

Study of noise pollution in the City of Chimbote

Serapio A. Quillos-Ruiz, Dr.¹, Johnny Nahui-Ortiz, Ph. D² and Nelver J. Escalante-Espinoza¹

¹Universidad Nacional del Santa, Perú, s_quillos@hotmail.com, cfpnjee@yahoo.es

²National University of Engineering - UNI, Peru, jnahuio@uni.edu.pe

Abstract—Sound pollution is a serious human health problem today. It affects to modern societies, having a direct relationship with economic activity of population. Chimbote city is no stranger with this situation. In order to get information about urban noise, were 24 sampling points determined, processing information for 3 months at each point, following the protocols of the Ministry of Environment of Peru. Working hours were done in two schedules, in the morning (8: 00-10: 00) and in the afternoon (17: 00-21: 00), being known as rush and plaque hour on the cities of Lima, Medellin and Mexico.

Chimbote urban area is a commercial area where according to the MINAM, it represents an ECA of 70 dB. Results allowed in the morning exceed on 87.5% the allowed limit and in the afternoon seems happen the same, increasing to 91.6%. Only points 17 and 18 present values below 70 dB. Values higher than 75 dB have been obtained both in the morning and in the afternoon, representing the 20.8% and a 33.8% respectively. José Pardo and José Gálvez avenues are the noisiest in the city where vehicular traffic is the main cause, followed by ambulatory trade and commercial stores, also performed the goodness of fit test were realised, determining that the evaluated values responded to a normal distribution and obeyed a parametric curve.

Keywords: *Environmental noise, noise pollution, sound, decibel.*

Digital Object Identifier (DOI):
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.285>
ISBN: 978-958-52071-4-1 ISSN: 2414-6390

Estudio de la contaminación sonora en la Ciudad de Chimbote

Study of noise pollution in the City of Chimbote

Serapio A. Quillos-Ruiz, Dr.¹, Johnny Nahui-Ortiz, Ph. D² and Nelver J. Escalante-Espinoza¹

¹Universidad Nacional del Santa, Perú, s_quillos@hotmail.com, cfpjee@yahoo.es

²National University of Engineering - UNI, Peru, jnahuio@uni.edu.pe

Abstract— Sound pollution is a serious human health problem today. It affects to modern societies, having a direct relationship with economic activity of population. Chimbote city is no stranger with this situation. In order to get information about urban noise, 24 sampling points were determined, processing information for 3 months at each point, following the protocols of the Ministry of Environment of Peru. Working hours were done in two schedules, in the morning (8: 00-10: 00) and in the afternoon (17: 00-21: 00), being known as rush and plaque hour on the cities of Lima, Medellin and Mexico.

Chimbote urban area is a commercial area where according to the MINAM, it represents an ECA of 70 dB. Results allowed in the morning exceed on 87.5% the allowed limit and in the afternoon seems happen the same, increasing to 91.6%. Only points 17 and 18 present values below 70 dB. Values higher than 75 dB have been obtained both in the morning and in the afternoon, representing the 20.8% and a 33.8% respectively. José Pardo and José Gálvez avenues are the noisiest in the city where vehicular traffic is the main cause, followed by ambulatory trade and commercial stores, also performed the goodness of fit test were realised, determining that the evaluated values responded to a normal distribution and obeyed a parametric curve.

Keywords—Environmental noise, public health, urban area, decibel.

Resumen- La contaminación sonora, hoy en día, constituye un grave problema de salud humana en las sociedades modernas, teniendo una relación directa con la actividad económica de dichas poblaciones. La ciudad de Chimbote no es ajena a esta situación descrita. Para obtener la información del ruido urbano, en este estudio, se determinó 24 puntos de muestreo, procesando información durante 3 meses en cada punto, siguiendo los protocolos del Ministerio del Ambiente del Perú. Las horas de trabajo fueron ejecutadas en la mañana (7:30-10:00) y en la tarde (17:30-19:00), tiempos conocidos como horas pico y placa en ciudades de Lima, Medellín y México.

