Modelo Matemático
De Ruido Ambiental

P.H. ZIMA LA CRESTA
ZIMA LA CRESTA, S.A.
Transístmica, Provincia de Panamá

FECHA:	23 de septiembre de 2024
TIPO DE ESTUDIO:	Ambiental
CLASIFICACIÓN:	Línea Base
NUMERO DE INFORME:	115-133-658-24-001 v.0
NUMERO DE PROPUESTA:	2024-A445-125 v.0
REVISADO POR:	Ing. Gladys Barrios
DESARROLLADO POR:	Ing. Juan Carlos Espino

Derechos Reservados -2024

TABLA DE CONTENIDO

1 OBJETIVO 3

2 SELECCIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN Y SUS FUENTES 10

3 EXPLICACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO 16

4 RESULTADOS 21

5 RESULTADOS DE LA MODELACIÓN 33

6 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO 41

7 ANEXOS 44

7.1 ANEXO 1. Metodología de Medición 45

7.2 ANEXO 2. Datos de Emisión Teórica de Ruido por actividad constructiva de Pilote prensado en banda ancha. 47

7.3 Anexo 3. Valores de las mediciones realizadas 66

7.4 ANEXO 4. Valores guías para el ruido urbano en ambientes específicos 77

7.5 ANEXO 5. Fotos de las mediciones 78

7.6 ANEXO 6. Certificados de calibración 80

7.7 ANEXO 7. Meteorología – Condiciones Meteorológicas 94

7.8 ANEXO 8. Conteo de tráfico 97

7.9 ANEXO 9. Glosario 98

7.10 ANEXO 10. Bibliografía 101

Pág.

Editado e Impreso por: ITS Consultants S.A.
Derechos Reservados -2024

1 OBJETIVO

El objetivo del presente estudio fue realizar una evaluación de la línea base actual y modelar el ruido ambiental procedente de las futuras actividades constructivas de la P.H. Zima La Cresta - Zima La Cresta, S.A. específicamente la actividad de ***Vaciado de Pilotes en Sitio***. El área de estudio fue en la Cresta, ubicada en el corregimiento de Bella Vista, Distrito de Panamá, provincia de Panamá. El objetivo fue el de analizar la propagación de ruido hacia las áreas aledañas. Adicionalmente, evaluar el cumplimiento legal con el Decreto Ejecutivo 306 de 2002 y el Decreto Ejecutivo 1 de 2004; ambos del Ministerio de Salud.

Se seleccionó un punto de emisión (futuro emisor) considerado puntual (1) y un (1) receptor. La ilustración 1 muestra la imagen con la ubicación del emisor, la carretera y el receptor. La topografía es plana sin variaciones en las alturas sobre el nivel medio del mar.

Ilustración 1-Ubicación de los puntos monitoreados

Fuente: Google Earth, modificado por ITS Consultants, 2024.

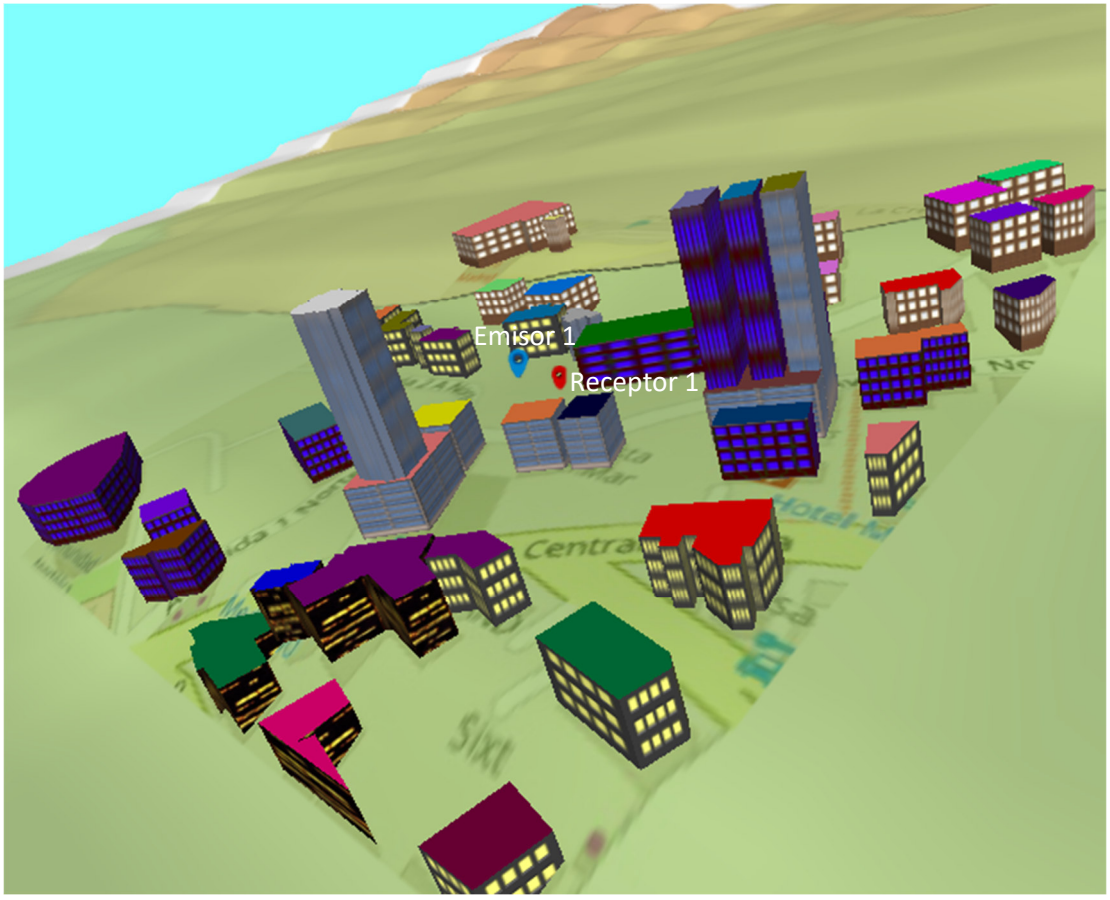
Derechos Reservados -2024

Tabla 1-1: Ubicación de los puntos de evaluación

Puntos monitoreados	
Punto 1	Futuro Emisor 1
Punto 2	Receptor 1

Fuente: ITS Consultants, 2024.

Ilustración 2 - Ubicación de los puntos monitoreados, área de influencia y edificaciones en 3D.



Emisor

Receptor

Editado e Impreso por: ITS Consultants S.A.
Derechos Reservados -2024

Ilustración 3 - Ubicación de los puntos monitoreados, área de influencia y edificaciones en 3D.

Ilustración 4 - Ubicación de los puntos monitoreados, topografía, área de influencia y edificaciones en 3D.

Derechos Reservados -2024

Ilustración 5 - Ubicación de los puntos monitoreados, área de influencia y edificaciones en 3D.

Derechos Reservados -2024

Ilustración 6 - Ubicación de los puntos monitoreados, topografía, área de influencia y edificaciones en 3D.

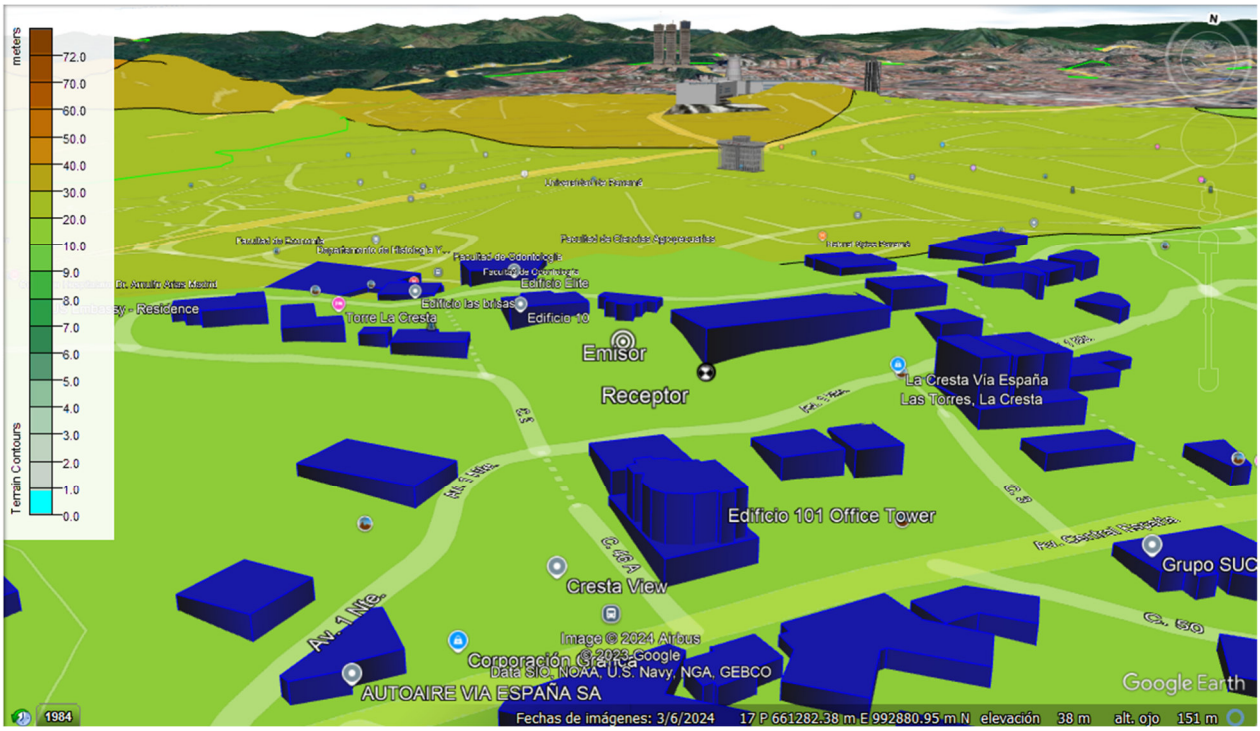
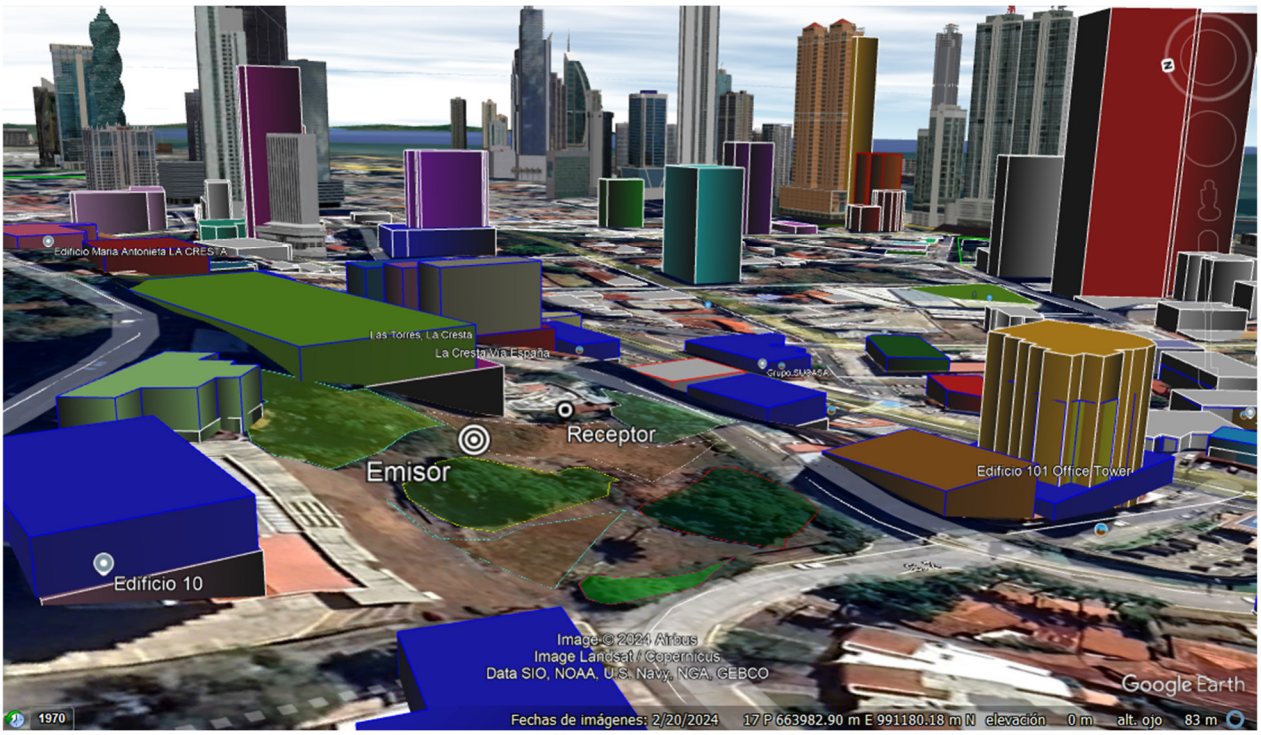
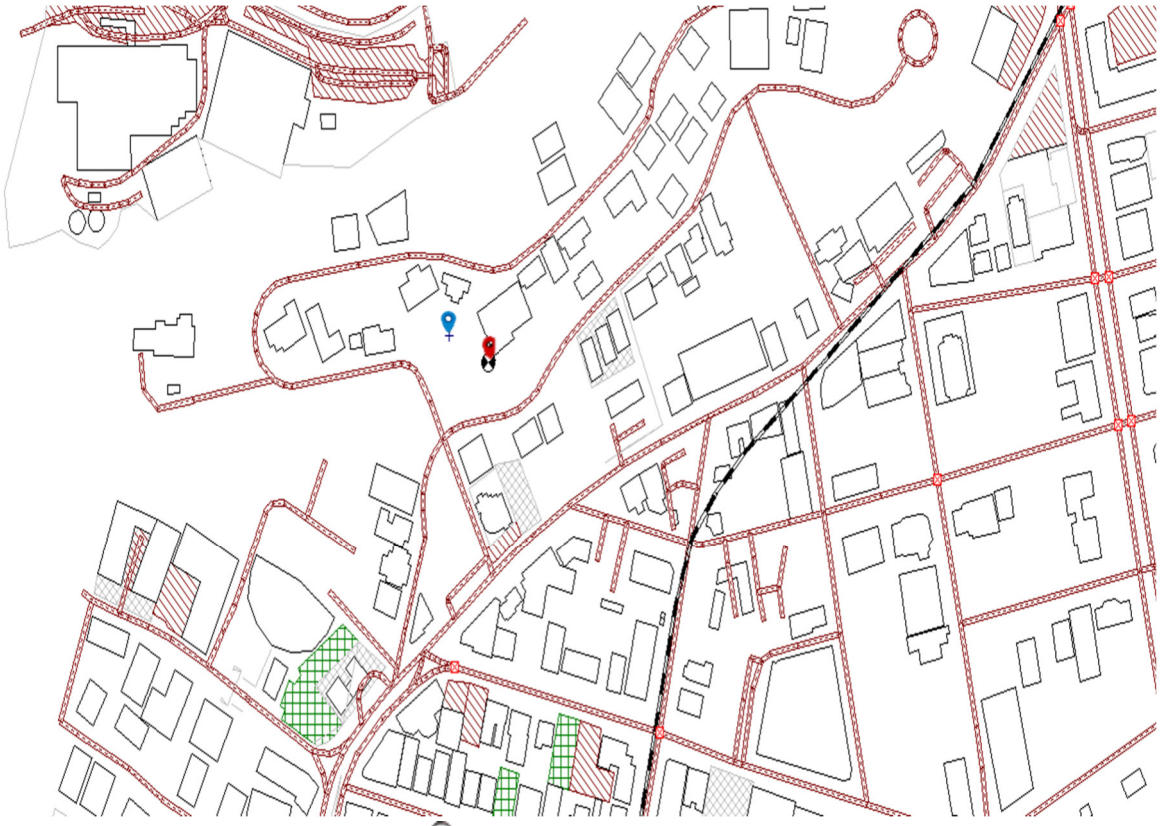


Ilustración 7 - Ubicación de emisor y receptor, vegetación y edificaciones en 3D.



Derechos Reservados -2024

Ilustración 8 - Ubicación de los puntos monitoreados, edificaciones del área, calles y vegetación



Receptores de CADNA A

Malla de Vegetación de CADNA A

Emisor

Receptor

Editado e Impreso por: ITS Consultants S.A.
Derechos Reservados -2024

Ilustración 9 - Ubicación de los pilotes debajo de los cabezales de columnas, edificaciones del área, calles y vegetación con acercamiento

Editado e Impreso por: ITS Consultants S.A.
Derechos Reservados -2024

2 SELECCIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN Y SUS FUENTES

El área de influencia que rodea el perímetro del proyecto es relativamente plana y se ubica en la provincia de Panamá. El punto 1 (Emisor 1) se midió frente a el proyecto de construcción P.H. Zima La Cresta - Zima La Cresta, S.A., apuntando a la fuente de emisión (a 5 metros de la fuente de emisión), lo que podría considerarse representativo del ruido local en el emisor, localizado dentro del área donde el emisor planea llevar a cabo trabajos constructivos en un futuro.

Este nivel de ruido es considerado como *Línea Base*, ya que es el nivel de ruido en el receptor, previo a las operaciones constructivas de este. La superficie del piso de la fuente tiene una superficie cubierta de césped y tierra, por lo cual se considera mixto. La altura del instrumento respecto a la fuente no es significativa. El ruido de la fuente se considera continuo.

Estos puntos de monitoreo se consideran representativos del área, tanto en el emisor (sin su operación o intervención), como el nivel de ruido presente actualmente en el receptor más cercano. Se desea modelar montándonos encima del ruido actual presente en el emisor y receptor, la emisión teórica del ruido constructivo producto de la Perforación de Pilote usando datos teóricos obtenidos del Estándar Británico: ***BSI British Standards BS 5228-1:2009. Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites Part 1: Noise.*** Los cuarenta y tres puntos (43) Perforaciones de Pilotes en el perímetro del sitio se consideran puntales. Se utilizó de la data de la referencia 40, de la tabla C.12. correspondiente a piloteadora tipo Soilmec R622 o similar con columnas de profundidad 25 m y ancho de 0,9 día.

Derechos Reservados -2024

Se modeló el ruido producido por las futuras actividades constructivas del P.H. Zima La Cresta - Zima La Cresta, S.A. durante el horario diurno (9:45 am a 5:45 pm) para estimar el aporte de ruido sobre el receptor de interés (Receptor 1). Por lo que, se llevaron a cabo jornadas de monitoreo diurnas de ruido en 8 horas en todos los puntos tanto en el emisor, así como receptor de interés, como datos de entrada del modelo de ruido ambiental. Se llevaron a cabo proyecciones teóricas de actividades constructivas de ***Perforación de Pilotes*** en el proyecto, por las futuras operaciones de construcción en el sitio. Posteriormente se llevaron a cabo cálculos de aportes teóricos de ruido, de acuerdo con lo que indica el Decreto Ejecutivo 306 de 2002 del Ministerio de Salud, para comparación con la legislación legal aplicable para la República de Panamá.

Para establecer los aportes de ruido, se llevó a cabo un modelaje teórico donde se suma el nivel de ruido producido por las actividades constructivas al nivel actual presente de ruido ambiental del área y se hace un estudio de propagación de este ruido (teórico más nivel actual) sobre el área y receptor de interés, en horario diurno. Para poder hacer esto, se realizaron estudios de ruido ambiental en octavas de banda, en campo por periodos de 8 horas (horario de trabajos constructivos) en el emisor y al lado de receptor (Receptor 1).

Igualmente, se realizó un estudio de ruido de tráfico en la vía en frente del receptor la cual es la vía de acceso a estos. Por ser este, una de las fuentes principales de ruido en la zona.

Para los estudios de propagación se tomaron en cuenta: la dirección del viento; la topografía del área; las edificaciones; y, el tipo de suelo; tipo de tráfico; material de las carreteras; además de los demás parámetros requeridos por el modelo.

Una vez obtenidos los aportes por las futuras actividades constructivas del P.H. Zima La Cresta - Zima La Cresta, S.A. sobre el receptor, podemos sumar logarítmicamente el ruido existente en el receptor de la porción teórica que aportarán

Derechos Reservados -2024

las futuras actividades constructivas del P.H. Zima La Cresta - Zima La Cresta, S.A. y determinar el aporte real de las actividades constructivas de Zima La Cresta, S.A. Igualmente efectuado para el aporte de ruido de tráfico por considerarse que tiene un aporte significativo.

Para datos teóricos de actividades constructivas, de Perforación de Pilotes, se utiliza potencia sonora en las fuentes emisoras y presión sonora en los receptores.

El tiempo que puede tomar perforar un pilote en un proyecto de construcción depende de varios factores, incluyendo:

1. Tipo de suelo: Suelos más blandos permiten perforar pilotes más rápidamente, mientras que suelos más duros como roca o terrenos muy compactos pueden tomar más tiempo.

2. Tamaño del pilote: Diámetro y longitud del pilote influyen, ya que pilotes más grandes requieren más tiempo para ser prensados.

3. Equipo utilizado: La capacidad y tipo de maquinaria (equipo de perforación, martillo de percusión, etc.) también afectan el tiempo.

4. Condiciones ambientales: Lluvia, viento u otros factores climáticos pueden ralentizar el proceso.

5. Experiencia del equipo: Equipos más experimentados son generalmente más rápidos y eficientes.

En términos generales, el tiempo promedio para prensar un solo pilote puede variar entre 15 y 60 minutos bajo condiciones normales, pero este rango puede ampliarse si el suelo o las condiciones son especialmente difíciles.

Derechos Reservados -2024

Si el proyecto involucra condiciones estándar (suelo blando o moderado y un equipo adecuado), perforar 4 pilotes podría tomar entre 1 a 4 horas en total. Perforar 8 pilotes podría demorar de 1 día laboral (8 horas) a 1 día y medio. Lo anterior, debido a que solamente es permitido trabajar en el día. En el peor de los casos la perforación de pilotes podría demorar varios días. Por lo tanto, para este modelo se consideró la emisión de Perforado de Pilotes en Sitio como una emisión constante a lo largo del periodo diurno de trabajo que va desde las 7 am a las 5 pm. El resultado de este modelo podría replicarse o ser aplicable para las emisiones de varios días en condiciones similares, hasta terminada la actividad en su totalidad. En especial, debido a que el límite de ruido diurno es un valor único de comparación para un día, o sea no es acumulativo entre días.

De seguido, se proporciona una visión general de las técnicas de pilotaje, sus impactos en el ruido y las posibles perturbaciones, con referencias a estrategias y métodos específicos para controlar los niveles de ruido.

Existen diferentes tipos de pilotaje utilizados para cimentaciones profundas en construcción. Los puntos clave son los siguientes:

Los pilotes se clasifican en dos tipos principales: pilotes de carga y pilotes de muros de contención empotrados. Estos pueden instalarse mediante hincado, prensado o perforación. Existen otros métodos que se pueden usar para formar cimentaciones profundas, como el vibrosustitución, la consolidación dinámica y los muros pantalla.

Derechos Reservados -2024

Durante la instalación de pilotes, es importante controlar el ruido y proteger a los vecinos.

Pilotes Hincados

Los pilotes hincados se instalan golpeándolos con un martillo, lo que genera altos niveles de ruido. El martillo puede ser manual o accionado por vapor, aire, hidráulica o diésel, y los pilotes de desplazamiento pueden ser hincados mediante una mandriladora. En algunos casos, se pueden usar vibradores de pilotes, lo que genera menos ruido por impacto, pero más ruido estructural. Los encofrados temporales y la extracción de pilotes pueden causar más perturbaciones.

Pilotes Prensados

Los pilotes prensados se instalan mediante presión hidráulica, sin usar martillo, lo que reduce el ruido en comparación con los pilotes hincados.
El ruido proviene principalmente de los pilotes adyacentes que se presionan, y métodos como la pre-perforación o el uso de agua a presión pueden reducir el ruido durante la instalación.

