



Universidad Nacional
Federico Villarreal

Vicerrectorado de
INVESTIGACIÓN

Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo

“ZONIFICACIÓN DEL RUIDO AMBIENTAL EN LA URBANIZACIÓN MAYORAZGO CHICO,
DISTRITO DE ATE, LIMA METROPOLITANA”

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR (A)

CORDERO ESCOBAR FÉLIX BRYAN

ASESOR

Mg. VENTURA BARRERA CARMEN LUZ

JURADO

DR. ARGUEDAS MADRID CESAR JORGE

MG. GUILLÉN LEÓN ROGELIA

ING. ROJAS LEÓN GLADYS

LIMA – PERU

2020

INDICE

I.	Introducción	3
I.1.	Descripción y formulación del problema	5
I.2.	Antecedentes.....	7
I.3.	Objetivos	9
I.4.	Justificación.....	10
I.5.	Hipótesis.....	11
II.	Marco Teórico	13
II.1.	Bases Teóricas sobre el tema de investigación.....	13
II.2.	Marco Legal	32
III.	Método	37
III.1.	Tipo de investigación	37
III.2.	Ámbito temporal y espacial.....	37
III.3.	Variables	38
III.4.	Población y muestra.....	40
III.5.	Instrumentos	40
III.6.	Procedimientos	42
III.7.	Análisis de datos	53
IV.	Resultados	55
IV.1.	Evaluación de Condiciones Meteorológicas	55
IV.2.	Ubicación de las Estaciones de Muestreo	59

IV.3.	Zonificación de Ruido Ambiental en Mayorazgo Chico	71
V.	Discusión de Resultados.....	80
VI.	Conclusiones.....	84
VII.	Recomendaciones	86
VIII.	Referencias	87
IX.	Anexos	89

LISTADO DE ANEXOS

ANEXO N° 1

- Fichas de Estaciones de Monitoreo

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue zonificar la Urbanización Mayorazgo Chico (ámbito espacial) de acuerdo a los niveles de ruido, la cual está ubicada en el distrito de Ate en la ciudad de Lima Metropolitana, con la finalidad de evaluar su calidad ambiental con los ECA-Ruido para Zona Residencial, teniendo en cuenta que el ámbito espacial mencionada limita con Zona Industrial (Fábrica Backus) y Zona Recreacional (Estadio Monumental del Club Universitario de Deportes).

La elaboración de la zonificación se realizó mediante Mapas de Ruido, construidos a partir de mediciones de nivel de presión sonora continuo equivalente en ponderación A, en 48 estaciones de monitoreo distribuidas en el ámbito espacial. De esta manera, se identificaron las zonas donde se encuentran los más altos nivel de presión sonora, así como las que se encuentran en el rango óptimo establecido por los ECA-Ruido.

Se llegó a la conclusión que la zona donde se encuentran los niveles de presión sonora más altos, aquellos que superan los ECA-Ruido, es aquella que limita con la fábrica Backus (Av. Separadora Industrial), asimismo, la zona donde se encuentran los niveles de presión sonora más bajos, aquellos que no superan los ECA-Ruido, se ubican en el interior de la urbanización; es así que, para el horario diurno, los valores obtenidos no cumplen con lo establecido en los ECA-Ruido para zona residencial, mientras que los obtenidos para el horario nocturno, si se encuentran en el rango establecido.

Se recomienda realizar monitoreos de ruido con frecuencia mínima semestral en la Av. Separadora Industrial en el tramo paralelo a la fábrica Backus.

Palabras clave: Nivel de Presión Sonora, ECA-Ruido, Mapa de Ruido, Zona residencial, Zonificación de Ruido Ambiental.

ABSTRACT

The objective of this research was to zoning the Mayorazgo Chico Urbanization (study area) according to noise levels, which is located in the Ate district in the city of Metropolitan Lima, in order to assess its environmental quality with the ECA-Noise for Residential Zone, taking into account that the aforementioned study area limits with Industrial Zone (Backus Factory) and Recreational Zone (Monumental Stadium of the University Sports Club).

The zoning was elaborated using Noise Maps, constructed from measurements of continuous sound pressure level equivalent in weighting A, in 48 monitoring stations distributed in the study area. In this way, the areas where the highest level of sound pressure are found, as well as those in the optimum range established by the ECA-Noise were identified.

It was concluded that the area where the highest sound pressure levels are found, those that exceed the ECA-Noise, is the one that borders the Backus factory (Av. Separadora Industrial), also, the area where the lower sound pressure levels, those that do not exceed the ECA-Noise, are located inside the urbanization; thus, for daytime hours, the values obtained do not comply with the provisions of the ECA-Noise for residential areas, while those obtained for nighttime hours, if they are within the established range.

It is recommended to carry out noise monitoring with a minimum semiannual frequency in the Industrial Separator Avenue in the section parallel to the Backus factory.

Keywords: Sound Pressure Level, ECA-Noise, Noise Map, Residential Zone, Environmental Noise Zoning.

I. Introducción

La presente investigación ha sido elaborada mediante un análisis de la problemática actual sobre la contaminación sonora en Lima, a partir del cual se planteó el estudio de un lugar específico (Urb. Mayorazgo Chico en Ate) donde se tenga indicios de este problema, es así que, se realizaron mediciones de ruido ambiental en el ámbito de la urbanización, para luego zonificarla de acuerdo a los niveles de ruido que se obtuvieron, con la finalidad de evaluar su calidad de ruido ambiental de acuerdo a los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido (ECA-Ruido), y plantear posibles medidas de solución y control.

Se analizó la problemática de contaminación sonora a nivel mundial, nacional y local (Urbanización Mayorazgo Chico), del cual se partió para plantear una investigación, cuyo método y resultados serían comparados con investigaciones realizadas con similar finalidad, es así que, se plantearon los objetivos de zonificar la Urbanización Mayorazgo Chico de acuerdo a sus niveles de ruido ambiental.

En la presente investigación se recopiló la información sobre ruido ambiental, mapas de ruido, marco legal de manejo de ruido ambiental, con la cual se tuvo las bases teóricas que sirvieron para explicar los resultados y las propuestas de solución y control.

Las mediciones de ruido ambiental en la urbanización Mayorazgo Chico se hicieron en base a la metodología que establece el Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido, a partir del cual, se estableció la cantidad de 48 estaciones de monitoreo y el periodo de 1 mes para llevarlo a cabo; los Mapas de Ruido se elaboraron mediante a la Norma ISO 1996-2:1987 y las herramientas Kriging del ArcGIS, es así que se

procedió a zonificar la Urbanización con el criterio de aquellas que superan los ECA-Ruido y las que no.

Los resultados que se obtuvieron fueron que la Urbanización Mayorazgo Chico, durante el horario diurno (7:01 – 22:00) presenta 2 zonas de niveles de ruido, la que supera los ECA-Ruido, que es en la zona límite de la Urbanización (Av. Separadora Industrial), y la zona donde los niveles de ruido ambiental sí se encuentran dentro del rango establecidos por los ECA. Asimismo, para el horario nocturno, se obtuvo una zona de nivel de ruido ambiental, la cual no supera los ECA.

Los resultados obtenidos fueron comparados de acuerdo a los resultados de otras investigaciones similares, en la cual, la principal semejanza que se llegó fue que los niveles de ruido ambiental más altos usualmente se encuentran en los lugares donde hay presencia de tránsito vehicular alto, ya sea la cantidad de vehículos o por la naturaleza de éstos (vehículos viejos, vehículos pesados).

En base a los resultados y su discusión con resultados de otras investigaciones similares, se desarrollaron las conclusiones de la presente investigación, dentro de las cuales, la principal fue que la calidad de ruido ambiental en la Urbanización Mayorazgo Chico, de acuerdo a la zonificación realizada, es regular en horario diurno, debido a que presenta una zona donde los niveles de ruido ambiental sí superan los ECA-Ruido, mientras que para horario nocturno es óptima, debido a que no presenta una zona donde los niveles de ruido ambiental superen los ECA.

Finalmente, se propusieron recomendaciones para el control y la solución de la contaminación sonora en la Urbanización Mayorazgo Chico, las cuales son en establecer una red de estaciones de monitoreo, con frecuencia máxima semestral, así como encuestas y orientación hacia la población de la urbanización.

I.1. Descripción y formulación del problema

I.1.1. Descripción del problema

En la actualidad, el desarrollo y progreso en las actividades humanas ha conllevado a la intensificación de la interacción entre el hombre y el ambiente, por lo tanto, en la amplitud de la variación de impactos ambientales que se pueden generar, y que finalmente es el propio hombre quién sufre directa o indirectamente los daños (producto de los impactos negativos) que éste, en sus actividades, le hace al ambiente. Es así que, uno de los tipos de daños, que hoy en día, se ha intensificado, es la distorsión negativa del ruido ambiental; incrementándose los niveles de ruido a consecuencia de actividades como el tránsito vehicular, la industria, la construcción y la recreación. La Organización Mundial de la Salud (OMS) indica que el ruido es uno de los factores ambientales que mayor cantidad de enfermedades provoca, solo detrás de la contaminación atmosférica, y lo que es peor, advierte que la población no le toma la importancia que es debida y está acostumbrado a soportarlo.

En ese contexto, en la actualidad, existen numerosos instrumentos de gestión, de carácter preventivo y correctivo, que permiten mitigar los impactos sonoros negativos; sin embargo, es importante precisar, que dichos instrumentos, en su alcance y rigurosidad, son diferentes para cada país, debido a factores culturales, políticos y económicos. En el Perú, actualmente, se cuenta con instrumentos como los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido ECA-Ruido (aprobado mediante D.S. N° 085-2003-PCM), el Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido y los Planes de Prevención y Control de la Contaminación Sonora; dichos instrumentos tienen un enfoque que está dirigido a llevar un correcto manejo del ruido ambiental en zonas urbanas, dividiéndose en categorías de aplicación (zona industrial, zona comercial, zona residencial y zona de protección especial).

El presente trabajo de investigación está dirigido a elaborar una zonificación de ruido ambiental en una zona residencial, la cual limita con zona industrial y así poder evaluar cómo se distribuyen espacialmente los diferentes niveles de presión sonora en el espacio de la zona residencial. En ese sentido, se plantea realizar la zonificación de ruido ambiental de la Urbanización Mayorazgo Chico, en el distrito de Ate, en la ciudad de Lima, Perú, dicha zonificación considera el ruido ambiental diurno y nocturno, durante el mes de julio del 2019.

Asimismo, el resultado de la presente investigación, servirá como base o complemento científico y técnico para la optimización de instrumentos de gestión de ámbito local, regional o nacional frente a la contaminación sonora, de esta manera, mejorar la calidad de vida de las personas en el Perú.

I.1.2. Formulación del problema

A. Problema Principal

¿Qué zonas, de acuerdo a los niveles de ruido, presenta la Urbanización Mayorazgo Chico, y cuál es su calidad ambiental según los ECA – Ruido vigentes?

B. Problemas Secundarios

¿Qué fuentes y actividades son potenciales generadores de ruido en las zonas colindantes y en la propia zona residencial Urbanización Mayorazgo Chico que influyen en los niveles de ruido presentes en el área residencial?

¿Cómo elaborar una zonificación de ruido ambiental representativa?

I.2. Antecedentes

I.2.1. Antecedentes Nacionales

Baca y Seminario, (2012), realizaron la investigación: “*Evaluación de Impacto Sonoro en la Pontificia Universidad Católica del Perú*”, en la Pontificia Universidad Católica del Perú, cuyo objetivo principal fue Analizar los niveles de ruido en el campus universitario y plasmarlos en un mapa de ruidos, el procedimiento que desarrollaron fue la medición de ruido ambiental en los interiores y alrededores de la PUCP, por medio de estaciones de muestreo de ruidos donde ubicaron sonómetros, los resultados fueron utilizados para la elaboración de mapas de ruidos mediante la utilización del software Surfer V 10.00, de esta manera observaron la distribución de los niveles de ruido ambiental en la PUCP y alrededores, concluyendo que la zona perimetral del campus universitario presenta altos niveles de presión sonora, los cuales afectan incluso algunos pabellones en el interior. Es así que propusieron el empleo de elementos acústicos para mitigar la contaminación sonora que sufre el campus universitario.

Pizarro, (2016), realizó la investigación: “*Zonificación de Ruido Ambiental como Herramienta de Gestión Ambiental en el Hospital Nacional Hipólito Unánue*”, en la Universidad Nacional Federico Villarreal, uno de los objetivos de la investigación fue Determinar las estaciones de muestreo donde se realizarán las mediciones, para representar adecuadamente la distribución espacial del ruido, para lo cual, el método empleado para la ubicación de las estaciones de muestreo de ruido fue por medio del trazado de líneas formando cuadrículas o rejillas, las líneas se distribuyeron cada 50 m, ubicando las estaciones en las intersecciones de dichas líneas. De esta manera, se caracterizó el comportamiento del ruido de un espacio relativamente pequeño como es el área del hospital. En ese sentido, los resultados fueron plasmados en mapas de

ruido, que constan de alta precisión por la gran cantidad de estaciones de muestreo de los niveles de ruido.

Ttito, (2017), realizó la investigación: “*Estimación de la Contaminación Acústica por Ruido Ambiental en la Zona 8C del Distrito de Miraflores – Lima*”, en la Universidad Nacional Federico Villarreal, cuyo uno de sus objetivos es Elaborar mapas de isófonas de la zona 8C para apreciar los principales puntos críticos donde se concentran los mayores niveles de presión sonora. Para lo cual, genera un modelamiento del ruido ambiental a partir del software ArcGIS 10.2, además de identificar en campo las posibles fuentes de generación, para luego corroborarlas en los mapas de ruido. Llega a la conclusión que, según los mapas de ruidos generados, se puede apreciar que ciertos factores como la alta presencia de vehículos de servicio público, los centros de diversión, entre otros, determinan el ruido existente en la zona de estudio. Asimismo, precisa también que, la zona de estudio cuenta con edificaciones de altitudes que varían entre 1 a 17 pisos, lo que no permite la disipación del ruido, por el contrario, hacen que éste se concentre.

I.2.2. Antecedentes internacionales

Lobos, (2008), realizó la investigación: “*Evaluación del ruido ambiental en ciudad de Puerto Montt*”, en la Universidad Austral de Chile, cuyo uno de sus objetivos es Relacionar los niveles de ruido con las características urbanas y el tráfico rodado presente en Puerto Montt, para el cual diseñó una red de estaciones de muestreo por medio de la técnica de cuadrillas, las cuales eran de 200x200 m² y en algunos sectores se expandieron a 400x400 m², es así que obtuvo una red de muestreo de 162 estaciones distribuidas por toda la zona de estudios. Llegó a la conclusión que, en la zona evaluada, en la ciudad de Puerto Montt, se puede identificar como principal

fuentes de ruido, la generada por el tráfico rodado, ya que los mayores niveles registrados se asocian a las principales vías de la ciudad.

Delgado y Martínez, (2015), realizaron la investigación: “*Elaboración del mapa de ruido del área urbana de la Ciudad de Cuenca – Ecuador, empleando la técnica de interpolación geoestadística Kriging ordinario*”, en la Universidad de Azuay, cuyo objetivo es contar con un diagnóstico general de la contaminación acústica en Cuenca, para lo cual establecieron una red de muestreo que constó de 30 puntos de muestreo, cuyos resultados fueron interpolados por medio del método Kriging ordinario para construir los mapas de ruido respectivos; es así que, dicho modelamiento permitió localizar los sitios donde se presentan mayores presiones sonoras a lo largo del día, concluyéndose en que el 99% de los puntos muestreados no cumplen con los límites permisibles establecido en la normativa ecuatoriana. Asimismo, dicho estudio, también concluyó que la presión sonora sobre zonas escolares y hospitalarias es alarmante y en ese sentido, es necesario plantear políticas para revertir la situación.

I.3. Objetivos

I.3.1. Objetivo General

- Zonificar la Urbanización Mayorazgo Chico, de acuerdo a los niveles de ruido ambiental, mediante la elaboración de mapas de ruido, con la finalidad de evaluar su calidad ambiental con los ECA – Ruido vigentes.