El casco urbano de la ciudad es zona comercial y le

corresponde un ECA de 70 dB según el MINAM. Los resultados obtenidos en la mañana superan en 87,5% el límite permitido y en la tarde aumenta al 91,6%; solamente los puntos 17 y 18 presentan valores inferiores a 70 dB. Se han obtenido valores superiores 75 dB: en la mañana representa el 20,8% y en la tarde 33,8%, determinando a las Avenidas José Pardo y José Gálvez como las más ruidosas de la ciudad, los cuales son causados principalmente por el tráfico vehicular, seguido del comercio ambulatorio y las tiendas comerciales; asimismo, se realizó la prueba de bondad de ajuste, determinando que los valores evaluados responden a una distribución normal y obedecen a una curva paramétrica

Palabras clave: Ruido ambiental, salud pública, casco urbano, decibel.

I. INTRODUCCION

La contaminación sonora, producida por diferentes fuentes emisoras de ruido, afecta hoy en día la calidad de vida de la población, especialmente en las zonas urbanas y de alta densidad poblacional, convirtiéndose en un problema de salud pública, muy común en países en vías de desarrollo [1].

El ruido se presenta en forma imprevista, causado por vehículos automotrices, ambulancias, patrulleros, bomberos y otras actividades generadoras de ruido, con diferentes niveles de intensidad sonora.

El impacto ambiental derivado del ruido resulta ser el causante de enfermedades auditivas e incluye alteraciones fisiológicas, cardiovasculares, fiebre, migraña, estrés, alteraciones del sueño, sudoración, cólera, irritabilidad, cansancio, dolor de cabeza y agresividad [2].

Según los especialistas en medicina humana, también provoca cambios en el comportamiento social del individuo y alteraciones cognoscitivo en la población infantil [3].

Entonces los niveles de ruido deben monitorearse para ser controlados o mitigados permanentemente, especialmente en las zonas de alta actividad económica, como es el casco urbano de la ciudad de Chimbote, en horario diurno en las horas pico y placa entre las 7:30 a 10:00 horas y de 17:30 a 19:00 horas, de lunes a viernes [2] [4].

Para conocer la situación acústica y establecer su efecto en la población de Chimbote, se requiere con información del

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.285>

ISBN: 978-958-52071-4-1 ISSN: 2414-6390

ruido, tal como lo establece el Decreto Supremo 085-2003-PCM y otras entidades gubernamentales, representando la herramienta principal para plantear soluciones dentro de la normatividad vigente [5].

En la ciudad de Chimbote, no se han realizado estudios de esta naturaleza, por lo que no se ha evaluado el ruido, ni tampoco se han aplicado, a partir de ello, medidas restrictivas en las actividades comerciales y vehiculares [5] [6].

Al no existir un diagnóstico sobre el nivel sonoro de la ciudad de Chimbote, no se pueden evaluar en esta ciudad los Estándares Primarios de Calidad Ambiental (ECA) del ruido establecidos por Ministerio del Ambiente (MINAN). Esta falta de información, no permite desarrollar políticas públicas para el control del ruido según la zonificación, programas de salud pública para la prevención en la primera etapa de afecciones auditivas, campañas de difusión para evitar la contaminación acústica y el diseño de instrumentos de gestión ambiental para evitar los niveles altos de ruido [7].

Deseamos conocer experimentalmente los ECA de ruido a los que se encuentran expuestos permanentemente los habitantes que circulan por la ciudad. Para ello, se requiere realizar un estudio de campo sobre los niveles de emisiones sonoras para tener una base de datos y después elaborar el comportamiento de ruido en Chimbote [4] [6].

La contaminación sonora es un problema de salud pública y requiere un trabajo conjunto de las entidades comprometidas en esta labor: la Oficina de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), Municipalidades, Ministerio del Ambiente, Instituto Nacional de la Calidad, Autoridades Regionales, Ministerio de Salud. Estas deben ser las encargadas de establecer normas disuasivas de actividades ruidosas [6] [7].

