:00 p.m. - 6:00 p.m.	9,9	23,1	22,1	31,1	35,4	41,5	39,4	39,6	42,6	25,3	47,5
6:00 p.m. - 7:00 p.m.	9,2	23,1	22,1	31,1	35,4	41,1	38,8	39,6	42,6	25,3	47,3
7:00 p.m. - 8:00 p.m.	9,2	23,1	22,1	31,1	35,4	41,1	38,8	39,6	42,6	25,3	47,3
8:00 p.m. - 9:00 p.m.	8,5	20,6	22,1	31,1	35,4	41,1	38,8	39,6	42,6	25,3	47,3
9:00 p.m. - 9:59 p.m.	6,0	19,4	20,5	31,1	35,4	41,1	38,8	39,6	40,5	25,3	46,6
6:00 a.m. - 7:00 a.m.	7,5	29,8	22,2	31,1	35,0	41,0	39,4	33,0	31,3	25,1	44,8
7:00 a.m. - 8:00 a.m.	7,5	29,8	22,2	31,1	35,0	41,0	39,4	33,0	31,3	25,1	44,8
8:00 a.m. - 9:00 a.m.	7,5	29,8	22,2	31,1	35,0	41,0	39,4	33,0	31,3	25,1	44,8
<b>Promedio</b>	8,0	24,1	21,4	31,2	35,7	40,7	38,4	36,7	38,4	25,2	45,6

Nocturno											
Lmin											
Horario	Frecuencia en Hz										dBA
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	
10:00 p.m. - 11:00 p.m.	7,6	21,2	22,5	31,4	36,3	41,9	39,0	41,9	38,6	25,3	47,2
11:00 p.m. - 12:00 m.n.	7,6	21,2	22,5	31,3	36,3	41,9	39,0	40,6	35,7	25,3	46,5
12:00 m.n. - 1:00 a.m.	5,2	18,7	19,7	30,2	34,9	40,4	38,0	40,5	35,7	25,3	45,7
1:00 a.m. - 2:00 a.m.	4,5	18,7	19,6	30,2	34,8	40,4	38,0	40,5	35,7	25,3	45,7
2:00 a.m. - 3:00 a.m.	4,5	18,7	19,3	29,6	34,5	40,4	38,0	39,7	35,7	25,3	45,4
3:00 a.m. - 4:00 a.m.	2,9	14,4	17,4	29,6	34,5	40,4	38,0	39,1	35,7	25,3	45,2
4:00 a.m. - 5:00 a.m.	2,4	14,0	16,7	29,6	34,4	40,4	38,0	38,3	35,7	25,3	45,0
5:00 a.m. - 5:59 a.m.	2,3	14,0	16,7	29,6	34,1	40,4	38,0	38,1	35,7	25,3	45,0
<b>Promedio</b>	13,2	26,5	27,9	38,6	43,4	49,2	46,7	48,2	44,3	33,8	45,8

Diurno											
Lmax											
Horario	Frecuencia en Hz										Promedio
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	
9:00 a.m. - 10:00 a.m.	41,8	58,6	68,9	75,7	90,0	92,1	85,4	76,5	77,0	59,1	94,9
10:00 a.m. - 11:00 a.m.	41,8	58,5	69,1	75,5	89,0	92,0	85,3	76,4	77,1	59,0	94,6
11:00 a.m. - 12:00 m.d.	68,6	83,3	90,2	92,9	93,3	87,2	90,3	78,7	80,1	72,3	98,5
12:00 m.d. - 1:00 p.m.	68,7	83,4	90,3	92,9	93,2	87,4	90,0	78,8	80,0	72,6	98,5
1:00 p.m. - 2:00 p.m.	68,6	83,4	90,2	92,9	93,2	88,0	90,1	78,7	80,0	72,7	98,5
2:00 p.m. - 3:00 p.m.	68,6	83,4	90,2	92,9	93,2	89,7	90,0	78,9	80,1	72,9	98,7
3:00 p.m. - 4:00 p.m.	68,5	83,0	90,4	92,9	93,2	89,6	90,1	78,8	80,1	73,9	98,7
4:00 p.m. - 5:00 p.m.	38,8	46,3	59,2	68,1	71,7	74,7	75,3	76,4	77,0	46,3	82,5
5:00 p.m. - 6:00 p.m.	38,8	46,3	59,2	68,1	71,7	74,7	75,3	76,4	77,0	46,3	82,5
6:00 p.m. - 7:00 p.m.	41,2	49,5	59,2	68,1	72,9	74,7	75,3	76,7	77,5	48,0	82,9
7:00 p.m. - 8:00 p.m.	41,2	49,5	59,2	68,1	89,9	96,8	82,6	76,7	77,5	48,0	97,8
8:00 p.m. - 9:00 p.m.	41,2	49,5	59,2	68,1	94,6	96,8	84,1	76,9	77,5	48,0	99,1
9:00 p.m. - 9:59 p.m.	44,7	50,4	59,2	68,1	100,5	98,8	88,2	78,3	77,5	57,6	102,9
6:00 a.m. - 7:00 a.m.	50,0	56,7	67,7	75,9	85,0	87,7	83,6	76,3	68,8	56,4	90,9
7:00 a.m. - 8:00 a.m.	50,0	56,7	67,7	75,9	85,0	87,7	83,6	76,3	68,8	56,4	90,9
8:00 a.m. - 9:00 a.m.	50,0	56,7	67,7	75,9	85,0	87,7	83,6	76,3	68,8	56,4	90,9
<b>Promedio</b>	63,6	78,3	85,2	87,9	92,5	92,1	86,8	77,5	77,8	68,0	97,0

Nocturno											
Lmax											
Horario	Frecuencia en Hz										Promedio
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	
10:00 p.m. - 11:00 p.m.	28,5	41,5	47,4	68,5	95,8	91,4	83,3	78,2	59,1	49,9	97,4
11:00 p.m. - 12:00 m.n.	44,8	50,0	54,1	68,5	98,9	97,4	88,1	78,3	63,9	49,9	101,5
12:00 m.n. - 1:00 a.m.	44,8	50,0	57,2	70,3	98,9	97,4	88,1	78,9	63,9	52,8	101,5
1:00 a.m. - 2:00 a.m.	44,8	51,8	57,2	70,3	98,9	97,4	88,1	78,9	65,0	53,4	101,5
2:00 a.m. - 3:00 a.m.	44,8	52,2	57,2	70,3	98,9	97,4	88,1	78,9	65,0	53,4	101,5
3:00 a.m. - 4:00 a.m.	44,8	52,2	57,2	70,3	98,9	97,4	88,1	78,9	65,0	53,4	101,5
4:00 a.m. - 5:00 a.m.	44,8	52,2	57,2	70,3	98,9	97,4	88,1	78,9	65,0	53,4	101,5
5:00 a.m. - 5:59 a.m.	44,8	52,2	57,2	70,3	98,9	97,4	88,1	78,9	66,3	53,4	101,5
<b>Promedio</b>	44,2	51,1	56,4	69,9	98,6	97,0	87,7	78,7	64,5	52,7	<b>101,1</b>