Perforación de Pilotes

Los pilotes perforados suelen ser de hormigón colado en el lugar y se refuerzan por medio de una jaula de armado. El refuerzo también puede tratarse de un elemento prefabricado en hormigón y/o de un elemento de acero empleado en la realización de muros de contención, como las pantallas berlinesas o de pilas-pilote.

Para el caso de este proyecto, se utilizarán Perforación de Pilotes por medio de una máquina perforadora y Soilmec R622 o similar. Que a diferencia del hincado tradicional con martillo, donde el pilote se introduce en el terreno mediante golpes repetidos, generando muchas vibraciones.

Derechos Reservados -2024

De igual manera, se llevó a cabo un conteo de tráfico vehicular frente al área del proyecto del emisor. El ruido de esta fuente de tráfico se considera lineal.

El punto 1 (Emisor) se ubicó sobre una superficie cubierta de césped y tierra, por lo cual se considera mixta. La altura del instrumento respecto a la fuente no es significativa y la emisión sonora se considera puntal. Este punto se considera como el Emisor 1.

El punto 2 (Receptor) localizado sobre una superficie césped y tierra, por lo cual se considera mixta. La altura del instrumento respecto a la fuente no es significativa y la emisión sonora se considera puntal. Este punto se considera como el Receptor 1.

Para la definición del impacto por las operaciones de a el proyecto de construcción P.H. Zima La Cresta - Zima La Cresta, S.A., se analizó el ruido emitido durante los horarios diurnos (6:00 am – 9:59 pm) de acuerdo con la legislación nacional. Se llevaron a cabo mediciones de ruido en horario diurno durante las horas esperadas de la operación (09:45 a.m. – 5:45 p.m.). Se modeló la propagación del ruido para determinar el aporte futuro del emisor por operaciones constructivas y la carretera externa, ambos sobre el receptor de interés.

Tabla 2-1: Explicación de los puntos de medición

Punto	Coordenadas	Elevación (msnm)
Punto 1: Emisor 1	661279,00 m E 992886,00 m N	74 m
Punto 2: Receptor 1	661311,00 m E 992869,00 m N	74 m

Fuente: Envirolab S.A., septiembre 2024.

Derechos Reservados -2024

3 EXPLICACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO

El modelo aplicado emplea las ecuaciones y condiciones de propagación de ruido en campo abierto establecidas en la norma ISO 9613-2. En esta norma, la presión sonora (nivel de ruido) es la suma de la contribución de todas las frecuencias en octavas de banda desde 31,5 Hz a 16KHz.

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 16 kHz), para calcular la atenuación del sonido que se origina a partir de una fuente puntual o una fuente lineal. Debido a las distancias entre ellos, los emisores se consideraron como fuentes puntuales 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 definición de las variables de modelación incluye aspectos como la topografía, distancias, coberturas del suelo, estructuras y elementos que funcionan como barreras en la propagación de las ondas sonoras (viviendas, vegetación, calles y otras). Para lo anterior se utilizaron imágenes satelitales de la zona y data obtenida de *Open Street Maps*, de donde se tomaron en cuenta las coberturas del suelo, diferenciando especialmente pisos duros (zonas pavimentadas con asfalto y concreto) y piso blando (terrenos con cobertura vegetal o tierra).

Las mediciones se realizaron en 8 horas RTA continuas en periodos diurnos (09:45 a.m. – 5:45 p.m). Los resultados se presentan en el Anexo 3. Los instrumentos utilizados fueron sonómetros integradores en tiempo real (RTA) clase 1, con filtro de octavas de banda marca Larson Davis modelo SoundExpert^{TM} LxT1 número de serie 7240 y 0006071, todos con pantallas anti-viento, montados en trípodes y calibrados con

Derechos Reservados -2024

pistófonos clase 1 marca Larson Davis modelo Cal 200 con N/S: 17717 y 20814. 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 1996-2:2017 *Acoustics — Description, measurement and assessment of environmental noise —Part 2: Determination of sound pressure levels*. Los descriptores de ruido medidos fueron: nivel sonoro equivalente (L_{eq}); nivel máximo (L_{max}); nivel mínimo (L_{min}). El modelo de ruido se corrió con el programa CadnaA (Computer Aided Noise Abatement) de la casa Data Kustik de Alemania.

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.

Datos de entrada al modelo:

- Objetivo: Estudio del impacto ambiental sonoro que será causando por las operaciones constructivas de P.H. Zima La Cresta - Zima La Cresta, S.A., localizada en la Provincia Panamá.
- Entorno: urbano y residencial, terreno con elevaciones, suelo mixto.
- Fuentes de ruido: Ruido teórico de las actividades constructivas futuras del proyecto y tráfico vehicular externo ajeno al proyecto.
- Tipo de fuente emisora de la Planta: Fuentes puntuales.
- Tipo de ruido del proyecto constructivo: Se considera continuo e intermitente.
- Tipo de ruido de la carretera: Fuente de tráfico.
- Receptor: Punto 1 (Receptor 1).
- Características de los puntos de medición: Externos, con condiciones atmosféricas aceptables.
- Información sobre la fuente: Datos obtenidos en campo los días 18 de septiembre de 2024, con condiciones atmosféricas favorables y viento a favor.
- Nivel de ruido modelado: Nivel sonoro equivalente.

Derechos Reservados -2024

- Factor de directividad Q= 2
- Factor de suelo G = 0,5
- Equipo de medición:
  - Sonómetros integradores en tiempo real (RTA) clase 1, con filtro de octavas de banda marca Larson Davis modelo SoundExpert™ LxT1 número de serie 7240 y 0006071, todos con pantallas de viento y montados en trípodes.
  - Sistema de baterías portátiles para manejar el sonómetro 8 horas corridas.
  - Pistófonos de campo clase 1 marca Larson Davis modelo Cal 200 con N/S: 17717 y 20814.
  - Computadora portátil con software de análisis.
  - Estación portátil de medición de condiciones meteorológicas marca Kestrel.
- Fechas de las mediciones: 18 de septiembre de 2024.
- 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: 8 horas.
  - Número de puntos de medición: 2.

Derechos Reservados -2024

En la siguiente tabla se encuentra un resumen de los datos totales de las mediciones:

Tabla 3-1: Resumen de los datos de medición (niveles en dBA)

Niveles de ruido durante el turno diurno (niveles en dBA)					
Localización	**L_{eq}**	**L_{min}**	**L_{max}**	**L_{90}**	**L_{10}**
Punto 1: Emisor 1	68,8	57,2	96,5	52,6	60,0
Punto 2: Receptor 1	67,4	56,8	93,9	52,0	59,0

Fuente: Envirolab S.A., septiembre de 2024

Librería de Huellas de Emisión de Ruido por actividad constructiva y maquinaria

BS 5228-1:2009

BSI British Standards

Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites –
Part 1: Noise

NO COPYING WITHOUT BSI PERMISSION EXCEPT AS PERMITTED BY COPYRIGHT LAW

raising standards worldwide™

BSI British Standards

Derechos Reservados -2024

Datos de Emisión Teórica de Ruido por actividad constructiva en Octavas de Banda

(para ***Pilote prensado***):

Información de data de nivel sonoro por Pilote prensado										
Ref	**Equipo**	**Profundidad de Pilote**	**Anchura de Pilote**	**Energía, Clasificación de Poder**	**Dolly**	**Nivel de Poder Sonoro L_{WA}**	**Tipo de Suelo**	**Tiempo de Ciclo**	**A Tiempo**	**Nivel de presión sonora continua equivalente a la actividad a 10 m (un ciclo)**
		m	m			dB		%		dB
Pilote prensado con barrena de vuelo continuo										
40	Soilmec R622	25.00	0.9 dia.	---	Ninguno	106	7 m de aluvión, 7 m de arcilla firme a rígida, 2 m de arena de densidad media, 2 m de arcilla sobre arena	133		81

Fuente: BSI British Standards BS 5228-1:2009. Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites Part 1: Noise.

Derechos Reservados -2024

4 RESULTADOS

El ruido ambiental que será producida por la actividad constructiva del proyecto Zima La Cresta, S.A. se atenúa considerando las cuatro esquinas de Pilote de la huella del proyecto por debajo de 41,0 dBA, 43,0 dBA, 45,0 dBA y 48,0 dBA (diurno) en el Receptor 1 (esta última en el punto de pilotes, más crítico o cercano al receptor) y en las áreas aledañas a los receptores. Lo anterior indica un aporte de 0 dBA en todos los casos. Esta atenuación se da en función de la distancia de los receptores y el emisor, así como otras variables (la altura de emisor y receptores, atenuación por vegetación, atenuación por reflexión del suelo, atenuación por condiciones meteorológicas, entre otros):

a. El ruido ambiental diurno en el Emisor 1 es de Leq= 68,8 dBA (nivel actual de línea base sin el proyecto). La actividad teórica de Pilote prensado genera un aumento local del ruido por una actividad de corta duración. El Poder Sonoro que genera sería de L_{WA} = 106 dB de Watts, lo que equivale a un nivel de presión sonora continua equivalente L_{eq} a 10 metros por cada ciclo de 81,0 dBA.
b. De acuerdo con los resultados del modelo, el aporte real de actividad constructiva del proyecto Zima La Cresta, S.A. en las cuatro esquinas de pilotaje es de 41,0 dBA (Ilustración 13), 43,0 dBA (Ilustración 12), 45,0 dBA (Ilustración 11) y 48,0 dBA (Ilustración 14). Lo anterior, considerando que los pilotes más cercanos al receptor emitirían el ruido más alto en el receptor y los más lejanos se atenuarían más antes de llegar a este.
c. Se toma el ruido del Pilote como fuentes puntuales con una duración de 1 hora en cada punto de pilotaje mientras se mueva la piloteadora de punto en punto. Se hinca un pilote a la vez, a medida que se acaba de pilotear, se moviliza la piloteadora al siguiente punto de pilotaje, esto continua hasta terminar el día laboral. El nivel sonoro sobre el receptor 1 en las cuatro esquinas de pilotaje sería:
d. El ruido que existiría en el receptor 1 (Leq = 67,4 dBA):
    e. $L_R = 10\log\left(10^{\frac{67,4}{10}} + 10^{\frac{41,0}{10}}\right) = 67,4099 \approx 67,4\ dBA$ (aporte 0 dBA)
f. El ruido que existiría en el receptor 1 (Leq = 67,4 dBA):
    g. $L_R = 10\log\left(10^{\frac{67,4}{10}} + 10^{\frac{43,0}{10}}\right) = 67,4157 \approx 67,4\ dBA$ (aporte 0 dBA)

Derechos Reservados -2024

h. El ruido que existiría en el receptor 1 (Leq = 67,4 dBA):

i. $L_R = 10\log\left(10^{\frac{67,4}{10}} + 10^{\frac{45,0}{10}}\right) = 67,4249 \approx 67,4\ dBA$ (aporte 0 dBA)

j. El ruido que existiría en el receptor 1 (Leq = 67,4 dBA):

k. $L_R = 10\log\left(10^{\frac{67,4}{10}} + 10^{\frac{48,0}{10}}\right) = 67,4496 \approx 67,4\ dBA$ (aporte 0 dBA)

Los valores de presión sonora se presentan en decibeles en escala A (dBA) de la unidad de presión sonora de ruido Pascales (Pa), según lo establecido en la legislación panameña. El dB es una magnitud que se utiliza para expresar la relación entre dos valores de presión sonora (no es una unidad de medida). La unidad básica es el bel, pero dada la amplitud de los campos que se miden en la práctica, se utiliza su submúltiplo, el decibel. Por esta razón, las operaciones matemáticas no son lineales, sino logarítmicas.

Nivel de presión sonora en decibeles, transformación de pascales a decibeles:

$$L_p(dB) = 10\log\left[\frac{P}{P_O}\right]^2$$

$P_O = 20 \times 10^{-6}$ Pa

Umbral Inferior de medición:

$$L_{umbral}(dB) = 10\log\left[\frac{20x10^{-6}}{20x10^{-6}}\right]^2 = 0\ \ dB$$

Umbral superior de medición:

$$L_p(dB) = 10\log\left[\frac{200}{20x10^{-6}}\right]^2 = 140\ \ dB$$

Nivel sonoro equivalente, LAeq,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:

Derechos Reservados -2024

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

Cálculo del Aporte: El aporte es la contribución que tiene el proyecto en el ruido del área crítica evaluada del vecino más cercano. El aporte se puede calcular de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$SPL_f = 10\log(10^{\frac{L_{p1}}{10}} - 10^{\frac{L_{p2}}{10}})$$

$$SPL_f = 10\log\Sigma(10^{\frac{SPL}{10}})$$

La fórmula para restar los aportes es la siguiente:

$$L_R = 10\log(10^{L1/10} - 10^{L2/10})$$

Donde:

LR = Ruido residual.

L1 = ruido ambiental del área (con todas las fuentes).

L2= ruido producido por el emisor.

Para potencia sonora en decibeles:

La potencia sonora de una fuente se expresa entonces como decibel:

$$L_W = 10\log\left(\frac{W}{W_O}\right)dB$$

Donde:

L = Nivel de potencia sonora en dB.

W = potencia en watts.

W_o es el valor de referencia; en este caso 10^{-12} watts.

Derechos Reservados -2024

Para 1 Watt de Potencia Sonora:

$$L_W = 10\log\left(\frac{1}{10^{-12}}\right)dB = 120dB$$

Para 2 Watt de Potencia Sonora:

$$L_W = 10\log\left(\frac{2}{10^{-12}}\right)dB = 123dB$$

Nota: Los valores teóricos de Pilote están dados en Potencia Sonora (L_{wA}) en decibeles de Watts y en Presión Sonora en decibeles de Pascal.

a. Evaluamos los impactos o aportes en el Receptor 1 del Pilote prensado en las en las cuatro esquinas de pilotaje es de 41,0 dBA (Ilustración 13), 43,0 dBA (Ilustración 12), 45,0 dBA (Ilustración 11) y 48,0 dBA (Ilustración 14). Lo anterior, considerando que los pilotes más cercanos al receptor emitirían el ruido más alto en el receptor y los más lejanos se atenuarían más antes de llegar a este. Para entender mejor los cálculos, podemos realizar las operaciones matemáticas en unidades lineales de Pascales (Pa). Por ejemplo,

- ✓ Para el turno diurno 67,4 dB (ruido medido) es igual a 0,0468845763064 Pa; y los 41,0 dB (aporte) es igual a 0,002244036908604 Pa. La suma entre ambos valores (0,0468845763064 + 0,002244036908604) es igual a 0,049128613 Pa. Como se observa, cambia el tercer decimal y el nivel en dB permanece igual.

- ✓ Para el turno diurno 67,4dB (ruido medido) es igual a 0,0468845763064 Pa; y los 43,0 dB (aporte) es igual a 0,002825075089246 Pa. La suma entre ambos valores (0,0468845763064 + 0,002825075089246) es igual a 0,049709651 Pa. Como se observa, cambia el tercer decimal y el nivel en dB permanece igual.

Editado e Impreso por: ITS Consultants S.A.
Derechos Reservados -2024

- ✓ Para el turno diurno 67,4dB (ruido medido) es igual a 0,0468845763064 Pa; y los 45,0 dB (aporte) es igual a 0,003556558820078 Pa. La suma entre ambos valores (0,0468845763064 + 0,003556558820078) es igual a 0,050441135 Pa. Como se observa, cambia el segundo decimal y el nivel en dB permanece igual.

- ✓ Para el turno diurno 67,4dB (ruido medido) es igual a 0,0468845763064 Pa; y los 48,0 dB (aporte) es igual a 0,005023772863019 Pa. La suma entre ambos valores (0,0468845763064 + 0,005023772863019) es igual a 0,05190835 Pa. Como se observa, cambia el segundo decimal y el nivel en dB permanece igual.

Sin embargo, si consideramos el ruido en la jornada de 8 horas como una fuente continua con un nivel de presión sonora continua equivalente L_{eq} a 10 metros de 81,0 dBA. el aporte real de actividad constructiva de el proyecto Zima La Cresta, S.A. es de 51,0 dBA (Ilustración 22 y 23).

El ruido que existiría en el receptor 1 (Leq = 67,4 dBA) sería entonces:

$$L_R = 10\log\left(10^{\frac{67,4}{10}} + 10^{\frac{51,0}{10}}\right) = 67,498 \approx 67,5\ dBA$$ (aporte 0,1 dBA)

Evaluamos los impactos o aportes en el Receptor 1. Para entender mejor los cálculos, podemos realizar las operaciones matemáticas en unidades lineales de Pascales (Pa). Por ejemplo,

- ✓ Para el turno diurno 67,4dB (ruido medido) es igual a 0,0468845763064 Pa; y los 51,0 dB (aporte) es igual a 0,007096267784672 Pa. La suma entre ambos valores (0,0468845763064 + 0,007096267784672) es igual a 0,053980844 Pa. Como se observa, cambia el segundo decimal y el nivel en dB se incrementa en 0,1 decibel.

Editado e Impreso por: ITS Consultants S.A.
Derechos Reservados -2024

Los mismos cálculos se realizaron para evaluar el aporte del ruido de tráfico en un periodo de 8 horas en la vía.

- El aporte arrojado por el modelamiento para la calle donde transitan los vehículos ***externos*** a la actividad constructiva del proyecto Zima La Cresta, S.A. frente de los receptores, indica para el Receptor 1 con un nivel de presión sonora actual de diurno (Leq= 67,4 dBA). El modelado de la carretera indica que el nivel de ruido generado por el tráfico vehicular de la vía en el receptor 1 es de 58,0 dBA.

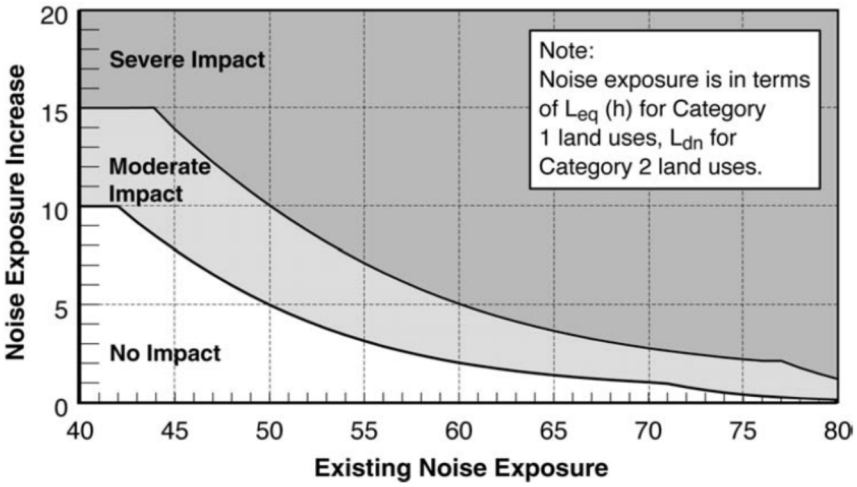
El ruido que existiría en el receptor 1 (Leq = 67,4 dBA) si se eliminara el ruido de tráfico sería entonces:

$$L_R = 10\log\left(10^{\frac{67,4}{10}} - 10^{\frac{58,0}{10}}\right) = 66,87 \approx 66,9\ dBA$$ (aporte 0,5 dBA)

- Por lo que, este tráfico vehicular en la vía en el horario diurno (8 horas) genera un aporte de 0,5 dBA (diurno). Cabe resaltar que el tráfico vehicular es ***externo*** a la operación de la actividad constructiva del proyecto Zima La Cresta, S.A. y eleva el nivel de presión sonora de ruido en el área en el receptor discreto para horario diurno (en 8 horas). No obstante, a pesar de que existen aportes de ruido por el tráfico vehicular bajo la regulación panameña (D.E. 1 del 15 de enero de 2004 y D.E. 306 de 2002 del Ministerio de Salud), podría considerarse que *no hay impacto* en el receptor 1 para horario diurno por la carretera externa según el nivel de ruido actual en los receptores de acuerdo con el modelo de la Federal Transit Authority (FTA) (ver Ilustración 24 más abajo).

Ilustración 10 – Impacto del ruido sobre la comunidad

Derechos Reservados -2024



Fuente: Federal Transit Authority (FTA), 2006

Derechos Reservados -2024

Fórmulas utilizadas por software CADNA A para la modelación:

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

Donde:

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

L_{fuente} = Nivel de presión sonora en la fuente; dB(A).

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.

Atenuación por divergencia:

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

Donde:

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

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

Atenuación por absorción:

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

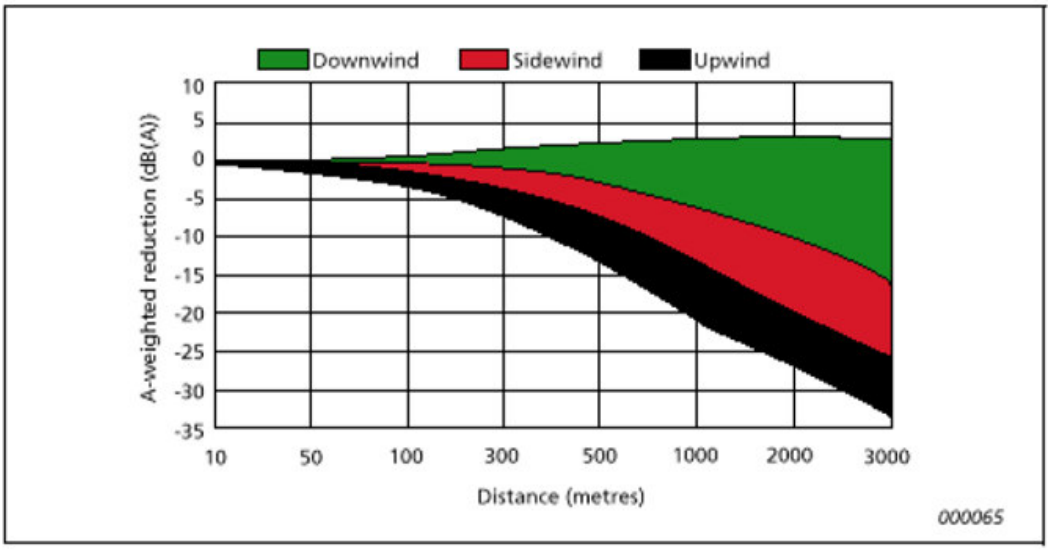
Donde:

donde α es el coeficiente de atenuación atmosférica, en decibeles por kilómetro, para cada banda de octava en la frecuencia central (ver tabla).

Derechos Reservados -2024

		Coeficiente de absorción atmosférica α [dB/km]							
Temperatura	Humedad Relativa	Frecuencia central nominal [Hz]							
°C	%	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

Efecto por dirección del viento en función de la distancia (vientos arriba y vientos abajo)



Atenuación por suelo:

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

Donde:

r - distancia entre la fuente y receptor (m).

hm – altura media entre el receptor y fuente (m).