Cuando se conozca el nivel sonoro de la ciudad, la municipalidad podrá emitir normas y estrategias para mitigar los altos ECA de ruido, controlando las fuentes emisoras del mismo, provenientes del transporte vehicular y locales comerciales. De esta forma, se podrá mantener un nivel sostenible del ruido dentro del radio de influencia de los centros educativos, postas médicas y hospitales de la ciudad [8].

El objetivo del presente trabajo de investigación es determinar y evaluar las emisiones sonoras emitidas en las principales avenidas y jirones del casco urbano de la Ciudad de Chimbote en las horas pico y placa, que son producidos por el tráfico vehicular, las unidades de emergencias (ambulancias, bomberos, patrulleros y serenazgo), los altavoces de publicidad, los comercios y las actividades de las personas [8].

II. METODOLOGÍA

A. Control estático

Es un procedimiento de medición del ruido para realizarse en las horas pico y placa, que comprende entre las 7:30 a 10:00 horas en la mañana y de 17:30 a 19:00 horas en la tarde, horario diurno de lunes a viernes en el casco urbano de la

Ciudad de Chimbote, para ello, se utiliza el siguiente equipo para la toma de lecturas:

Sonómetro digital

Marca : Rion

Modelo : NL-52

Clase : 1 ANSI/ASA S1.4-2014

Certificado por INACAL-PERÚ LAC-079-2019 y calibrado según Norma Metrológica Peruana NMP-011-2007.

B. Parámetros de medición

El sonómetro registra niveles de presión. En primer lugar, existe un Nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación A (L_{AeqT}), donde se expresa el nivel de presión sonora constante en decibeles (dBA) en el mismo intervalo de tiempo (T) conteniendo la misma energía total que el sonido medido; otro nivel lo constituye el Nivel de presión sonora máxima ($L_{máx}$), utilizando la curva ponderada A (dBA) y considerando el comportamiento del oído humano durante un periodo de medición dado; por último, el Nivel de presión sonora mínima ($L_{mín}$) utilizando la curva ponderada A (dBA) durante un periodo de medición dado [6]

C. Área de estudio

Chimbote es la capital de la provincia del Santa (Áncash), ubicada al norte del Perú ($9^{\circ}05'07''$ S, $78^{\circ}34'41''$ O). Cuenta con una superficie de 1467 km^2 y con una población de 214983 habitantes (2017) por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) del Perú.

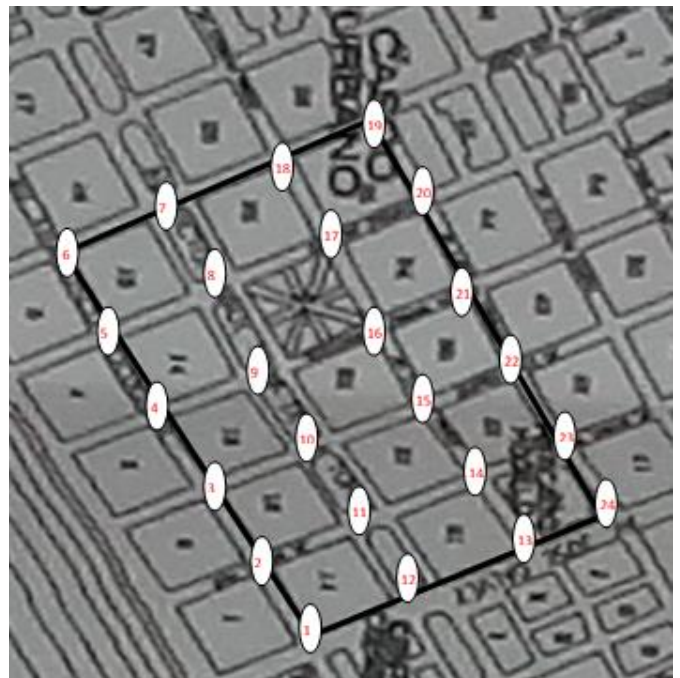


Figura 1. Puntos de mediciones de ruido ambiental en el casco urbano de la ciudad de Chimbote.