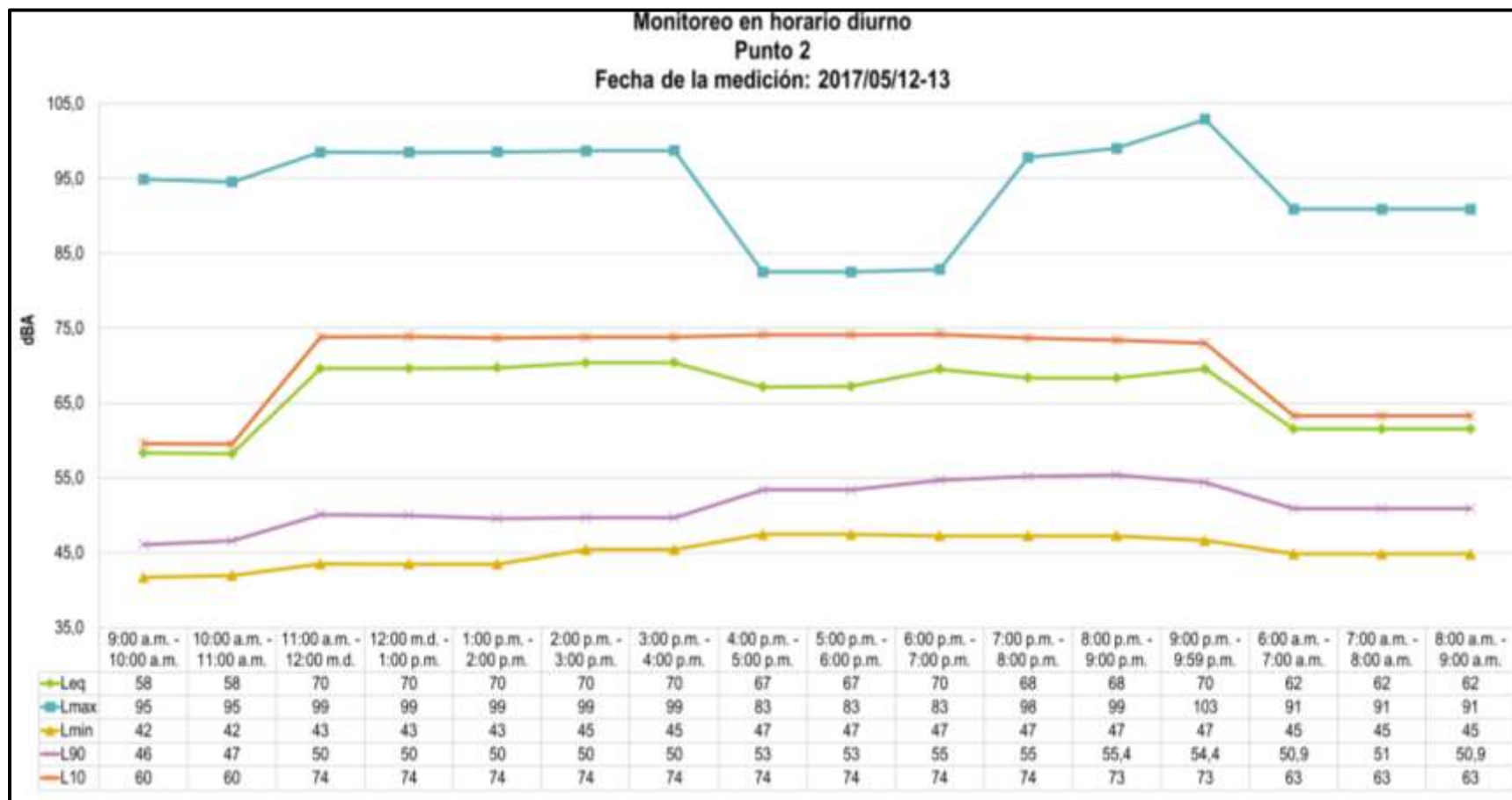
Diurno	
L90	
Horario	Promedio
9:00 a.m. - 10:00 a.m.	46,1
10:00 a.m. - 11:00 a.m.	46,6
11:00 a.m. - 12:00 m.d.	50,1
12:00 m.d. - 1:00 p.m.	50,0
1:00 p.m. - 2:00 p.m.	49,6
2:00 p.m. - 3:00 p.m.	49,7
3:00 p.m. - 4:00 p.m.	49,7
4:00 p.m. - 5:00 p.m.	53,4
5:00 p.m. - 6:00 p.m.	53,4
6:00 p.m. - 7:00 p.m.	54,7
7:00 p.m. - 8:00 p.m.	55,2
8:00 p.m. - 9:00 p.m.	55,4
9:00 p.m. - 9:59 p.m.	54,4
6:00 a.m. - 7:00 a.m.	50,9
7:00 a.m. - 8:00 a.m.	50,9
8:00 a.m. - 9:00 a.m.	50,9
<b>Promedio</b>	<b>52,1</b>

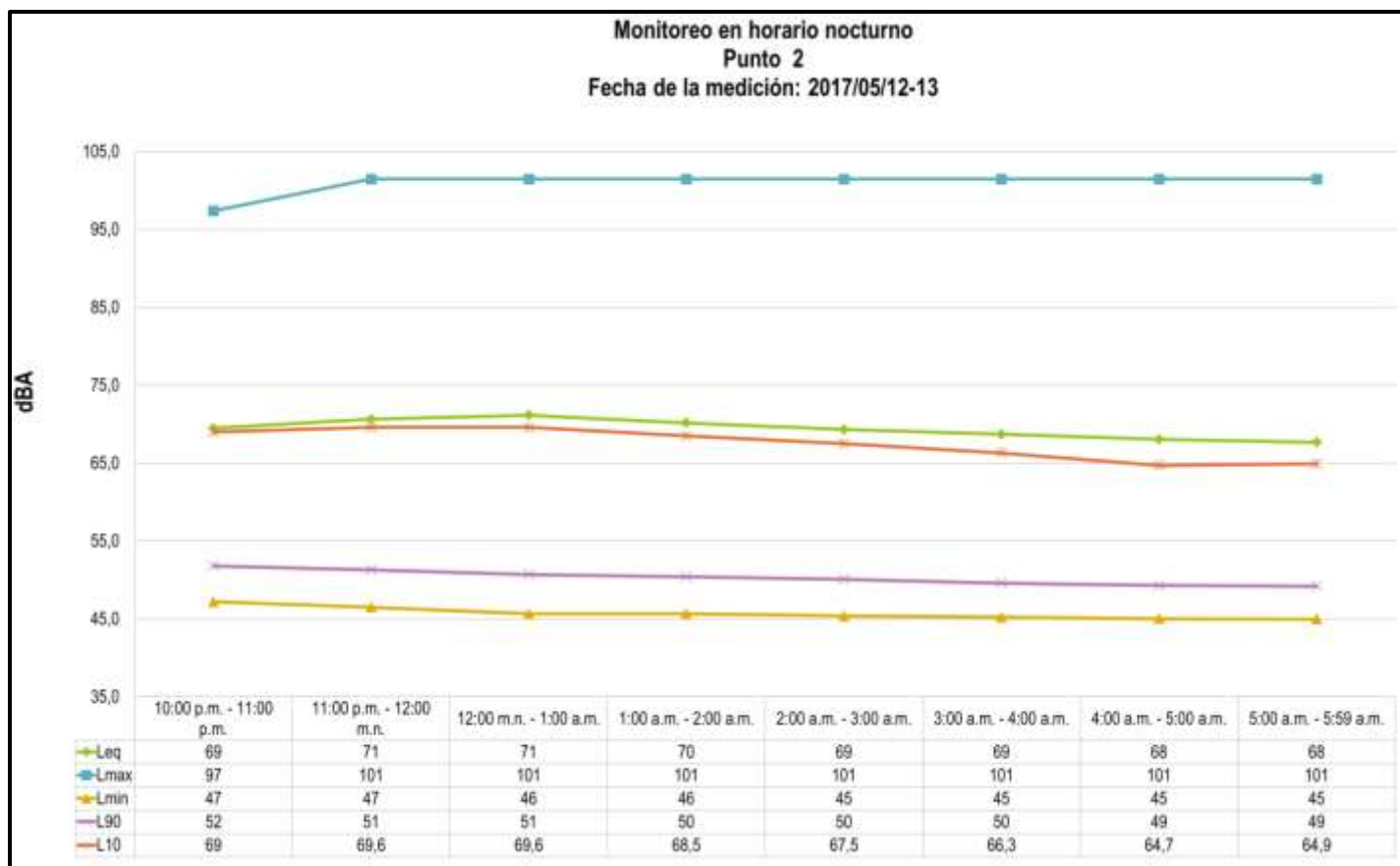
Diurno	
L10	
Horario	Promedio
9:00 a.m. - 10:00 a.m.	59,6
10:00 a.m. - 11:00 a.m.	59,5
11:00 a.m. - 12:00 m.d.	73,8
12:00 m.d. - 1:00 p.m.	73,9
1:00 p.m. - 2:00 p.m.	73,7
2:00 p.m. - 3:00 p.m.	73,8
3:00 p.m. - 4:00 p.m.	73,8
4:00 p.m. - 5:00 p.m.	74,1
5:00 p.m. - 6:00 p.m.	74,1
6:00 p.m. - 7:00 p.m.	74,2
7:00 p.m. - 8:00 p.m.	73,7
8:00 p.m. - 9:00 p.m.	73,4
9:00 p.m. - 9:59 p.m.	73,0
6:00 a.m. - 7:00 a.m.	63,3
7:00 a.m. - 8:00 a.m.	63,3
8:00 a.m. - 9:00 a.m.	63,3
<b>Promedio</b>	<b>72,3</b>