I.3.2. Objetivos Específicos

- Identificar los potenciales generadores de ruido en las zonas colindantes y en la propia Urbanización Mayorazgo Chico que influyen en los niveles de ruido de dicha urbanización.

- Realizar el Monitoreo de Ruido Ambiental en la Urbanización Mayorazgo Chico, mediante mediciones en estaciones establecidas, con la finalidad de elaborar mapas de ruido.

I.4. Justificación

En la actualidad, el problema de la contaminación sonora persiste en la mayoría de zonas urbanas de Lima Metropolitana, esto pese a los múltiples esfuerzos y medidas de las autoridades competentes por controlar los niveles de ruido ambiental; según el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), en su informe de “La Contaminación Sonora en Lima y Callao” del año 2016, de los 224 puntos de monitoreo de ruido distribuidos en Lima Metropolitana, solo el 9,79 % no exceden los ECA-Ruido. En ese sentido, la población que se encuentra expuesta a dichos niveles de ruido ambiental, es afectada de manera que pueden sufrir daños psicológicos y fisiológicos, dentro de los cuales se observan cuadros de estrés, desconcentración, incomodidad, hasta incluso, en casos extremos, arritmias cardíacas y trauma acústico; en consecuencia, se produce un ambiente no apto para el mejor desempeño en las actividades a realizar, ya sea jornada laboral, académica y, en el caso nocturno, jornada de sueño.

Los estándares de calidad ambiental para ruido (ECA-Ruido), aprobados mediante D.S. N° 085-2003-PCM, cumple el rol del mecanismo de control más directo en lo que respecta al ruido ambiental en el Perú, asimismo, estos estándares se apoyan en instrumentos locales y/o regionales como son las zonificaciones urbanas, los planes de control, mitigación y monitoreo de ruido, el protocolo nacional de monitoreo de ruido, los límites máximos permisibles de emisión de ruidos, entre otros; es así como, se pretende reducir la contaminación sonora y así lograr que los espacios urbanos cumplan con los ECA-Ruido. Sin embargo, para poder aplicar los ECA-

Ruido y así plantear medidas de solución adecuadas y ajustadas a la realidad, es necesario conocer el ruido ambiental, en nivel, tiempo y espacio, de los espacios urbanos, por lo tanto, la forma más idónea, según una de las guías de la OMS, de lograr dicha acción es con la elaboración de mapas de ruido que permitan una zonificación de ruido ambiental, debido a que con dicha zonificación uno puede identificar gráficamente los espacios específicos con mayor nivel de ruido, pudiendo inducir las posibles causas y las poblaciones netamente expuestas.

Si bien es cierto, Lima Metropolitana cuenta con mapas de ruido, éstos están elaborados a una escala que permite conocer, a nivel general, la situación del ruido ambiental de la ciudad, mas no, plantear medidas específicas de solución, debido a que esto se puede llevar a cabo mediante una evaluación a detalle de la calidad de ruido ambiental, identificando las potenciales causas y las poblaciones afectadas.

I.5. Hipótesis

I.5.1. Hipótesis General

- **Hi:** Los niveles de ruido de la Urbanización Mayorazgo Chico exceden los estándares de calidad ambiental de ruido (ECA-Ruido).
- **Ho:** Los niveles de ruido de la Urbanización Mayorazgo Chico no exceden los estándares de calidad ambiental de ruido (ECA-Ruido).

I.5.2. Hipótesis Específica

A. Específica N° 1

- **Hi:** El tránsito de vehículos pesados por el tramo de la Av. Separadora Industrial, colindantes a la urbanización Mayorazgo Chico, influyen en los niveles de ruido de la urbanización.

- **Ho:** El tránsito de vehículos pesados por el tramo de la Av. Separadora Industrial, colindantes a la urbanización Mayorazgo Chico, no influyen en los niveles de ruido de la urbanización.

B. Específica N° 2

- **Hi:** La red de 48 estaciones de muestreo de ruido, distribuidas en la urbanización Mayorazgo Chico, permite la elaboración de la zonificación del ruido ambiental de la urbanización.
- **Ho:** La red de 48 estaciones de muestreo de ruido, distribuidas en la urbanización Mayorazgo Chico, no permite la elaboración de la zonificación del ruido ambiental de la urbanización.

II. Marco Teórico

II.1. Bases Teóricas sobre el tema de investigación

II.1.1. El Sonido

Generalmente el sonido se define como una onda longitudinal en cualquier medio; gas, líquido o sólido. Las senoidales son las ondas de mayor sencillez, las cuales tienen la frecuencia, la amplitud y la longitud de onda completamente especificadas. La sensibilidad de ondas en el oído humano oscila en el intervalo de frecuencia de 20 a 20 000 Hz, conocida como gama audible, sin embargo, se usa también el término sonido para ondas similares con mayores frecuencias (ultrasónicas) y menores (infrasónicas). (Young & Freedman, 2009).

Todo tipo de materia, ya sea sólida, líquida o gaseosa, cuenta con propiedades elásticas medianamente definidas. En forma de partícula, la materia de un medio elástico puede realizar regularmente movimientos semejantes a los de un péndulo. Estas oscilaciones armónicas producidas durante un tiempo definido generan una perturbación, la cual se propaga con cierta velocidad. Gráficamente se le denomina como onda sinusoidal. (Suárez, Gil-Carcedo, Marco, Medina, Ortega & Trinidad, 2007).

En movimiento, un objeto genera un desplazamiento vibratorio, que se transmite al medio en el cual se encuentra (sólido, líquido y gaseoso), a esto se le puede denominar sonido; depende del medio en que se traslada la onda, por ejemplo, en el aire, la onda se traslada con una velocidad dependiente de las propiedades de densidad y temperatura, lo cual en condiciones normales a 340 m/s, asimismo, en medios sólidos y líquidos se traslada más rápido. (Statch, 1998).

A. Propagación del sonido

La generación de un sonido requiere una fuente de energía que lo origine, asimismo, un medio elástico en el que se pueda propagar y transmitir. Habitualmente la transmisión del sonido se lleva a cabo por medio del aire y es aquel para el cual el oído humano está diseñado. La mayor parte de sonidos se transmiten a través del aire, variando la densidad, esto es conocido como condensación y rarefacción, se propaga en todas las direcciones formando círculos concéntricos, es así que se produce la onda sonora. La onda sonora forma un movimiento armónico simple y sinusoidal, la velocidad de propagación depende del medio. (Rivas & Ariza, 2007).

B. Características del sonido

B.1. Frecuencia

El número de ciclos dados en un segundo es lo que se conoce como frecuencia, medida en ciclos por segundo (cps) y expresada en Hertzios o Hertz (Hz). Estas frecuencias son escuchadas subjetivamente por el ser humano, es aquí donde se denomina tono, en ese sentido, el tono varía directamente proporcional a la frecuencia. El humano puede escuchar sonidos que varían entre 20 Hz y 20 000 Hz, sin embargo, el rango óptimo y/o ideal para escuchar es desde 1 000 y 4 000 Hz. Los sonidos que están por fuera de este rango se denominan ultrasónicos si están por encima del límite superior e infrasónicos si están por debajo del límite inferior. La relación entre la frecuencia y el tono es directamente proporcional (relación logarítmica más específico), de tal manera que, si se duplica la frecuencia, el tono incrementa en una octava. (Rivas & Ariza, 2007).

B.2. Intensidad

Para el ser humano un sonido es fuerte o débil dependiendo de la energía contenida por la onda sonora. En las ondas sonoras podemos definir una serie de magnitudes físicas relacionadas con la potencia acústica de la fuente emisora. Se conoce como potencia acústica a la energía liberada por ésta en un periodo. Su unidad es el julio por segundo (J/s) o watts (W). La distancia al receptor y el medio donde se propaga el sonido son determinantes para la potencia acústica. La intensidad de un sonido es la potencia sonora por unidad de área; su unidad es watts por metro cuadrado (W/m^2). La relación entre la intensidad y la distancia de separación entre la fuente sonora y el receptor es inversamente proporcional. (Suárez, Gil-Carcedo, Marco, Medina, Ortega & Trinidad, 2007).

A pesar que la intensidad de un sonido puede ser medida, es expresada como la razón entre la intensidad del sonido medido y una intensidad estándar de referencia, la cual es comparable al umbral de capacidad auditiva del oído humano. Usualmente la referencia más empleada es la potencia de $10^{-16} W/cm^2$ o una presión de $0,0002$ dinas/cm², muy cercano al umbral de audición del ser humano (0 decibels ISPL), la cual es la décima parte de un Bell. Es decir, el dB se define como unidad de intensidad sonora, que representa la razón logarítmica de dos presiones o potencias. Expresado en una fórmula matemática quedaría así:

$$NdB = 10 \text{ Log } I/I_0$$

Donde I es la intensidad dada, I_0 la intensidad estándar de referencia. (Rivas & Ariza, 2007).

B.3. Timbre

Se puede decir que la calidad del sonido es denominado timbre. Los sonidos producen un tono puro o simple, algo para nada común en la naturaleza, asimismo, puede producir un tono de suma complejidad, descompuesto en tonos añadidos armónicamente. Los sonidos musicales son aquellos que tienen alguna periodicidad y están compuestos de varios armónicos, es decir, de varios sobretonos múltiplos de un tono fundamental y producen una sensación agradable al oído. Cuando los tonos no tienen una frecuencia fundamental definida ni periodicidad alguna, sino que se suceden anárquicamente, se produce el ruido. (Rivas & Ariza, 2007).

II.1.2. La Acústica

El sonido es estudiado por la ciencia denominada Acústica, donde incluye su producción, su transmisión y sus efectos. Asimismo, se incluye las percepciones y estímulos productores de la sensación sonora para el ser humano, además, también estudia los sonidos con frecuencias que no pueden ser percibidas por el oído humano: los infrasonidos y los ultrasonidos. (Suárez, Gil-Carcedo, Marco, Medina, Ortega & Trinidad, 2007).

A. Presión Sonora

Es la fuerza que ejerce la onda sonora cuando llega al receptor. Su unidad usualmente es dinas/cm² y usualmente es la magnitud física medida. Tiene una relación matemática con la intensidad, la cual se traduce en que la relación entre intensidades está en proporción al cuadrado de la relación entre presiones. El oído humano es capaz de percibir presiones sonoras en un rango de 0,00002 Pa a 20 Pa, lo que significa la extensa amplitud del rango de esta magnitud, debido a eso es que es necesario definir un intervalo logarítmico que reemplace la escala lineal, y así

pueda ser empleado con mayor facilidad. La unidad utilizada es el Belio, no obstante, prácticamente el uso del decibelio (dB) es más cómodo, y representa, en este caso, el nivel de presión sonora. El decibelio o decibel no es una unidad física absoluta, sino la relación entre dos presiones sonoras. (Suárez, Gil-Carcedo, Marco, Medina, Ortega & Trinidad, 2007).

La presión sonora es la diferencia instantánea entre la presión total y la presión estática. (NTP – ISO/TR 25417).

A.1. Nivel de Presión sonora L_p

Es diez veces el logaritmo en base 10 de la relación (cociente) del cuadrado de la presión sonora (p), con el cuadrado del valor de referencia (p_0), expresado en decibeles. (NTP – ISO/TR 25417).

$$L_p = 10 \log \frac{p^2}{p_0^2} \text{ dB}$$

Donde el valor de referencia, p_0 , es 20 μPa .

A.1.1. Nivel de Presión Sonora Promediada en el tiempo $L_{p,T}$

Es diez veces el logaritmo en base 10 de la relación (cociente) del cuadrado de la presión sonora promediada en el tiempo (p), durante un intervalo de tiempo establecido de duración, T (comenzando en t_1 y terminando en t_2), con el cuadrado del valor de referencia (p_0), expresado en decibeles. (NTP – ISO/TR 25417).

$$L_{p,T} = 10 \log \left[\frac{\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} p^2(t) dt}{p_0^2} \right] \text{ dB}$$

Donde el valor de referencia p_0 , es $20 \mu\text{Pa}$.

A.1.2. Curvas de Ponderación en Frecuencia

La sensibilidad del oído humano es diferente para cada frecuencia de sonido. En ese sentido, considerando un nivel de presión sonora, la molestia que produzca este ruido será mayor de acuerdo al contenido de frecuencias que tenga. Para poder ponderar el sonido de acuerdo con la sensibilidad del oído se elaboraron filtros basados en curvas de isofonoría del oído humano, esto con la finalidad de poder reflejar un nivel sonoro representativo de la sensación de ruido realmente recibida. La forma de actuación de los filtros de ponderación es que los niveles de presión de cada banda de frecuencia son corregidos en función de la frecuencia según unas curvas de ponderación. Los filtros más conocidos son:

- **Ponderación A:** El más utilizado, y usualmente es usado para valorar los daños auditivos e inteligibilidad de la palabra. En la actualidad, es usada como referencia para leyes y reglamentos contra el ruido producido a cualquier nivel. El nivel de presión sonora ponderada A se expresa dBA. Es para intensidades bajas.
- **Ponderación B:** Su finalidad es el modelamiento de la respuesta en frecuencia del oído humano a intensidades medias. Sin embargo, es muy raramente utilizado.
- **Ponderación C:** Su finalidad es el modelamiento de la respuesta en frecuencia del oído humano a intensidades altas, sin embargo, hoy en día usualmente se le emplea en la evaluación de ruidos en la comunidad, así como en la evaluación de ruidos de baja frecuencia.
- **Ponderación D:** Empleado en el análisis generado por aeronaves (aviones).

A.1.3. Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (LAeqT)

El Ministerio del Ambiente del Perú (MINAM) indica que es el nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A, que en el mismo intervalo de tiempo (T), contiene la misma energía total que el sonido medido.

B. Fenómenos Acústicos

Todo sonido, desde que se produce su emisión hasta que estimula el órgano de la audición, sufre una serie de transformaciones que dependen del medio que separa la fuente del receptor. El sonido es una forma de energía física. Se produce una onda sonora cuando las moléculas de un cuerpo vibran sin modificar su posición media en el espacio. Debido a la coordinación de moléculas yuxtapuestas se origina una transferencia de la energía mediante una onda progresiva, que se propaga en forma de compresiones y rarefacciones del medio que atraviesa, haciéndolo a velocidad constante si este medio no se modifica. (Suárez, Gil-Carcedo, Marco, Medina, Ortega & Trinidad, 2007).

II.1.3. Ruido

La definición del ruido nos dice que es un sonido molesto, no deseado. Aquel que al ser detectado por el oído humano produce sensación de molestia. (Bruel & Kjaer, 2000).

A. Ruido Ambiental

Las actividades humanas, incluido el ruido emitido por los medios de transporte, por el tránsito vehicular, ferroviario y aéreo y por fábricas industriales producen un sonido exterior no deseado, a esto se le conoce como ruido ambiental. (OSMAN, 2010).

B. Contaminación sonora

La contaminación sonora o acústica se da cuando en el ambiente existe presencia de ruidos o vibraciones, sin interés en conocer el origen de éstos, que generen un ambiente dañino para las personas, ya sea para el deterioro de su salud o el desarrollo de sus actividades (Martínez & Peters, 2013).

También se define como la presencia en el ambiente exterior o en el interior de las edificaciones, de niveles de ruido que generen riesgos a la salud y al bienestar humano. (D.S. N° 085-2003-PCM).

C. Fuentes de ruido

C.1. Tráfico y transportes

C.1.1. Vehículos a motor

El ruido generado por los vehículos a motor, usualmente están en relación al tamaño del motor y la fricción que estos vehículos tienen con el suelo y el aire, es debido a esto que los vehículos pesados y/o grandes emiten un ruido mucho mayor que los ligeros y/o pequeños. Los elementos reguladores de tránsito vehicular como semáforos, rompemuelleres, entre otros, así como la misma interacción entre los elementos del tránsito, como automóviles, peatones producen bocinas, frenados intempestivos, lo que resulta en generación de ruido. (OSMAN, 2010).

C.1.2. Ferrocarriles

Los ferrocarriles usualmente generan un ruido muy intenso, el cual puede variar de acuerdo a sus características físicas de motor, ruedas, los rieles. Asimismo, cuando se da el uso de silbatos y altavoces se generan ruidos muy molestos. (OSMAN, 2010).