Atenuación por vegetación:

	Frecuencias en octavas de banda							
	31.5	63	125	500	1000	2000	4000	8000
A_{veget}	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.12
$A_{veget\ (real)}$	0	0	0	0	0	0	0	0

Editado e Impreso por: ITS Consultants S.A.
Derechos Reservados -2024

Atenuación por edificaciones:

$$A_{Edificio} = 0,1B * S_b$$

$$B = \frac{\text{área suelo con casas}}{\text{area total}}$$

Datos de Edificaciones

	Frecuencias en octavas de banda							
	31.5	63	125	500	1000	2000	4000	8000
$A_{edificio}$	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05
$A_{edificio-real}$	0	0	0	0	0	0	0	0

Si A_{suelo} es mayor, el valor a$A_{edificio}$ se iguala a cero

Ejemplo de Cálculos

S_b =	1000	m
Área de casas	5000	m^2
Área total	10000	m^2
$A_{edificio}$ =	0.05	dB
B_{sb} =	0.5	

Atenuación Total por octavas de banda:

Ejemplo de Cálculo de Atenuación total

	Frecuencias en octavas de banda								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Nivel medido	73.7	84.4	91.8	95.5	98.4	99.6	97.3	89.9	
Ajuste ponderación A	-26.2	-16.1	-8.6	-3.3	0	1.2	1	-1.1	
Nivel sonoro dBA	47.5	68.3	83.2	92.2	98.4	100.8	98.3	88.8	
Atenuación divergencia	-35.6	-35.6	-35.6	-35.6	-35.6	-35.6	-35.6	-35.6	
Atenuación absorción	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.1	-0.2	-0.4	-1.4	
Atenuación por suelo	-4.6	-4.6	-4.6	-4.6	-4.6	-4.6	-4.6	-4.6	
Atenuación por vegetación	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Atenuación por edificios	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Atenuación total	-39.8	-39.8	-39.8	-39.9	-39.9	-40.0	-40.2	-41.3	
Valor atenuado dBA	0.0	20.8	35.6	44.5	50.4	52.4	49.1	36.9	**56.0 dBA**

Nota: Valores en rojo están en Decibeles lineales (dBZ); los valores en azul-grisáceo están en Decibeles Atenuados (dBA); y los valores en verde/amarillo equivalen a la atenuación real sumadas las fuentes de atenuación.

Derechos Reservados -2024

Cabe resaltar, que los cálculos de atenuación consideran la atenuación horizontal que se lleva a cabo de 2 a 4 metros de alto y son más conservadores (los valores son más críticos), ya que a medida que las ondas de sonido se propagan a través de la atmósfera de manera vertical, se encuentran con varios factores que pueden disminuir su intensidad al aumentar la altura. Por lo tanto, a medida que nos desplazamos de manera vertical el nivel de presión sonora de ruido será menor en función de la distancia. La atenuación del sonido con la altura se debe principalmente a dos razones:

- Absorción Atmosférica: La atmósfera absorbe la energía del sonido a medida que viaja a través de ella. La absorción del sonido está influenciada por factores como la temperatura del aire, la humedad y la presencia de partículas en el aire. A medida que las ondas de sonido se propagan hacia arriba, pasan a través de diferentes capas atmosféricas con propiedades variables, lo que hace que se absorba parte de la energía del sonido y se reduzca su intensidad.
- Pérdida por propagación: Las ondas de sonido se propagan a medida que se trasladan, lo que hace que la energía se distribuya en un área más grande. Este fenómeno se conoce como pérdida por dispersión o divergencia. A medida que las ondas de sonido se alejan de su fuente y viajan hacia arriba, la pérdida por propagación conduce a una disminución en la intensidad del sonido.

Es importante tener en cuenta que el grado de atenuación del sonido con la altura puede variar según las condiciones ambientales, como las condiciones atmosféricas, los gradientes de temperatura y la presencia de obstáculos o edificios que pueden reflejar o absorber el sonido. Además, otros factores como la dirección y la velocidad del viento pueden influir en la propagación de las ondas sonoras. Para este modelo se consideró la data meteorológica tomada in situ para las mediciones de 8 horas de trabajo (diurnas) (ver anexo 7).

Derechos Reservados -2024

I. Cálculos de Aporte de Emisor a las Fuentes Receptoras

La fórmula para sumar los aportes es la siguiente:

$$L_R = 10\log\left[10^{L_1/10} + 10^{L_2/10}\right]$$

Donde:

LR = Ruido residual.

L1 = ruido ambiental actual del área

L2= ruido teórico producido por el emisor (en este caso las actividades constructivas de Pilotes de Zima La Cresta, S.A. o el tráfico vehicular de la carretera externa al proyecto evaluada).

Derechos Reservados -2024

5 RESULTADOS DE LA MODELACIÓN

Se modelaron dos escenarios que pueden explicar por cómo se propaga y acumula el ruido en cada situación:

1. Perforación de cada pilote por separado (fuentes discretas):

Al modelar cada pilote por separado, se está considerando el ruido generado por una única fuente activa a la vez. La energía acústica generada por un solo pilote es baja y/o las características del entorno (absorción, barreras, etc.) atenúan de manera significativa el ruido, el nivel de ruido resultante no supera los umbrales de detección o regulación establecidos. Este escenario, al tratar las fuentes como eventos aislados, no se considera la suma de los efectos sonoros acumulativos de varios pilotes. Siendo estos eventos sonoros separados por periodos de silencio.

2. Pilote perforado como fuente continua:

En este escenario, el ruido se modela como si todas las operaciones de perforadofueran continuas o como una fuente constante a lo largo del tiempo, lo que puede simular la manera que el impacto podría ser acumulativo del ruido en un área determinada. Aunque el ruido de cada pilote individualmente podría ser bajo, la suma del ruido generado por varios pilotes en secuencia (o en paralelo) puede incrementar los niveles sonoros en el ambiente, lo que resulta en un aporte mayor de ruido.

Contraste de ambos escenarios:

- Acumulación de ruido: El ruido de fuentes múltiples o continuas se suma, lo que puede elevar los niveles de presión sonora más allá de lo que produce una fuente aislada. Aunque, se entiende que existen periodos de silencio entre el perforado de cada pilote. Por lo que, las fuentes podrían considerarse como aisladas.
- Persistencia en el tiempo: En el caso de fuentes continuas, el ruido no tiene intervalos significativos de descanso, lo que genera una exposición constante y aumenta la percepción y el impacto del ruido.
- Interferencias constructivas: En ciertos escenarios, el ruido de diferentes pilotes puede combinarse constructivamente, produciendo picos de mayor intensidad en ciertos puntos del área.

Por lo tanto, el segundo escenario siendo más conservador podría reflejar de forma más completa cómo el ruido se comporta al tratar el Pilote perforado como un proceso acumulativo y continuo, lo cual suele generar aportes sonoros más significativos que considerar cada pilote de manera aislada.

Editado e Impreso por: ITS Consultants S.A.
Derechos Reservados -2024

Diferencias de ambos escenarios

Promedio temporal vs. ruido impulsivo:

- En el primer escenario (perforado de un pilote a la vez), si el ruido es modelado como un evento impulsivo (golpes intermitentes), los niveles de ruido pueden promediarse en el tiempo, lo que reduce el nivel percibido si los golpes son intermitentes y espaciados.
- En el segundo escenario, si el ruido se modela como continuo, incluso si es un pilote a la vez, el ruido es más constante, lo que eleva los niveles promediados de ruido ambiental en el modelado.

Modelo de propagación:

- Al tratar el ruido como una fuente continua, el modelo aplica una propagación diferente. En algunos casos, los modelos de ruido continuo incluyen factores de corrección que hacen que el ruido "parezca" más persistente o intenso a larga distancia, mientras que, en un evento impulsivo, el modelo puede asumir que el ruido se disipa rápidamente.

Tratamiento de los intervalos de silencio:

- En el primer escenario el software o el modelo se consideran los intervalos de silencio entre los golpes, lo que reduce los niveles globales de ruido. En cambio, si en el segundo escenario esos intervalos no se consideran, lo que arroja un valor de una fuente de ruido más constante y significativa.

En resumen, aunque solo se perfora un pilote a la vez, el escenario 2 de modelaje de ruido como fuente continua utilizó un enfoque de modelado más conservador, lo que considera el ruido de manera más prolongada y genera la percepción de un mayor aporte de ruido.

Derechos Reservados -2024

Ilustración 11 - Niveles sonoros equivalentes de ruido (Leq) en turno diurno – Áreas Isófonas – Aportes de ruido (Leq) por las futuras actividades constructivas del Pilote perforado (Escenario 1) del P.H. Zima La Cresta - Zima La Cresta, S.A., (Punto 1: Emisor 1) sobre los Receptores 1, vista 2D en Software.

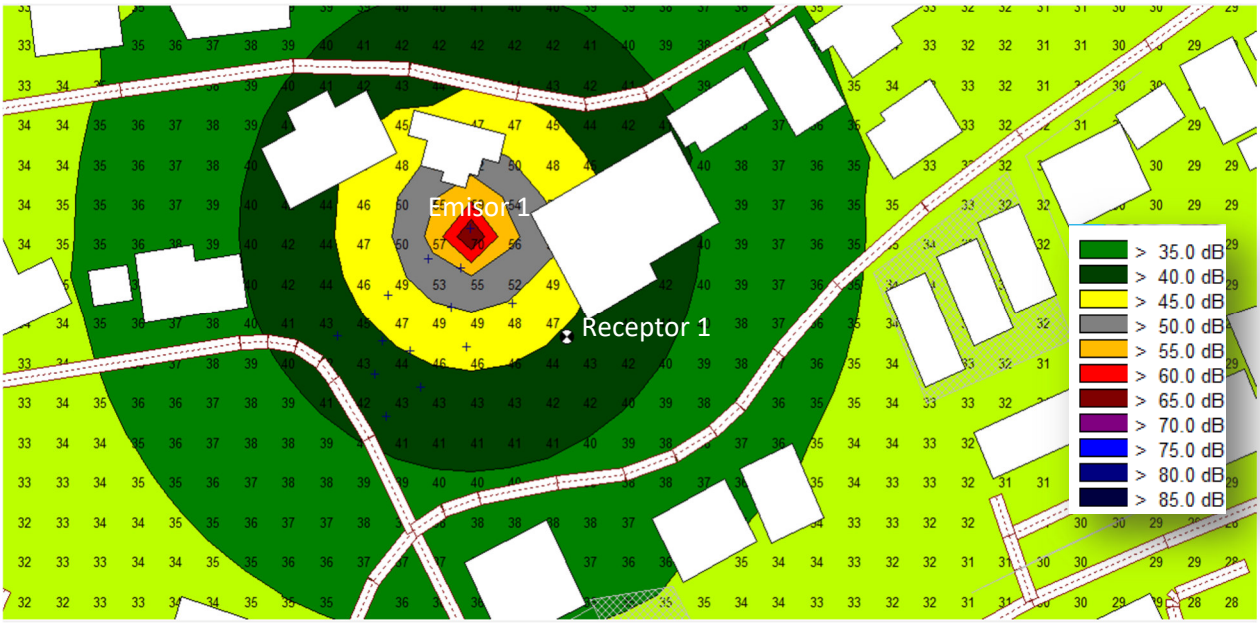
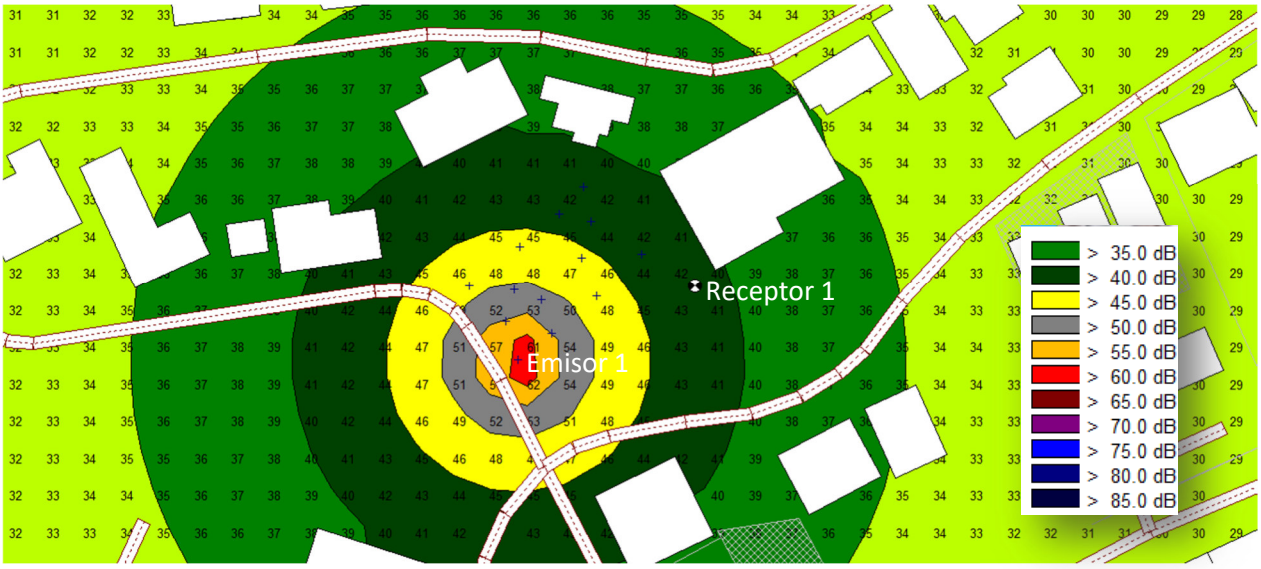


Ilustración 12 - Niveles sonoros equivalentes de ruido (Leq) en turno diurno – Áreas Isófonas – Aportes de ruido (Leq) por las futuras actividades constructivas del Pilote perforado (Escenario 1) del P.H. Zima La Cresta - Zima La Cresta, S.A., (Punto 1: Emisor 1) sobre los Receptores 1, vista 2D en Software.



Derechos Reservados -2024

Ilustración 13 - Niveles sonoros equivalentes de ruido (Leq) en turno diurno – Líneas Isófonas – Aportes de ruido (Leq) por las futuras actividades constructivas del Pilote perforado (Escenario 1) del P.H. Zima La Cresta - Zima La Cresta, S.A., (Punto 1: Emisor 1) sobre los Receptores 1, vista 2D en Software.

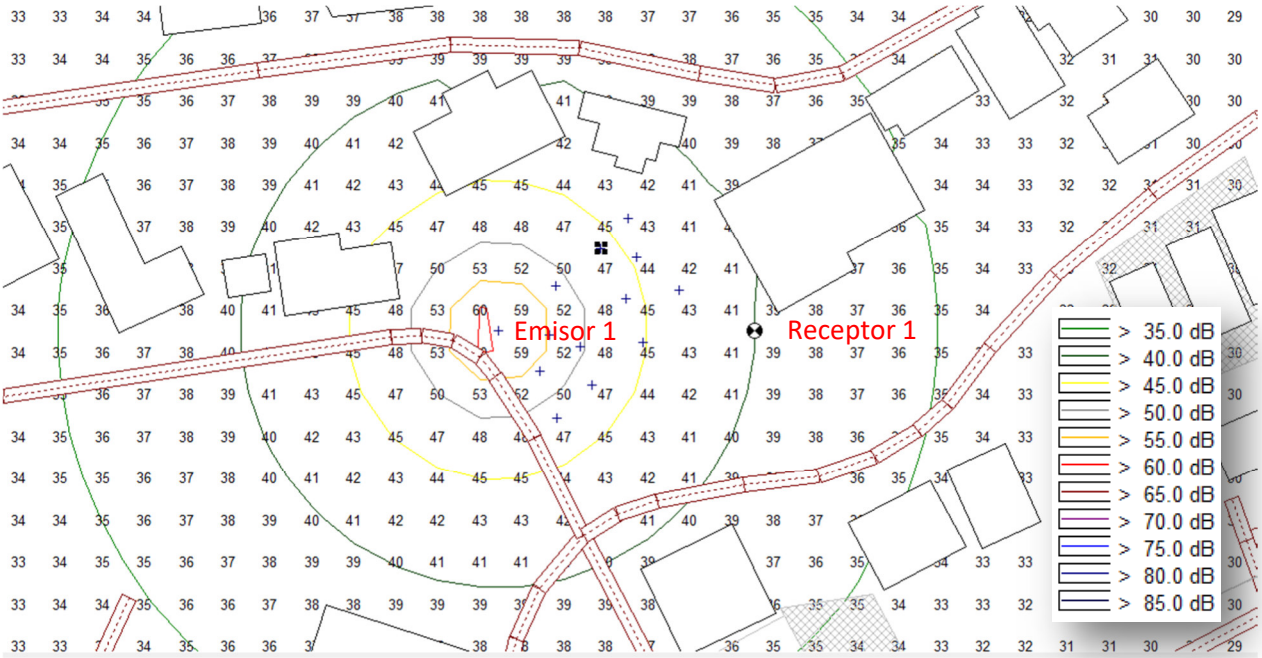
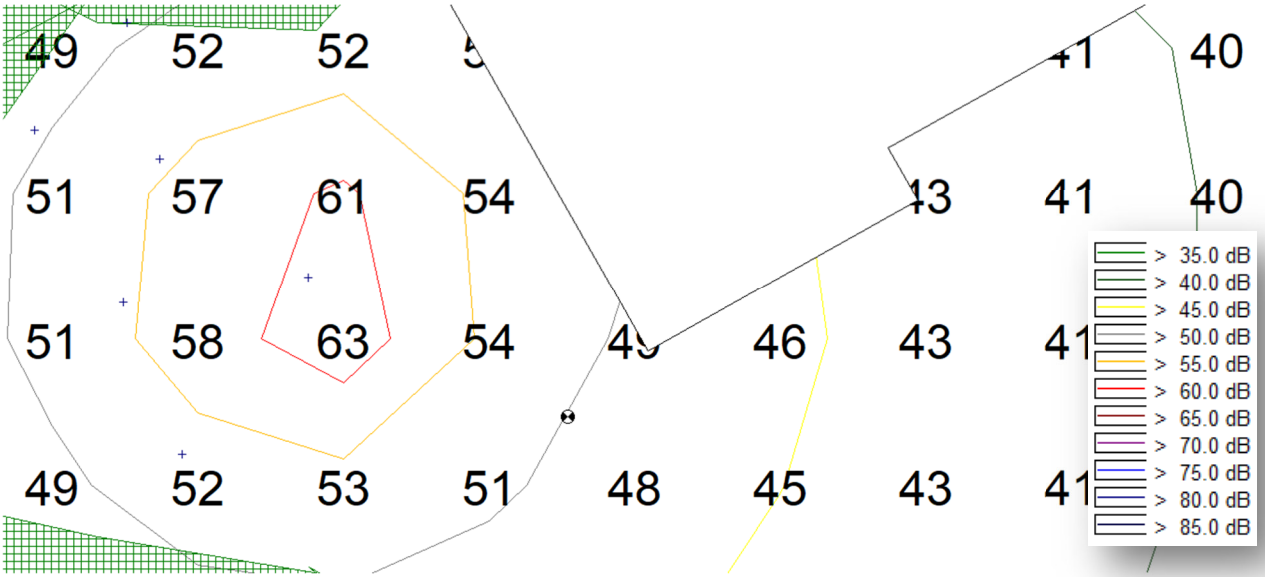


Ilustración 14 - Niveles sonoros equivalentes de ruido (Leq) en turno diurno – Líneas Isófonas – Aportes de ruido (Leq) por las futuras actividades constructivas del Pilote (Escenario 1) del P.H. Zima La Cresta - Zima La Cresta, S.A., (Punto 1: Emisor 1) punto de Pilote prensado más crítico o cercano sobre el Receptor 1, vista 2D en Software con acecamiento.



Derechos Reservados -2024

Ilustración 15 - Niveles sonoros equivalentes de ruido (Leq) en turno diurno – Áreas isófonas – Aportes de ruido (Leq) por las futuras actividades constructivas del Pilote (Escenario 1) del P.H. Zima La Cresta - Zima La Cresta, S.A., (Punto 1: Emisor 1) sobre los Receptores 1, vista 3D en Google Earth.

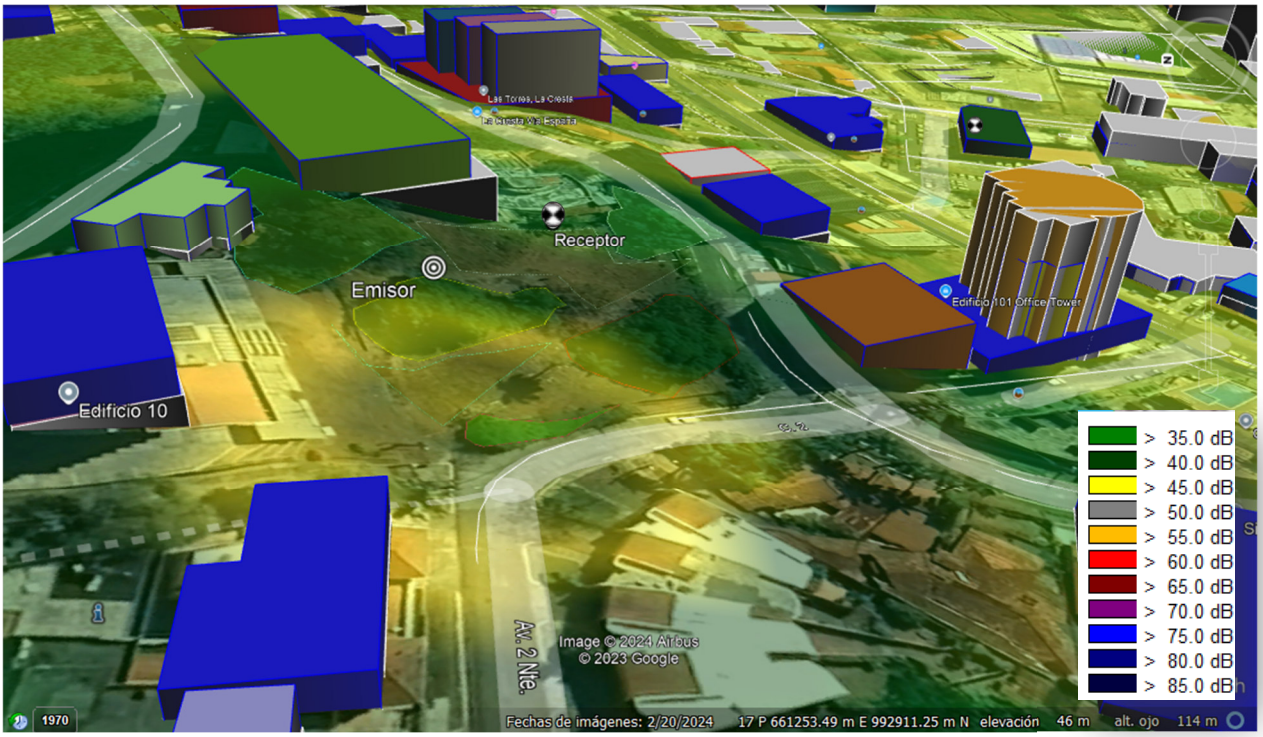
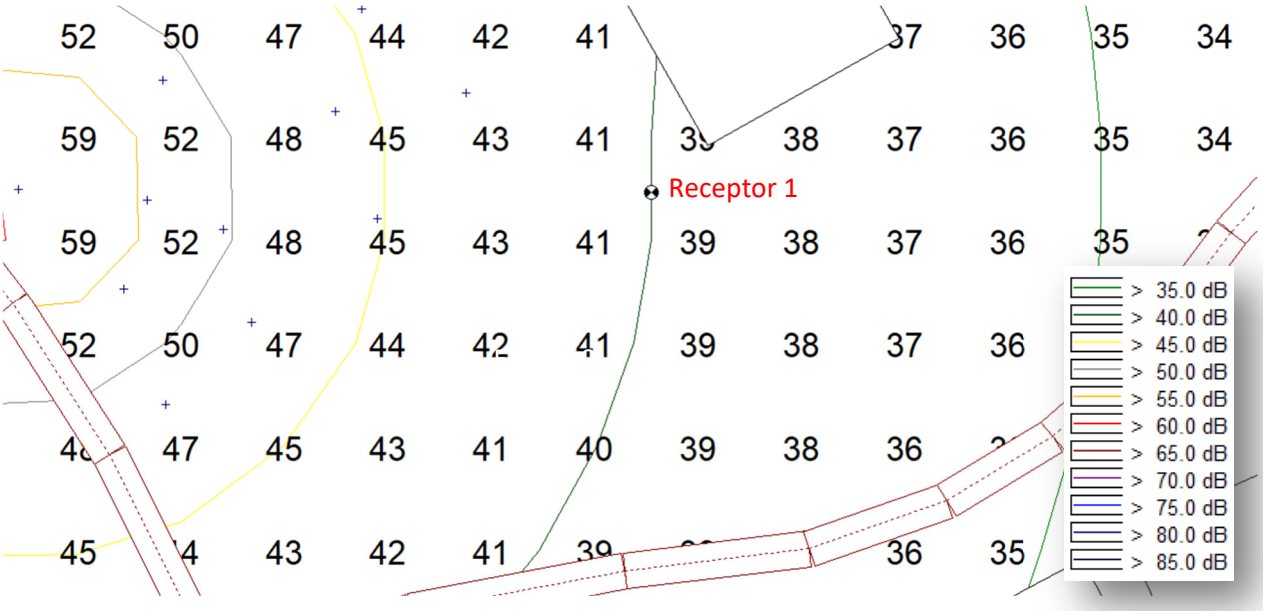


Ilustración 16 - Niveles sonoros equivalentes de ruido (Leq) en turno diurno – Líneas Isófonas – Aportes de ruido (Leq) por el futuro Pilote prensado (Escenario 1) por Punto 1: Emisor 1 sobre el Receptor 1



Derechos Reservados -2024

Se modeló el ruido de tráfico de fuentes vehiculares externas al futuro emisor por conteos de tráfico vehicular (ver Anexo 8)

Ilustración 17 - Niveles sonoros equivalentes de ruido (Leq) en turno diurno de la carretera en frente de al receptor considerando los vehículos externos del proyecto – Áreas Isófonas - Aportes de ruido (Leq) por la vía y su impacto sobre el Receptor 1, vista en 2D.