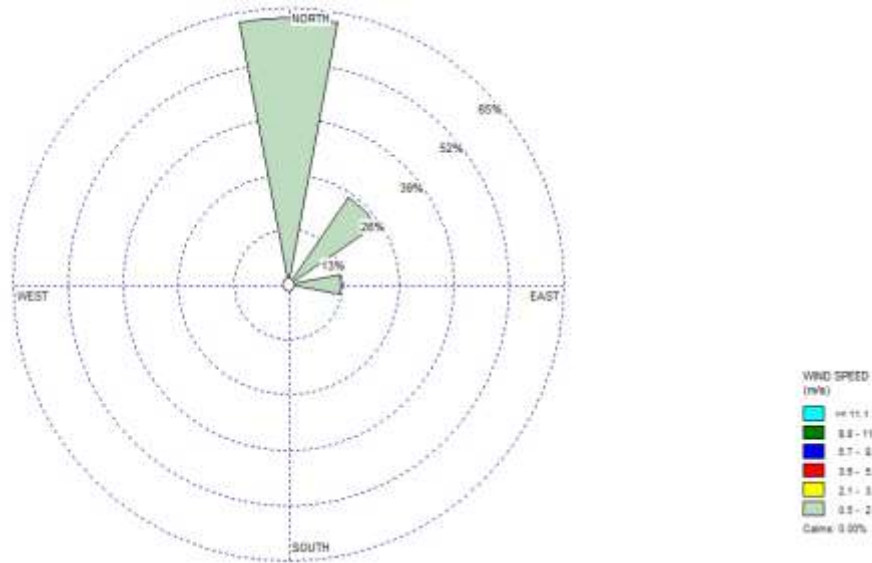
Nocturno	
L90	
Horario	Promedio
10:00 p.m. - 11:00 p.m.	51,8
11:00 p.m. - 12:00 m.n.	51,3
12:00 m.n. - 1:00 a.m.	50,7
1:00 a.m. - 2:00 a.m.	50,4
2:00 a.m. - 3:00 a.m.	50,1
3:00 a.m. - 4:00 a.m.	49,6
4:00 a.m. - 5:00 a.m.	49,3
5:00 a.m. - 5:59 a.m.	49,2
<b>Promedio</b>	<b>50,4</b>

Nocturno	
L10	
Horario	Promedio
10:00 p.m. - 11:00 p.m.	69,0
11:00 p.m. - 12:00 m.n.	69,6
12:00 m.n. - 1:00 a.m.	69,6
1:00 a.m. - 2:00 a.m.	68,5
2:00 a.m. - 3:00 a.m.	67,5
3:00 a.m. - 4:00 a.m.	66,3
4:00 a.m. - 5:00 a.m.	64,7
5:00 a.m. - 5:59 a.m.	64,9
<b>Promedio</b>	<b>67,9</b>





Rosa de los vientos  
Punto 2



## 5.3 ANEXO 3. CONDICIONES METEOROLÓGICAS

Punto 1 Puerto Pílon, residencia del Señor Alexis Murillo				
Horario	Humedad Relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Presión Barométrica (mmHg)	Temperatura (°C)
8:30 a.m. - 9:30 a.m.	68,4	0,6	755,6	30,4
9:30 a.m. - 10:30 a.m.	70,4	0,6	755,6	30,4
10:30 a.m. - 11:30 a.m.	88,3	0,6	755,6	29,4
11:30 a.m. - 12:30 p.m.	89,4	0,6	755,6	28,4
12:00 p.m. - 1:30 p.m.	92,0	0,6	755,6	26,0
1:30 p.m. - 2:30 p.m.	92,8	0,6	755,6	26,4
2:30 p.m. - 3:30 p.m.	93,2	0,6	755,6	27,4
3:30 p.m. - 4:30 p.m.	94,8	0,6	755,7	28,0
4:30 p.m. - 5:30 p.m.	95,0	0,6	755,7	25,2
5:30 p.m. - 6:30 p.m.	95,0	0,6	755,7	25,0
6:30 p.m. - 7:30 p.m.	95,0	0,6	755,7	25,1
7:30 p.m. - 8:30 p.m.	95,0	0,6	755,7	24,2
8:30 p.m. - 9:59 p.m.	95,0	0,6	756,7	25,0
10:00 p.m. - 10:30 p.m.	95,0	0,6	756,7	24,9
10:30 p.m. - 11:30 p.m.	95,0	0,6	757,0	24,9
11:30 p.m. - 12:30 a.m.	95,0	0,6	756,7	25,3
12:30 a.m. - 1:30 a.m.	95,0	0,6	756,5	29,0
1:30 a.m. - 2:30 a.m.	95,0	0,6	755,9	24,9
2:30 a.m. - 3:30 a.m.	95,0	0,6	755,3	24,7
3:30 a.m. - 4:30 a.m.	95,0	0,6	755,7	24,5
4:30 a.m. - 5:59 a.m.	95,0	0,6	755,4	24,4
6:00 a.m. - 6:30 a.m.	95,0	0,6	755,4	28,1
6:30 a.m. - 7:30 a.m.	92,0	0,6	755,4	29,4
7:30 a.m. - 8:30 a.m.	90,0	0,6	755,4	30,0