C.1.3. Tráfico aéreo

Las operaciones aéreas en un aeropuerto siempre generan un ruido muy intenso que afecta a la población aledaña, estos ruidos pueden variar en intensidad de acuerdo a la dimensión de la aeronave, las más grandes van a generar un ruido mayor que las más pequeñas. Asimismo, tanto los despegues como aterrizajes generan un ruido, debido a que, las aeronaves desarrollan mecanismos como regulación de potencia en los motores, propulsión inversa, entre otros, todo esto por seguridad. (OSMAN, 2010).

C.2. Ruido Industrial

Es el ruido originado en las industrias, ya sean grandes fábricas o pequeños talleres, donde no solo se afecta a los exteriores (ruido ambiental), sino también a los trabajadores dentro del interior, donde incluso es mayor la intensidad, es por esto que, en términos normativos, los primeros reglamentos de protección y manejo de ruido estuvieron destinados a proteger a los trabajadores de las industrias. (OSMAN, 2010).

C.3. Construcción y servicios

Las construcciones generan ruidos muy intensos, debido a que se trabaja con grandes maquinarias como grúas, perforadoras y algunos equipos como aquellos de soldadura, entre otros, es por esto que, así como en el caso del ruido generado por aviones, la intensidad de ruido va variar según la dimensión de la construcción y de la cantidad de equipos que se utilicen. Con respecto a los servicios generadores de ruido, podemos identificar como el recojo de los residuos sólidos por medio de camiones basureros de las municipalidades o empresas privadas, asimismo, en aquellos servicios donde los equipos o maquinarias que se utilicen no tengan un

correcto mantenimiento, pueden llegar a generar grandes perturbaciones de ruido. (OSMAN, 2010).

C.4. Actividades domésticas y de ocio

Con respecto a las actividades domésticas y de ocio, podemos identificar que los eventos recreacionales y de diversión como es el caso de encuentros deportivos, fiestas, entre otros; la afectación puede atenuarse de acuerdo a donde se ubican los lugares donde se desarrollan estos eventos, no va ser lo mismo que se ubique en una zona residencial que en una zona comercial. (OSMAN, 2010).

D. Efectos del ruido en la salud

La Organización Mundial de la Salud (OMS), identificó los efectos en la salud por impactos sonoros, los cuales se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 1

Efectos en la salud por impactos sonoros

Entorno	Nivel de Presión Sonora dB(A)	Tiempo (h)	Efecto sobre la salud
Exterior de viviendas	50 – 55	16	Molestia
Interior de viviendas	35	16	Interferencia con la comunicación
Dormitorios	30	8	Interrupción del sueño
Aulas escolares	35	Duración de la clase	Perturbación de la comunicación
Áreas industriales, comerciales y de tráfico	70	24	Deterioro auditivo
Música en auriculares	85	1	Deterioro auditivo
Actividades de ocio	100	4	Deterioro auditivo

FUENTE: OMS – Night Noise Guidelines

Asimismo, de manera más detallada, el manual de la OMS “Night Noise Guidelines” (21), de acuerdo a la evidencia con el que se cuenta, determinó los efectos en la salud por generación de ruido, los cuales se presentan en los dos siguientes cuadros.

Cuadro N° 2

Efectos y umbrales con evidencia suficiente

	Efectos	Indicador	Umbral (dBA)
Efectos biológicos	Cambios en la actividad cardiovascular	-	-
	Despertar electroencefalográfico	$L_{A,max}$ interior	35
	Movilidad	$L_{A,max}$ interior	32
	Cambios en la duración de varias etapas del sueño, en la estructura del sueño y fragmentación del sueño	$L_{A,max}$ interior	35
	Despertares nocturnos o demasiado temprano	$L_{A,max}$ interior	42
Calidad del sueño	Prolongación del período de comienzo del sueño, dificultad para quedarse dormido	-	-
	Fragmentación del sueño, reducción del período de sueño	-	-
	Incremento de la movilidad media durante el sueño	$L_{noche, exterior}$	42
	Molestias durante el sueño	$L_{noche, exterior}$	42
Bienestar	Uso de somníferos y sedantes	$L_{noche, exterior}$	40
	Insomnio	$L_{noche, exterior}$	42
Condiciones médicas			

FUENTE: OMS – Night Noise Guidelines

Cuadro N° 3

Efectos y umbrales con evidencia limitada

Evidencia Limitada			
Efectos biológicos	Efectos	Indicador	Umbral (dBA)
	Cambios en los niveles de hormonas (estrés)	-	-
Bienestar	Somnolencia, cansancio durante el día	-	-
	Incremento en la irritabilidad	-	-
	Deterioro de los contactos sociales	-	-
	Quejas	L _{noche, exterior}	35
	Deterioro del rendimiento cognitivo	-	-
Condiciones médicas	Insomnio	-	-
	Hipertensión	L _{noche, exterior}	50
	Obesidad	-	-
	Depresión	-	-
	Infarto de miocardio	L _{noche, exterior}	50
	Reducción de la esperanza de vida	-	-
	Desórdenes psíquicos	L _{noche, exterior}	60
	Accidentes ocupacionales	-	-

FUENTE: OMS – Night Noise Guidelines

E. Tipos de ruido

En función al tiempo, el ruido puede clasificarse en cuatro tipos; ruido estable, ruido fluctuante, ruido intermitente y ruido impulsivo. (MINAM, 2013).

E.1. Ruido Estable

Son aquellos que presentan oscilaciones de ruido menor a 5 dB durante un minuto, independientemente del tipo de fuente generadora. (MINAM, 2013).

E.2. Ruido Fluctuante

Son aquellos que presentan oscilaciones de ruido mayor a 5 dB durante un minuto, independientemente del tipo de fuente generadora. (MINAM, 2013).

E.3. Ruido Intermitente

Son aquellos que se presentan en durante ciertos periodos determinados, y que ocurren cada 5 segundos o más. (MINAM, 2013).

E.4. Ruido impulsivo

Son aquellos ruidos de cortísima duración (menor a 1 segundo). (MINAM, 2013).

II.1.4. Medición de Nivel de Presión Sonora

A. Sonómetro

El sonómetro es un instrumento empleado para medir el nivel de presión sonora (intensidad de sonido), ponderado en frecuencia y en tiempo (Harris Cyril, 1995).

El sonómetro cuenta con un micrófono, un amplificador, circuitos electrónicos que miden el sonido, un equipo interior registrador y la pantalla donde se visualiza la información medida. (López, 2009).

Existen dos tipos de sonómetros de acuerdo al tipo de medida que realizan:

Cuadro N° 4

Tipos de Sonómetros de acuerdo a tipo de medida

Equipo	Tipo	Descripción
Sonómetro	Convencional	Miden instantáneamente el nivel de presión sonora con promediación temporal exponencial, usando una constante de tiempo especificada.
	Integradores-promediadores	Miden niveles de sonido promediados en un periodo de tiempo.
	Integradores	Miden niveles de exposición sonora.

FUENTE: OMS – Night Noise Guidelines

Asimismo, de acuerdo a su nivel de precisión los sonómetros pueden clasificarse en:

Cuadro N° 5

Tipos de Sonómetros de acuerdo a su precisión

Equipo	Tipo	Descripción
Sonómetro	Tipo 0	Un instrumento que cumple con las tolerancias más estrictas con respecto al nivel de su linealidad, se usa en el laboratorio.
	Tipo 1	Un instrumento de precisión que se utiliza para las mediciones de ruido en campo.
	Tipo 2	Un instrumento de uso general que cumple con las tolerancias más amplias.
	Tipo 3	Son los sonómetros más sencillos para efectuar sondeos, sin mayor precisión.

FUENTE: OMS – Night Noise Guidelines

A.1. Ponderación de Tiempo

Las ponderaciones de tiempo representan el periodo de tiempo considerado para tomar la medición o el valor medio de la señal captada durante las mediciones de presión sonora. Así los valores pueden ser lenta (slow, S) y rápida (fast, F). El modo slow representa constantes altas de un segundo de duración, y en el modo fast el tiempo de respuesta es de una magnitud semejante a la del oído humano (constantes más bajas). (Bruel & Kjaer, 2000).

II.1.5. Sistema de Información Geográfica

Al GIS se le conoce como un conjunto de herramientas, que por medio de estas se puede integrar información, traducidas en variables y/o elementos localizados en el espacio, modificando diversos atributos. (Olaya, 2014).

Básicamente, un GIS ha de permitir la realización las siguientes operaciones:

- Gestionar datos espaciales, ya sea para editarlos, almacenarlos o visualizarlos.
- Analizar datos espaciales, debido a que permite elaborar modelos de naturaleza muy compleja o simples, asimismo, estas operaciones de análisis y modelamiento se pueden realizar sobre la localización de cada variable o elemento (componente espacial), así como sobre el valor o el elemento en sí (componente temático).
- Generar información temática (mapas), escrita (informes) y gráfica.

A. Geoestadística

Es una de las ramas de la estadística, presente en los GIS hoy en día por medio de ordenadores informáticos. (Olaya, 2014).

El análisis geoestadístico como herramienta de los GIS, es de uso imprescindible para poder llevar a cabo el análisis o el modelamiento de variables espaciales de

minería, geología, edafología, ecología, entre otros. En esencia permite realizar el análisis y predicción de valores de una variable espacial o temporalmente continua distribuida (Pizarro, 2016).

A.1. Variograma

La herramienta de variograma analiza la distribución espacial de una variable en una determinada zona, cuyo empleo permite conocer la influencia de diversos datos ubicados a diferentes distancias entre sí. (Malla, 2005).

A.2. Kriging ordinario

Esencialmente, el método de kringin ordinario se traduce en la auto correlación espacial de las variables. El kriging permite estimar linealmente variables de manera insesgada o centrada, pretende la generación de superficies continuas a raíz de puntos discretos, asumiendo que el promedio no conocido, se mantiene constante y que las variables son de carácter estacionario y no poseen tendencias; proporcionando medidas de error y eliminando tendencias cuando realiza la transformación de datos. (Moreno, 2010).

B. Mapa de ruido

Es la representación del comportamiento de las ondas sonoras, que son emitidas por una o varias fuentes, frente a la reflexión y/o absorción por la presencia de obstáculos y se dibujan mediante curvas isofónicas, las cuales fueron obtenidas por la aplicación de modelos matemáticos de propagación y atenuación de ondas sonoras. Se trazan las curvas sobre la cartografía del área en la cual se desea simular el comportamiento de la fuente. Los resultados y estimaciones del mapa de ruido son aplicables únicamente a la situación particular que se ha representado, para esa área concreta y periodo climático determinado. (NTP 854.001-3).

Según el Ministerio del Ambiente del Perú (MINAM) son mapas horizontales de líneas isofónicas a cierta altura del suelo. El nivel al que se refieren las líneas isofónicas usualmente es al nivel sonoro continuo equivalente. (MINAM, 2013).

II.1.6. Evaluación del ruido ambiental

En el Perú, se establecieron los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, mediante D.S. N° 085-2003-PCM, cuyo objetivo primordial es de proteger la salud, mejorar la calidad de vida de la población y promover el desarrollo sostenible. Dichos estándares son aquellos que consideran los niveles máximos de ruido en el ambiente exterior, los cuales o deben excederse a fin de proteger la salud humana. Dichos niveles corresponden a los valores de presión sonora continua equivalente con ponderación A.

Para dicha evaluación, se aplican dos criterios; por tipo de zona y por horario. (D.S. N° 085-2003-PCM).

A. Horario

A.1. Horario diurno

Periodo comprendido desde las 07:01 h hasta las 22:00 h. (D.S. N° 085-2003-PCM).

A.2. Horario nocturno

Periodo comprendido desde las 22:01 h hasta las 07:00 h. (D.S. N° 085-2003-PCM).

B. Tipos de Zonas

B.1. Zona Comercial

Área autorizada por el gobierno local correspondiente para la realización de actividades comerciales y de servicios. (D.S. N° 085-2003-PCM).

B.2. Zona Industrial

Área autorizada por el gobierno local correspondiente para la realización de actividades industriales. (D.S. N° 085-2003-PCM).

B.3. Zona de protección especial

Es aquella de alta sensibilidad acústica, que comprende los sectores del territorio que requieren una protección especial contra el ruido donde se ubican establecimientos de salud, establecimientos educativos, asilos y orfanatos. (D.S. N° 085-2003-PCM).

B.4. Zona Residencial

Área autorizada por el gobierno local correspondiente para el uso identificado con viviendas o residencias, que permiten la presencia de altas, medias y bajas concentraciones poblacionales. (D.S. N° 085-2003-PCM).

A continuación, en el siguiente cuadro, se presentan los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido (D.S. N° 085-2003-PCM).

Cuadro N° 6

Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

Zonas de Aplicación	Valores expresados en L_{AeqT} (dBA)	
	Horario diurno	Horario nocturno
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

FUENTE: D.S. N° 085-2003-PCM

II.2. Marco Legal

A continuación, se presenta la normativa legal vigente en el marco de la presente investigación.

II.2.1. A Nivel Internacional

A. Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo Europeo sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental

La presente Directiva tiene por objeto establecer un enfoque común destinado a evitar, prevenir o reducir con carácter prioritario los efectos nocivos, incluyendo las molestias, de la exposición al ruido ambiental. Con este fin, se aplicarán progresivamente las medidas siguientes:

- La determinación de la exposición al ruido ambiental, mediante la elaboración de mapas de ruidos según métodos de evaluación comunes a los Estados miembros.
- Poner a disposición de la población la información sobre el ruido ambiental y sus efectos.
- La adopción de planes de acción por los Estados miembros, tomando como base los resultados de los mapas de ruidos, con vistas a prevenir y reducir el ruido ambiental siempre que sea necesario y, en particular, cuando los niveles de exposición puedan tener efectos nocivos en la salud humana, y a mantener la calidad del entorno acústico cuando ésta sea satisfactoria.

II.2.2. A Nivel Nacional

A. Constitución Política del Perú

En su artículo 2° inciso 22 se establece que es deber primordial del Estado garantizar el derecho de toda persona a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el

desarrollo de su vida. Asimismo, el artículo 67° señala que el Estado determina la política nacional del ambiente y promueven el uso sostenible de los recursos naturales.

B. Ley N° 28611 – Ley General del Ambiente

En su artículo 31° establece que el Estándar de Calidad Ambiental – ECA es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos. Asimismo, en su artículo 113° inciso 1 se establece que toda persona natural o jurídica, pública o privada, tiene el deber de contribuir a prevenir, controlar y recuperar la calidad del ambiente y de sus componentes. En el artículo 133° establece que la vigilancia y el monitoreo ambiental tienen como fin generar la información que permita orientar la adopción de medidas que aseguren el cumplimiento de los objetivos de la política y normativa ambiental.

C. ECA Ruido – D.S. N° 085-2003-PCM

Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, norma que establece los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido y los lineamientos para no excederlos, con el objetivo de proteger la salud, mejorar la calidad de vida de la población y promover el desarrollo sostenible.

D. Prepublicación del Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido – R.M. N° 227-2013-MINAM

Instrumento que tiene por finalidad establecer las metodologías, técnicas y procedimientos que se deberán considerar para aplicar el monitoreo de ruido que resulte ambiental técnicamente adecuado, cuyos resultados podrán ser comparados con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido vigentes, a efectos de verificar su cumplimiento.

E. NTP-ISO/TR 25417. ACÚSTICA. Definiciones de los índices básicos y términos.

Esta Norma Técnica Peruana especifica las definiciones de índices básicos y términos acústicos habitualmente empleados en documentos de medición de ruido, preparados por el Comité Técnico ISO/TC 43, Acústica, y el Subcomité SC 1, Ruido, junto con sus símbolos y unidades. El propósito principal es armonizar la terminología empleada en documentos preparados por el ISO/TC 43/SC 1, para evitar de esta forma la proliferación de definiciones divergentes.

F. NTP-ISO 1996-1:2007. ACÚSTICA. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 1: Índices básicos y procedimiento de evaluación.

