

Evaluación del impacto sonoro para mitigar la contaminación sonora en una Institución Educativa, Lima

Noise impact assessment to mitigate pollution in an educational institution, Lima

GUZMÁN COLLAZOS, Maritza¹; VALVERDE FLORES, Jhonny Wilfredo²;
QUIJANO VARGAS, Julio Jesús³

RESUMEN

El presente estudio evaluó la implementación de una medida mitigadora para la reducción de ruido ambiental en la Institución Educativa PNP Precursores de la Independencia Nacional. Se realizaron dos campañas de medición de ruido ambiental, en junio de 2014 para evaluar el ruido en exteriores e interiores y en noviembre de 2014 para evaluar solo el ruido en interiores. Las metodologías empleadas en la medición de ruido fueron dos normativas peruanas, NTP-1996-1:2007 y NTP 1996-2:2008, publicadas por el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI). Los materiales para la medida mitigadora fueron el tecnopor, por su portabilidad y soporte; y, el poliuretano por su capacidad de absorción sonora. Durante la implementación de la medida mitigadora se construyó 200 paneles de tecnopor forrados con fibra de poliuretano, cubriendo un área efectiva de 32 m². Para la evaluación se utilizó la norma D.S. 085-2003-PCM y la guía para el ruido urbano de la OMS. Los resultados de la medición demuestran que el ruido en los alrededores del colegio no cumple con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) en zona residencial, ni con el ECA en zona especial. La distribución espacial del ruido mostró que la fuente principal de ruido es la Av. Panamericana con 70 dBA al oeste del colegio, el cual se distribuye y acumula al norte del colegio. Al norte del colegio se identificó el aula con mayor ruido en interiores con 65.3 dBA. Los resultados de las mediciones luego de instalar la medida mitigadora demostraron que el ruido se redujo en 14.1% equivalente a 9 dBA de reducción de ruido al interior del aula seleccionada.

Palabras clave: Ruido, mitigación, Evaluación, Contaminación sonora.

ABSTRACT

This study evaluated the implementation of a mitigation measure to reduce environmental noise in the School PNP Precursors of National Independence. Two campaigns of environmental noise measurement was performed in June 2014 to assess the noise outside and inside and to evaluate only the noise indoors in November 2014. The methodologies used in measuring noise were two Peruvian regulations, NTP - 1996-1: 2007 and NTP 1996-2: 2008, published by the National Institute for the Defense of Competition and Protection of Intellectual Property. The materials were tecnopor mitigation measure for its portability and support; and the polyurethane sound absorption capacity. During implementation of the mitigating measure tecnopor panels 200 were built by polyurethane fiber covering an effective area of 32 m². For evaluation was used the law D.S. 085-2003 -PCM and guide for Community Noise was used to WHO. The measurement results show that noise around the school did not meet the Environmental Quality Standard (EQS) in residential area, or the EQS in special area. The spatial distribution of noise showed that the main source of noise is the Av. Panamericana with 70 dBA West of the School, which is distributed and accumulated north of the school. North of the college classroom more noise indoors with 65.3 dBA was identified. The results of measurements after installing the mitigation measure noise showed that 14.1 % was reduced to 9 dBA equivalent noise reduction within the selected classroom.

Key words: Noise, Mitigation, Evaluation, Enviromental noise.

¹Docente de la Universidad César Vallejo, Filial Lima. maritzaguzman654@hotmail.com

²Docente de la Universidad César Vallejo, Filial Lima. jhoval1@yahoo.es

³Docente de la Universidad César Vallejo, Filial Lima. Jjqv09@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El crecimiento del parque automotor, el comercio y la densidad poblacional de Lima están ocasionando la contaminación sonora, la cual es un problema que se agudiza y se evidencia cada día más en todos los distritos de la capital. El distrito de los Olivos es un claro ejemplo de este problema ya que la inadecuada zonificación geográfica del distrito, en el que las áreas residenciales colindan con áreas industriales y en algunos casos hasta con áreas especiales como instituciones educativas y hospitales, incrementando aún más este problema. El presente estudio evaluó este problema en la Institución Educativa de la Policía Nacional del Perú Precursores de la Independencia Nacional (I.E. PNP PIN), la cual cumple con las características antes mencionadas y es un caso representativo de la problemática de todo el distrito. Cabe señalar que existen muy pocos estudios previos de ruido ambiental en la zona de estudio, por lo que la presente investigación además pretende reforzar la literatura relacionada a ruido ambiental en zona residencial. La pregunta es: ¿En qué medida la evaluación del impacto sonoro permitirá implementar una medida mitigadora frente a la contaminación sonora en la Institución Educativa de la Policía Nacional del Perú Precursores de la Independencia Nacional? Esta pregunta puede ser desglosada en dos: ¿En qué zonas de la Institución Educativa de la Policía nacional del Perú "Precursores de la Independencia Nacional" Los valores de presión sonora superan los valores límites establecidos en el D.S. N° 085-2003-PCM y en los Valores guía para el ruido urbano en ambientes específicos de la Organización Mundial de la Salud?, y , ¿Las medidas mitigadoras a implementar paneles de absorbente acústico disminuirán la contaminación sonora en la Institución Educativa de la Policía Nacional del Perú Precursores de la Independencia Nacional?