En el centro de Chimbote se encuentra la mayor actividad comercial, institucional y de transporte vehicular. Comprende desde la Av. José Gálvez hasta el Jirón Carlos de los Heros y la Av. Francisco Bolognesi hasta el Jirón Ladislao Espinar. El horario de mayor actividad se da de 8:00 a 11:00 y de 17:00 a las 21:00 horas de lunes a viernes, también se observa una alta influencia de público al mediodía [9]. En la figura 1, se muestra el casco urbano determinado por el Plano de Zonificación Urbano de la ciudad de Chimbote y Nuevo Chimbote 2012-2022, Municipalidad Provincial del Santa.

D. Levantamiento de información

La recolección de datos se trabajó durante los meses de agosto, setiembre, octubre y noviembre del 2019 en el casco urbano, siguiendo los protocolos establecidos por el MINAM, instalando el sonómetro a la altura y ángulo establecido y evitando las interferencias de ruido con las personas cercanas.

Tabla 1. Ubicación de los puntos en el casco urbano

Punto	Ubicación
1	Esquina Av. Fco. Bolognesi y Av. José Gálvez
2	Esquina Av. Fco. Bolognesi y Jr. Manuel Ruiz
3	Esquina Av. Fco. Bolognesi y Jr. Elías Aguirre
4	Esquina Av. Fco. Bolognesi y Jr. Manuel Villavicencio
5	Esquina Av. Fco. Bolognesi y Jr. Enrique Palacios
6	Esquina Av. Fco. Bolognesi y Jr. Carlos de los Heros
7	Esquina Av. José Pardo y Jr. Carlos de los Heros
8	Esquina Av. José Pardo y Jr. Enrique Palacios
9	Esquina Av. José Pardo y Jr. Manuel Villavicencio
10	Esquina Av. José Pardo y Jr. Elías Aguirre
11	Esquina Av. José Pardo y Jr. Manuel Ruiz
12	Esquina Av. José Pardo y Av. José Gálvez
13	Esquina Jr. Leoncio Prado y Av. José Gálvez
14	Esquina Jr. Leoncio Prado y Jr. Manuel Ruiz
15	Esquina Jr. Leoncio Prado y Jr. Elías Aguirre
16	Esquina Jr. Leoncio Prado y Jr. Manuel Villavicencio
17	Esquina Jr. Leoncio Prado y Jr. Enrique Palacios
18	Esquina Jr. Leoncio Prado y Jr. Carlos de los Heros
19	Esquina Jr. Ladislao Espinar y Jr. Carlos de los Heros
20	Esquina Jr. Ladislao Espinar y Jr. Enrique Palacios
21	Esquina Jr. Ladislao Espinar y Jr. Manuel Villavicencio
22	Esquina Jr. Ladislao Espinar y Jr. Elías Aguirre
23	Esquina Jr. Ladislao Espinar y Jr. Manuel Ruiz
24	Esquina Jr. Ladislao Espinar y Av. José Gálvez

Tabla 2. ECA del ruido [5]

Zonas de aplicación	Horario Diurno	Horario nocturno
Zona de protección especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona nocturna	80	70

El horario diurno corresponde de 07:00-22:00 horas y el nocturno de 22:00 - 07:00 horas; según la tabla 1 y tabla 2, el casco urbano de Chimbote está definido como zona comercial, entonces el ECA tiene el valor de 70 dB [5].



Figura 2. Toma de datos en punto 12: Av. José Gálvez – Av. José Pardo

E. Medición del ruido

Para la toma de datos del ruido en la ciudad, se han determinado 24 puntos de monitoreo (tabla 1 y figura 2), donde están ubicados los puntos correspondientes al casco urbano de la ciudad. Para ello, se aplicará el protocolo de monitoreo de ruido ambiental del MINAM estableciendo que son los lugares de mayor generación de ruido, por ser esquinas [6].

En los puntos determinados se toma las mediciones durante 10 minutos en las horas pico y placa previamente establecidos, el sonómetro está a la altura de 1,5 metros del piso y en forma horizontal a 2 metros de distancia para evitar la reflexión de la pared [5][6].