Punto 2 Villa Alondra, residencia del Sr. Urbano Castillo				
Horario	Humedad Relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Presión Barométrica (mmHg)	Temperatura (°C)
9:00 a.m. - 10:00 a.m.	68,4	0,6	755,6	30,4
10:00 a.m. - 11:00 a.m.	70,4	0,6	755,6	30,4
11:00 a.m. - 12:00 m.d.	88,3	0,6	755,6	29,4
12:00 m.d. - 1:00 p.m.	89,4	0,6	755,6	28,4
1:00 p.m. - 2:00 p.m.	92,0	0,6	755,6	26,0
2:00 p.m. - 3:00 p.m.	92,8	0,6	755,6	26,4
3:00 p.m. - 4:00 p.m.	93,2	0,6	755,6	27,4
4:00 p.m. - 5:00 p.m.	94,8	0,6	755,7	28,0
5:00 p.m. - 6:00 p.m.	95,0	0,6	755,7	25,2
6:00 p.m. - 7:00 p.m.	95,0	0,6	755,7	25,0
7:00 p.m. - 8:00 p.m.	95,0	0,6	755,7	25,1
8:00 p.m. - 9:00 p.m.	95,0	0,6	755,7	24,2
9:00 p.m. - 9:59 p.m.	95,0	0,6	756,7	25,0
10:00 p.m. - 11:00 p.m.	95,0	0,6	756,7	24,9
11:00 p.m. - 12:00 m.n.	95,0	0,6	757,0	24,9
12:00 m.n. - 1:00 a.m.	95,0	0,6	756,7	25,3
1:00 a.m. - 2:00 a.m.	95,0	0,6	756,5	29,0
2:00 a.m. - 3:00 a.m.	95,0	0,6	755,9	24,9
3:00 a.m. - 4:00 a.m.	95,0	0,6	755,3	24,7
4:00 a.m. - 5:00 a.m.	95,0	0,6	755,7	24,5
5:00 a.m. - 5:59 a.m.	95,0	0,6	755,4	24,4
6:00 a.m. - 7:00 a.m.	95,0	0,6	755,4	28,1
7:00 a.m. - 8:00 a.m.	92,0	0,6	755,4	29,4
8:00 a.m. - 9:00 a.m.	90,0	0,6	755,4	30,0

## 5.4 ANEXO 4. ESTIMACIONES DE APORTES Y ATENUACIÓN

### Aporte Fuente receptor 1:

- 115 dBW = 107 dBL (presión sonora) con un índice de directividad de 2.
- Nivel sonoro en el punto1: 36 dBL; atenuación por divergencia =  $107 - 36 = 71$  dBL

Ilustración A3-1: Output del modelo: cálculo de aporte por divergencia geométrica

**Noise Calculator - Point Source Model** < Back

**Source 1**

Q (De) Use universal? ☐ or ☐ 2 ☐ 3 dB

Location	A	B
Distance (m)	1 m	3500 m
Sound Pressure Level $L_p$ (dB)	107 dB	36 dB
Sound Power Level $L_w$ (dB)	115 dB	115 dB

**Universal Settings**

Source directivity Q (and corresponding  $D_e$ )

1 = whole (e.g. above soft ground)  
 2 = half (e.g. above hard ground) ☐ 1 ☐ 0 dB  
 4 = quarter (e.g. above hard ground on a wall)  
 8 = eighth space (e.g. in the corner of a room)

Receiver = Façade Level? (+3dB) ☐ N ☐ 0 dB

- Atenuación por absorción: 10,85 dBL

Ilustración A3-2: Output del modelo: cálculo de atenuación por absorción

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Nivel medido (dBA)				107,0				
$\alpha$				3,1				
Atenuación aire dB				10,85				
Nivel atenuado (dBA)				96,2				

Temperatura °C	Humedad Relativa %	Coeficiente de absorción atmosférica $\alpha$ [dB/km]								
		Frecuencia central nominal [Hz]								
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
10	70	0,1	0,4	1,0	1,9	3,7	9,7	32,8	117	
20	70	0,1	0,3	1,1	2,8	5,0	9,0	22,9	76,6	
30	70	0,1	0,3	1,0	3,1	7,4	12,7	23,1	59,3	
15	20	0,3	0,6	1,2	2,7	8,2	28,2	88,8	202	
15	50	0,1	0,5	1,2	2,2	4,2	10,8	36,2	129	
15	80	0,1	0,3	1,1	2,4	4,1	8,3	23,7	82,8	

- Atenuación por suelo: 4,7 dBL

Ilustración A3-3: Output del modelo: cálculo de atenuación por suelo

$A_{suelo} = 4,7$  dB

Nivel medido (dBA)				107,0					
Atenuación suelo dB				4,7					
Nivel atenuado (dBA)				102,3					102,3 dBA

Nota: los valores negativos se reemplazan por cero

- Atenuación por vegetación: 8,0 dBL

Ilustración A3-4: Output del modelo: cálculo de atenuación por vegetación

#### Atenuación por vegetación

Por metro de barrera arbórea, hasta un máximo de 200m

Ancho barrera (m) = 200

	Frecuencias en octavas de banda							
	31,5	63	125	500	1000	2000	4000	8000
$A_{veget}$				0,04				
$L_{eq}$				107,0				
$A_{veget(past)}$				8				
Nivel atenuado				99,0				



Análisis de los valores de atenuación:

Parámetro	Atenuación (dBL)
Divergencia geométrica	71
Absorción del aire	11
Suelo	5
Vegetación	8
Misceláneos	0
Total	95
Aporte	12
Aporte dBA	8,7
Nivel atenuado (dBA) diurno	60,0
Nivel atenuado (dBA) Nocturno	49,1

Nota: El aporte se calcula restando el nivel sonoro aportado por la fuente del nivel sonoro equivalente en el receptor:

Leq diurno con aporte =  $10 \log_{10}(10^{(60/10)} - 10^{(0,87/10)}) = 60,0$  dBA (igual al nivel actual)


Leq nocturno con aporte =  $10 \log_{10}(10^{(4,91/10)} - 10^{(0,87/10)}) = 49,1$  dBA (igual al nivel actual)

#### Aporte Fuente receptor 2:

- 115 dBW = 107 dBL (presión sonora) con un índice de directividad de 2.
- Nivel sonoro en el punto1: 41 dBL; atenuación por divergencia =  $107 - 41 = 66,0$  dBL

Ilustración A3-5: Output del modelo: cálculo de aporte por divergencia geométrica

? help

**Source 2**


Q (De) Use universal? ☐ or   dB

**Location**

C D

Distance (m)  m  m

Sound Pressure Level  $L_p$  (dB)  dB  dB

Sound Power Level  $L_w$  (dB)  dB  dB

**Combining Sources**

Sources	Location	On time	Leq
Source 1 <input type="checkbox"/>	A <input type="text" value="A"/>	<input type="text" value="100"/> %	<input type="text" value=""/> dB
Source 2 <input type="checkbox"/>	C <input type="text" value="C"/>	<input type="text" value="100"/> %	<input type="text" value=""/> dB
Source 3 <input type="checkbox"/>	E <input type="text" value="E"/>	<input type="text" value="100"/> %	<input type="text" value=""/> dB
Total Leq			<input type="text" value=""/> dB