Estudios previos sugieren que el ruido ambiental en Instituciones Educativas (I.E.) es generado principalmente por el parque automotor el cual afecta a las aulas más cercanas a las avenidas principales (Baca, 2012). En distritos cercano a aeropuertos el problema de la contaminación sonora se agudiza aún más llegando a alcanzar picos superiores a los 100 dBA (Barreto, 2007).

Las actividades antropogénicas comunes como el

comercio ambulatorio y el uso indebido de bocinas de automóviles son fuentes que se están volviendo de duración permanente y a medida que estas se intensifiquen la contaminación sonora también lo hará (Reyes, 2011). No obstante la contaminación sonora tiene un grado duración corta ya que si se suprime su emisión el ruido ambiental puede volver a sus valores iniciales o de línea base (Sbarato, 2000). Por otro lado, otros estudios proponen medidas mitigadoras acústicas en las aulas de las I.E., utilizando materiales con un buen coeficiente de absorción como el poliuretano o mayólicas (Pérez, 2013), obteniendo resultados positivos para la reducción de ruido en interiores. Por último la falta de conciencia ambiental respecto a este problema es tan importante como una medida mitigadora pues de esto depende que los trabajadores utilicen medidas de seguridad adecuada en función al nivel de ruido al que se exponen laboralmente, muchas veces esto empeora por falta de charlas de seguridad ocupacional (Tapia, 2004). El presente estudio tiene como objetivo principal evaluar la reducción de ruido por la implementación de una medida mitigadora en la Institución Educativa de la Policía Nacional del Perú Precursores de la Independencia Nacional (I.E. PNP PIN), la cual podrá ser implementada en otras I.E. de la ciudad de Lima. Para esto se realizó dos campañas de medición de ruido, una en Junio de 2014 y otra en noviembre de 2014. El trabajo de campo de la primera campaña se llevó a cabo durante junio de 2014 consistió en la medición de 42 puntos en exteriores y 9 puntos en interiores, con el fin de identificar la fuente y la distribución espacial de ruido. Se generó un mapa de isófonas con el cual se ubicó el aula con mayor influencia de ruido ambiental. El trabajo de campo de la segunda campaña consistió en la implementación de la medida mitigadora en el aula con mayor nivel de ruido, y la medición de 5 muestras al interior de la misma, con la finalidad de cuantificar la reducción del ruido en interiores debido a la implementación de la medida mitigadora. Los resultados de ambas campañas fueron evaluados con la norma peruana D.S. 085-2003-PCM y con la guía internacional para el ruido urbano de la OMS.

MATERIAL Y MÉTODOS

La presente investigación es de diseño experimental, ya que se implementó una medida mitigadora para la reducción de ruido en interiores y se evaluó su eficiencia, en función a la presión sonora evaluada antes y después de la implementación de la medida mitigadora.

La población con la que se realizó la investigación es 74 aulas (43 de educación secundaria y 31 de educación primaria) de la Institución Educativa de la Policía Nacional del Perú Precursores de la Independencia Nacional, la cual se encuentra adyacente a la avenida Panamericana y a la avenida San Genaro, distrito Los Olivos.

La muestra es un aula del 2do grado de primaria de la Institución Educativa de la Policía Nacional del Perú Precursores de la Independencia Nacional.

El tipo de muestreo fue no probabilístico por conveniencia, ya que se seleccionó el aula más afectada por el ruido ambiental externo.