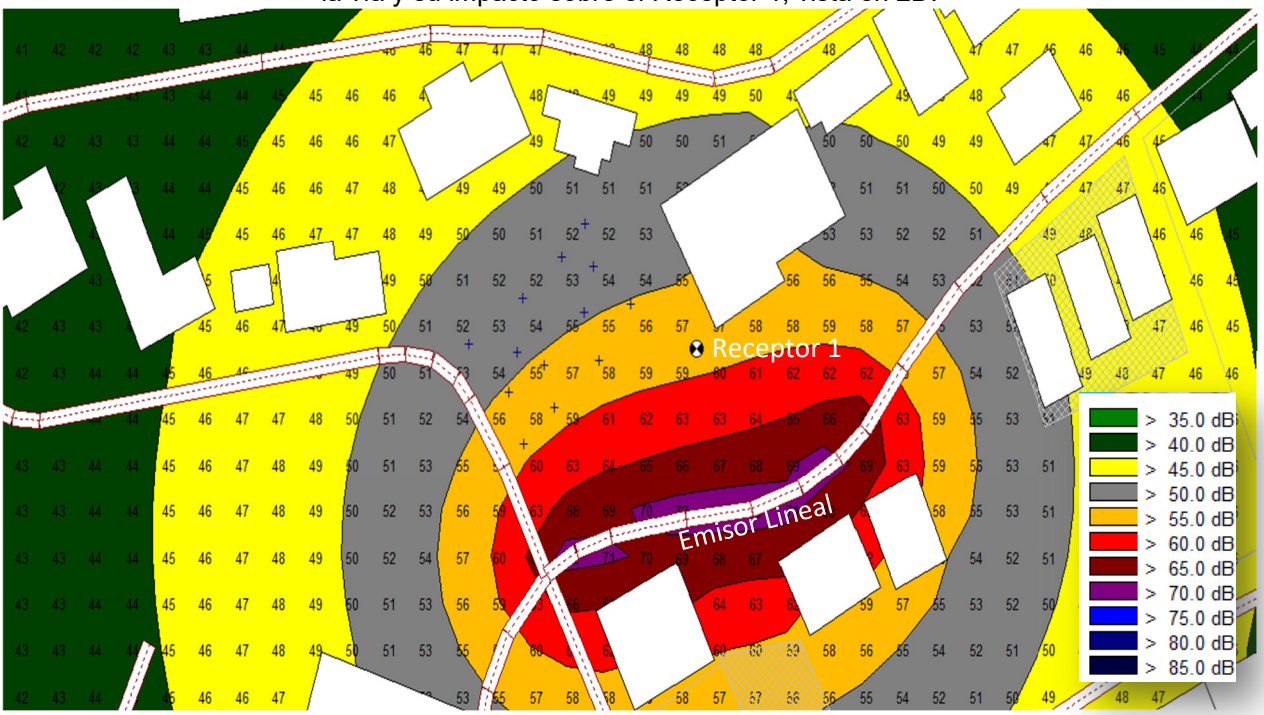
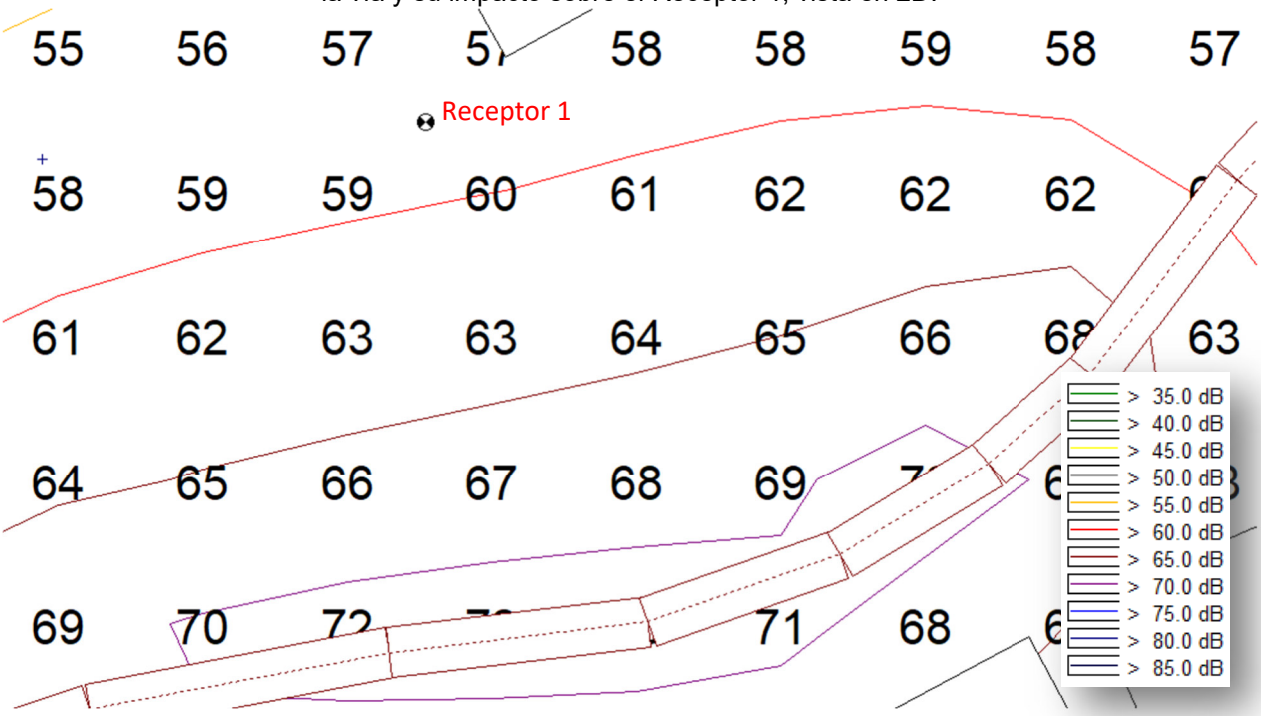


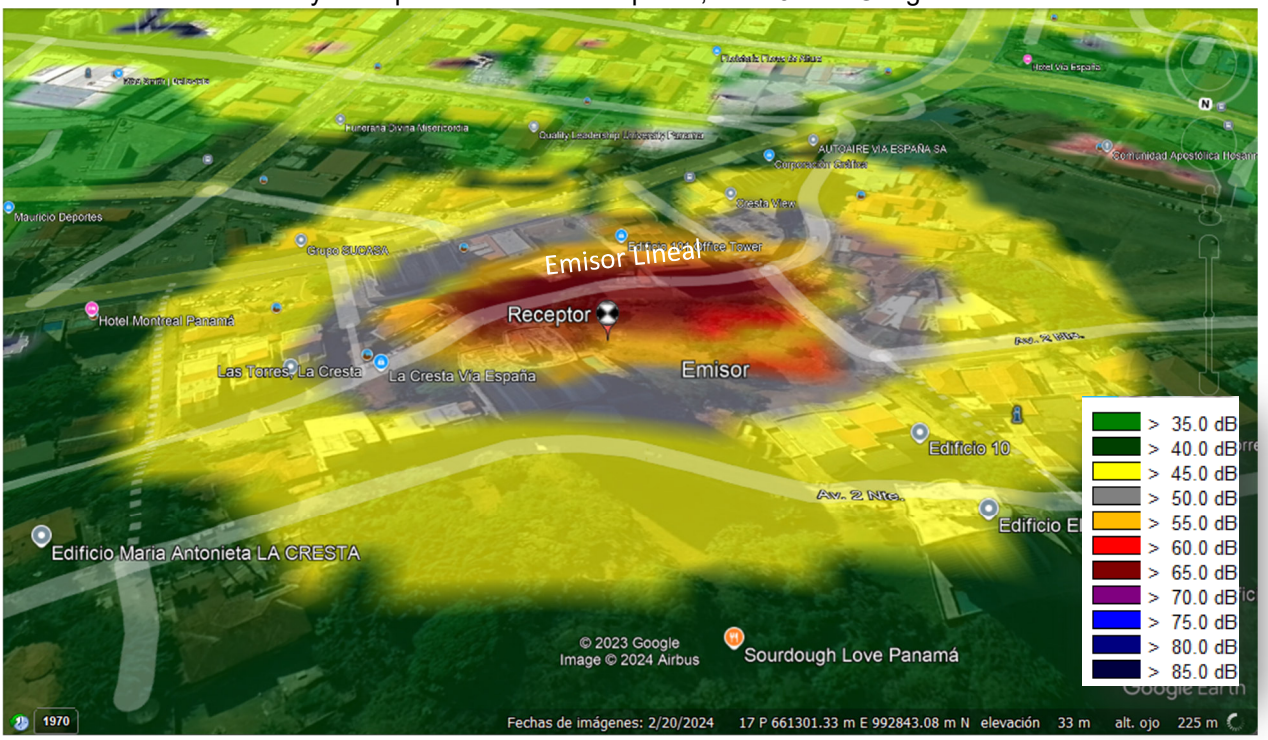
Ilustración 18 - Niveles sonoros equivalentes de ruido (Leq) en turno diurno de la carretera en frente de al receptor considerando los vehículos externos del proyecto – Líneas Isófonas - Aportes de ruido (Leq) por la vía y su impacto sobre el Receptor 1, vista en 2D.



Derechos Reservados -2024

Ilustración 19 - Niveles sonoros equivalentes de ruido (Leq) en turno diurno de la carretera en frente del receptor considerando los vehículos externos del proyecto – Áreas Isófonas - Aportes de ruido (Leq) por la vía y su impacto sobre el Receptor 1, con edificaciones y topografía, vista 3D en Google Earth.

Ilustración 20 - Niveles sonoros equivalentes de ruido (Leq) en turno diurno de la carretera en frente del receptor considerando los vehículos externos del proyecto – Áreas Isófonas - Aportes de ruido (Leq) por la vía y su impacto sobre el Receptor 1, vista 3D en Google Earth.



Derechos Reservados -2024

Ilustración 21 - Niveles sonoros equivalentes teóricos de ruido (Leq) en turno diurno por fuente de ruido continua en 8 horas (Pilote prensado) *Escenario 2* – Áreas Isófonas - Aportes sobre el Receptor 1, vista en 2D.

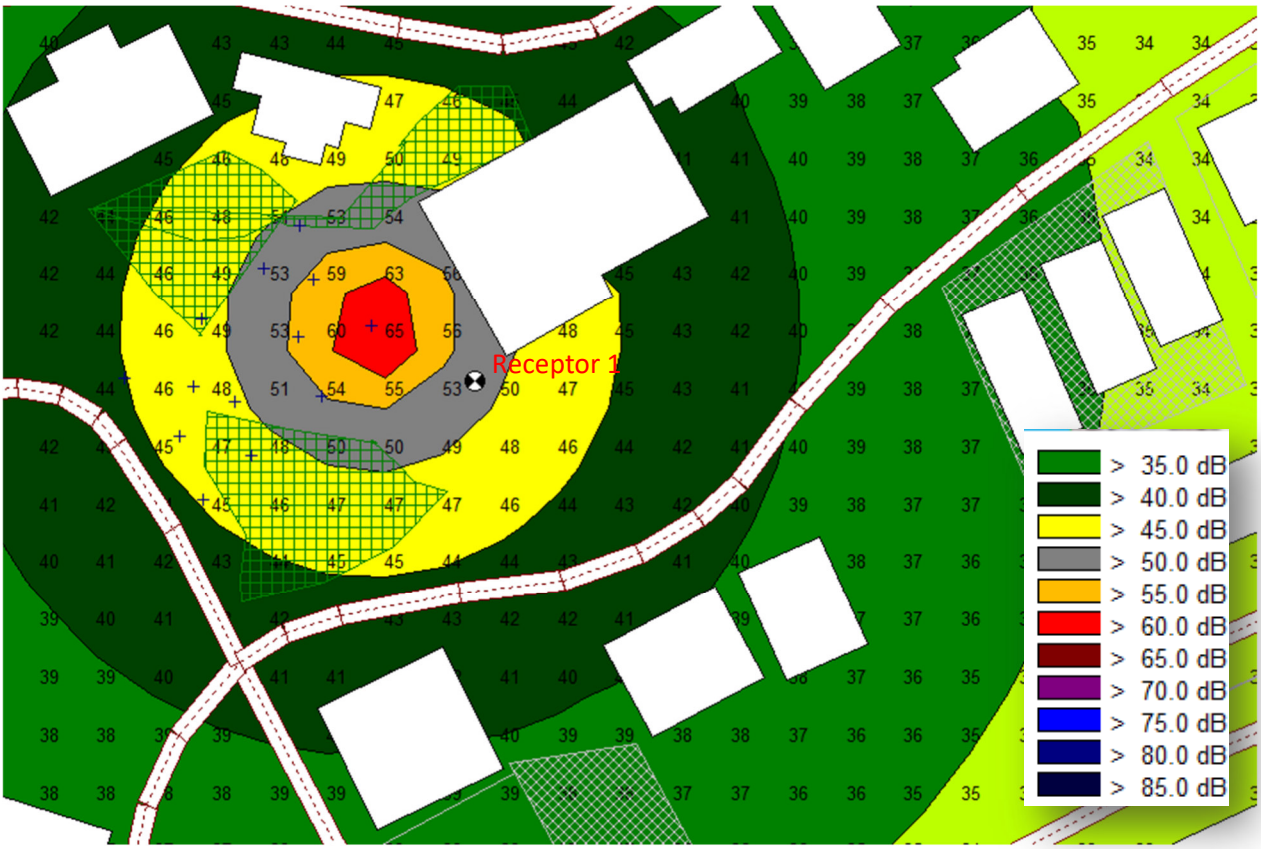
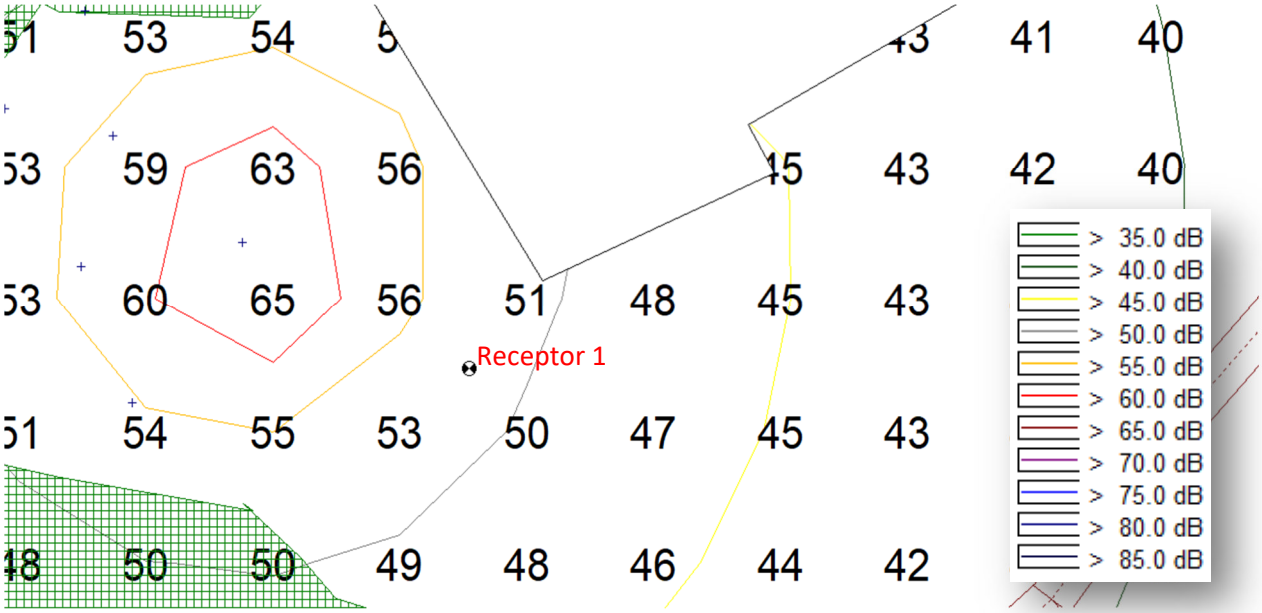


Ilustración 22 - Niveles sonoros equivalentes teóricos de ruido (Leq) en turno diurno por fuente de ruido continua en 8 horas (Pilote prensado) *Escenario 2* – Líneas Isófonas - Aportes sobre el Receptor 1, vista en 2D.



Editado e Impreso por: ITS Consultants S.A.
Derechos Reservados -2024

6 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO

A partir de los resultados del modelo de propagación acústica, se concluye lo siguiente:

1. Tomando en cuenta los valores del nivel sonoro equivalente (L_{eq}) por la actividad constructiva del proyecto Zima La Cresta, S.A., bajo el escenario 1, considerando una operación puntual (fuente de emisión discreta) de Pilote Perforado de duración de una hora por cada punto en un momento dado, donde la prensadora de pilotes, solamente hinca un pilote a la vez, terminado el perforado de un pilote, la perforadora se moviliza al siguiente punto hasta terminada la jornada laboral diurna y bajo las características de perforado mencionadas en el reporte, podemos concluir que no se generan aportes del emisor por la actividad constructiva del proyecto sobre el receptore de interés (Receptor 1). Los cálculos muestran que será producido por la actividad constructiva del proyecto Zima La Cresta, S.A.es de 0 dBA sobre el Punto 2 (Receptor 1), en horario diurno. Por lo tanto, se cumple con los requisitos establecidos en el D.E. 306 de 2002 del Ministerio de Salud para el receptor (receptor 1); ya que el decreto indica que, para áreas residenciales, áreas industriales y comerciales el aporte puede ser de hasta 0 dB, 3 dB y 5 decibeles, respectivamente. Lo anterior considerando que los niveles de presión sonora del ruido ambiental de fondo de la línea base ya se encuentran por encima de los niveles establecidos en el D.E. 1 del 15 de enero de 2004.

2. Tomando en cuenta los valores del nivel sonoro equivalente (L_{eq}) por la actividad constructiva del proyecto Zima La Cresta, S.A., bajo el escenario 2, considerando una operación con fuente de emisión continua de Pilote perforado en la jornada de 8 horas (como una fuente de emisión con un nivel de presión sonora continua equivalente L_{eq} a 10 metros de la fuente) y bajo las características de perforado mencionadas en el reporte, podemos concluir que se generan aportes de 0,1 dBA del emisor por las operaciones del proyecto sobre el receptore de interés (Receptor 1). Los cálculos muestran que será producido por la actividad constructiva del proyecto Zima La Cresta, S.A.es de 0,1 dBA sobre el Punto 2

Derechos Reservados -2024

(Receptor 1), en horario diurno. Por lo tanto, no cumpliría bajo estas circunstancias con los requisitos establecidos en el D.E. 306 de 2002 del Ministerio de Salud para el receptor (receptor 1); ya que el decreto indica que, para áreas residenciales, áreas industriales y comerciales el aporte puede ser de hasta 0 dB, 3 dB y 5 decibeles, respectivamente. Lo anterior considerando que los niveles de presión sonora del ruido ambiental de fondo de la línea base ya se encuentran por encima de los niveles establecidos en el D.E. 1 del 15 de enero de 2004, por tanto, se deben considerar pausas de trabajo durante la jornada continua de Pilote perforado.

3. Para el receptor 1, el nivel de presión sonora L_{eq} promedio generado por el Emisor 1 (actividad constructiva del proyecto Zima La Cresta, S.A.) se atenúa por debajo de 41,0 dBA, 43,0 dBA, 45,0 dBA y 48,0 dBA (diurno) en el Receptor 1 (dependiendo de la distancia de la prensadora al receptor) y en las áreas aledañas a los receptores. Por lo que no habría aportes en horario diurno.

4. El modelaje de la propagación indica que los niveles de L_{eq} promedio, producidos por los vehículos ***externos*** que no son del proyecto y que transitan por la vía frente al Receptor 1 generan un aporte de 0,5 dBA en horario diurno (8 horas). Es posible que los aportes de ruido vehicular que elevan el ruido ambiental de fondo del área puedan en parte enmascarar la percepción del ruido de la actividad del Pilote. Sin embargo, no reducirían sus aportes. En especial considerando que ambos tipos de ruidos tienen componentes en bandas de frecuencia diferentes. Donde el ruido vehicular puede tener componentes de altas frecuencias si existen pitos y roces de la llanta contra el pavimento; y componentes de medias frecuencias en la aceleración y con el motor en ralentí (en tráfico parado). Mientras que el ruido del Pilote podría emitir ruidos en las frecuencias bajas y medias. Por lo que el tráfico vehicular puede "ocultar" o “enmascarar” el ruido de la perforación en medias frecuencias. Sin embargo, el ruido de Pilote perforado suele tener picos en frecuencias bajas debido al impacto, mientras que el tráfico puede ser más amplio en frecuencia. Por lo que no lo enmascararía completamente.

Derechos Reservados -2024

5. La diferencia entre el L_{eq} y el L_{max} en los horarios diurnos en horas laborables (8 horas) es de hasta ~27,7 dBA, lo que indica que el ruido no es estable y tiene fluctuaciones de ruido. Es posible que se pueda deber a tráfico vehicular en la vía o a ruido de otras fuentes. Lo anterior, debido a que las mediciones se tomaron sin las actividades constructivas del emisor, siendo una medición de Línea Base para un EsIA.

6. La diferencia entre los niveles L_{90} y L_{min} es de hasta ~4,8 dBA, lo que indica un nivel de fondo de ruido ambiental, bastante cercano al mínimo. Esto quiere decir que el ruido emitido por fuentes ajenas al proyecto cercanas y en el área presentan contribuciones bajas. Es importante mencionar que, bajo las condiciones actuales, el ruido ambiental no puede estar por debajo del L_{min}, que ya está por encima del límite máximo normado en todos los puntos para el horario nocturno de 50 dBA en los receptores.

Nota: *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 obtenidos en campo siguiendo las metodologías aceptadas internacionalmente. Estos valores pueden variar si las condiciones de las operaciones, del área, el clima y los equipos varían.*

Derechos Reservados -2024

7 ANEXOS

ANEXO 1. Metodología de Medición.

ANEXO 2. Valores de las mediciones realizadas.

ANEXO 3. Valores guía para el ruido urbano en ambientes específicos.

ANEXO 4. Fotos de las mediciones.

ANEXO 5. Certificados de calibración.

ANEXO 6. Glosario.

ANEXO 7. Bibliografía.

