

# Determinación del nivel de presión sonora generada por el parque automotor en Ilo, Perú<sup>1</sup>

Érika Cari Mendoza<sup>2</sup>, José Luis Legua Laurencio<sup>3</sup>, Renée Mauricio Condori Apaza<sup>4</sup>

## Resumen

**Introducción.** Esta investigación se enfoca en la contaminación sonora de la ciudad de Ilo, la finalidad principal del texto es evaluar la preocupante situación acústica existente en la ciudad, para lo cual se aplicaron técnicas de monitoreo y muestreo en las vías férreas y autopistas, para obtener el nivel de presión sonora mediante un sonómetro. **Objetivo.** Determinar los niveles de presión sonora que produce el parque automotor en el horario diurno y nocturno en la ciudad de Ilo. **Materiales y métodos.** Para calibrar y realizar de manera correcta el monitoreo se utilizó la metodología de la DIGESA, NTP 1996-1 del 2007 y el protocolo nacional de monitoreo del ruido ambiental AMC N° 031-2011-MINAM/OGA. Sonómetro Clase I de marca Larson & Davis®- IEC 61672 (International Electrotechnical Commission, IEC Standard). **Resultados.** Según la metodología desarrollada podemos inferir lo siguiente: en las cinco estaciones de monitoreo la presión sonora sobrepasa los 50 dBA y 60 dBA que propone la normativa peruana para zonas mixtas que oscilan desde un mínimo de 42 dBA hasta un máximo de 118 dBA en horario diurno. Para el caso de horario nocturno oscilan entre un mínimo de 40 dBA hasta un máximo de 90 dBA. **Conclusión.** Los resultados nos demuestran que los niveles de presión sonora son elevados y el promedio es de 70,96 dB por el flujo del parque automotor y la línea férrea que transcurre por el medio de la

ciudad y que no se cumple con la normativa nacional y local.

**Palabras clave.** contaminación sonora, presión acústica, dBA, protocolo, vía férrea.

## Determination of the sound pressure level generated by the vehicle fleet in the city of Ilo, Peru

### Abstract

**Introduction.** This research is focused on the noise pollution of the city of Ilo, the main purpose has been to assess and raise awareness of the disturbing acoustic situation in the city, for which monitoring and sampling techniques were applied to the railways and highways. To obtain the level of sound pressure we used a sonometer. **Objective.** to determine the levels of sound pressure that are caused by the vehicle fleet during the day and the night in Ilo. **Materials and methods.** The methodology is based on the AMC National Noise Monitoring Protocol No. 031-2011-MINAM / OGA, the use of Class I Sonometer Larson & Davis-IEC 61672 (International Electrotechnical Commission, IEC Standard). **Results.** The results obtained according to the methodology developed can infer the following; in the five sound pressure monitoring stations over 50 dBA and 60 dBA, proposed by Peruvian regulations for mixed zones, ranging

1 Artículo original derivado del Estudio de contaminación atmosférica por ruido realizado por el grupo de investigaciones de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Moquegua, realizado entre abril y agosto de 2016.

2 Ingeniera Ambiental de la Escuela Profesional de la Universidad Nacional de Moquegua, Ilo, Perú.

3 Bachiller en Ingeniería ambiental.

4 Ingeniero Químico, Especialista en Medio Ambiente, docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental,

Grupo de Investigación de Bioingeniería y Ciencias Atmosféricas del instituto de Bioingeniería de ABI-UNSA y Universidad Nacional de Moquegua, Perú. Correo electrónico: renee.condori@abi-uns.edu.pe  
Correspondencia: Renée Mauricio Condori Apaza. Correo electrónico: renee.condori@yahoo.com.pe  
Artículo recibido: 16/04/2018; Artículo aprobado: 14/12/2018

from a minimum of 42 dBA to a maximum of 118 dBA during the day. For the night time, we have to range from a minimum of 40 dBA to a maximum of 90 dBA. **Conclusions.** The results show us that sound pressure levels are for high and the average is 70.96 dB due to the flow of the vehicle fleet and the rail line that runs through the middle of the city and that does not comply with national and local.