La recolección de datos se hizo de la siguiente manera: (1) Determinación de las zonas de la IE PNP PIN que superan los valores de presión sonora establecidos en el DS 085-2003.PCM y los recomendados por la OMS, donde se hicieron trabajos de pre-campo mediante la observación; trabajo en campo, donde se hicieron una campaña de medición y las mediciones de ruido en LAeqT, Lmin, Lmax; y trabajos de post campo, donde se hace la evaluación de ruido, mapas de isófonas y dirección de flujo; (2) Implementación de la instalación de paneles de absorbentes acústicos como medida mitigadora para disminuir la contaminación sonora en la IE PNP PIN, donde se realizó la preparación de la medida mitigadora con 200 paneles de tecnopor forrado en poliuretano; se

hizo trabajo de campo, donde se hizo campaña de medición en LAeqT, Lmin, Lmax; y trabajos de post campo, donde se hizo la Evaluación de ruido con medida mitigadora usando Tablas de comparación y eficiencia de reducción de ruido. Para las mediciones de campo se utilizaron un sonómetro y un GPS, ambos equipos debidamente calibrados. Para los trabajos de gabinete se utilizaron dos software, QGIS y SURFER, con los que se obtuvieron mapas de isófonas, estos mapas se utilizaron en la identificación de las áreas más afectadas por el ruido ambiental, específicamente para identificar el aula más afectada por la contaminación sonora. Para la implementación de la medida de mitigación de ruido ambiental se utilizaron planchas de tecnopor de 0.40x0.40 cm de área, los cuales fueron forrados por fibras de poliuretano formando un espesor de 50mm.

Se realizaron las mediciones en un día útil escolar de la semana en horarios de mayor actividad por convergencia peatonal y vehicular en horas de la mañana 7:30 am a 01:00 pm. En cada fecha se tomaron 42 mediciones con un sonómetro integrador en las intersecciones de la cuadrícula de 20 metros de lado en todo el área de extensión de la Institución Educativa de la Policía Nacional del Perú "Precursores de la Independencia Nacional" y exteriores 40 metros adyacente izquierdo y superior. Se implementó la medida mitigadora absorbente acústica en una sola aula la cual consistió en la elaboración de paneles de 40 x 40 cm aproximadamente conformado por: Espuma de poliuretano expandible y tecnopor para darle firmeza y soporte. Estos paneles fueron pegados en el techo del aula con fijadores rígidos.

RESULTADOS

A continuación se describen los resultados obtenidos en campo, los cuales han sido clasificados por ruido exterior y ruido interior.

Ruido exterior

Los niveles de ruido más intensos se observan en la columna 1 de la malla de análisis, la cual se encuentra más adyacente a la avenida Panamericana, seguido por la fila A que se encuentra adyacente a la avenida San Genaro. Estos resultados evidencian que las fuentes principales de ruido para el interior del colegio son estas dos avenidas, principalmente la avenida Panamericana ubicado al oeste del colegio.

Ruido en los alrededores del colegio

Las fuentes de contaminación sonora son las avenidas Panamericana y San Genaro con niveles de ruido de 70 dBA, aproximadamente. Los resultados más resaltantes son:

- Los niveles de ruido ambiental (L_{AeqT}) en los alrededores del colegio oscilan entre 66.5 dBA y 78.4 dBA particularmente en los puntos adyacentes a la av. Panamericana, excediendo el ECA de ruido en zona residencial para el horario diurno (60 dBA).

Ruido en el área del colegio

Tabla 1. Ruido ambiental en exterior en horario diurno – LAeqT

Puntos de medición	1	2	3	4	5	6	7
A	76.6	74.7	71.9	69.0	70.7	69.8	70.6
B	71.2	68.6	66.5	68.6	68.0	69.1	70.2
C	78.4	71.0	67.3	69.9	62.6	67.2	64.0
D	76.5	68.1	69.0	69.2	68.7	66.2	65.6
E	77.5	67.6	65.5	66.6	66.6	66.4	60.5
F	77.2	68.5	66.0	66.9	64.0	62.6	61.3

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla 1 presenta los niveles de ruido ambiental (L_{AeqT}) en el área del colegio, los cuales oscilan entre 60.5 y 79.9 dBA particularmente al norte del área del colegio, excediendo el ECA de ruido en zona especial para el horario diurno (50 dBA) y el ECA de ruido en zona residencial para el horario diurno (60 dBA).