- Atenuación por absorción: 6,2 dBL

Ilustración A3-6: Output del modelo: cálculo de atenuación por absorción

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Nivel medido (dBA)				107,0				
$\alpha$				4,1				
Atenuación aire dB				2,0				
Nivel atenuado (dBA)				105,0				

		Coeficiente de absorción atmosférica $\alpha$ [dB/km]								
Temperatura	Humedad Relativa	Frecuencia central nominal [Hz]								
°C	%	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	9000
10	70	0,1	0,4	1,0	1,0	3,7	9,7	32,8	117	
20	70	0,1	0,3	1,1	2,8	5,0	9,0	22,9	76,6	
30	70	0,1	0,3	1,0	3,1	7,4	12,7	23,1	99,3	
15	30	0,3	0,6	1,3	2,7	8,2	28,2	88,8	292	
15	50	0,1	0,5	1,2	2,2	4,2	10,8	26,2	129	
15	80	0,1	0,3	1,1	2,4	4,1	8,3	23,7	82,8	

- Atenuación por suelo: 4,6 dBL

Ilustración A3-7: Output del modelo: cálculo de atenuación por suelo

$$A_{\text{suelo}} = 4,6 \text{ dB}$$

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Nivel medido (dBA)				107,0				
Atenuación suelo dB				4,6				
Nivel atenuado (dBA)				102,4				95,0

Nota: los valores negativos se reemplazan por ceros

- Atenuación por vegetación: 8,0 dBL

Ilustración A3-4: Output del modelo: cálculo de atenuación por vegetación

Por metro de barrera arbórea, hasta un máximo de 200m

Ancho barrera (m) = 200

	Frecuencias en octavas de banda							
	31,5	63	125	500	1000	2000	4000	8000
$A_{\text{veget}}$				0,04				
$L_{\text{dBA}}$				107,0				
$A_{\text{veget (real)}}$				8				
Nivel atenuado				99,0				

Análisis de los valores de atenuación:

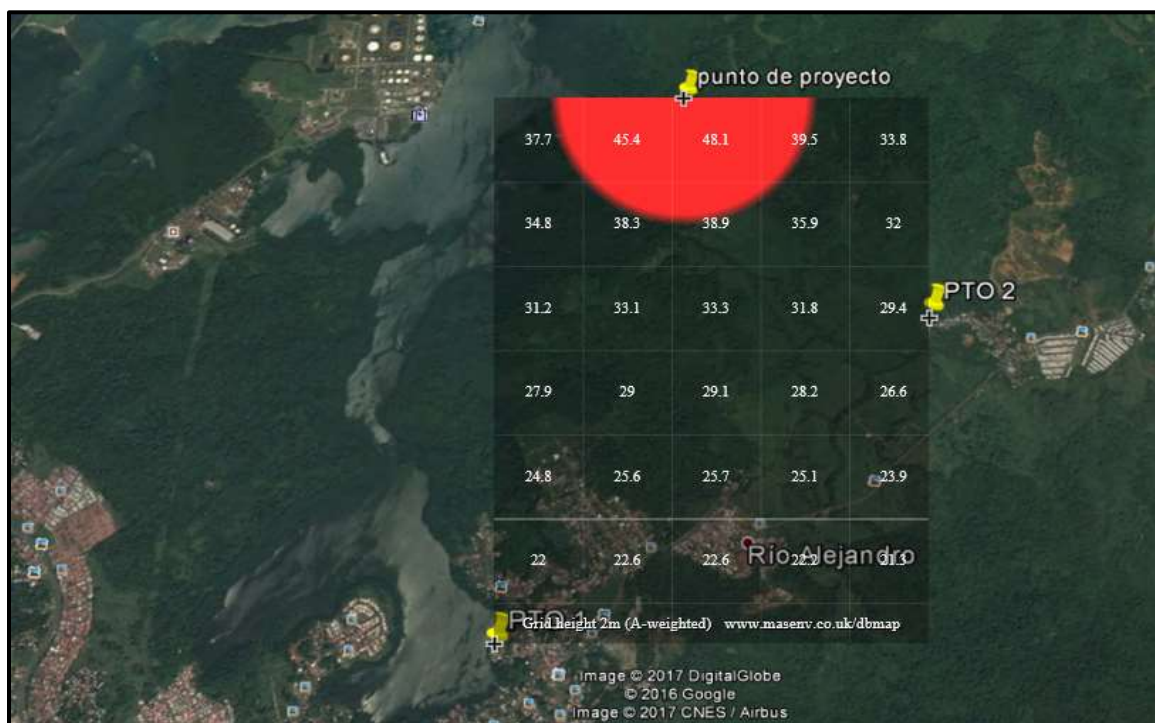
Parámetro	Atenuación (dBL)
Divergencia geométrica	66
Absorción del aire	6
Suelo	5
Vegetación	8
Misceláneos	0
Total	85
Aporte	22
Aporte dBA	18,7
Nivel atenuado (dBA) diurno	67,8
Nivel atenuado (dBA) Nocturno	69,6

Nota: El aporte se calcula restando el nivel sonoro aportado por la fuente del nivel sonoro equivalente en el receptor:

Leq diurno con aporte =  $10 \times \log_{10}(10^{\frac{67,8}{10}} - 10^{\frac{18,7}{10}}) = 67,8$  dBA (igual al nivel actual)

Leq nocturno con aporte =  $10 \times \log_{10}(10^{\frac{69,6}{10}} - 10^{\frac{18,7}{10}}) = 69,6$  dBA (igual al nivel actual)

## 5.5 ANEXO 5. RESULTADO DE LA MODELACIÓN: ISOLÍNEAS DE RUIDO



**Nota:** fuera del área de 40 dB, el aporte es insignificante.

## 5.6 ANEXO 6. VALORES GUÍAS PARA EL RUIDO URBANO EN AMBIENTES ESPECÍFICOS

Norma aplicable	
<p>1. Decreto Ejecutivo No. 1 del 15 de enero de 2004 del Ministerio de Salud, por el cual se determina los niveles de ruido, para las áreas residenciales e industriales</p> <p>2. Decreto Ejecutivo No. 306 del 4 de septiembre de 2002 del Ministerio de Salud, por el cual adopta el reglamento para el control de los ruidos en espacios públicos, áreas residenciales o de habitación, así como en ambientes laborales</p>	
<b>Límites máximos</b>	<p>1. Según Decreto Ejecutivo No.1 de 2004:</p> <p>Diurno: 60 dBA (de 6:00 a.m. hasta 9:59 p.m.)</p> <p>Nocturno: 50 dBA (de 10:00 p.m. hasta 5:59 a.m.)</p> <p>2. Según Decreto Ejecutivo No.306 de 2002:</p> <p><u>Artículo 9:</u> Cuando el ruido de fondo o ambiental en las fábricas, industrias, talleres, almacenes, o cualquier otro establecimiento o actividad permanente que genere ruido, supere los niveles sonoros mínimos de este reglamento se evaluara así:</p> <p><i>Para áreas residenciales o vecinas a estas, no se podrá elevar el ruido de fondo o ambiental de la zona.</i></p> <p><i>Para áreas industriales y comerciales, sin perjuicio de residencias, se permitirá solo un aumento de 3 dB en la escala A sobre el ruido de fondo o ambiental.</i></p> <p><i>Para áreas públicas, sin perjuicio de residencias, se permitirá un incremento de 5 dB, en la escala A. sobre el ruido de fondo o ambiental.</i></p>