Derechos Reservados -2024

7.1 ANEXO 1. METODOLOGÍA DE MEDICIÓN

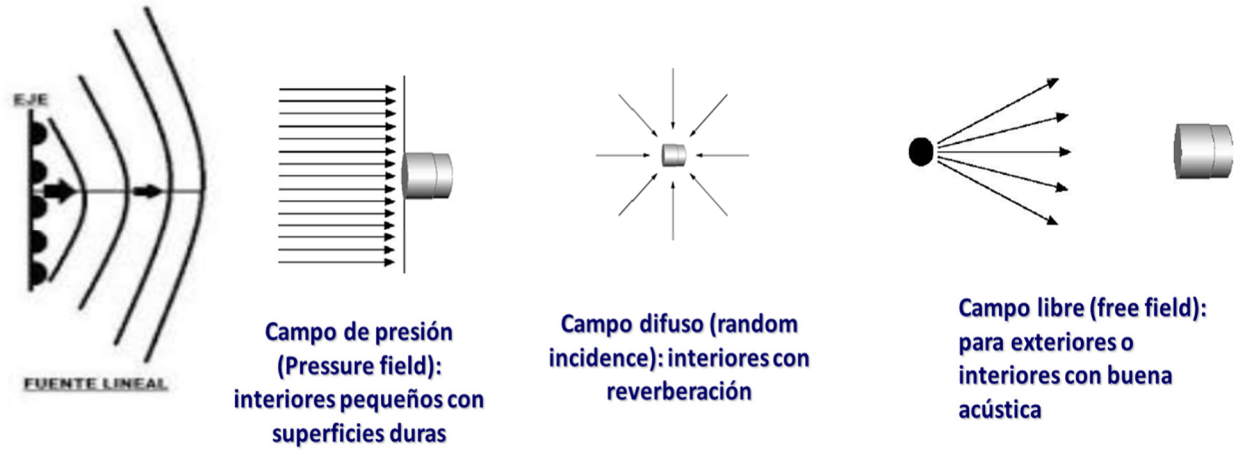
Método ISO 1996-2:2017 (International Organization for Standarization (ISO), 2017)

Parámetro	Metodología	Equipo	Serie
Ruido Ambiental	Medición de lectura directa	Sonómetro	Larson Davis LxT1 serie 7240
			Larson Davis LxT1 serie 0006071
		Calibrador	Marca Larson Davis modelo Cal 200 N/S: 17717
			Marca Larson Davis modelo Cal 200 N/S: 20814

Equipos de Medición

Derechos Reservados -2024

Micrófonos



Preamplificador, Pantalla de Viento y Micrófono

Pistónos Verificadores de Campo

Calibrador electrónico clase I
CAL 200, Cumple con IEC
60942:2003

Calibrador electrónico clase II
CAL 150, Cumple con IEC
60942:2003

Derechos Reservados -2024

7.2 ANEXO 2. DATOS DE EMISIÓN TEÓRICA DE RUIDO POR ACTIVIDAD CONSTRUCTIVA DE PILOTE PRENSADO EN BANDA ANCHA.

Editado e Impreso por: ITS Consultants S.A.
Derechos Reservados -2024

Datos de Emisión Teórica de Ruido por actividad constructiva en Octavas de Banda (para ***Pilote prensado***):

BRITISH STANDARD

Table C.12 **Supplementary sound level data on piling**

Ref. no	Equipment	Pile depth	Width	Energy, power rating	Dolly	Sound power level L_{WA}	Soil	Cycle time	On-time	Activity equivalent continuous sound pressure level L_{Aeq} at 10 m (one cycle)	
		m	m			dB			%	dB	
	Steel piling										
1	Pressed-in steel tubular piles; power pack pressing unit (does not include ancillary plant including mobile crane)	—	—	225 kW	—	96	—	—	—	68	68
		—	—	Available up to 4 MN pressing force	—	83	—	—	—	55	
2	Hydraulic power pack	—	—	75 kW to 900 kW	—	101 to 114	—	—	100	73 to 86	
	Driven cast in situ piling										
3	Junttan PM25, hydraulic hammer	16.75	0.38 dia.	4 t, 0.6 m drop	Sand	103 A)	12 m fill onto stiff clay	30	65	84	101
4		16.75	0.38 dia.	4 t, 0.6 m drop	Sand	103 A)		30	65	85	
5		16.75	0.38 dia.	4 t, 0.6 m drop	Sand	119 A)		30	65	101	
6		16.75	0.38 dia.	4 t, 0.6 m drop	Sand	117 A)		30	65	98	
7	Junttan PM26, hydraulic hammer	10.90	0.34 dia.	5 t, 0.6 m drop	Sand	104	6 m fill, 4 m alluvium overlying mudstone	30	65	92	
8		15.00	0.34 dia.	5 t, 0.6 m drop	Sand	108	5 m fill overlying firm to stiff clay	20	50	80	
9		11.70	0.34 dia.	5 t, 0.6 m drop	Sand	132		25	50	107	
10		10.30	0.34 dia.	5 t, 0.6 m drop	Sand	117	2 m fill, 7 m alluvium overlying medium dense gravel	20	50	98	

Editado e Impreso por: ITS Consultants S.A.
Derechos Reservados -2024

Table C.12 **Supplementary sound level data on piling** *(continued)*

Ref. no	Equipment	Pile depth	Width	Energy, power rating	Dolly	Sound power level L_{WA}	Soil	Cycle time	On-time	Activity equivalent continuous sound pressure level L_{Aeq} at 10 m (one cycle)
		m	m			dB			%	dB
11	NCK 605, hanging leaders and drop hammer	20.90	0.34 dia.	4 t, 0.9 m drop	Aluminium	121	4 m fill, 3 m v. loose sand, 2 m peat, 2 m v. soft clay, 10 m v. soft silt onto v. dense sand	30	65	93
12		20.90	0.34 dia.	4 t, 0.9 m drop	Aluminium	146		30	65	61
13		16.50	0.43 dia.	4 t, 0.9 m drop	Timber	88	1 m fill, 10 m alluvium, 2 m loose to medium dense gravel onto stiff clay	40	80	80
14		17.70	0.43 dia.	4 t, 0.9 m drop	Aluminium	103		40	80	88
15		17.70	0.43 dia.	4 t, 0.9 m drop	Aluminium	122		40	80	96
16		17.70	0.43 dia.	4 t, 0.9 m drop	Plastic	118		40	80	90
17		7.60	0.34 dia.	4 t, 0.9 m drop	Aluminium	142	4 m fill, 3 m alluvium overlying very dense sand	25	75	101
18		20.80	0.43 dia.	4 t, 0.9 m drop	Aluminium	122	3 m fill, 10 m alluvium, 5 m gravel onto mudstone	40	80	96
19		11.50	0.34 dia.	4 t, 0.9 m drop	Aluminium	116	2 m fill, 3 m alluvium overlying medium dense gravel	30	65	93
20		11.10	0.34 dia.	4 t, 0.9 m drop	Aluminium	110		30	65	91
21		14.60	0.38 dia.	4 t, 0.9 m drop	Aluminium	120	2 m fill onto firm becoming stiff clay	40	80	92
22		11.10	0.34 dia.	4 t, 0.9 m drop	Aluminium	100	2 m fill, 3 m alluvium overlying medium dense gravel	30	65	72
23		8.30	0.43 dia.	4 t, 0.9 m drop	Aluminium	112		30	65	93
24		15.00	0.38 dia.	4 t, 0.9 m drop	Aluminium	109	2 m fill, 7 m alluvium overlying chalk	30	65	90
25		15.50	0.34 dia.	4 t, 0.9 m drop	Aluminium	112	2 m fill, 6 m alluvium overlying firm to stiff clay	30	65	91

Editado e Impreso por: ITS Consultants S.A.
Derechos Reservados -2024

Table C.12 **Supplementary sound level data on piling** *(continued)*

Ref. no	Equipment	Pile depth	Width	Energy, power rating	Dolly	Sound power level L_{WA}	Soil	Cycle time	On-time	Activity equivalent continuous sound pressure level L_{Aeq} at 10 m (one cycle)	
		m	m			dB			%	dB	
26	NCK 605, hanging leaders and drop hammer	15.50	0.38 dia.	4 t, 0.9 m drop	Timber	107	2 m fill, 13 m alluvium overlying medium dense sand	25	50	79	
27		14.50	0.34 dia.	4 t, 0.9 m drop	Aluminium	115	5 m fill, 3 m alluvium, 7 m firm to stiff clay onto mudstone	30	65	87	
28		16.50	0.34 dia.	4 t, 0.9 m drop	Aluminium	107	7 m fill, 1 m peat, 4 m alluvium, 8 m gravel onto chalk	40	80	79	
29		16.50	0.34 dia.	4 t, 0.9 m drop	Aluminium	120		40	80	92	
30		19.50	0.43 dia.	4 t, 0.9 m drop	Aluminium	120		40	80	92	
31		19.50	0.43 dia.	4 t, 0.9 m drop	Aluminium	109		40	80	81	
32		11.50	0.43 dia.	4 t, 0.9 m drop	Timber	113	6 m fill, 4 m firm clay onto medium dense gravel	30	65	85	
33	NCK Atlas, hanging leaders and drop hammer	23.00	0.38 dia.	4 t, 0.9 m drop	Aluminium	106	7 m fill, 1 m peat, 4 m alluvium, 8 m gravel onto chalk	40	80	78	92
34		23.00	0.38 dia.	4 t, 0.9 m drop	Aluminium	120		40	80	92	
	Driven precast concrete piling										
35	Junttan PM25, hydraulic hammer	—	—	7 t, 0.6 m drop	Sand	103	—	—	—	94	
36		—	—	9 t, 0.7 m drop	Polypenco	106	—	—	—	86	
37		—	—	7 t, 0.6 m drop	Polypenco	111	—	—	—	91	
38		—	—	7 t, 0.6 m drop	Sand	108	—	—	—	88	
39		—	—	7 t, 0.6 m drop	Sand	111	—	—	—	93	
	Continuous flight auger piling										
40	Soilmec R622	25.00	0.9 dia.	—	None	106	7 m alluvium, 7 m firm to stiff clay, 2 m medium dense sand, 2 m clay onto sand	133		81	
41	Soilmec CM45	11.80	0.4 dia.	—	None	105	8 m fill overlying sandstone	50	95	80	
42		17.50	0.45 dia.	—	None	108	5 m fill, 2 m sand onto firm becoming stiff clay	55	95	83	
43	Soilmec CM48	14.80	0.45 dia.	134 kW	None	102	2 m fill, 7 m soft to firm clay, 6 m medium dense clayey sand onto sandstone	80	95	77	77
44		14.80	0.45 dia.	134 kW	None	98		80	95	73	

Editado e Impreso por: ITS Consultants S.A.
Derechos Reservados -2024

Table C.12 **Supplementary sound level data on piling** *(continued)*

Ref. no	Equipment	Pile depth	Width	Energy, power rating	Dolly	Sound power level L_{WA}	Soil	Cycle time	On-time	Activity equivalent continuous sound pressure level L_{Aeq} at 10 m (one cycle)
		m	m			dB			%	dB
45	Soilmec R412	12.00	0.6 dia.	155 kW	None	100	2 m fill overlying firm to stiff becoming very stiff clay with limestone bands	55	95	75
46		7.50	0.6 dia.	155 kW	None	102	3 m fill overlying siltstone	25	90	76
47		10.00	0.45 dia.	155 kW	None	102	5 m fill, 6 m stiff sandy clay onto sandstone	25	90	77
48		10.00	0.45 dia.	155 kW	None	102		25	90	77
49		10.00	0.45 dia.	155 kW	None	101		25	90	76
	Vibroflotation									
50	Vibrocat, top-feed, electric vibrator	3.50	~0.45 dia.	50 kW	None	115	Firm to stiff clay	10	70	85
51	NCK 305, top-feed, electric vibrator	3.00	~0.45 dia.	50 kW	None	119	Mixed medium dense granular / firm cohesive soils	10	70	89
52	Vibrocat, bottom-feed, electric vibrator	3.30	~0.55 dia.	50 kW	None	96		10	70	65
53	Vibrocat, VCC, electric vibrator	8.50	0.43 dia.	50 kW	None	115		25	85	85
54	Minicat, top-feed, electric vibrator	3.40	~0.50 dia.	50 kW	None	108		20	85	77
55	Minicat, top-feed, electric vibrator	3.00	~0.50 dia.	50 kW	None	115		15	80	85
56	NCK 305, top-feed, electric vibrator	3.00	~0.50 dia.	50 kW	None	111		15	80	81
57	Vibrocat, bottom-feed, electric vibrator	3.0	~0.55 dia.	55 kW	None	102	Soft to firm clay	10	70	72
58	Vibrocat, bottom-feed, electric vibrator	3.70	~0.50 dia.	50 kW	None	119	Mixed medium dense granular/ firm cohesive soils	10	70	89
59	Minicat, top-feed, electric vibrator	4.70	~0.45 dia.	55 kW	None	123		10	70	93
60	Vibrocat, bottom-feed, electric vibrator	6.00	~0.50 dia.	55 kW	None	129		15	80	87
61	Minicat, top-feed, electric vibrator and prebore rig	3.50	~0.50 dia.	55 kW	None	115	Very loose cohesionless soils	10	70	84
62	Minicat, top-feed, electric vibrator	1.70	~0.55 dia.	55 kW	None	110	Loose cohesionless soils	10	70	79

Derechos Reservados -2024

Table C.12 **Supplementary sound level data on piling** *(continued)*

Ref. no	Equipment	Pile depth	Width	Energy, power rating	Dolly	Sound power level L_{WA}	Soil	Cycle time	On-time	Activity equivalent continuous sound pressure level L_{Aeq} at 10 m (one cycle)	
		m	m			dB			%	dB	
63	Minicat, top-feed, electric vibrator	4.30	~0.40 dia.	55 kW	Polyurethane	113	Mixed medium dense granular/ firm cohesive soils	15	80	83	
64	Minicat, top-feed, electric vibrator	4.30	~0.40 dia.	55 kW	Polyurethane	105		15	80	75	
65	NCK 305, top-feed, electric vibrator	4.00	~0.50 dia.	55 kW	None	103		15	80	73	
66	Vibrocat, bottom-feed, electric vibrator	2.80	~0.55 dia.	55 kW	None	112	Loose to medium dense cohesionless soils	10	70	82	84
67		2.50	~0.55 dia.	55 kW	None	111		10	70	81	
68		2.50	~0.55 dia.	55 kW	None	114		10	70	84	
69		3.50	~0.55 dia.	55 kW	None	113		10	70	83	
70	Vibrocat, bottom-feed, electric vibrator	—	—	55 kW	None	113	Unknown	—	—	85	
71	Vibrocat, bottom-feed, electric vibrator	—	—	55 kW	None	106		—	—	75	
72	Vibrocat, VCC, electric vibrator	—	—	55 kW	None	91		—	—	60	
	Dynamic compaction										
73	—	—	2.4 × 2.4	8 t, 8 m drop	None	102	Refuse / contaminated fill	1	80	81	
74	NCK Ajax	—	2.4 × 2.4	8 t, 8 m drop	None	101	Refuse / contaminated fill	1	80	81	
75	NCK Ajax	—	2.4 × 2.4	8 t, 12 m drop	None	105	Mixed fill	1	80	84	
76	Supra 1100	—	2.4 × 2.4	15 t, 10 m drop	None	101		1	80	81	
77	NCK Eiger C120	—	2.4 × 2.4	15 t, 10 m drop	None	102		1	80	81	

Editado e Impreso por: ITS Consultants S.A.
Derechos Reservados -2024

Table C.12 **Supplementary sound level data on piling** *(continued)*

Ref. no	Equipment	Pile depth	Width	Energy, power rating	Dolly	Sound power level L_{WA}	Soil	Cycle time	On-time	Activity equivalent continuous sound pressure level L_{Aeq} at 10 m (one cycle)	
		m	m			dB			%	dB	
78	NCK Ajax	—	2.4 × 2.4	8 t, 12 m drop	None	102	Refuse / contaminated fill	1	80	82	91
79		—	2.4 × 2.4	8 t, 12 m drop	None	105		1	80	69	
80		—	2.4 × 2.4	8 t, 12 m drop	None	105		1	80	78	
81		—	2.4 × 2.4	8 t, 12 m drop	None	99		1	80	79	
82		—	2.4 × 2.4	8 t, 12 m drop	None	99		1	80	78	
83		—	2.4 × 2.4	8 t, 12 m drop	None	102		1	80	81	
84		—	2.4 × 2.4	8 t, 12 m drop	None	110		1	80	90	
85		—	2.4 × 2.4	8 t, 12 m drop	None	109		1	80	88	
86		—	2.4 × 2.4	8 t, 12 m drop	None	109		1	80	88	
87		—	2.4 × 2.4	8 t, 12 m drop	None	107		1	80	87	
88		—	2.4 × 2.4	8 t, 12 m drop	None	106		1	80	86	
89		—	2.4 × 2.4	8 t, 12 m drop	None	108		1	80	87	
90		—	2.4 × 2.4	8 t, 12 m drop	None	107		1	80	87	
91		—	2.4 × 2.4	8 t, 12 m drop	None	107		1	80	87	
92		—	2.4 × 2.4	8 t, 12 m drop	None	109		1	80	88	
93		—	2.4 × 2.4	8 t, 12 m drop	None	111		1	80	91	
94		—	2.4 × 2.4	8 t, 12 m drop	None	106		1	80	86	
95		—	2.4 × 2.4	8 t, 12 m drop	None	107		1	80	86	
96		—	2.4 × 2.4	8 t, 12 m drop	None	109		1	80	89	
97		—	2.4 × 2.4	8 t, 12 m drop	None	109		1	80	89	
98		—	2.4 × 2.4	8 t, 12 m drop	None	109		1	80	88	
99		—	2.4 × 2.4	8 t, 3 m drop	None	104		1	80	83	
	Coring through existing piles										
100	Bauer BG36 coring reinforced concrete pile	—	—	—	None	—	—	—	—	72 to 87	
101	Junttan PM18/30 coring reinforced concrete pile	—	—	—	None	—	—	—	—	76 to 90	

[A] Owing to local circumstances the attenuation rate was not standard so propagation values have been amended.

Editado e Impreso por: ITS Consultants S.A.
Derechos Reservados -2024

Table D.4 **Historic sound level data on piling: piling operations**

Ref no.	Pile Depth	Pile Width [A]	Method	Energy, power rating	Dolly	Sound power level L_{WA}	Soil	Cycle time	On-time	Activity equivalent continuous sound pressure level L_{Aeq} at 10 m (one cycle)
	m	m				dB			%	dB
	Trenching sheets									
1	3	0.4	Double acting air trenching hammer	48 kg·m	Steel	126	Mixed fill	15 min to 30 min	90	97
2	3	0.4		22 kg·m	None	113	Chalk/ballast	12 min	84	85
	Sheet steel piling									
3	3	0.95	Diesel hammer	5500 kg·m	None	136	Silt/rock	45 min	65	106
4	Last 1.5	0.95		3731 kg·m	None	128	Sand/gravel driving	—	100	100
5	5	0.48		3000 kg·m	None	133	Clay	50 min	80	104
6	3	0.48	Air hammer	22 kg piston	None	126	Clay	10 min	50	93
7	3	0.95	Double acting air hammer	300 kg·m	None	122	Wet clay extraction	—	100	94
8	8	0.5	Drop hammer	2.75 t, 2 m drop	Wood	114	Fill	67 min	40	83
9	8	0.5		2.5 t, 2 m drop	Wood	111	Fill	50 min	40	81
10	11	0.4		2.5 t, 1 m drop	Wood	122	Chalk	—	40	91
11	9	0.4	Enclosed drop hammer	3 t	Wood	110	Boulder clay	60 min	50	75
12	4	0.95	Hydraulic	220000 kg/pile	None	94	Clay	120 min	90	65
13	6	0.9		220000 kg/pile	None	106	Wet clay	12 h	100	78
14	6	0.9		220000 kg/pile	None	98	Wet clay	12 h	45	68
	Sheet steel piling (pairs)									
15	8	0.4 each	Enclosed drop hammer	3 t, 1 m drop	Wood/plastic	117	Fill/clay	60 min	75	88
16	8	0.4 each		3 t, 1 m drop	Wood/plastic	109	Fill/clay	52 min	40	77

Editado e Impreso por: ITS Consultants S.A.
Derechos Reservados -2024

Table D.4 **Historic sound level data on piling: piling operations** *(continued)*

Ref no.	Pile Depth	Pile Width [A]	Method	Energy, power rating	Dolly	Sound power level L_{WA}	Soil	Cycle time	On-time	Activity equivalent continuous sound pressure level L_{Aeq} at 10 m (one cycle)
	m	m				dB			%	dB
	Tubular steel casing/pile cast in place									
17	23	0.4 dia.	Drop hammer	4 t, 1 m drop	Aluminium alloy	129	Fill/clay	33 min	60	100
18	23	0.4 dia.		4 t, 1 m drop	Wood	119	Fill/clay	58 min	80	89
19	23	0.4 dia.		4 t, 1 m drop	Wood	118	Fill/clay	75 min	50	87
20	23	0.4 dia.		4 t, 1 m drop	Wood	122	Chalk	—	50	91
21	10	0.4 dia.	Diesel hammer	5 500 kg·m	Wood	132	Clay	60 min	50	101
22	8	1.25	Electric vibratory extractor	24 Hz	None	125	Clay	15 min	35	93
	Impact bored/pile cast in place									
23	14	0.5 dia	Tripod winch	25 kW	None	103	Hard clay	1.5 days	85	73
24	9.5	0.5 dia.		18 kW	None	104	Rough/fill/clay/limestone	9 h	85	76
25	10	0.3 dia.		12 kW	None	112	Gravel/clay	4 h	65	84
26	10	0.5 dia.	Pair tripod winches	2 × 16 kW	None	112	Sand fill/wet clay	—	100	83
	H-section steel piling									
27	8	0.37 sq.	Drop hammer	5 t	Wood	125	Clay/flint/chalk	60 min	50	94
28	10	0.36 sq.	Diesel hammer	6 219 kg·m	None	125	Fill/clay sandstone	30 min	70	96
	Precast concrete piles									
29	10	0.535 dia.	Drop hammer	6 t, 0.5 m drop	Wood	124	Fill	5 min	30	91
30	25	0.285 sq.		5 t, 1.0 m drop	Wood	123	Clay/flint/chalk	2.5 h	80	87
31	20	0.275 sq.		4 t, 0.5 m drop	Wood	116	Chalk/clay	47 min	60	87
32	20	0.275 sq.		4 t, 0.5 m drop	Wood	116	Fill/clay/sand	67 min	30	82

Editado e Impreso por: ITS Consultants S.A.
Derechos Reservados -2024

Table D.4 **Historic sound level data on piling: piling operations** *(continued)*

Ref no.	Pile Depth	Pile Width [A]	Method	Energy, power rating	Dolly	Sound power level L_{WA}	Soil	Cycle time	On-time	Activity equivalent continuous sound pressure level L_{Aeq} at 10 m (one cycle)
	m	m				dB			%	dB
	Bored piling/pile cast in place									
33	15	1.5 dia.	Crane mounted auger	Crane 113 kW Donkey 85 kW	None	116	Clay	60 min	55	87
34	19	1.07 dia.		Crane 100 kW Donkey 75 kW	None	116	Fill/clay	40 min	25	83
35	13	1 dia.		Crane 116 kW Donkey 82 kW	None	113	Clay	Boring	100	85
36	26	0.82 dia.		Crane 75 kW Donkey 150 kW	None	118	Clay	Boring	100	90
37	20	0.75 dia.		Crane 99 kW Donkey 125 kW	None	111	Clay/silt	30 min	30	79
38	15	0.75 dia.		Crane 58 kW Donkey 97 kW	None	116	Clay	60 min	50	85
39	10	0.75 dia.		Crane 58 kW Donkey 97 kW	None	112	Clay	40 min	50	82
40	13	0.61 dia.		Crane 100 kW Donkey 37 kW	None	124	Clay	52 min	15	88
41	15.7	0.55 dia		Crane 100 kW Donkey 134 kW	None	112	Clay	90 min	50	81
42	8	0.4 dia.		Crane 58 kW Donkey 134 kW	None	116	Clay	Boring	100	88
43	8	0.4 dia.	Crane mounted auger, pile case vibratory driven	—	None	116	Dry clay	—	100	88