Ruido interior

Tabla 2. Ruido en el interior de salones del colegio

Puntos de medición	1	2	3	4	5	6	7
A	N.M.						
B	N.M.						
C	N.M.	N.M.	58.6	60.2	N.M.	65.3	60.8
D	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	64.3	N.M.	54.6
E	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	56.7	N.M.	N.M.
F	N.M.	N.M.	56.6	61.1	N.M.	N.M.	N.M.

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla 2 presenta los niveles de ruido en el interior de las aulas. Los niveles de ruido más intensos, expresados en L_{AeqT} , se observan en las aulas ubicadas al noroeste del área del colegio, particularmente en los puntos 6C con 65.3 dBA y punto 7C con 64.3 dBA. Estos resultados son consistentes con los resultados de ruido exterior en el área del colegio.

Resultados de la interpolación espacial del ruido

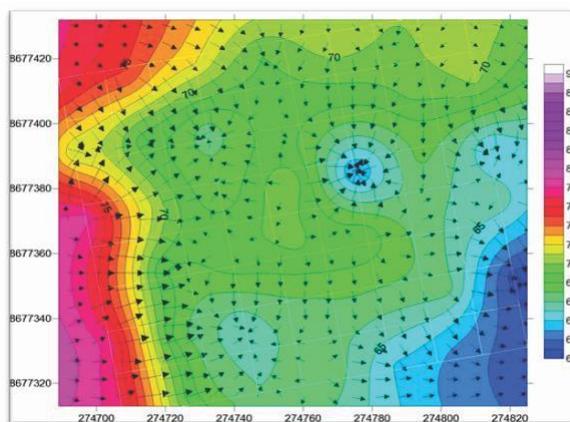


Figura 1: Isófonas de ruido ambiental (colores en dBA) y vectores de flujo sonoro (vectores). El eje X representa las coordenadas Este y el eje Y representa las coordenadas Norte, según la proyección UTM WG84-18S.

Fuente: Elaboración Propia

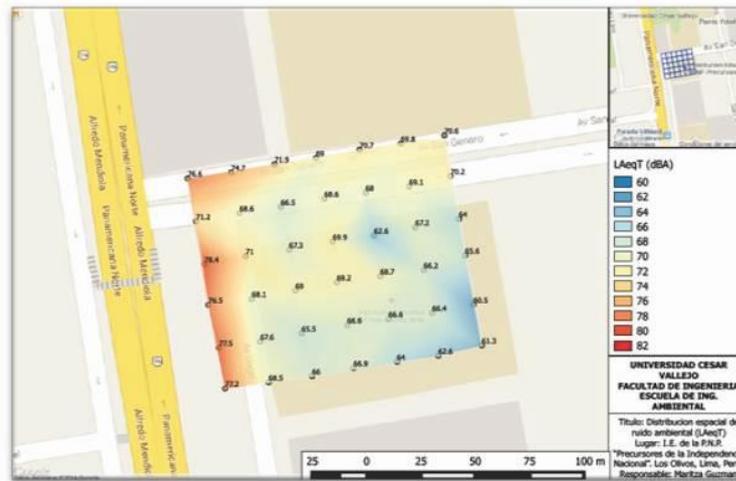


Figura 2: Interpolación del ruido ambiental expresado en LAeqT (colores en dBA) georreferenciado en el área de estudio.

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la Figura 1 y la Figura 2, a pesar de que la zona Este en los alrededores del colegio posee la fuente más intensa de ruido ambiental (Av. Panamericana), el área del colegio más afectada por el ruido ambiental es la zona norte, debido a que el flujo sonoro se distribuye de norte hacia el sur del colegio.

IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE MEDIDA MITIGADORA EN I.E. PNP PIN

Los resultados en el interior del aula (2do grado de primaria) más afectada por el ruido ambiental fue de 65.3 dBA, mientras que los resultados de ruido en la misma aula luego de implementar la medida mitigadora oscilaron entre 56.1 dBA y 59.4 dBA, obteniéndose hasta una reducción máxima de 9.2 dBA (9.0 dBA en promedio). Esta reducción representa un 14.1 % de efectividad de la medida mitigadora. A continuación se detalla. La medida mitigadora fue instalada con éxito en el aula 6C (correspondiente al segundo "C" de primaria del colegio (ver Figura 11) el cual registró el mayor nivel de ruido en el interior del aula influenciado por el ruido exterior del mismo, según los resultados de campo. El porcentaje de reducción alcanzó 14.1%.