## 5.7 ANEXO 7. FOTOS DE LAS MEDICIONES



Punto 1: Puerto Pílon, residencia del Señor Alexis Murillo

Ubicación	632095 m E
	1035305 m N
Altura, msnm	2



Punto 2: Villa Alondra, residencia del Sr. Urbano Castillo

Ubicación	633343 m E
	1038076 m N
Altura, msnm	22



## 5.8 ANEXO 8. CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN

**Grupo 7/5**

**PT02-03 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN v.2**  
Certificado No: 284-16-072 v.1

<b>Datos de referencia</b>	
Cliente: EnviroLab	Fecha de Recibo: 03-oct-2016
Equipo: Sonómetro SoundPro SE-1-1/1	Fecha de Emisión: 04-oct-2016
Fabricante: 3M	Fecha de expiración: 04-oct-2017
Número de Serie: 80810002	

<b>Condiciones de Prueba</b>	<b>Condiciones del Equipo</b>
Temperatura: 23.1°C ± 0.1°C	Antes de calibración: Si Cumple
Humedad: 55% ± 5%	Después de calibración: Si Cumple
Presión Barométrica: 1013mba ± 1013mba	

Regulador Aplicable: IEC61672-1-2002  
Procedimiento de Calibración: SCLC-PT02

**Estándares de Referencia**

Número de Identificación	Dispositivos	Última Calibración	Fecha de Expiración
2512936	Resistencia B & K	17-dic-15	17-dic-16
KZF015001	Calibrador de sonda QUEST	02-jun-16	02-jun-17
808060002	Sonómetro SE-1	30-mar-16	30-mar-17


Calibrado por: Enrique Cedeño B Fecha: 04-oct-16  
Nombre: Enrique Cedeño B Firma del Técnico de Calibración

Revisado / Aprobado por: Ing. Eulalia Espinoza Fecha: 04-oct-16  
Nombre: Ing. Eulalia Espinoza Firma del Supervisor Técnico de Laboratorio

Este reporte certifica que todos los equipos de calibración están en la precisión trazable al NIST y calibrados conforme a las normas internacionales.  
Este reporte es válido en representación de la totalidad y propiedad de los equipos de Grupo 7/5.

Ubicación: Reparto de Chiriquí, Calle 11 y Calle 14 - Local 145, Puntón, Costa Rica  
Tel: (2057) 221-2253, 223-7500 Fax: (2057) 224-6987  
Apellidos: Ponce 0843-01133 Rep: de Puntón  
E-mail: calibracion@grupoo75.com





**PT02-03 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN v.2**

Certificado No: 204-18-072-x.1

(K) indica que se encuentra fuera del margen de tolerancia

Pruebas realizadas variando la intensidad sonora

Frecuencia	Nominal	Margen Inferior	Margen Superior	Recibido	Entregado	Error	Unidad
1 kHz	90.0	89.5	90.5	90.4	90.2	0.2	dB
1 kHz	100.0	99.5	100.5	100.2	100.2	0.0	dB
1 kHz	110.0	109.5	110.5	110.2	110.1	0.1	dB
1 kHz	114.0	113.5	114.5	114.1	114.0	0.0	dB
1 kHz	120.0	119.5	120.5	119.1	120	0.0	dB

Pruebas realizadas variando la frecuencia a una intensidad sonora de 114.0 dB

Frecuencia	Nominal	Margen Inferior	Margen Superior	Recibido	Entregado	Error	Unidad
125 Hz	97.8	96.9	98.5	97.8	97.7	-0.2	dB
250 Hz	105.4	104.4	106.4	105.3	105.5	0.1	dB
500 Hz	110.8	109.8	111.8	111	110.8	0.1	dB
1 kHz	114.0	113.8	114.2	114.1	114.0	0.0	dB
2 kHz	118.2	114.2	118.2	114.5	114.3	-0.8	dB

Pruebas realizadas para octava de banda


Frecuencia	Nominal	Margen Inferior	Margen Superior	Recibido	Entregado	Error	Unidad
16 Hz	114.0	113.8	114.2	113.8	113.8	-0.2	dB
31.5 Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	113.9	-0.1	dB
63 Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	0.0	dB
125 Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	0.0	dB
250 Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	0.0	dB
500 Hz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	0.0	dB
1 kHz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	0.0	dB
2 kHz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	0.0	dB
4 kHz	114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	0.0	dB
8 kHz	114.0	113.8	114.2	114.0	113.9	-0.1	dB
16 kHz	114.0	113.8	114.2	113.8	113.8	-0.2	dB

**Fin del Certificado**

Este modelo certifica que todos los equipos de calibración sometidos al programa de inspección por el presente han sido calibrados de acuerdo a las normas técnicas vigentes para el sector de calibración de sonido.

Este modelo no debe ser reproducido en su totalidad o parcialmente en ningún otro medio de comunicación.

Operación: Reporte de Calibración, Calle A y Calle 11 - Local 105 Pinar del Río  
Tel: (907) 224 2243, 329 7500 Fax: (907) 224 8897  
Apertura Postal 0943-01131 Pinar del Río  
E-mail: calibraciones@grupo-its.com



**PT02-02 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN v.2**

Certificado No: 294-17-113-v.2

<b>Datos de referencia</b>	
Cliente: EnviroLab	Fecha de Recibido: 14-mar-2017
Equipo: Sónometro Sound Pro SP DL-1-123	Fecha de Emisión: 15-mar-2017
Fabricante: 3M	Fecha de Vencimiento: 15-mar-18
Número de Serie: 8L0000008	

<b>Condiciones de Prueba</b>	<b>Condiciones del Equipo</b>
Temperatura: 23.1°C a 23.3°C	Antes de calibración: Si Cumple
Humedad: 47% a 47%	Después de calibración: Si Cumple
Presión Barométrica: 1013mb a 1013mb	

Requisito Aplicable: IEC61672-1-2002

Procedimiento de Calibración: SOLC-PT02

**Estándares de Referencia**

Número de Identificación	Dispositivo	Última Calibración	Fecha de Expiración
42FD70002	Quem Cal	20-sep-16	20-sep-17
25-2956	Sierras H & K	25-ene-17	25-ene-18
39634	Generador de Frecuencias	05-feb-17	05-feb-18

Calibrado por: Enrique Cedeño B. Fecha: 15-mar-2017

Nombre: [Firma] Firma del Técnico de Calibración

Revisado / Aprobado por: Eng. Juan Torres Fecha: 15-mar-2017

Nombre: [Firma] Firma del Supervisor Técnico de Laboratorio

Este reporte certifica que todos los equipos de laboratorio usados en la prueba son calibrados al NIST y calibrados solamente para el equipo destinado a ello.  
Este reporte no debe ser reproducido sin la autorización y consentimiento del aprobador escrito del Grupo 77S

Laboratorio Resuelto de Chiriquí, Calle A y Calle H - Local 143 Planta Baja  
Tel.: (507) 221-0281, 225-7888 Fax: (507) 224-8087  
Avenida Petrol 2943-21123 Rep. de Panamá  
E-mail: calibraciones@grupo77s.com



**PT02-02 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN v.2**

Certificado No: 254-17-113-u.0

Nominal	Margen Inferior	Margen Superior	Recibido	Entregado	Error	Unidad
90.0	89.5	90.5	89.7	90.1	0.1	dB
100.0	99.5	100.5	99.7	100.1	0.1	dB
110.0	109.5	110.5	109.9	110.1	0.1	dB
114.0	113.8	114.2	113.9	114.0	0.0	dB
120.0	119.5	120.5	119.6	120.0	0.0	dB