Editado e Impreso por: ITS Consultants S.A.
Derechos Reservados -2024

Table D.4 **Historic sound level data on piling: piling operations** *(continued)*

Ref no.	Pile Depth	Pile Width [A]	Method	Energy, power rating	Dolly	Sound power level L_{WA}	Soil	Cycle time	On-time	Activity equivalent continuous sound pressure level L_{Aeq} at 10 m (one cycle)
	m	m				dB			%	dB
44	10	0.48 dia	Lorry mounted auger	75 kW	None	109	Sand/clay	—	50	79
45	5	0.25 dia.	Lorry mounted auger	54 kW	None	112	Clay	10 min	50	81
46	4	0.225 dia.	Lorry mounted auger	39 kW	None	102	Clay	10 min	30	71
47	33	1.18 dia.	Oscillatory bored	164 kW	None	115	Clay/chalk	8 h	100	81
48	See Table D.5									
49	See Table D.5									
	Sheet steel piling									
50	12	0.4	Double acting diesel hammer	3 790 kgf·m	Steel on fibrous material	135	—	—	100	107
51			Double acting diesel hammer	16 500 kgf·m	Not known	140		—	100	112
52	12	0.4	Double acting air hammer	560 kgf·m	Steel on fibrous material	134	—	—	100	106
53	12	0.4	Hydraulic vibratory driver	20.7 kg·m eccentric moment; 26 Hz	None	118	Sand and gravel	—	100	90
54	8	0.508	Air hammer	415 kgf·m	None	131	Sandy clay overlying boulder clay	—	100	103
55	8	0.508	Air hammer	415 kgf·m	None	134	Sandy clay overlying boulder clay	—	100	106
56	8	0.508	Drop hammer (hammer and pile enclosed acoustically)	3 t	150 mm greenheart timber plus rope	94	Sandy clay overlying boulder clay	—	100	66
57	8	0.508	Drop hammer (hammer and pile enclosed acoustically)	3 t	150 mm greenheart timber plus rope	98	Sandy clay overlying boulder clay	—	100	70
58	10 (4 m exposed)	0.96	Double acting air impulse hammer	15 kN·m	Air cushion	111	—	—	100	83
59	15 (5 m exposed)	1.05	Hydraulic hammer, enclosed acoustically	60 kN·m	Steel on fibrous material	121	Gravel overlying stiff clay	—	100	93
60	15	1.05	Hydraulic drop hammer, enclosed acoustically	60 kN·m	Steel on fibrous material	113	Gravel overlying stiff clay	—	100	85

Editado e Impreso por: ITS Consultants S.A.
Derechos Reservados -2024

Table D.4 **Historic sound level data on piling: piling operations** *(continued)*

Ref no.	Pile Depth	Pile Width [A]	Method	Energy, power rating	Dolly	Sound power level $L_{W,A}$	Soil	Cycle time	On-time	Activity equivalent continuous sound pressure level L_{Aeq} at 10 m (one cycle)	
	m	m				dB			%	dB	
	Tubular casing										
61	23	1.07 dia.	Double acting diesel hammer	6219 kgf·m	Not known	122	Silt overlying chalk	—	100	94	
62	23	1.07 dia.		16000 kgf·m	Not known	132	Silt overlying chalk	—	100	104	
	Tubular steel casing/pile cast in place										
63a)	13	0.35 dia.	Drop hammer	3.3 t, 1.2 m drop	Resilient composite pad	130	Estuarial alluvia	20 min	20	95	97
63b)	13	0.35 dia.		3.3 t, 1.2 m drop	Resilient composite pad	126	Estuarial alluvia	20 min	30	93	
63c)	13	0.35 dia.	Drop hammer, extracting casing	3.3 t	Resilient composite pad	120	Estuarial alluvia	20 min	10	82	
64a)	14	0.4 dia.	Drop hammer	4 t, 1.2 m drop	Resilient composite pad	132	Dense sand	45 min	40	100	100
64b)	14	0.4 dia.		4 t, 1.2 m drop	Resilient composite pad	125	Dense sand	45 min	20	90	
64c)	14	0.4 dia.	Drop hammer, extracting casing	4 t	Resilient composite pad	118	Dense sand	45 min	5	77	
65a)	8	0.35 dia.	Drop hammer, partially enclosed acoustically	3.3 t, 1.2 m drop	Resilient composite pad	117	Silt/peat/shale/ sandstone	25 min	15	81	91
65b)	8	0.35 dia.		3.3 t, 1.2 m drop	Resilient composite pad	122	Silt/peat/shale/ sandstone	25 min	35	89	
65c)	8	0.35 dia.	Drop hammer, partially enclosed acoustically, extracting casing	3.3 t, 1.2 m drop	Resilient composite pad	121	Silt/peat/shale/ sandstone	25 min	8	82	
66a)	8	0.4 dia.	Drop hammer, partially enclosed acoustically	4 t, 1.6 m drop	None	129	Stiff to hard sandy clay	30 min	35	96	97
66b)	8	0.4 dia.		4 t, 1.6 m drop	None	125	Stiff to hard sandy clay	30 min	30	92	
67a)	5	0.45 dia.	Internal drop hammer	3 t, 4 m drop	Dry mix aggregate plug	113	Made ground overlying clay	40 min	50	82	86
67b)	5	0.45 dia.		3 t, 4 m drop	Dry mix aggregate plug	115	Made ground overlying clay	40 min	50	84	
68a)	14	0.4 dia.		3 t, 4 m drop	Dry mix aggregate plug	111	Ballast	—	50	80	84
68b)	14	0.4 dia.		3 t, 4 m drop	Dry mix aggregate plug	116	Ballast	—	25	82	

Editado e Impreso por: ITS Consultants S.A.
Derechos Reservados -2024

Table D.4 **Historic sound level data on piling: piling operations** *(continued)*

Ref no.	Pile Depth	Pile Width [A]	Method	Energy, power rating	Dolly	Sound power level L_{WA}	Soil	Cycle time	On-time	Activity equivalent continuous sound pressure level L_{Aeq} at 10 m (one cycle)	
	m	m				dB			%	dB	
	Impact bored/pile cast in place										
69a)	20	0.5 dia.	Tripod winch	20 kW	None	106	Fill/ballast/stiff clay	6 h	30	73	83
69b)	20	0.5 dia.		20 kW	None	108	Fill/ballast/stiff clay	6 h	60	78	
69c)	20	0.5 dia.	Tripod winch, driving casing	3/4 t, 1 m drop	Steel	118	Fill/ballast/stiff clay	6 h	2.5	74	
69d)	20	0.5 dia.		3/4 t, 1 m drop	Steel	122	Fill/ballast/stiff clay	6 h	2.5	78	
70a)	25	0.6 dia.	Tripod winch	20 kW	None	108	Fill/sand/ballast/ stiff clay	10 h	30	75	88
70b)	25	0.6 dia.		20 kW	None	113	Fill/sand/ballast/ stiff clay	10 h	60	83	
70c)	25	0.6 dia.	Tripod winch, driving casing	3/4 t, 1 m drop	Steel	127	Fill/sand/ballast/ stiff clay	10 h	2	82	
70d)	25	0.6 dia.		3/4 t, 1 m drop	Steel	129	Fill/sand/ballast/ stiff clay	10 h	2	84	
	H section steel piling										
71	22.5	0.31 × 0.31 × 0.11	Double acting diesel hammer	3 703 kgf·m	Steel on fibrous material	127	Sand and silt overlying stiff clay	—	100	99	
72	—	0.35 × 0.37 × 0.089	Diesel hammer	6 219 kgf·m	Not known	122	Rock fill	—	100	94	
73	75	0.3 × 0.3	Hydraulic drop hammer, enclosed acoustically	36 kN·m	Hardwood	113	Chalk	—	100	85	
74	75	0.3 × 0.3		36 kN·m	Hardwood	116	Chalk	—	100	88	
75	75	0.3 × 0.3	Hydraulic drop hammer	84 kN·m	Steel on fibrous material	124	Chalk	—	100	96	

Editado e Impreso por: ITS Consultants S.A.
Derechos Reservados -2024

Table D.4 **Historic sound level data on piling: piling operations** *(continued)*

Ref no.	Pile Depth	Pile Width [A]	Method	Energy, power rating	Dolly	Sound power level L_{WA}	Soil	Cycle time	On-time	Activity equivalent continuous sound pressure level L_{Aeq} at 10 m (one cycle)
	m	m				dB			%	dB
	Precast concrete piles									
76	—	—	Drop hammer	5 t, 0.75 m drop	Not known	114	Fill	—	100	86
77	50	0.29 × 0.29 square section modular (joined)	Hydraulic drop hammer, enclosed acoustically	60 kN·m	Hardwood	107	Chalk	—	100	79
78	50			60 kN·m	Hardwood	111	Chalk	—	100	83
79	20	0.275 × 0.275 square section modular (joined)	Hydraulic hammer	3 t, 0.3 m drop	Hardwood	111	Stiff clay overlying mudstone	—	100	83
80	20			3 t, 0.3 m drop	Hardwood	119	Stiff clay overlying mudstone	—	100	91
81	10	0.275 × 0.275 square section modular (joined)	Hydraulic hammer, partially enclosed acoustically	4 t, 0.3 m drop	Hardwood	109	Clay/gravel overlying mudstone	—	100	81
82	10			4 t, 0.3 m drop	Hardwood	106	Clay/gravel overlying mudstone	—	100	78
83	17	0.285 × 0.285 square section modular (joined)	Drop hammer	5 t, 1 m drop	Wood	114	Silt/sand/gravel	55 min	80	85

Editado e Impreso por: ITS Consultants S.A.
Derechos Reservados -2024

Table D.4 **Historic sound level data on piling: piling operations** *(continued)*

Ref no.	Pile Depth	Pile Width [A]	Method	Energy, power rating	Dolly	Sound power level L_{WA}	Soil	Cycle time	On-time	Activity equivalent continuous sound pressure level L_{Aeq} at 10 m (one cycle)	
	m	m				dB			%	dB	
84	20	0.08 m² hexagonal section modular (joined)	Drop hammer, hanging leaders: soft driving	4 t, 0.6 m drop	Wood	114	Alluvium	—	100	86	
85	20	0.08 m² hexagonal section modular (joined)	Drop hammer, hanging leaders: medium/hard driving	4 t, 0.75 m drop	Wood	121	Stiff clays and gravels	—	100	93	
86	20	0.406 dia. modular shell	Drop hammer driving on mandrel/pile cast in place	5 t, 0.75 m drop	Wood/sisal	114	Fill overlying chalk	41 min	30	82	
87	28	0.444 dia. modular shell		6 t, 1 m drop	Wood	121	Sand/clay/chalk	57 min	30	89	
	Bored piling/pile cast in place										
88	10	0.45 dia.	Crane-mounted auger: donkey engine in acoustic enclosure	65 kW	None	108	Fill overlying stiff clay	45 min	100	80	
89a)	25	0.6 dia.		90 kW	None	110	Sand/gravel/stiff clay	90 min	85	81	
89b)	7	0.6 dia.	Driving temporary casing to support upper strata in prebored hole by drop hammer	2.5 t, 0.6 m drop	Steel	128	Sand/gravel/stiff clay	90 min	1.5	82	85
90	15	0.45 dia.	Lorry-mounted auger: donkey engine in acoustic enclosure	90 kW	None	109	Sand/gravel/clay	55 min	100	81	
91	20	0.6 dia.		90 kW	None	113	Fill/clay	75 min	100	85	
92a)	25	0.9 dia.	Crane-mounted auger	90 kW	None	114	Fill/clay	3 h	95	86	
92b)	25	0.9 dia.	Crane-mounted auger: kelly bar clanging	90 kW	None	122	Fill/clay	3 h	3	79	87

Editado e Impreso por: ITS Consultants S.A.
Derechos Reservados -2024

Table D.4 **Historic sound level data on piling: piling operations** *(continued)*

Ref no.	Pile Depth	Pile Width [A)]	Method	Energy, power rating	Dolly	Sound power level L_{WA}	Soil	Cycle time	On-time	Activity equivalent continuous sound pressure level L_{Aeq} at 10 m (one cycle)	
	m	m				dB			%	dB	
93	30	1.05 dia.	Crane-mounted auger	120 kW	None	117	Ballast/clay	5 h	100	89	
94a)	24	2.1 dia.	Crane-mounted auger and drilling bucket: pile bored under bentonite	110 kW	None	112	Alluvia/sands/clay	2 days	50	81	82
94b)	24	2.1 dia.	Crane-mounted auger and drilling bucket: kelly bar clanging	110 kW	None	121	Alluvia/sands/clay	2 days	2	76	
95	40	1.2 dia.	Crane-mounted auger and drilling bucket: pile bored under bentonite	120 kW	None	117	Sands/boulder clay/ marl	2 days	50	86	
96	20	0.9 dia.	Lorry-mounted auger	110 kW	None	115	Fill/sand/gravel/clay	3 h	100	87	
97	20	1.2 dia.		110 kW	None	112	Fill/ballast/clay	6 h	100	84	
	Continuous flight auger injected piling										
98	11	0.45 dia.	Crane-mounted leaders with continuous flight auger; cement grout injected through hollow stem of auger. Engine/ power pack partially enclosed acoustically	90 kW	None	111	Alluvium	30 min	50	80	
99	15	0.35 dia.		90 kW	None	108	Sands and silts	30 min	50	77	
100	12	0.45 dia.	Crane-mounted continuous flight auger rig; concrete injected through hollow stem of auger. Engine/power pack partially enclosed acoustically	100 kW	None	109	Gravels overlying chalk	30 min	50	78	

© BSI 2008 • 91

Editado e Impreso por: ITS Consultants S.A.
Derechos Reservados -2024

Table D.4 **Historic sound level data on piling: piling operations** *(continued)*

Ref no.	Pile Depth	Pile Width [A]	Method	Energy, power rating	Dolly	Sound power level L_{WA}	Soil	Cycle time	On-time	Activity equivalent continuous sound pressure level L_{Aeq} at 10 m (one cycle)	
	m	m				dB			%	dB	
	Diaphragm walling										
101	25	1.0 × 4.0	Crane-mounted hydraulically operated trenching grab guided by kelly bar	90 kW	None	114	Sands and gravels overlying chalk	12 h	100	86	
102	25	1.0 × 4.0	Crane-mounted hydraulically operated trenching grab guided by kelly bar	90 kW	None	116	Sands and gravels overlying chalk	12 h	100	86	
103	25	1.0 × 4.5	Crane-mounted rope operated trenching grab	8 t, 10 m drop	None	113	Sands and gravels overlying clay	10 h	80	84	
	Vibroreplacement/vibrodisplacement										
104a)	4	0.5 dia. approx.	Stone column formation by crane-mounted hydraulically powered vibrating poker. Compressed air flush; nose cone air jets exposed	90 kW	None	110	Miscellaneous fill	15 min	80	81	85
104b)	4	0.5 dia. approx.	Stone column formation by crane-mounted hydraulically powered vibrating poker. Compressed air flush; nose cone air jets exposed	90 kW	None	117	Miscellaneous fill	15 min	20	82	
105a)	—	2.4 × 2.4	Tamping weight raised by large crawler crane	120 kW	None	114	Made ground and fill	10 min	80	85	86
105b)	—	2.4 × 2.4	Tamping weight released by crane: impact of weight	20 t, 20 m drop	None	125	Made ground and fill	1 drop per min	1.5	79	
106a)	—	2.4 × 2.4	Tamping weight raised by large crawler crane	120 kW	None	110	Made ground and fill	10 min	80	81	82
106b)	—	2.4 × 2.4	Tamping weight released by crane: impact of weight	20 t, 20 m drop	None	122	Made ground and fill	1 drop per min	1.5	76	

Editado e Impreso por: ITS Consultants S.A.
Derechos Reservados -2024

Table D.4 **Historic sound level data on piling: piling operations** *(continued)*

Ref no.	Pile Depth	Pile Width [A]	Method	Energy, power rating	Dolly	Sound power level L_{WA}	Soil	Cycle time	On-time	Activity equivalent continuous sound pressure level L_{Aeq} at 10 m (one cycle)	
	m	m				dB			%	dB	
	Installation of vertical band drains										
107a)	7	0.1	Hydraulic vibratory lance starting up	50 kW	None	113	Sandy silty fill	5 min	1	65	80
107b)	7	0.1	Hydraulic vibratory lance installing band drain	50 kW	None	107	Sandy silty fill	5 min	70	76	
107c)	7	0.1	Hydraulic vibratory lance being extracted	50 kW	None	115	Sandy silty fill	5 min	15	79	

NOTE 1 Energy and power relationship: 1 kgf·m = 9.81 joules (J).

NOTE 2 1 t dropped 1 m = $9.81.10^3$ J = 9.81 kJ = 9.81 kN·m; 1 kW = 10^3 J/s = 1 kJ/s.

NOTE 3 Depths, cycle times where quoted and on-times are typical for specific cases but can vary considerably according to ground and other conditions.

[A] dia. = diameter; sq. = square section.

Editado e Impreso por: ITS Consultants S.A.
Derechos Reservados -2024

Table D.5 **Historic sound level data on piling: ancillary operations**

Ref. no	Equipment	Power rating	Equipment size, weight (mass), capacity	Sound power level L_{WA}	On-time	Activity equivalent continuous sound pressure level L_{Aeq} at 10 m
		kW	kg	dB	%	dB
	Cleaning welds on piles					
48	Pneumatic chipping hammer	—	4	116	100	88
	Shaping top of bored pile for fitting concrete cap					
49	Pneumatic chipping hammer (2)	—	11 each	119	30	86

Table D.6 **Historic sound level data on concreting operations**

Ref. no	Equipment	Power rating	Equipment size, weight (mass), capacity	Sound power level L_{WA}	Activity equivalent continuous sound pressure level L_{Aeq} at 10 m
		kW		dB	dB
	Preparation, mixing and discharging of concrete				
1	Concrete mixer	1.1	0.1 m³	92	64
2		1.1	0.1 m³	100	72
3		2	0.14 m³	89	61
4		2	0.14 m³	91	63
5		4.1	0.14 m³	102	74
6		4.1	0.2 m³	99	71
7		4.1	0.3 m³	104	76
8		—	0.4 m³	90	62
9	Batching plant	—	19 m³/h	104	76
10		—	27 m³/h	106	78
11		—	360 m³/day	108	80
12	Truck mixer (discharging)	—	6 m³	112	84[A)]
	Mixing and pumping grout				
13	Grout mixer and pump	34	—	108	80
	Pinning reinforcing				
14	Pneumatic hammer fitted with attachment for pinning reinforcement	—	15 kg	118	90
	Pumping concrete into bored pile				
15	Truck mixer	22[B)]	—	109	81
16	Lorry mounted concrete pump	130	—	109	81

Editado e Impreso por: ITS Consultants S.A.
Derechos Reservados -2024

7.3 ANEXO 3. VALORES DE LAS MEDICIONES REALIZADAS

PUNTO 1, EMISOR

Diurno											
Leq											
Horario	Frecuencia en Hz										Promedio
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	
09:45 a.m. - 10:45 a.m.	62,8	63,1	59,3	52,7	57,0	59,4	49,0	45,6	43,0	44,3	68,1
10:45 a.m. - 11:45 a.m.	63,6	63,2	59,0	52,6	55,5	57,4	48,7	45,1	43,0	44,3	68,1
11:45 a.m. - 12:45 p.m.	63,6	65,4	59,0	52,6	54,7	56,2	48,7	46,5	43,0	44,3	68,8
12:45 p.m. - 01:45 p.m.	63,6	65,0	59,2	52,6	54,2	55,4	48,6	46,3	43,0	44,3	68,6
01:45 p.m. - 02:45 p.m.	63,8	65,2	60,0	53,0	54,2	55,0	48,6	46,1	42,9	44,3	68,8
02:45 p.m. - 03:45 p.m.	64,1	65,3	60,2	53,7	54,2	54,7	48,8	40,1	43,3	44,4	69,0
03:45 p.m. - 04:45 p.m.	64,5	65,3	60,6	54,7	54,6	54,9	50,1	47,3	43,9	44,5	69,3
04:45 p.m. - 05:45 p.m.	64,9	65,4	61,1	56,1	55,7	55,7	51,8	48,8	44,9	44,7	69,7
Promedio	63,9	64,8	59,9	53,7	55,1	56,4	49,4	46,2	43,4	44,4	68,8

Editado e Impreso por: ITS Consultants S.A.
Derechos Reservados -2024

Diurno												
Lmin												
Horario			Frecuencia en Hz									Promedio
			31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	
09:45 a.m.	-	10:45 a.m.	49,7	52,0	50,0	46,2	47,4	45,5	40,6	38,4	40,6	43,7	57,3
10:45 a.m.	-	11:45 a.m.	49,7	52,0	50,8	46,2	47,4	45,5	40,6	38,4	40,4	43,7	57,5
11:45 a.m.	-	12:45 p.m.	49,7	51,9	50,8	46,2	47,4	45,5	40,5	38,1	40,3	43,7	57,4
12:45 p.m.	-	01:45 p.m.	49,7	51,4	50,3	46,2	47,2	45,0	40,0	38,2	40,3	43,7	57,1
01:45 p.m.	-	02:45 p.m.	49,7	51,4	50,3	46,2	47,0	45,0	40,0	38,2	40,3	43,7	57,1
02:45 p.m.	-	03:45 p.m.	49,7	51,4	50,3	46,2	47,0	45,0	39,9	38,2	40,3	43,7	57,1
03:45 p.m.	-	04:45 p.m.	49,7	51,4	50,3	45,5	47,0	43,9	39,9	38,1	40,3	43,7	57,0
04:45 p.m.	-	05:45 p.m.	49,7	51,4	50,3	45,5	47,0	43,9	39,9	38,1	40,3	43,7	57,0
Promedio			49,7	51,6	50,4	46,0	47,2	45,0	40,2	38,2	40,4	43,7	57,2

Editado e Impreso por: ITS Consultants S.A.
Derechos Reservados -2024

Diurno											
Lmax											
Horario	Frecuencia en Hz										Promedio
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	
09:45 a.m. - 10:45 a.m.	76,4	80,9	79,0	73,3	84,2	90,8	67,9	63,6	59,4	55,6	92,4
10:45 a.m. - 11:45 a.m.	79,4	80,9	79,0	73,3	84,2	90,8	67,9	70,6	59,4	55,6	92,5
11:45 a.m. - 12:45 p.m.	83,9	94,0	79,0	73,3	84,2	90,8	72,1	70,6	59,4	55,6	96,4
12:45 p.m. - 01:45 p.m.	83,9	94,0	82,6	73,3	84,2	90,8	72,1	70,6	60,3	55,7	96,5
01:45 p.m. - 02:45 p.m.	87,6	94,0	84,2	75,9	84,2	90,8	72,1	71,7	60,3	55,7	96,9
02:45 p.m. - 03:45 p.m.	89,9	94,3	85,9	85,2	84,2	90,8	72,1	71,7	72,0	59,7	97,7
03:45 p.m. - 04:45 p.m.	89,9	94,3	85,9	85,2	84,2	90,8	72,2	71,7	72,0	59,7	97,7
04:45 p.m. - 05:45 p.m.	92,6	94,3	86,5	85,2	84,2	90,8	73,3	72,8	72,0	66,2	98,3
Promedio	87,9	93,0	83,8	81,5	84,2	90,8	71,6	71,0	68,2	59,9	96,5

Editado e Impreso por: ITS Consultants S.A.
Derechos Reservados -2024

Diurno			
L90			
Horario			Promedio
09:45 a.m.	-	10:45 a.m.	52,7
10:45 a.m.	-	11:45 a.m.	52,8
11:45 a.m.	-	12:45 p.m.	52,7
12:45 p.m.	-	01:45 p.m.	52,4
01:45 p.m.	-	02:45 p.m.	52,5
02:45 p.m.	-	03:45 p.m.	52,5
03:45 p.m.	-	04:45 p.m.	52,5
04:45 p.m.	-	05:45 p.m.	52,6
Promedio			52,6