Esta parte de la NTP-ISO 1996 define los índices básicos a ser utilizados para describir el ruido en los ambientes comunitarios y describe los procedimientos de evaluación básicos. También especifica los métodos para evaluar el ruido ambiental y proporciona orientación en la predicción de la respuesta de una comunidad a la molestia potencial de la exposición a largo plazo de varios tipos de ruidos ambientales. Las fuentes de sonido pueden estar separadas o en varias combinaciones. La aplicación del método para predecir la respuesta a la molestia

está limitada a espacios donde residen personas y a los usos relacionados a largo plazo de la tierra.

G. NTP-ISO 1996-2:2008. ACÚSTICA. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental.

Esta parte de la NTP-ISO 1996 describe cómo los niveles de presión sonora pueden ser determinados por mediciones directas, por extrapolación de resultados de mediciones por medio de cálculos, o exclusivamente por cálculos, previstos como básicos para la evaluación del ruido ambiental. Las recomendaciones están dadas en relación con condiciones preferibles para la medición o cálculo para ser aplicados en casos o en dónde otras regulaciones no aplican. Esta parte de la NTP/ISO 1996 puede ser usada para medir con cualquier ponderación en frecuencia o en cualquier banda de frecuencia. Se suministra una guía para evaluar la incertidumbre de los resultados de una evaluación de ruido.

H. NTP 854.001-1:2012. ACÚSTICA. Métodos para el registro del nivel de la presión sonora. Parte 1: Medición y valoración de un ruido presuntamente molesto proveniente de fuentes fijas.

Esta Norma Técnica Peruana especifica los métodos para establecer una práctica normalizada para el registro del nivel de la presión sonora, en este caso para la medición y valoración de un ruido presuntamente molesto proveniente de fuentes fijas de mediciones de corta duración entre 10 a 60 minutos, o pocas horas donde el clima no presente grandes variaciones que modifiquen la propagación de las ondas sonoras.

I. NTP 854.001-3:2012. ACÚSTICA. Métodos para el registro del nivel de la presión sonora. Parte 3: Mapas de simulación de la propagación sonora.

Requisitos mínimos.

Esta Norma Técnica Peruana especifica los métodos para establecer una práctica normalizada para el registro del nivel de la presión sonora, en este caso para la realización de mapas de ruido mediante la propagación sonora por la utilización de programas de computación dedicados y que poseen los modelos físico-matemáticos mínimos y necesarios para ello.

III. Método

El presente trabajo de investigación pretende demostrar, desde una perspectiva cuantitativa, la hipótesis formulada, mediante la medición y obtención de datos de ruido ambiental. A continuación, se presentan el método, tipo, nivel, diseño y el ámbito temporal y espacial de la investigación.

III.1. Tipo de investigación

III.1.1. Método de investigación

- **EMPÍRICO:** De acuerdo a la experiencia del investigador, con los conocimientos adquiridos se desarrolló la presente investigación.

III.1.2. Tipo de investigación

- **TRANSVERSAL:** La recopilación de datos (monitoreo de ruido) y el análisis de los resultados se llevaron a cabo durante un periodo determinado.

III.1.3. Nivel de investigación

- **DESCRIPTIVA:** La descripción de la situación se realizó por medio del estudio del mismo en una determinada circunstancia temporal espacial.
- **EXPLICATIVA:** Se buscó las causas de la situación (problemática).

III.1.4. Diseño de investigación

- **NO EXPERIMENTAL:** Debido a que no hay una alteración de variables.

III.2. Ámbito temporal y espacial

El ámbito espacial es la Urbanización Mayorazgo Chico, en el distrito de Ate, Provincia de Lima Metropolitana, Región de Lima.

Con respecto al ámbito temporal, el periodo de elaboración de la presente investigación es 2019 a 2020.

III.3. Variables

A continuación, se presentan las variables de la presente investigación.

III.3.1. Variables del Objetivo General

En el Cuadro N° 7 se muestra a detalle las variables para el objetivo general.

Cuadro N° 7

Variables dependientes e independientes

V. Dependiente	V. Independiente	Dimensión	Indicadores	Instrumentos
Zonificación de Ruido Ambiental	Calidad de Ruido Ambiental	Sonido	Nivel de presión sonora para horario diurno según ECA – Ruido (dB)	Sonómetro
			Nivel de presión sonora para horario Nocturno según ECA – Ruido (dB)	Sonómetro
	Mapa de Ruido Ambiental	Curvas Isófonas	Nivel de presión sonora en intervalos de 5 dB	ArcGIS
	Medición de Ruido Ambiental	Viento	Velocidad de viento (m/s)	Anemómetro
			Dirección de viento (N, S, E, O)	Rosa de vientos
		Temperatura	Grados Celsius (°C)	Termómetro
		Altura de sonómetro	Metros (m)	Wincha
		Distribución de estaciones	Metros (m)	Wincha

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

III.4. Población y muestra

III.4.1.Población

Está conformada por el muestreo del ruido ambiental en el área de la urbanización Mayorazgo Chico.

III.4.2.Muestra

Se precisa que la muestra es de carácter no probabilística, y esta serán las 48 estaciones de monitoreo de ruido ambiental.

III.5. Instrumentos

Para el presente trabajo de investigación, se clasificaron los instrumentos de la siguiente manera:

III.5.1.Información Temática y Satelital

- Imagen satelital de Google Earth (Google)
- Plano de Zonificación del distrito de Ate (Municipalidad Distrital de Ate)
- Imagen satelital base del ArcMap (ArcGIS)

Esta información fue procesada (análisis, vectorización) mediante el software ArcGIS v.10.4, con la finalidad de limitar el ámbito espacial y sus alrededores, de esta manera, mediante propias herramientas del mencionado software, construir la red de estaciones de muestreo de ruido ambiental.

III.5.2.Programas (Software)

- Microsoft Word 2016: utilizada para la redacción del presente trabajo de investigación, así como en la redacción de cartas y solicitudes necesarias para los permisos requeridos en el desarrollo del mismo.

- Microsoft Excel 2016: utilizada para el procesamiento, organización y análisis de datos recopilados como información secundaria (datos poblacionales, parámetros meteorológicos, etc.) y como información primaria (resultados de las estaciones de muestreo de ruido).
- Microsoft PowerPoint 2016: utilizada para la presentación del trabajo de investigación en todas sus instancias (fase de elaboración, fase de revisión, fase de sustentación).
- Google Earth v.7.3: utilizada para la visualización satelital del ámbito espacial, así como el análisis, asimismo, se descargaron imágenes satelitales desde este software.
- ArcGIS v.10.4.1: utilizado en el diseño de la red de estaciones de muestreo de ruido y en la elaboración del mapa de ruidos mediante la herramienta krigging.

III.5.3. Materiales

- La Pre publicación del Protocolo Nacional de Monitoreo del Ruido Ambiental, aprobado mediante R.M. N° 227-2013-MINAM, en dicho protocolo tenemos los últimos lineamientos dispuestos por el Ministerio del Ambiente para el muestreo de ruido ambiental; es importante mencionar que, dicho protocolo se basa en dos (02) normas técnicas peruanas: NTP-ISO 1996-1:2007 y NTP-ISO 1996-2:2008.
- Norma Técnica Peruana NTP-ISO 1996-1:2007 ACÚSTICA. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 1: Índices básicos y procesamiento de evaluación.
- Norma Técnica Peruana NTP-ISO 1996-2:2008 ACÚSTICA. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental.
- Útiles de escritorio (papel bond, lapiceros, lápices, borradores, plumones, etc.).

- Una (01) libreta de campo.

III.5.4. Equipos

- Un (01) sonómetro integrador de clase 2, dicho equipo será el principal a utilizar en el presente trabajo de investigación, asimismo, la determinación del nivel de presión sonora continuo equivalente se realiza y se expresa en decibeles por frecuencia conforme a la curva de ponderación normalizada tipo A (dB(A)).
- Un (01) trípode para sostener el sonómetro, dicho trípode cuenta con una altura mínima de 1,5 m.
- Una (01) cámara fotográfica de iPhone 6S.
- Una (01) laptop, marca HP, modelo ENVY, procesador Core i5 de sexta generación. Utilizada en el procesamiento y presentación de datos no pesados como son archivos de formato Excel, Word, PDF, etc.; sin embargo, en casos excepcionales de revisión es utilizada para presentar avances temáticos en formato shape (ArcGIS).
- Una (01) computadora de escritorio (CPU), procesador Core i7. Utilizada para integrar y procesar toda la información, en la cual se incluyen las de carácter satelital, temático, estadístico, redacción y presentación.
- Un (01) GPS Garmin Etrex 20x. Utilizado para la ubicación en campo de las estaciones de muestreo.
- Una (01) calculadora casio multifunción fx-170.

III.6. Procedimientos

Los procedimientos llevados a cabo en el desarrollo de la presente investigación, en orden cronológico, fueron los siguientes:

III.6.1. Recopilación y procesamiento de información secundaria

Consiste en solicitar, adquirir y procesar la información base para la presente investigación, dentro de la cual tenemos: antecedentes de monitoreo de ruido ambiental en el ámbito espacial o en zonas aledañas, las normas técnicas donde están los lineamientos y definiciones a emplear en la presente investigación, información base de límites del ámbito espacial de la entidad distrital.

Asimismo, dentro de este procedimiento, también tenemos las actividades de solicitar los permisos y comunicar el desarrollo de la investigación, de esta manera se pretende llevar a cabo adecuadamente y sin ningún tipo de interferencias o incidentes el monitoreo de ruido ambiental en el ámbito espacial, debido a que, es de primordial importancia salvaguardar la seguridad y/o integridad del investigador y los equipos de investigación.

Por otra parte, se solicitaron y procesaron datos de estaciones meteorológicas; con la finalidad de tomarlas como parte de los criterios para establecer la red de estaciones de monitoreo. Así como, generar una descripción general de las condiciones meteorológicas del ámbito espacial. En ese sentido, se obtuvo la información de una estación meteorológica ubicada en el Grifo Repsol de Mayorazgo, la cual cuenta con datos de temperatura, velocidad y dirección de viento; a continuación, se muestra la ubicación de la estación meteorológica mencionada.

Cuadro N° 8
Ubicación de Estación Meteorológica Grifo Repsol

Estación	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18S	
	Este (m)	Norte (m)
Met-1	288 627	8 666 796

FUENTE: REPSOL

III.6.2. Diseño de red de estaciones de monitoreo de ruido ambiental

Se precisa que el grupo de actividades realizadas en este procedimiento consta de dos (02) partes.

A. Ubicación potencial de las estaciones de monitoreo

Por medio del software ArcGIS, y con la imagen satelital del ámbito espacial (Urbanización Mayorazgo Chico), emplearemos la técnica o metodología de cuadrícula o rejilla, que consiste en dividir el ámbito espacial mediante una rejilla de distancia fija y ubicar las estaciones de monitoreo en las intersecciones de la rejilla. De acuerdo al ámbito espacial ($91\,246\text{ m}^2$ o $9,1246\text{ ha}$), la distancia entre las líneas será de 50 m, en donde se intersecten estas líneas se ubicarán las estaciones de monitoreo de ruido ambiental. Cabe precisar que, el MINAM recomienda oscilar la distancia entre las líneas de la rejilla en 50 y 300 m.

En la siguiente figura se muestra la rejilla construida sobre el ámbito espacial.

Figura N° 1

Rejilla para ubicación de estaciones de monitoreo de ruido



NOTA: el ámbito espacial (urbanización) está delimitada por el polígono rojo.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Se precisa que, tal como se puede apreciar en la Figura N° 1, algunas estaciones de monitoreo se ubicarán sobre algunas viviendas y/o construcciones de la urbanización, en tal sentido, se reitera que la finalidad del presente trabajo de investigación es poder evaluar la calidad de ruido ambiental de la urbanización, mas no, en el interior de las viviendas que se encuentran en la misma, motivo por el cual, dichas estaciones fueron trasladadas a la vía pública más cercana. Asimismo, las estaciones que estén a aprox. 10 m del límite de la urbanización, también serán reubicadas dentro del ámbito espacial.

En base a lo mencionado, en la siguiente figura, se muestra, gráficamente, las ubicaciones de las estaciones de monitoreo de ruido.

Figura N° 2

Ubicación de estaciones de monitoreo de ruido



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

B. Ajuste de ubicación de estaciones de monitoreo de ruido

Si bien es cierto, mediante la rejilla construida en el software ArcGIS, adicionalmente del ajuste a vías públicas de la ubicación de las estaciones de monitoreo, es importante precisar que, para definir las ubicaciones finales de las estaciones de monitoreo es imprescindible recorrer el ámbito espacial, debido a que por motivos excepcionales (permisos o trabajos simultáneos que imposibiliten la ubicación de la estación).

En ese sentido, se realizó el recorrido del ámbito espacial durante tres (03) días, considerando el horario diurno (7:01 a 22:00) y el horario nocturno (22:01 a 7:00), estableciendo los puntos exactos de monitoreo, asimismo, durante esta actividad también se identificaron las fuentes potenciales de generación de ruido, las cuales se

registraron y se tomaron datos generales. Es importante precisar que las actividades mencionadas en el presente párrafo se llevaron a cabo con la ayuda del equipo GPS Garmin y el registro con la cámara fotográfica.

III.6.3. Monitoreo de ruido ambiental

La medición del ruido ambiental se realizó con un (01) sonómetro integrador de clase 2, el cual permite, de forma continua, la medición y registro del Nivel de Presión Sonora (NPS) continuo equivalente, se realiza y se expresa en decibeles por frecuencia conforme a la curva de ponderación normalizada tipo A (dB(A)).

El ruido ambiental de cada estación de medición se determinó mediante el Nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación A (LAeqT), a una altura de 1,50 metros con respecto al nivel del piso, con un micrófono omnidireccional, protegido con pantalla antiviento. Se precisa que el sonómetro estuvo con ponderación A y en modo Fast.

Se precisa que las actividades del monitoreo de ruido ambiental se realizaron bajo los lineamientos establecidos en el Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido.

En ese sentido, por tratarse de una Urbanización de Viviendas, el ámbito espacial fue categorizada como Zona Residencial según la categorización del D.S. N° 085-2003-PCM.

A continuación, se detallan las actividades realizadas para el monitoreo de ruido ambiental en cada estación.

A. Calibración

Es importante precisar que el sonómetro utilizado para la medición del ruido ambiental estuvo debidamente calibrado por un laboratorio acreditado por el INACAL.

Asimismo, previo al inicio de las labores diarias de medición del ruido ambiental, el sonómetro fue calibrado en campo.

B. Instalación

El sonómetro fue colocado sobre el trípode de 1,5 m de altura sobre el piso, asimismo, para evitar lo más posible el efecto pantalla, el investigador se alejó por lo menos 2 m aprox.

Se llenó el formato de Hoja de Campo por cada punto de monitoreo, el cual cuenta con datos generales (código de estación, ubicación), asimismo, se registró cualquier evento inusual que haya generado un ruido cuyo valor esté alejado del promedio registrado.

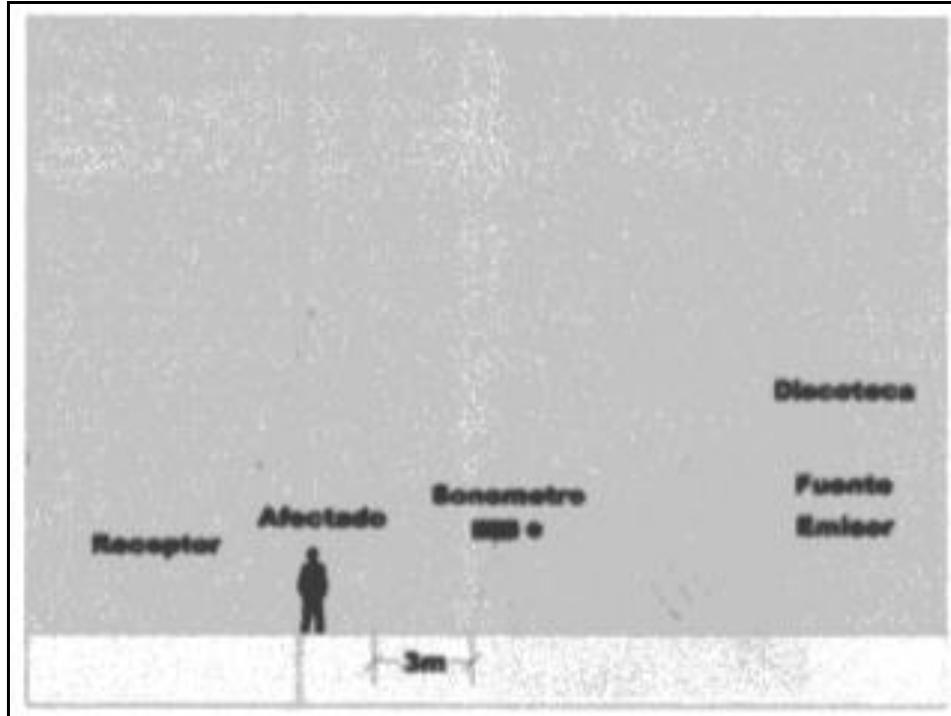
En base a información secundaria obtenida, se colocó el sonómetro conforme a la dirección del viento, no obstante, en los casos se haya encontrado algún generador potencial de ruido, el sonómetro fue colocado en dirección de éste.