Nominal	Margen Inferior	Margen Superior	Recibido	Entregado	Error	Unidad
97.9	98.5	98.9	97.8	97.9	0.0	dB
105.4	104.4	106.4	105.3	105.4	0.0	dB
110.8	109.8	111.8	110.8	110.8	0.0	dB
114.0	113.8	114.2	113.9	114.0	0.0	dB
115.2	114.2	116.2	114.4	115.1	-0.1	dB

2

Nominal	Margen Inferior	Margen Superior	Recibido	Entregado	Error	Unidad
114.0	113.8	114.2	113.8	113.9	-0.1	dB
114.0	113.8	114.2	113.8	113.9	-0.1	dB
114.0	113.8	114.2	113.9	114.0	0.0	dB
114.0	113.8	114.2	113.9	114.0	0.0	dB
114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	0.0	dB
114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	0.0	dB
114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	0.0	dB
114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	0.0	dB
114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	0.0	dB
114.0	113.8	114.2	114.0	114.0	0.0	dB
114.0	113.8	114.2	113.9	113.9	-0.1	dB

Este reporte certifica que todos los equipos de calibración usados en la prueba son trazables al NIST, y fueron calibrados para el equipo certificado antes.  
Este reporte no debe ser reproducido sin la licencia y consentimiento escrito de Grupo ITS.

Ubicación: Reparto de Chove, Calle A y Calle H - Local 145 Plaza Baja  
Tel: (507) 321-3232, 323-7500 Fax: (507) 324-8287  
Apartado Postal 9943-01133 Rep. de Panamá  
E-mail: calibraciones@grupoit.com



**PT09-02 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN v.2**

Certificado No: 284-16-104-v.1

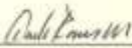
<b>Datos de referencia</b>		
Cliente:	EnviroLab	Fecha de Recibido: 29-nov-16
Equipo:	Calibrador QC-20	Fecha de Emisión: 29-nov-16
Fabricante:	Quest Technologies	Fecha de Expiración: 29-nov-17
Número de Serie:	QC1 020009	


<b>Condiciones de Prueba</b>	<b>Condiciones del Equipo</b>
Temperatura: 23.8 °C a 23.2 °C	Antes de calibración: Cumple
Humedad: 55 % a 56 %	Después de calibración: Cumple
Presión Barométrica: 1012mb	

Requisito Aplicable: ANSI S1.40-1984

Procedimiento de Calibración: SGLC-PT09

<b>Estándar(es) de Referencia</b>			
Número de Identificación	Dispositivo	Última Calibración	Fecha de Expiración
BC1060002	Sonómetro 1	30-mar-16	30-mar-17
9203004	Multímetro Fluke 45	06-oct-16	06-oct-17

Calibrado por: Daniel Ramos  Fecha: 29-nov-16  
Firma del Técnico de Calibración

Revisado / Aprobado por: Ing. Juan Icaza  Fecha: 29-nov-16  
Firma del Supervisor Técnico de Calibraciones

Este reporte certifica que todos los equipos de calibración usados en la prueba son trazables al NIST, y aplican solamente para el equipo identificado arriba.  
Este reporte no debe ser reproducido en su totalidad o parcialmente sin la aprobación escrita de Grupo ITS.

Urbanización Respeto de Charca, Calle A y Calle H - Local 145 Punta Laja  
Tel.: (507) 221-2253, 323-7500 Fax: (507) 224-8687  
Apartado Postal 0843-01153 Rep. de Panamá  
Email: calibraciones@grupo-its.com



**PT09-02 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN v.2**

Certificado No: 254-16-104-e.1

(A) Indica que se encuentra fuera del margen de tolerancia

**Prueba de VAC**

Frecuencia	Nominal	Margen Inferior	Margen Superior	Recibido	Entregado	Error	Unidad
1 KHz	1000	990	1010	0.999	1.0003	0.0003	V

**Prueba acústica**

Frecuencia	Nominal	Margen Inferior	Margen Superior	Recibido	Entregado	Error	Unidad
1 KHz	114.0	114.0	114.2	114.1	114.0	0.0	dB

**Prueba de frecuencia**

Frecuencia	Nominal	Margen Inferior	Margen Superior	Recibido	Entregado	Error	Unidad
1000	1000	975	1025	996.0	1.0	0.0	Hz

**Fin del Certificado**

Este reporte verifica con todos los requisitos de calibración cuando en la prueba son tomadas a 100% y aplican solamente para el equipo identificado arriba.  
Este reporte no debe ser reproducido en su totalidad o parcialmente sin la aprobación escrita de Grupo ITS

Ubicación: Reparto de Charrá, Calle A y Calle H - Local 145 Planta Baja  
Tel.: (507) 221-2259, 225-7900 Fax: (507) 224-8087  
Apartado Postal 0843-01133 Rep. de Panamá  
E-mail: calibraciones@grupo-its.com

**Grupo ITS**

**PT09-02 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN v.2**  
Certificado No: 284-17-129 v.5

<b>Datos de referencia</b>	
Cliente: EnviroLab	Fecha de Recibo: 14-mar-2017
Equipo: AC-300	Fecha de Emisión: 15-mar-2017
Fabricante: 3M	Fecha de Expiración: 15-mar-2018
Número de Serie: AC30007221	

<b>Condiciones de Prueba</b>	<b>Condiciones del Equipo</b>
Temperatura: 23.1°C a 23.3°C	Antes de calibración: Si Cumple
Humedad: 47% a 47%	Después de calibración: Si Cumple
Presión: 1013mb a 1013mb	

Requisito Aplicable: ANSI S1.43-1984  
Procedimiento de Calibración: SOLC-PT09

**Estándares de Referencia**

Número de identificación	Dispositivo	Última Calibración	Fecha de Expiración
057-027	AC300 CALL	n/a	n/a

Calibrado por: Ezequiel Cedeño B. Fecha: 14-mar-2017  
Nombre: Ezequiel Cedeño B. Firma del Técnico de Calibración

Revisado / Aprobado por: Juan Antonio Fecha: 14-mar-2017  
Nombre: Juan Antonio Firma del Supervisor Técnico de Calibraciones

Este reporte certifica que el equipo de medición de calibración cumple en su precisión los requisitos de ISO 17025, y que el personal que calibra el equipo está certificado en ello.  
Este reporte se otorga en representación de los métodos y procedimientos de la organización de Grupo ITS.