Registrando las mediciones de $L_{máx}$, $L_{mín}$ y el LA_{eqT} de cada punto de medición; luego de culminar en los 24 puntos, se volvieron a repetir las mediciones 3 veces más en cada punto con un intervalo de 15 días [10][11].

F. Prueba estadística

Para tener el grado de concordancia existente entre los datos tomados y la distribución teórica se aplica la prueba de Kolmogorov-Smirnov, siendo una prueba no paramétrica que determina la bondad de ajuste [2].

III. RESULTADOS

Tabla 3. Valores promedio del ruido mañana

Punto	LAeqT	LAmáx	LAmín	ECA-Comercial
1	73.0	94.3	58.2	70
2	73.2	96.5	57.3	70
3	75.2	95.4	60.6	70
4	72.1	92.3	56.1	70
5	73.4	93.8	57.0	70
6	71.7	92.5	53.3	70
7	74.0	99.1	56.0	70
8	74.0	97.4	56.6	70
9	71.5	89.9	55.7	70
10	74.6	94.2	60.0	70
11	75.8	97.5	58.7	70
12	76.2	96.3	61.7	70
13	75.8	96.1	59.9	70
14	72.4	92.2	57.4	70
15	71.7	92.6	55.7	70
16	69.6	82.1	55.8	70
17	69.4	90.5	55.6	70
18	69.9	90.7	52.0	70
19	70.1	92.3	51.7	70
20	71.6	93.9	53.8	70
21	71.0	91.1	56.7	70
22	72.0	89.0	57.6	70
23	73.0	91.2	60.9	70
24	78.7	99.1	62.0	70

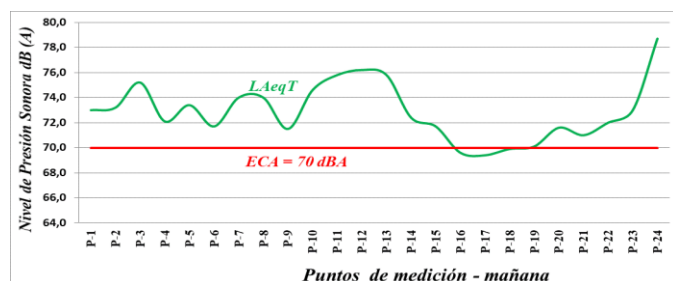


Figura 3. Variación del ruido (dB) en la mañana

Tabla 4. Valores promedio del ruido en la tarde

Punto	LAeqT	LAmáx	LAmín	ECA-Comercial
1	74.2	95.6	60.2	70
2	73.9	96.9	60.7	70
3	74.1	94.8	58.5	70
4	72.6	92.1	60.1	70
5	70.8	91.3	56.4	70
6	70.5	91.2	54.6	70
7	74.7	96.3	57.2	70
8	75.5	99.2	57.9	70
9	76.1	96.1	58.7	70
10	75.0	94.2	60.2	70
11	76.1	96.1	60.4	70
12	77.0	96.9	61.2	70
13	75.5	92.9	61.1	70
14	73.4	93.4	59.3	70
15	73.0	91.5	60.4	70
16	71.5	90.1	58.5	70
17	68.8	90.0	56.1	70
18	68.5	91.5	48.7	70
19	70.0	93.2	54.1	70
20	73.4	97.5	55.6	70
21	73.8	93.1	59.0	70
22	73.5	92.8	59.1	70
23	75.9	92.9	61.2	70
24	78.2	98.0	64.0	70

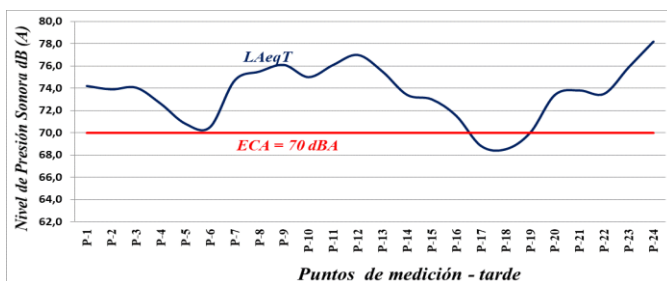


Figura 5. Variación del ruido (dB) en la tarde.