En los casos donde se presentaron condiciones meteorológicas tales como lluvia, etc., se suspendieron las actividades del monitoreo hasta que estas condiciones vuelvan a estar estables. Esto debido a que, en las condiciones descritas, se provoca incertidumbre en las mediciones.

Se estableció que todas las estaciones de monitoreo de ruido estén a 3 m del lindero de las viviendas (receptor), sobre todo, cuando exista alguna fuente generadora de ruido cercana. En la siguiente figura se muestra la ubicación del sonómetro en estos casos según el Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido.

Figura N° 3

Medición con agente directamente afectado

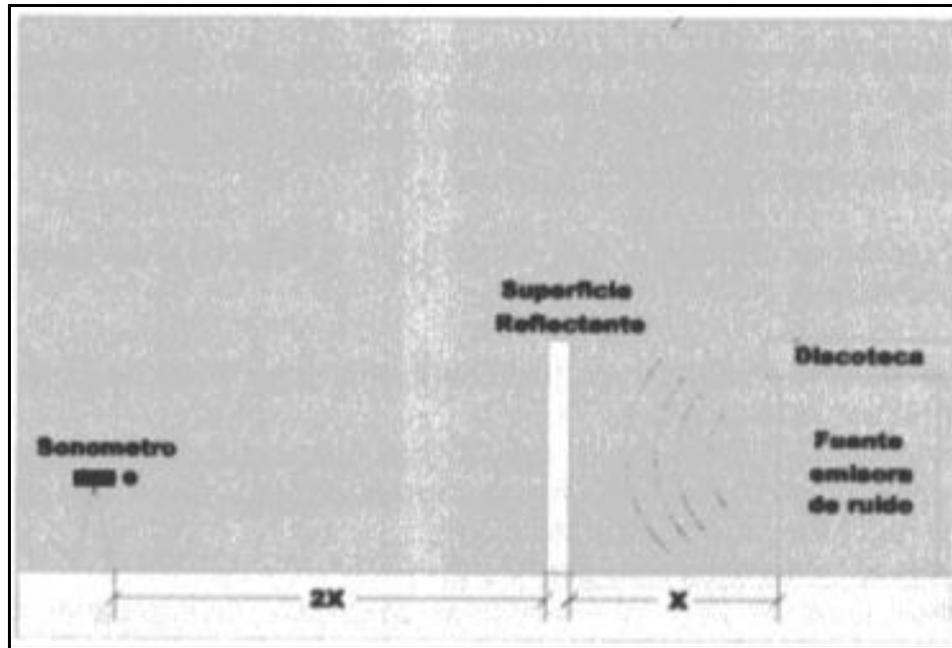


FUENTE: PROTOCOLO NACIONAL DE MONITOREO DE RUIDO (MINAM, 2013)

En los casos donde se presentaron superficies reflectantes dentro de los 3 m antes indicados, la ubicación del sonómetro fue a una distancia de dos veces la distancia entre la fuente generadora de ruido y la superficie reflectante, tal como se dispone en el Protocolo Nacional de Monitoreo de ruido. En la siguiente figura se muestra la ubicación del sonómetro en el caso explicado en el presente párrafo.

Figura N° 4

Medición en casos de superficies reflectantes



FUENTE: PROTOCOLO NACIONAL DE MONITOREO DE RUIDO (MINAM, 2013)

C. Periodo de monitoreo

El periodo de monitoreo de ruido ambiental en la Urbanización Mayorazgo Chico se llevó a cabo durante el mes de julio del año 2019. Asimismo, la medición se realizó los días no laborables (sábado y domingo), debido a que, es el periodo de descanso en el cual los residentes de la urbanización se encuentran en el ámbito espacial, por lo que están expuestos al ruido ambiental. Los eventos de fines de semana tal como los deportivos, sociales y recreativos, así como que la carga vehicular de la vía principal aledaña (Av. Separadora Industrial) al ámbito espacial es usualmente vehículos pesados, incluyendo los fines de semana; también han sido factores que se han considerado para el diseño del periodo de monitoreo.

Tal como está dispuesto en los ECA-Ruido (D.S. N° 085-2003-PCM), el periodo de registro de medición es de 24 horas, considerando desde las 07:01 hasta las 22:00 el horario diurno, y desde las 22:01 hasta las 07:00 el horario nocturno.

En el Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido, se recomienda que, para elaborar un mapa de ruido confiable y representativo, los tiempos de medición para cada estación de monitoreo serán de 10 minutos por horario (diurno y nocturno).

III.6.4. Elaboración de Mapa de Ruido (Zonificación)

Con los resultados del monitoreo de ruido ambiental de la urbanización Mayorazgo Chico, se elaboraron los respectivos mapas de Ruidos, para observar cómo se distribuyen espacialmente los diferentes niveles de presión sonora en la Urbanización.

Este procedimiento se llevó a cabo mediante el uso del software ArcGIS, el cual permitió la interpolación de los datos a través de la herramienta kriging, de esta manera se construyen las curvas isófonas que componen los mapas de ruido para horario diurno y nocturno.

Las curvas isófonas serán clasificadas en intervalos de 5 dB, de acuerdo a la Norma ISO 1996-2:1987. A continuación, en el Cuadro N° 9 se muestra la clasificación de las isófonas y su coloración representante en el mapa.

Cuadro N° 9

Intervalos de Isófonas

Nivel Sonoro	Color	Trama Alternativa
<35	Verde claro	Puntos pequeños, densidad baja
35-40	Verde	Puntos medianos, densidad baja
40-45	Verde oscuro	Puntos grandes, densidad alta
45-50	Amarillo	Líneas verticales, densidad baja
50-55	Ocre	Líneas verticales, densidad media
55-60	Naranja	Líneas verticales, densidad alta
60-65	Cinabrio	Entramado de cruces, densidad baja
65-70	Carmín	Entramado de cruces, densidad media
70-75	Lila	Entramado de cruces, densidad alta
75-80	Azul	Rayas verticales anchas
80-85	Azul oscuro	Totalmente negro

FUENTE: ISO 1996-2:1987

Es importante precisar que, se elaboraron mapas de ruidos para analizar la distribución de los límites de presión sonora según los ECA de Ruido vigentes (D.S. N° 085-2003-PCM) para Zona Residencial en horario diurno y nocturno.

En sentido se zonificó las zonas de acuerdo a cuáles están dentro del ECA y cuáles no, tal como se detalla en los siguientes cuadros.

Cuadro N° 10

Intervalos de Isófonas según ECA de Ruido (Horario Diurno)

Nivel Sonoro (dB)	Color dado por investigador	Descripción	Simbología
< 60	Verde claro	Zona entro del ECA	ZD
> 60	Naranja claro	Zona fuera del ECA	ZF

FUENTE: D.S. N° 085-2003-PCM

Cuadro N° 11

Intervalos de Isófonas según ECA de Ruido (Horario Nocturno)

Nivel Sonoro (dB)	Color dado por investigador	Descripción	Simbología
< 50	Verde claro	Zona entro del ECA	ZD
> 50	Naranja claro	Zona fuera del ECA	ZF

FUENTE: D.S. N° 085-2003-PCM

III.7. Análisis de datos

Los resultados obtenidos de Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente en ponderación A (LAeqT), fueron comparados con los Estándares Nacionales de Calidad de Ruido (D.S. N° 085-2003-PCM), para la categoría Zona Residencial, tal como se indican en el Cuadro N° 12:

Cuadro N° 12

Estándares Nacionales de Calidad de Ruido

Zonas de Aplicación	Valores expresados en dB (A)	
	Horario Diurno (De 07:01 a 22:00)	Horario Nocturno (De 22:01 a 07:00)
Zona de Protección especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

FUENTE: D.S. N° 085-2003-PCM

Asimismo, los datos de dirección y velocidad de viento de la estación meteorológica REPSOL fueron evaluados con la NTP-ISO 1996-2, la cual establece que las óptimas condiciones meteorológicas de velocidad de viento para llevar a cabo un monitoreo de ruido ambiental debe oscilar entre 2 m/s a 5 m/s en el día o más de 0,5 m/s en la noche; de esta manera se asegura que el ámbito espacial cumpla con las condiciones meteorológicas adecuadas para que se lleve a cabo el monitoreo de ruido de ambiental.

IV. Resultados

A continuación, se describen los resultados obtenidos de la presente investigación.

IV.1. Evaluación de Condiciones Meteorológicas

La NTP ISO 1996-2 establece que para llevar a cabo un adecuado monitoreo de ruido ambiental se requieren condiciones meteorológicas favorables; tal es el caso que no haya ningún tipo de precipitación, que la velocidad de viento oscile entre 2 m/s a 5 m/s en el día o más de 0,5 m/s en la noche. La presente investigación, por tratarse de una zonificación de ruido ambiental, elaborada a raíz de mediciones de nivel de presión sonora en diversas ubicaciones del ámbito espacial, necesita cumplir con las condiciones meteorológicas antes descritas.

En ese sentido, se recogió información de la estación meteorológica Met-1 (estación DAVIS Vantage Pro), la cual operó durante un periodo de 23 h, donde se monitorearon los parámetros meteorológicos de temperatura, velocidad y dirección de viento. La operación de la estación meteorológica inició el 15 de junio de 2019 a las 15:00 y concluyó el 16 de junio de 2019 a las 14:00.

La ubicación de la estación en mención se muestra en el Cuadro N° 8, asimismo, es importante precisar que, la estación se ubicó en el ámbito del Grifo Repsol de Mayorazgo (Cruce de Avenida Asturias con Avenida Separadora Industrial) a la altura del óvalo Mayorazgo.

Se realizó el procesamiento de datos recopilados en la estación meteorológica mediante el programa Excel.

En el siguiente cuadro se muestran los valores de los parámetros meteorológicos muestreados en el periodo señalado anteriormente.

Cuadro N° 13

Parámetros meteorológicos muestreados en Met-1

	Temperatura (°C)	Velocidad de Viento (m/s)	Dirección de Viento
Promedio	21,04	2,10	SW
Máximo	25,00	4,50	
Mínimo	20,00	0,00	

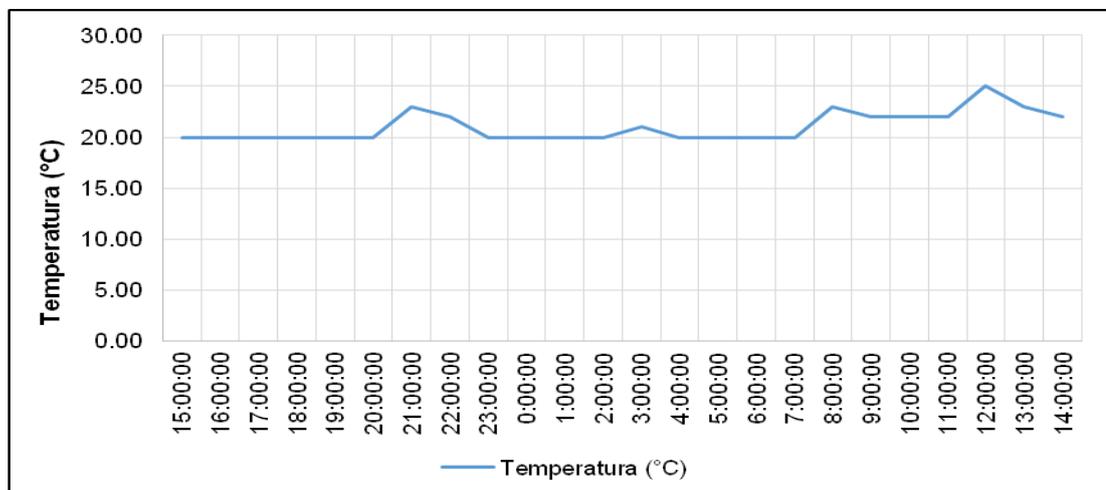
FUENTE: REPSOL

Según los registros de parámetros presentados en el anterior cuadro, durante el periodo evaluado, la temperatura promedio fue de 21,04 °C, con un valor máximo y mínimo de 25 °C y 20 °C, respectivamente. Lo descrito en el presente párrafo se puede apreciar en el Gráfico N° 1.

Asimismo, la data completa de la estación meteorológica Met-1 se presenta en los Anexos de la presente investigación.

Gráfico N° 1

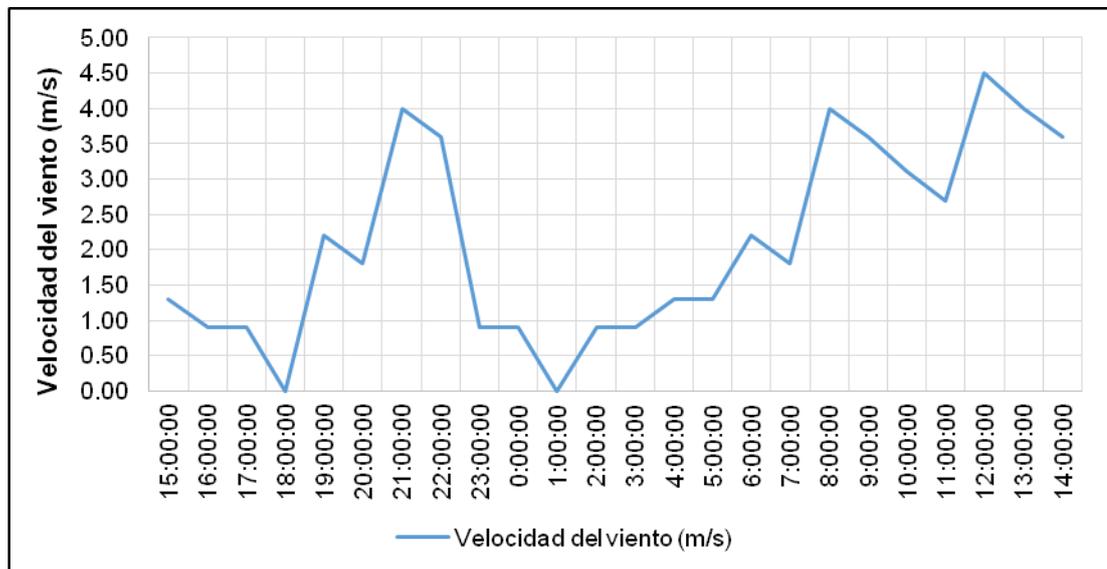
Temperatura registrada en la Estación Met-1