**Key words:** Sound pollution, acoustic pressure, dBA, protocol, railway.

### **Determinação do nível de pressão sonora gerado pela frota de veículos em Ilo, Peru**

**Introdução.** Esta investigação centra-se na poluição sonora na cidade de Ilo, o principal objetivo do texto é avaliar a situação de ruído existente na cidade, para a qual foram aplicadas técnicas de monitoramento e de amostragem nas rotas ferroviárias e de auto-estrada, para obter o nível de pressão sonora usando um medidor de nível de som. **Objetivo.** Determinar os níveis de pressão sonora produzidos pela frota automotiva durante o dia e a noite na cidade de Ilo. **Materiais e métodos.** Para calibrar e monitorar corretamente foi usada a metodologia DIGESA, NTP 1996-1 2007 e ambiental ruído nacional de monitorização protocolo AMC No. 031-2011-MINAM / OGA. Medidor de nível sonoro de classe I Larson & Davis® - IEC 61672 (International Electrotechnical Commission, IEC Standard). **Resultados.** De acordo com a metodologia desenvolvida pode-se inferir o que se segue: nas cinco estações de monitorização de pressão sonora seja superior a 50 dB e 60 dB proposto pelos regulamentos peruanos para áreas mistas variando de um mínimo de 42 dBA até 118 dBA na hora diurna. Para o caso do período noturno, eles variam de um mínimo de 40 dBA a um máximo de 90 dBA. **Conclusões.** Os resultados mostraram que os níveis de pressão sonora são altos e a média é de 70,96 dB para o fluxo do frota de veículos e a linha férrea que atravessa o centro da cidade e que não atende às regulamentações nacionais e locais.

**Palavras-chave:** poluição sonora, pressão acústica, dBA, protocolo, ferrovia.

## **Introducción**

La primera declaración internacional que contempló las consecuencias del ruido sobre la salud humana se remonta a 1972, cuando la Organización Mundial de la Salud (OMS) decidió catalogarlo genéricamente como un tipo más de contaminación. Siete años después, la Conferencia de Estocolmo clasificaba el ruido como un contaminante específico. Aquellas primeras disposiciones oficiales fueron ratificadas posteriormente por la entonces emergente Comunidad Económica Europea, CEE, que requirió a los países miembros un esfuerzo para regular legalmente la contaminación acústica.

El ruido en exceso y la contaminación acústica, constituyen un importante factor determinante de la calidad ambiental que puede cambiar sustancialmente sus características iniciales, naturales o artificiales. Por los efectos que produce, se convierte en un tipo de energía sujeto a regulación y posterior fiscalización (Berglund, Lindvall y Schwela, 1999).

El ruido urbano (también denominado ruido ambiental, ruido residencial o ruido doméstico) se define como el emitido por todas las fuentes a excepción de las áreas industriales. Las fuentes principales de ruido urbano son el tránsito de vehículos, el ferroviario y el aéreo, la construcción, las obras públicas y el vecindario. Las principales fuentes de ruido en interiores son los sistemas de ventilación, las máquinas de oficina, los artefactos domésticos y los vecinos.

La mejor manera de medir el ruido o presión sonora en un determinado momento es a través de la unidad llamada decibeles, expresada simbólicamente como dB. Los equipos de medida más utilizados son conocidos como sonómetros. La contaminación acústica, cuando no se controla, perturba las distintas actividades comunitarias, interfiriendo la comunicación hablada, base de la convivencia humana; perturba el sueño, el descanso y la relajación, impide la concentración y el aprendizaje y, lo que es más grave, crea estados de cansancio y tensión que pueden promover enfermedades de tipo nervioso y cardiovascular.

La contaminación sonora en la ciudad de Ilo (Perú) es preocupante en la zona urbana, allí se realizaron y aplicaron técnicas de encuesta en las horas de más ruido para la población más cercana a las vías férreas y autopistas. Para obtener el nivel de presión sonora en los puntos de monitoreo se utilizó un sonómetro clase 1, asimismo para calibrar y realizar de manera correcta el monitoreo

nos basamos en documentos de DIGESA, NTP 1996 -1 del 2007 y el protocolo nacional de monitoreo del ruido ambiental AMC N° 031-2011-MINAM/OGA.