Editado e Impreso por: ITS Consultants S.A.
Derechos Reservados -2024

Diurno			
L10			
Horario			Promedio
09:45 a.m.	-	10:45 a.m.	59,5
10:45 a.m.	-	11:45 a.m.	58,8
11:45 a.m.	-	12:45 p.m.	58,8
12:45 p.m.	-	01:45 p.m.	58,7
01:45 p.m.	-	02:45 p.m.	58,8
02:45 p.m.	-	03:45 p.m.	59,1
03:45 p.m.	-	04:45 p.m.	60,8
04:45 p.m.	-	05:45 p.m.	63,3
Promedio			60,0

Editado e Impreso por: ITS Consultants S.A.
Derechos Reservados -2024

PUNTO 2, RECEPTOR

Diurno											
Leq											
Horario	Frecuencia en Hz										Promedio
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	
09:45 a.m. - 10:45 a.m.	61,4	61,3	57,8	52,4	53,9	54,7	48,4	46,1	44,7	44,4	66,2
10:45 a.m. - 11:45 a.m.	61,9	61,5	57,5	52,4	52,5	53,2	47,8	45,3	49,0	44,3	66,3
11:45 a.m. - 12:45 p.m.	61,9	62,6	57,6	62,3	52,0	52,3	47,3	45,3	43,6	44,2	67,9
12:45 p.m. - 01:45 p.m.	62,1	62,4	57,5	52,3	51,7	51,9	48,1	47,0	43,9	44,2	66,6
01:45 p.m. - 02:45 p.m.	62,5	63,6	58,0	53,0	51,8	51,8	48,2	46,8	43,9	44,2	67,3
02:45 p.m. - 03:45 p.m.	63,1	63,8	58,5	53,6	52,0	51,7	48,3	46,9	44,5	44,4	67,7
03:45 p.m. - 04:45 p.m.	63,6	63,8	59,2	54,8	52,8	52,8	50,0	48,0	45,0	44,5	68,1
04:45 p.m. - 05:45 p.m.	64,0	63,9	59,8	55,8	53,5	53,7	51,6	49,2	45,9	44,7	68,5
Promedio	62,6	63,0	58,3	56,2	52,6	52,9	48,9	47,0	45,4	44,4	67,4

Editado e Impreso por: ITS Consultants S.A.
Derechos Reservados -2024

Diurno												
Lmin												
Horario			Frecuencia en Hz									Promedio
			31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	
09:45 a.m.	-	10:45 a.m.	48,6	50,9	50,9	46,9	46,1	45,5	40,0	38,0	40,4	43,6	56,9
10:45 a.m.	-	11:45 a.m.	48,9	50,9	50,9	46,9	46,1	45,5	40,0	38,0	40,4	43,6	57,0
11:45 a.m.	-	12:45 p.m.	48,9	50,8	50,9	46,9	46,1	44,8	40,0	38,0	40,4	43,5	56,9
12:45 p.m.	-	01:45 p.m.	48,9	50,8	50,0	46,9	46,1	44,8	39,9	37,9	40,4	43,5	56,7
01:45 p.m.	-	02:45 p.m.	48,9	50,8	50,0	46,9	49,8	44,8	39,9	37,9	40,4	43,5	57,2
02:45 p.m.	-	03:45 p.m.	47,8	50,8	50,0	46,9	46,1	44,8	39,9	37,9	40,4	43,5	56,5
03:45 p.m.	-	04:45 p.m.	47,8	50,8	50,0	46,9	46,1	44,8	39,8	37,8	40,4	43,5	56,5
04:45 p.m.	-	05:45 p.m.	47,8	50,8	50,0	46,6	45,8	44,8	39,8	37,8	40,4	43,5	56,5
Promedio			48,5	50,8	50,4	46,9	46,7	45,0	39,9	37,9	40,4	43,5	56,8

Editado e Impreso por: ITS Consultants S.A.
Derechos Reservados -2024

Diurno												
Lmax												
Horario			Frecuencia en Hz									Promedio
			31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	
09:45 a.m.	-	10:45 a.m.	74,7	78,7	78,6	67,4	81,3	83,2	68,1	65,9	66,9	60,6	87,3
10:45 a.m.	-	11:45 a.m.	74,7	78,7	78,6	67,4	81,3	83,2	68,1	66,9	66,9	60,6	87,3
11:45 a.m.	-	12:45 p.m.	85,9	88,7	78,6	67,4	81,3	83,2	68,1	69,5	66,9	60,6	92,0
12:45 p.m.	-	01:45 p.m.	85,9	88,7	81,4	67,8	81,3	83,2	74,6	70,7	66,9	62,1	92,2
01:45 p.m.	-	02:45 p.m.	90,5	91,8	81,4	79,1	83,2	83,2	74,6	74,6	66,9	63,0	95,2
02:45 p.m.	-	03:45 p.m.	90,5	91,8	85,1	82,1	81,3	83,2	74,6	70,9	69,4	70,4	95,5
03:45 p.m.	-	04:45 p.m.	90,5	91,8	85,1	82,1	81,3	83,2	74,6	70,9	69,4	70,5	95,5
04:45 p.m.	-	05:45 p.m.	94,0	91,8	85,1	82,1	81,3	83,2	74,6	70,9	77,4	70,5	97,0
Promedio			89,2	89,8	82,6	78,7	81,6	83,2	73,1	70,8	70,8	67,0	93,9

Editado e Impreso por: ITS Consultants S.A.
Derechos Reservados -2024

Diurno			
L90			
Horario			Promedio
09:45 a.m.	-	10:45 a.m.	52,1
10:45 a.m.	-	11:45 a.m.	52,1
11:45 a.m.	-	12:45 p.m.	51,9
12:45 p.m.	-	01:45 p.m.	51,9
01:45 p.m.	-	02:45 p.m.	52,0
02:45 p.m.	-	03:45 p.m.	52,0
03:45 p.m.	-	04:45 p.m.	52,0
04:45 p.m.	-	05:45 p.m.	52,0
Promedio			52,0

Editado e Impreso por: ITS Consultants S.A.
Derechos Reservados -2024

Diurno			
L10			
Horario			Promedio
09:45 a.m.	-	10:45 a.m.	58,0
10:45 a.m.	-	11:45 a.m.	57,4
11:45 a.m.	-	12:45 p.m.	57,1
12:45 p.m.	-	01:45 p.m.	57,6
01:45 p.m.	-	02:45 p.m.	57,9
02:45 p.m.	-	03:45 p.m.	58,0
03:45 p.m.	-	04:45 p.m.	60,5
04:45 p.m.	-	05:45 p.m.	62,4
Promedio			59,0

Editado e Impreso por: ITS Consultants S.A.
Derechos Reservados -2024

Valores obtenidos de Leq (dBA)							
Punto 1 Receptor							
Diurno							
63 Hz.-1	125 Hz.-1	250 Hz.-1	500 Hz.-1	1k Hz.-1	2k Hz.-1	4kHz.-1	8k Hz.-1
64,8	59,9	53,7	55,1	56,4	49,4	46,2	43,4

Punto 2 Receptor							
Diurno							
63 Hz.-1	125 Hz.-1	250 Hz.-1	500 Hz.-1	1k Hz.-1	2k Hz.-1	4kHz.-1	8k Hz.-1
63,0	58,3	56,2	52,6	52,9	48,9	47,0	45,4

Derechos Reservados -2024

7.4 ANEXO 4. VALORES GUÍAS PARA EL RUIDO URBANO EN AMBIENTES ESPECÍFICOS

Norma aplicable	
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 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	
Límites máximos	1. Según Decreto Ejecutivo No.1 de 2004: ‣ Diurno: 60 dBA (de 6:00 a.m. hasta 9:59 p.m.) ‣ Nocturno: 50 dBA (de 10:00 p.m. hasta 5:59 a.m.) 2. Según Decreto Ejecutivo No.306 de 2002: <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: ‣ *Para áreas residenciales o vecinas a estas*, no se podrá elevar el ruido de fondo o ambiental de la zona. ‣ *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. ‣ *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.

7.5 ANEXO 5. FOTOS DE LAS MEDICIONES

Punto 1: Emisor 1

Ubicación	661279,00 m E
	992886,00 m N
Altura, msnm	74 m

Punto 2: Receptor 1

Ubicación	661311,00 m E
	992869,00 m N
Altura, msnm	74 m

7.6 ANEXO 6. CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN

ITS Technologies

FSC-02 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN v.0

Calibration Certificate

Certificado No: 284-2023-257 v.0

Datos de Referencia

Cliente: / Customer: EnviroLAB

Usuario final del certificado: / Certificate´s end user: EnviroLAB

Dirección: / Address: Urb. Chanis, calle principal, edificio #145, Panama.

Datos del Equipo Calibrado

Instrumento: / Instrument: Sonómetro

Lugar de calibración: / Calibration place: CALTECH

Fabricante: / Manufacter: Larson Davis

Fecha de recepción: / Reception date: 2023-dic-01

Modelo: / Model: LxT1

Fecha de calibración: / Calibration date: 2023-dic-04

No. Identificación: / ID number: ICPA 243

Vigencia: / Valid Thru: * 2024-dic-03

Condiciones del instrumento: / Instrument Conditions: ver inciso f): en Página 4. / See Section f): on Page 4.

Resultados: / Results: ver inciso c): en Página 2, / See Section c): on Page 2.

No. Serie: / Serial number: 7240

Fecha de emisión del certificado: / Preparation date of the certificate: 2023-dic-06

Patrones: / Standards: ver inciso b): en Página 2. / See Section b): on Page 2.

Procedimiento/método utilizado: / Procedure/method used: Ver Inciso a): en Página 2. / See Section a): on Page 2.

Incertidumbre: / Uncertainty: ver inciso d): en Página 3. / See Section d): on Page 3.

		Temperatura (°C):	Humedad Relativa (%):	Presión Atmosférica (mbar):
Condiciones ambientales de medición / Environmental conditions of measurement	Inicial	22,22	61,8	1005
	Final	22,54	59,6	1005

Calibrado por: Ezequiel Cedeño. Técnico de Calibración

Revisado / Aprobado por: Rubén R. Ríos R. Director Técnico de Laboratorio

Este certificado documenta la trazabilidad a los patrones de referencia, los cuales representan las unidades de medida en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización escrita de ITS Technologies, S.A.

Los resultados emitidos en este certificado se refieren únicamente al objeto bajo observación, al momento y condiciones en las que se realizaron las mediciones. ITS Technologies, S.A. no se responsabiliza por los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los objetos bajo observación o de este certificado.

El certificado no es válido sin las firmas de autorización, ITS Technologies, S.A.

Urbanización Chanis, Calle 6ta Sur - Casa 145, edificio J3Corp.
Tel.: (507) 222-2253; 323-7500 Fax: (507) 224-8087
Apartado Postal 0843-01133 Rep. de Panamá
E-mail: calibraciones@itstecno.com

ITS CONSULTANTS

ITS Technologies

FSC-02 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN v.0

Calibration Certificate

a) Procedimiento o Método de Calibración:

El metodo de calibracion de los medidores de Ruido, se realiza por el Método de Comparacion directa contra Patrones de Referencia Cetificados.

Este Instrumento ha sido calibrado siguiendo los lineamiento del **PTC-10 PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS DE MEDICIÓN DE RUIDO (SONÓMETROS).**

b) Patrones o Materiales de Referencias:

Intrumento Instrument	**Numero de Serie** Serial Number	**Ultima Calibración** last calibration	**Próxima Calibración** Next calibration	**Trazabilidad** traceability
Sonometro 0	BDI060002	2023-abr-11	2024-abr-10	TSI / a2La
Calibrador Acustico B&K	2512956	2023-abr-17	2024-abr-16	Scantek, Inc/ SI
Calibrador Acustico Quest Cal	KZF070002	2023-abr-12	2024-abr-11	TSI/ NIST
Registrador de HR/ Tempratura, HOBO, ONSET	20781579	2023-may-24	2024-may-23	MetriLAB/ SI
Generador de Funciones DS345	42568	2022-dic-07	2023-dic-07	SRS/ NIST

c) Resultados:

Pruebas realizadas variando la intensidad sonora

Frecuencia	Nominal	Margen Inferior	Margen Superior	Recibido	Entregado	Error	Incertidumbre Exp.(U=95 %, k=2)	Unidad
1 kHz	90,0	89,5	90,5	89,9	89,8	-0,2	0,06	dB
1 kHz	100,0	99,5	100,5	99,8	99,7	-0,3	0,06	dB
1 kHz	110,0	109,5	110,5	109,8	109,7	-0,3	0,06	dB
1 kHz	114,0	133,8	114,2	113,7	114,0	0,0	0,06	dB
1 kHz	120,0	119,5	120,5	119,7	119,6	-0,4	0,06	dB

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

Frecuencia	Nominal	Margen Inferior	Margen Superior	Recibido	Entregado	Error	Incertidumbre Exp.(U=95 %, k=2)	Unidad
125 Hz	97,9	96,9	98,9	96,4	97,2	-0,7	0,06	dB
250 Hz	105,4	104,4	106,4	105,1	105,6	0,2	0,09	dB
500 Hz	110,8	109,8	111,8	110,5	111,1	0,3	0,06	dB
1kHz	114,0	113,8	114,2	113,7	114,0	0,0	0,06	dB
2 kHz	115,2	114,2	116,2	114,4	114,8	-0,4	0,06	dB

Pruebas realizadas para octava de banda

Frecuencia	Nominal	Margen Inferior	Margen Superior	Recibido	Entregado	Error	Incertidumbre Exp.(U=95 %, k=2)	Unidad
16 Hz	114,0	113,8	114,2	114,0	114,0	0,0	0,06	dB
31.5 Hz	114,0	113,8	114,2	114,0	114,0	0,0	0,06	dB
63 Hz	114,0	113,8	114,2	114,0	114,0	0,0	0,06	dB
125 Hz	114,0	113,8	114,2	114,0	114,0	0,0	0,06	dB
250 Hz	114,0	113,8	114,2	114,0	114,0	0,0	0,06	dB
500 Hz	114,0	113,8	114,2	114,0	114,0	0,0	0,06	dB
1 kHz	114,0	113,8	114,2	114,1	114,0	0,0	0,06	dB
2 kHz	114,0	113,8	114,2	114,1	114,0	0,0	0,06	dB
4 kHz	114,0	113,8	114,2	114,1	114,0	0,0	0,06	dB
8 kHz	114,0	113,8	114,2	114,1	114,0	0,0	0,06	dB
16 kHz	114,0	113,8	114,2	114,1	114,0	0,0	0,06	dB

ITS CONSULTANTS

ITS Technologies

FSC-02 CERTIFICADO DE CALIBRACION v.0

Calibration Certificate

Pruebas realizadas para tercia de octava de banda

Frecuencia	Nominal	Margen Inferior	Margen Superior	Recibido	Entregado	Error	Incertidumbre Exp.(U=95 %, k=2)	Unidad
12.5 Hz	114,0	113,8	114,2	114,0	113,9	-0,1	0,06	dB
16 Hz	114,0	113,8	114,2	114,0	114,0	0,0	0,06	dB
20 Hz	114,0	113,8	114,2	114,0	114,0	0,0	0,06	dB
25 Hz	114,0	113,8	114,2	114,0	114,0	0,0	0,06	dB
31.5 Hz	114,0	113,8	114,2	114,0	114,0	0,0	0,06	dB
40 Hz	114,0	113,8	114,2	114,0	114,0	0,0	0,06	dB
50 Hz	114,0	113,8	114,2	114,0	114,0	0,0	0,06	dB
63 Hz	114,0	113,8	114,2	114,0	114,0	0,0	0,06	dB
80 Hz	114,0	113,8	114,2	114,0	114,0	0,0	0,06	dB
100 Hz	114,0	113,8	114,2	114,0	114,0	0,0	0,06	dB
125 Hz	114,0	113,8	114,2	114,0	114,0	0,0	0,06	dB
160 Hz	114,0	113,8	114,2	114,0	114,0	0,0	0,06	dB
200 Hz	114,0	113,8	114,2	114,0	114,0	0,0	0,06	dB
250 Hz	114,0	113,8	114,2	114,0	114,0	0,0	0,06	dB
315 Hz	114,0	113,8	114,2	114,0	114,0	0,0	0,06	dB
400 Hz	114,0	113,8	114,2	114,0	114,0	0,0	0,06	dB
500 Hz	114,0	113,8	114,2	114,0	114,0	0,0	0,06	dB
630 Hz	114,0	113,8	114,2	114,0	114,0	0,0	0,06	dB
800 Hz	114,0	113,8	114,2	114,0	114,0	0,0	0,06	dB
1 kHz (Ref.)	114,0	113,8	114,2	114,0	114,0	0,0	0,06	dB
1.25 kHz	114,0	113,8	114,2	114,0	114,0	0,0	0,06	dB
1.6 kHz	114,0	113,8	114,2	114,0	114,0	0,0	0,06	dB
2 kHz	114,0	113,8	114,2	114,0	114,0	0,0	0,06	dB
2.5 kHz	114,0	113,8	114,2	114,0	114,0	0,0	0,06	dB
3.15 kHz	114,0	113,8	114,2	114,0	114,0	0,0	0,06	dB
4 kHz	114,0	113,8	114,2	114,1	114,0	0,0	0,06	dB
5 kHz	114,0	113,8	114,2	114,0	114,0	0,0	0,06	dB
6.3 kHz	114,0	113,8	114,2	114,0	114,0	0,0	0,06	dB
8 kHz	114,0	113,8	114,2	114,0	114,0	0,0	0,06	dB
10 kHz	114,0	113,8	114,2	114,0	114,0	0,0	0,06	dB
12.5 kHz	114,0	113,8	114,2	114,0	114,0	0,0	0,06	dB
16 kHz	114,0	113,8	114,2	114,0	113,9	-0,1	0,06	dB
20 kHz	114,0	113,8	114,2	114,0	113,9	-0,1	0,06	dB

d) Incertidumbre:

La estimación de la incertidumbre asociada a la calibración de medidores de ruidos (sonómetro) se realiza con base en los lineamientos presentados en la Guía para la estimación de la incertidumbre GUM.

La incertidumbre expandida se obtuvo multiplicando la Incertidumbre estándar por un factor de cobertura (k = 2) que asegura el nivel de confianza al menos 95%

$$U(C_i) = k \cdot u(C_i)$$

El valor de Incertidumbre de la medición mostrado no incluye las contribuciones por estabilidad a largo plazo, deriva y transporte del instrumento calibrado

ITS CONSULTANTS

ITS Technologies

FSC-02 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN v.0

Calibration Certificate

e) Observaciones:

Este certificado salvaguarda los resultados de las mediciones reportadas, en el momento y en las condiciones ambientales al momento de la calibración.

Este certificado cuenta con una Vigencia de calibración a solicitud del cliente.

Se realizo ajuste del equipo de acuerdo a lo recomendado por el fabricante en su manual de Usuario.

f) Condiciones del instrumento:

N/A

g) Referencias:

Los equipos de medición incluyen sonómetros en cumplimiento con la norma IEC 61672-1 (clase 1 ó 2), en cumplimiento con la norma IEC 61260 (con filtros de octavas de banda y fracciones de octava).

FIN DEL CERTIFICADO

ITS CONSULTANTS

ITS Technologies

FSC-02 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN v.0

Calibration Certificate

Certificado No: 284-2024-041 v.0

Datos de Referencia

Cliente: EnviroLAB
Customer

Usuario final del certificado: EnviroLAB
Certificate´s end user

Dirección: Urbanizacion Chanis, Via Principal, Edificio J Tres, N°145
Address

Datos del Equipo Calibrado

Instrumento: Sonómetro
Instrument

Lugar de calibración: CALTECH
Calibration place

Fabricante: Larson Davis
Manufacter

Fecha de recepción: 2024-feb-05
Reception date

Modelo: SoundExpert LxT
Model

Fecha de calibración: 2024-feb-07
Calibration date

No. Identificación: ICPA176
ID number

Vigencia: * 2025-feb-06
Valid Thru

Condiciones del instrumento: ver inciso f): en Página 4.
Instrument Conditions See Section f): on Page 4.

Resultados: ver inciso c): en Página 2,
Results See Section c): on Page 2.

No. Serie: 0006071
Serial number

Fecha de emisión del certificado: 2024-feb-20
Preparation date of the certificate:

Patrones: ver inciso b): en Página 2.
Standards See Section b): on Page 2.

Procedimiento/método utilizado: Ver Inciso a): en Página 2.
Procedure/method used See Section a): on Page 2.

Incertidumbre: ver inciso d): en Página 3.
Uncertainty See Section d): on Page 3.

		Temperatura (°C):	Humedad Relativa (%):	Presión Atmosférica (mbar):
Condiciones ambientales de medición	Inicial	21,90	65,1	1014
Environmental conditions of measurement	Final	22,20	61,2	1013,1

Calibrado por: Danilo Ramos M. *Danilo Ramos M*
Técnico de Calibración

Revisado / Aprobado por: Rubén R. Ríos R.
Director Técnico de Laboratorio

Este certificado documenta la trazabilidad a los patrones de referencia, los cuales representan las unidades de medida en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
Este certificado no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización escrita de ITS Technologies, S.A.

Los resultados emitidos en este certificado se refieren únicamente al objeto bajo observación, al momento y condiciones en las que se realizaron las mediciones. ITS Technologies, S.A. no se responsabiliza por los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los objetos bajo observación o de este certificado.
El certificado no es válido sin las firmas de autorización, ITS Technologies, S.A.

Urbanización Chanis, Calle 6ta Sur - Casa 145, edificio J3Corp.
Tel.: (507) 222-2253; 323-7500 Fax: (507) 224-8087
Apartado Postal 0843-01133 Rep. de Panamá
E-mail: calibraciones@itstecno.com

ITS CONSULTANTS

ITS Technologies

FSC-02 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN v.0

Calibration Certificate

a) Procedimiento o Método de Calibración:

El metodo de calibracion de los medidores de Ruido, se realiza por el Método de Comparacion directa contra Patrones de Referencia Cetificados.