FUENTE: RESPOL, ELABORACIÓN PROPIA

Gráfico N° 2

Velocidad de viento registrada en la Estación Met-1

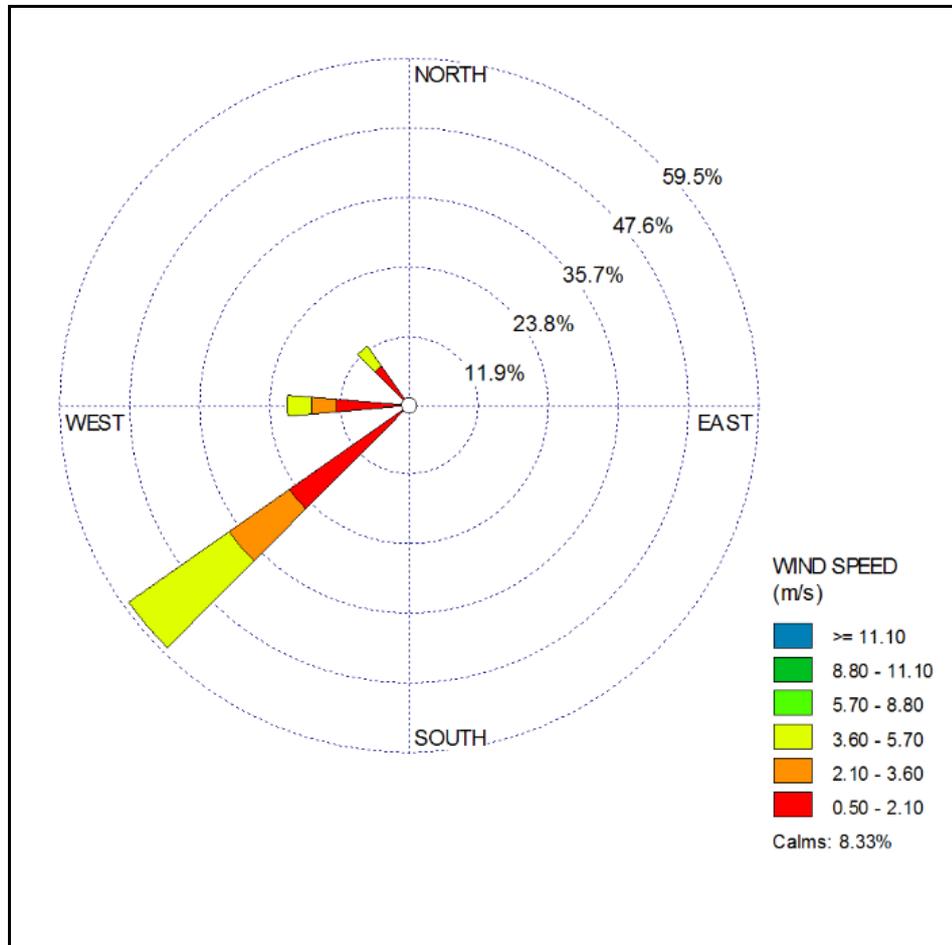


FUENTE: REPSOL, ELABORACIÓN PROPIA

Con respecto a la velocidad de viento, durante el periodo evaluado, el promedio fue de 2,10 m/s, con un valor máximo y mínimo de 4,50 m/s y 0,00 m/s, respectivamente. Lo descrito en el presente párrafo se puede apreciar en el Gráfico N° 2.

Gráfico N° 3

Rosa de Vientos de la Estación Met-1



FUENTE: REPSOL, ELABORACIÓN PROPIA

Asimismo, la dirección predominante del viento fue de SW hacia NE, con una frecuencia 58,33 %, mientras que se tuvo una frecuencia de 8,33 % de calma. Lo descrito en el presente párrafo se puede apreciar en el Gráfico N° 3.

En base al análisis presentado, se cumple que la velocidad de viento oscile entre 2 m/s a 5 m/s en el día o más de 0,5 m/s en la noche. En ese sentido, es viable realizar las mediciones de ruido.

IV.2. Ubicación de las Estaciones de Muestreo

Tal como se indicó en el ítem III.6.2. Diseño de red de estaciones de monitoreo de ruido ambiental, se empleó el método de rejilla para ubicar las estaciones de monitoreo de ruido ambiental, es importante reiterar que, la distancia entre las líneas de la rejilla fue de 50 m. Asimismo, se precisa que todas las estaciones fueron ubicadas en la vía pública, y en algunos casos, sus ubicaciones fueron ajustadas debido a motivos excepcionales, tales como seguridad del operador y los equipos de medición.

A partir de lo descrito en el anterior párrafo, se presenta el siguiente cuadro, donde se encuentran las coordenadas de ubicación, así como una descripción referencial de las estaciones de muestreo de ruido ambiental.

Cuadro N° 14

Ubicación de las Estaciones de Monitoreo de Ruido Ambiental

Estación	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18S		Alt. (m.s.n.m.)	Referencia
	Este (m)	Norte (m)		
MuRu-1	288 743	8 666 808	302	Ubicado en la Av. Asturias, cerca al cruce con Av. Separadora industrial
MuRu-2	288 781	8 666 790	298	Ubicado en la Av. Asturias
MuRu-3	288 839	8 666 760	296	Ubicado en la Av. Asturias
MuRu-4	288 879	8 666 748	300	Ubicado en la Av. Asturias
MuRu-5	288 927	8 666 744	301	Ubicado en la Av. Asturias
MuRu-6	288 978	8 666 742	302	Ubicado en la Av. Asturias, cerca al cruce con Av. Prolongación Javier Prado
MuRu-7	289 022	8 666 742	299	Ubicado en el cruce de Av. Prolongación Javier Prado con Av. Asturias
MuRu-8	289 018	8 666 788	302	Ubicado en la Av. Prolongación Javier Prado
MuRu-9	288 968	8 666 786	301	Ubicado en Calle Navarra, cerca de cruce con Av. Asturias
MuRu-10	288 912	8 666 780	298	Ubicado en Calle Gibraltar, cerca de cruce con Av. Asturias
MuRu-11	288 877	8 666 788	295	Ubicado en la loza deportiva del parque Asturias (zona sur)
MuRu-12	288 829	8 666 780	297	Ubicado en Calle Villalba, cerca al cruce con Av. Asturias
MuRu-13	288 855	8 666 824	298	Ubicado en la Calle Villalba
MuRu-14	288 797	8 666 830	302	Ubicado en la Calle Tenerife, cerca al cruce con Av. Asturias
MuRu-15	288 829	8 666 890	300	Ubicado en Calle Tenerife, cerca al cruce con Jirón Puerto Llano
MuRu-16	288 879	8 666 870	300	Ubicado en el cruce de Calle Puerto Llano con Calle Villalba
MuRu-17	288 879	8 666 836	299	Ubicado en la plaza de bancas del parque Asturias (zona norte)
MuRu-18	288 913	8 666 834	298	Ubicado en Calle Gibraltar, cerca de cruce con Jirón Puerto Llano
MuRu-19	288 914	8 666 862	298	Ubicado en Calle Puerto Llano, cerca de cruce con Calle Gibraltar
MuRu-20	288 969	8 666 836	298	Ubicado en Calle Navarra, cerca de cruce con Jirón Puerto Llano
MuRu-21	289 029	8 666 844	301	Ubicado en Av. Prolongación Javier Prado
MuRu-22	289 027	8 666 888	306	Ubicado en Av. Prolongación Javier Prado
MuRu-23	288 972	8 666 886	303	Ubicado en Calle Navarra
MuRu-24	288 878	8 666 936	300	Ubicado en Calle Fuerte Maestre
MuRu-25	288 839	8 666 954	297	Ubicado en Calle Fuerte Maestre, cerca de cruce con Calle Tenerife
MuRu-26	288 762	8 666 894	302	Ubicado en Av. Separadora Industrial
MuRu-27	288 784	8 666 934	300	Ubicado en Av. Separadora Industrial
MuRu-28	288 736	8 666 828	300	Ubicado en el cruce Av. Separadora Industrial con Av. Asturias
MuRu-29	289 028	8 666 938	306	Ubicado en Av. Prolongación Javier Prado, cerca al cruce con Calle Santiago de Compostela
MuRu-30	288 969	8 666 938	306	Ubicado en Calle Navarra, frente a Parque Fuerte Maestre
MuRu-31	288 928	8 666 938	300	Ubicado en el Parque Fuerte Maestre

Continuación

Estación	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18S		Alt. (m.s.n.m.)	Referencia
	Este (m)	Norte (m)		
MuRu-32	288 814	8 666 992	299	Ubicado en la Av. Separadora Industrial
MuRu-33	288 881	8 666 992	288	Ubicado en Calle Santiago de Compostela
MuRu-34	288 924	8 666 970	297	Ubicado en Calle Santiago de Compostela
MuRu-35	289 031	8 666 988	303	Ubicado en Av. Prolongación Javier Prado, cerca al cruce con Calle Santiago de Compostela
MuRu-36	288 977	8 666 988	298	Ubicado en Calle Navarra
MuRu-37	288 836	8 667 034	303	Ubicado en Av. Separadora Industrial, cerca al cruce con Calle Santiago de Compostela
MuRu-38	288 883	8 667 048	300	Ubicado en Calle Alva Tormes, cerca al cruce con Av. Separadora Industrial
MuRu-39	288 928	8 667 038	302	Ubicado en la parte sur del Parque Divino Niño, cerca de Calle Alva Torme y Calle La Roda
MuRu-40	288 979	8 667 038	303	Ubicado en Calle Navarra, a la altura del Parque Divino Niño
MuRu-41	288 864	8 667 090	303	Ubicado en Av. Separadora Industrial
MuRu-42	288 932	8 667 088	301	Ubicado en Calle La Roda
MuRu-43	288 974	8 667 086	302	Ubicado en la parte norte del Parque Divino Niño, cerca de Calle Navarra
MuRu-44	288 975	8 667 124	310	Ubicado en Calle Ibiza a la altura del Parque Divino Niño
MuRu-45	288 933	8 667 146	300	Ubicado en Calle Ibiza, cerca de cruce con Av. Separadora Industrial
MuRu-46	288 893	8 667 134	286	Ubicado en Av. Separadora Industrial, cerca de cruce con Calle Ibiza
MuRu-47	289 044	8 667 086	307	Ubicado en Av. Prolongación Javier Prado, cerca de cruce con Calle Ibiza
MuRu-48	289 033	8 667 036	298	Ubicado en Av. Prolongación Javier Prado

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En base a las ubicaciones finales, presentadas en el anterior cuadro, mediante el software ArcGIS, se elaboraron los siguientes mapas: el Mapa de Ubicación (M-01) y el Mapa de Estaciones de Monitoreo de Ruido (M-02), donde se puede apreciar la distribución en el ámbito espacial (Urbanización Mayorazgo Chico) de las estaciones de monitoreo de ruido ambiental descritas en el Cuadro N° 14.

Hoja en Blanco como representación del Mapa de Ubicación (M-01)

Tal como se puede apreciar en el Mapa de Ubicación (M-01), el ámbito espacial de investigación limita por el oeste con la Av. Separadora Industrial, la cual es la más transitada por vehículos pesados y en la cual se ubica la Fábrica Backus; por el este con la Av. Javier Prado, la cual tiene un tránsito regular de vehículos automóviles y buses de la línea roja del corredor de Lima, asimismo es donde se ubica el Estadio Monumental del Club Universitario de Deportes, el más grande del Perú. Por el sur y el norte, limita con más urbanizaciones residenciales, las cuales son Mayorazgo y Los Portales, respectivamente.

Es importante precisar también que, en la Urbanización Mayorazgo Chico se pueden identificar tres (03) zonas verdes (parques), los cuales sirven de esparcimiento para la población, además, considerando la presente investigación, tienen una utilidad de mitigación de ruido como pared natural.

Hoja en Blanco como representación del Mapa de Estaciones de Monitoreo de Ruido
(M-02)

El Mapa de Estaciones de Monitoreo de Ruido (M-02) nos muestra la distribución de las 48 estaciones contempladas para la presente investigación, es así que se puede observar que siete (07) estaciones se encuentran en la Av. Separadora Industrial, ocho (08) estaciones en la Av. Javier Prado, seis (06) estaciones en la Av. Asturias y las 27 restantes se encuentran en las calles y parques de la Urbanización Mayorazgo Chico.

Asimismo, en el mapa mencionado en el anterior párrafo se puede observar también la ubicación de la Estación Meteorológica Met-1, la cual está en el Grifo Repsol muy cercano al ámbito espacial de la presente investigación.

IV.2.1. Monitoreo de Ruido Ambiental

El intervalo de medición de ruido ambiental en cada estación de muestreo fue de 10 minutos, y se realizó en horario diurno y nocturno, tal como lo establece el D.S. N° 085-2003-PCM; asimismo, se siguieron los lineamientos establecidos en el Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido, los cuales se sintetizan en el ítem III.6.3. de la presente investigación.

Es importante reiterar que el instrumento utilizado para la realización del monitoreo fue un sonómetro integrador de clase 2, el cual permite determinar el nivel de presión sonora continuo equivalente expresados en decibeles de ponderación tipo A (dB(A)).

IV.2.2. Monitoreo en Horario Diurno

El monitoreo en Horario Diurno (7:01 a 22:00) se llevó a cabo los días 06, 13, 20 y 27 del mes de julio del 2019; los resultados obtenidos se muestran a detalle en los anexos de la presente investigación, asimismo, los resultados de máximos y mínimos se muestran en el Cuadro N° 15.

Cuadro N° 15

Máximo y Mínimo del Monitoreo de Ruido Ambiental – Horario Diurno

Descripción	LAeqT (dbA)			
	6/07/2019	13/07/2019	20/07/2019	27/07/2019
Máximo	81,0	81,3	81,1	81,8
Mínimo	40,3	41,1	40,8	42,0

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tal como se aprecia en el anterior cuadro, el máximo nivel de ruido medido (81,8 dB) se dio el 27/07/2019 en la estación MuRu-26, la cual se ubica en la Av. Separadora Industrial. Por otra parte, el mínimo nivel de ruido medido (40,3 dB) se

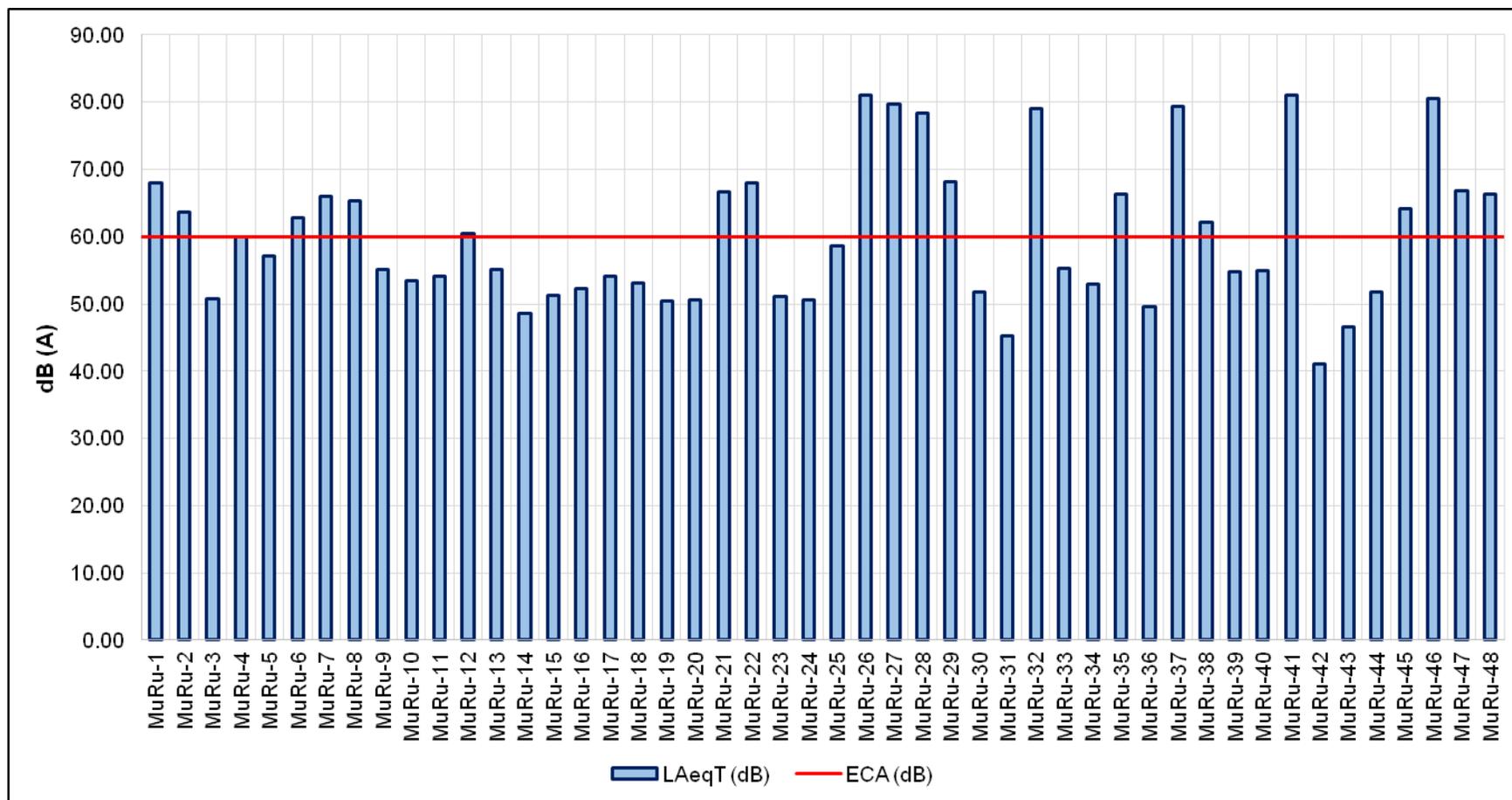
dio el 06/07/2019 en la estación MuRu-42, la cual se ubica en el parque La Roda dentro de la Urbanización Mayorazgo Chico.