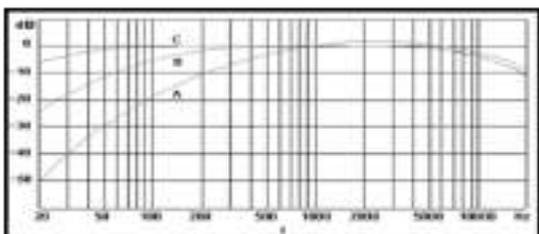
## Materiales y métodos

Para la realización de la presente investigación se planteó una metodología específica según lo contempla el protocolo nacional de monitoreo de ruido ambiental AMC N° 031-2011-MINAM/OGA, para identificar la intensidad de ruido producido por el tránsito automotor de vehículos livianos (autos), de carga pesada (camiones), el paso de ferrocarril de la empresa minera Southern, así como el uso continuo del claxon. El monitoreo se hizo en avenidas principales: cruce de Ratón, Mercado Pacocha, cruce Avenida José Olaya/Prolongación Callao, Óvalo Nuevo Ilo y Plaza Minero (Pacocha) donde se trabajó en el siguiente horario: el diurno de 7:10 a 9:00 y nocturno de 17:30 a 20:00 horas.

El monitoreo de ruido ambiental es la medición del nivel de presión sonora generada por las distintas fuentes hacia el exterior. En función del tiempo en que se da pueden ser estables, fluctuantes, intermitentes e impulsivos en un área determinada. Existen tres tipos de ponderación de frecuencia correspondientes a niveles de alrededor de 40 dB, 70 dB y 100 dB, llamadas A, B y C respectivamente. La ponderación A se aplicaría a los sonidos de bajo nivel, la B a los de nivel medio y la C a los de nivel elevado. El resultado de una medición efectuada con la red de ponderación A se expresa en decibeles A, abreviados dBA o algunas veces dB(A) y análogamente para otras.

**Figura 1. curva de ponderación a, b y c**

Fuente: MINAM, protocolo de monitoreo de ruido ambiental AMC N° 031-2011



## Ministerio de salud-Digesa

Establece o valida criterios y metodologías para la realización de las actividades referidas al monitoreo y vigilancia de la contaminación sonora. Evalúa los programas locales de vigilancia y monitoreo de la contaminación sonora y puede encargar a instituciones públicas o privadas dichas acciones.

**Tabla 1. estándares de calidad ambiental para ruido**

Fuente: MINAM, D.S 085-2003-PCM

Zona de aplicación	Valores expresados en Leq T	
	Horario diurno	Horario nocturno
Zona de protección especial	50 dB	40 dB
Zona residencial	60 dB	50 dB
Zona comercial	70 dB	60 dB
Zona mixta	70 dB	50 dB
Zona industrial	80 dB	70 dB

Definiciones según el D.S. 085-2003-PCM: "Horario diurno: Período comprendido desde las 07:01 horas hasta las 22:00 horas. Horario nocturno: Período comprendido desde las 22:01 horas hasta las 07:00 horas del día siguiente".

## Localización del estudio

La ciudad de Ilo se encuentra ubicada al sur de Perú, Ilo es la provincia de mayor importancia económica de las tres que conforman la región de Moquegua, Perú. Cuenta con una superficie territorial de 1 523,44 km<sup>2</sup>, tres distritos y 161 centros poblados, cuenta con una población censada en el año 2007 de 63 780 habitantes.

Considerado como un puerto industrial que cuenta con empresas pesqueras, mineras y energéticas. La empresa minera Southern cuenta con una gran extensión territorial donde se establece la planta de fundición que extrae el cobre y la cual también tiene una vía férrea que pasa por el centro de la ciudad de Ilo desde hace 50 años, la empresa de energía eléctrica ENGIE que produce energía eléctrica por combustión de carbono mineral y aprovechamiento de agua de mar para enfriamiento de sus calderas y las empresas pesquera que procesan el pescado mediante la producción harina y conservas se hallan alejados

de la zona urbana.

## Ubicación de las zonas de monitoreo

El monitoreo se hizo en avenidas principales: cruce de Ratón, Mercado Pacocha, cruce Avenida José Olaya/Prolongación Callao, Óvalo Nuevo Ilo y Plaza Minero (Pacocha) donde se monitoreo el ruido generado por el paso vehicular: el intervalo fue en el horario de mayor tráfico y/o hora punta.