Urbanización Reparto de Chorro, Calle A y Calle H - Local 145 Pinar del  
Tel: (047) 524-2255, 225-7502 Fax: (047) 524-8087  
Avenida Pinar del Sur 10115 Rep. de Pinar  
Email: laboratorio@grupo-its.com

  
**PT09-02 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN v.2**  
 Certificado No: 284-17-126-v-2

(A) Indica que se encuentra fuera del margen de tolerancia

**Prueba de VAC**

Frecuencia	Nominal	Margen Inferior	Margen Superior	Recibido	Entregado	Error	Unidad
1 kHz	1000	960	1040	N/A	N/A	N/A	V

**Prueba acústica**

Frecuencia	Nominal	Margen Inferior	Margen Superior	Recibido	Entregado	Error	Unidad
1 kHz	114.0	114.0	114.2	114.1	114.0	0.0	Db

**Prueba de frecuencia**

Frecuencia	Nominal	Margen Inferior	Margen Superior	Recibido	Entregado	Error	Unidad
1000	1000	975	1025	N/A	N/A	N/A	Hz

Fin del Certificado

Este reporte certifica que todos los equipos de laboratorio utilizados en el proceso de medición al 100% y están calibrados para el equipo certificado según  
 las normas de calidad en conformidad con los estándares internacionales de la acreditación ISO 17025
   
 Organización: Repetto de Chiriquí, Calle A y Calle H - Local 145 - Puntón, Costa Rica  
 Tel: (507) 221-2233, 223-7500 Fax: (507) 224-8087  
 Apellido: Pineda, S443-01132 Reg. de Panamá  
 E-mail: calibraciones@grupo-its.com

## 5.9 ANEXO 9. GLOSARIO

- **Ruido continuo o estable:** de banda ancha y nivel prácticamente constante que presenta fluctuaciones de  $\pm 5$  dB durante el periodo de medición.
- **Ruido intermitente:** en el que se producen caídas bruscas hasta el nivel ambiental de forma intermitente, volviéndose a alcanzar el nivel superior fijo. El nivel superior debe mantenerse por más de 1 segundo antes de producirse una nueva caída.
- **Ruido intermitente variable:** está constituido por una sucesión de distintos niveles de ruidos estables.
- **Ruido fluctuante:** durante la observación, este ruido varía continuamente sin apreciarse estabilidad.
- **Ruido de impacto:** se caracteriza por una elevación brusca de ruido en un tiempo inferior a 35 milisegundos y una duración total de menos de 500 milisegundos. El tiempo transcurrido entre crestas ha de ser igual o superior a 1 segundo.
- **Frecuencia:** número de variaciones de presión en un segundo y su unidad de medida es el Hercio (Hz); se expresa en unidades de  $s^{-1}$ . La frecuencia determina el tono grave ó agudo de un sonido. El oído humano es capaz de reconocer sonidos comprendidos en un rango de frecuencia limitado entre
- **Decibel:** La expresión de una magnitud en dB no tiene unidades ya que se trata de una relación y, en este caso, nos referimos no a una magnitud sino a su *nivel* (L)<sup>2</sup>. Dicha expresión no tiene valor, a menos que se especifique el valor de la magnitud tomada como referencia. Con base en lo anterior, se obtienen las expresiones para las magnitudes fundamentales en el campo de la acústica<sup>3</sup>.
- **Presión sonora:** El nivel de presión sonora se define como 20 veces la relación logarítmica de la presión sonora eficaz respecto a una presión de referencia  $P_0$ , de valor  $20 \times 10^{-6}$  Pa, obtenida mediante una ponderación normalizada de frecuencias y una ponderación exponencial normalizada de tiempos (en dB).
- **Ponderación:** La ponderación del ruido se refiere a los filtros de respuesta en frecuencia que cubren el rango de frecuencias del oído humano (20 Hz a 20 kHz). Se derivan de la percepción de volumen de los tonos puros por parte del oído humano a partir de las curvas de *Fletcher y Munson* en los años 1930. Las curvas se caracterizaron por una percepción de igual volumen en tonos puros de frecuencias variables. Posteriormente, ISO actualizó las curvas y las publicó en la norma ISO 226:1987.
- **Tasa de intercambio o duplicación del ruido:** La tasa de cambio o duplicación del ruido se refiere a cómo la energía acústica es promediada durante el tiempo. Usando la escala de decibeles, cada vez que la energía acústica se duplica, el nivel medido se incrementa 3 dB. La tasa de cambio de 3dB se utiliza en la medición del ruido ambiental.

---

<sup>2</sup> L del inglés *Level* (nivel)

<sup>3</sup> Tomado de la norma ISO 1683:2008



- **Nivel sonoro equivalente,  $L_{Aeq,T}$ :** nivel equivalente de la energía promedio del sonido con ponderación A en un período T. Los niveles equivalentes se miden en ponderación "A"; se usan únicamente cuando la tasa de duplicación se fija en 3 dB; y sin umbral.

Matemáticamente:

$$L_{eq,T} = 10 \log \frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} \left( \frac{p(t_n)}{p_o} \right)^2 dt$$

- **Niveles Percentiles:** representan el por ciento del tiempo de ejecución que transcurrió en, o por encima del nivel en dB correspondiente. Por ejemplo, un nivel percentil 90 ( $L_{90}$ ) de 73 dBA significa que para un 90% del tiempo de ejecución, el nivel sonoro fue igual o superior a 73 dBA.
- **Ruido ambiental:** ruido producido por todas las fuentes combinadas: industrias, tráfico, animales, fuentes naturales, etc. (ruido de inmisión).
- **Ruido residual:** ruido ambiental sin la fuente específica de ruido. Es el ruido que permanece en un punto cuando se elimina la fuente emisora.
- **Ruido de fondo:** no debe confundirse con el ruido residual; se refiere al nivel medido cuando la fuente de emisora de ruido no es audible. Se le conoce como  $L_{A90}$  (nivel excedido el 90% del tiempo de medición). Este término no se usa en ISO 1996.
- **Radio de curvatura de la propagación del sonido ( $R$ ):** radio aproximando la curvatura de la propagación debido a la refracción atmosférica. Se expresa en kilómetros.

## 5.10 ANEXO 10. BIBLIOGRAFÍA

- 
- AIHA. (2003). *The Noise Manual*. Fairfax, Virginia, Estados Unidos de América: AIHA Press.
- Behar, A. (1994). *El Ruido y su Control*. México DF, México: Editorial Trillas.
- Burton, J. (2002). *Burton Field Guide for Industrial Hygiene*. Fairfax, Estados Unidos de América: AIHA.
- Falagán, M. (2008). *Higiene Industrial Manual Práctico Tomo 1*. Oviedo, España: Fundación Luis Fernández Velasco.
- Falagan, M. (2008). *Higiene Industrial Manual Práctico tomo 2*. Oviedo, España: Fundación Luis Fernández Velasco.
- Harris, C. (1995). *Manual de Medidas Acústicas y Control del Ruido* (Vol. 1). Madrid, España: Mc Graw Hill.
- Harris, C. (1995). *Manual de Medidas Acústicas y Control del Ruido* (Vol. 2). Madrid, España: Mc Graw Hill.
- International Organization for Standarization (ISO). (2007). Description, measurement and assesment of environmental noise. Part 2: Determination of environmental noise. *ISO 1996-2:2007*. Geneva, Switzerland: ISO.
- International Organization for Standarization. (1996). Attenuation of sound during propagation outdoors. Part 2 - General Method of Calculation. *ISO 9613-2: 1996*. Geneva, Switzerland: ISO.
- Perkins, J. (2011). *Modern Industrial Hygiene*. Cincinnati, Ohio, Estados Unidos de América: ACGIH.
- Robledo, F. H. (2007). *Riesgos Físicos II*. Bogotá, Colombia: Ecoe.
- Robledo, F. H. (2008). *Riesgos Físicos I*. Bogotá, Colombia: Ecoe Editores.

--- FIN DEL DOCUMENTO ---

**\*\*EnviroLab S.A., sólo se hace responsable por los resultados de los puntos monitoreados y descritos en este Informe.**