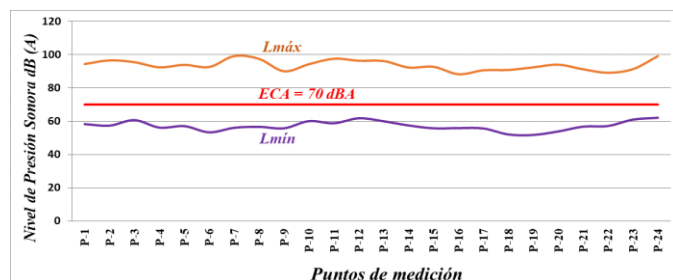


Figura 4. Variación del ruido mañana (Máx y mín.).

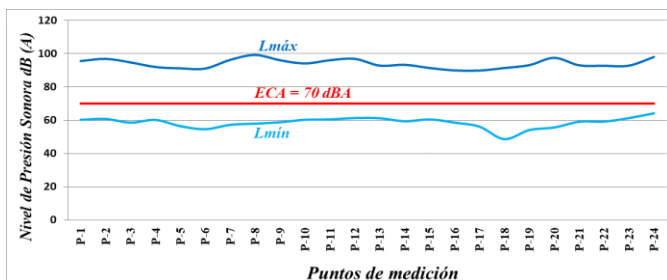


Figura 6. Variación del ruido tarde (Máx y mín.).

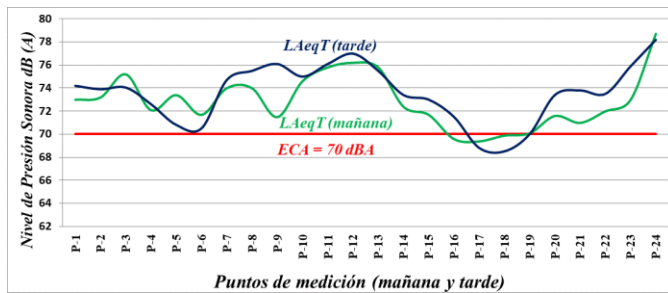


Figura 7. Comparación de la variación del ruido LAeqT de la mañana y la tarde.

La tabla 3 se ha obtenido en la hora pico y placa de la mañana, en la cual se evidencia que los puntos 16, 17 y 18 presentan valores LAeqT inferiores a 70 dB, cumpliendo con los ECA del MINAM. Asimismo, en la tabla 4 se muestra que los puntos 17 y 18 presentan LAeqT menores a 70 dB, los cuales representan el 12,5% para la mañana y el 8,3% para la tarde de los valores aceptados.

Los resultados obtenidos se muestran en las figuras 3, 4, 5, 6 y 7, observándose que en la mañana los límites permitidos de 70 dB son superados por los LAeqT, teniendo un valor 87,5% para las mañanas y un 91,6% para las tardes, no cumpliendo con los ECA del MINAM, por ser zonificado como zona comercial.

En los registros de ruido impulsivo obtenidos, se muestra una variación en los 24 puntos evaluados desde un valor Lmín de 51,19 dB a un valor Lmáx de 99,1 dB, para las horas pico y placa en el horario diurno. Por otro lado, en la hora pico y placa de la tarde se tiene un Lmín de 48,7 dB y un Lmáx de 99,2 dB.

Al evaluar los puntos se observan valores superiores a 75 dB, correspondientes a un 20,8% para la mañana y un 33,8% para la tarde; identificando a las Avenidas José Pardo y José Gálvez como las más ruidosas de la ciudad; siendo el principal causante el tráfico vehicular, seguido del comercio ambulatorio y las tiendas comerciales ubicadas en el casco urbano como en el caso de Guayaquil que es una urbe en desarrollo [12].