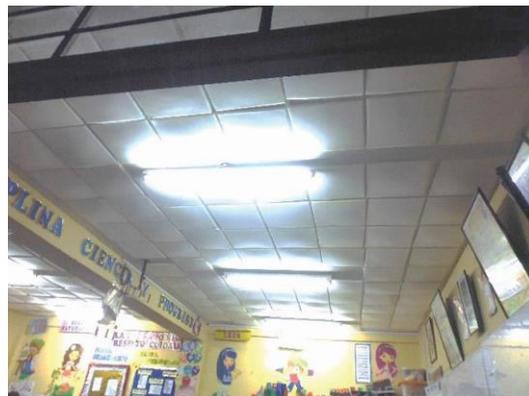


Figura 3: Implementación de medida mitigadora

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3: Medición control y experimento con la medida mitigadora

Nivel de presión sonora	A: Medición experimento	B: Medición Control	Diferencia	Porcentaje de reducción $C=(A-B)/B*100$
Muestra 1	dB(A)	dB(A)	dB(A)	
LAeqT dB(A)	56.1	65.3	-9.2	14.1
Lmax dB(A)	70.7	78.5	-7.8	9.9
Lmin dB(A)	46.6	51.8	-5.2	10.0
Muestra 2				
LAeqT dB(A)	59.2	65.3	-6.1	9.3
Lmax dB(A)	72.7	78.5	-5.8	7.4
Lmin dB(A)	46.8	51.8	-5.0	9.7
Muestra 3				
LAeqT dB(A)	59.3	65.3	-6.0	9.2
Lmax dB(A)	70.4	78.5	-8.1	10.3
Lmin dB(A)	47.4	51.8	-4.4	8.5
Muestra 4				
LAeqT dB(A)	59.4	65.3	-5.9	9.0
Lmax dB(A)	70.6	78.5	-7.9	10.1
Lmin dB(A)	48.8	51.8	-3.0	5.8
Muestra 5				
LAeqT dB(A)	58.7	65.3	-6.6	10.1
Lmax dB(A)	71.8	78.5	-6.7	8.5
Lmin dB(A)	46.9	51.8	-4.9	10.0

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la medición control (sin medida mitigadora, 1 muestra) y medición experimento (con medida mitigadora, 5 muestras) se pueden observar que en todas las muestras se obtuvieron reducciones de ruido en el aula de mayor niveles de ruido.

- La reducción del ruido expresado en L_{AeqT} osciló entre -5.9 y -9.0 dBA.
- La reducción del ruido expresado en L_{max} osciló entre -5.8 y -8.1 dBA.
- La reducción del ruido expresado en L_{min} osciló entre -3 y -5.2 dBA.

Tabla 4: Evaluación del ruido con la normativa nacional e internacional-Medición control (sin medida mitigadora)

Nivel de presión sonora	¿Cumple con la norma?		Medición control En el punto 6C
	OMS Aula (35 dBA)	ECA-Residencial (60 dBA)	
L_{AeqT} dB(A)	No	No	65.3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5: Evaluación del ruido con la normativa nacional e internacional-Medición experimento (con medida mitigadora)

Nivel de presión sonora	¿Cumple con las normas?		Medición experimento En el punto 6C
	OMS Aula	ECA-Residencial	
L_{AeqT} dB(A)	No	SI	56.1
	No	SI	59.2
	No	SI	59.3
	No	SI	59.4
	No	SI	58.7

Fuente: Elaboración propia

Las Tabla 4 y Tabla 5 muestran la evaluación para ruido en horario diurno según la normativa peruana (D.S. 085-2003-PCM) y según la normativa internacional (OMS, 1999). Como se puede observar, la medición control no cumple con ninguna de las normativas de ruido, sin embargo al instalar la medida mitigadora en el punto 6C (aula del segundo grado de primaria) se identifica que las cinco muestras realizadas cumplieron con el ECA-Residencial (60 dbA).

DISCUSIÓN

- La primera discusión es con lo encontrado por Baca, W. & Seminario, S. (2012), quienes realizaron mediciones con un sonómetro y dividieron el área del campus en mallas.

La metodología que usaron en campo (NTP-ISO 1996) es más antigua que la presentada en esta investigación (NTP-ISO 1996-1-2007, NTP-ISO 1996-2-2008), sin embargo en términos generales se conserva la esencia de la metodología, por lo que se puede considerar metodologías equivalentes. Cabe señalar que en este estudio se utilizaron las mismas normas de comparación para evaluar el ruido ambiental (D.S. 085-2003-PCM y la guía para el ruido urbano de la OMS). Al igual que en el presente estudio, se encontró que las fuentes de ruido ambiental en el campus de la PUCP fueron las avenidas adyacentes (Av. Universitaria y Av. Riva agüero) no obstante el nivel de ruido ambiental (expresado en LAeqT) fue mayor en el área del PUCP (80dBA) que en la I.E. PNP PIN (69.9 dBA), por lo que significa una diferencia de ~10 dBA. La principal razón de esta diferencia radica en la mayor densidad estudiantil que existe en la PUCP la cual requiere de un mayor número de transporte para llegar a dicha universidad y por ende mayor tránsito vehicular en las avenidas adyacentes, además de tener un tránsito vehicular en el interior del campus.

Se debe considerar que el área de la PUCP es más extensa con mayor áreas verdes por lo que los fuentes naturales son más relevantes (viento, aves, arboles, etc).

- Barreto, Celso (2007), por otro lado, evaluó los niveles de ruido en un área urbana de Bellavista, Callao, en donde la principal fuente de ruido son las aeronaves. La metodología empleada por el autor fue distinta a la empleada en el presente estudio, principalmente en la altura del sonómetro con respecto del suelo. Esta diferencia en la metodología fue principalmente a que las fuentes de emisión en ambos trabajos son distintas, por lo que las alturas de los sonómetros se ubicaron a diferentes niveles, a 1.5 m del suelo en el presente estudio y a 10 metros del suelo propuesto por Barreto.

Se evaluó el ruido ambiental en los receptores sensibles (zona residencial) obteniéndose excedencias a la norma D.S. 0.85-2003-PCM. Una herramienta que utilizó Barreto y que sirvió como complemento para dicho estudio fue el de incluir las encuestas. Aunque las encuestas no fue un instrumento de análisis en esta investigación se realizaron entrevistas informales durante las campañas de medición, encontrando que el malestar del alumnado y

aunque el número de mediciones fue comparable al presente estudio. El autor elaboró una metodología propia para el muestreo en campo y para la evaluación de ruido utilizó la normativa de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (EPA, por sus siglas en inglés). Cabe señalar que esta normativa es comparable a la utilizada en el presente estudio ya que la normativa peruana se basa en gran parte de la normativa de la EPA. Los resultados encontrados exceden el límite recomendado por la EPA de 73 dBA, siendo estos niveles asociados al tránsito vehicular en los accesos a las vías principales, estos resultados son comparables con lo encontrado en los puntos cercanos a la av. Panamericana en este estudio. Esto sugiere que el tránsito vehicular en Córdova, España expresado en presión sonora, es similar al de los Olivos, Perú.

- Pérez B. Víctor (2013), ofreció una propuesta de medida mitigadora, aunque costosa, muy interesante. Al igual que el presente estudio se eligió el aula de un centro de estudios para evaluar esta medida mitigadora, sin embargo no se implementó dicha medida mitigadora.

La metodología que utilizó el autor fue netamente teórica basada en la fórmula de Sabine, es decir que no hubo manera de como comprobar la efectividad de esta medida, para lo cual la presente investigación si lo ha calculado.

- Tapia, Rodrigo (2004) propuso una medida de adaptación a la exposición al ruido basándose en el horario de trabajo del personal de la empresa evaluada. Este estudio es más relacionado a salud ocupacional, sin embargo el hecho de implementar una medida de adaptación también es una alternativa para reducir la contaminación sonora que puede experimentar una persona en su centro de labores. Las metodologías no son comparables con el presente estudio, pero el parámetro monitoreado si, pues en ambos casos fue el LAeqT. Los resultados de ruido en interiores fueron mayores a 80 dBA, mucho mayor a lo encontrado en la I.E. PNP PIN, y ésto debido a que las actividades que se desarrollan en el interior son muy distintas, industrial versus estudiantil.
- Finalmente, Reyes, Héctor (2011), caracterizó el ruido ambiental en toda una ciudad (Ciudad de Puyo), al igual que en la presente investigación, se encontró gran excedencia a la norma vigente en ese país. Las metodologías no son comparables con las peruanas, ya que la norma de este estudio previo se basa en la International Electrotechnical Comisión, IEC. Las principales fuentes encontradas son similares en ambos

estudios (tránsito vehicular) aunque el autor hace un particular énfasis al ruido producido por la misma población en las calles (gritos,

parlantes en la calle, etc.), algo que no se evaluó claramente en el área de estudio de la presente investigación.

CONCLUSIONES

- Se implementó la instalación de paneles de absorbentes acústicos como medida mitigadora para disminuir la contaminación sonora en la IE PNP PIN, donde se realizó la preparación de la medida mitigadora con 200 paneles de tecnopor forrado en poliuretano.
- La distribución espacial del ruido mostró que la fuente principal de ruido es la av. Panamericana con ~70 dBA al oeste del colegio, el cual se distribuye y acumula al norte del colegio. Al norte del colegio se identificó el aula con mayor ruido en interiores con 65.3 dBA. Los resultados de las mediciones luego de instalar la medida mitigadora demostraron que el ruido se redujo en 14.1% que equivale a 9 dBA de reducción de ruido al interior del aula seleccionada, respecto a las mediciones antes de la implementación de la medida mitigadora.
- Al evaluar el ruido post implementación de la medida mitigadora se identificó que el ruido se encuentra por debajo del ruido ambiental en zona residencial en horario diurno (60 dBA) con lo que se logró cumplir dicha normativa establecida en el DS 085-2003.PCM para tal zonificación. Sin embargo, no ocurre lo mismo con la normativa internacional de la OMS en el que el ruido no cumple con la recomendación de nivel de ruido en un aula escolar por ser un valor guía demasiado bajo (35 dBA) en comparación al promedio de ruido en la zona (60 dBA).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Baca, W. & Seminario, S. (2012). Evaluación de impacto sonoro en la Pontificia Universidad Católica del Perú. Trabajo de titulación (Ingeniero Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería.
2. Barreto, C. (2007). Contaminación por ruido de aeronaves en Bellavista -Callao. Trabajo de titulación (Magister en Ciencias Ambientales mención de control de la contaminación y Ordenamiento Ambiental). Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica Unidad de Post Grado.
3. Everest, A. & Pohlmann, K. (2009). The Master Handbook of Acoustics. 5th Edition McGraw-Hill, New York. <http://andrealbino.wikispaces.com/file/view/Master+Handbook+of+Acoustics+-+5th+Edition+-+F.+Alton+Everest,+Ken+C.+Pohlmann.pdf>
4. Harris. C. (1995). Manual de medidas acústicas y Control del Ruido., 3ra Ed., Madrid- España., McGraw-Hill. Pp. 656-657.
5. INDECOPI. (2007). Norma Técnica Peruana Acústica Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental, Magnitudes básicas y procedimientos de medición NTP-ISO 1996-1:2007. Lima. 25 p.
6. INDECOPI. (2008). Norma Técnica Peruana Acústica - Descripción, evaluación y medición del ruido ambiental, Determinación de los niveles de ruido ambiental. NTP-ISO 1996-2:2008. Lima. 24p.
7. OMS. (1999). Organización Mundial de la Salud Guías para el ruido urbano. Reino Unido. 14 p.
8. PCM. (2003). DS 085-2003.PCM: Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido. Perú.
9. Pérez, Víctor. (2013). Acondicionamiento acústico de las aulas tipo A del Cenlex Zacatenco. Trabajo de titulación (Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica). México: Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. 70 p.
10. PCM (2003). Presidencia del Consejo de Ministros. DS Nº 085-2003-PCM. Reglamento de Estándares Nacionales de calidad Ambiental para ruido. Lima. 11 p.
11. Reyes, Héctor. (2011). Estudio y plan de mitigación del nivel de ruido ambiental en la zona urbana de la ciudad de Puyo. Trabajo de titulación (Título de Ingeniero en Biotecnología Ambiental) Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Facultad de Ciencias Escuela de Ciencias Químicas. 148 p.
12. Sbarato, Darío. (2000). Evaluación de la exposición sonora y de su impacto sobre la salud y calidad de vida de la población residente en la zona oeste de la ciudad de Córdoba sobre los accesos principales a la zona central. Disponible en: <www.bvsde.paho.org/bvsaisa/e/fulltext/ruido/ruido.pdf>. Fecha de consulta 10 de Mayo de 2014.
13. Tapia, Rodrigo. (2004). Metodología de Evaluación de la dosis diaria de exposición a ruido. Trabajo de titulación (Licenciado en Acústica y al Título de Ingeniero Acústico). Valdivia: Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería Escuela de Ingeniería Acústica. 175 p.

Recibido: 08 enero 2015 | Aceptado: 05 abril 2015