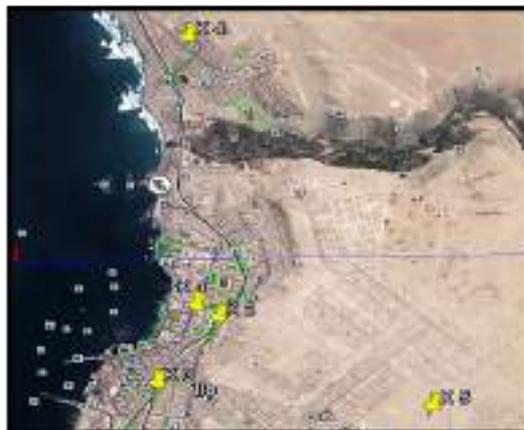
**Tabla 2. Ubicación geográfica de los puntos de monitoreo**

Código	Punto de muestreo	Coordenadas UTM
K 1	Mercado Pacocha (Avenida Mariano Lino Urquieta)	19k0251717 8048094
K 5	Óvalo de Nuevo Ilo (Avenida José F. Maldonado/Avenida Pedro Huilca Tecse)	19k0252895 8046956
K 3	Cruce de Ratón (Avenida José Joaquín Inclán/Avenida 28 de Julio)	19k 0251372 8047170
K 2	Cruce Kennedy/Miramar (Avenida José Olaya/Prolongación Callao/Panamericana)	19k0251929 8047953
K 4	Plaza Minero (distrito de Pacocha)	19k 0251609 8051249

## Equipo utilizado

Sonómetro integrador–promediador Clase I. Las mediciones se efectuaron con un sonómetro marca Larson & Davis®, el cual cumple con las exigencias establecidas en las normas de la comisión electrotécnica internacional (International Electrotechnical Commission, IEC Standard), IEC 61672. Estos sonómetros tienen la capacidad de calcular el nivel continuo Leq. Incorpora funciones para la transmisión de datos al ordenador, cálculo de percentiles, entre otros. Acorde con lo establecido mediante D.S. N° 085-2003-PCM, el nivel empleado de ponderación de frecuencia fue A, y la ponderación de respuesta o tiempo “FAST”, cuyo comportamiento se asemeja a la respuesta del oído humano.

**Figura 2. Mapa de ubicación de zonas de monitoreo**



## Metodología de monitoreo

**Tabla 3. Vías de emisión de ruido en la ciudad de Ilo**

Vías de emisión de ruido	Ubicación
Vehículos pequeños	Mercado Pacocha/Óvalo de Nuevo Ilo/Cruce de Ratón/Cruce de Kennedy/Plaza Minero
Vehículos de carga pesada	Mercado Pacocha/Óvalo de Nuevo Ilo/Cruce de Ratón/Cruce de Kennedy/Plaza Minero
Tren de Southern, motor, claxon	Cruce de Ratón/Cruce de Kennedy
Pito de policía	Mercado Pacocha/Óvalo de Nuevo Ilo/Cruce de Ratón
Compactadora de basura	Mercado Pacocha/Óvalo de Nuevo Ilo/Cruce de Ratón/Cruce de Kennedy/Plaza Minero
Turbulencia de gente	Mercado Pacocha/Óvalo de Nuevo Ilo/Cruce de Ratón/Cruce de Kennedy/Plaza Minero

Asimismo, en el trabajo se realizó la identificación de los tipos de ruido según su fuente de emisión para poder relacionarlos con las zonas establecidas en los estándares de calidad ambiental.

**Tabla 4. Identificación de tipos de ruido**

Vías de emisión de ruido	Ubicación	Tipos de ruido	
		En función del tiempo	En función del tipo de actividad generadora de ruido
Vehículos pequeños	Mercado Pacocha/Óvalo de Nuevo Ilo/Cruce de Ratón/Cruce de Kennedy/Plaza Minero	Ruido intermitente/ ruido impulsivo	Tráfico automotor
Vehículos de carga pesada	Mercado Pacocha/Óvalo de Nuevo Ilo/Cruce de Ratón/Cruce de Kennedy/Plaza Minero	Ruido intermitente/ ruido impulsivo	Tráfico automotor
Tren de empresa Southern	Cruce de Ratón/Cruce de Kennedy	Ruido intermitente/ ruido impulsivo	Tráfico ferroviario
Pito de policía	Mercado Pacocha/Óvalo de Nuevo Ilo/Cruce de Ratón	Ruido impulsivo	Ruido recreativo
Compactadora de basura	Mercado Pacocha/Óvalo de Nuevo Ilo/Cruce de Ratón/Cruce de Kennedy/Plaza Minero	Ruido intermitente	Tráfico automotor
Turbulencia de personas	Mercado Pacocha/Óvalo de Nuevo Ilo/Cruce de Ratón/Cruce de Kennedy/Plaza Minero	Ruido intermitente/ ruido impulsivo	Ruido recreativo

## Resultados

Resultados promedio en los cinco puntos de monitoreo de ruido.

**Tabla 5. Medición del ruido en Mercado Pacocha/Avenida Mariano Lino Urquieta**

AVENIDA MARIANO LINO URQUIETA						
Coordenadas	Lugar	Distrito	Leq	ECAs (D.S. 085-2003-PCM)		
				60	70	80
0251718E 8048092N	Pacocha	Ilo	71,2	-11,2	-1,2	8,8

**Tabla 6. Medición del ruido en Óvalo de Nuevo Ilo Avenida José F. Maldonado/Avenida Pedro Huilca Tecse**

PEDRO HUILCA						
Coordenadas	Lugar	Distrito	Leq	ECAs (D.S. 085-2003-PCM)		
				60	70	80
0252895E 8046956N	Nuevo Ilo	Ilo	70,8	-10,6	0,8	9,2

**Tabla 7. Cruce de Ratón Avenida José Joaquín Inclán /Avenida 28 de Julio**

28 de JULIO						
Coordenadas	Lugar	Distrito	Leq	ECAs (D.S. 085-2003-PCM)		
				60	70	80
0251372E 8047170N	Cruce Ratón	Ilo	76,1	-16,1	-6,1	3,9

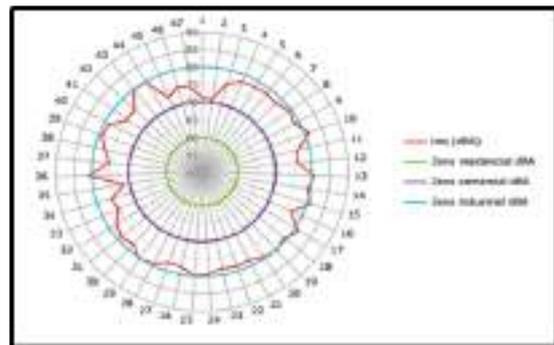
**Tabla 8. Cruce Kennedy/Miramar Avenida José Olaya-Prolongación Callao /carretera Panamericana**

Avenida José Olaya						
Coordenadas	Lugar	Distrito	Leq	ECAs (D.S. 085-2003-PCM)		
				60	70	80
0251929E 8047953N	Cruce Kennedy	Ilo	74,6	-14,6	-4,6	5,4

**Tabla 9. Plaza Minero-Pacocha**

Avenida Plaza Minero						
Coordenadas	Lugar	Distrito	Leq	ECAs (D.S. 085-2003-PCM)		
				60	70	80
0251609E 8051249	Plaza Minero	Pacocha	62,1	-2,1	7,9	17,9

**Figura 3. Valor de Leq en zonas con menor presión sonora**



Para este caso se tienen resultados según los cuales los valores promedio más bajos se encuentran en la Plaza Minero en ciudad nueva y en el Óvalo en Nuevo Ilo.

**Tabla 10. Resumen del monitoreo de presión sonora (diurno)**

UBICACION	ZONA	LIMITE Sustentable	Leq (dB)	LIMITE LDO	COV DISEÑO
CIUDAD NUEVA (PLAZA)	Urbana (mixta)	44.3	62.1	81.7	60
INTERSEC. MIRAMAR-KENEDY	Urbana (mixta)	52.6	76.8	97.2	60
CRUCE DEL RATON	Urbana (mixta)	54.4	76.1	116	60
OVALO NUEVO ILO	Urbana (mixta)	48.3	71.2	85.6	60
MERCADO PACOCHA	Urbana (mixta)	50.1	70.8	88.7	60

**Figura 4. Resumen monitoreo de presión sonora (diurno)**



**Tabla 11. Resumen monitoreo de presión sonora (nocturno)**

UBICACION	ZONA	LIMITE Sustentable	Leq (dB)	LIMITE LDO	COV NOCTURNO
CIUDAD NUEVA (PLAZA)	Urbana (mixta)	48.0	50.54	64.3	50
INTERSEC. MIRAMAR-KENEDY	Urbana (mixta)	40.3	60.3	86.4	50
CRUCE DEL RATON	Urbana (mixta)	57.3	66.58	90.9	60
OVALO NUEVO ILO	Urbana (mixta)	40.4	52.6	66.3	50
MERCADO PACOCHA	Urbana (mixta)	42.6	54.2	88.5	50

**Figura 5. Resumen monitoreo de presión sonora (nocturno)**



## Discusión

La Ley General del Ambiente N° 28611, en su artículo 115°, numeral 115.2, manifiesta que los gobiernos locales son responsables de normar y controlar los ruidos y vibraciones originados en fuentes móviles, entre otras. El D.S. N° 085-2003-PCM fue promulgado con el fin de prevenir y controlar la contaminación sonora, con la Ordenanza Municipal N° 433 -2009 MPI se regula el control de ruidos molestos en la Provincia de Ilo, que hace referencia a la zona mixta.

En la tabla 10, el valor máximo de ruido según Leq es de 76.1 dB, en el cruce Ratón colindante con la Avenida 28 de Julio en la ciudad de Ilo en horario diurno y lo establecido por la norma peruana y local es de 60 dB. El valor mínimo de ruido encontrado según Leq es de 62.1 dB, en la Plaza de Ciudad Nueva en horario diurno.

En la tabla 11, el valor máximo de ruido encontrado según Leq es de 66.58 dB, en el cruce Ratón colindante con la Avenida 28 de Julio en la ciudad de Ilo en horario nocturno y lo establecido por la norma peruana y local es de 50 dB. El valor mínimo de ruido encontrado según Leq es de 50.54 dB, en la Plaza de Ciudad Nueva en horario nocturno.

## Conclusiones

Según el presente estudio, el tráfico vehicular es la principal causa de la contaminación sonora y proviene de: el transporte urbano, los autos, las motos, los camiones, los buses, el tren de carga.

Los principales componentes del ruido del tráfico vehicular son: el ruido de las bocinas ocasionado por el uso indiscriminado por los conductores; el uso de silbatos por los policías; el parque automotor antiguo, con motores extremadamente ruidosos; la presencia simultánea de semáforos y policías; la falta de silenciador en el tubo de escape de motocarros y motos.

Las municipalidades provinciales solo pueden ejercer control sobre los vehículos de uso público, mas no sobre los de uso privado. Estos se rigen por el Reglamento Nacional de Tránsito, en el cual se menciona el tema del ruido generado por los motores y accesorios de los vehículos de transporte, pero actualmente no existe un protocolo de medición para ruido de fuentes móviles, ni están definidos los límites máximos permisibles para dicha actividad. El nivel promedio de contaminación sonora en la ciudad de Ilo es de

70.96 dB, teniendo como referencia en cada punto de monitoreo en la clasificación de zonas mixtas del puerto de Ilo.

## Agradecimientos

Agradecemos a la Universidad Nacional de Moquegua y, en especial, a la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental por su apoyo con el préstamo de algunos materiales y equipos necesarios para la realización del presente proyecto de investigación y al grupo de investigación por el trabajo que se realizó en todas las coordinaciones y monitoreo en las zonas seleccionadas..

## Referencias

- Berglund B., Lindvall T. y Schwela, D. (Eds.). (1999). Guías para el ruido urbano. Recuperado de [http://www.juristas-ruidos.org/Documentacion/guia\\_oms\\_ruido\\_1.pdf](http://www.juristas-ruidos.org/Documentacion/guia_oms_ruido_1.pdf)
- Perú. Ley N°. 28611. Ley general del ambiente. Recuperado de [http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/ley\\_n-28611.pdf](http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/ley_n-28611.pdf)
- Ministerio del Ambiente del Perú. MINAM/OGA. (2011). Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental. AMC N° 031-2011.
- Ministerio del Ambiente del Perú. MINAM. (2003). Estándares de calidad ambiental para ruido, D.S. 085-2003-PCM.
- Muñoz, R. (1995). Ruido: Principio-clasificación-control. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Escuela de Ingeniería Acústica.
- NTP-ISO 1996-1. (2007). Acústica: descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Magnitudes básicas y procedimientos de medición.
- NTP-ISO 1996-2. (2008). Acústica: descripción, evaluación y medición del ruido ambiental. Determinación de los niveles de ruido ambiental.
- Santos de la Cruz E. (2007). Contaminación sonora por ruido vehicular en la Avenida Javier Prado. Recuperado de <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/idata/article/viewFile/6201/5407>.
- World Health Organization. (2007). Noise and Health. Recuperado de <http://www.euro.who.int/Noise>.
- US Environmental Protection Agency. (2009). Noise. Recuperado de <http://www.epa.gov/air/noise.html>