Los registros de ruido nos mostraron que las principales arterias o avenidas soportan una alta contaminación sonora, debido a los altos valores obtenidos de LAeqT, demostrando que existe una relación entre el alto flujo vehicular y los altos niveles de ruido, siendo una tendencia con las principales avenidas de Lima y Callao con valores de LAeqT mayores a 80 dB [7].

Asimismo, analizando la información del ruido ocasionado por el tráfico, se evidencia un comportamiento tendencial semejante en todos los puntos evaluados. Finalmente, los valores obtenidos en el área de estudio en el casco urbano permiten tomar decisiones y hablar de las zonas con mayor índice de ruido y su respectivo horario.

Estadística descriptiva del resultado

Tabla 5. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

Parámetros	LAmáx	LAmín
Número de datos	24	24
Media	84.158	56.308
Desviación estándar	5.3498	1.9265
Máximas diferencias extremas		
Absoluta	0.167	0.098
Positiva	0.133	0.084
Negativa	-0.167	-0.098
Estadístico de prueba	0.167	0.098
Sig. Asintótica (bilateral)	0.083 ^c	0.200 ^{c,d}

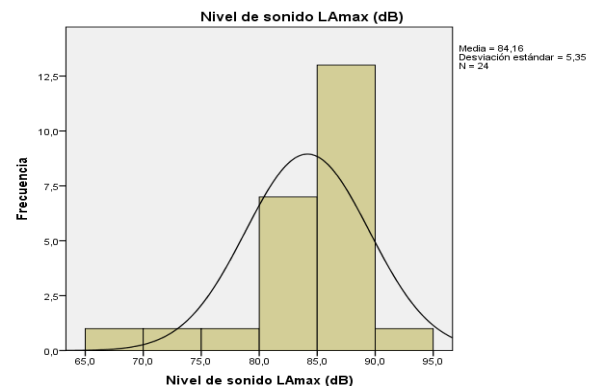


Figura 8. Histogramas del LAmáx en (dB)

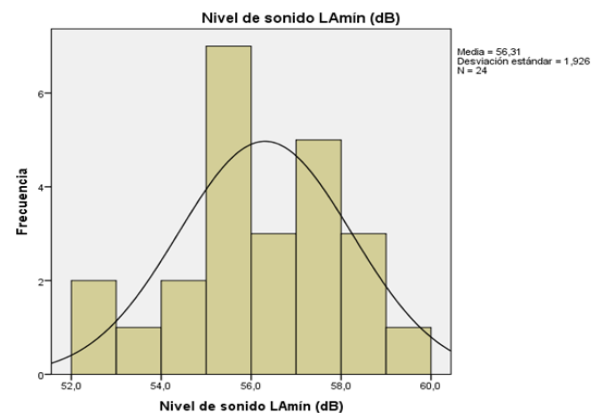


Figura 9. Histogramas del LAmín en (dB)

La tabla 5 muestra la media de LAmáx y LAmín en 84,158 y 56,308; y una desviación estándar de LAmáx y LAmín 5,3498 y 1,9265 y con la prueba de bondad de ajuste, se determinó que los valores evaluados responden a una distribución normal, por lo tanto, se confirma que los

resultados obedecen a una curva paramétrica según las figuras 8 y 9.

IV. CONCLUSIONES

La actividad económica tiene una relación directa con la contaminación sonora, afectando directamente a la población, los valores reportados por la evaluación sonora realizada en los 24 puntos del casco urbano de Chimbote muestran que, de los puntos evaluados, un 87,5% en la mañana y un 91,6% en la tarde superan los ECA de 70 dB, valor normado por el MINAN debido a su clasificación como casco urbano de la ciudad y zona comercial. Adicionalmente, sólo los puntos 17 y 18 presentan valores inferiores a 70 dB y cumplen con el estándar del MINAM.

Del mismo modo, al evaluar valores superiores a 75 dB se obtiene un 20,8% para la mañana y un 33,8% para la tarde del total de puntos evaluados que superan este valor; determinándose como zonas muy ruidosas. En consecuencia, ubica al casco urbano como una zona con alta contaminación sonora, comparándose con ciudades como Ibagué y Bogotá [2].