Con la finalidad de comparar los resultados obtenidos en cada estación de monitoreo con el ECA – Ruido para Zona Residencial en Horario Diurno, el cual establece que los valores de LAeqT no deben exceder los 60 dB(A), se presenta el Gráfico N° 4.

Gráfico N° 4

Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con Ponderación A (LAeqT) – Julio 2019

ECA Ruido Zona Residencial – Horario Diurno



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Del gráfico mostrado, se puede observar que las mediciones de ruido ambiental en 21 estaciones superan los ECA-Ruido para Horario Diurno en Zona Residencial (60 dB), de estas 21 estaciones, la gran mayoría se encuentran en las avenidas Separadora Industrial, Javier Prado y Asturias.

IV.2.3. Monitoreo en Horario Nocturno

El monitoreo en Horario Nocturno (22:01 a 7:00) se llevó a cabo los días 07, 14, 21 y 28 del mes de julio del 2019; los resultados obtenidos se muestran a detalle en los anexos de la presente investigación, asimismo, los resultados de máximos y mínimos se muestran en el Cuadro N° 16.

Cuadro N° 16

Máximo y Mínimo del Monitoreo de Ruido Ambiental – Horario Nocturno

Descripción	LAeqT (dbA)			
	7/07/2019	14/07/2019	21/07/2019	28/07/2019
Máximo	55,4	55,2	54,8	56,0
Mínimo	33,1	32,3	32,1	34,1

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

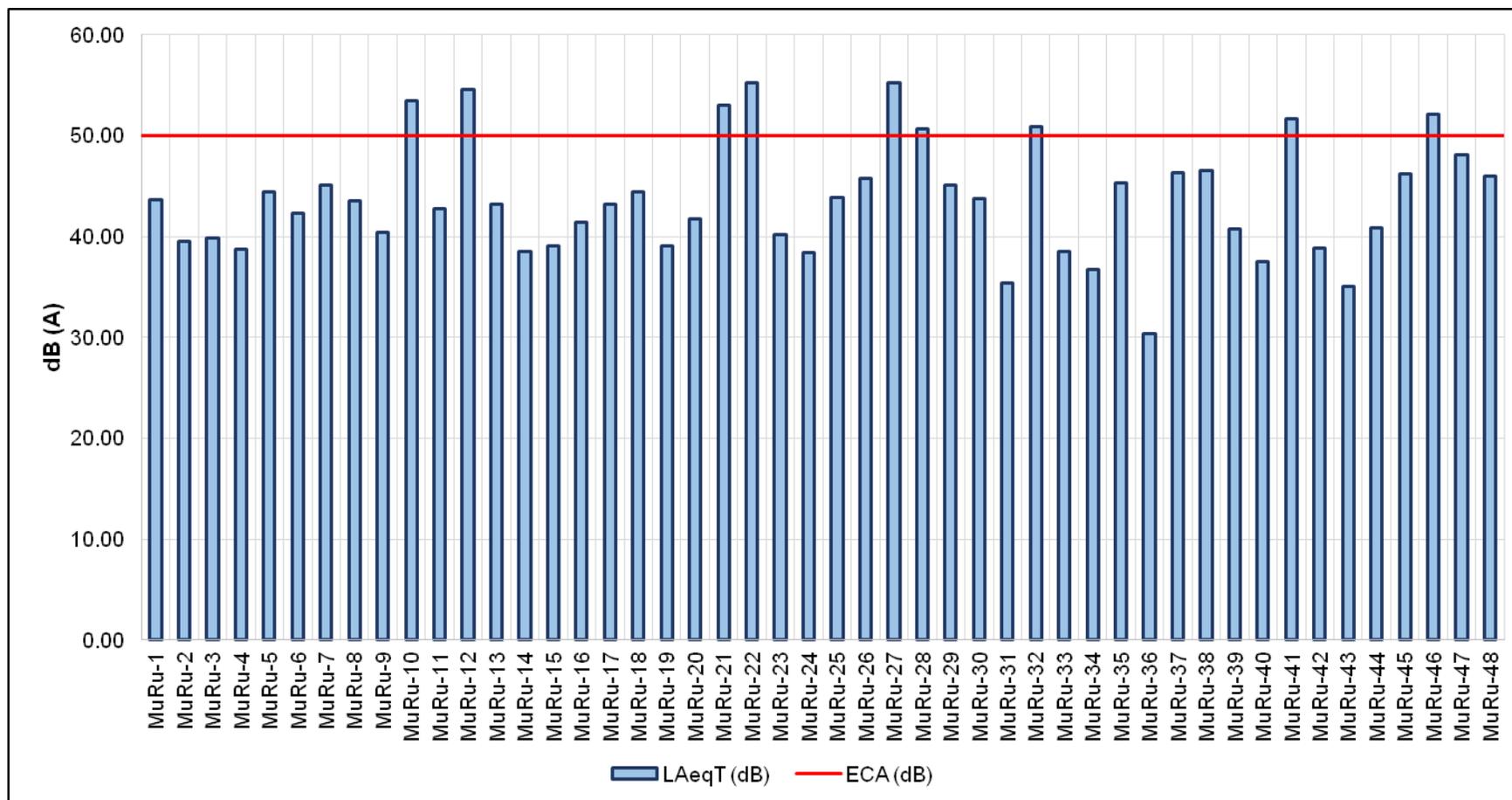
Tal como se aprecia en el anterior cuadro, el máximo nivel de ruido medido (56,0 dB) se dio el 28/07/2019 en la estación MuRu-22, la cual se ubica en la Av. Javier Prado. Por otra parte, el mínimo nivel de ruido medido (32,1 dB) se dio el 21/07/2019 en la estación MuRu-36, la cual se ubica en la calle Navarra dentro de la Urbanización Mayorazgo Chico.

Con la finalidad de comparar los resultados obtenidos en cada estación de monitoreo con el ECA – Ruido para Zona Residencial en Horario Nocturno, el cual establece que los valores de LAeqT no deben exceder los 50 dB(A), se presenta el Gráfico N° 5.

Gráfico N° 5

Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con Ponderación A (LAeqT) – Julio 2019

ECA Ruido Zona Residencial – Horario Nocturno



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Del gráfico mostrado, se puede observar que las mediciones de ruido ambiental en nueve (09) estaciones superan los ECA-Ruido para Horario Nocturno en Zona Residencial (50 dB), de estas nueve estaciones, la gran mayoría se encuentran en las avenidas Separadora Industrial, Javier Prado y Asturias.

IV.3. Zonificación de Ruido Ambiental en Mayorazgo Chico

Tal como se describió en el ítem III.6.4. de la presente investigación, la elaboración de los Mapas de Ruido de la urbanización Mayorazgo Chico se llevó a cabo mediante el uso del software ArcGIS con la herramienta kriging.

Los Mapas de Ruido elaborados permitieron representar, de manera espacial, como se distribuyen los niveles de presión sonora en la Urbanización Mayorazgo Chico. Asimismo, se pudo zonificar, mediante los mapas de ruido, la calidad de ruido ambiental en la urbanización Mayorazgo Chico, según el ECA – Ruido para Zona Residencial en Horario Diurno y Nocturno.

A continuación, se presentan los cuatro (04) Mapas de Ruido elaborados, de los cuales dos (02) representan curvas isofónicas en intervalos de 5 dB, de acuerdo a la Norma ISO 1996-2:1987; mientras que, que los dos (02) restantes son de la zonificación de acuerdo a la evaluación de la calidad de ruido ambiental en la Urbanización Mayorazgo Chico.

Hoja en blanco en representación del Mapa de Ruido Ambiental (ISO 1996-2:1987) Horario Diurno (M-03).

De acuerdo al Mapa de Ruido Ambiental (ISO 1996-2:1987) Horario Diurno (M-03) se pudo observar que, las curvas isófonas mayores se encuentran en la Av. Separadora Industrial donde se supera los 75 dB, mientras que el parque Divino Niño y el parque La Roda arrojan curvas menores de 50 dB.

Es importante precisar, que la finalidad de elaborar los mapas de ruido con isófonas con rango de 5 dB es detallar como se distribuyen los niveles de ruido en el ámbito espacial de investigación, a partir de estos mapas de ruido se zonificó de acuerdo a los ECA-Ruido.

Hoja en blanco en representación del Mapa de Ruido Ambiental (ISO 1996-2:1987) Horario
Nocturno (M-05).

De acuerdo al Mapa de Ruido Ambiental (ISO 1996-2:1987) Horario Nocturno (M-04) se pudo observar que, las curvas isófonas mayores se encuentran en la Av. Separadora Industrial donde se supera los 45 dB, mientras que el parque Divino Niño y el parque La Roda arrojan curvas menores de 40 dB.

Es importante precisar, que la finalidad de elaborar los mapas de ruido con isófonas con rango de 5 dB es detallar como se distribuyen los niveles de ruido en el ámbito espacial de investigación, a partir de estos mapas de ruido se zonificó de acuerdo a los ECA-Ruido.

A continuación, se presentan los Mapas de Zonificación de Ruido Ambiental según el ECA-Ruido para horario diurno y horario nocturno.

Hoja en blanco en representación del Mapa de Ruido Ambiental (ECA Ruido D.S. N° 085-2003-PCM) Horario Diurno (M-05).

De acuerdo al Mapa de Ruido Ambiental (ECA Ruido D.S. N° 085-2003-PCM) Horario Diurno (M-05) se pudo observar que, se identificaron dos zonas, una donde se supera el valor del ECA-Ruido (>60 dB) que se extiende por la Av. Separadora Industrial, la Av. Javier Prado y sectores de cruce de la Av. Asturias; mientras que la segunda zona, donde no se supera el valor del ECA-Ruido (<60 dB), se extiende en el interior de la Urbanización Mayorazgo Chico.

Es importante precisar que, la zona donde se supera los ECA-Ruido es donde se encuentra la mayor cantidad de tránsito, ya sea pesado, automóviles o buses.

Hoja en blanco en representación del Mapa de Ruido Ambiental (ECA Ruido D.S. N° 085-2003-PCM) Horario Nocturno (M-06).

De acuerdo al Mapa de Ruido Ambiental (ECA Ruido D.S. N° 085-2003-PCM) Horario Nocturno (M-06) se pudo observar que, se identificó una zona, donde no se supera el valor del ECA-Ruido (<50 dB).

Es importante precisar que, todo el ámbito espacial de investigación, según la zonificación realizada, se encuentra por debajo del valor establecido por los ECA-Ruido.

V. **Discusión de Resultados**

Pizarro, (2016), en su tesis: *Zonificación de Ruido Ambiental como Herramienta de Gestión Ambiental en el Hospital Nacional Hipólito Unánue*, diseñó la distribución de las estaciones de medición de ruido mediante el método de rejillas, donde cada línea distanciaba de otra en 50 m; llegó a la conclusión que los mapas elaborados a partir de dichas mediciones de nivel de presión sonora fueron de alta precisión por la gran cantidad de estaciones distribuidas en la extensión de su ámbito espacial (Hospital Nacional Hipólito Unánue).

La presente investigación también elaboró mapas de alta precisión (isófonas cada 5 dB) a partir de las 48 estaciones de medición de nivel de presión sonora distribuidas en la extensión de la Urbanización Mayorazgo Chico.

Baca y Seminario, (2012), en su tesis: *Evaluación de Impacto Sonoro en la Pontificia Universidad Católica del Perú*, elaboraron mapas de ruidos mediante la utilización del software Surfer V 10.00, a partir de mediciones de nivel de presión sonora en estaciones distribuidas en los interiores y alrededores de la PUCP; dicha investigación concluyó que la zona perimetral del campus universitario presenta altos niveles de presión sonora, donde resaltan al tránsito vehicular como principal factor de influencia.

Ttito, (2017), en su tesis: *Estimación de la Contaminación Acústica por Ruido Ambiental en la Zona 8C del Distrito de Miraflores – Lima*, elaboró Mapas de isófonas, mediante un modelamiento del ruido ambiental a partir del software ArcGIS 10.2, con la finalidad de corroborar la identificación de puntos críticos de generación de ruido en su zona de estudio; llegó a la conclusión que, según los mapas de ruido generados, se aprecia que ciertos factores como la alta presencia de

vehículos de servicio público, los centros de diversión, entre otros, determinan el ruido existente en la zona de estudio.

Lobos, (2008), en su tesis: *Evaluación del ruido ambiental en ciudad de Puerto Montt*, donde relacionó los niveles de ruido con las características urbanas y tráfico rodado de su zona de estudio, llegando a la conclusión que la principal fuente de ruido es el tráfico rodado, debido a que los mayores niveles registrados se asociaron a las principales vías de su zona de estudio.

Según los Mapas de Ruido elaborados para la presente investigación, los mayores niveles de presión sonora (>65 dB) se encuentran en los límites de la Urbanización Mayorazgo Chico, tales como la Avenida Separadora Industrial y la Avenida Javier Prado, lugares donde el tránsito de vehículos (livianos y pesados) es mucho mayor. En ese sentido, coincidimos con los autores antes descritos, que el tránsito vehicular es el mayor factor de influencia directa de generación de ruido.

Para mayor detalle, a continuación, se discuten los resultados de nivel de presión sonora para horario diurno y nocturno obtenidos en la presente investigación.

De acuerdo al Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental (R.M. N° 227-2013-MINAM), el método de rejillas para la distribución de estaciones de medición recomienda que la distancia entre las líneas de la rejilla debe variar entre 50 a 300 m. La presente investigación siguió los lineamientos descritos en el Protocolo en mención, así como los que se indican en las NTP relacionadas, es así que se obtuvo una red de estaciones de muestreo de 48 estaciones, distribuidas en el ámbito espacial, en lo posible cada 50 m.

Con respecto a las condiciones meteorológicas recomendadas por la NTP ISO 1996-2; la velocidad de viento debe oscilar entre 2 m/s a 5 m/s durante el día o más de 0,5

m/s en la noche y que no haya ningún tipo de precipitación durante el muestreo; se precisa que, la labor de campo (medición de nivel de presión sonora) se realizó ininterrumpidamente las fechas señaladas, debido a que no se presentó precipitación alguna. Asimismo, según los registros de la Estación Meteorológica Met-1, se obtuvo como resultado que el promedio de la velocidad del viento durante el periodo evaluado fue de 2,10 m/s, condicionando un ámbito favorable para la medición de nivel de presión sonora. Es importante precisar que, el resultado promedio de velocidad de viento antes señalado fue corroborado con la data de los años 2015 a 2018 de la Estación Meteorológica del SENAMHI “Von Humboldt”, ubicado en la Universidad Nacional Agraria La Molina, a una distancia aprox. de 3,2 km del ámbito espacial (Urbanización Mayorazgo Chico); dicha data indica que para el mes de junio se tiene una velocidad de viento promedio de 2,00 m/s.