Este Instrumento ha sido calibrado siguiendo los lineamiento del **PTC-10 PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS DE MEDICIÓN DE RUIDO (SONÓMETROS).**

b) Patrones o Materiales de Referencias:

Instrumento Instrument	**Numero de Serie** Serial Number	**Ultima Calibración** last calibration	**Próxima Calibración** Next calibration	**Trazabilidad** traceability
Sonometro 0	BDI060002	2023-abr-11	2024-abr-10	TSI / a2La
Calibrador Acustico B&K	2512956	2023-abr-17	2024-abr-16	Scantek / NVLAP
Calibrador Acustico Quest Cal	KZF070002	2023-abr-12	2024-abr-11	TSI / a2La
Generador de Funciones	42568	2022-dic-07	2024-dic-06	SRS / NIST
Termohigrometro	20781579	2023-jul-24	2024-jul-23	Metrilab/ SI

c) Resultados:

Pruebas realizadas variando la intensidad sonora

Frecuencia	Nominal	Margen Inferior	Margen Superior	Recibido	Entregado	Error	Incertidumbre Exp.(U=95 %, k=2)	Unidad
1 kHz	90,0	89,5	90,5	90,5	90,2	0,20	0,06	dB
1 kHz	100,0	99,5	100,5	100,5	100,1	0,10	0,06	dB
1 kHz	110,0	109,5	110,5	110,4	110,0	0,03	0,09	dB
1 kHz	114,0	133,8	114,2	114,4	114,0	0,00	0,06	dB
1 kHz	120,0	119,5	120,5	120,4	120,0	0,00	0,06	dB

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

Frecuencia	Nominal	Margen Inferior	Margen Superior	Recibido	Entregado	Error	Incertidumbre Exp.(U=95 %, k=2)	Unidad
125 Hz	97,9	96,9	98,9	97,9	97,8	-0,1	0,06	dB
250 Hz	105,4	104,4	106,4	105,6	105,3	-0,1	0,06	dB
500 Hz	110,8	109,8	111,8	111,1	110,8	0,0	0,06	dB
1kHz	114,0	113,8	114,2	114,4	114,0	0,0	0,06	dB
2 kHz	115,2	114,2	116,2	115,2	115,0	-0,2	0,06	dB

Pruebas realizadas para octava de banda

Frecuencia	Nominal	Margen Inferior	Margen Superior	Recibido	Entregado	Error	Incertidumbre Exp.(U=95 %, k=2)	Unidad
16 Hz	114,0	113,8	114,2	113,9	114,0	0,0	0,06	dB
31.5 Hz	114,0	113,8	114,2	113,9	114,0	0,0	0,06	dB
63 Hz	114,0	113,8	114,2	113,9	114,0	0,0	0,06	dB
125 Hz	114,0	113,8	114,2	113,9	114,0	0,0	0,06	dB
250 Hz	114,0	113,8	114,2	113,9	114,0	0,0	0,06	dB
500 Hz	114,0	113,8	114,2	113,9	114,0	0,0	0,06	dB
1 kHz	114,0	113,8	114,2	113,9	114,0	0,0	0,06	dB
2 kHz	114,0	113,8	114,2	113,9	114,0	0,0	0,06	dB
4 kHz	114,0	113,8	114,2	113,9	114,0	0,0	0,06	dB
8 kHz	114,0	113,8	114,2	113,9	114,0	0,0	0,06	dB
16 kHz	114,0	113,8	114,2	113,9	114,0	0,0	0,06	dB

ITS CONSULTANTS

ITS Technologies

FSC-02 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN v.0

Calibration Certificate

Pruebas realizadas para tercia de octava de banda

Frecuencia	Nominal	Margen Inferior	Margen Superior	Recibido	Entregado	Error	Incertidumbre Exp.(U=95 %, k=2)	Unidad
12.5 Hz	114,0	113,8	114,2	113,9	114,0	0,0	0,06	dB
16 Hz	114,0	113,8	114,2	113,9	114,0	0,0	0,06	dB
20 Hz	114,0	113,8	114,2	113,9	114,0	0,0	0,06	dB
25 Hz	114,0	113,8	114,2	113,9	114,0	0,0	0,06	dB
31.5 Hz	114,0	113,8	114,2	113,9	114,0	0,0	0,06	dB
40 Hz	114,0	113,8	114,2	113,9	114,0	0,0	0,06	dB
50 Hz	114,0	113,8	114,2	113,6	114,0	0,0	0,06	dB
63 Hz	114,0	113,8	114,2	113,9	114,0	0,0	0,06	dB
80 Hz	114,0	113,8	114,2	113,9	114,0	0,0	0,06	dB
100 Hz	114,0	113,8	114,2	113,9	114,0	0,0	0,06	dB
125 Hz	114,0	113,8	114,2	113,9	114,0	0,0	0,06	dB
160 Hz	114,0	113,8	114,2	113,9	114,0	0,0	0,06	dB
200 Hz	114,0	113,8	114,2	113,9	114,0	0,0	0,06	dB
250 Hz	114,0	113,8	114,2	113,9	114,0	0,0	0,06	dB
315 Hz	114,0	113,8	114,2	113,9	114,0	0,0	0,06	dB
400 Hz	114,0	113,8	114,2	113,9	114,0	0,0	0,06	dB
500 Hz	114,0	113,8	114,2	113,9	114,0	0,0	0,06	dB
630 Hz	114,0	113,8	114,2	113,9	114,0	0,0	0,06	dB
800 Hz	114,0	113,8	114,2	113,9	114,0	0,0	0,06	dB
1 kHz (Ref.)	114,0	113,8	114,2	113,9	114,0	0,0	0,06	dB
1.25 kHz	114,0	113,8	114,2	113,9	114,0	0,0	0,06	dB
1.6 kHz	114,0	113,8	114,2	113,9	114,0	0,0	0,06	dB
2 kHz	114,0	113,8	114,2	113,9	114,0	0,0	0,06	dB
2.5 kHz	114,0	113,8	114,2	113,9	114,0	0,0	0,06	dB
3.15 kHz	114,0	113,8	114,2	113,9	114,0	0,0	0,06	dB
4 kHz	114,0	113,8	114,2	113,9	114,0	0,0	0,06	dB
5 kHz	114,0	113,8	114,2	113,9	114,0	0,0	0,06	dB
6.3 kHz	114,0	113,8	114,2	113,9	114,0	0,0	0,06	dB
8 kHz	114,0	113,8	114,2	113,9	114,0	0,0	0,06	dB
10 kHz	114,0	113,8	114,2	113,9	114,0	0,0	0,06	dB
12.5 kHz	114,0	113,8	114,2	113,9	114,0	0,0	0,06	dB
16 kHz	114,0	113,8	114,2	113,8	114,0	0,0	0,06	dB
20 kHz	114,0	113,8	114,2	113,8	113,9	-0,1	0,06	dB

d) Incertidumbre:

La estimación de la incertidumbre asociada a la calibración de medidores de ruidos (sonómetro) se realiza con base en los lineamientos presentados en la Guía para la estimación de la incertidumbre GUM.

La incertidumbre expandida se obtuvo multiplicando la Incertidumbre estándar por un factor de cobertura (k = 2) que asegura el nivel de confianza al menos 95%

$$U(C_i) = k \cdot u(C_i)$$

El valor de Incertidumbre de la medición mostrado no incluye las contribuciones por estabilidad a largo plazo, deriva y transporte del instrumento calibrado

ITS CONSULTANTS

ITS Technologies

FSC-02 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN v.0

Calibration Certificate

e) Observaciones:

Este certificado salvaguarda los resultados de las mediciones reportadas, en el momento y en las condiciones ambientales al momento de la calibración.

Este certificado cuenta con una Vigencia de calibración a solicitud del cliente.

Se realizo ajuste del equipo de acuerdo a lo recomendado por el fabricante en su manual de Usuario.

f) Condiciones del instrumento:

N/A

g) Referencias:

Los equipos de medición incluyen sonómetros en cumplimiento con la norma IEC 61672-1 (clase 1 o 2), en cumplimiento con la norma IEC 61260 (con filtros de octavas de banda y fracciones de octava).

FIN DEL CERTIFICADO

ITS CONSULTANTS

ITS Technologies

FSC-02 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN v.0

Calibration Certificate

Certificado No 284-2024-042 v.0

Datos de Referencia

Cliente: EnviroLAB
Customer

Usuario final del certificado: EnviroLAB
Certificate´s end user

Dirección: Urbanización Chanis, Vía Principal, Edificio J Tres, N° 145
Address

Datos del Equipo Calibrado

Instrumento: Calibrador Acústico
Instrument

Lugar de calibración: CALTECH
Calibration place

Fabricante: Larson Davis
Manufacter

Fecha de recepción: 2024-feb-05
Reception date

Modelo: CAL 200
Model

Fecha de calibración: 2024-feb-07
Calibration date

No. Identificación: ICPA 182 CAL
ID number

Vigencia: * 2025-feb-06
Valid Thru

Condiciones del instrumento: ver inciso f): en Página 3.
Instrument Conditions See Section f): on Page 3.

Resultados: ver inciso c): en Página 2.
Results See Section c): on Page 2.

No. Serie: 17717
Serial number

Fecha de emisión del certificado: 2024-feb-20
Preparation date of the certificate:

Patrones: ver inciso b): en Página 2.
Standards See Section b): on Page 2.

Procedimiento/método utilizado: Ver Inciso a): en Página 2.
Procedure/method used See Section a): on Page 2.

Incertidumbre: ver inciso d): en Página 3.
Uncertainty See Section d): on Page 3.

		Temperatura (°C):	Humedad Relativa (%):	Presion Atmosférica (mbar):
Condiciones ambientales de medición	Inicial	21,70	61,2	1012
Environmental conditions of measurement	Final	21,30	64,5	1013

Calibrado por: Danilo Ramos M. *Danilo Ramos M*
Técnico de Calibración

Revisado / Aprobado por: Rubén R. Ríos R.
Director Técnico de Laboratorio

Este certificado documenta la trazabilidad a los patrones de referencia, los cuales representan las unidades de medida en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
Este certificado no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización escrita de ITS Technologies, S.A.

Los resultados emitidos en este certificado se refieren únicamente al objeto bajo observación, al momento y condiciones en las que se realizaron las mediciones. ITS Technologies, S.A. no se responsabiliza por los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los objetos bajo observación o de este certificado.
El certificado no es válido sin las firmas de autorización, ITS Technologies, S.A.

Urbanización Chanis, Calle 6ta Sur - Casa 145, edificio J3Corp.
Tel.: (507) 222-2253; 323-7500 Fax: (507) 224-8087
Apartado Postal 0843-01133 Rep. de Panamá
E-mail: calibraciones@itstecno.com

ITS CONSULTANTS

ITS Technologies

FSC-02 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN v.0

Calibration Certificate

a) Procedimiento o Método de Calibración:

El método de calibración de los medidores de Ruido, se realiza por el Método de Comparación directa contra Patrones de Referencia Certificados.

Este Instrumento ha sido calibrado siguiendo los lineamiento del **PTC-09 PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION DE EQUIPOS DE VERIFICACIÓN DE EQUIPOS DE MEDICIÓN DE RUIDO (PISTÓFONO CALIBRADOR) V.0.**

b) Patrones o Materiales de Referencias:

Instrumento Instrument	**Numero de Serie** Serial Number	**Ultima Calibración** last calibration	**Próxima Calibración** Next calibration	**Trazabilidad** traceability
Sonómetro Patrón	10100	2023-may-24	2025-may-23	TSI / a2La
Sonómetro Patrón	BDI060002	2023-abr-11	2024-abr-10	TSI / a2La
Calibrador Acústico B&K	2512956	2023-abr-17	2024-abr-16	Scanteck
Termohigrómetro HOBO	20781579	2023-jul-24	2024-jul-23	Metricontrol

c) Resultados:

Prueba de VAC

Frecuencia	Nominal	Margen Inferior	Margen Superior	Recibido	Entregado	Error	Incertidumbre Exp.(U=95 %, k=2)	Unidad
1 kHz	1000,0	0,99	1,01	N/A				V

Prueba Acústica

Frecuencia	Nominal	Margen Inferior	Margen Superior	Recibido	Entregado	Error	Incertidumbre Exp.(U=95 %, k=2)	Unidad
1 kHz	94	93,5	94,5	94,3	94,0	0,0	0,20	dB
1 kHz	114	113,5	114,5	114,3	114,0	0,0	0,20	dB

Prueba de Frecuencia

Frecuencia	Nominal	Margen Inferior	Margen Superior	Recibido	Entregado	Error	Incertidumbre Exp.(U=95 %, k=2)	Unidad
250 Hz	250	225	275	N/A				Hz
1 kHz	1000	975	1025	N/A				Hz

d) Incertidumbre:

La estimación de la incertidumbre asociada a la calibración del detector de gases se realiza con base en los lineamientos presentados en la Guía para la estimación de la incertidumbre GUM.

La incertidumbre expandida se obtuvo multiplicando la Incertidumbre estándar por un factor de cobertura (k = 2) que asegura el nivel de confianza al menos 95%

$$U(C_i) = k \cdot u(C_i)$$

El valor de Incertidumbre de la medición mostrado no incluye las contribuciones por estabilidad a largo plazo, deriva y transporte del instrumento calibrado

ITS CONSULTANTS

ITS Technologies

FSC-02 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN v.0

Calibration Certificate

e) Observaciones:

Este certificado salvaguarda los resultados de las mediciones reportadas, en el momento y en las condiciones ambientales al momento de la calibración.

Este certificado cuenta con una Vigencia de calibración a solicitud del cliente.

Se realizo ajuste del equipo de acuerdo a lo recomendado por el fabricante en su manual de Usuario.

f) Condiciones del instrumento:

N/A

g) Referencias:

Los equipos de verificación de equipos de medición de ruido incluyen en cumplimiento con la norma IEC 61672-1 (clase 1 o 2), IEC 61260)y la norma IEC 61252 (clase 1 y 2).

FIN DEL CERTIFICADO

ITS CONSULTANTS

ITS Technologies

FSC-02 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN v.0

Calibration Certificate

Certificado No: 284-2023-258 v.0

Datos de Referencia

Cliente: Customer: EnviroLAB

Usuario final del certificado: Certificate´s end user: EnviroLAB

Dirección: Address: Urb. Chanis, calle principal, edificio #145, Panama.

Datos del Equipo Calibrado

Instrumento: Instrument: Calibrador Acústico

Lugar de calibración: Calibration place: CALTECH

Fabricante: Manufacter: Larson Davis

Fecha de recepción: Reception date: 2023-dic-06

Modelo: Model: CAL200

Fecha de calibración: Calibration date: 2023-dic-01

No. Identificación: ID number: ICPA 244

Vigencia: * Valid Thru: 2024-nov-30

Condiciones del instrumento: Instrument Conditions: ver inciso f): en Página 3. See Section f): on Page 3.

Resultados: Results: ver inciso c): en Página 2. See Section c): on Page 2.

No. Serie: Serial number: 20814

Fecha de emisión del certificado: Preparation date of the certificate: 2023-dic-06

Patrones: Standards: ver inciso b): en Página 2. See Section b): on Page 2.

Procedimiento/método utilizado: Procedure/method used: Ver Inciso a): en Página 2. See Section a): on Page 2.

Incertidumbre: Uncertainty: ver inciso d): en Página 3. See Section d): on Page 3.

		Temperatura (°C):	Humedad Relativa (%):	Presión Atmosférica (mbar):
Condiciones ambientales de medición	Inicial	22,51	59,7	1005
Environmental conditions of measurement	Final	21,79	63,3	1005

Calibrado por: Ezequiel Cedeño B. Técnico de Calibración

Revisado / Aprobado por: Rubén R. Ríos R. Director Técnico de Laboratorio

Este certificado documenta la trazabilidad a los patrones de referencia, los cuales representan las unidades de medida en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización escrita de ITS Technologies, S.A.

Los resultados emitidos en este certificado se refieren únicamente al objeto bajo observación, al momento y condiciones en las que se realizaron las mediciones. ITS Technologies, S.A. no se responsabiliza por los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los objetos bajo observación o de este certificado.

El certificado no es válido sin las firmas de autorización, ITS Technologies, S.A.

Urbanización Chanis, Calle 6ta Sur - Casa 145, edificio J3Corp.
Tel.: (507) 222-2253; 323-7500 Fax: (507) 224-8087
Apartado Postal 0843-01133 Rep. de Panamá
E-mail: calibraciones@itstecno.com

ITS CONSULTANTS

ITS Technologies

FSC-02 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN v.0

Calibration Certificate

a) Procedimiento o Método de Calibración:

El método de calibración de los calibradores acústicos, se realiza por el Método de Comparación directa contra Patrones de Referencia Certificados.

Este Instrumento ha sido calibrado siguiendo los lineamiento del **PTC-09 PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION DE EQUIPOS DE VERIFICACIÓN DE EQUIPOS DE MEDICIÓN DE RUIDO (PISTÓFONO CALIBRADOR) V.0.**

b) Patrones o Materiales de Referencias:

Intrumento Instrument	**Numero de Serie** Serial Number	**Ultima Calibración** last calibration	**Próxima Calibración** Next calibration	**Trazabilidad** traceability
Multímetro digital Fluke	9205004	2023-mar-28	2024-mar-27	CENAMEP
Sonómetro Patrón, 831C.	10100	2023-may-24	2024-may-23	Larson Davis/ NIST
Calibrador Acustico B&K	2512956	2023-abr-17	2024-abr-16	Stantek / NVLAP
Termohigrometro HOBO	20781579	2023-may-24	2024-may-23	MetriLAB / SI

c) Resultados:

Prueba de VAC

Frecuencia	Nominal	Margen Inferior	Margen Superior	Recibido	Entregado	Error	Incertidumbre Exp.(U=95 %, k=2)	Unidad
1 kHz	1,000	0,990	1,010	N/A.				V

Prueba Acústica

Frecuencia	Nominal	Margen Inferior	Margen Superior	Recibido	Entregado	Error	Incertidumbre Exp.(U=95 %, k=2)	Unidad
1 kHz	94	93,5	94,5	83,4	N/A	0,0	0,15	dB
1 kHz	114	113,5	114,5	114,2	114,0	0,0	0,15	dB

Prueba de Frecuencia

Frecuencia	Nominal	Margen Inferior	Margen Superior	Recibido	Entregado	Error	Incertidumbre Exp.(U=95 %, k=2)	Unidad
250 Hz	250,0	245,0	255,0	N/A	N/A			Hz
1 kHz	1000,0	975,0	1025,0	1000,0	1000,0	0,0	0,21	Hz

d) Incertidumbre:

La estimación de la incertidumbre asociada a la calibración del detector de gases se realiza con base en los lineamientos presentados en la Guía para la estimación de la incertidumbre GUM.

La incertidumbre expandida se obtuvo multiplicando la Incertidumbre estándar por un factor de cobertura (k = 2) que asegura el nivel de confianza al menos 95%

$$U(C_i) = k \cdot u(C_i)$$

El valor de Incertidumbre de la medición mostrado no incluye las contribuciones por estabilidad a largo plazo, deriva y transporte del instrumento calibrado

ITS CONSULTANTS

ITS Technologies

FSC-02 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN v.0

Calibration Certificate

e) Observaciones:

Este certificado salvaguarda los resultados de las mediciones reportadas, en el momento y en las condiciones ambientales al momento de la calibración.

Este certificado cuenta con una Vigencia de calibración a solicitud del cliente.

Se realizo ajuste del equipo de acuerdo a lo recomendado por el fabricante en su manual de Usuario.

f) Condiciones del instrumento:

N/A

g) Referencias:

Los equipos de verificación de equipos de medición de ruido denominados Pistófonos calibradores, incluyen en cumplimiento con la norma IEC 60942 (clase 1 o 2), IEC 61010-1.

FIN DEL CERTIFICADO

7.7 ANEXO 7. METEOROLOGÍA – CONDICIONES METEOROLÓGICAS

Punto 1: Emisor 1					
Zona 17P	Coordenadas UTM (WGS84)	661279 **mE**	**992886 mN**		
Condiciones atmosféricas durante la medición					
Descripción cualitativa:	Predominó el cielo nublado con precipitación. Superficie cubierta de césped y tierra con desniveles, por lo cual se considera mixta. Altura del instrumento respecto a la fuente, no significativa. El ruido de esta fuente se considera continuo.				
Duración	**Descripción cuantitativa**				**Condiciones que pudieron afectar la medición**
Inicio	**Humedad Relativa (%)**	**Velocidad del viento (m/s)**	**Presión Barométrica (mm de Hg)**	**Temperatura (°C)**	
09:45 a.m. – 10:45 a.m.	77,9	0,6	754,3	32,7	Ruido de sierra y golpes de martillo en construcción cercana, canto de aves.
10:45 a.m. - 11:45 a.m.	78,4	0,8	754,1	31,5	Ruido de golpes de martillos y sierras eléctricas en proyecto cercano, canto de aves.
11:45 a.m. – 12:45 a.m.	79,9	0,7	753,1	32,7	Ruido de golpes de martillos y sierras eléctricas en proyecto cercano, canto de aves, sirena de ambulancia.
12:45 a.m. – 01:45 a.m.	72,0	1,1	752,3	33,4	Ruido de golpes de martillos y sierras eléctricas en proyecto cercano, canto de aves.
01:45 a.m. – 02:45 a.m.	77,2	1,1	751,8	33,1	Ruido de golpes de martillos y sierras eléctricas en proyecto cercano, flujo vehicular.
02:45 a.m. - 03:45 a.m.	81,4	1,4	751,0	31,9	Flujo vehicular, canto de aves, ruido de helicóptero.
03:45 a.m. - 04:45 a.m.	84,1	<0,4	751,8	28,4	Flujo vehicular, precipitación, ruido de ambulancia.
04:45 a.m. - 05:45 a.m.	87,3	<0,4	752,0	27,4	Flujo vehicular, precipitación, truenos.

Punto 2: Receptor 1					
Zona 17P	Coordenadas UTM (WGS84) 661311 **mE** 992869 **mN**				
Condiciones atmosféricas durante la medición					
Descripción cualitativa:	Predominó el cielo nublado con precipitación. Superficie de césped y tierra con desniveles, por lo cual se considera mixta. Altura del instrumento respecto a la fuente, no significativa. El ruido de esta fuente se considera continuo.				
Duración	**Descripción cuantitativa**				**Condiciones que pudieron afectar la medición**
Inicio	**Humedad Relativa (%)**	**Velocidad del viento (m/s)**	**Presión Barométrica (mm de Hg)**	**Temperatura (°C)**	
09:45 a.m. – 10:45 a.m.	77,9	0,6	754,3	32,7	Ruido de vehículo recolector de chatarra, golpe de martillo y ruido de esmeril en construcción a 75 metros.
10:45 a.m. - 11:45 a.m.	78,4	0,8	754,1	31,5	Ruido de golpe de martillo y ruido de esmeril en construcción a 75 metros.
11:45 a.m. – 12:45 a.m.	79,9	0,7	753,1	32,7	Sirena de ambulancia, ruido de golpe de martillo y ruido de esmeril en construcción a 75 metros
12:45 a.m. – 01:45 a.m.	72,0	1,1	752,3	33,4	Ruido de golpe de martillo y ruido de esmeril en construcción a 75 metros, ruido de desbrozadora.
01:45 a.m. – 02:45 a.m.	77,2	1,1	751,8	33,1	Ruido de golpe de martillo y ruido de esmeril en construcción a 75 metros, ruido de desbrozadora y de ventilador.
02:45 a.m. - 03:45 a.m.	81,4	1,4	751,0	31,9	Lluvia y ruido de truenos.
03:45 a.m. - 04:45 a.m.	84,1	<0,4	751,8	28,4	Lluvia y ruido de truenos.
04:45 a.m. - 05:45 a.m.	87,3	<0,4	752,0	27,4	Lluvia y ruido de truenos.

7.8 ANEXO 8. CONTEO DE TRÁFICO

Cantidad de vehículos			
Hora	Camión (Mulas, Buses Coaster, Truck, etc.)	Autos (Motocicleta, sedanes, pick up, 4x4)	Total
Diurno			
9:45 a.m. - 10:45 a.m.	1	111	112
10:45 a.m. - 11:45 a.m.	0	84	84
11:45 a.m. - 12:45 p.m.	4	115	119
12:45 p.m. - 1:45 p.m.	1	100	101
1:45 p.m. - 2:45 p.m.	5	89	94
2:45 p.m. - 3:45 p.m.	6	108	114
3:45 p.m. - 4:45 p.m.	0	74	74
4:45 p.m. - 5:45 p.m.	4	90	94
Totales	**21**	**771**	**792**

Derechos Reservados -2024

7.9 ANEXO 9. GLOSARIO

- **Ruido continuo o estable:** de banda ancha y nivel prácticamente constante que presenta fluctuaciones de ± 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)[1]. 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[2].
- **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 P0, de valor 20x10-6 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

[1] L del inglés *Level* (nivel)
[2] Tomado de la norma ISO 1683:2008

Derechos Reservados -2024

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.
- **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

Derechos Reservados -2024

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.
- **Cálculo del Aporte:** El aporte es la contribución que tiene el proyecto en el ruido del área critica evaluada del vecino más cercana. El aporte se puede calcular de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$SPL_f = 10\log(10^{\frac{L_{p1}}{10}} - 10^{\frac{L_{p2}}{10}})$$

$$SPL_f = 10\log\Sigma(10^{\frac{SPL}{10}})$$

Derechos Reservados -2024

7.10 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 Velazco.

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 ---

ITS Consultants S.A., sólo se hace responsable por los resultados de los puntos monitoreados y descritos en este Informe.

Derechos Reservados -2024