Las Avenidas José Pardo y José Gálvez son las más ruidosas de la ciudad, siendo el tráfico vehicular el principal causante, seguido del comercio ambulatorio y las tiendas comerciales ubicadas en el casco urbano. Debido a que los puntos del 7 al 12 para José Pardo; y los puntos 1, 12, 13 y 24 para José Gálvez, presentan valores superiores a 70 dB. Las autoridades locales y regionales deben tratar el problema con seriedad y prontitud; proponiendo medidas inmediatas de control de bocinas en los vehículos y campañas educativas para disminuir el ruido producido por los vendedores ambulantes y de tiendas comerciales, pues el estudio determinó que los valores obtenidos para estas zonas superan los niveles máximos permitidos por el MINAM; teniendo repercusiones en la salud de la población.

V. AGRADECIMIENTOS

A la UNS por su apoyo a través del Fondo Especial de Desarrollo Universitario para el desarrollo y ejecución de la investigación. A la Ing. Nancy Ruiz por el apoyo logístico para la adquisición del equipo. A los estudiantes del semillero de investigación de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la UNS por el trabajo de campo realizado para la presente investigación.

REFERENCIAS

- [1] Z. Akan, A. M. Körpınar, and M. Tuglar, "Effects of noise pollution over the blood serum immunoglobulins and auditory system on the VFM airport workers, Van, Turkey", *Environmental Monitoring and Assessment*, vol. 177, pp. 537-543, 2011.
- [2] L. Varón, y J.M. García, "El ruido ambiental en el centro de la ciudad de Ibagué, Colombia y la medida de pico y placa", *Lámpsakos*, vol. 18, pp. 34-38, 2017.
- [3] J. Pluas, V. Barriga, y M. Andrade, "Causas, efectos del ruido en el Hospital Básico de Daule y propuesta de medida de control", *16th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology FP11*, pp. 1-7, 2018.
- [4] A. Ramírez, E. A. Domínguez y I. Borrero, "El ruido vehicular urbano y su relación con medidas de restricción del flujo de automóviles", *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, vol. 35 (135), pp. 143-156, 2011.
- [5] Decreto Supremo N° 085-2003-PCM. [En línea] <http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2014/07/D.S.-N%C2%B0-085-2003-PCM-Reglamento-de-Est%C3%A1ndares-Nacionales-de-Calidad-Ambiental-para-Ruido.pdf> [citado en 30 marzo del 2019].
- [6] R.M. N° 227-2013-MINAN. Protocolo Nacional de monitoreo de ruido ambiental. [En línea] <http://www.minam.gob.pe/disposiciones/resolucion-ministerial-227-2013-minam/> [citado en 10 febrero 2020].
- [7] Ministerio del Ambiente. Organismo de evaluación y fiscalización y ambiental. *La contaminación sonora en Lima y Callao*, pp. 1-52, 2016.
- [8] G. Romero, J. Acero, y M. Becerra, "Generación de mapas de ruido (industrial) desde sistemas de información geográfica. Un acercamiento desde la literatura", *Tecnura*, vol. 20 (49), pp. 152-166, 2016.
- [9] D. Montes, J. Barrigón, G. Rey, P. Atanasio, R. Vílchez, R. J. Méndez, y R. Maderuelo, "Mapas de ruido y metodologías de medida basadas en ISO 1996". *Euroregión*, pp. 1-9, 2016.
- [10] M. Ortega, y J. Cardona, "Metodología para evaluación del ruido ambiental urbano en la ciudad de Medellín", *Rev. Fac. Nac. Salud Pública*, vol. 23(2), pp. 1-14, 2005.
- [11] C. Echeverry, y A. González, "Protocolo para medir la emisión de ruido generado por fuentes fijas", *Revista Ingenierías. Universidad de Medellín*, vol. 10 (18), pp. 51-60, 2011.
- [12] M. Andrade, M.S. Calero, V. Barriga, y B.R. Córdova, "Relaciones entre el ruido urbano y el tráfico vehicular en la ciudad de Guayaquil", *16th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology PF2*, pp. 1-7, 2018.