De acuerdo a los registros presentados en el Cuadro N° 15, así como, en el Gráfico N° 4, para el horario diurno, las estaciones MuRu-1, MuRu-2, MuRu-6, MuRu-7, MuRu-8, MuRu-12, MuRu-21, MuRu-22, MuRu-26, MuRu-27, MuRu-28, MuRu-29, MuRu-32, MuRu-35, MuRu-37, MuRu-38, MuRu-41, MuRu-45, MuRu-46, MuRu-47 y MuRu-48 superan lo establecido en el ECA-Ruido para zona residencial (60 dBA); dichas estaciones se ubican en las avenidas Separadora Industrial, Javier Prado y Asturias, lugares donde hay mayor tránsito vehicular. El resto de estaciones de muestreo se encuentran dentro del rango establecido por el ECA-Ruido.

De acuerdo a los registros presentados en el Cuadro N° 16, así como, en el Gráfico N° 5, para el horario nocturno, las estaciones MuRu-10, MuRu-12, MuRu-21, MuRu-22, MuRu-27, MuRu-28, MuRu-32, MuRu-41 y MuRu-46 superan lo establecido en el ECA-Ruido para zona residencial (50 dBA), dichas estaciones se ubican en las avenidas Separadora Industrial y Javier Prado, lo que las relaciona al

tránsito vehicular; no obstante, dos de las estaciones anteriormente mencionadas se encuentran aledañas al parque Asturias y las calles Villalba y Gibraltar, donde eventualmente, los fines de semana se llevan a cabo eventos sociales (reuniones familiares, entre otros). El resto de estaciones de muestreo se encuentran dentro del rango establecido por el ECA-Ruido.

A partir de las mediciones obtenidas en las estaciones de muestreo, las cuales se llevaron a cabo una vez a la semana para el horario diurno y nocturno, lo que resultó en 4 mediciones en el mes de Julio de 2019, se elaboraron los mapas de zonificación de ruido, donde se consolidó los datos obtenidos de cada semana en un promedio mensual, esto fue posible debido a que los valores obtenidos en cada fecha de monitoreo no varían significativamente.

De acuerdo a los mapas elaborados, para el horario diurno, las zonas de la urbanización Mayorazgo Chico que están más expuestas a los altos niveles de presión sonora (>75 dB) son las viviendas que se ubican en la Avenida Separadora Industrial, esto se debe a que es esta avenida por donde hay mayor tránsito de vehículos pesados. Asimismo, las viviendas que se ubican en la avenida Javier Prado también están expuestas a niveles de presión sonora (>65 dB) que superan los ECA-Ruido, y en menor grado (>60 dB) las que se ubican en la avenida Asturias.

Con respecto al horario nocturno, las zonas de la urbanización Mayorazgo Chico que están expuestas a niveles de presión sonora más altos son las viviendas ubicadas en las avenidas Separadora Industrial y Javier Prado, además de las que se ubican cercanas a zonas específicas del Parque Asturias; sin embargo, es importante precisar que estos niveles de presión sonora no superan lo establecido por los ECA-Ruido (50 dB).

VI. Conclusiones

- Los niveles de presión sonora en la urbanización Mayorazgo Chico, de acuerdo a la zonificación elaborada en la presente investigación, se distribuyen de manera que los más altos se encuentran en los límites (avenidas Separadora Industrial y Javier Prado), donde se supera los ECA-Ruido (>60 dB), y los más bajos se ubican en el interior de la urbanización (parques La Roda y Divino Niño), donde no se supera los ECA-Ruido (<60 dB), es así que, para el horario diurno, los valores obtenidos no cumplen con lo establecido en los ECA-Ruido para zona residencial, mientras que los obtenidos para el horario nocturno, si se encuentran en el rango establecido.

En ese sentido, se puede determinar, que la calidad de ruido ambiental en la urbanización Mayorazgo Chico es regular en horario diurno, con un máximo de 80 dB y un mínimo de 40 dB, mientras que para horario nocturno es óptima, con un máximo de 50 dB y un mínimo de 35 dB.

- De acuerdo al recorrido del ámbito espacial, se identificó al tránsito vehicular en las avenidas Separadora Industrial y Javier Prado como potenciales generadores de ruido, esto fue corroborado con los mapas de ruido elaborados, donde las zonas con mayor presión sonora coinciden con las mencionadas avenidas. Siendo, el tránsito vehicular el principal factor de influencia del ruido ambiental en la zona de estudio.
- Se siguieron los lineamientos del Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido y las NTP relacionadas para la elaboración de un Mapa de Ruido, es así que se empleó el método de rejillas, cuyas líneas fueron separadas cada 50 m, concluyéndose en

una red de 48 estaciones de muestreo, cuyos resultados obtenidos permitieron la elaboración de dos (02) mapas de ruido de alta precisión de la zona de estudio.

VII. Recomendaciones

- Considerar el diseño de red de estaciones de monitoreo, empleada en la presente investigación, como base metodológica, para la elaboración de zonificaciones de ruido ambiental, por medio de mapas de ruido a nivel detallado como en urbanizaciones, centros de salud, residenciales, entre otros.
- Realizar charlas de orientación en contaminación sonora y efectos en la salud, encuestas de percepción de impactos y/o efectos, y monitoreos de ruido ambiental con frecuencia mínima semestral en la Avenida Separadora Industrial aledaña a la Urbanización Mayorazgo Chico, con la finalidad de llevar un control de la calidad de ruido ambiental.
- Si bien es cierto la Municipalidad de Ate cuenta con ordenanzas, en las cuales se establecen las sanciones específicas cuando se generan disturbaciones de ruido, es importante, a su vez, coordinar activamente con la Municipalidad Metropolitana de Lima, el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) en diseñar planes vehiculares aplicados a las avenidas metropolitanas (como es el caso de la Avenida Separadora Industrial), donde se establezcan no solo sanciones adecuadas, ya sean administrativas y/o de mayor rigurosidad, sino también horarios para el tránsito de vehículos pesados, que son los principales generadores de ruido.
- Diseñar un sistema de mitigación de ruido ambiental, como barreras acústicas naturales, tal es el caso de árboles, en la Avenida Separadora Industrial y en la Avenida Asturias, de manera que los impactos por contaminación sonora sean reducidos.

VIII. Referencias

- Baca Berrío, W., & Seminario Castro, S. (2012). *Evaluación de impacto sonoro en la Pontificia Universidad Católica del Perú*. Lima-Perú.
- Bruel & Kjaer. (2000). *Ruido ambiental, Sound & Vibration Measurement A/S*.
- Delgado & Martínez. (2015). *Elaboración del mapa de ruido del área urbana de la Ciudad de Cuenca – Ecuador, empleando la técnica de interpolación geoestadística Kriging*. Cuenca-Ecuador.
- Directiva 2002/49/CE. (2002). *Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental*. Unión Europea.
- D.S. N° 085-2003-PCM. (2003). *Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido*. Lima-Perú.
- Harris Cyril. (1995). *Manual de medidas Acústicas y Control de Ruido, Vol I y II*.
- Lobos Vega, V. (2008). *Evaluación del ruido ambiental en la ciudad de Puerto Montt*. Valdivia-Chile.
- MINAM. (2013). *Prepublicación del Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental*. R.M. N° 227-2013-MINAM. Lima-Perú.
- NTP 854.001-1. (2012). *Métodos para el registro del nivel de la presión sonora. Parte 1: Medición del ruido ambiental para estudios de impacto ambiental acústico*. Lima-Perú.
- NTP 854.001-3. (2012). *Métodos para el registro de nivel de la presión sonora. Parte 3: Mapas de simulación de la propagación sonora. Requisitos mínimos*. Lima-Perú.

- NTP-ISO 1996-1. (2007). *Índices Básicos y Procedimientos de Evaluación*. Lima-Perú.
- NTP-ISO 1996-2. (2008). *Determinación de los niveles de Ruido Ambiental*. Lima-Perú.
- NTP-ISO/TR 25417. (2009). *ACÚSTICA. Definiciones de los índices básicos y términos*. Lima-Perú.
- Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía. (2010). *Ruido y Salud*. Andalucía-España.
- OEFA. (2016). *La Contaminación Sonora en Lima y Callao*. Lima-Perú.
- Olaya, V. (2014). *Sistemas de Información Geográfica*. Madrid-España.
- Pizaro García, J. (2016). *Zonificación de Ruido Ambiental como Herramienta de Gestión Ambiental en el Hospital Nacional Hipólito Unánue*. Lima-Perú.
- Ripoll Gimeno, S. (2010). *Evolución de la contaminación acústica provocada por el tráfico de N-332 en Altea*. Gandia-España.
- Rivas, J. & Ariza, H. (2007). *Tratado de Otología y Audiología*. Bogotá-Colombia.
- Suarez, C., Gil-Carcedo, L., Marco, J., Medina, J., Ortega, P. & Trinidad, J. (2007). *Tratado de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello*. Madrid-España.
- Torres Domínguez, D. (2013). *Sonophone: Desarrollo y Evaluación de un sonómetro profesional para iOS*. Madrid-España.
- Ttito Moya, E. (2017). *Estimación de la Contaminación Acústica por Ruido Ambiental en la Zona 8C del Distrito de Miraflores – Lima*. Lima-Perú.
- Young, H. & Freedman, R. (2009). *Física Universitaria, Vol. I, Decimosegunda edición*. México D.F.-México.

IX. Anexos

Parámetros meteorológicos en Met-1

	Temperatura (°C)	Velocidad de Viento (m/s)	Dirección de Viento
15:00:00	20,00	1,30	SW
16:00:00	20,00	0,90	SW
17:00:00	20,00	0,90	SW
18:00:00	20,00	0,00	N
19:00:00	20,00	2,20	SW
20:00:00	20,00	1,80	SW
21:00:00	23,00	4,00	SW
22:00:00	22,00	3,60	NW
23:00:00	20,00	0,90	NW
00:00:00	20,00	0,90	NW
01:00:00	20,00	0,00	N
02:00:00	20,00	0,90	SW
03:00:00	21,00	0,90	SW
04:00:00	20,00	1,30	W
05:00:00	20,00	1,30	W
06:00:00	20,00	2,20	W

Continuación

	Temperatura (°C)	Velocidad de Viento (m/s)	Dirección de Viento
07:00:00	20,00	1,80	W
08:00:00	23,00	4,00	W
09:00:00	22,00	3,60	SW
10:00:00	22,00	3,10	SW
11:00:00	22,00	2,70	SW
12:00:00	25,00	4,50	SW
13:00:00	23,00	4,00	SW
14:00:00	22,00	3,60	SW

FUENTE: REPSOL**Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con Ponderación A (LAeqT)****Horario Diurno – Julio 2019**

Estación	LAeqT (dbA)			
	6/07/2019	13/07/2019	20/07/2019	27/07/2019
MuRu-1	68,4	67,6	68,0	68,2
MuRu-2	64,1	63,3	63,1	64,3
MuRu-3	51,1	50,3	50,1	51,3
MuRu-4	60,2	59,5	59,1	60,6
MuRu-5	56,9	57,2	57,0	57,6
MuRu-6	63,1	62,9	62,2	62,7
MuRu-7	65,6	65,9	66,2	66,1
MuRu-8	65,3	65,2	65,0	65,7
MuRu-9	54,4	55,5	55,4	55,1
MuRu-10	53,1	52,9	53,4	54,5
MuRu-11	53,7	53,1	54,2	55,6

Continuación

Estación	LAeqT (dbA)			
	6/07/2019	13/07/2019	20/07/2019	27/07/2019
MuRu-12	61,1	60,5	60,3	60,1
MuRu-13	55,7	55,5	54,7	54,4
MuRu-14	49,7	48,9	48,1	47,6
MuRu-15	50,4	51,5	51,3	51,6
MuRu-16	52,6	52,3	51,5	52,7
MuRu-17	53,4	54,2	53,8	55,0
MuRu-18	51,7	53,4	53,2	54,0
MuRu-19	50,3	50,5	50,3	50,6
MuRu-20	50,2	50,0	50,7	51,6
MuRu-21	66,9	66,3	66,2	67,4
MuRu-22	68,0	67,7	67,6	68,8
MuRu-23	50,7	51,2	51,0	51,7
MuRu-24	51,1	50,8	50,2	50,5
MuRu-25	58,0	58,7	58,4	59,6
MuRu-26	80,2	81,3	81,1	81,8
MuRu-27	79,9	79,7	79,2	80,4
MuRu-28	78,5	78,0	78,7	78,4
MuRu-29	67,8	67,9	67,7	68,8
MuRu-30	50,2	50,6	52,4	53,6
MuRu-31	45,5	44,9	44,7	45,9
MuRu-32	79,5	78,6	78,4	79,7
MuRu-33	55,4	54,6	54,9	56,1
MuRu-34	53,3	52,5	52,3	53,5
MuRu-35	66,8	66,0	65,7	66,9
MuRu-36	52,2	51,4	51,2	43,2
MuRu-37	79,7	79,0	78,6	79,8
MuRu-38	62,7	61,9	61,7	62,2
MuRu-39	54,0	54,8	54,6	55,8
MuRu-40	54,5	54,8	54,6	55,8
MuRu-41	80,6	81,2	81,0	81,3
MuRu-42	40,3	41,1	40,8	42,0
MuRu-43	47,0	46,3	46,1	47,3
MuRu-44	52,2	51,5	51,4	51,8
MuRu-45	63,5	64,0	63,8	65,0
MuRu-46	81,0	80,6	80,4	79,9
MuRu-47	67,0	66,9	66,2	67,4
MuRu-48	67,1	66,4	65,9	65,6

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con Ponderación A (LAeqT)

Horario Nocturno – Julio 2019

Estación	LAeqT (dbA)			
	7/07/2019	14/07/2019	21/07/2019	28/07/2019
MuRu-1	43,60	42,80	43,00	45,20
MuRu-2	39,90	39,10	38,90	40,10
MuRu-3	40,30	39,50	39,30	40,50
MuRu-4	39,10	38,40	38,00	39,50
MuRu-5	44,10	44,40	44,20	44,80
MuRu-6	42,70	42,50	41,80	42,30
MuRu-7	44,80	45,10	45,40	45,30
MuRu-8	43,50	43,40	43,20	43,90
MuRu-9	39,70	40,80	40,70	40,40
MuRu-10	53,12	52,92	53,42	54,52
MuRu-11	42,30	41,70	42,80	44,20
MuRu-12	55,20	54,60	54,40	54,20
MuRu-13	43,80	43,60	42,80	42,50
MuRu-14	39,60	38,80	38,00	37,50
MuRu-15	38,30	39,40	39,20	39,50
MuRu-16	41,70	41,40	40,60	41,80
MuRu-17	42,50	43,30	42,90	44,10
MuRu-18	43,10	44,80	44,60	45,40
MuRu-19	38,90	39,10	38,90	39,20
MuRu-20	41,30	41,10	41,80	42,70
MuRu-21	53,20	52,60	52,50	53,70
MuRu-22	55,20	54,90	54,80	56,00
MuRu-23	39,70	40,20	40,00	40,70
MuRu-24	38,90	38,60	38,00	38,30
MuRu-25	43,20	43,90	43,60	44,80
MuRu-26	44,90	46,00	45,80	46,50
MuRu-27	55,40	55,20	54,70	55,90
MuRu-28	50,80	50,30	51,00	50,70
MuRu-29	44,80	44,90	44,70	45,80
MuRu-30	42,30	42,70	44,50	45,70
MuRu-31	35,60	35,00	34,80	36,00
MuRu-32	51,30	50,40	50,20	51,50
MuRu-33	38,70	37,90	38,20	39,40

Continuación

Estación	LAeqT (dbA)			
	7/07/2019	14/07/2019	21/07/2019	28/07/2019
MuRu-34	37,10	36,30	36,10	37,30
MuRu-35	45,80	45,00	44,70	45,90
MuRu-36	33,10	32,30	32,10	34,10
MuRu-37	46,80	46,10	45,70	46,90
MuRu-38	47,10	46,30	46,10	46,60
MuRu-39	39,90	40,70	40,50	41,70
MuRu-40	37,10	37,40	37,20	38,40
MuRu-41	51,30	51,90	51,70	52,00
MuRu-42	38,10	38,90	38,60	39,80
MuRu-43	35,40	34,70	34,50	35,70
MuRu-44	41,30	40,60	40,50	40,90
MuRu-45	45,60	46,10	45,90	47,10
MuRu-46	52,60	52,20	52,00	51,50
MuRu-47	48,20	48,10	47,40	48,60
MuRu-48	46,90	46,20	45,70	45,40

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA