

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS



**“EVALUACIÓN Y PERCEPCIÓN SOCIAL DEL RUIDO
AMBIENTAL GENERADO POR EL TRÁNSITO VEHICULAR
EN LA ZONA COMERCIAL DEL DISTRITO DE LURÍN”**

Presentado por:

Luis Ricardo Licla Tomayro

Tesis para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

Lima – Perú

2016

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS

**“EVALUACIÓN Y PERCEPCIÓN SOCIAL DEL RUIDO
AMBIENTAL GENERADO POR EL TRÁNSITO VEHICULAR
EN LA ZONA COMERCIAL DEL DISTRITO DE LURÍN”**

Presentado por:

Luis Ricardo Licla Tomayro

Tesis para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

Sustentado y Aprobado por el siguiente jurado:

Mg. Educ. Julio Guevara Injoque

PRESIDENTE

Lic. Fis. Juan Pesantes Rojas

MIEMBRO

Mg. Sc. Wilfredo Baldeón Quispe

MIEMBRO

M. Sc. Luis Yoza Yoza

ASESOR

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Félix y Nimia, a mis hermanas y a mi familia en general por su entera confianza y apoyo incondicional.

Al ingeniero Luis Yoza Yoza, profesor del departamento de ingeniería ambiental, física y meteorología, quien bajo su asesoría se logró culminar el presente trabajo de investigación.

A los miembros del jurado por su orientación y apoyo durante el desarrollo de la investigación.

A la Corporación de Servicios Ambientales (CSAM), por apoyarme con los instrumentos de medición.

A la subgerencia de limpieza pública y medio ambiente, a la subgerencia de planeamiento urbano y catastro, y a la subgerencia de tecnologías de la información de la municipalidad distrital de Lurín por su apoyo durante las actividades desarrolladas en la zona comercial, en especial al Ingeniero Christopher Ernesto de Jesús.

Y a todas las personas que de alguna manera me orientaron y apoyaron durante la elaboración y culminación del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Justificación	2
1.2. Objetivos de la investigación	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. El sonido	4
2.2. Naturaleza del sonido.....	4
2.3. Generación y transmisión del sonido.....	5
2.4. Ondas sonoras y propagación del sonido.....	6
2.5. Propiedades de las ondas sonoras	6
2.5.1. Frecuencia	7
2.5.2. Periodo	7
2.5.3. Amplitud.....	7
2.5.4. Velocidad	7
2.5.5. Longitud de onda.....	8
2.6. Cualidades del sonido	8
2.6.1. Altura o tono.....	9
2.6.2. Intensidad	9
2.6.3. Timbre	10
2.7. Constitución anatómica y función del oído	11
2.7.1. Oído externo.....	12
2.7.2. Oído medio.....	12
2.7.3. Oído interno.....	13
2.8. Psicofísica de la audición.....	15
2.8.1. Campo auditivo	15
2.8.2. Sensación sonora.....	18
2.9. Unidades de medida.....	20
2.10. Ruido.....	21
2.11. Ruido ambiental.....	21
2.12. Fuentes de ruido urbano.....	21
2.12.1. Tránsito vehicular.....	21
2.12.2. Industrias	22
2.12.3. Tránsito aéreo.....	23

2.12.4. Otras fuentes.....	23
2.13. Contaminación sonora	23
2.14. Efectos a la salud	24
2.14.1. Malestar.....	24
2.14.2. Pérdida de concentración y problemas de conducta.....	25
2.14.3. Efectos en el sueño.....	25
2.14.4. Interferencia con la comunicación	25
2.14.5. Efectos en la audición	26
2.14.6. Estrés	26
2.15. Medición de ruido.....	27
2.15.1. Sonometro	27
2.15.2. Descriptores de ruido	28
2.15.3. Ponderaciones de tiempo.....	29
2.15.4. Ponderación en frecuencia	30
2.16. Marco legal	31
2.16.1. DS N° 085-2003-PCM	31
2.16.2. AMC N° 031-2011-MINAM/OGA.....	31
2.16.3. NTP 1996-1:2007 Parte 1.....	32
2.16.4. NTP 1996-2:2008 Parte 2.....	32
2.16.5. Ordenanza N°301-2015/ML.....	32
III. MATERIALES Y MÉTODOS	34
3.1. Área de estudio	34
3.1.1. Ubicación	34
3.1.2. Clima y geología	35
3.1.3. Población y dinámica poblacional.....	35
3.1.4. Comercio distrital.....	36
3.1.5. Vialidad y acceso	37
3.2. Materiales y equipos	38
3.2.1. Materiales	38
3.2.2. Equipos.....	38
3.3. Metodología.....	39
3.3.1. Monitoreo de ruido ambiental.....	39
3.3.2. Medición de las condiciones meteorológicas.....	42
3.3.3. Determinación de la composición del tráfico vehicular.....	43

3.3.4. Desarrollo de la prueba de hipótesis	44
3.3.5. Mapas de ruido ambiental	45
3.3.6. Definición de las áreas de riesgo acústico.....	45
3.3.7. Percepción del ruido ambiental en la zona comercial	46
3.3.8. Planteamiento de medidas de mitigación del ruido ambiental.....	49
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	50
4.1. Monitoreo del ruido ambiental.....	50
4.2. Medición de las condiciones meteorológicas	56
4.3. Composición del tráfico vehicular	59
4.4. Prueba de hipótesis	61
4.5. Mapas de ruido ambiental.....	62
4.6. Mapa de riesgo acústico.....	68
4.7. Encuesta de percepción del ruido ambiental.....	70
4.7.1. Datos sociodemográficos	70
4.7.2. Sensibilidad al ruido.....	73
4.7.3. Fuentes del ruido en la zona comercial	73
4.7.4. Efectos generados por el ruido ambiental	74
4.7.5. Valoración del ambiente de trabajo.....	76
4.7.6. Otros	79
4.8. Plan de mitigación de ruido ambiental	80
4.8.1. Introducción	80
4.8.2. Objetivos	80
4.8.3. Responsabilidad administrativa.....	81
4.8.4. Medidas de prevención y mitigación	81
4.8.5. Monitoreo y seguimiento	89
V. CONCLUSIONES.....	91
VI. RECOMENDACIONES.....	93
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94
VIII. ANEXOS.....	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01: Presión atmosférica y presión acústica	5
Figura 02: Diagrama Esquemática en la transmisión del sonido.....	5
Figura 03: Efecto de los obstáculos en la propagación	6
Figura 04: Amplitud de una onda sonora	7
Figura 05: Longitud de una onda sonora	8
Figura 06: Representación de un tono agudo y un tono grave	9
Figura 07: Representación de un sonido suave y un sonido fuerte	10
Figura 08: Representación de diferentes timbres sonoros	11
Figura 09: Representación del Oído	12
Figura 10: Fisiología del oído medio.....	13
Figura 11: Esquema del oído interno.....	14
Figura 12: Órgano de Corti.....	15
Figura 13: Campo Auditivo.....	16
Figura 14: Umbral de audibilidad.....	16
Figura 15: Umbrales de audibilidad según la edad de los sujetos	17
Figura 16: Curvas de igual sonoridad.....	19
Figura 17: Representación L_{eq} del Niveles de percentiles L_{10} y L_{90}	29
Figura 18: Curvas de ponderación A, B y C en dB	30
Figura 19: Ubicación de la zona de estudio.....	34
Figura 20: Resultados del Monitoreo de ruido ambiental en el periodo de 08:00 - 10:00 ..	51
Figura 21: Resultados del Monitoreo de ruido ambiental en el periodo de 12:00 - 02:00 ..	52
Figura 22: Resultados del Monitoreo de ruido ambiental en el periodo de 04:00 - 06:00 ..	53
Figura 23: Nivel de presión sonora promedio de los tres periodos de monitoreo	54
Figura 24: Comparación del L_{Aeq} y el ECA en la zona comercial.....	54
Figura 25: Comparación del L_{Aeq} y el ECA en la zona de protección especial y zona residencial.....	55
Figura 26: Variación de la Temperatura ambiental (°C)	56
Figura 27: Variación de la Humedad (%).....	57
Figura 28: Variación de la Velocidad del viento (m/s)	57
Figura 29: Comportamiento de la dirección del viento	58
Figura 30: Variación de la presión atmosférica (mb)	58
Figura 31: Volumen de circulación en la antigua panamericana sur y av. San Pedro.....	60

Figura 32: Volumen de circulación en las vías secundarias	60
Figura 33: Grafica de distribución T	61
Figura 34: Distribución de los encuestados según el sexo	70
Figura 35: Distribución de los encuestados según la edad	71
Figura 36: Distribución de los encuestados según el nivel de estudios.....	71
Figura 37: Distribución de los encuestados según el tiempo de trabajo.....	72
Figura 38: Distribución de los encuestados según las horas de trabajo.....	72
Figura 39: Sensibilidad de los comerciantes al ruido	73
Figura 40: Fuentes de ruido en la zona comercial	73
Figura 41: Efectos fisiológicos generados por el ruido ambiental	75
Figura 42: Actividades interrumpidas por el ruido ambiental.....	76
Figura 43: Percepción del ruido ambiental durante el mañana y la tarde.....	76
Figura 44: Percepción del efecto del ruido ambiental en la salud de los comerciantes	77
Figura 45: Percepción del efecto del ruido ambiental en el bienestar y/o confort	77
Figura 46: Percepción del efecto del ruido ambiental en las actividades comerciales.....	78
Figura 47: Satisfacción del ambiente acústico	79
Figura 48: Percepción de las medidas implementadas por la Municipalidad de Lurín.....	79
Figura 49: Medidas de mitigación propuestas	80
Figura 50: Ruta actual de los vehículos pesados	82
Figura 51: Ruta restringida de los vehículos pesados.....	83
Figura 52: Ruta actual y sugerida de taxis colectivos	85
Figura 53: Distribución de las estaciones de monitoreo.....	89
Figura 54: Composición del tránsito vehicular en la avenida San Pedro	104
Figura 55: Composición del tránsito vehicular en el Jr. Prolongación Tarapacá.....	105
Figura 56: Composición del tránsito vehicular en la Antigua Panamericana Sur	106
Figura 57: Composición del tránsito vehicular en la Antigua Panamericana Sur	107
Figura 58: Composición del tránsito vehicular en Jr. Castilla.....	108
Figura 59: Gráfica de probabilidad normal	110
Figura 60: Resultados de la prueba t de student	111
Figura 61: Prueba T de student (21gl)	112
Figura 62: Monitoreo en la antigua panamericana sur con Jr. Bolognesi	125
Figura 63: Monitoreo en la antigua panamericana sur con Jr. Moore	125
Figura 64: Cumplimentación de encuestas en el Mercado Virgen de las Mercedes	126
Figura 65: Cumplimentación de encuestas en el Mercado Virgen de las Mercedes	126

Figura 66: Cumplimentación de encuestas en el Mercado Lurín center	127
Figura 67: Tránsito vehicular en la antigua panamericana sur con Jr. Tarapacá.....	127
Figura 68: Tránsito vehicular en la entrada al mercado Virgen de las Mercedes	128
Figura 69: Tránsito vehicular en la antigua panamericana sur con Jr. Moore.....	128

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Sonidos típicos expresados en decibeles (dB) y micropascalas (μPa)	20
Tabla 02: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido en dBA.....	31
Tabla 03: Niveles máximos de ruido en el ambiente en el distrito de Lurín.....	33
Tabla 04: Crecimiento de la Población de Lurín en el periodo 1940 - 2016.....	36
Tabla 05: Coordenadas UTM de las estaciones de monitoreo	39
Tabla 06: Ubicación de la estación meteorológica automática	42
Tabla 07: Resultados del monitoreo del ruido ambiental	50
Tabla 08: Condiciones meteorológicas en el área de estudio	56
Tabla 09: Escala de colores ISO 1996-2:1987	62
Tabla 10: L_{Aeq} registrado estaciones de monitoreo distribuidas en la zona comercial	109
Tabla 11: Correlación ítem-total.....	114
Tabla 12: Prueba de KMO y Barlett.....	115
Tabla 13: Varianza total explicada	116
Tabla 14: Matriz de componentes rotados.....	117
Tabla 15: Matriz de componentes rotados final	118
Tabla 16: Estadísticas de confiabilidad	118
Tabla 17: Ítems evaluados mediante el análisis factorial exploratorio.....	120

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Planos.....	98
Anexo 2: Resultados del conteo de tránsito vehicular.....	103
Anexo 3: Análisis estadístico de los resultados del monitoreo de ruido ambiental	109
Anexo 4: Validación de constructo de la encuesta de percepción del ruido ambiental.....	113
Anexo 5: Encuesta de percepción del ruido ambiental.....	121
Anexo 6: Registro fotográfico	125

RESUMEN

En la presente investigación se evaluó el ruido ambiental generado por el tránsito vehicular en la zona comercial del distrito de Lurín, mediante el monitoreo de ruido ambiental y un estudio de percepción mediante encuestas. Los resultados obtenidos del monitoreo de ruido ambiental muestran que en 21 de las 22 estaciones de monitoreo distribuidas en la zona comercial los niveles de presión sonora registrados superan los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido; registrándose los mayores niveles de presión en las estaciones de monitoreo ubicadas a lo largo de la avenida San Pedro y antigua panamericana sur, las cuales son las principales vías de acceso a la zona comercial. Asimismo, se encontró que el 57% del área de la zona comercial se encuentra en riesgo acústico, siendo las áreas contiguas a la antigua panamericana sur las áreas más afectadas, es por ello que también se plantearon medidas de mitigación para reducir los niveles de ruido ambiental presentes en la zona comercial y preservar la salud y bienestar de los comerciantes que laboran en la zona comercial. Por otro lado, los resultados del estudio de percepción muestran que la principal fuente de molestia es el ruido generado por el tránsito vehicular seguido del ruido que generan las personas (ambulantes, uso de megáfonos, uso de parlantes, etc.), asimismo, entre los efectos que genera el ruido ambiental la interferencia en la comunicación, y la disminución del rendimiento y concentración son los efectos que se presentan con mayor frecuencia en la zona comercial.

Palabras claves: Ruido, Contaminación acústica, Encuesta, Lurín, Mapas de ruido

SUMMARY

In the present investigation was evaluated the environmental noise generated by the traffic traffic in the commercial area of Lurín's district, by means of the monitoring of environmental noise and a study of perception of the environmental noise by means of surveys. The results obtained of the monitoring of environmental noise show that in 21 of 22 stations of monitoring distributed in the commercial area the sound pressure levels registered overcome the national standards of environmental quality for noise; registering the highest levels of pressure in the monitoring stations located along the San Pedro avenue and old Panamericana South, which are the main access roads to the commercial area. Likewise, it was found that 57% of the commercial area is in risk of acoustic, being the areas contiguous to the old Panamericana south the most affected, so mitigation measures were presented to reduce the environmental noise levels in the commercial area and to preserve the health and wellness of the morkers who work in the commercial area. Moreover, the results of the study of perception show that the principal source of inconvenience is the noise generated by the traffic traffic followed by the noise that there generate the persons (peddlers, megaphones, speakers, etc.), Likewise, between the effects that the environmental noise generates the interference in the communication and the decrease of the performance and concentration they are the effects that they present with major frequency in the commercial area.

Keywords: Noise, Noise pollution, Survey, Lurín, Noise maps

I. INTRODUCCIÓN

Todos los días bajo diferentes circunstancias, nos vemos expuestos a una serie de agentes contaminantes que pueden resultar perjudiciales para nuestra salud, uno de estos contaminantes es el ruido. El ruido ha existido desde la antigüedad, pero es a partir del siglo XIX como consecuencia de la revolución industrial, el proceso de urbanización de las ciudades y el desarrollo de nuevos medios de transporte, que el ruido pasa a convertirse en uno de los contaminantes más molestos de la sociedad moderna.

El ruido es reconocido como un agente contaminante desde el año 1972 en el congreso de Medio Ambiente organizado por las Naciones Unidas en Estocolmo, y en la actualidad es considerado una de las principales formas de contaminación urbana y una de las que ocasiona mayores molestias en la población (Berglund et al. 1999). Por este motivo se han realizado diversos estudios de evaluación del ruido ambiental en diferentes ciudades del mundo, los cuales que han demostrado que el ruido produce una serie de efectos negativos sobre la salud de las personas y perturba el desarrollo de sus actividades.

Por otro lado, estudios realizados por Martín et al. (2003) y Herrera et al. (2007) ponen en manifiesto que la percepción del ruido y las molestias que origina ruido no dependen solo de parámetros físicos como nivel de presión sonora, espectro de frecuencias y evolución temporal, sino también de otros parámetros subjetivos inherentes a las personas, las cuales solamente pueden ser evaluadas mediante estudios de percepción del ruido ambiental, es por ello que estos estudios han tomado una gran importancia en la evaluación y gestión del ruido ambiental en estos últimos años.

El ruido es generado por diversas fuentes como las actividades industriales, comerciales, de transporte y recreativas, siendo el ruido generado por el tránsito vehicular una de las principales fuentes de contaminación sonora en las ciudades, pues el ruido generado por el tránsito vehicular es producto de la necesidad de movilización diaria de millones de personas a su centro de trabajo, estudios, etc., además de los requerimientos de transporte para soporte del sistema industrial, comercial, de servicios y administrativo (Suasaca, 2014).

En las últimas décadas, se ha venido consolidado el desarrollo económico en el distrito de Lurín. Por su ubicación estratégica, la zona comercial del distrito constituye uno de los principales centros de abastecimiento y comercialización de productos y servicios de la zona sur de Lima. Sin embargo, producto del desarrollo económico en el distrito el tránsito vehicular en las vías principales y secundarias que articulan la zona comercial del distrito se ha intensificado en los últimos años, lo cual constituye una fuente continua de ruido, que viene generando una serie de efectos adversos a la salud de los comerciantes que laboran en la zona comercial del distrito y perturbando el desarrollo normal de sus actividades comerciales.

En este sentido, el presente estudio buscó evaluar el ruido ambiental generado por el tránsito vehicular y la percepción social en la zona comercial del distrito de Lurín, comparando los resultados con los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido. Asimismo también se buscó definir las áreas más expuestas al ruido ambiental mediante un mapa de riesgo acústico y establecer un plan de mitigación del ruido ambiental en la zona comercial del distrito de Lurín.

1.1. JUSTIFICACIÓN

La contaminación sonora generada por el tránsito vehicular constituye uno de los principales problemas medioambientales en el distrito de Lurín, siendo la zona comercial del distrito la zona en donde se generan los mayores niveles de ruido ambiental después de la zona industrial. Esta situación viene provocando una serie de efectos adversos a la salud de los comerciantes que laboran en la zona comercial y perturbando el desarrollo de sus actividades.

Pese a ello, hasta el momento las autoridades ambientales locales no han realizado ningún estudio de ruido ambiental que permita conocer los niveles de presión sonora que se generan en la zona comercial y definir las áreas de riesgo acústico, lo cual constituye un impedimento en la gestión de ruido ambiental en el distrito de Lurín y un problema que ponen en riesgo la salud y bienestar de los comerciantes que laboran en la zona comercial.

Asimismo, se prevé que la actividad comercial se va intensificar en los próximos años por la construcción del centro comercial Tambo plaza Lima sur lo cual va generar un mayor tránsito vehicular en las principales vías que articulan la zona comercial (avenida San Pedro y antigua panamericana sur), por lo que es necesario disponer de información a fin de que

las autoridades locales competentes puedan establecer las medidas necesarias a fin mitigar los niveles de ruido ambiental que se generan en la zona comercial.

Por todo ello, se ha visto la necesidad de realizar la presente investigación, la cual permitió evaluar el ruido ambiental generado por el tránsito ambiental en la zona comercial del distrito y conocer la percepción del ruido ambiental de los comerciantes que laboran en esta zona.

1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo principal planteado en la presente investigación fue:

- Evaluar el ruido ambiental generado por el tránsito vehicular y la percepción social en la zona comercial del distrito de Lurín.

Asimismo, los objetivos específicos que permitieron alcanzar el objetivo principal son:

- Establecer los niveles de presión sonora que se producen en la zona comercial del distrito de Lurín.
- Elaborar mapas de ruido ambiental de la zona comercial del distrito de Lurín.
- Definir las áreas de riesgo acústico en la zona comercial del distrito de Lurín.
- Evaluar la percepción social del ruido ambiental en la zona comercial del distrito mediante encuestas.
- Establecer un plan de mitigación del ruido ambiental para la zona comercial del distrito de Lurín.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. EL SONIDO

Bistafa (2006) define al sonido como una variación de la presión en el ambiente detectado por el sistema auditivo.

El sonido también puede definirse como la sensación auditiva excitada por una perturbación física en un medio (un gas, líquido o sólido). El medio por el cual viajan las ondas sonoras ha de poseer masa y elasticidad, por lo tanto, las ondas sonoras no viajarán a través de un vacío (Harris, 1995).

Para que exista el sonido, debe de existir tres elementos: un elemento capaz de producir una perturbación mecánica, que es la fuente sonora, un medio capaz de propagar la perturbación, y un oyente sobre el cual la perturbación produce una sensación auditiva.

2.2. NATURALEZA DEL SONIDO

El sonido se percibe como minúsculas variaciones de la presión en el ambiente que el tímpano puede detectar. En ausencia del sonido la presión atmosférica alcanza un estado de equilibrio y es constante en el tiempo y espacio. Cuando aparece una perturbación, por ejemplo la vibración de un objeto, se producen variaciones de presión por encima y por debajo del valor estático de la presión atmosférica (p_0). Es por ello que físicamente podemos pensar que el sonido es consecuencia de una diferencia de presión (Bartí, 2010).

$$\Delta p = p - p_0 \quad (1)$$

La variación de presión denominada presión acústica o presión sonora (Δp), se define como la diferencia en un instante dado entre la presión instantánea (p) y la presión atmosférica (p_0), sin embargo, estas variaciones de presión son mucho menores en magnitud que la presión atmosférica. Mientras que la presión atmosférica está en un orden de 10^5 Pa (Pa = pascal = N/m^2), la presión incremental correspondiente a sonidos audibles (sin llegar a provocar dolor) está un rango de $20 \cdot 10^{-6}$ Pa y 100 Pa (Gonzales, 2012).

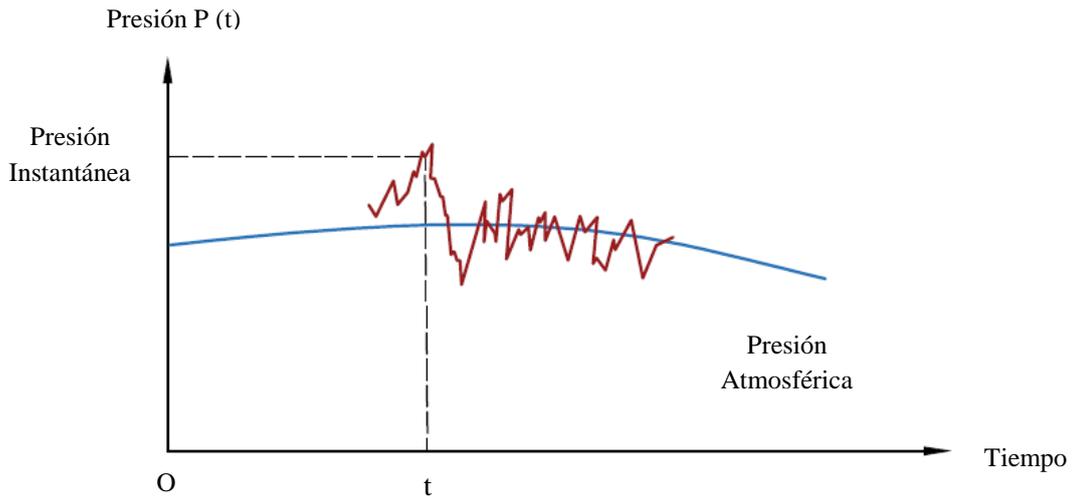


Figura 01: Presión atmosférica y presión acústica

FUENTE: Magrama (2012)

2.3. GENERACIÓN Y TRANSMICIÓN DEL SONIDO

Para que se produzca un sonido es necesario que la fuente libere una cantidad de energía en el medio que lo rodea, esta energía liberada va a producir vibraciones de las moléculas del medio de transmisión bajo la forma de ondas de expansión y compresión que se propagan (ondas sonoras), emitiendo finalmente el sonido. El sonido puede llegar al receptor por varias vías: aire, medios líquidos, medios sólidos como las paredes de las edificaciones o el suelo (Harris, 1995).

La transmisión de sonido de una fuente a un receptor está representada en el siguiente diagrama; en donde, los componentes a pesar de ser presentados como elementos separados, tienen una interacción entre ellos.

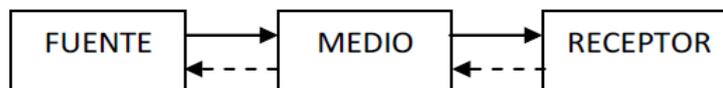


Figura 02: Diagrama Esquemática en la transmisión del sonido

FUENTE: Harris, 1995

Donde:

- Fuente: Representa a una o varias fuentes de sonido.
- Medio: Pueden ser numerosos, el principal es el aire.
- Receptor: Constituye una sola persona o grupo de personas.

2.4. ONDAS SONORAS Y PROPAGACIÓN DEL SONIDO

El sonido se propaga en forma de ondas sonoras. Las ondas sonoras son ondas mecánicas que se propagan a través de un material (sólido, líquido o gaseoso), la velocidad de propagación de estas depende de las propiedades elásticas e inerciales del medio. Si no existiesen obstáculos, el sonido emitido por una fuente se propagaría en campo libre por el aire hasta alcanzar al receptor sin más atenuación que la debida a la distancia entre ambos y a la absorción del aire (Magrama, 2004).

Cuando una onda sonora encuentra un obstáculo sólido, una parte de la energía es reflejada por el obstáculo, otra parte es absorbida por el mismo, penetrando en su interior y transformándose en vibraciones mecánicas que pueden eventualmente radiar nuevas ondas acústicas y, finalmente, el resto de la energía bordea el obstáculos, produciéndose una perturbación del campo acústico por efecto de la difracción (Magrama, 2004).

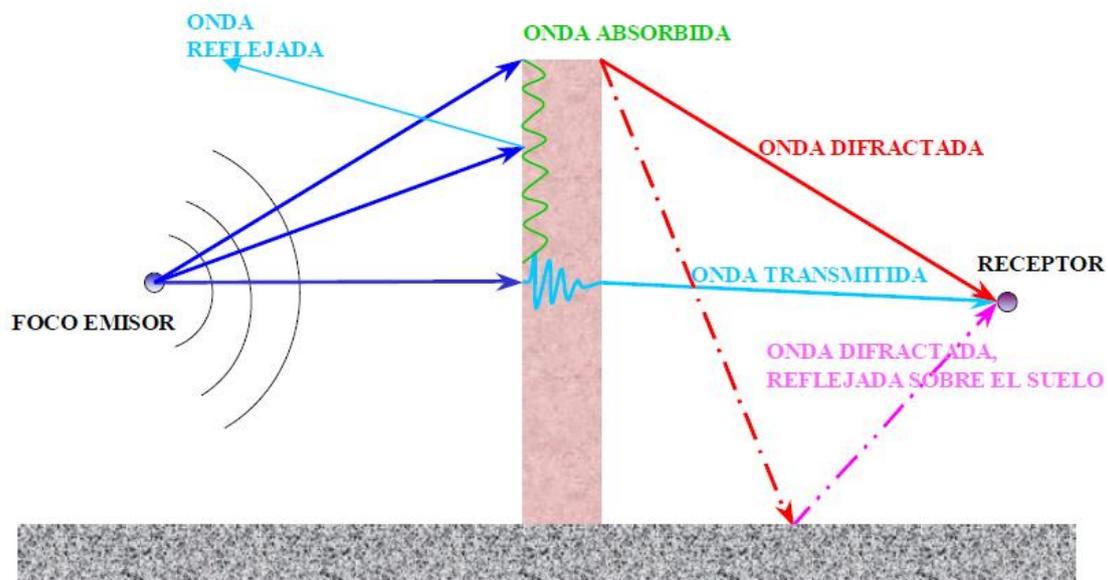


Figura 03: Efecto de los obstáculos en la propagación

FUENTE: Magrama (2004)

2.5. PROPIEDADES DE LAS ONDAS SONORAS

La onda sonora es una onda mecánica, y como tal puede ser definida por las siguientes propiedades: frecuencia, amplitud, velocidad, periodo y longitud de onda.

2.5.1. FRECUENCIA

La frecuencia es el número de variaciones de la presión acústica por segundo o número de ciclos completos que una partícula realiza en un segundo, siendo expresado en ciclos por segundo o Hertz (Hz). El aparato auditivo humano es capaz de detectar en promedio sonidos entre 20 a 20 000 Hz, siendo el rango más importante para la comunicación entre los 240 y 8 000 Hz. Las frecuencias más bajas determinan los sonidos graves, mientras que las más altas los sonidos agudos (Copetti, 2011).

2.5.2. PERIODO

El tiempo necesario para completar una oscilación (ciclo repetitivo) se denomina período, T, el cual es medido en segundos (Murphy y King, 2014). La frecuencia se relaciona inversamente con el período por la siguiente expedición:

$$F = \frac{1}{T} \text{ [Hertz]} \quad (2)$$

2.5.3. AMPLITUD

La amplitud de una onda sonora es representada por el máximo valor de presión en la dirección vertical. A mayor amplitud mayor sensación auditiva y se mide en Pascal, los sonidos con una mayor amplitud tienen una mayor intensidad (Suasaca, 2014).

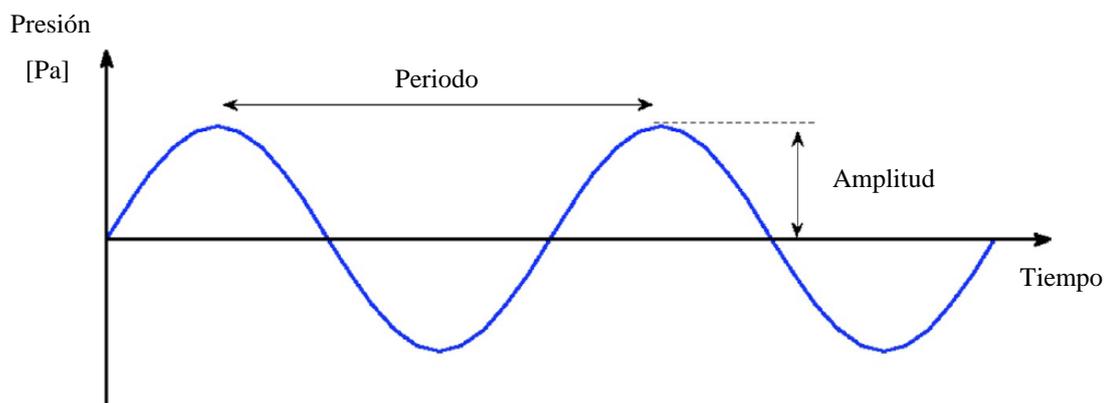


Figura 04: Amplitud de una onda sonora

FUENTE: Murphy y King (2014)

2.5.4. VELOCIDAD

La velocidad del sonido es la velocidad a la que se desplazan las ondas sonoras, para las ondas sonoras en el aire, la velocidad del sonido generalmente se encuentra entre 330 y 345

m/s. Asimismo, la velocidad depende de la temperatura del aire, humedad y presión atmosférica, 344 m/s es la aproximación usual para la velocidad del sonido a 20°C y 1 atm (Suasaca, 2014).

2.5.5. LONGITUD DE ONDA

La longitud de onda es la distancia en metros recorrida por una onda durante una oscilación. Esta distancia depende de la velocidad del sonido en el medio de propagación y de la frecuencia. Generalmente el medio de propagación es el aire, pero como se ha mencionado anteriormente puede ser un líquido o un sólido (Bartí, 2010).

Si dibujamos la onda en el dominio del espacio en lugar del dominio del tiempo (es decir, la distancia se representa en el horizontal eje en lugar de tiempo), la longitud de onda se puede medir entre dos picos positivos sucesivos en el ciclo y corresponde al tamaño físico de la onda (Bartí, 2010).

La siguiente expresión relaciona la frecuencia (f) en Hertz, la longitud de onda (λ) en metros y la velocidad del sonido (c) en m/s:

$$c = \lambda \cdot f \quad (3)$$

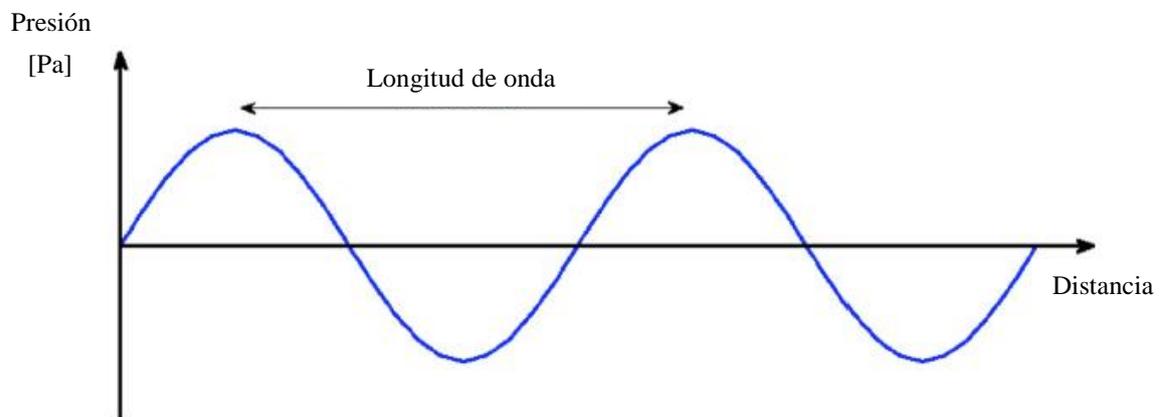


Figura 05: Longitud de una onda sonora

FUENTE: Murphy y King (2014)

2.6. CUALIDADES DEL SONIDO

Las cualidades del sonido son aquellas características que permiten diferenciar unos sonidos de otros. En la audición se distinguen tres cualidades del sonido: tono o altura, Intensidad y timbre.

2.6.1. ALTURA O TONO

El tono de un sonido está determinado por la frecuencia de las ondas sonoras. Esta cualidad permite distinguir entre sonidos graves, agudos o medios. Para que los humanos podamos percibir un sonido, este debe estar comprendido entre el rango de audición de 20 y 20 000 Hz. Por debajo de este rango tenemos los infrasonidos y por encima los ultrasonidos (Callejo y Ruiz, 2013).

Dependiendo de cuantas vibraciones por segundo haya, el sonido puede ser:

- a. **Agudo:** Tiene una frecuencia mayor (más vibraciones por segundo). La frecuencia de estos sonidos agudos oscila entre 2 000 y 4 000 Hz.
- b. **Medios:** Entre los sonidos agudos y graves, cuya frecuencia de oscilación está entre los 500 y 1000 Hz
- c. **Grave:** Tiene frecuencia es menor (menos vibraciones por segundo). La frecuencia de los sonidos graves se encuentra entre los 125 y los 250 Hz.

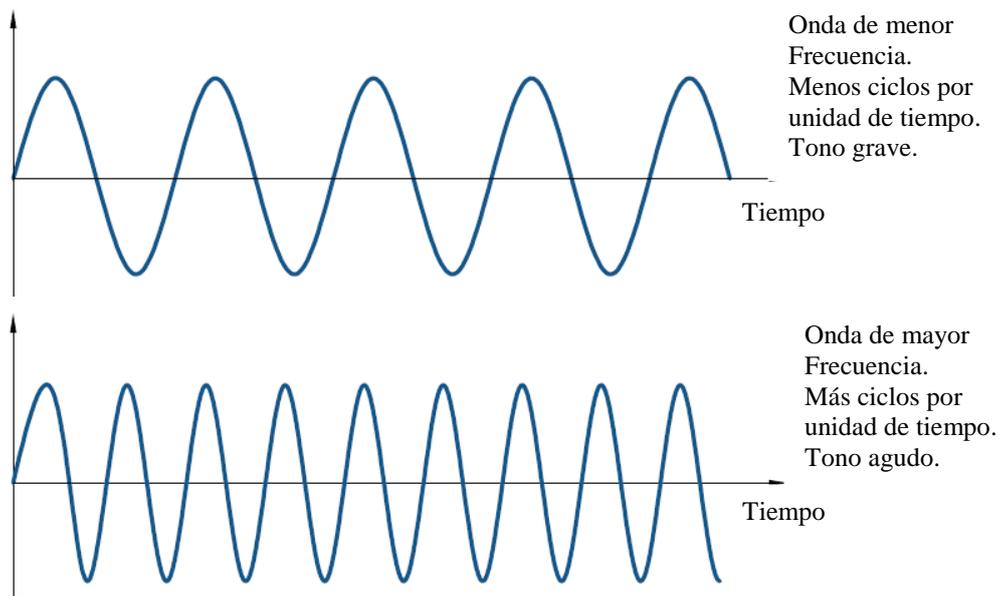


Figura 06: Representación de un tono agudo y un tono grave

FUENTE: Intef (2009)

2.6.2. INTENSIDAD

Es la cantidad de energía acústica que en unidad de tiempo atraviesa una unidad de superficie, la cual está situada de manera perpendicular a la dirección de propagación de las ondas sonoras; se mide en watos/m². La intensidad depende de la amplitud ya que cuanto

mayor es la amplitud de la onda, más intensamente golpean las moléculas el tímpano y más fuerte es el sonido percibido. Cuanto menor es la amplitud de la onda, menos intenso golpean las moléculas el tímpano y más débil es el sonido (Callejo y Ruiz, 2013).

Callejo y Ruiz (2013) mencionan que la intensidad del sonido depende de:

- Superficie de la fuente sonora: El aumento de la amplitud de la fuente y el de la superficie vibrante hacen que aumente simultáneamente la energía cinética.
- Distancia a la fuente sonora: Conforme las ondas van alejándose de su punto de origen, se produce un efecto denominado atenuación de la onda, aunque la longitud de onda y su frecuencia permanecen invariables la amplitud de las ondas decrece, disminuyendo la intensidad.
- Naturaleza del medio de Propagación: La naturaleza del medio elástico interpuesto entre la fuente y el oído pueden debilitar considerablemente los sonidos, por ejemplo la lana, el fieltro, etc.

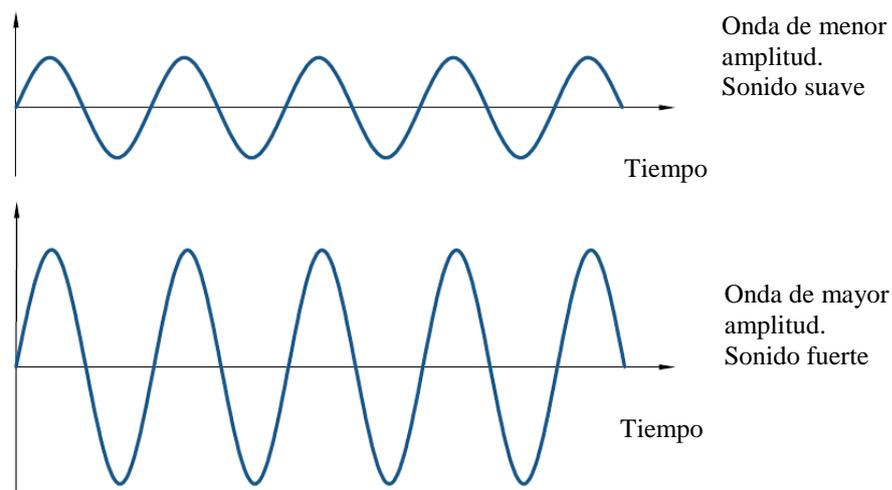


Figura 07: Representación de un sonido suave y un sonido fuerte

FUENTE: Intef (2009)

2.6.3. TIMBRE

Es la cualidad que permite reconocer la fuente emisora del sonido, por ejemplo si tocamos una misma nota musical (misma frecuencia) con la misma intensidad, en un piano y en un violín notamos claramente una diferencia, esta diferencia se debe a que cada cuerpo vibra de una forma diferente provocando ondas sonoras complejas que lo identifican y la manera en que se genera el sonido (golpetear, frotar, rascar, etc.) (Callejo y Ruiz, 2013).

En la siguiente figura se considera la misma frecuencia o tono (300 Hz) emitido por un diapasón, un tubo sonoro y una cuerda de guitarra cada uno de ellos con un timbre característico.

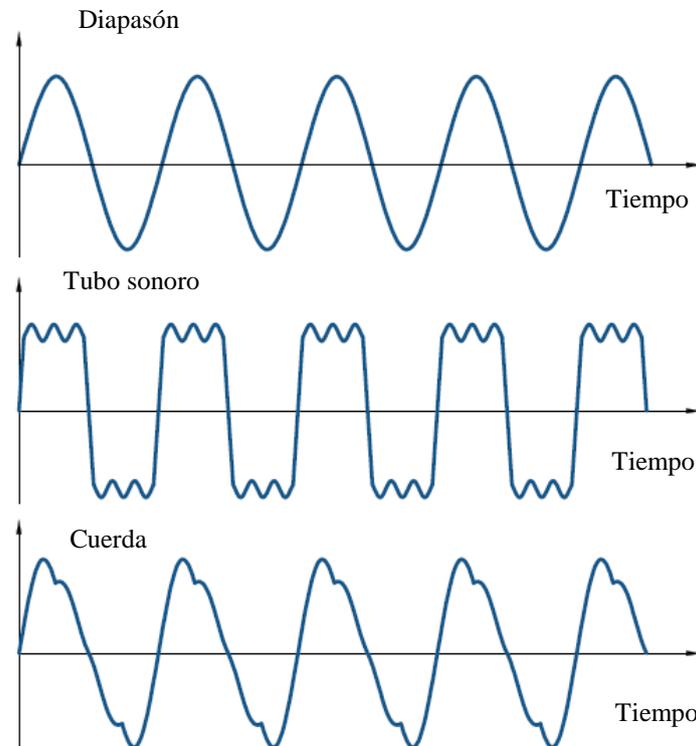


Figura 08: Representación de diferentes timbres sonoros

FUENTE: Intef (2009)

2.7. CONSTITUCIÓN ANATÓMICA Y FUNCIÓN DEL OÍDO

La percepción del sonido se realiza mediante el oído que es un órgano par de compleja estructura que permite el registro de las oscilaciones o vibraciones del aire que se constituyen en ondas sonoras. En cada oído hay que distinguir tres partes: el oído externo, oído medio y el oído interno (Suasaca, 2014).

El oído humano desempeña dos funciones sumamente importantes: Actúa como transductor, convirtiendo la energía sonora en señales eléctricas que luego son transportadas al cerebro para su procesado, interpretación y almacenamiento. Por otro lado es el órgano primario del equilibrio y desempeña un papel muy importante en la sensación subjetiva de movimiento y orientación espacial (Pérez, 2003).

Funcional y anatómicamente el oído se divide en tres partes: oído externo, oído medio e interno. El oído externo, recoge el sonido y lo transforma en movimiento vibratorio del

tímpano; el oído medio, contiene el mecanismo que transporta el movimiento vibratorio desde el tímpano hacia el oído interno; y el oído interno donde se originan las señales que son llevadas al cerebro a través del nervio auditivo. (Harris, 1995)

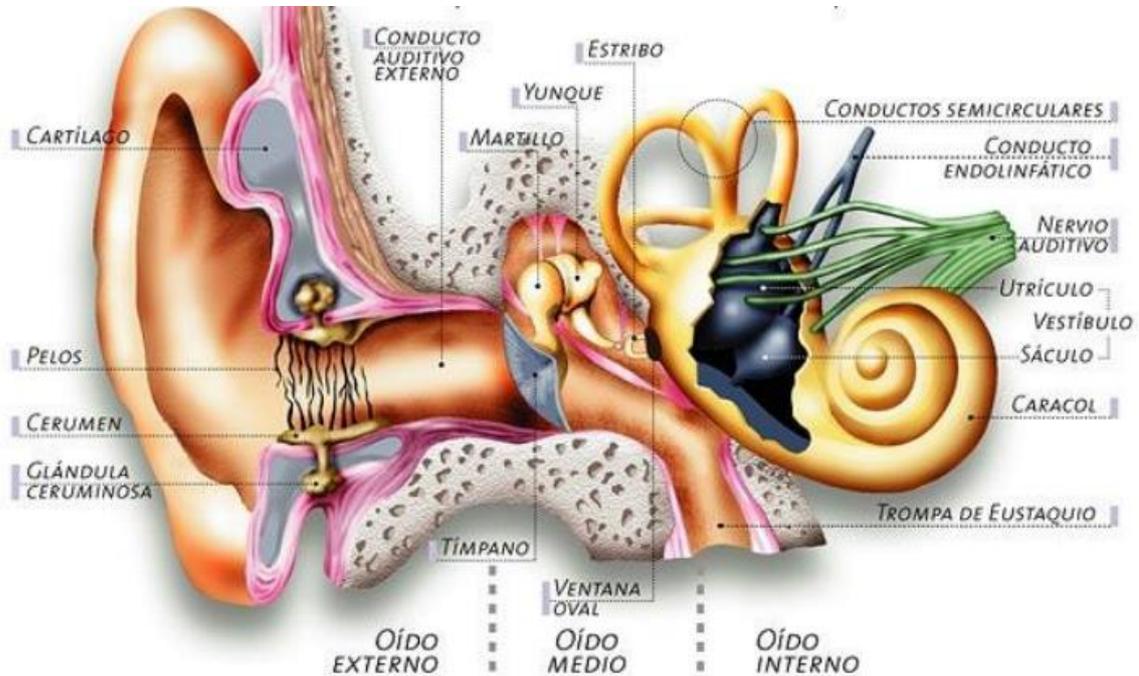


Figura 09: Representación del Oído

FUENTE: Suasaca (2014)

2.7.1. OÍDO EXTERNO

El oído está formado por el pabellón auditivo u oreja, el cual dirige las ondas sonoras hacia el conducto auditivo externo a través del orificio auditivo. El conducto auditivo, que posee dos propósitos: proteger las delicadas estructuras del oído medio y mantener el aire húmedo y cercano a la temperatura corporal, condiciones esenciales para el buen funcionamiento de la membrana timpánica o tímpano que se encuentra en el otro extremo del canal auditivo y constituye la entrada al oído medio (Cos Juez et. al, 2001)

La función del oído externo es la de recolectar las ondas sonoras por medio de la forma de la oreja, luego encauzarlas a través del canal auditivo hacia el oído medio, impactando antes al tímpano al cual hacen vibrar (Suasaca, 2014).

2.7.2. OÍDO MEDIO

Es una cavidad llena de aire, limitada por el tímpano por un lado y por la base de la cóclea por el otro, actúa como un amplificador sonoro aumentando las vibraciones del tímpano a

través de las ligaciones de este con tres huesecillos unidos entre sí en forma articulada, denominados martillo, yunque y estribo. Uno de los extremos del martillo se encuentra adherido al tímpano y transmite las vibraciones al estribo a través del yunque, a su vez este último está unido por su base, mediante un anillo flexible, a las paredes de la ventana oval, orificio que constituye la vía de entrada del sonido al oído interno (Tapia, 2004).

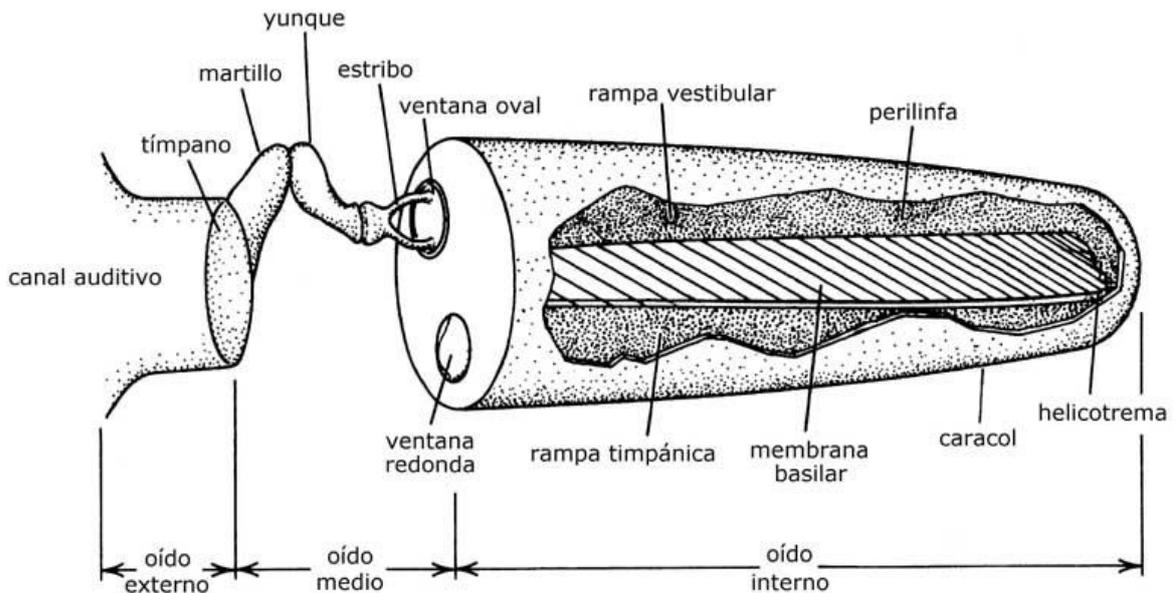


Figura 10: Fisiología del oído medio

FUENTE: Maggiolo (2004)

La función esencial del oído medio es acoplar eficientemente los movimientos del aire de baja densidad a la alta densidad del medio acuoso del oído interno. Las vibraciones del tímpano se transmiten a lo largo de la cadena de huesecillos, la cual opera como un sistema de palancas, de forma que la base del estribo vibra en la ventana oval. Este huesecillo se encuentra en contacto con uno de los fluidos contenidos en el oído interno, por lo tanto, el tímpano y la cadena de huesecillos actúan como un mecanismo para transformar las vibraciones del aire en vibraciones del fluido (Tapia, 2004).

2.7.3. OÍDO INTERNO

En el oído externo se canaliza la energía acústica, luego en el oído medio se transforma esta energía en energía mecánica transmitiéndola y amplificándola hasta el oído interno, es en éste en donde se realiza la definitiva transformación de la energía mecánica en impulsos eléctricos (Maggiolo, 2004).

Anatómicamente es una cavidad hermética cuyo interior se encuentra anegado por un líquido denominado linfa. Consta de tres elementos: los canales semicirculares, necesarios para el equilibrio, el vestíbulo y la cóclea o caracol la cual es un conducto rígido en forma de espiral de unos 35 mm de longitud lleno con dos fluidos de distinta composición (Tapia, 2004).

El interior del conducto está dividido en sentido longitudinal por la membrana basilar y la membrana de Reissner, las cuales forman tres compartimientos o escalas: escala vestibular, escala timpánica y escala media, las dos primeras son compartimientos que contienen un mismo fluido (perilinfia), mientras, la escala media se encuentra aislada de las otras dos escalas, y contiene un líquido de distinta composición a la perilinfia (endolinfia) (Martin, 2010).

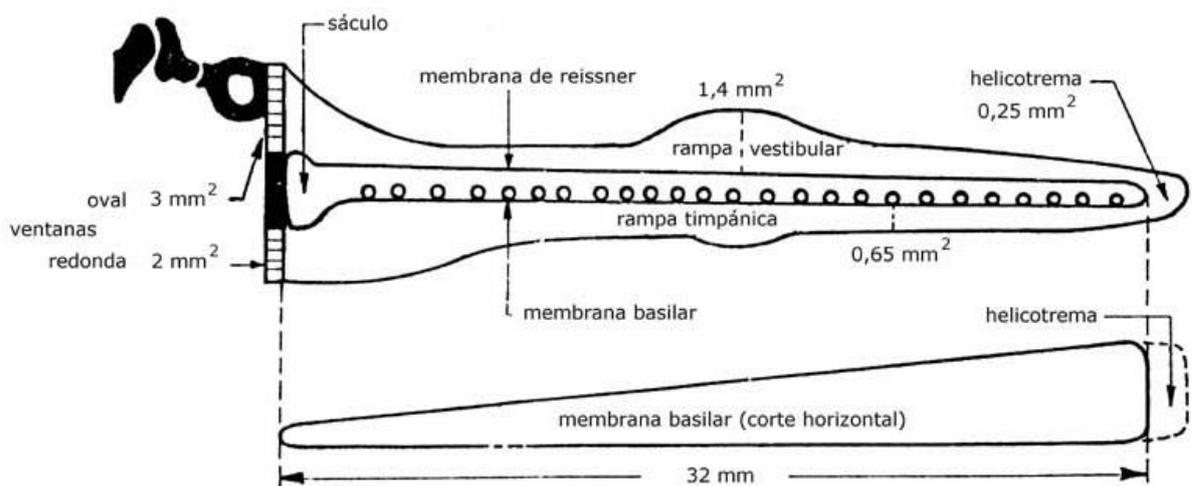


Figura 11: Esquema del oído interno

FUENTE: Maggiolo (2004)

La base del estribo está en contacto con el fluido de la escala vestibular, es por ello que las oscilaciones del estribo provocan oscilaciones en el fluido de la escala vestibular (perilinfia). La membrana de Reissner, la cual separa los fluidos de la escala vestibular y la escala media, es sumamente delgada y, en consecuencia, los líquidos en ambas escalas pueden tratarse como uno solo desde el punto de vista de la dinámica de los fluidos. Así, las oscilaciones en la perilinfia de la escala vestibular se transmiten a la endolinfia y de ésta a la membrana basilar; la membrana basilar, a su vez, provoca oscilaciones en el fluido de la escala timpánica (Martin, 2010).

Sobre la membrana basilar se encuentra el órgano de Corti, el cual contiene las células ciliares que actúan como transductores de señales sonoras a impulsos nerviosos. Existen dos

tipos de celular ciliares: células ciliares internas y células ciliares externas, ambos tipos de células presentan conexiones o sinapsis con las fibras nerviosas eferentes (transportan impulsos hacia el cerebro) y las aferentes (transportan impulsos provenientes del cerebro), las cuales conforman el nervio auditivo (Martin, 2010).

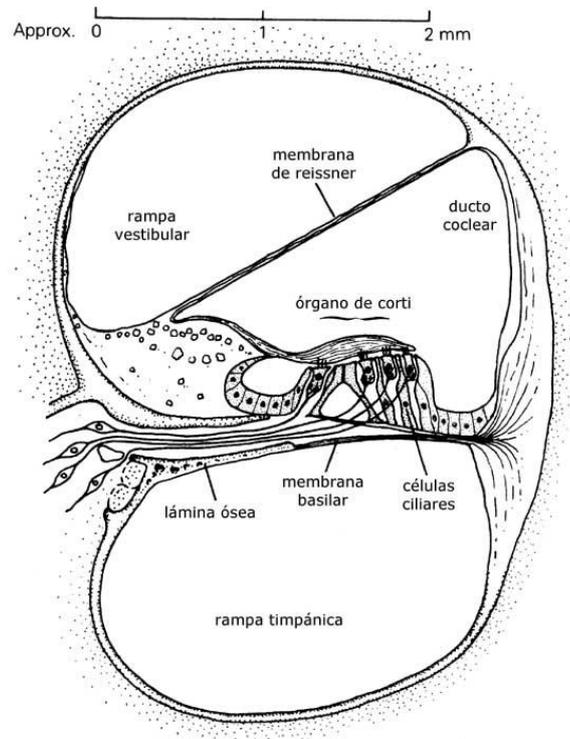


Figura 12: Órgano de Corti

FUENTE: Maggiolo (2004)

2.8. PSICOFÍSICA DE LA AUDICIÓN

2.8.1. CAMPO AUDITIVO

El ser humano es capaz de detectar únicamente aquellos sonidos que se encuentran dentro de un determinado rango de amplitudes y frecuencias, conocido como campo auditivo (Martin, 2010).

Los sonidos por debajo de 20 Hz (Infrasonidos) y por encima de 20000 Hz (ultrasonidos) no provocan sensación auditiva en el hombre y el margen de presión acústica capaz de oír una persona joven y normal, oscila entre 0 y 120 dB (Quispe, 2013).

Las curvas de umbral de audibilidad y umbral de dolor encierran el campo o área auditiva, dentro de él están comprendido todos los valores de frecuencia e intensidad que oído humano puede percibir (Martin, 2010).

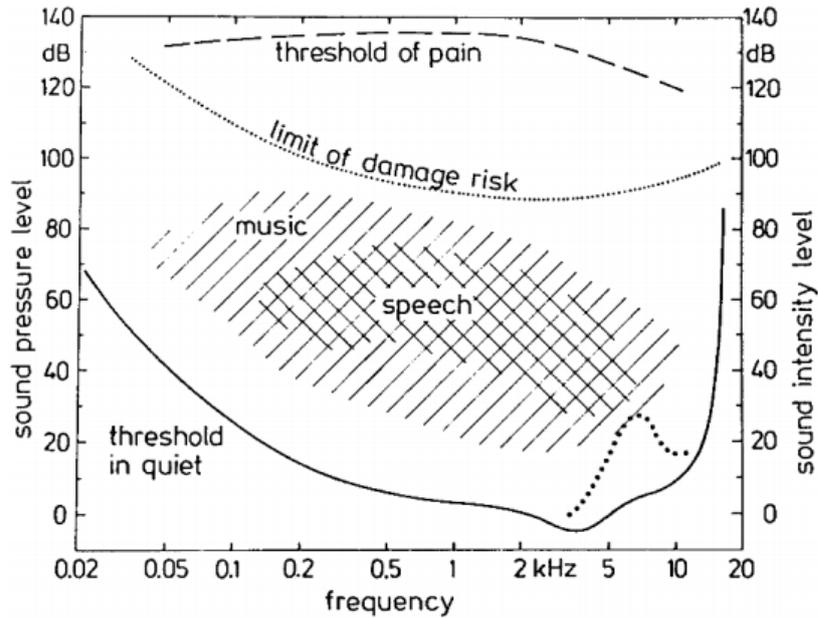


Figura 13: Campo Auditivo

FUENTE: Eberhard (1990)

a. Umbral de audibilidad

El umbral de audibilidad para una señal específica es la mínima presión sonora de esa señal, que es capaz de producir una sensación audible en ausencia de ruido. El umbral de audibilidad depende de la frecuencia, como se ilustra en la figura, de modo que a frecuencias bajas es necesaria mayor presión sonora para producir una sensación audible similar a la que se produciría a 3000 Hz en el que el umbral es menor (Pérez, 2003).

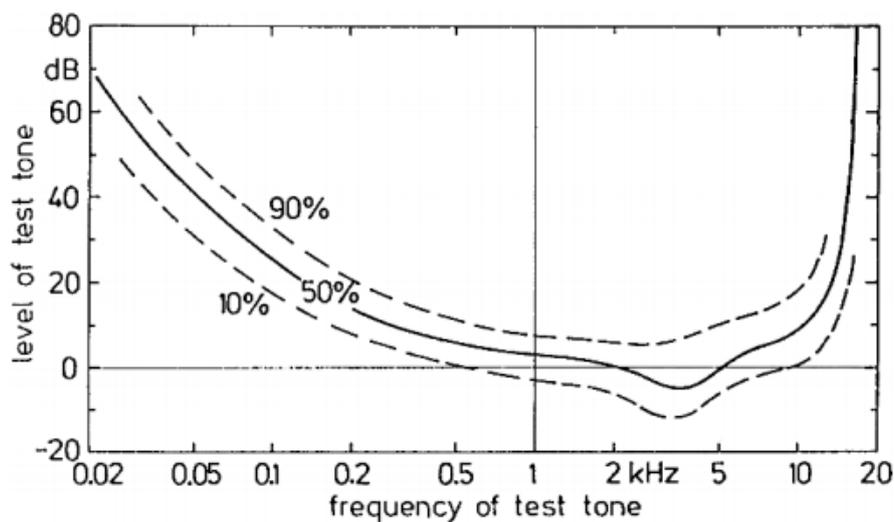


Figura 14: Umbral de audibilidad

FUENTE: Eberhard (1990)

El umbral de audibilidad depende de la frecuencia y, la máxima frecuencia audible varía de una persona a otra. En general los individuos jóvenes pueden oír sonidos hasta de 20 KHz si el tono es suficientemente intenso. Las personas de mediana edad pueden oír sonidos hasta de unos 12 a 16 KHz, también dependiendo de la intensidad del tono (Pérez, 2003).

El umbral de audibilidad puede variar considerablemente de un sujeto a otro. Por esta razón, el umbral de audibilidad establecido es un umbral de audibilidad promedio, también llamado mínimo campo audible promedio, éste se representa mediante una curva que indica la presión sonora de un tono puro de larga duración, el cual se propaga en condiciones de campo libre y en ausencia de cualquier otro sonido, y que puede ser detectado por el 50% de una población de sujetos jóvenes (18-25 años) y audiológicamente normales (Martin, 2010).

Dado que el umbral de audibilidad representa un promedio, algunos sujetos serán capaces de percibir tonos que se encuentren por debajo de esta curva, por lo tanto, es preciso tener en mente que el umbral de audibilidad promedio no representa un límite absoluto, sino una medida estadística asociada con la probabilidad de detección de un tono de determinada frecuencia y amplitud (Martin, 2010).

La sensibilidad del sistema auditivo humano disminuye con la edad, especialmente en las altas frecuencias, debido al deterioro de las células ciliares del órgano de Corti, esto se refleja en el aumento del umbral de audición que se observa en la figura (Martin, 2010).

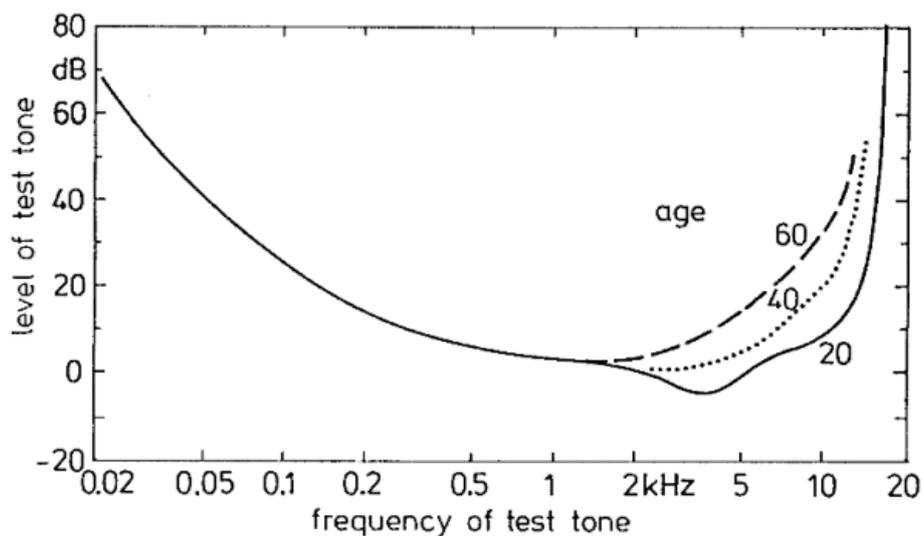


Figura 15: Umbrales de audibilidad según la edad de los sujetos

FUENTE: Eberhard Zwicker (1990)

b. Umbral de dolor

El extremo superior del rango dinámico está dado por el umbral de dolor, el cual define las presiones sonoras máximas que puede soportar el oído. Más abajo de este nivel, se encuentra el límite de riesgo de daños, el cual representa un umbral de presión sonora que no debe sobrepasarse por más de un cierto período de tiempo (ocho horas diarias por día laboral), o de lo contrario puede producirse una pérdida de sensibilidad permanente (Martin, 2010).

Se produce dolor de oído cuando el tejido de la membrana timpánica resulta distendido por presiones acústicas de gran amplitud, en ocasiones la membrana puede llegar a romperse. Si bien son muy amplias las variaciones individuales, especialmente ante los estímulos de alta frecuencia, el umbral de dolor en los oídos normales se encuentra en la región de los 110 y 130 dBA. El umbral de malestar físico está en la región de los 80 dBA, mientras que en oídos enfermos, por ejemplo en casos de inflamación, sonidos de unos 80 y 90 dBA pueden causar dolor en el tímpano o en el oído medio (Quispe, 2013).

2.8.2. SENSACIÓN SONORA

La percepción de los sonidos depende de factores físicos, como son el nivel de presión acústica y la frecuencia, pero también depende de la forma en que el oído humano actúa como receptor de los mismos. La respuesta del oído humano no es lineal ni frente al nivel de presión acústica ni frente a la frecuencia. Sonidos de igual presión acústica, pero diferente frecuencia producen una sensación diferente (Floria, 1999).

a. Sonoridad

Si bien el nivel de presión acústica y la frecuencia se pueden medir mediante instrumentos, no sucede lo mismo con el comportamiento del oído. Se da el nombre de sonoridad a la intensidad subjetiva que el individuo percibe la magnitud del sonido.

La sonoridad permite al oyente ordenar su magnitud sobre una escala, de bajo a alto. Debido a que es una sensación propia del oyente, no es factible tomar una medida física directa. La sonoridad depende fundamentalmente del nivel de presión sonora del estímulo y, en menor medida, de frecuencia, duración y complejidad (Floria, 1999).

b. El fonio

El fonio es la unidad que permite valorar la sonoridad. Si sobre unos ejes de coordenadas en los que se han representado las frecuencias en abscisas y los niveles de presión acústica en ordenadas nos situamos en la frecuencia de 1000 Hz, diremos que a un sonido de nivel de presión acústica de 20 dB le corresponde una sonoridad de 20 fonios, a uno de 40 dB corresponden 40 fonios y así, sucesivamente (Floria ,1999).

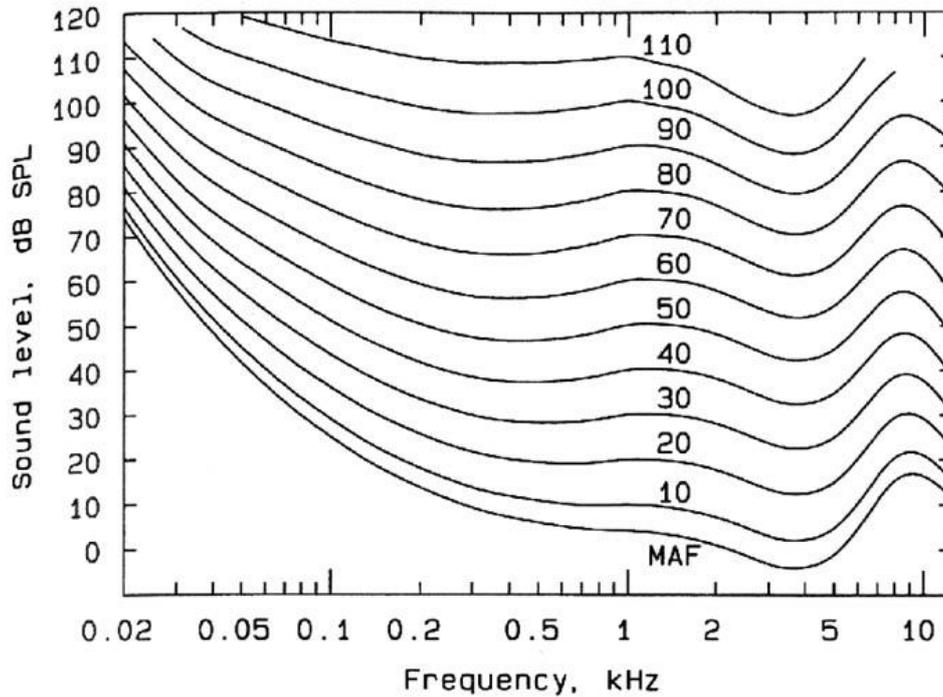


Figura 16: Curvas de igual sonoridad

FUENTE: Maggiolo (2004)

c. Curvas de igual sonoridad

La sensibilidad auditiva no es igual en todo el rango de frecuencias audibles, Fletcher y Munson, elaboraron las curvas de igual sensación sonora para sonidos puros, las que se muestran en la figura 16.

Se aprecia que la sensibilidad es máxima para 3000 Hz y disminuye mucho para las bajas frecuencias, y que dos sonidos puros del mismo nivel de intensidad pero de distinta frecuencia, generan sensaciones sonoras diferentes. Se denomina a cada curva por su nivel de intensidad sonora a 1000 Hz, que es la frecuencia de referencia.

2.9. UNIDADES DE MEDIDA

Las ondas sonoras producen variaciones de presión en el medio donde se transmiten. Por lo tanto el ruido se puede expresar en medidas o unidades de presión. La norma ISO adopta como unidad de medida de presión sonora el Pascal que es N/m^2 que equivale a 10 microbares (Cantor, 2013).

No obstante, en la práctica estas medidas no son usuales debido a los grandes márgenes de variación de presión, estas variaciones comprenden un rango que puede ir desde los 20×10^{-6} Pa (20 m Pa) y 200 Pa (200 000 000 m Pa). Por esta razón es que se utiliza una escala logarítmica en la que se introduce el concepto de nivel de presión acústica en decibeles (dB) dada por la siguiente expresión (Cantor, 2013):

$$L_p \text{ (dB)} = 10 \text{ Log} \left(\frac{P_1}{P_0} \right)^2 \quad (4)$$

- L_p : Nivel de presión acústica en dB.
- P_1 : Presión sonora medida en N/m^2 .
- P_0 : Presión sonora de referencia, fijado en $2 \times 10^{-5} N/m^2$.

Tal como se observa en la figura, los niveles de presión sonora se expresan en decibeles (dB), cuya ventaja es que la escala lineal con sus grandes cifras se convierte en una escala manejable, desde 0 dB en el umbral auditivo, hasta 140 dB, en el umbral de dolor.

Tabla 01: Sonidos típicos expresados en decibeles (dB) y micropascales (μ Pa)

Presión acústica según las unidades de medida y la actividad		
Nivel en micro-Pascales	Nivel en dB	Actividad
200.000.000	140	Aeropuertos
20.000.000	120	Sala de compresores
2.000.000	100	Martillos neumáticos
200.000	80	Calle con tráfico
20.000	60	Oficinas
2.000	40	Biblioteca
200	20	Zona rural aislada
20	0	Umbral de audición

FUENTE: Tapia (2014)

2.10. RUIDO

Físicamente no hay distinción entre sonido y ruido. El ruido es todo sonido no deseado que moleste, perjudique o afecte la salud de las personas (PCM, 2003).

Berglund et al. (1999) menciona que el ruido es cualquier sonido, que puede producir efectos psicológicos y fisiológicos en un individuo, y que puede interferir con los fines sociales de un individuo o grupo. Los fines sociales incluyen todas nuestras actividades de comunicación, trabajar, descansar, recreación, etc.

El ruido puede definirse desde el punto de vista físico como una superposición de sonidos de múltiples frecuencias e intensidades, de cierta intensidad y sin una correlación de base. Desde el punto de vista fisiológico se podría definir como cualquier sonido calificado por quien lo recibe como algo molesto, indeseado o desagradable (Tapia, 2004).

No existe un rango específico para definir a un sonido como ruido, un sonido es considerado como ruido cuando afecta psicológicamente o fisiológicamente en forma negativa a las personas. Que un sonido se clasifique como ruido depende de la experiencia auditiva que produce en la persona, y de su opinión subjetiva sobre el mismo (Sommerhoff 2000).

2.11. RUIDO AMBIENTAL

La Directiva del Parlamento Europeo (2002) define como ruido urbano o ambiental al sonido no deseado o nocivo generado por la actividad humana en el exterior, incluido el ruido emitido por medios de transporte, emplazamientos industriales, edificios industriales, entre otros.

Según Berglund et al. (1999), el ruido ambiental es el ruido emitido por todas las fuentes (tráfico vehicular, ferroviarios, aeronáutico, industrial, de construcción, servicios públicos, entre otros), excepto del ruido producido en el ambiente de trabajo, que es denominado ruido ocupacional.

2.12. FUENTES DE RUIDO URBANO

2.12.1. TRANSITO VEHICULAR

El ruido proveniente del transporte vehicular constituye la principal fuente emisora de este contaminante en las ciudades, producto de la necesidad de movilización diaria de millones

de personas a la escuela o al trabajo, además de los requerimientos de transporte para soporte del sistema industrial, comercial, de servicios y administrativo. (Suasaca, 2014).

El ruido de tráfico generado en una vía de circulación, es una secuencia de sumas simultáneas de los niveles sonoros variables generados por los distintos vehículos que forman dicho tráfico. Asimismo en un vehículo ordinario las fuentes de ruido son diversas pudiendo agruparse en: ruido generado por la fuente de energía: motor, tubo de escape, filtro de aire y sistema de refrigeración, ruido de rodadura: originado de la interacción entre los neumáticos y pavimento, y finalmente el ruido aerodinámico: ruido generado por la interacción entre el viento y la carrocería del vehículo (Carmona y Félez, 2010).

El ruido proveniente de la fuente de energía (motor) se incrementa a medida que la velocidad del vehículo también se incrementa, del mismo modo que el ruido de rodadura. Por otro lado, a bajas velocidades el ruido proveniente de la fuente de energía, mientras que a altas velocidades el ruido proveniente de la interacción entre los neumáticos y el pavimento es la fuente de ruido dominante (Vargas, 2014).

Es complicado determinar la velocidad exacta en la cual el ruido de rodadura empieza a dominar a aquel generado por la fuente de energía del vehículos, ya que depende de diversas variables como las características de los neumáticos, características del motor y del tubo de escape, características del pavimento y las condiciones de mantenimiento y diseño del vehículo (Vargas, 2014).

Por otro lado, Bartí (2010) menciona que un vehículo es una fuente de ruido completa donde intervienen muchos elementos que radian ruido, dentro de ellos el ruido aerodinámico o de turbulencia producido por la interacción entre la carrocería del vehículo y el aire depende de la forma de la carrocería y aumenta con la velocidad, sin embargo a bajas velocidades en circulación urbana no influye.

2.12.2. INDUSTRIAS

El ruido industrial es generado principalmente por el funcionamiento de los diferentes tipos de maquinarias presentes en estos lugares y por su actividad interna. Este tipo de fuentes generan niveles de presión sonora relativamente elevados, con carácter impulsivo o ruidos de alta intensidad y corta duración. Dentro de este concepto se incluyen las actividades de construcción y obras públicas, que perturban sensiblemente a la población por el uso de

maquinaria ruidos como compresores, martillos neumáticos, excavadoras y vehículos pesados de todo tipo. (Martin, 1977).

2.12.3. TRÁNSITO AÉREO

El despegue de los aviones, su aproximación y la toma de tierra, generan niveles de ruido incompatible con usos residenciales en las áreas adyacentes, sin embargo, el ruido generado por los aviones no se limita únicamente a las proximidades de los aeropuertos, debido a que afecta también a una gran parte de las zonas urbanas y rurales del país. La propagación de los aeropuertos y el aumento de las personas que utilizan este tipo de transportes han producido un aumento exponencial en el tráfico aéreo en los últimos años. (Martin, 1977).

2.12.4. OTRAS FUENTES

Se refiere a las fuentes de ruido producido por la convivencia vecinal. La generación de ruidos domésticos producidos por los aparatos electrónicos como radios, televisiones, licuadoras, ventiladores, etc., adquieren un efecto acumulativo específico que aportan un número de dB al fondo general de ruidos de la ciudad. Otras fuentes de ruidos son generadas por instrumentos de transmisión y amplificadores que son utilizados con fines publicitarios, venta de gases o frutas, o simplemente para la reproducción de música; los sitios de recreación; las escuelas; sirenas de policía, bomberos y ambulancias; señales de los sistemas de seguridad. (Martin, 1977).

2.13. CONTAMINACIÓN SONORA

La contaminación sonora es hoy, después de la contaminación del aire y agua, un problema ambiental que afecta al mayor número de personas (Berghlund et al. 1999).

Se considera contaminación sonora a la emisión de ruidos indeseables de forma continua dentro de un determinado periodo de tiempo, amenazando a la salud humana y el bienestar de la población en su conjunto (Suasaca, 2014).

Las causas fundamentales de la contaminación sonora en las ciudades son: el aumento espectacular del parque automovilístico, las actividades industriales, las obras públicas y la construcción, los servicios de limpieza y de recogida de basura, sirenas y alarmas, así como las actividades lúdicas y recreativas (Carmona y Félez, 2010).

El ruido presenta grandes diferencias en relación a otros contaminantes, y éstas son:

- Su fiscalización es compleja, principalmente porque se trata de un fenómeno espontáneo que se relaciona al horario y actividad que lo produce.
- No genera residuos, no tiene un efecto acumulativo en el medio aunque si puede tener un efecto acumulativo en el hombre.
- Su cuantificación es compleja.
- Requiere de poca energía para ser producido.
- Su radio de acción es inferior al de otros contaminantes, es decir, es localizado.

2.14. EFECTOS A LA SALUD

El ruido es un contaminante que va deteriorando lentamente la salud de las personas, provocando con ellos efectos acumulativos adversos que dependen de la sensibilidad individual de las personas (Tapia, 2004).

La exposición al ruido de suficiente intensidad y duración puede inducir la pérdida temporal o permanente de audición, que van desde el deterioro auditivo a la sordera casi total. Los efectos frecuentemente incluyen interferencia con la comunicación, alteraciones en el sueño y la relajación, molestia, interferencia en la capacidad de un individuo para realizar alguna tarea complicada y estrés (Gonzales, 2012).

A continuación se presentan los principales efectos que ocasiona la contaminación sonora:

2.14.1. MALESTAR

Este es quizá el efecto más común del ruido sobre las personas y la causa inmediata de la mayor parte de las quejas. La sensación de malestar procede no sólo de la interferencia con la actividad en curso o con el reposo sino también de sensaciones de intranquilidad, inquietud, desasosiego, depresión, desamparo, ansiedad o rabia. (Lobos, 2008).

El nivel de malestar varía no solamente en función de la intensidad del ruido y de otras características físicas del mismo que son menos objetivas (ruidos "chirriantes", "estridentes", etc.) sino también de factores tales como miedos asociados a la fuente del ruido, o el grado de legitimación que el afectado atribuya a la misma. Si el ruido es intermitente influyen también la intensidad máxima de cada episodio y el número de éstos (Lobos, 2008).

Durante el día se suele experimentar malestar moderado a partir de 50 dBA, y fuerte a partir de los 55 dBA, mientras que en las noches estas cifras disminuyen en 5 o 10 dBA (Chávez, 2006).

2.14.2. PÉRDIDA DE CONCENTRACIÓN Y PROBLEMAS DE CONDUCTA

El ruido perjudica el rendimiento de las actividades de carácter cognitivo, especialmente en trabajadores y niños. Un incremento provocado del ruido puede ser ventajoso en relación con el rendimiento de tareas sencillas de corto plazo, ya que crece el nivel de activación del sujeto; sin embargo el rendimiento cognoscitivo se deteriora sustancialmente en tareas más complejas. Entre los efectos cognoscitivos más afectados por el ruido están: las actividades de lectura, la atención, la solución de problemas y la memorización (Berglund et al. 1999).

Este tipo de efectos son muy complejos, sutiles e indirectos; son el resultado de la interacción con varias variables adicionales no auditivas. Las apariciones repentinas de ruido pueden ocasionar cambios en la conducta, haciéndose más insensible o más agresiva, o mostrara el sujeto un mayor grado de desinterés e irritabilidad (Berglund et al. 1999).

2.14.3. EFECTOS EN EL SUEÑO

Muchas personas experimentan problemas para dormir debido al ruido. Estudios sociales indican que la perturbación del sueño es considerada uno de los efectos más perjudiciales del ruido del medio ambiente. La exposición al ruido puede inducir perturbaciones para dormir desde el punto de vista de dificultades para quedarse dormido, alteraciones en los ciclos del sueño y profundidad y en el proceso de despertar (Suasaca, 2014).

La exposición al ruido nocturno puede causar efectos primarios durante el sueño y efectos secundarios que se pueden observar al día siguiente. Los efectos primarios del trastorno del sueño son dificultad para conciliar el sueño, interrupción del sueño, alteración en la profundidad del sueño. Los efectos secundarios incluyen fatiga, cambios de humor, disminución del rendimiento e irritabilidad (Suasaca, 2014).

Se ha recomendado que durante la noche los niveles de presión sonora equivalentes exteriores no deben sobrepasar los 45 dBA (Chávez, 2006).

2.14.4. INTERFERENCIA CON LA COMUNICACIÓN

Los ruidos externos interfieren en la percepción de señales o mensajes, en especial la comunicación hablada, así también interfieren en la audición de programas de radio y televisión, timbre de la puerta, relojes despertadores, alarma contra incendios y otras señales de advertencia (Berglund et al. 1999).

Cuando un sonido impide la percepción total o parcial de otros sonidos presentes, se dice que este sonido enmascara a los otros. En una conversación moderada (entre 50 y 55 dBA) un ruido de fondo superior a los 40 dBA provocará dificultades en la comunicación oral que solo podrá resolverse elevando el tono de voz. A partir de los 65 dBA de ruido de fondo, la conversación se torna extremadamente difícil. Es por ello que para que un mensaje oral posea una inteligibilidad del 80% se requiere que este supere alrededor de 12 dBA al ruido de fondo (Chávez, 2006).

2.14.5. EFECTOS EN LA AUDICIÓN

Exponerse esporádicamente a niveles sonoros altos no produce sordera, sino una alteración temporal del umbral auditivo, que consiste en una disminución de la capacidad auditiva por la presencia de un ruido, por ejemplo después de pasar 6 o más horas en una discoteca; existiendo una recuperación total después de un período de tiempo, siempre y cuando no se repita la exposición. La recuperación es normalmente casi completa, al cabo de dos horas y completa a las 16 horas de cesar el ruido, si se permanece en un estado de confort acústico a menos de 50 dBA (Burneo, 2007).

La exposición continua a niveles de ruidos intensos va agravando el desplazamiento temporal de la capacidad auditiva con el tiempo, y la recuperación al finalizar el ruido va a ser cada vez más lenta y parcial, llegándose al punto donde la alteración de la audición es permanente (Berglund et al. 1999)

La exposición a niveles de ruido ensordecedores, como una explosión violenta, puede causar la rotura del tímpano, produciéndose sordera parcial o hipoacusia, potencialmente reversible. (Burneo, 2007)

2.14.6. ESTRÉS

El estrés es una reacción inespecífica ante factores agresivos del entorno físico, psíquico y social. Las personas sometidas de forma prolongada a situaciones como las anteriormente descritas (ruidos que hayan perturbado y frustrado sus esfuerzos de atención, concentración o comunicación, o que hayan afectado a su tranquilidad, su descanso o su sueño) pueden desarrollar cuadros de estrés desencadenando una respuesta inespecífica en el organismo que puede llegar a producir alteraciones permanentes (Berglund et al. 1999)

Berglund et al. (1999), describe los síndromes que pueden ser generados por la exposición de forma prolongada a altos niveles de ruido: Cansancio crónico.

- Tendencia al insomnio, con la consiguiente agravación de la situación.
- Enfermedades cardiovasculares: hipertensión, cambios en la composición química de la sangre, isquemias cardíacas, etc.
- Trastornos del sistema inmune responsable de la respuesta a las infecciones y a los tumores.
- Trastornos psicofísicos tales como ansiedad, manía, depresión, irritabilidad, náuseas, jaquecas, y neurosis o psicosis en personas predispuestas a ello.
- Cambios conductuales, especialmente comportamientos antisociales tales como hostilidad, intolerancia, agresividad, aislamiento social y disminución de la tendencia natural hacia la ayuda mutua.

Aunque se han estudiado diferentes efectos del ruido mediados por la reacción de estrés, el grupo que mayor atención ha recibido es el de las alteraciones cardiovasculares. En este sentido, varios grupos científicos coinciden en el reconocimiento del ruido como un factor más de riesgo cardiovascular (Chávez, 2006)

2.15. MEDICIÓN DE RUIDO

2.15.1. SONOMETRO

Mide el nivel de presión sonora en decibelios en forma directa. El sonómetro es el instrumento más utilizado debido a que además de recoger las señales, es capaz de ponderarlas en función a la sensibilidad real del oído humano, a las distintas frecuencias y de ofrecer un valor único en dBA del nivel de ruido del lugar a analizar

Los sonómetros pueden ser de 4 tipos :

- **Tipo 0:** Estos tipos de sonómetros son usados como referencia en laboratorios.
- **Tipo 1:** Estos son equipos de precisión; es decir, nos proporcionan mediciones más exactas.
- **Tipo 2:** Los sonómetros de este tipo se emplean con mayor frecuencia a nivel de industrias, se emplean para realizar estudios de supervisión.

El sonómetro está conformado por un micrófono, un amplificador, filtros de ponderación y un cuadrante de lectura y adicionalmente requiere de algunos accesorios como un cortaviento y un trípode.

2.15.2. DESCRIPTORES DE RUIDO

Existen muchas formas de medir el ruido, todas de ellas requieren de un indicador (también llamando índice o descriptor), que permita cuantificar el sonido captado por un micrófono. Los descriptores de ruido procesan los niveles sonoros recibidos en el tiempo, algunos dan cuenta de la energía sonora en un periodo de tiempo, otros indican niveles máximos o mínimos que se alcanzan en un determinado lapso y otros son simplemente valores en un instante (Kogan, 2004).

A. NIVEL DE PRESIÓN SONORA (NPS)

También se le puede encontrar con su apreciación en inglés L_p (Level Pressure) o SPL (Sound Pressure Level), se expresa en decibeles (dB) y se define por la siguiente expresión matemática.

$$\text{NPS (dB)} = 10 \text{ Log} \left(\frac{P_1}{P_0} \right)^2 \text{ [dB]} \quad (5)$$

- P_0 : Es el valor efectivo de la presión sonora de referencia fijado en $2 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$
- P_1 : Es el valor efectivo de la presión sonora medida en N/m^2

B. NIVEL DE PRESIÓN SONORA CONTINUO EQUIVALENTE PONDERADO A (L_{Aeq})

También conocido como el Nivel Continuo Equivalente (L_{Aeq}), se define como aquel nivel de ruido constante que tiene la misma cantidad de energía sonora que el ruido real considerado para el mismo intervalo de tiempo. Este descriptor es el más usado internacionalmente, porque da cuenta de la energía promedio de exposición dentro de un intervalo de tiempo determinado. Tomando la ponderación A, el nivel continuo equivalente está dado por la expresión:

$$L_{Aeq,T} = 10 \text{ Log} \left[\frac{1}{T} \int_{T_1}^{T_2} \left(\frac{P_A(t)}{P_0} \right)^2 \right] \text{ [dB]} \quad (6)$$

- $T = T_2 - T_1$, es el intervalo de tiempo considerado

- $P_A(t)$, es la presión sonora instantánea.
- P_0 , es la presión sonora de referencia.

C. PERCENTILES (L_{10} Y L_{90})

Un ruido variable en el tiempo se puede describir mediante funciones distributivas y acumulativas, que presenten respectivamente el porcentaje de tiempo que ha existido un determinado rango de niveles, y el nivel sonoro que ha superado durante un porcentaje de tiempo el periodo de medida considerado.

Los niveles estadísticos o percentiles, expresan el nivel que se supera en el porcentaje del periodo total de medida indicado en la denominación de percentil. Por ejemplo, el L_{90} es el nivel sonoro que fue superado el 90% del tiempo de medición, por lo cual se suele emplear para registrar el ruido de fondo existente, por el contrario, el L_{10} registrará un nivel que incluirá únicamente los eventos más sonoros, los cuales en total estuvieron presentes tan solo el 10% del tiempo de medición (dB) (Musso, 2004).

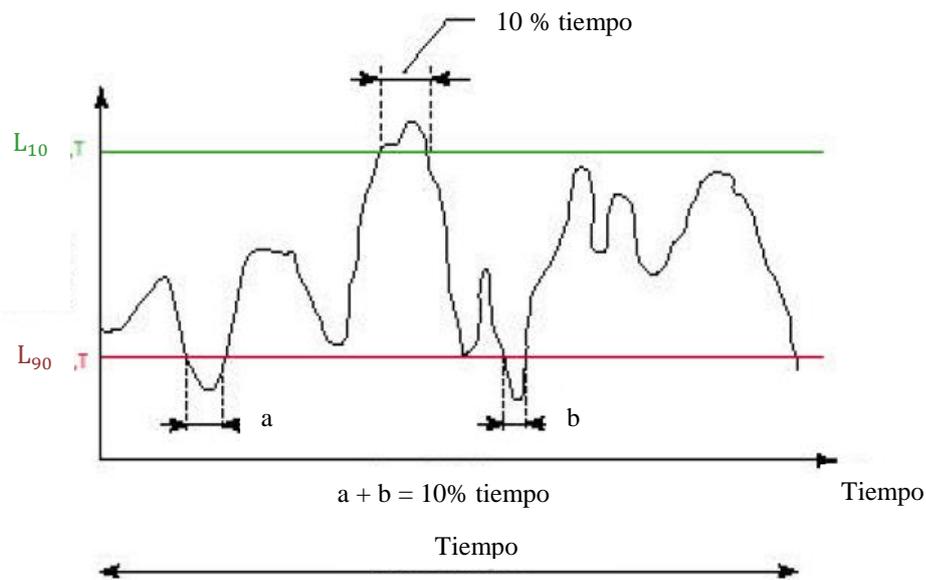


Figura 17: Representación L_{eq} del Niveles de percentiles L_{10} y L_{90}

FUENTE: Suasaca (2014)

2.15.3. PONDERACIONES 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. (Brüel & Kjaer, 2000)

Los sonómetros comerciales tienen disponibles tres ponderaciones de tiempo:

- Lento (Slow): La constante del tiempo de respuesta es de un segundo. Es decir, el sonómetro registra durante un intervalo de tiempo de un segundo los cambios en la energía y con esta información determina un valor equivalente de presión sonora para dicho intervalo de tiempo.
- Rápido (Fast): La constante del tiempo de respuesta es de 0.125 segundos. Esta ponderación temporal se asemeja a la constante de tiempo usada por el sistema auditivo humano.
- Impulso (Impulse): La constante del tiempo de respuesta es de 0.035 segundos para sonidos que van en aumento y de 1.5 segundos para sonidos que van decreciendo.

La ponderación fast proporciona una respuesta más precisas puesto que el tiempo de promediado es más rápido así como en los casos en que se requiera muestrear niveles máximos. En cualquier caso siempre que no se especifica nada el respecto, se sobreentenderá por defecto ponderación en tiempo fast (Brüel & Kjaer, 2000)

2.15.4. PONDERACIÓN EN FRECUENCIA

La ponderación de frecuencia en un sonómetro altera las características de la respuesta de frecuencia de acuerdo con las especificaciones de una norma nacional o internacional. Así, la indicación de un instrumento, para un nivel determinado de presión sonora de entrada, depende de la frecuencia del sonido que llega al micrófono y de la ponderación de frecuencia seleccionada (Harris, 1995).

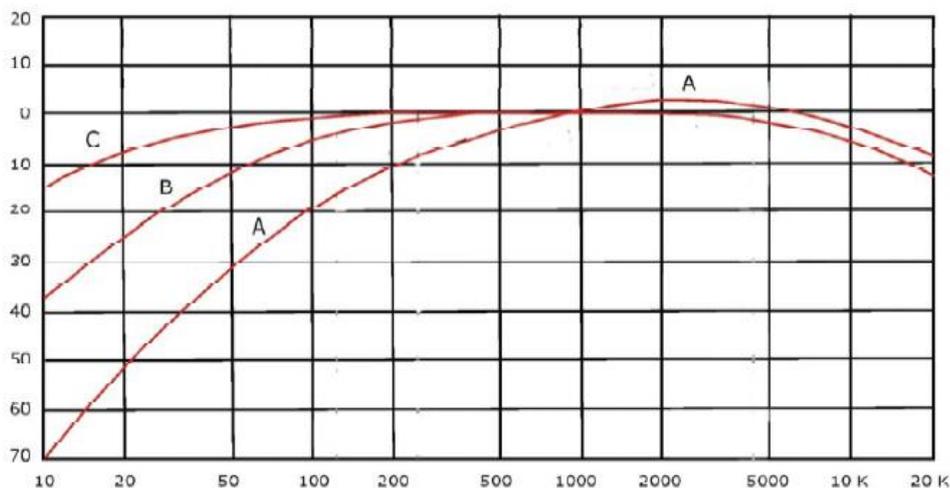


Figura 18: Curvas de ponderación A, B y C en dB

FUENTE: Magrama (2012)

Existen tres filtros de ponderación A, B, C cuyo objetivo es modificar el espectro de frecuencias del ruido para que el nivel resultante sea comparable a nuestro sentido de la audición.

La ponderación de frecuencia más común en la actualidad es la ponderación “A”, que se ajusta aproximadamente a la respuesta del oído humano y que proporciona unos resultados expresados como decibeles A (dBA). Asimismo, el protocolo nacional de monitoreo de ruido nacional establece que se debe utilizar la ponderación A con la finalidad de comparar los resultados con ECA ruido vigente.

2.16. MARCO LEGAL

2.16.1. DS N° 085-2003-PCM. REGLAMENTO DE ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL

El Decreto Supremo 085-2003-PCM 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. El Anexo N°1 de la presente ley, indica los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para ruido.

Tabla 02: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido en dBA

Zonas de Aplicación	Horario Diurno (07:01 am a 10:00 pm)	Horario Nocturno (10:01 pm a 07:00 am)
Zonas de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

FUENTE: Decreto Supremo N°085-2003-PCM

2.16.2. AMC N° 031-2011-MINAM/OGA. PROTOCOLO NACIONAL DE MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL

El Protocolo Nacional de Monitoreo del Ruido establece las metodologías, técnicas y procedimientos para elaborar las mediciones de niveles de ruido en el país, por parte los Gobiernos Locales (principales responsables de ejecutar los monitoreos de ruido de

conformidad con lo establecido en el D.S. N° 085-2003-PCM, así como por todas aquellas personas naturales y jurídicas que deseen evaluar los niveles de ruido en el ambiente.

2.16.3. NTP 1996-1:2007. DESCRIPCIÓN, MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DEL RUIDO AMBIENTAL PARTE 1.

Esta parte de la norma 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.

2.16.4. NTP 1996-2:2008 DESCRIPCIÓN, MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DEL RUIDO AMBIENTAL. PARTE 2.

Esta parte de NTP-ISO 1996 describe como 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. Asimismo, puede ser usada para medir con cualquier ponderación en frecuencia o en cualquier banda de frecuencia.

2.16.5. ORDENANZA N°301-2015/ML. ORDENANZA SOBRE PREVENCIÓN Y CONTROL DE RUIDOS

La ordenanza N°301-2015/ML busca prevenir y controlar los ruidos producidos en cualquier lugar en la jurisdicción del distrito de Lurín. La prevención y el control de los ruidos y las disposiciones indicadas en la presente Ordenanza están a cargo de la Sub Gerencia de Limpieza pública y medio ambiente en lo que le compete, para ello podrán solicitar el apoyo de la Policía Nacional del Perú y del Ministerio Público de conformidad a las disposiciones legales vigentes.

En concordancia con los Estándares Primarios de Calidad Ambiental para ruidos establecidos en el Anexo N° 1 del Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.- D.S. N° 085-2003-PCM, los niveles máximos de ruido en el ambiente en el Distrito de Lurín son:

Tabla 03: Niveles máximos de ruido en el ambiente en el distrito de Lurín

Zonas de Aplicación	Ruidos Molestos		Ruidos Nocivos
	Horario diurno (07:01 am a 10:00 pm)	Horario nocturno (10:01 pm a 07:00 am)	Cualquier horario
Zona de protección especial	50 decibeles	40 decibeles	≥ 70 decibeles
Zona residencial	60 decibeles	50 decibeles	≥ 80 decibeles
Zona comercial	70 decibeles	60 decibeles	≥ 85 decibeles
Zona industrial	80 decibeles	70 decibeles	≥ 90 decibeles

FUENTE: Ordenanza N°031-2015/ML

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDIO

3.1.1. UBICACIÓN

El distrito de Lurín se encuentra localizado en la provincia y departamento de Lima, y se ubica al sur de la capital. Limita por el Norte con Villa el salvador, Villa María del Triunfo, por el sur con Punta Hermosa; por el Este con Pachacámac; por el Oeste con el Océano Pacífico. Geográficamente se encuentra ubicado entre las latitudes 11°30' y 12°30' Sur y las longitudes 76°30' y 77°15' Oeste.

El área de estudio se encuentra localizada en la zona B del distrito de Lurín, y comprende un área de 28 hectáreas. De acuerdo a la zonificación del distrito de Lurín el área de estudio ha sido categorizada como zona de comercio zonal (CZ). Limita por el norte con la urbanización las Virreynas II, por el este con Lurín Cercado por el oeste y sur con el Ex fundo San Vicente y Ex Fundo Las Salinas.

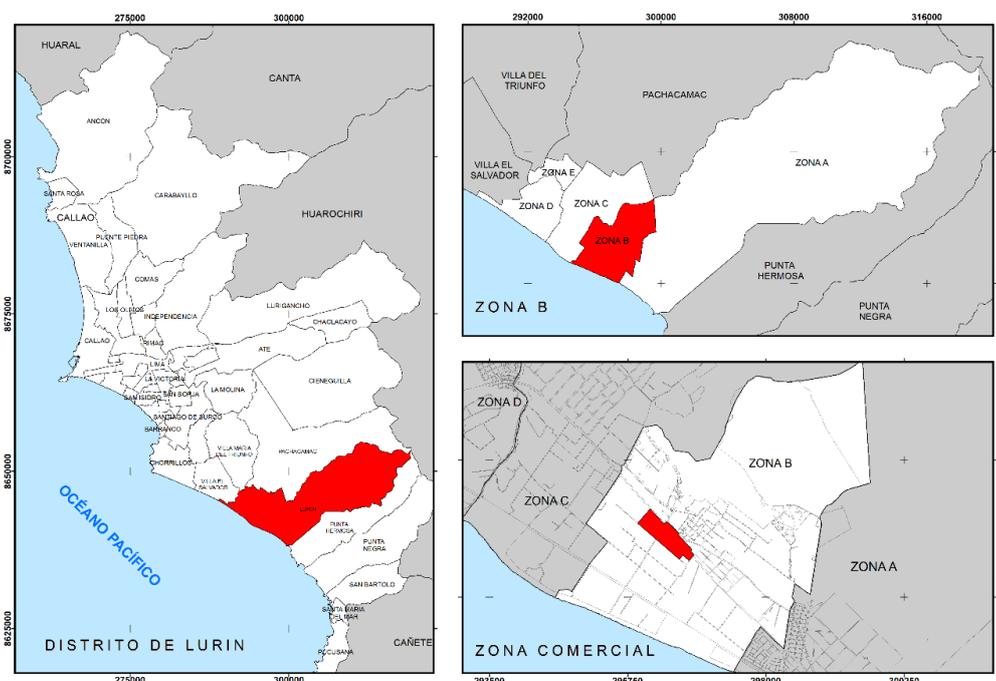


Figura 19: Ubicación de la zona de estudio

FUENTE: Elaboración propia

3.1.2. CLIMA Y GEOLOGÍA

La zona presenta un clima templado, cuya temperatura máxima en verano alcanza los 30°C y la temperatura mínima en invierno es de 11°C, con una humedad relativa de 79%. Por otro lado, la precipitación pluvial es casi nula, no sobrepasando los 30 mm en promedio anual, la cual está relacionada con la formación de alta nubosidad que existe en el invierno, precipitando finas garúas debido a la conocida influencia de las aguas frías marinas que bordean la costa peruana.

Durante los meses de verano, hay vientos fuertes del mar que soplan en horas de la tarde, los cuales en combinación con el sol intenso, el aire seco de estos meses y la presencia de capas de arena origina el aumento de la evapotranspiración, causando la erosión del suelo y pequeños remolinos de viento.

La mayor parte del terreno tiene una topografía ondulada con pendientes menores a 5% y una baja presencia de vegetación. Por su lado, los vientos son la única fuerza de erosión, causando la condición desértica absoluta. Por su lado, los vientos son la única fuerza de erosión, causando la condición desértica absoluta. Por último, la zona presenta un suelo de origen aluvial, con grandes depósitos de arena eólica de densidad variable.

3.1.3. POBLACIÓN Y DINÁMICA POBLACIONAL

Según el último Censo de Población del 2007 realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), el distrito de Lurín tenía una población de 62 940 habitantes con una tasa de crecimiento anual de 4.3%, por lo que se estima una población aproximada de 91 936 habitantes para el 2016.

Como se puede ver en la tabla 04 el distrito de Lurín presenta un incremento continuo de la población, cuyas tasas de crecimiento son: entre los censos de 1940 al 1961 una tasa anual de 2.3%, entre los censos de 1961 al 1972 una tasa de 7.1 %, de 1972 a 1981 una tasa 2.6%, de 1981 a 1993 una tasa del 6.5 y para el último censo de Población y vivienda 2007 una tasa de crecimiento del 4.3%.

De acuerdo con el censo de población del 2007, el distrito de Lurín, tiene una predominancia urbana representada por el 97% de la población, cuya ubicación se da en la parte circundante a la Panamericana antigua, y la nueva vía panamericana, en las Zonas A, B, C, D y cerca del

límite con el distrito de Villa el Salvador la Zona E. La población rural representa el 3% restante, su ubicación es en centros poblados y áreas agrícolas del distrito.

Tabla 04: Crecimiento de la Población de Lurín en el periodo 1940 - 2016

Año censal	Población (habitantes)	Incremento Poblacional	
		Incremento absoluto (habitantes)	Tasa de crecimiento (%)
1940	3716	-	-
1961	6000	2284	2,3
1972	12789	6789	7,1
1981	16166	3368	2,6
1993	34268	18102	6,5
2007	62940	28672	4,3
2010*	71413	8473	4,3
2011*	74484	3071	4,3
2012*	77687	3203	4,3
2013*	81028	3341	4,3
2014*	84512	3484	4,3
2015*	88146	3634	4,3
2016*	91936	3790	4,3

*Estimación poblacional y tasa de crecimiento tendencial

FUENTE: Diagnóstico Integral Participativo del Distrito de Lurín 2010

Las tendencias para el crecimiento de la población en el ámbito urbano son positivas debido al incremento y a la supremacía de la población del ámbito urbano, la demanda de expansión urbana de Lima Metropolitana y el interés de empresas privadas por urbanizar las tierras eriazas de Lurín, tanto en vivienda como industria. Se tiene en contraposición un crecimiento negativo y más pausado de la población del ámbito rural por la reducción de las tierras agrícolas.

3.1.4. COMERCIO DISTRITAL

En el distrito de Lurín se desarrollan tres tipos de comercio, las cuales han sido zonificadas de acuerdo a la última ordenanza aprobada N° 1814-2014/ML de la municipalidad distrital de Lurín: comercio especializado, comercio vecinal y comercio zonal. Este último es el que se desarrolla en la zona de estudio y constituye el principal centro de abastecimiento de bienes y servicios del distrito de Lurín.

- **Comercio especializado:** En el que se desarrollan las actividades de restaurantes, restaurantes campestres, venta de plantas, depósito de materiales agropecuarios entre otros servicios. Se da a ambos lados del eje de la Antigua Panamericana Sur en dos tramos; entre el A.H. J.C. Tello, y la Av. Manuel Valle (ex Paul Poblet) y el A.H. Nuevo Lurín y límite con el distrito de Punta Hermosa.
- **Comercio Zonal:** Sirve a la población local y a la población del área de influencia inmediata y se localiza en el área central del Cercado de Lurín y sobre el eje de la Antigua Panamericana Sur, entre el A.H. Los Jardines de Lurín (Av. San Pedro) y el A.H. Nuevo Lurín 1ra Etapa (Av. Central); ofreciendo multiplicidad de servicios, médicos, bancarios, hospedaje, expendio de alimentos, bebidas y similares, en una diversidad de pequeñas tiendas de abarrotes y bodegas; además de la presencia del mercado de abastos y el Centro Comercial de Lurín.
- **Comercio Vecinal:** Sirve a la población local y se localiza indistintamente de manera dispersa en cada uno de los asentamientos y urbanizaciones del distrito, como es el caso de los comercios que se ubican en la Av. Lima en el A.H. Villa Alejandro, Calle Julio C. Tello en la zona del mismo nombre.

3.1.5. VIALIDAD Y ACCESO

Las vías que articulan internamente el distrito se pueden agrupar en tres tipos:

- **Vías urbanas principales:** Se caracterizan por articular las principales áreas del distrito, cumplen doble función, relacionando las vías urbanas entre sí, y facilitando la vinculación con el exterior. Entre ellas, se tienen las siguientes: Av. Antigua Panamericana Sur, Av. Lima, Av. Manuel Valle, Av. Industrial, Av. Portillo Grande.
- **Vías urbanas secundarias:** Cumplen la función de enlazar las actividades internas del distrito, interrelacionándose a su vez con las vías urbanas locales. Entre ellas se tienen las siguientes: Vía Malecón Costero, Vía de acceso a Ex Fundo Mamacona, Av. D- Villa Alejandro, Av. San Pedro, Av. Mártir Olaya, Av. Los eucaliptos, Jr. Los Cedros, Av. Los Claveles – Calle 1, Av. Las Praderas de Lurín, Callejón Lechucero.
- **Vías urbanas locales:** Vinculan las áreas residenciales, comerciales o industriales con las vías secundarias; entre ellas tenemos las calles principales de Lurín cercado.

Las principales vías de acceso a la zona comercial son a través de la Antigua Panamericana sur (vía principal) y la Avenida San Pedro (vía secundaria, así como las calles que las intersectan Jr. Grau, Jr. Bolognesi, Jr. Huáscar, Jr. Moore, Jr. Tarapacá, Jr. Colon, Calle 8 y Calle 6 (vías locales).

3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1. MATERIALES

Los materiales que se emplearon para el presente trabajo de investigación, fueron los siguientes:

- Libretas de campo.
- Materiales de escritorio.
- Plano de zonificación del distrito.
- Hojas de registro de datos de ruido.
- Hojas de registro para el conteo vehicular.
- Software AutoCAD 2015
- Software Arcgis 10.1
- Software SPSS
- Software Minitab 17

3.2.2. EQUIPOS

Los equipos empleados en el monitoreo de ruido ambiental y en el procesamiento de información, fueron los siguientes:

- 1 Sonómetro integrador clase 2 marca Piccolo SML.
- 1 Sonómetro integrador clase 2 marca Extech serie 407780.
- 1 Equipo de posicionamiento global (GPS) marca Garmin modelo Etrex Venture HC.
- 1 Estación meteorológica portátil Davis Instruments modelo Vantage Pro2 Plus.
- 1 cámara fotográfica digital.
- 1 computadora.

3.3. METODOLOGÍA

3.3.1. MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL

a. DISTRIBUCIÓN DE LAS ESTACIONES DE MEDICIÓN

Para la selección de las estaciones de medición en el área de estudio, se utilizó la metodología de viales (o de tráfico) establecido en el Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental AMC N°031-2011-MINAM, ubicando las estaciones a lo largo de las fuentes sonoras más importantes, que corresponden a las vías principales y vías secundarias en el área de estudio.

Las principales consideraciones tomadas en cuenta para la selección de estación fueron las siguientes:

- Se ubicaron las estaciones a lo largo de las vías principales y secundarias que articulan zona comercial.
- Se seleccionaron los puntos más representativos para la fuente de estudio (tránsito vehicular).
- Se ubicaron las estaciones alejadas de superficies reflectantes.
- Se consideró también la seguridad de los equipos y el personal de campo.

Se establecieron 22 estaciones de monitoreo en la zona comercial, las cuales estuvieron ubicadas a lo largo de la avenida San Pedro, la Antigua Panamericana sur y calles que las intersectan (ZC). Asimismo se establecieron 6 estaciones fuera de la zona comercial, a fin de poder realizar un análisis comparativo del ruido ambiental en la zona comercial con la zona de protección especial (ZPE) y en la zona urbana (ZU), ver Anexo 1.

Tabla 05: Coordenadas UTM de las estaciones de monitoreo

Estación	Coordenadas		Descripción	Zona
	Este	Norte		
E01	296344 m	8642456 m	Antigua Panamericana Sur con Av. San Pedro.	ZC
E02	296404 m	8642384 m	Antigua Panamericana Sur con Av. Víctor Raúl Haya de la torre.	ZC
E03	296409 m	8642348 m	Antigua Panamericana Sur, próximo al centro de servicios bitel.	ZC
E04	296469 m	8642311 m	Antigua Panamericana Sur, Parque S/N, al costado del SENASA.	ZC

« Continuación »

Estación	Coordenadas		Descripción	Zona
	Este	Norte		
E05	296486 m	8642259 m	Antigua Panamericana Sur, frente al SENASA.	ZC
E06	296537 m	8642235 m	Antigua Panamericana Sur, entrada de Lurín y Jr. Bolognesi.	ZC
E07	296586 m	8642176 m	Antigua Panamericana Sur, frente al Mercado San Pedro y pasaje Moore.	ZC
E08	296618 m	8642141 m	Antigua Panamericana Sur, entre pasaje Moore y Tarapacá	ZC
E09	296574 m	8642069 m	Prolongación Jr. Tarapacá, entrada lateral del Mercado Virgen de las Mercedes.	ZC
E10	296525 m	8642014 m	Prolongación Jr. Tarapacá, frente al Paradero de Taxi N°2.	ZC
E11	296552 m	8641927 m	Ingreso Mercado Virgen de las Mercedes.	ZC
E12	296677 m	8642046 m	Antigua Panamericana Sur, salida derecha Mercado Virgen de las Mercedes.	ZC
E13	296759 m	8641950 m	Antigua Panamericana Sur con calle 1.	ZC
E14	296791 m	8641942 m	Antigua Panamericana Sur, frente al banco BBVA.	ZC
E15	296392 m	8642502 m	Antigua Panamericana Sur con calle 6.	ZC
E16	296482 m	8642404 m	Av. San Pedro con Jr. Castilla.	ZC
E17	296599 m	8642300 m	Jr. Castilla, entrada del Colegio N°7056	ZC
E18	296765 m	8642149 m	Jr. Bolognesi con Jr. Castilla.	ZC
E19	296936 m	8642076 m	Jr. Castilla con Jr. Colon.	ZU
E20	296742 m	8642421 m	Jr. Castilla con calle 6.	ZPE
E21	296883 m	8642402 m	Jr. Unión con Jr. Huáscar	ZU
E22	296708 m	8642542 m	Jr. Tarapacá con Jr. San Martin.	ZU
E23	296485 m	8642655 m	Plaza de Armas de Lurín, pasaje Grau.	ZU
E24	296209 m	8642577 m	Prolongación Av. San Pedro con Jr. Bolívar.	ZPE
E25	296300 m	8642472 m	Antigua Panamericana Sur, limite plaza vea	ZC
E26	296300 m	8642388 m	Antigua Panamericana Sur, frente al grifo Repsol.	ZC
E27	296202 m	8642221 m	Av. San Pedro, salida inferior del Plaza Vea Lurín.	ZC
E28	296718 m	8642028 m	Av. San Pedro, límite de la zona comercial.	ZC

FUENTE: Elaboración Propia

b. TIEMPO Y PERIODOS DE MEDICIÓN

De acuerdo al Protocolo nacional de monitoreo de ruido ambiental AMC N°031-2011-MINAM y a la NPT 1996-2:2008, se debe seleccionar aquellos intervalos de tiempo de medición que cubran todas las variaciones significativas en la emisión de ruido ambiental en la zona de estudio.

Los días 31 de marzo y 01 de abril del 2016 se realizó un monitoreo preliminar en las estaciones E06 y E16, con el objetivo de determinar los periodos de medición significativos en la zona de estudio. En base a los resultados obtenidos en el monitoreo preliminar se determinaron los periodos en donde se producían variaciones significativas en los niveles de presión sonora registrados. Finalmente, los periodos de medición elegidos fueron: de 08:00 a 10:00 am, 12:00 a 2:00 pm y 04:00 a 6:00 pm.

El tiempo de medición en cada periodo de monitoreo fue 15 min como lo menciona el Protocolo nacional de monitoreo de ruido ambiental AMC N°031-2011-MINAM.

c. MEDICIÓN DEL RUIDO AMBIENTAL

El protocolo de monitoreo empleado durante el monitoreo de ruido ambiental se elaboró teniendo como referencia las normas NTP ISO 1996-2:2008 y el Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental AMC N°031-2011-MINAM. A continuación se presenta el protocolo de monitoreo seguido en las estaciones de monitoreo:

- Previamente a la medición se calibró en campo el sonómetro y se configuró el equipo con la ponderación de frecuencia “A” y con ponderación temporal “FAST”.
- El sonómetro fue colocado a una altura aproximada de 1,5 m del nivel del suelo y el ángulo formado entre el sonómetro y un plano inclinado paralelo al suelo de aproximadamente 60 grados.
- Se colocó el sonómetro a una distancia libre aproximada de 0,50 m del cuerpo del especialista y a unos 3,50 metros o más de las paredes, construcciones u otras estructuras reflectantes.
- El tiempo de lectura en cada uno de las estaciones de monitoreo fue de 15 minutos por cada periodo medición seleccionados anteriormente (08:00 a 10:00 am, 12:00 a 2:00 pm y de 04:00 a 6:00pm).
- Se evitó durante las mediciones, condiciones meteorológicas extremas tales como lluvia, viento y otros que puedan afectar los resultados obtenidos y al equipo.

- Se preparó un formato de medición del ruido ambiental para detallar las características y ocurrencias en cada medición, basándonos en el Anexo 2 del protocolo de monitoreo de ruido ambiental.
- Paralelamente un operador realizó el conteo vehicular correspondiente a la vía donde se instaló el sonómetro.

Las mediciones se realizaron los días 6, 7 y 8 de julio del 2016, todas las mediciones se realizaron en el horario diurno, considerando tres periodos de monitoreo como los especifica el protocolo nacional de monitoreo de ruido ambiental.

3.3.2. MEDICIÓN DE LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS

El registro de las condiciones meteorológicas es una labor necesaria en todo monitoreo de ruido ambiental, dado que las condiciones meteorológicas (Temperatura, humedad, velocidad y dirección del viento), pueden afectar el funcionamiento del sonómetro y la dispersión del sonido.

Al no existir información meteorológica disponible y debido a que las estaciones meteorológicas más próximas a la zona de estudio son la estación Pantanos de Villa (Chorrillos) y la estación Villa María del Triunfo (VMT), se procedió con la caracterización meteorológica local mediante la instalación de una estación meteorológica portátil marca Davis Instruments modelo Vantage Pro2 Plus.

Tabla 06: Ubicación de la estación meteorológica automática

Coordenadas UTM	
Este	296791 m
Norte	8641863 m
Altitud	7 msnm
Descripción	
Entre la antigua panamericana sur y calle 6, parcelación Ex fundo San Vicente.	

FUENTE: Elaboración propia.

La ubicación fue determinada en base a la accesibilidad y a la seguridad de la zona, presencia de grass bajo, así como a la ausencia de obstáculos como árboles, edificios y otras estructuras. En la tabla 06 se presentan las coordenadas de la estación así como una breve descripción de su ubicación.

Los parámetros meteorológicos fueron registrados considerando los métodos y procedimientos establecidos en el protocolo para la instalación y operación de estaciones meteorológicas, agro meteorológicas e hidrológicas del Servicio Nacional de Meteorología e hidrología – SENAMHI (2013), los criterios seleccionados fueron los siguientes:

- Se instalaron los sensores de temperatura ambiental y humedad relativa en un trípode metálico a una altura de 1.5 m sobre el nivel del suelo.
- Se instaló el sensor de velocidad y dirección de viento a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo, con referencia al norte verdadero.
- Se configuro la estación meteorológica automática con una resolución temporal de 15 minutos.
- Se registró la información de temperatura ambiental, humedad relativa, presión atmosférica, velocidad y dirección de viento durante todo el periodo de medición de 8:00 a 18:00, todos los días de monitoreo.

3.3.3.DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO VEHICULAR

El conteo vehicular se realizó en forma simultánea en las estaciones donde se realizó la medición de los niveles de presión sonora, para la clasificación empleada se tomó como guía la Resolución N°4848-2006-MTC/15, Clasificación vehicular y estandarización de características registrables vehiculares, del ministerio de transporte y comunicaciones:

- **Motos y motocicletas:** Se considera a todo vehículo de dos ruedas lineal impulsado por un motor.
- **Mototaxis:** Motocicleta de tres ruedas y con techo que se usa como medio de transporte popular para distancias cortas.
- **Automóviles:** Todo vehículos de cuatro ruedas destino al transporte de pocas personas con menos de 8 asientos, se incluyen station wagon, coupé, sedan, etc
- **Camionetas:** Todo vehículo empleado generalmente para el transporte de personas o mercancías ligeras, se incluyen pickups, jeep y furgonetas.

- **Microbús y minibús:** Vehículos destinados al transporte de personas, el microbús se considera a todo vehículo con 10 hasta 16 asientos, mientras que el minibús se considera a todo vehículo con 17 hasta 33 asientos.
- **Ómnibus:** Vehículos destinados al transporte de personas, con más de 33 asientos.
- **Vehículos pesados:** Todo vehículo utilizado para transporte de carga pesada o utilizados para fines industriales o de construcción.

3.3.4. DESARROLLO DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS

El desarrollo de la prueba de hipótesis en la presente investigación se realizó en el programa Minitab, la hipótesis nula y la hipótesis alternativa planteadas fueron las siguientes:

Hipótesis

- ❖ H_0 : El nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A (L_{Aeq}) promedio en la zona comercial del distrito de Lurín no supera el nivel máximo permitido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para ruido, ($H_0: \mu \leq 70$ dBA).
- ❖ H_1 : El nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A (L_{Aeq}) promedio en la zona comercial del distrito de Lurín supera el nivel máximo permitido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para ruido, ($H_1: \mu > 70$ dBA).

Para el desarrollo de la prueba de hipótesis primero fue necesario conocer si los datos se ajustaban a una distribución normal, ya que el supuesto de normalidad es el requisito principal para la elección de una prueba estadística paramétrica o no paramétrica.

Para comprobar si los datos provenían de una distribución normal se realizó una prueba de hipótesis para evaluar la normalidad de los datos, mediante el test de Kolmogorov – Smirov. Del desarrollo de la prueba de normalidad, se concluyó que los datos seguían una distribución normal a un nivel de significación del 5% ($\alpha=0,05$), por lo que se justificaba la elección de una prueba paramétrica. La prueba paramétrica elegida para el desarrollo de la hipótesis principal fue la t de student unilateral derecha, asimismo, el desarrollo completo de la prueba de normalidad se presenta en el Anexo 3.

Finalmente se determinó el valor estadístico de prueba en el programa Minitab eligiendo un nivel de significación del 5% y luego se comparó el valor calculado con el valor tabular para tomar una decisión respecto a la hipótesis planteada.

3.3.5. MAPAS DE RUIDO AMBIENTAL

En base a los resultados obtenidos del monitoreo de ruido ambiental, se elaboraron mapas de ruido ambiental para la zona de estudio en el software Arcgis 10.1 utilizando el método kriging de interpolación, a continuación se presenta la metodología seguida para la elaboración de mapas de ruido:

- Se procesó y ordenó los datos obtenidos del monitoreo de ruido ambiental en Ms Excel.
- Se generó una tabla con todas las variables consideradas como las coordenadas UTM de las estaciones (Este y Norte), el número de estación y nivel de presión sonora equivalente.
- Se importó la tabla de datos procesados al software Arcgis.
- Se generó una nueva capa con los datos importados y se le asignó a la capa el sistema de proyección WGS 84 18S, para evitar errores de proyección.
- Se utilizó la herramienta interpolation de la caja de herramientas de Spatial Analyst del Arcgis, empleando el método Kriging.
- Se asignó la escala de colores especificados en la ISO 1996-2:1987 para la elaboración de mapas de ruido ambiental.
- Finalmente se añadió elementos básicos de presentación en un mapa: Norte, grilla de coordenadas, membrete, escala gráfica, entre otros.

3.3.6. DEFINICIÓN DE LAS ÁREAS DE RIESGO ACÚSTICO

Para definir las áreas más expuestas al ruido ambiental o áreas de riesgo acústico, se tomó en consideración lo establecido en la Guía para la elaboración de planes de acción para la prevención y control de ruido urbano, elaborado por el Ex CONAM actualmente MINAM, el procedimiento realizado para definir las áreas de riesgo acústico fueron las siguientes:

- Se agregó la capa en formato shapefile de la zonificación del distrito de Lurín al Arcgis.
- Se agregó las curvas isófonas del nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación A creada en la etapa anterior y se superpuso sobre la capa de zonificación del distrito.
- Se definieron las zonas más expuestas al ruido ambiental, comparando el límite establecido en los Estándares de Calidad de Ruido Ambiental DS 085-2003 PCM,

con el tipo de uso de suelo (urbano, de protección especial y comercial) establecido en el plano de zonificación distrital. El tipo de áreas de riesgo fueron definidas de acuerdo a lo que se establece en la Guía para la elaboración de planes de acción para la prevención y control de ruido urbano, de acuerdo al siguiente criterio:

- Áreas de peligro acústico: $L_{Aeq,T} - L_{Aeq,T}$ del ECA > 12 dBA
 - Áreas de alto riesgo acústico: $L_{Aeq,T} - L_{Aeq,T}$ del ECA > 6 dBA
 - Áreas de riesgo acústico: $L_{Aeq,T} - L_{Aeq,T}$ del ECA > 3 dBA
- Finalmente se elaboró el mapa de riesgo acústico, resaltando las áreas más expuestas al ruido ambiental y añadiendo los elementos básicos de presentación en un mapa: Norte, grilla de coordenadas, membrete, escala gráfica, entre otros.

3.3.7. PERCEPCIÓN DEL RUIDO AMBIENTAL EN LA ZONA COMERCIAL

El ruido ambiental es una de las principales formas de contaminación urbana, y una de las que ocasiona una mayor molestia a la población. Diferentes estudios desarrollados en los últimos años han demostrado que el ruido ambiental afecta el aparato auditivo, el sistema nervioso, el aparato digestivo y perturba el desarrollo normal de actividades como la comunicación, el descanso, el estudio, etc.

Para realizar una valoración subjetiva de la molestia producida por el ruido ambiental en la zona comercial del distrito de Lurín se ha elaborado una encuesta que permita identificar las principales fuentes de ruido, evaluar la molestia y los principales efectos del ruido y las medidas tomadas contra el ruido.

3.3.7.1. DISEÑO DE LA ENCUESTA

El diseño de la presente encuesta, toma en consideración las especificaciones para estudios socio-acústicos contenidas en la ISO/TS 15666:2003, cuyo objetivo es dar una normativa a seguir para la evaluación socio-acústica del ruido en las personas. Esta norma trata de uniformizar este tipo de cuestionarios a nivel internacional y recomienda el uso de preguntas cerradas en una escala Likert de valoración verbal.

Asimismo, se ha tomado como referencia diversos estudios socio-acústicos realizados en ciudades de Sudamérica y México, como el estudio del impacto generado por el ruido debido al tráfico vehicular por medio de encuestas en la Av. Javier Prado - Perú (Santos, 2007), la

evaluación de ruido ambiental urbano en la ciudad de Medellín - Colombia (Ortega et al., 2005), el estudio del ambiente urbano y percepción de la contaminación sonora en Curitiba, Brasil (Moreira et al. 2005), entre otros.

3.3.7.2. POBLACIÓN Y MARCO MUESTRAL

Se tomó como marco muestral en la presente investigación el registro de los puestos comerciales y negocios formales ubicados en la zona comercial del distrito de Lurín. El número total de puestos comerciales y negocios próximos a las vías de tránsito vehicular en la zona comercial fue de 578.

3.3.7.3. SELECCIÓN DE LA MUESTRA

La confiabilidad de las conclusiones que se extraen de una población depende de la forma como se escoge una muestra. Para efectos estadísticos, una de las herramientas más poderosas de que se dispone para elegir una buena muestra es que esta sea seleccionada al azar, debido a que se requiere una muestra que represente de la mejor forma a toda la población.

La muestra fue seleccionada al azar para evitar el sesgo o un prejuicio en contra de algún grupo en particular o grupos de población.

3.3.7.4. TAMAÑO DE LA MUESTRA

La confiabilidad y representatividad de los resultados de una encuesta están estrechamente ligados al método de selección de la muestra y el tamaño de la misma. En la presente investigación al trabajar con una población finita se empleó la siguiente fórmula para determinar el tamaño muestral.

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{E^2(N-1) + Z^2 \times p \times q} \quad (7)$$

Dónde: N: Tamaño de la población; n: Tamaño de la Muestra; E: Error máximo = 5 %; Z: Margen de confiabilidad = 1,96 (95%); p: Es la proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio = 0,5; q: Es la proporción de individuos que no poseen esa característica = 0,5.

$$n = \frac{578 \times 1,96^2 \times 0,5 \times 0,5}{0,05^2(578-1) + 1,96^2 \times 0,5 \times 0,5} = 232$$

De acuerdo a la ecuación el tamaño de la muestra necesaria para obtener un nivel de confianza de 95% y error 5% es de $n=232$.

3.3.7.5. ORGANIZACIÓN Y REALIZACIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO

El método empleado para encuestar a la muestra seleccionada fue el de entrevista directa. Antes de su inicio, los encuestados eran informados sobre el proyecto de investigación estaba siendo desarrollado y el propósito de estudio.

Algunas consideraciones importantes que se les indico a los encuestadores previo a la cumplimentación fueron:

- El encuestado no será eliminado, salvo que se encuentre incapacitado para responder la encuesta. En ese caso debe ser reemplazado por otra persona del mismo puesto de trabajo o de un puesto contiguo.
- Cuando se consulta por el grado de molestia, no es necesario que el ruido este presente.
- Se tiene que asegurar toda la información solicitada por la encuesta. Por lo tanto, siempre se debe revisar la encuesta antes de despedirse del encuestado, cerciorándose que se han completado todos datos requeridos por la encuesta.

3.3.7.6. ENCUESTA PILOTO

Previo a la cumplimentación se desarrolló la encuesta piloto. El objetivo fue comprobar la validez del cuestionario en diferentes aspectos, como: ambigüedad de las preguntas o respuestas predeterminadas, enunciados no adecuados, olvido de fuentes importantes, tiempo de cumplimentación, etc.

La encuesta piloto permitió detectar aquellas preguntas que eran de difícil comprensión y era conveniente volver a redactar, las que eran muy semejantes a otras y se podían fusionar, así como preguntas irrelevantes para el estudio y que directamente se podían eliminar. Asimismo, se determinó un tiempo promedio de 8 minutos por encuesta.

Luego de algunas correcciones menores en la redacción de las preguntas y modificar el formato para que fuera más manejable y claro para los encuestadores se obtuvo el cuestionario final, el cual fue sometido a un análisis factorial exploratorio (AFE) para determinar su validez de constructo.

3.3.7.7. VALIDACIÓN DE LA ENCUESTA

En toda investigación científica los instrumentos de medición deben cumplir con las condiciones mínimas de validez y confiabilidad, de no ser así los resultados y las conclusiones derivadas de estas no serían válidas.

Con la finalidad de evaluar la confiabilidad y validez del instrumento se realizó la prueba de alpha de Cronbach y un análisis factorial exploratorio (AFE) respectivamente, los resultados del proceso de validación de la encuesta se presentan en el Anexo 4.

3.3.8. PLANTEAMIENTO DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL RUIDO AMBIENTAL

Se definieron las medidas de mitigación de ruido ambiental priorizando las zonas de mayor riesgo identificadas en la zona comercial, tomando como referencia los resultados obtenidos en los subcapítulos anteriores y consultando información técnica local del área de estudio

Las medidas de mitigación del ruido ambiental fueron planteadas sobre la base de los lineamientos generales descritos en el DS 085-2003-PCM:

- ❖ Mejora en los hábitos de la población
- ❖ Planificación urbana
- ❖ Promoción de barreras acústicas con énfasis en las barreras verdes.
- ❖ Promoción de tecnologías amigables con el ambiente
- ❖ Racionalización del transporte.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. MONITOREO DEL RUIDO AMBIENTAL

El monitoreo de ruido ambiental fue realizado los días 06, 07 y 08 de Julio del 2016. El registro de los niveles de presión sonora (NPS) en las 28 estaciones de monitoreo establecidas se realizó de acuerdo a la Norma NTP 1996-2:2008 y el Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental.

En total se registraron 84 lecturas de 15 minutos en los tres días de monitoreo del ruido ambiental. A partir de los registro de nivel de presión sonora (NPS) se calcularon los niveles de presión sonora continuo equivalente (L_{Aeq}), luego se determinó el promedio logarítmico de los niveles de presión sonora continuo equivalente (L_{Aeq}) en cada estación de monitoreo. Los resultados del monitoreo de ruido ambiental se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 07: Resultados del monitoreo del ruido ambiental

Estación	Coordenadas UTM		$L_{Aeq\ 15min}$ (dB)			Promedio (dB)
	Este	Sur	08:00-10:00	12:00-02:00	04:00-06:00	
E01	296344 m	8642456 m	75,4	74,4	75,8	75,2
E02	296404 m	8642384 m	74,8	73,4	75,9	74,8
E03	296409 m	8642348 m	74,5	73,7	74,9	74,4
E04	296469 m	8642311 m	72,8	72,3	74,3	73,2
E05	296486 m	8642259 m	74,5	72,5	74,1	73,8
E06	296537 m	8642235 m	74,0	73,7	74,5	74,1
E07	296586 m	8642176 m	75,3	74,3	76,1	75,3
E08	296618 m	8642141 m	76,1	75,3	75,9	75,8
E09	296574 m	8642069 m	73,0	71,7	73,3	72,7
E10	296525 m	8642014 m	70,5	69,5	72,1	70,8
E11	296552 m	8641927 m	69,8	68,1	69,9	69,3
E12	296677 m	8642046 m	76,5	76,1	77,1	76,6
E13	296759 m	8641950 m	74,3	74,0	76,4	75,0
E14	296791 m	8641942 m	73,8	73,1	76,3	74,6

« Continuación »

E15	296392 m	8642502 m	73,7	72,4	74,5	73,6
E16	296482 m	8642404 m	71,8	70,0	72,2	71,4
E17	296599 m	8642300 m	70,4	69,8	70,1	70,1
E18	296765 m	8642149 m	72,3	70,3	72,7	71,9
E19	296936 m	8642076 m	68,9	66,4	70,1	68,7
E20	296742 m	8642421 m	68,9	67,3	67,9	68,1
E21	296883 m	8642402 m	67,2	66,2	67,4	67,0
E22	296708 m	8642542 m	67,1	65,1	66,8	66,4
E23	296485 m	8642655 m	66,1	65,7	66,9	66,3
E24	296209 m	8642577 m	67,0	66,7	67,5	67,1
E25	296300 m	8642472 m	73,1	71,9	74,1	73,1
E26	296300 m	8642388 m	75,4	74,8	76,2	75,5
E27	296202 m	8642221 m	73,4	71,3	74,8	73,4
E28	296718 m	8642028 m	73,3	71,3	73,5	72,8

FUENTE: Elaboración propia

Periodo de 08:00 a 10:00 am

Los niveles de presión sonora continuo equivalente con ponderación A (L_{Aeq}) en el periodo de monitoreo de 08:00 a 10:00 am fluctuaron de 66,1 dB (E23) a 76,5 dB (E12). Las estaciones donde se registraron los valores más altos son las estaciones E12 (76,5 dB), E08 (76,1 dB) y E26 (75,4 dB) las cuales se ubican a lo largo de la antigua panamericana sur (Zona comercial). Por otro lado, valores más bajos se registraron en las estaciones E23 (66,1 dB), E24 (67 dB) y E22 (67,1 dB) las cuales se ubican en la zona residencial y zona de protección especial.

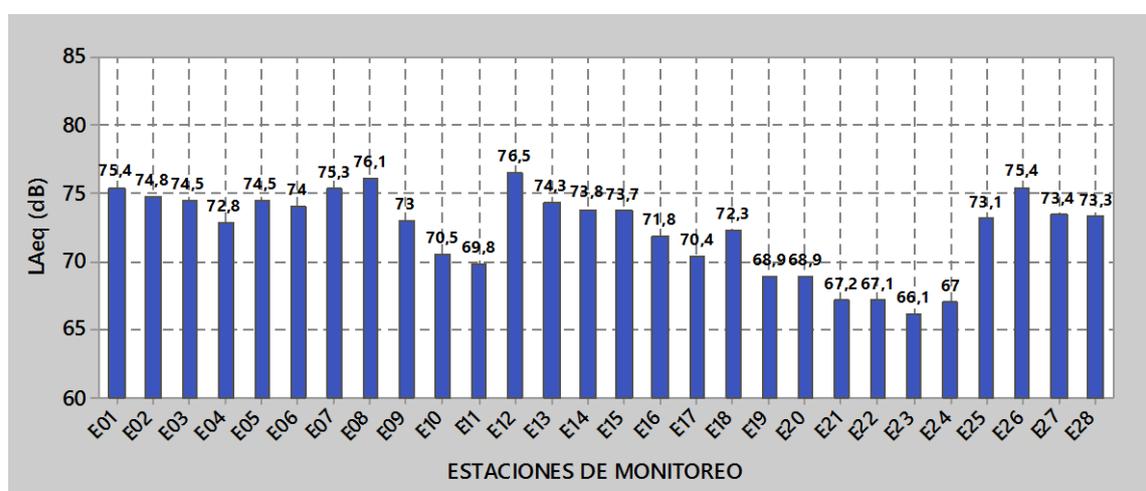


Figura 20: Resultados del Monitoreo de ruido ambiental en el periodo de 08:00-10:00

FUENTE: Elaboración propia

Periodo de 12:00 a 02:00 pm

Los niveles de presión sonora continuo equivalente con ponderación A (L_{Aeq}) en el periodo de monitoreo de 12:00 a 02:00 am fluctuaron de 65,1 dBA (E22) a 76,1 dBA (E12). Las estaciones donde se registraron los valores más altos son las estaciones E12 (76,1 dBA), E08 (75,3 dB) y E26 (74,8 dB) las cuales se ubican a lo largo de la antigua panamericana sur (zona comercial). Por otro lado, los valores más bajos se registraron en las estaciones E22 (65,1 dB), E23 (65,7 dB) y E21 (66,2 dB) las cuales se ubican en la zona residencial.

En este periodo de monitoreo se registraron los menores niveles de presión sonora continua equivalente con ponderación A (L_{Aeq}) que en los otros periodos de monitoreo evaluados, esto se debe a que el volumen de tránsito en las vías principales y secundarias que articulan la zona comercial en este periodo disminuye, esto se puede corroborar con los resultados del estudio de composición del tráfico vehicular (ver Anexo 2).

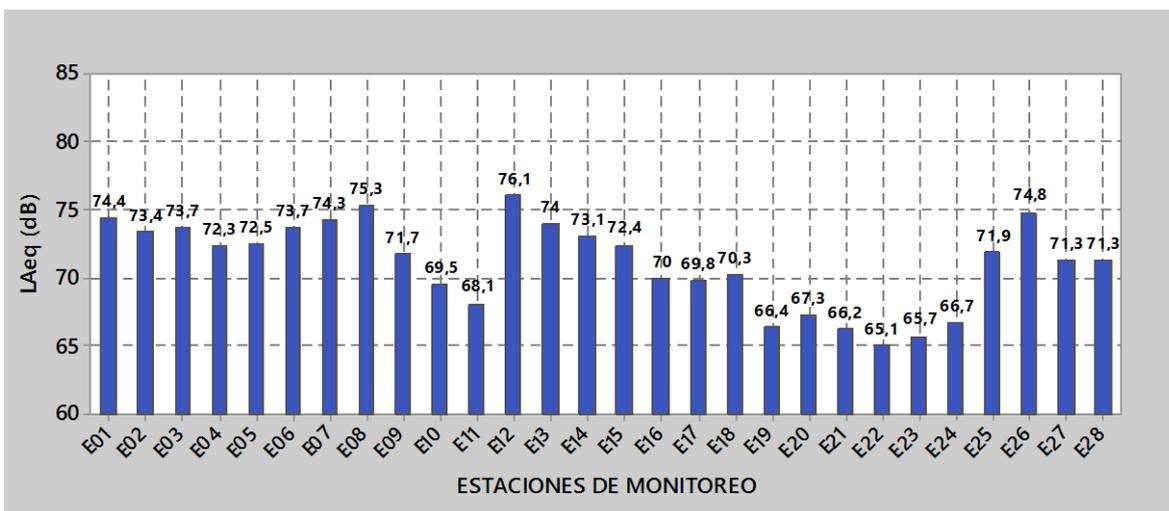


Figura 21: Resultados del Monitoreo de ruido ambiental en el periodo de 12:00-02:00

FUENTE: Elaboración propia

Periodo de 04:00 a 06:00 pm

Los niveles de presión sonora continuo equivalente con ponderación A (L_{Aeq}) en el periodo de monitoreo de 04:00 a 06:00 pm fluctuaron de 66,8 dBA (E22) a 77,1 dBA (E12). Las estaciones donde se registraron los valores más altos son las estaciones E12 (77,1 dBA), E13 (76,4 dB) y E14 (76,3 dB) las cuales se ubican a lo largo de la antigua panamericana sur (zona comercial). Por otro lado, los valores más bajos se registraron en las estaciones E22 (66,8 dB), E23 (66,9 dB) y E21 (67,4 dB) las cuales se ubican en la zona residencial.

En este periodo de monitoreo se registraron los mayores niveles de presión sonora continua equivalente con ponderación A (L_{Aeq}) que en los otros periodos de monitoreo evaluados, ya que este periodo de monitoreo evaluado corresponde al hora pico en donde el tránsito vehicular es mayor, principalmente en la antigua panamericana sur y en la avenida San Pedro, esto se puede corroborar con los resultados del estudio de composición del tráfico vehicular (ver Anexo 2).

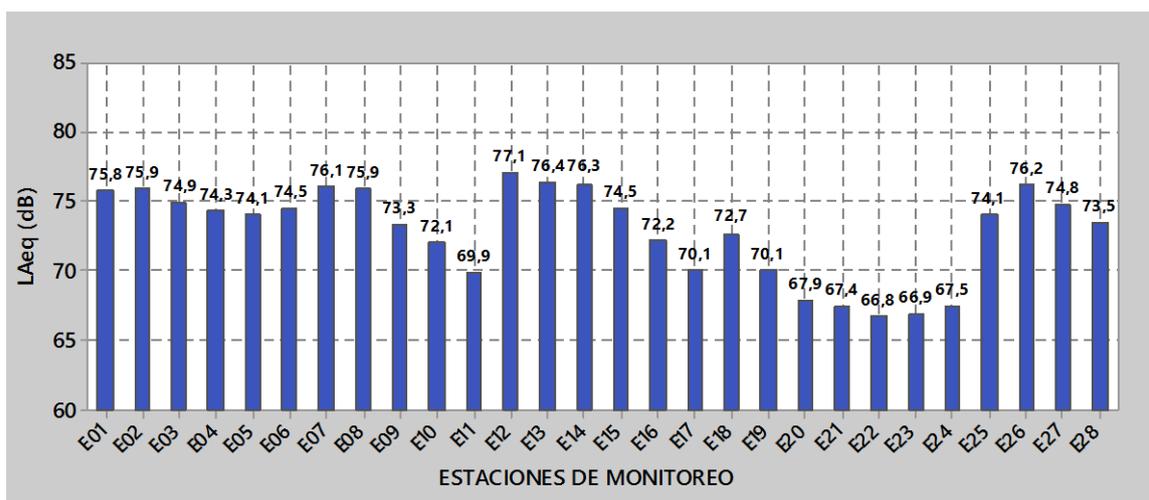


Figura 22: Resultados del Monitoreo de ruido ambiental en el periodo de 04:00-06:00
 FUENTE: Elaboración propia

Promedio

Los mayores niveles de presión sonora continua equivalente con ponderación A (L_{Aeq}) promedio fueron registrados en las estaciones distribuidas a lo largo de la antigua panamericana sur y la avenida San Pedro, siendo las estación E12 (76,6 dBA), E08 (75,8 dB) y E26 (75,5 dB) en donde el L_{Aeq} fue mayor. Por otro lado, los menores niveles de presión sonora continua equivalente con ponderación A (L_{Aeq}) se registraron en las estaciones E23 (66,3 dB), E22 (66,4 dB) y E21 (67dB) las cuales se ubican en la zona residencial.

Asimismo, si bien los niveles de presión sonora registrados en las estaciones ubicadas en la zona residencial son menores que en el resto de estaciones de monitoreo, los niveles de presión sonora aún son muy altos de acuerdo a la zonificación que le corresponde como zona residencial, esto se debe a que el tránsito vehicular por las vías secundarias que articulan la zona residencial sigue siendo significativo.

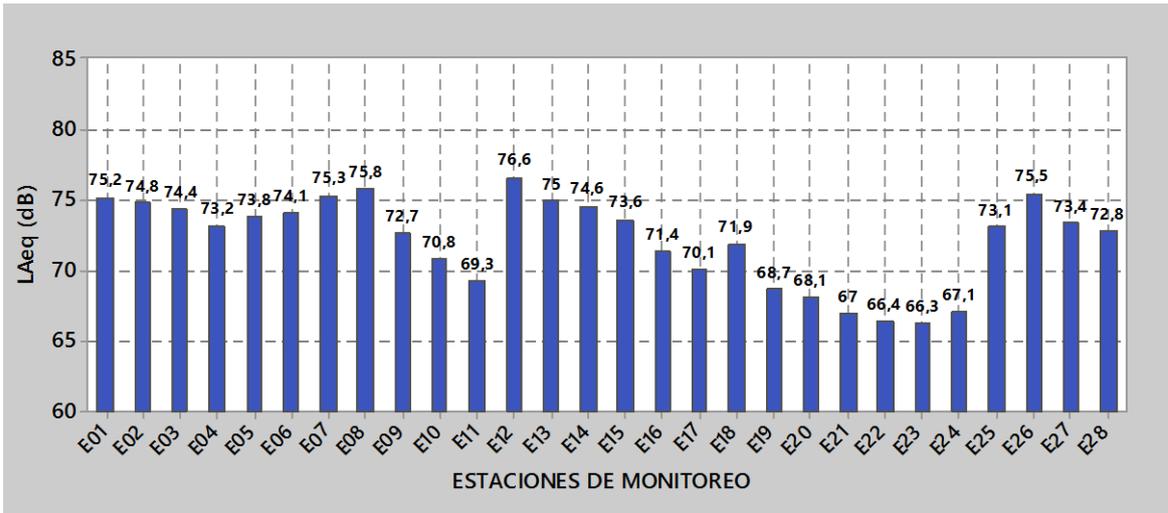


Figura 23: Nivel de presión sonora promedio de los tres periodos de monitoreo

FUENTE: Elaboración propia

De las 22 estaciones de monitoreo ubicados en la zona comercial, el nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación A (L_{Aeq}) promedio en 21 estaciones superan el estándar de calidad ambiental (ECA) para la categoría zona comercial, obteniendo los mayores niveles de presión sonora en las estaciones ubicadas a lo largo de la antigua panamericana sur y la avenida San Pedro, las cuales corresponden a las principales vías de acceso a la zona comercial.

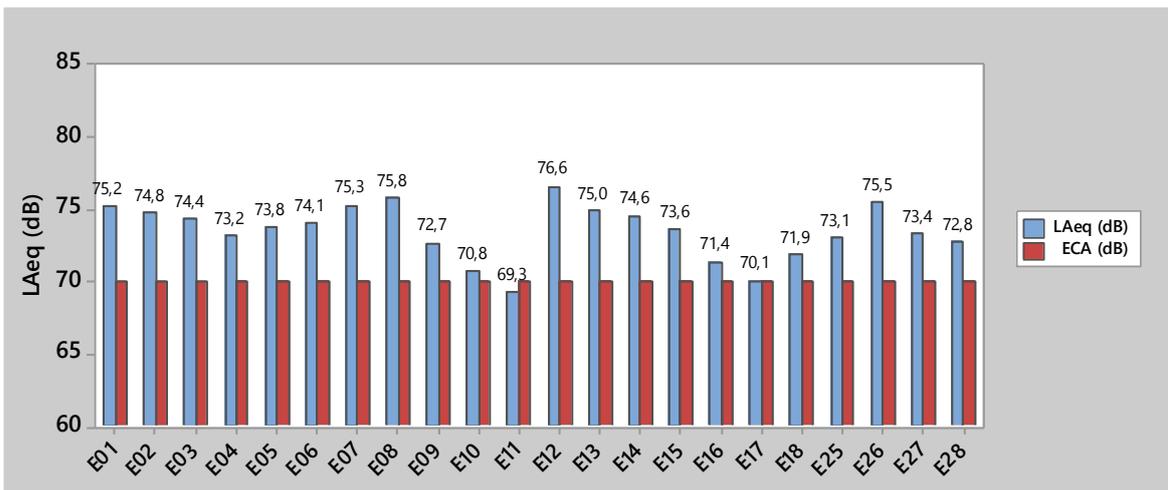


Figura 24: Comparación del L_{Aeq} y el ECA en la zona comercial

FUENTE: Elaboración propia

Asimismo la estación E11 fue la única estación ubicada en la zona comercial en la cual el L_{Aeq} no se superó el límite establecido en los estándares de calidad ambiental para ruido en ninguno de los periodos de monitoreo evaluados. Sin embargo, los niveles de presión sonora

continuo equivalente con ponderación A (L_{Aeq}) obtenidos en los tres periodos de monitoreo son muy altos, dado que la vía secundaria Prolongación Jr. Tarapacá en la cual se ubica la estación E11 presenta un flujo importante de vehículos livianos (taxis) y mototaxis, siendo esta la principal vía de acceso a los principales mercados del distrito de Lurín (Mercado virgen de Las Mercedes, Lurín Center y Mercado San Pedro).

Las estaciones E19, E20, E21, E22, E23 y E24 de acuerdo a la zonificación distrital aprobada por Ordenanza N° 1814-2014/ML, se encuentran ubicadas en zona residencial y zona de protección especial. Siendo el límite establecido de acuerdo a los estándares de calidad ambiental (ECA) para ruido en las zona residenciales y zonas de protección especial 60 dB y 50 dB respectivamente, se obtuvo que los niveles de presión sonora continuo equivalente con ponderación A (L_{Aeq}) en todas estas estaciones estuvieron por encima de los estándares de calidad ambiental (ECA) para ruido.

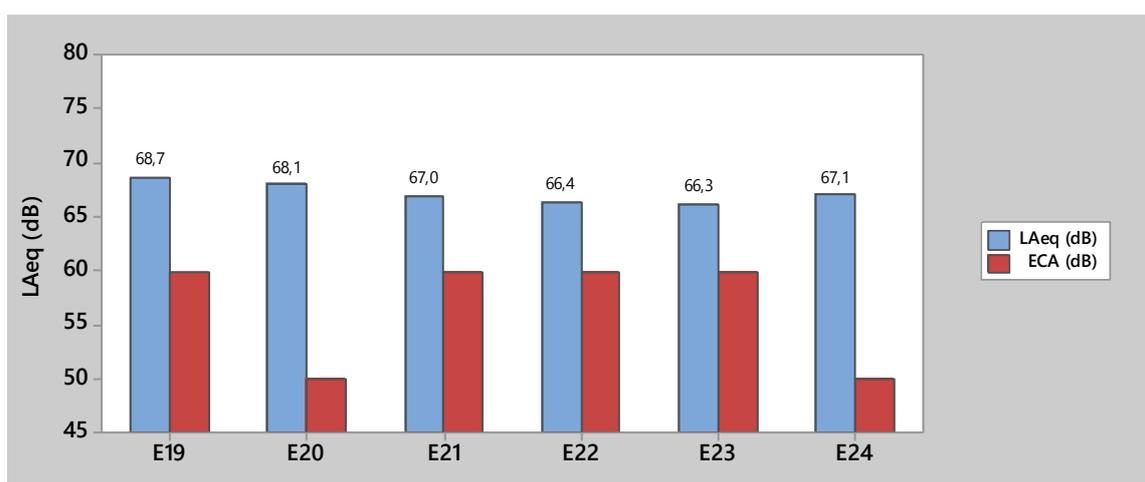


Figura 25: Comparación del L_{Aeq} y el ECA en la zona de protección especial y zona residencial

FUENTE: Elaboración propia

Los elevados niveles de presión sonora en la zona residencial y zona de protección especial se debe a que existe un flujo importante de vehículos, principalmente vehículos livianos y mototaxis por las vías secundarias que articulan estas zonas, ya que el Jr. Bolognesi, Jr. Moore, Jr. Tarapacá, Calle 6 y Calle 1 (vías secundarias) conectan directamente con la antigua panamericana sur y la avenida San Pedro.

4.2. MEDICIÓN DE LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS

El monitoreo de las condiciones meteorológicas se realizó los días en los cuales se desarrolló el monitoreo de ruido ambiental en el área de estudio (06, 07 y 08 de Julio del 2016). En la tabla 08 se presenta el resumen de los resultados promedios de temperatura ambiental, humedad relativa, velocidad, presión y dirección de viento.

Tabla 08: Condiciones meteorológicas en el área de estudio

Parámetro	06 de Julio	07 de Julio	08 de Julio	Promedio
Temperatura ambiental (°C)	18,6	19,1	19	18,9
Humedad relativa (%)	74	73,8	73,6	73,8
Velocidad de viento (m/s)	1,6	1,7	1,6	1,6
Presión atmosférica (mb)	1011,9	1012	1011,8	1011,9

FUENTE: Elaboración propia

La temperatura ambiental promedio durante el monitoreo de ruido ambiental fue de 18,9 °C. Las temperaturas máximas se registraron en el periodo de 02:00 a 03:00 pm., registrándose una temperatura máxima de 19,8 °C el jueves 07 de julio a las 02:30 y 02:45 pm. Las temperaturas mínimas se registraron en las primeras horas del monitoreo de ruido ambiental en el periodo de 08:00 a 09:00 am, aumentando con el pasar de las horas hasta alcanzar las temperaturas máximas pasando el medio día, disminuyendo en las siguientes horas.

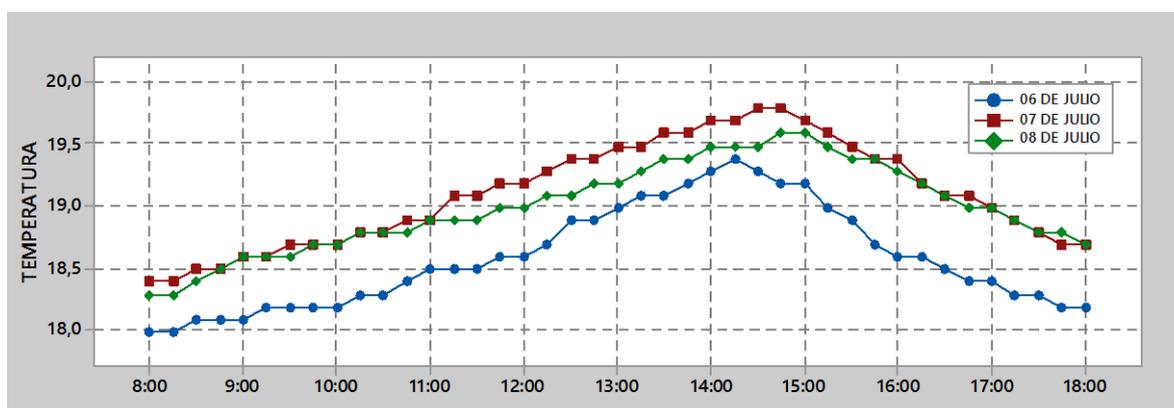


Figura 26: Variación de la Temperatura ambiental (°C)

FUENTE: Elaboración propia

Respecto a la humedad relativa, el promedio obtenido fue de 73,8%, con una humedad relativa máxima de 81% registrada el día 06 de julio a las 06:00 pm. Las humedades relativas mínimas se registraron en el periodo de 12:00 a 02:00 pm, y las humedades relativas máximas en el periodo de 08:00 a 10:00 am y en el periodo de 04:00 a 06:00 pm.

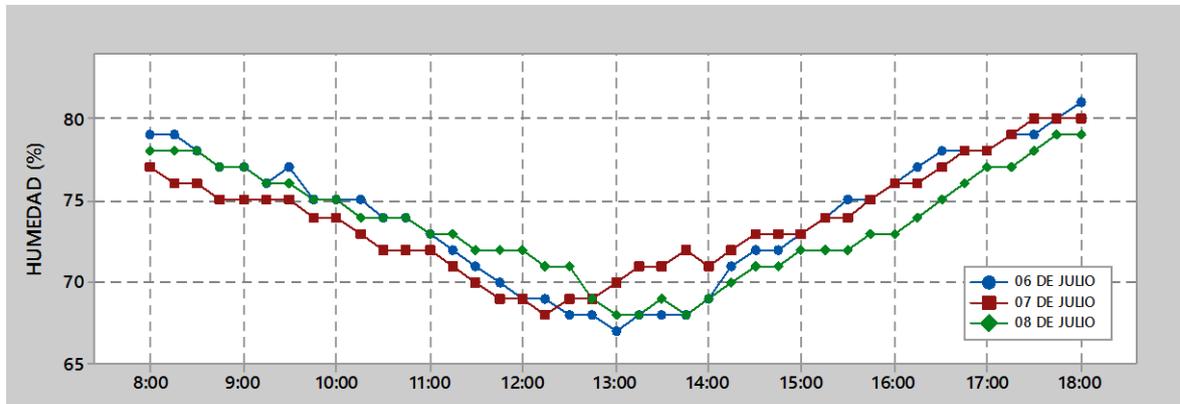


Figura 27: Variación de la Humedad (%)

FUENTE: Elaboración propia

La velocidad de viento promedio en el área de estudio fue de 1,6 m/s, registrándose las velocidades mínimas en el periodo de 03:00 y 05:00 pm y las velocidades máximas pasando el mediodía. La velocidad máxima de 2,7 m/s fue registrada el día 06 de julio a las 12:30 pm. Aunque el registro de la velocidad del viento fue más variable que temperatura y humedad relativa, no se presentaron grandes variaciones de la velocidad del viento en los periodos de medición evaluados.

La dirección del viento predominante fue de SW, registrándose direcciones de S, SSE, y W.

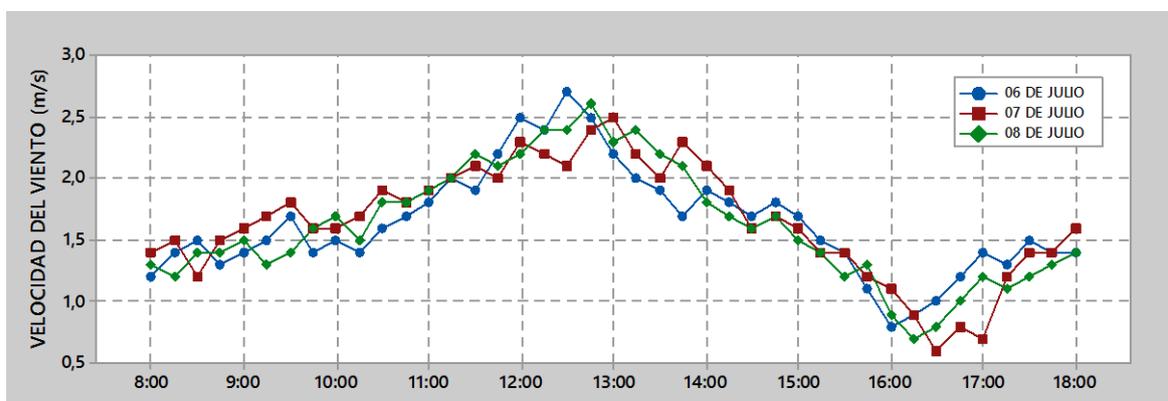


Figura 28: Variación de la Velocidad del viento (m/s)

FUENTE: Elaboración propia

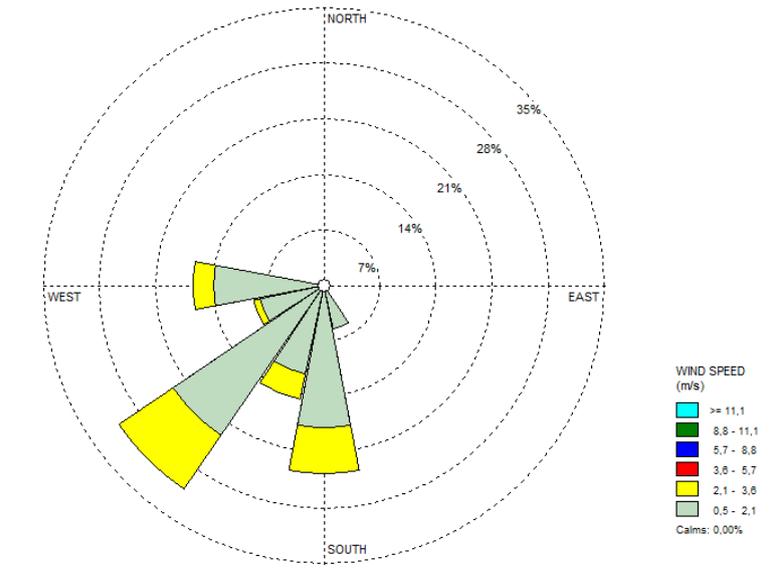


Figura 29: Comportamiento de la dirección del viento

FUENTE: Elaboración propia

La presión atmosférica promedio fue de 1011,9 mb, incrementándose en las primeras horas del día hasta el alcanzar un pico máximo alrededor de las 11:30 y 12:00 pm, luego disminuye durante la tarde hasta alcanzar un valor mínimo alrededor de las 04:00 pm, lo cual representa un comportamiento normal de la variación diurna de la presión atmosférica.

Por otro lado, los valores registrados se encuentran próximos a la presión del mar (1013 mb), esto se debe a que el área de estudio se encuentra a una altitud aproximada de 7 msnm y a menos de dos kilómetros del litoral, lo cual explica las variaciones mínimas de presión presentadas en los periodos de medición evaluados.

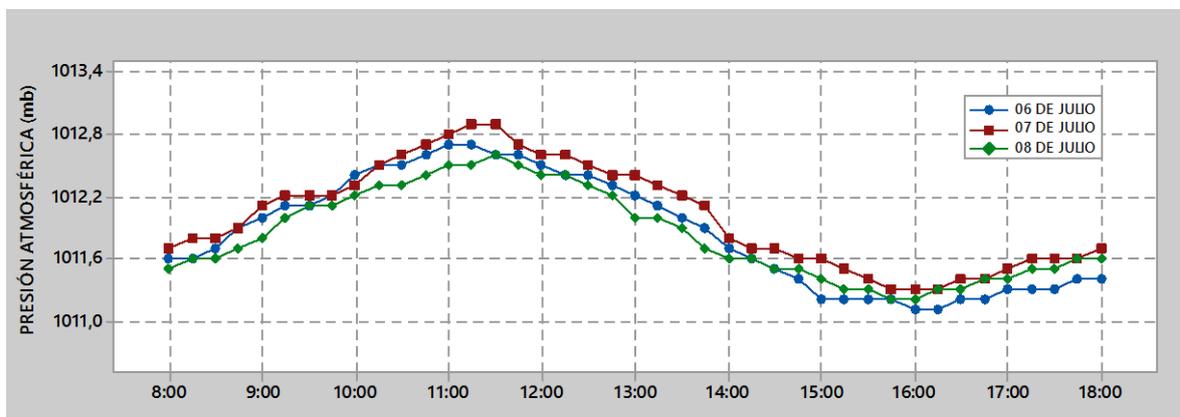


Figura 30: Variación de la presión atmosférica (mb)

FUENTE: Elaboración propia

En cuanto a la influencia de los parámetros meteorológicos sobre las mediciones de ruido ambiental, Kiely (1999) menciona que los sonómetros operan en un rango amplio de temperatura y humedad sin que se modifique significativamente el registro del nivel de presión sonora. Según Kiely (1999) la temperatura no influye en las mediciones a menos que este por debajo de -10°C o por encima de 50°C , asimismo, unos niveles de humedad de hasta 90% tienen un efecto despreciable en las mediciones de ruido ambiental.

Por otro lado, Brüel & Kjaer (2000) mencionan que el registro del nivel de presión sonora no es afectada significativamente por los cambios ordinarios de la presión atmosférica, y sobre todo si es a nivel del mar, mientras que a elevadas altitudes la sensibilidad si puede ser afectada.

Respecto al efecto que puede producir el viento sobre las mediciones Kiely (1999) menciona que se pueden considerar mediciones validas con velocidades hasta de 6 m/s, por encima de los 6 m/s la turbulencia del viento puede enmascarar la fuente de ruido a medir. Asimismo, Suasaca (2014) menciona que es recomendable que el monitoreo de ruido ambiental debe se realice a velocidades del viento menores a 3m/s, por encima de esta velocidad aumenta la incertidumbre de las mediciones.

En general las condiciones meteorológicas los días 06, 07 y 08 fueron idóneas para la medición de ruido ambiental en la zona de estudio.

4.3. COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO VEHICULAR

Se realizó el conteo de vehicular en todas las estaciones de monitoreo por un tiempo de 15 minutos, con el objetivo de determinar el volumen de circulación y la composición del tráfico vehicular en las principales vías que articulan la zona comercial, los vehículos se clasificaron como Motos y motocicletas, Mototaxis, Microbús y Minibús, ómnibus, Automóviles, camionetas y Vehículos pesados.

En la figuras 31 y 32 se puede apreciar que el volumen de circulación es mayor en el periodo de 04:00 pm a 06:00 pm, mientras que en el periodo de 12:00 pm a 02:00 pm el volumen de circulación es menor. Sin embargo, la diferencia entre el volumen total de vehículos en los distintos periodos de monitoreo es mínima, principalmente en las vías principales como la antigua panamericana sur y Av. San Pedro, mientras que en las vías secundarias esta diferencia se acentúa.

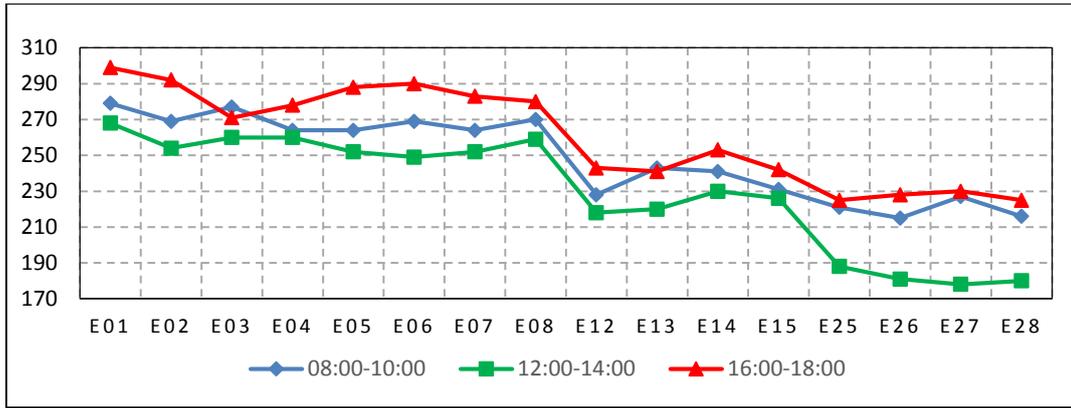


Figura 31: Volumen de circulación en la antigua panamericana sur y av. San Pedro

FUENTE: Elaboración propia

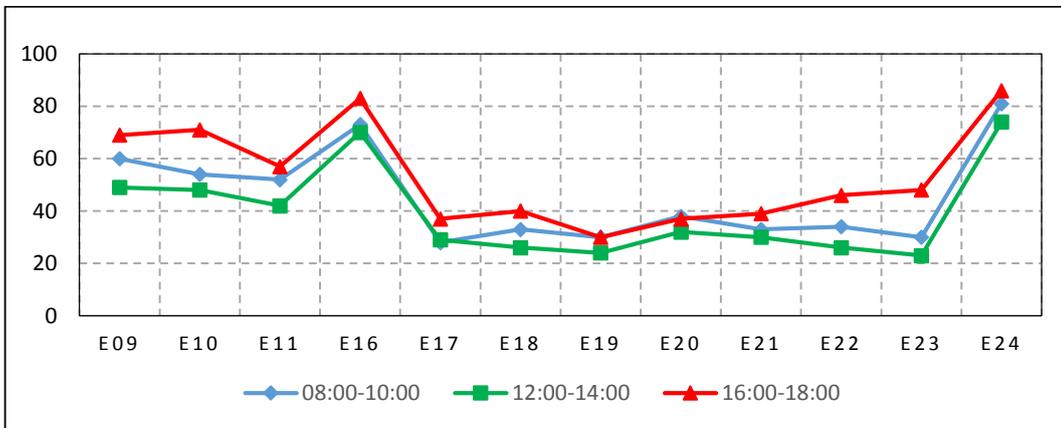


Figura 32: Volumen de circulación en las vías secundarias

FUENTE: Elaboración propia

Por otro lado, el volumen y la composición del tráfico vehicular varía de una vía a otra, siendo diferente en la avenida San Pedro, Antigua panamericana sur, Jr. Castilla, en la Prolongación avenida San Pedro, y en la prolongación Jr. Tarapacá, como lo muestran los resultados de la composición del tráfico vehicular presentados en detalle en el Anexo 2.

En la avenida San Pedro, los automóviles representan aproximadamente el 30% del volumen total de vehículos que circulan por esta vía, seguido de las camionetas y mototaxis, mientras que en la antigua panamericana sur los automóviles representan más del 35% del volumen total de vehículos que circulan por esta vía, seguido de las camionetas y mototaxis. Asimismo, en la antigua panamericana sur se presenta un importante porcentaje de microbuses y minibuses (aproximadamente 15%), los cuales son vehículos destinados principalmente al transporte público de pasajeros.

En Jr. Castilla la cual es una vía secundaria paralela a la antigua panamericana sur, se obtuvo que los mototaxis representan más del 60% del volumen total de vehículos que circulan por esta vía, seguido de los automóviles y en menor grado de las camionetas. Asimismo en las vías secundarias que articulan la zona residencial y protección especial (Jr. Grau, Jr. Tarapacá, Jr. Unión), los mototaxis presentaban aproximadamente el 50% del volumen total de vehículos que circulan por estas vías.

Finalmente, en la prolongación del Jr. Tarapacá, la cual es la principal vía de acceso al mercado Virgen de las Mercedes, Lurín Center y Mercado San Pedro, se obtuvo que los mototaxis presentaban aproximadamente el 55% del volumen total de vehículos que circulan por esta vía, seguidos de los automóviles que representan aproximadamente el 25% del total de vehículos en esta vía.

4.4. PRUEBA DE HIPÓTESIS

Se realizó la prueba t de student unilateral derecha para determinar si el nivel de presión sonora continuó equivalente ponderado en A (L_{Aeq}) en la zona comercial del distrito de Lurín superaba los 70 dBA, que es el nivel máximo permitido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para ruido para las zonas comerciales ($H_1: \mu > 70$ dBA).

Los resultados de la prueba realizada en el programa Minitab fueron los siguientes:

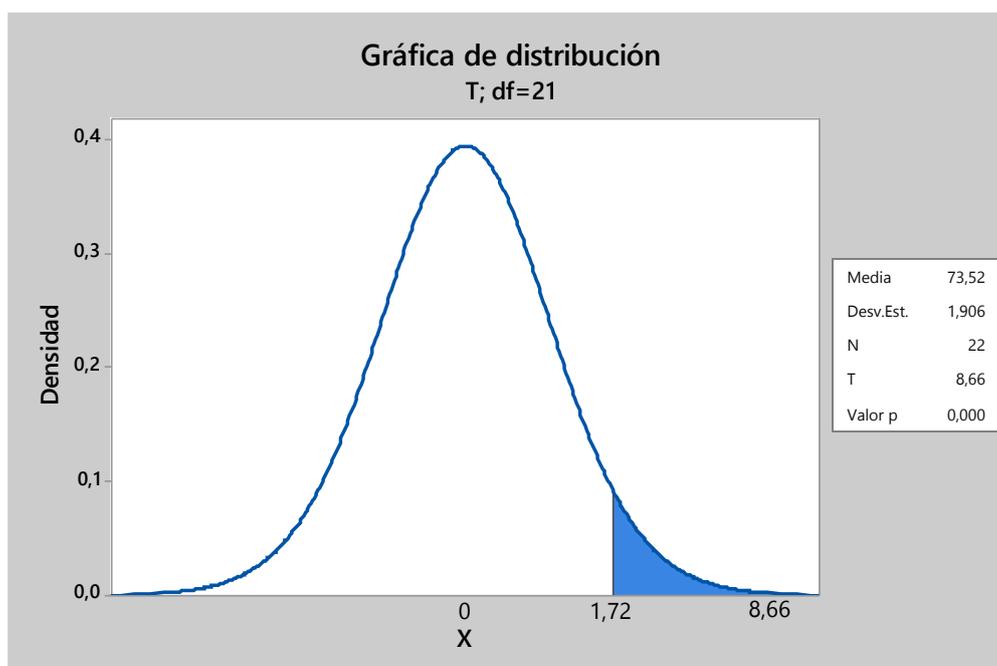


Figura 33: Grafica de distribución T

FUENTE: Elaboración propia

Del desarrollo de la prueba t de student se obtuvo que el p-valor tenía un valor muy pequeño aproximadamente 0, al ser menor que el nivel de significancia ($\alpha = 0,05$), existía evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, por lo que se concluyó que a un nivel de confianza del 95% el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado en A (LAeq) en la zona comercial del distrito de Lurín supera los 70 dBA.

4.5. MAPAS DE RUIDO AMBIENTAL

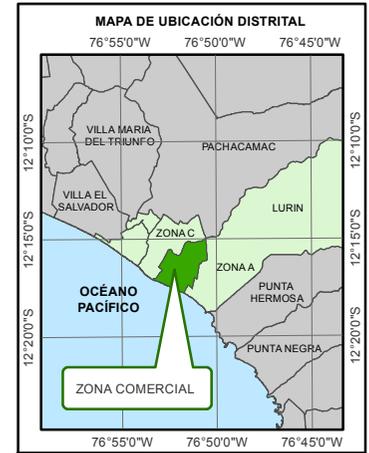
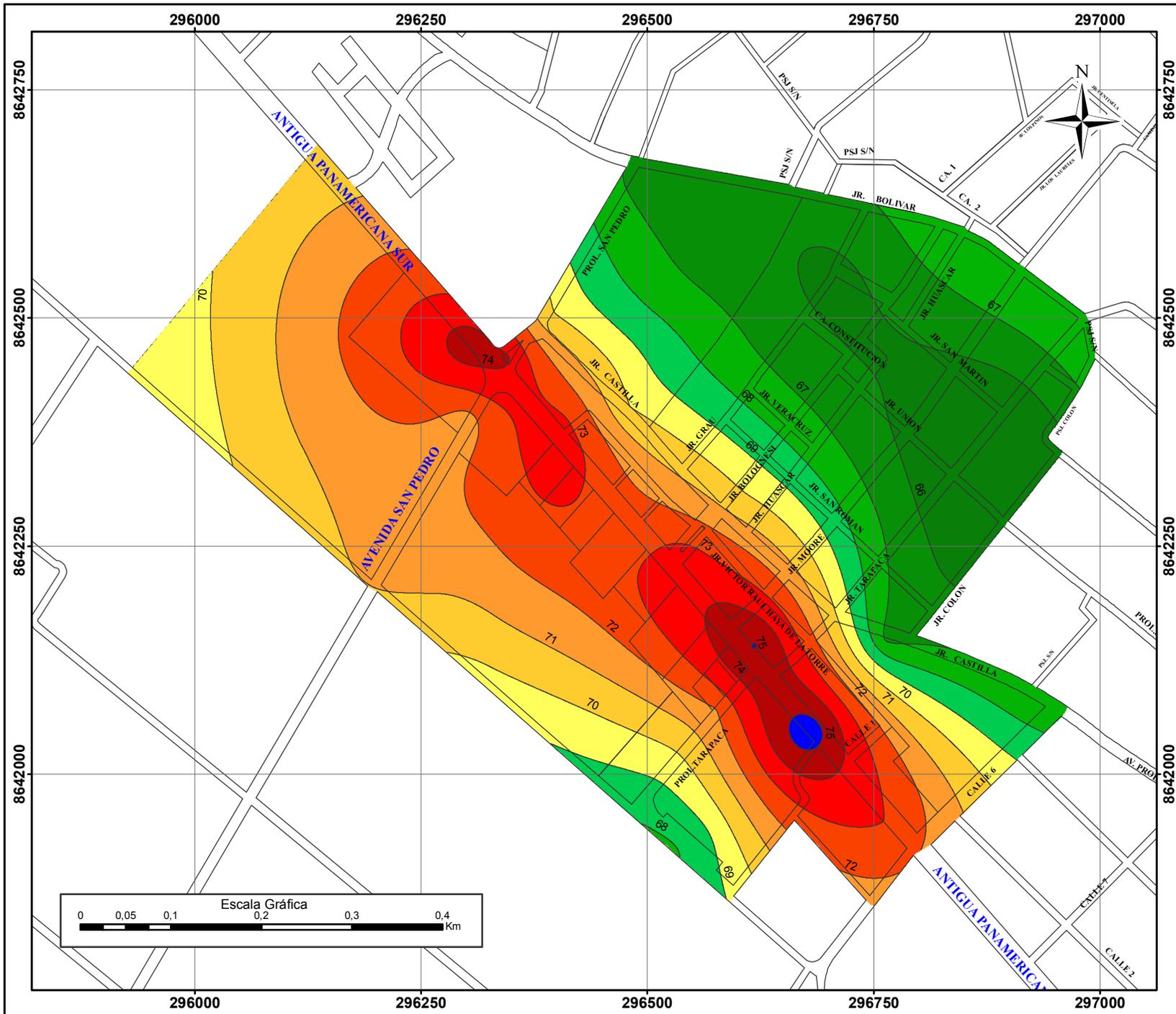
Los mapas de ruido ambiental fueron realizados en el programa Arcgis utilizando el método kriging de interpolación. Se eligió un intervalo de 1 dB para la creación de curvas isófonas del nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado en A y para la presentación de los mapas acústicos se utilizó la escala de colores definidos por la norma ISO 1996-2:1987. Esta escala de colores establece tonos verdes para los niveles de presión bajos, tonos rojos para niveles de presión sonora medios y tonos azules para niveles de presión sonora altos.

En la tabla 09 se presenta la escala de colores utilizados para la presentación de los mapas de ruido ambiental en el área de estudio:

Tabla 09: Escala de colores ISO 1996-2:1987

Intervalo de nivel sonoro	Color	Código RGB
65 – 66 dB		8,127,8
66 – 67 dB		8,143,8
67 – 68 dB		4,180,4
68 – 69 dB		0,204,79
69 – 70 dB		255,255,92
70 – 71 dB		254,204,96
71 – 72 dB		254,154,46
72 – 73 dB		250,66,0
73 – 74 dB		255,0,0
74 – 75 dB		180,4,4
75 – 76 dB		0,0,255
76 – 77 dB		1,1,223

FUENTE: Elaboración propia



SIMBOLOGÍA

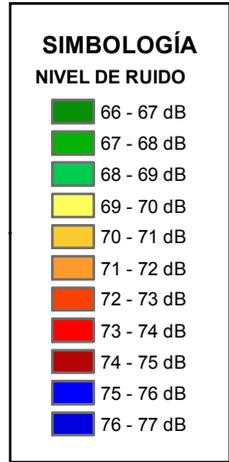
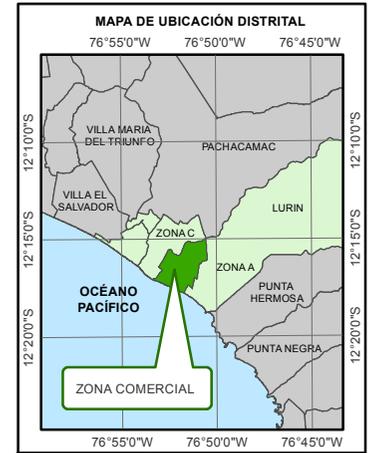
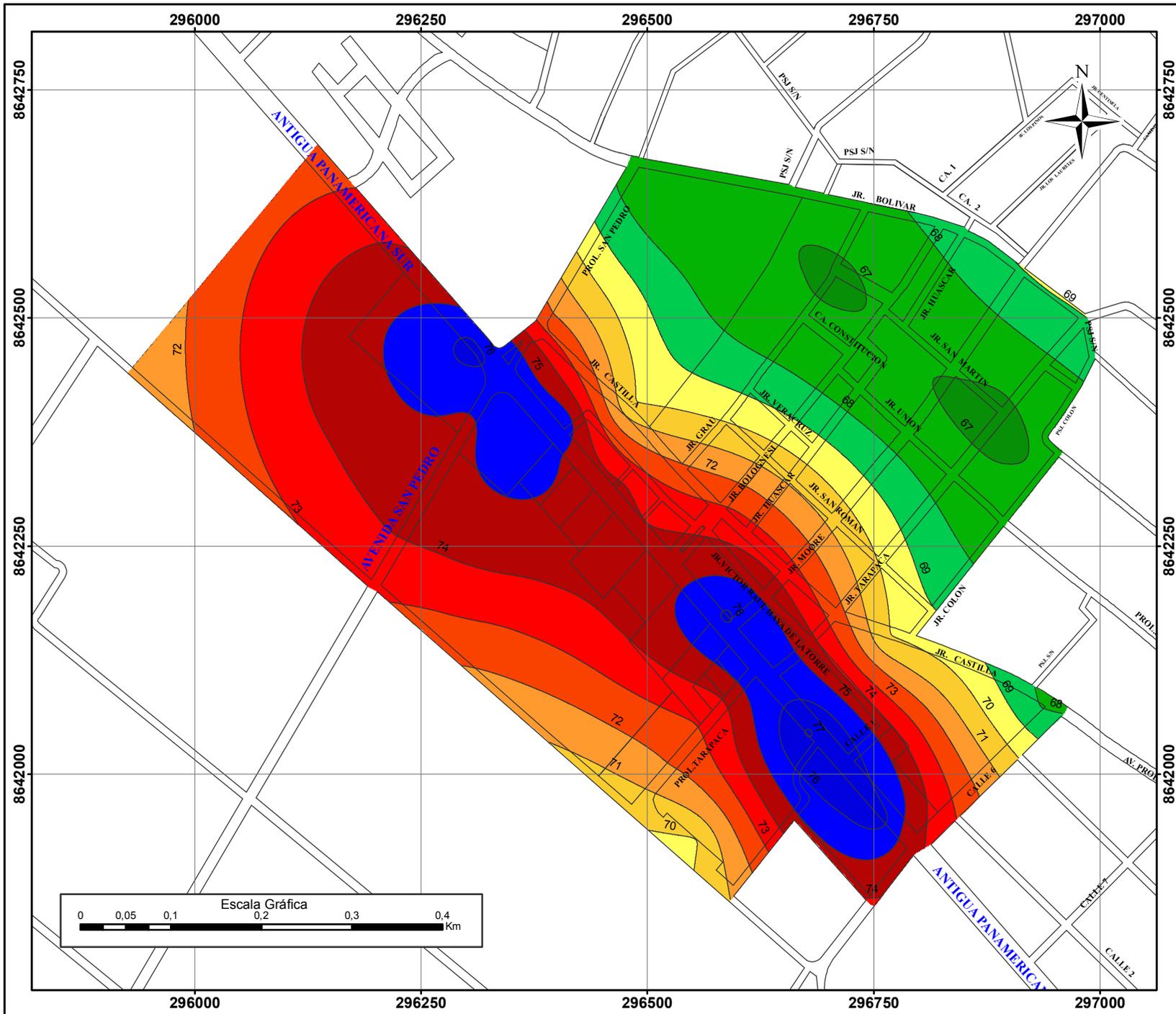
NIVEL DE RUIDO

65 - 66 dB
66 - 67 dB
67 - 68 dB
68 - 69 dB
69 - 70 dB
70 - 71 dB
71 - 72 dB
72 - 73 dB
73 - 74 dB
74 - 75 dB
75 - 76 dB

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

MAPA DE RUIDO AMBIENTAL PERIODO 12:00-02:00 PM

Fecha: Octubre, 2016	Escala: 1 : 6 000	Plano: 06
Ubicación: Lima, Lima, Lurín	Fuente: Elaboración propia	



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

MAPA DE RUIDO AMBIENTAL PERIODO 04:00 - 06:00 PM

Fecha: Octubre, 2016	Escala: 1 : 6 000	Plano: 07
Ubicación: Lima, Lima, Lurín	Fuente: Elaboración propia	

Los mayores niveles de presión sonora continua equivalente ponderado en A (L_{Aeq}) fueron registrados en la avenida San Pedro y en la antigua panamericana sur en todos los periodos de monitoreo evaluados como se muestran en los mapas de ruido ambiental, las curvas isófonas alrededor de estas vías toman principalmente valores entre 72 y 74 dB (tonalidades rojas).

Los altos niveles de ruido ambiental registrados en la avenida San Pedro se deben al intenso tránsito de vehículos particulares, mototaxis, minibuses y vehículos pesados ya que esta vía es la única entrada y salida en varios kilómetros hacia la panamericana sur, por lo que se presenta un flujo de constante de vehículos durante todo el día. Por otro lado los altos niveles de ruido registrados en la antigua panamericana sur se deben principalmente al tránsito de vehículos de transporte público (minibuses y buses) mototaxis y vehículos pesados.

A lo largo de la antigua panamericana sur se diferencian dos zonas muy marcadas de tonalidad azul que representan niveles de presión sonora por encima de los 75 dB. La primera en la zona se localiza en el cruce de la antigua panamericana sur y prolongación castilla, los altos niveles de presión sonora continuo equivalente ponderado en A (L_{Aeq}) en esta zona se debe principalmente al congestionamiento vehicular que generan los mototaxis y taxis que ingresan y salen del Jr. prolongación Tarapacá, la cual es la principal entrada y salida hacia el Mercado Virgen de las Mercedes, Lurín Center y Mercado San Pedro (núcleo de la zona comercial), otro factor que influye es la presencia de paraderos informales de taxis y colectivos a lo largo de la antigua panamericana sur y próximos al mercado virgen de las mercedes principalmente en las horas de pico de tránsito vehicular.

La otra zona donde se superan los 75 dB, se localiza en el cruce de la antigua panamericana sur y la avenida San Pedro, los altos niveles de presión sonora continuo equivalente ponderado en A (L_{Aeq}) en esta zona se debe principalmente alto tránsito vehículos que circulan por esta vía durante todo el día, la cual se acentúa en las horas pico. Ocasionalmente en las horas pico del mayor tránsito, los vehículos particulares, taxis y colectivos que entran y salen por la avenida San Pedro hacia la panamericana sur interrumpen el tránsito de los vehículos de transporte público y mototaxis que circulan por la antigua panamericana sur, ocasionado un congestionamiento en el pequeño ovalo que se ubica en la intersección de la antigua panamericana sur y la avenida San Pedro.

Los niveles de presión sonora que se presentan alrededor de la antigua panamericana sur se van reduciendo a medida que nos alejamos de esta vía por lo que podríamos decir que los niveles de ruido ambiental en la zona comercial están en función principalmente del tránsito vehicular en la antigua panamericana sur y en parte al tránsito vehicular en la avenida San Pedro ya que esta es la principal vía de acceso hacia la zona comercial que conecta el tráfico vehicular de la antigua panamericana sur y la carretera panamericana sur.

Independientemente del periodo de monitoreo evaluado los niveles de presión sonora registrados en la zona comercial están por encima de lo establecido en el DS N°085-2003. Asimismo, en la zona residencial y la zona de protección especial contigua a la zona comercial, en donde las curvas isófonas toman valores entre 66 y 68 dB (tonalidad verde) se está superando los límites establecidos de 50 y 60 dB para la zona de protección especial y zona residencial respectivamente.

4.6. MAPA DE RIESGO ACÚSTICO

El mapa de riesgo acústico fue elaborado en el software Arcgis en base a las curvas isófonas del nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación A promedio y a la zonificación establecida en la ordenanza N°1814-2014/ML, siguiendo los criterios establecidos en la Guía para la elaboración de planes de acción para la prevención y control de ruido urbano (2007).

En primera instancia se puede comprobar que las áreas próximas a la antigua panamericana sur y a la avenida San Pedro se encuentran en riesgo acústico, esta zona de riesgo acústico comprende el 57% del área de la zona comercial (16,1 Ha) y abarca gran parte de los locales de la zona comercial. Por otro lado, las zonas alejadas a la antigua panamericana sur y avenida San Pedro (tonalidad verde oscuro) no se encuentran en riesgo acústico, comprende un área de 11,9 Ha en esta se encuentra el centro comercial Lurín Center y la parte del mercado virgen de las mercedes.

De manera similar, la zona residencial contigua a la zona comercial (centro urbano Lurín cercado) se encuentra en alto riesgo acústico, superando en más de 6 dB lo establecido en la normativa vigente nacional y local. Los altos niveles de presión sonora presentes en el centro urbano Lurín cercado se debe en parte al ruido generado en la zona comercial pero también es producto del ruido que genera el tránsito vehicular en las vías secundarias que la articula, el cual está compuesto principalmente por mototaxis y automóviles.

Por otra parte, las zonas de protección especial contiguas a la zona comercial se encuentran en peligro acústico (superan en más de 12 dB el límite máximo establecido en la normativa vigente nacional y local) en estas zonas de protección especial se encuentran los centros educativos: 6008 José Antonio Dapelo, 7056 San Martín de Porres, el Colegio San Pedro de Lurín y José Faustino Sánchez Carrión. Los altos niveles de ruido ambiental presentes en las zonas de protección especial es producto de una falta de planificación a nivel distrital ya que los centros educativos deberían estar alejados de las vías de alto tránsito como la antigua panamericana sur, pues el ruido ambiental puede ser más perjudicial para poblaciones sensibles como lo son los estudiantes.

Como lo menciona la Guía para la elaboración de planes de acción para la prevención y control de ruido urbano (2007) los mapas de riesgo son una herramienta de mucha utilidad la cual nos ayuda a identificar las zonas de mayor riesgo acústico y priorizar las medidas de mitigación para la gestión de la contaminación sonora en cada área urbana.

4.7. ENCUESTA DE PERCEPCIÓN DEL RUIDO AMBIENTAL

4.7.1. DATOS SOCIODEMOGRÁFICOS

SEXO

En relación al sexo de los comerciantes, se observa que el 55,6% de los encuestados es del sexo femenino, mientras que el 44,4 % de los encuestados corresponden al sexo masculino.

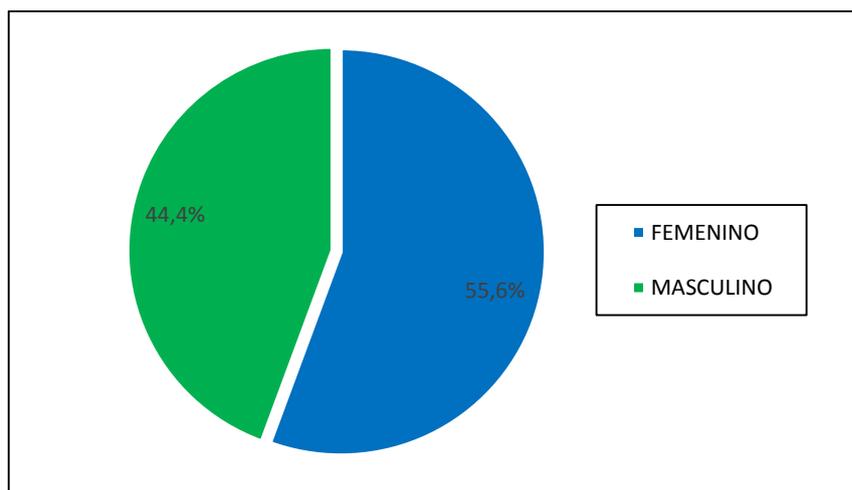


Figura 34: Distribución de los encuestados según el sexo

FUENTE: Elaboración propia

EDAD

En la figura 35, se muestra que el 18,5% de los encuestados tiene entre 15 y 24 años, el 26,7% tiene entre 25 y 34 años, el 22% entre 35 a 44 años de edad, 15,1% tiene entre 45 y 54 años de edad, el 12,5% tiene entre 55 y 64 años y el 5,2% tiene más de 65 años de edad. Podemos observar que se trata de una población laboral relativamente joven, ya que 67,2% de los encuestados tienen una edad inferior a 45 años.

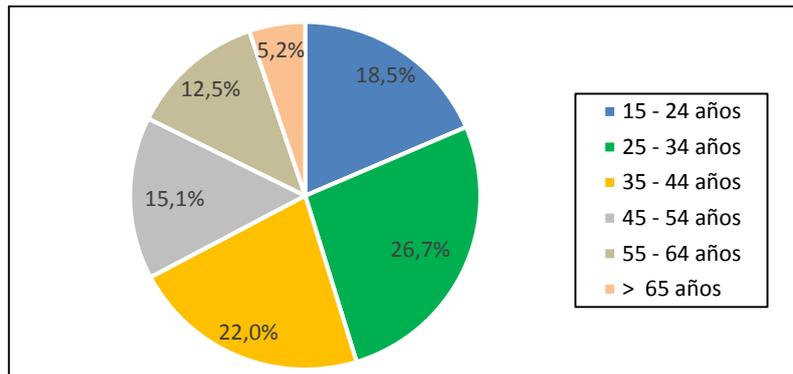


Figura 35: Distribución de los encuestados según la edad

FUENTE: Elaboración propia

NIVEL DE INSTRUCCIÓN

Respecto al nivel de instrucción el 6% de los encuestados no cuentan con estudios básicos, el 37,1% cuenta con educación primaria completa, el 48,3% cuenta con educación secundaria completa, el 7,3% cuenta con educación técnica superior completa y finalmente el 1,3% cuenta con educación universitaria completa. En función a los resultados se puede observar que más del 50% de los comerciantes cuentan con una educación secundaria completa.

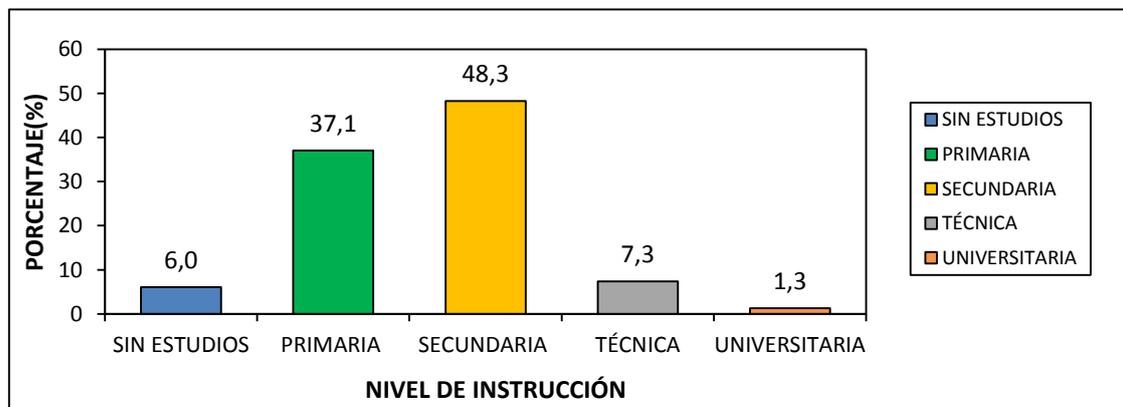


Figura 36: Distribución de los encuestados según el nivel de estudios

FUENTE: Elaboración propia

TIEMPO DE TRABAJO EN LA ZONA COMERCIAL

El 15,9% de los encuestados trabajan en la zona comercial menos de un año, el 26,3% de los encuestados trabajan de 1 a 3 años, el 30,2% de los encuestados trabajan de 3 a 5 años, el 17,2% de los encuestados trabaja de 5 a 10 años y el 10,3% de los encuestados trabaja más de 10 años en la zona comercial.

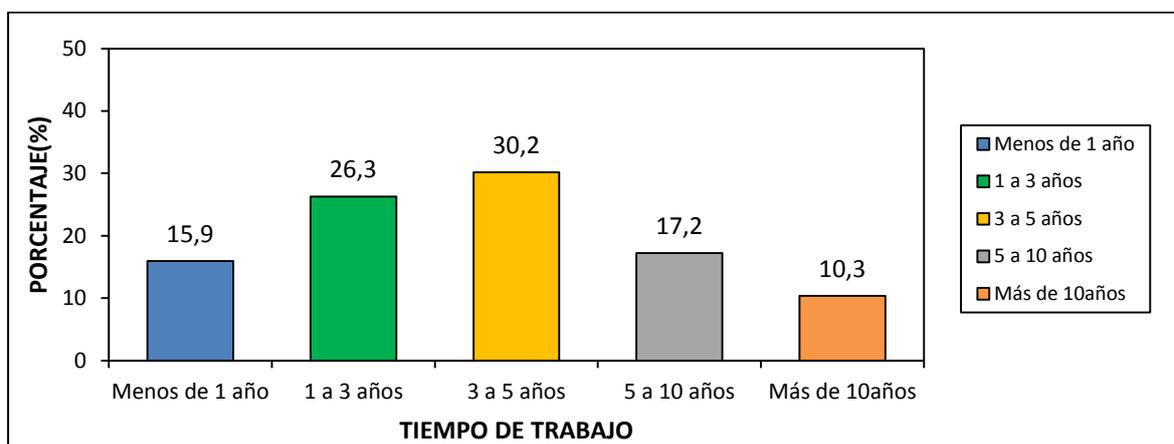


Figura 37: Distribución de los encuestados según el tiempo de trabajo

FUENTE: Elaboración propia

HORAS DE TRABAJO AL DIA

En cuanto a las horas de trabajo en la zona comercial, el 5,2% trabajan menos de 4 horas en la zona comercial, 10,3% trabajan de 4 a 6 horas, el 41,8% trabajan de 6 a 8 horas, el 39,2% trabajan de 8 a 10 horas, y el 3,4% trabajan más de 10 horas.

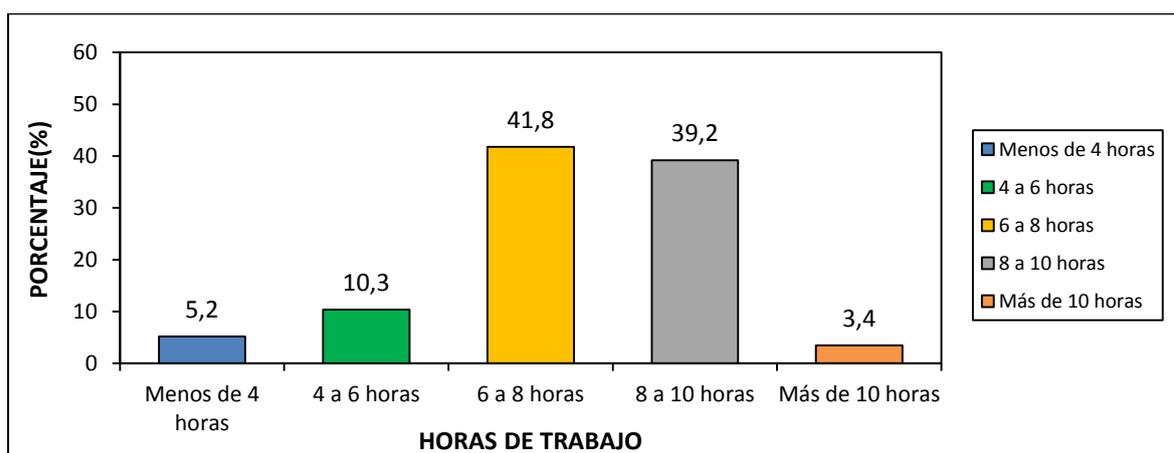


Figura 38: Distribución de los encuestados según las horas de trabajo

FUENTE: Elaboración propia

4.7.2.SENSIBILIDAD AL RUIDO

En cuanto a la sensibilidad de los encuestados, el 9,1% manifiestan que no son sensibles al ruido, el 13,4% son ligeramente sensibles al ruido, el 50,4% son moderadamente sensibles al ruido, el 21,6% son bastante sensibles al ruido y el 5,6% son extremadamente sensibles al ruido.

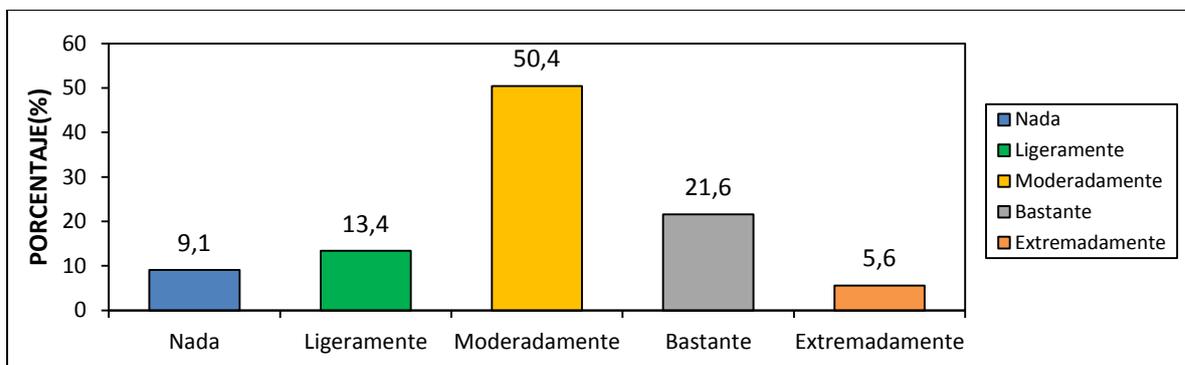


Figura 39: Sensibilidad de los comerciantes al ruido

FUENTE: Elaboración propia

4.7.3.FUENTES DEL RUIDO EN LA ZONA COMERCIAL

En cuanto a las principales fuentes de ruido ambiental en la zona comercial, se puede apreciar que la fuente que mayor molestias ocasiona es el tránsito vehicular, el 13,8% de los encuestados manifiesta que el ruido generado por el tránsito vehicular les molesta extremadamente, el 46,6% les molesta bastante, el 23,3% de los encuestados manifiesta les molesta moderadamente, el 11,6% que les molesta ligeramente y solamente un 4,7% de los encuestados menciona que le ruido generado por el tránsito vehicular no les molesta.

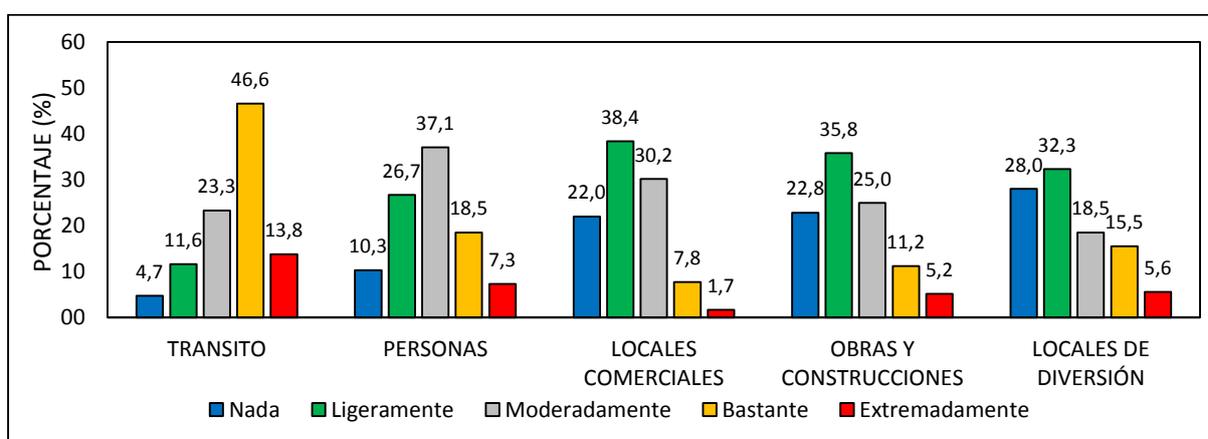


Figura 40: Fuentes de ruido en la zona comercial

FUENTE: Elaboración propia

El ruido generado por las personas (ambulantes, uso de parlantes, uso de megáfonos, etc) es la segunda fuente de molestias después del tránsito vehicular, el 7,3% de los comerciantes afirman que esta fuente de ruido les molesta extremadamente y el 18,5% que les molesta bastante, esta fuente de ruido se debe principalmente al comercio ambulatorio y a la promoción de ciertos productos o servicios, ya que estas actividades generalmente van acompañadas del uso de megáfonos o parlantes para atraer la atención de posibles compradores.

Los locales comerciales son también una fuente importante de ruido en la zona comercial, el 30,2% de los comerciantes manifiesta que el ruido generado por los locales comerciales les molesta moderadamente y un 38,4% les molesta ligeramente. Por otro lado, las obras y construcciones son una fuente temporal ya que se presentan de manera ocasional en la zona comercial por eso el 25% de los comerciantes manifiesta que les molesta moderadamente, mientras que el 35,8% manifiesta que les molesta ligeramente y un 22,8% que no les molesta. Asimismo, el ruido generado por los locales de diversión, se pudo identificar que solo molestan a los comerciantes próximos a estos locales, más no a la mayoría de los comerciantes de la zona comercial, es por ello que el 32,3% manifiesta que les molesta ligeramente y un 28% que no les molesta.

4.7.4.EFECTOS GENERADOS POR EL RUIDO AMBIENTAL

Entre los efectos fisiológicos que genera el ruido ambiental en la zona comercial, se encontró que el dolor de cabeza y la disminución del rendimiento y/o concentración son los efectos que se presentan con una mayor frecuencia en los comerciantes debido al ruido ambiental, mientras que los efectos que se presentan con menor frecuencia son la irritabilidad y el estrés y/o ansiedad.

El 17,2% de los comerciantes manifiesta que el ruido ambiental frecuentemente le ocasiona dolor de cabeza y un 10,3% que siempre le ocasiona dolor de cabeza. Por otro lado el 15,5% de los comerciantes manifiesta que el ruido ambiental frecuentemente le genera pérdida de concentración y/o rendimiento y un 8% que siempre les ocasiona pérdida de concentración y/o rendimiento.

Asimismo, el 38,4% de los comerciantes manifiesta que el ruido ambiental raramente les genera estrés y/o ansiedad, y un 32,3% que nunca se han visto afectados. Por otro lado el

35,3% manifiesta que el ruido ambiental raramente le genera irritabilidad y un 39,7% que nunca les ha generado irritabilidad.

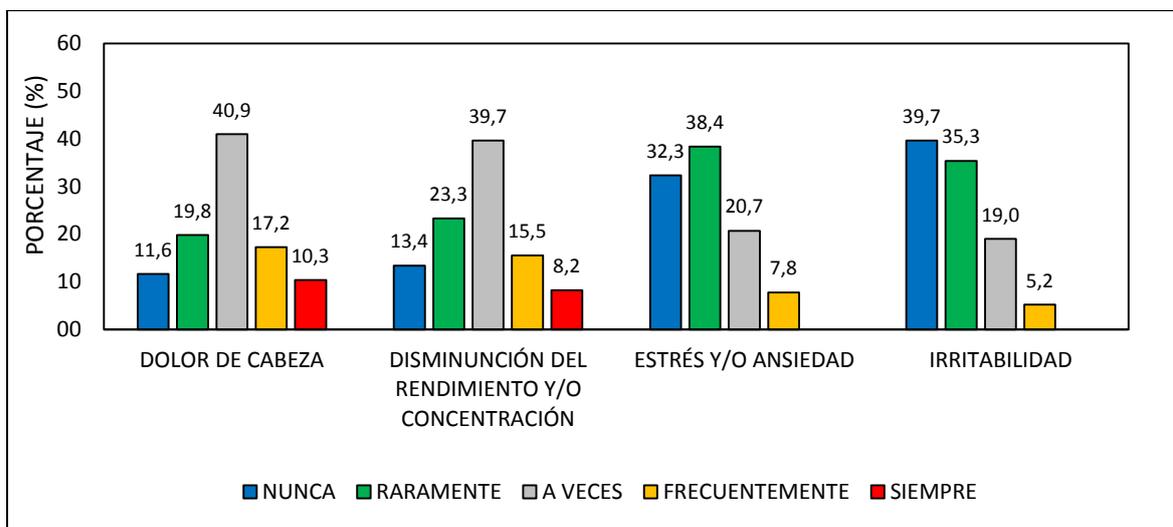


Figura 41: Efectos fisiológicos generados por el ruido ambiental

FUENTE: Elaboración propia

Respecto a las actividades realizadas por los comerciantes a diario que se ven interrumpidas producto del ruido ambiental, tenemos que la actividad que frecuentemente se ve afectada por el ruido ambiental es la de conversar (interferencia en la comunicación), la segunda actividad que se ve interrumpida por el ruido ambiental es escuchar música y/o ver televisión, en tercer lugar estudiar y/o leer y finalmente descansar o reposar.

El 37,5% de los comerciantes menciona que el ruido ambiental frecuentemente interrumpe en sus conversaciones, y un 21,1% que siempre interrumpe en sus conversaciones, esto se debe a que los altos niveles de ruido ambiental generan un efecto de enmascaramiento de ruido, dificultado la conversación. Del mismo modo, el 31,5% de los comerciantes manifiesta que el ruido ambiental frecuentemente les dificulta escuchar música y/o ver televisión, y un 15,1% que siempre les interrumpe al realizar estas actividades.

Por otro lado, el 25% de los comerciantes menciona que el ruido ambiental raramente interrumpe las actividades de estudiar y/o leer, mientras 18,1% menciona que el ruido ambiental nunca ha interferido en la realización de estas actividades. Asimismo, el 31,5% de los encuestados menciona que el ruido ambiental a veces interrumpe su descanso, el 28% raramente interrumpe en su descanso y un 21,1% que no interrumpe.

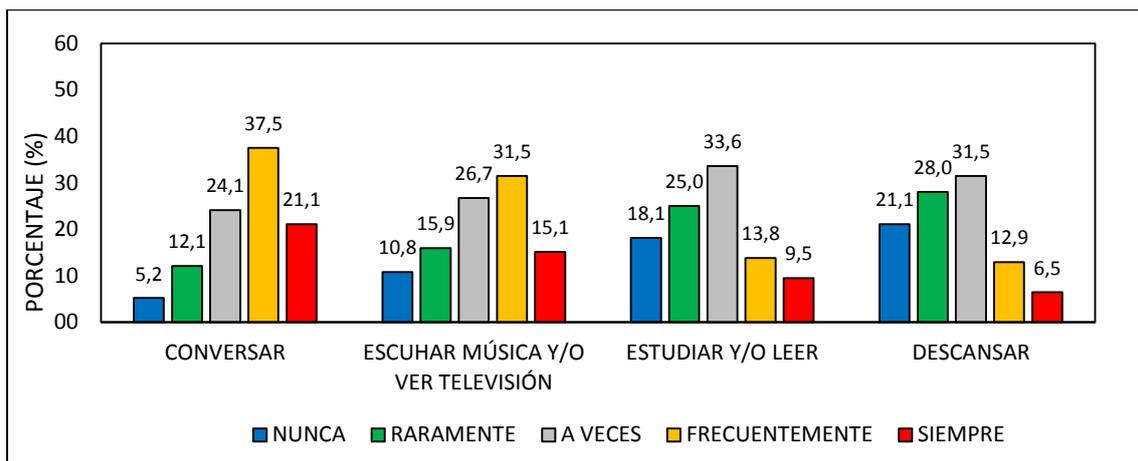


Figura 42: Actividades interrumpidas por el ruido ambiental

FUENTE: Elaboración propia

4.7.5. VALORACIÓN DEL AMBIENTE DE TRABAJO

En cuanto al ruido percibido por los comerciantes en la zona comercial durante la mañana y la tarde, 6,9% de los comerciantes percibe que el ruido es extremadamente molesto en la mañana el 40,5% que es bastante molesto y el 29,3% que es moderadamente molesto. Por otro lado en la tarde el 9,5% percibe que el ruido es extremadamente molesto en la tarde, el 45,3% que es bastante molesto y un 26,7% que es moderadamente molesto. En función a estos resultados se puede observar que el ruido es percibido más molesto en la tarde que en la mañana por los comerciantes, lo cual corrobora los resultados presentados en los mapas de ruido ambiental en donde se muestra que los niveles presión sonora son mayores en la tarde y por ende ocasiona mayores molestias.

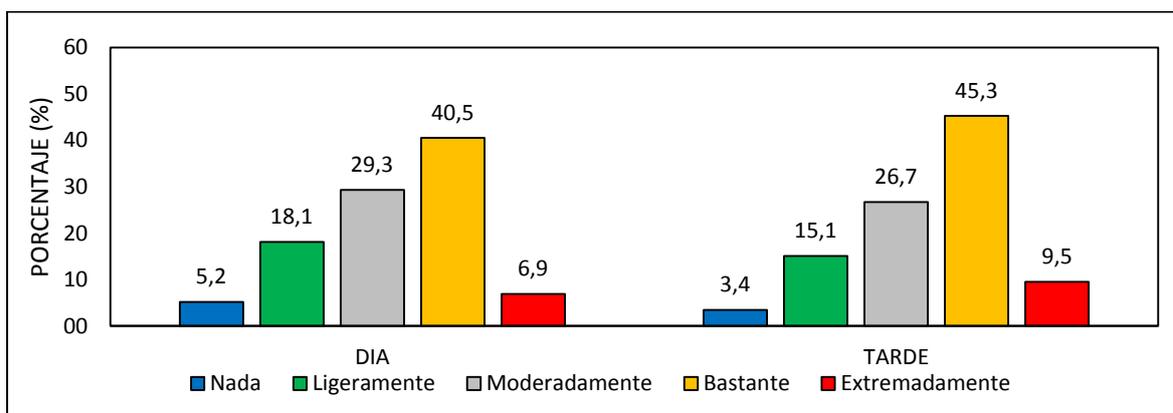


Figura 43: Percepción del ruido ambiental durante el mañana y la tarde

FUENTE: Elaboración propia

EFFECTO DEL RUIDO SOBRE LA SALUD DE LOS COMERCIANTES

Entre los efectos que genera el ruido en la salud de los comerciante, el 5,2% de los comerciantes manifiesta que el ruido ambiental afecta extremadamente a la salud de los comerciantes, el 28% manifiesta que afecta bastante a la salud de los comerciantes, el 46,1% que afecta moderadamente y el 16,8% que afecta ligeramente. Podemos apreciar que más del 90% de los comerciantes son conscientes que el ruido ambiental afecta su salud en mayor o menor grado.

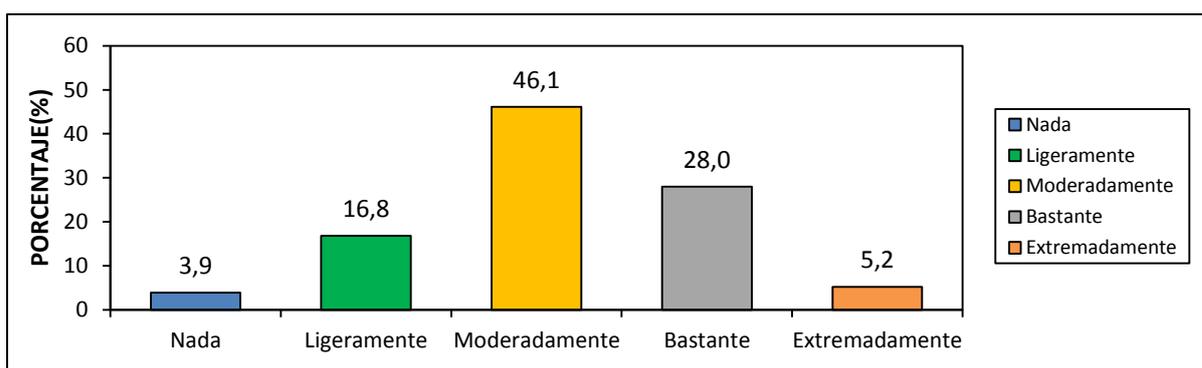


Figura 44: Percepción del efecto del ruido ambiental en la salud de los comerciantes

FUENTE: Elaboración propia

EFFECTO DEL RUIDO SOBRE EL BIENESTAR Y/O CONFORT

El 7,8% de los comerciantes manifiesta que el ruido ambiental en la zona comercial afecta extremadamente el bienestar y/o confort de los comerciantes, el 25,4% manifiesta que afecta bastante, el 49,6% que afecta moderadamente y el 10,3% que afecta ligeramente. De manera similar a la pregunta anterior podemos apreciar que la población percibe que el ruido es un agente de deteriora la salud de los comerciantes y también su bienestar y/o confort.

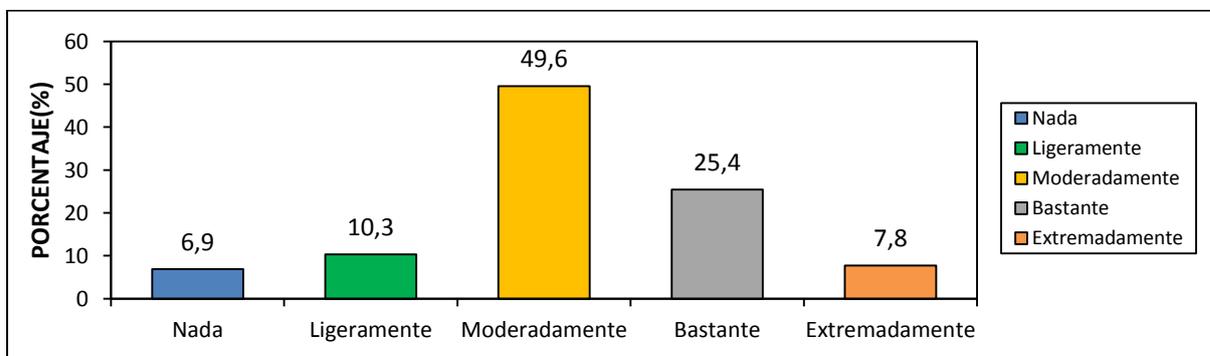


Figura 45: Percepción del efecto del ruido ambiental en el bienestar y/o confort

FUENTE: Elaboración propia

EFFECTO DEL RUIDO EN LAS ACTIVIDADES COMERCIALES

En cuanto al efecto que genera el ruido en las actividades comerciales, el 4,3% de los comerciantes manifiesta que el ruido ambiental generado en la zona comercial interrumpe el desarrollo normal de sus actividades comerciales, el 44% que interfiere bastante, el 28% que interfiere moderadamente y el 14,2% que interfiere ligeramente.

Se puede apreciar que los comerciantes perciben que el ruido ambiental interfiere en gran medida el desarrollo de sus actividades comerciales, ya sea dificultando la realización de sus labores directamente, o indirectamente generando molestia e incómodo en sus actividades comerciales.

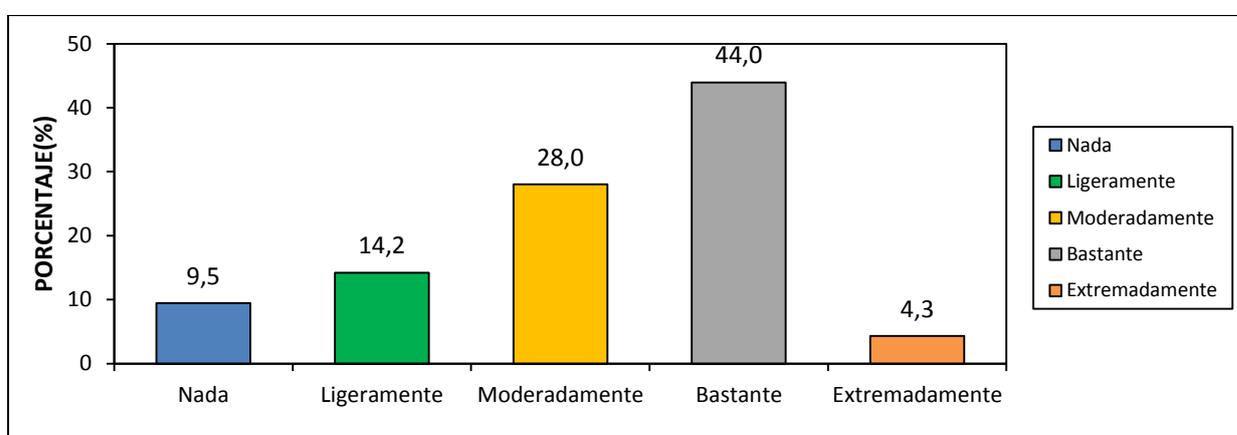


Figura 46: Percepción del efecto del ruido ambiental en las actividades comerciales

FUENTE: Elaboración propia

SATISFACCIÓN DE LOS COMERCIANTES CON EL AMBIENTE ACÚSTICO

Finalmente, el 3% de los comerciantes manifiestan que se sienten extremadamente satisfechos con el ambiente acústico en su local o centro de trabajo, el 13,8% la los comerciantes manifiestan que están bastantes satisfechos, el 26,7% que están moderadamente satisfechos, el 35,3% que están ligeramente satisfechos y el 21,1% que no están nada satisfechos.

Si bien los comerciantes son concientes de los efectos que genera el ruido ambiental en la zona comercial aproximadamente el 52% se considera al menos ligeramente satisfecho con el ambiente acústico en su centro de trabajo.

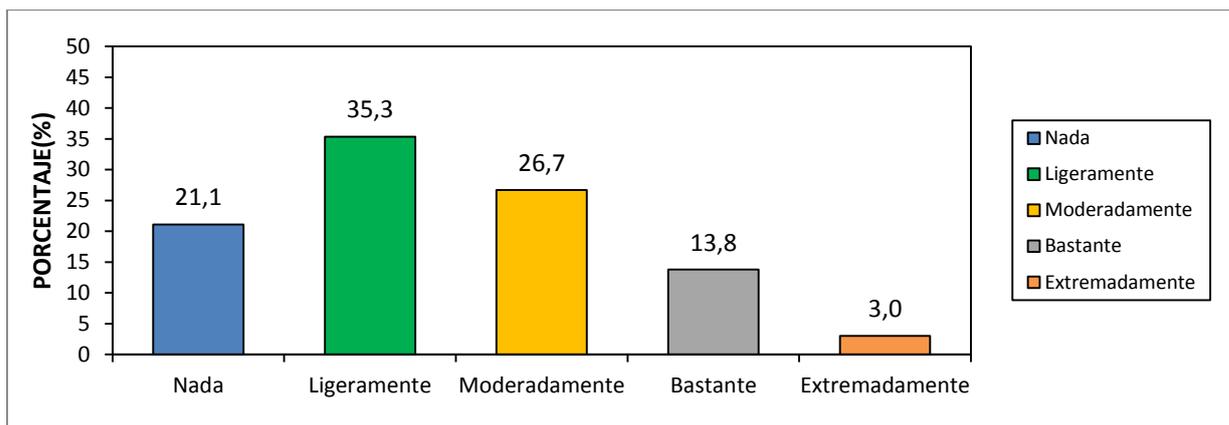


Figura 47: Satisfacción del ambiente acústico

FUENTE: Elaboración propia

4.7.6. OTROS

MEDIDAS IMPLEMENTADAS POR LA MUNICIPALIDAD

El 72% de los comerciantes manifiesta que la municipalidad distrital de Lurín no ha establecido medidas concretas para reducir el ruido en la zona comercial, el 16,4% que la municipalidad si ha establecido medidas para reducir el ruido en la zona comercial y 11,6% no sabe o no conoce de las medidas que se han implementado.

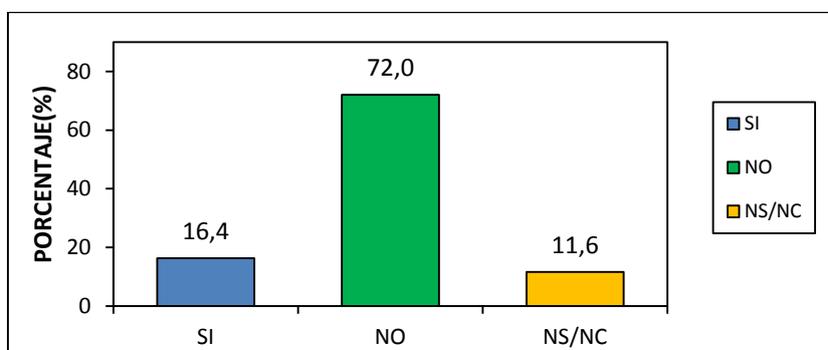


Figura 48: Percepción de las medidas implementadas por la Municipalidad de Lurín

FUENTE: Elaboración propia

MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL RUIDO AMBIENTAL

El 39,7% de los comerciantes manifiesta que la mejor medida para reducir el ruido en la zona comercial es desviar la circulación de vehículos pesados, el 19,8% fortalecer la educación y sensibilización ciudadana, el 18,1% multar a los vehículos que generen demasiado ruido, el 11,2% endurecer las leyes sobre ruido y el 7,8% limitar la circulación de vehículos en la zona comercial.

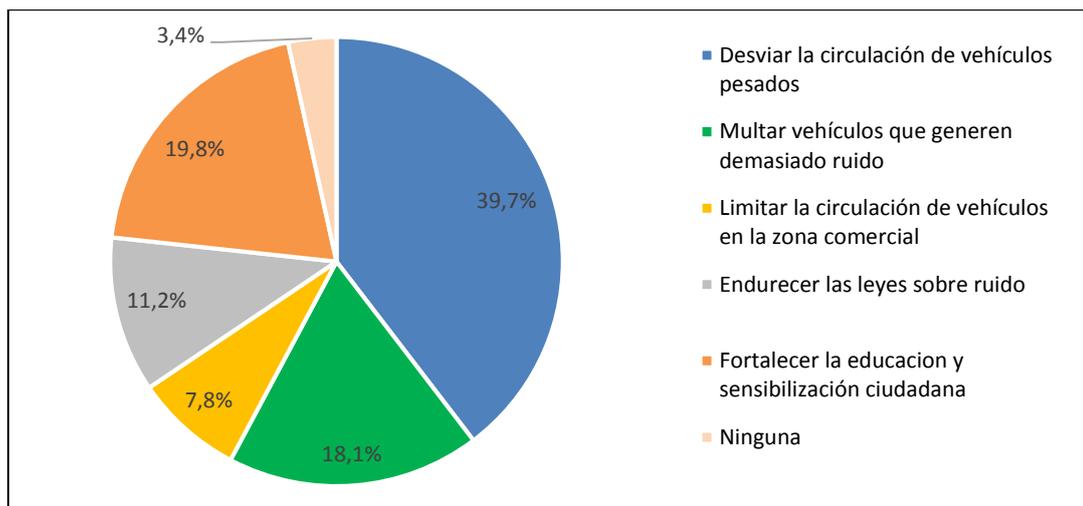


Figura 49: Medidas de mitigación propuestas

FUENTE: Elaboración propia

4.8. PLAN DE MITIGACIÓN DE RUIDO AMBIENTAL

4.8.1. INTRODUCCIÓN

El presente Plan de Mitigación del nivel de ruido ambiental ha sido estructurado siguiendo lo establecido en la Guía para la elaboración de planes de acción para la prevención y control de ruido urbano publicado por el CONAM en el año 2003 siendo esta la autoridad ambiental nacional en ese entonces, actualmente MINAM.

De acuerdo con la evaluación realizada en el capítulo IV de la presente investigación, se ve necesario la propuesta de un plan de mitigación del ruido ambiental en la zona comercial como parte de la gestión del ruido a nivel municipal en el distrito de Lurín, debido a que los niveles de ruido ambiental en las zonas monitoreadas sobrepasan los niveles máximos permisibles establecidos en la normativa nacional y local vigente, siendo la principal fuente de ruido identificado el tráfico vehicular.

Las medidas de prevención y mitigación del ruido ambiental propuestas en el presente plan de acción buscan reducir los niveles de ruido ambiental y preservar la salud y el bienestar de los comerciantes que laboran en la zona comercial del distrito de Lurín.

4.8.2. OBJETIVOS

- Reducir los niveles de ruido ambiental que se producen en la zona comercial del distrito de Lurín.

- Preservar la salud y bienestar de los comerciantes que laboran en la zona comercial del distrito de Lurín.
- Fomentar el cumplimiento de la normativa de ruido ambiental nacional y local.

4.8.3. RESPONSABILIDAD ADMINISTRATIVA

La implementación del plan de mitigación involucra el trabajo conjunto de las diferentes autoridades locales en el distrito de Lurín, por lo que es necesario establecer las responsabilidades en la implementación y el seguimiento del presente plan de mitigación del nivel de ruido ambiental.

- **En la Implementación:** La Gerencia de servicios a la ciudadanía y gestión ambiental del distrito de Lurín a través de la subgerencia de limpieza pública y medio ambiente será la responsable de la implementación de las medidas planteadas en el presente plan de mitigación del nivel de ruido ambiental en trabajo conjunto con la gerencia de fiscalización, control y sanciones y la gerencia de desarrollo urbano y gestión territorial.
- **Monitoreo y seguimiento:** La Gerencia de servicios a la ciudadanía y gestión ambiental del distrito de Lurín a través de la subgerencia de limpieza pública y medio ambiente será la responsable del monitoreo y seguimiento de las medidas implementadas.

4.8.4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

Para cumplir con los objetivos planteados en el presente plan de mitigación del ruido ambiental, es necesario plantear medidas preventivas y de mitigación del ruido ambiental, las medidas planteadas se han elaborado en base a los lineamientos descritos en el DS 085-2003-PCM.

A. RESTRICCIÓN DEL TRÁNSITO DE VEHÍCULOS PESADOS

Dentro de las medidas mitigación que mejores resultados arrojan en la reducción de ruido ambiental generado por el tráfico vehicular es desviar los vehículos pesados por un trayecto alternativo menos sensible al ruido (Morales, 2009).

En función a los resultados obtenidos del conteo vehicular en las principales vías que articulan la zona comercial, se plantea restringir el paso de vehículos pesados en la antigua

panamericana sur desde la intersección con la avenida San Pedro hasta la intersección de la avenida industrial con la antigua panamericana sur desde las 10:00 pm hasta las 06:00 am.

Actualmente parte los vehículos pesados que transitan por la antigua panamericana sur se dirigen hacia la panamericana sur a través de la avenida San Pedro siendo esta la única vía en varios kilómetros que conecta la panamericana sur y la antigua panamericana sur, estos vehículos solo cruzan parte de la zona comercial. Sin embargo la otra parte de vehículos que transitan por la antigua panamericana sur con dirección a la zona industrial cruzan por completo la zona comercial, lo cual contribuye a incrementar los niveles de presión sonora que se generan en esta zona.

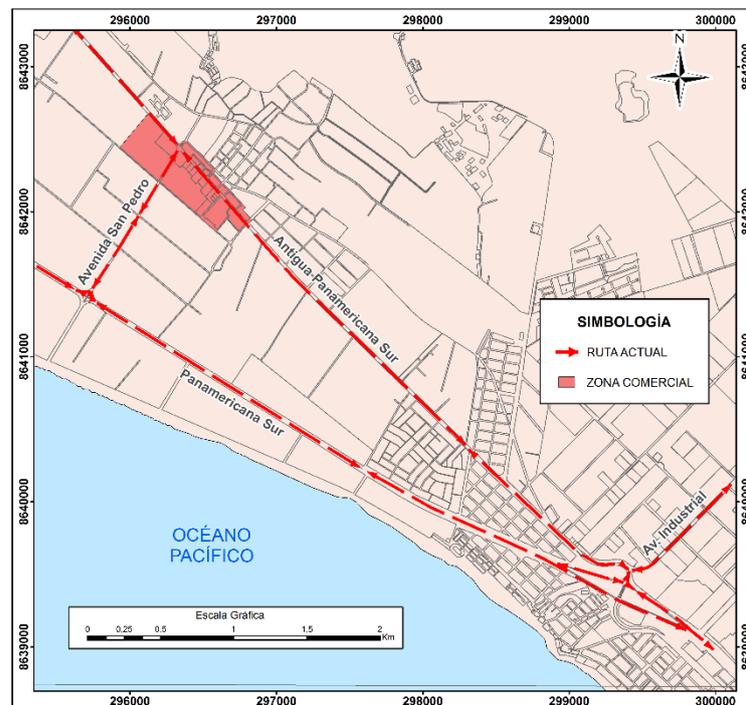


Figura 50: Ruta actual de los vehículos pesados

FUENTE: Elaboración propia

Es por ello que se plantea desviar la circulación de los vehículos pesados a través de la avenida San Pedro, evitando que estos vehículos que ingresen a la zona comercial:

- De norte a sur: Los vehículos podrán transitar por la antigua panamericana sur hasta la intersección con la avenida San Pedro, luego tendrán que tomar esta vía hasta la panamericana sur.
- De sur a norte: Los vehículos provenientes de la zona industrial (Zona A) que transitaban por la antigua panamericana sur hasta la avenida San Pedro y luego se

dirigían hacia la panamericana sur, tendrán que ingresar ahora a la panamericana sur a través de la avenida industrial, evitando así que crucen por la zona comercial, en caso que su destino sean los distrito de Pachacámac, Villa el Salvador o José Gálvez, estos deberán ingresar por la Avenida San Pedro y luego seguir hacia sus destinos a través de la antigua panamericana sur.



Figura 51: Ruta restringida de los vehículos pesados

FUENTE: Elaboración propia

B. REDUCCIÓN DE LA VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN

Teóricamente la reducción de la velocidad de circulación es una de las medidas más efectivas para obtener reducciones de niveles sonoros de hasta 6 dB, dependiendo de la velocidad inicial de circulación permitida en la vía (Morales, 2009).

En relación a la velocidad de circulación hay que tener en cuenta que para velocidades superiores a 50 - 60 km/h el vehículo circula de forma fluida y continúa. A velocidades inferiores a la citada se producen generalmente interrupciones, paradas, aceleraciones lo cual incrementa los niveles de ruido producidos por el motor y escape, sin embargo a velocidades por encima de los 60 km/h los niveles sonoros aumentan a medida que aumenta la velocidad siendo el ruido por rodadura predominante. Es por ello que una velocidad de circulación

ideal sería aquella que conjugue fluidez, velocidad constante lo cual se da a una velocidad entre 40 - 50km/h (Morales, 2009).

En función a lo descrito se plantea establecer un límite velocidad de 50km/h en el tramo de la antigua panamericana sur desde la intersección con la avenida San Pedro hasta la intersección con calle 1 (límite de la zona comercial). Asimismo, para mejorar la fluidez del tránsito vehicular y evitar el ruido generado por el motor y escape cuando los vehículos transitan a bajas velocidades, se recomienda también la coordinación de los semáforos presentes en el tramo de la antigua panamericana sur que cruza la zona comercial, siendo esta una de las formas más eficientes y de bajo costo que permite mejorar la fluidez del tráfico de acuerdo a Bull (2003).

Estas medidas deberán ser complementadas con campañas de información a los conductores que circulan a diario por esta vía así como la implementación de la correspondiente señalización del nuevo límite de velocidad.

C. REORDENAR LOS PARADEROS DE TAXIS COLECTIVOS

Un tipo de transporte público presente en la zona comercial son los taxis colectivos, estos ofrecen recorrido fijos generalmente con destino hacia los distintos paraderos ubicados a lo largo de la panamericana sur (Puente parque zonal, Puente Atocongo, Puente primavera, etc.). La tarifa de los taxis colectivos es más elevada que los vehículos de transporte público sin embargo su ventaja radica en que estos circulan a una mayor velocidad y no se detienen en paraderos específicos para recoger pasajeros.

El problema asociado al paradero de taxis colectivos es que este se ubica en la intersección de la antigua panamericana sur y Jr. Tarapacá, justamente en la zona donde se obtuvieron los mayores niveles de ruido ambiental de acuerdo a los mapas acústicos, asimismo estos vehículos generan congestionamiento y restringen el paso de otros tipos de vehículos al estar estacionados en plena vía, es por ello que se plantea mover el paradero de taxis colectivos hasta la intersección de calle 6 con la antigua panamericana sur, de esta manera estos vehículos no tendrían que cruzar la antigua panamericana sur para salir hacia la panamericana sur sino que tomarían la vía calle 6 hasta la calle monasterio y luego seguirían por esta vía hasta la avenida San Pedro y finalmente hacia la panamericana sur.

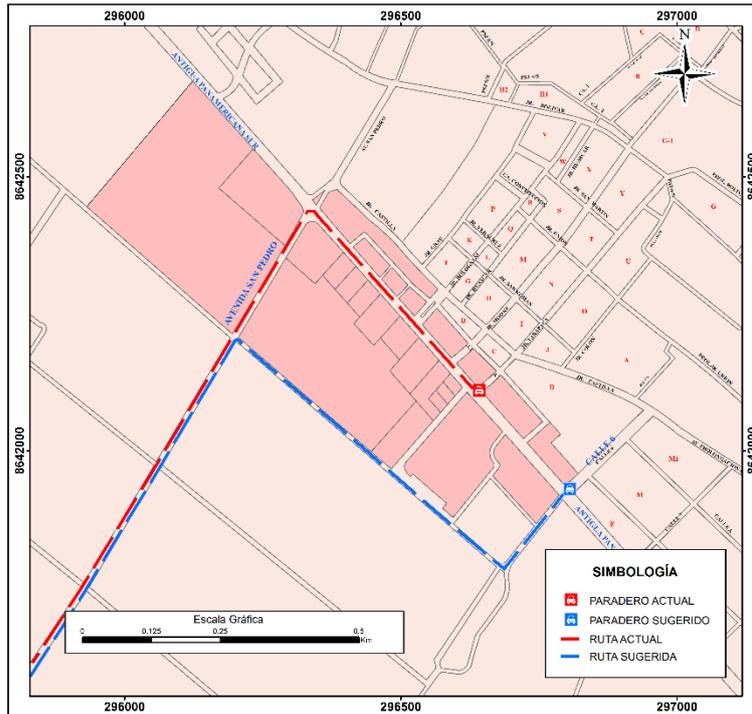


Figura 52: Ruta actual y sugerida de taxis colectivos

FUENTE: Elaboración propia

D. REGULACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSPORTE MENOR

De acuerdo a la clasificación vehicular y estandarización Directiva N°002-2006-MTC/2015 los mototaxis son considerados como vehículos menores destinados al transporte de pasajeros o carga en tramos cortos (Categoría L). En función a los resultados de conteo vehículos realizado estos vehículos constituyen un porcentaje importante en el volumen total de vehículos que circulan en la zona comercial es por ello que es necesario regular el servicio que prestan estos vehículos.

El Reglamento Nacional de Vehículos Decreto Supremo N°058-2003-MTC especifica que los vehículos de las categorías L, M y N deben contar con un silenciador en el sistema de escape, el silenciador debe amortiguar los ruidos producidos por la combustión en el motor, reduciéndolas con el fin de cumplir con la normativa vigente nacional y local. Asimismo deben contar con una bocina de sonido uniforme y continuo audible como mínimo a una distancia de 50 metros cuya intensidad este dentro de los límites establecidos en el marco normativo vigente.

En función a lo descrito, se considera necesario establecer una ordenanza municipal que exija una revisión anual de estos vehículos para evaluar si cumplen con los requisitos

mínimos técnicos establecidos en el Decreto Supremo N°058-2003-MTC. Dentro de esta revisión se deberá verificar si aún el silenciador se encuentra en condiciones óptimas. Asimismo se deberá revisar también que las bocinas no hayan sufrido alteraciones en el sonido que generan y el sonido generado por estas superen los establecido por la normativa nacional y local vigente, entre otras especificaciones descritas en el artículo 13° del Decreto Supremo N°058-2003-MTC

Estas medidas deben ir acompañadas de campañas sensibilización a las asociaciones de mototaxistas del Mercado Virgen de las Mercedes, Lurín Center, Mercado San Pedro, las campañas de sensibilización deberán estar enfocadas al mantenimiento y buen uso de sus vehículos motorizados con relación al ruido que estos generan.

E. MEDIDAS APLICADAS A LAS VIAS

En esta sección se establecen medidas que permitan mejorar la infraestructura vial en la zona comercial del distrito de Lurín, con el objetivo de reducir el ruido por rodadura, es decir el ruido producido por la interacción entre los neumáticos y la vía, se propone como medidas de mitigación:

- **El mantenimiento de las vías:** Consiste en la renovación del pavimento desgastado y la reparación de las vías desiguales, dado que las irregularidades en las superficies por donde circulan los vehículos aumenta los niveles de emisión de ruido. Por ello, será necesario deberá realizar comprobaciones rutinarias para detectar irregularidades y discontinuidades en las vías de circulación con el fin de repararlas. Esta medida permitirá reducir los niveles de ruido producido por la interacción llanta-pavimento que a altas velocidades de circulación tiene una gran influencia en el ruido de tránsito así como mejorar la fluidez de circulación.
- **Promover el empleo pavimentos drenantes o antiruido:** Consiste en promover la utilización de pavimentos drenantes o porosos, estos pavimentos se denominan así porque su proporción de huecos es muy elevada en su estructura, por lo que permite absorber parte de la energía sonora emitida por los vehículos (tanto ruedas como motor). El empleo del uso de pavimento poroso permite una reducción de ruido de 3 a 5 db, frente a un pavimento tradicional (Morales, 2009).

En esencia consiste en colocar en los 4 centímetros superiores del firme una mezcla porosa que actúa como capa de rodadura que tenga un porcentaje de huecos superior

al 20% (Segués, 2008). La reducción producida por la capa de rodadura porosa dependerá de su espesor y del porcentaje de huecos:

$$\Delta L = 0,005.n .e \quad (8)$$

- ΔL : Reducción del ruido(dB)
- n: Huecos en mezcla (%)
- e: Espesor de la capa de rodadura (mm)

Esto quiere decir que se puede obtener una reducción significativa de ruido de 4 dB, si se emplea una capa drenante de 4 cm de espesor y un porcentaje de huecos superior al 20%. Desde el punto de vista acústico, el sonido penetra en los huecos, poniendo en vibración el aire que se encuentra en su interior, el cual roza en las paredes de los materiales que componen el pavimento. Este rozamiento hace que se produzca una transformación de la energía acústica en energía calorífica, produciéndose el fenómeno de absorción acústica por parte del material poroso (Segués, 2008).

Una de las desventajas de este pavimento a parte del precio, es que con el paso del tiempo estas pierden sus propiedades de absorción de ruido debido a la colmatación de los huecos, sin embargo en vías de alto tránsito sus propiedades de absorción de ruido mantienen más tiempo debido al efecto de autolimpieza producido por la circulación de vehículos a velocidades medias y altas (Morales, 2009). Es por ello que se recomienda este tipo de pavimento solo en la avenida San Pedro y en la antigua panamericana sur.

F. CAMPAÑAS DE SENSIBILIZACIÓN

Las campañas de sensibilización están orientadas a mejorar el conocimiento de los ciudadanos sobre la problemática del ruido, y de incrementar la valoración social del confort acústico. El objetivo principal de esta medida es conseguir una reducción significativa del ruido mediante el cambio de hábitos y comportamiento.

Los principios generales a partir de los cuales se deben realizar las campañas de sensibilización son:

- Subrayar la influencia del ruido en la salud, en la capacidad de concentración y aprendizaje.

- Crear conciencia de que todos somos productores de ruido y al mismo tiempo víctimas del ruido.
- Valorar el confort acústico como parámetro de calidad de vida.

Las campañas sensibilización deben ser dirigidas a los comerciantes, conductores y transeúntes.

Dirigida a los conductores

Estas campañas deben contemplar lo siguiente:

- Realización y difusión de una guía de educación ambiental sobre la contaminación acústica, a partir de la cual se busque inculcar a los conductores principios y hábitos para reducción en la emisión de ruido.
- Realización de talleres de sensibilización en donde se difunda información específica acerca del mantenimiento y buen uso de los vehículos motorizados con relación al ruido que estos generan. En un inicio estos talleres de sensibilización deben estar enfocados a las asociaciones de mototaxistas que laboran en la zona comercial del distrito.

Dirigida a los comerciantes

Estas campañas deben contemplar lo siguiente:

- Realización y difusión de una guía de educación ambiental sobre la contaminación acústica, a partir de la cual se busque inculcar a los comerciantes principios y hábitos para reducción en la emisión de ruido.
- Realización de talleres de sensibilización en donde se difunda información sobre las acciones que contribuyen a mejorar el ambiente acústico en la zona comercial.

Dirigida a los transeúntes

Estas campañas deben contemplar lo siguiente:

- Realización y difusión de una guía de educación ambiental sobre la contaminación acústica, la cual debe contener: información básica sobre la contaminación acústica y orientaciones para la reducción del ruido ambiental.
- Difusión de información abierta al público sobre la gestión de ruido ambiental en el distrito, las medidas implementadas, los objetivos cumplidos hasta el momento en

relación a la gestión del ruido ambiental y las futuras acciones y/o medidas destinadas a reducir el ruido ambiental en la zona comercial.

4.8.5. MONITOREO Y SEGUIMIENTO

A. MONITOREO DEL RUIDO AMBIENTAL

Un componente crucial en la gestión de ruido ambiental es disponer de información precisa de los niveles de presión sonora presentes en el medio, es por ello que es necesario establecer un programa monitoreo periódico del ruido ambiental en la zona comercial. La información que será recolectada de estas estaciones de monitoreo permitirán conocer la eficacia de las medidas implementadas así como la optimización de las mismas.

En base a la presente investigación se considera oportuno establecer 8 estaciones de monitoreo en donde se deberá realizar mediciones periódicas a lo largo de las principales vías que articulan la zona comercial en los periodos de monitoreo de 08:00 a 10:00 am, 12:00 a 02:00 pm y de 04:00 a 06:00 pm con una frecuencia mensual, siguiendo el protocolo de monitoreo de ruido ambiental.

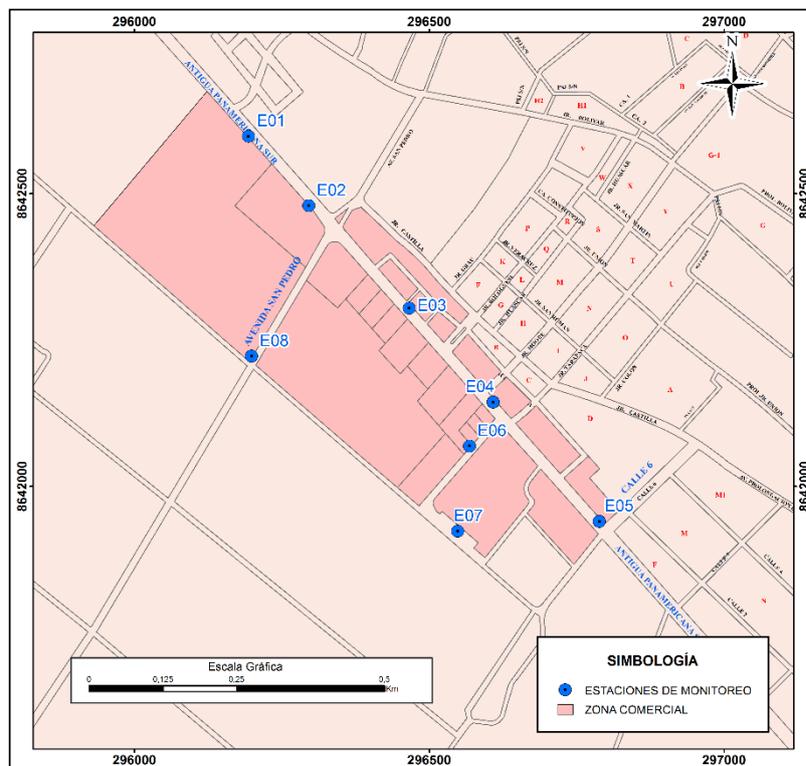


Figura 53: Distribución de las estaciones de monitoreo

FUENTE: Elaboración propia

B. SEGUIMIENTO

El presente apartado tiene por objetivo establecer indicadores que permitan evaluar la eficacia y el seguimiento de las medidas propuestas en el presente plan de mitigación del ruido ambiental contra el ruido planteado.

- **Percepción de los comerciantes frente a la contaminación acústica:** Indicador relacionado con la realización de encuestas a los comerciantes que permiten obtener información sobre la percepción del ruido ambiental en la zona comercial.
- **Gestión de las quejas:** Indicador que evalúa el grado de satisfacción ciudadana en relación a la gestión de las quejas relacionadas contra el ruido.
- **Numero de campañas destinadas a la población:** Estas serán clasificadas en función a su tipo: informativas, participativas, concientización, de otro tipo.
- **Reducción del área de riesgo acústico:** Este indicador será evaluado en función a los resultados obtenidos de los monitoreos periódicos y actualización de los mapas acústicos y mapas de riesgos.

C. DIFUSIÓN DE LA INFORMACIÓN

Finalmente, es necesario mantener a la comunidad informada a través de avisos de prensa, boletines y demás medios de comunicación, acerca de los logros alcanzados a partir de la implementación y puesta en marcha de las medidas de prevención y mitigación. Asimismo, la difusión de información logrará que se siga incentivando a todos los actores de la zona a un cambio en la conducta de la población y de su comportamiento con respecto a la calidad de vía para mantener en lo posible los menores niveles de ruido.

La gestión de ruido ambiental urbano no es un proceso que ocurra de la noche a la mañana, sino que se trata de una inversión a largo plazo, que va más allá de la legislación y del cumplimiento de las normas.

V. CONCLUSIONES

- Los resultados mostraron que en la zona comercial del distrito de Lurín los niveles de presión sonora equivalente ponderado en A superan el límite máximo establecido en los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido de 70 dB, en 21 estaciones de monitoreo de las 22 distribuidas en la zona comercial, superando en más de 3 dB el nivel de presión sonora registrado en las estaciones de monitoreo próximas a la antigua panamericana sur.
- En los mapas de ruido ambiental se muestra un incremento de los niveles de presión sonora sobre la antigua panamericana sur, identificándose dos zonas críticas en donde los niveles de presión sonora superan los 75 dB, siendo estos en el cruce de la antigua panamericana Sur con la avenida San Pedro y en el cruce de la antigua panamericana sur con Jr. Tarapacá.
- De acuerdo al mapa de riesgo acústico, se encontró que las áreas próximas a la avenida San Pedro y antigua panamericana sur se encuentran en riesgo acústico, lo cual abarca un área de 16,1 hectáreas que representa el 57% del área de la zona comercial. Asimismo, también se encontró la zona residencial que comprende el centro urbano Lurín cercado se encuentra en alto riesgo acústico y la zona de protección especial en donde se encuentran ubicados los centros educativos: 6008 José Antonio Dapelo, 7056 San Martín de Porres, San Pedro de Lurín y José Faustino Sánchez Carrión se encuentra peligro acústico.
- De acuerdo al estudio de percepción social mediante encuestas, se pudo identificar al ruido generado por el tránsito vehicular es la principal fuente de molestia en la zona comercial seguido del ruido generado por las personas (ambulantes, uso de parlantes, altavoces, etc.). Además entre los efectos generados por el ruido ambiental el dolor de cabeza y la disminución del rendimiento y/o concentración son los efectos que la población se ha visto afectada con mayor frecuencia.

- El 72% de los comerciantes consideran que la municipalidad distrital de Lurín no ha establecido medidas concretas para reducir el ruido en la zona comercial, asimismo los comerciantes consideran que las mejores medidas para reducir el ruido en la zona comercial son: desviar la circulación de vehículos pesados y fortalecer la educación y sensibilización ciudadana.
- Se plantearon medidas de mitigación para reducir los niveles de ruido ambiental presentes en la zona comercial, y preservar la salud y bienestar de los comerciantes que laboran en la zona comercial del distrito de Lurín. Siendo la principal fuente de ruido el tránsito vehicular, se plantearon diversas medidas normativas, de control y de regulación orientadas a reducir el ruido generado por esta fuente, como: La restricción del tránsito de vehículos pesados, reducción de la velocidad de circulación, el reordenamiento del paradero de taxis colectivos, entre otros.

VI. RECOMENDACIONES

- El presente trabajo de investigación es uno de los primeros estudios de ruido ambiental realizados en la zona comercial del distrito de Lurín, por ende se motiva a la ejecución de futuras investigaciones que permitan complementar y enriquecer los resultados de la presente investigación. Asimismo, teniendo en cuenta que la zona residencial y la zona de protección especial contiguas a la zona comercial son zonas de alto riesgo acústico y peligro acústico respectivamente, se motiva también a la ejecución de investigaciones que permitan evaluar el ruido ambiental en estas zonas.
- Se recomienda a las autoridades ambientales competentes del distrito de Lurín implementar el plan de mitigación del ruido ambiental planteado en la presente investigación, la cual constituye una herramienta de gran utilidad que va permitir reducir los niveles de ruido ambiental generados en la zona comercial del distrito de Lurín.
- Se recomienda incluir en el plan anual de fiscalización ambiental municipal (PLANEFA) un plan de monitoreo del ruido ambiental en el distrito de Lurín, dado que la información precisa y actualizada constituye el componente principal en la gestión del ruido ambiental municipal.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bartí Domingo, Robert. 2010. Acústica Medioambiental. San Vicente, ES. Editorial club universitario. 288 p.
- Berglund; B.; Lindvall, T.; Schwela, D. 1999. Guidelines for community noise. Londres, UK. World Health Organization. 161 p.
- Bistafa, S. 2006. Acustica aplicada ao controle do ruido. 1ed. Sao Paulo, BR. Blucher. 368 p.
- Brüel & Kjaer. 2000. Ruido Ambiental. Madrid, ES. Sound & Vibration Measurement A/S. 69 p.
- Bull, A. 2003. Congestión de tránsito: El problema y como enfrentarlo. Santiago de Chile, CL. Publicaciones de las naciones unidas. 197 p.
- Burneo C. 2007. Contaminación Ambiental por Ruido y estrés en el Ecuador. Quito, EC. Universidad Nacional de Chimborazo. 125 p.
- Callejo, L; Ruiz, P. 2013. Cualidades del Sonido: Timbre, tono, amplitud y Apuntes de Física (Grado en Logopedia-EUG). Cantabria, ES. Universidad de Cantabria.
- Cantor C, Y; López M, R. 2013. Control de la Contaminación Atmosférica. Bogotá, CO. Universidad abierta y a distancia. UNAD. 123 p.
- Carmona, C; Félez, C. 2010. Tutorial de ruido y aspectos del sonido. Madrid, ES. McGraw-Hill. 178 p.
- Chávez Miranda, JR. 2006. Ruido: Efectos sobre la salud y su evaluación al interior de recintos. Chile Ciencia y trabajo. 8(20): 42-46.
- Copetti Callai, S. 2011. Estudo do ruído causado pelo tráfego de veículos em rodovias com diferentes tipos de revestimentos de pavimentos. Tesis Mestre em Engenharia ambiental. Sau Paulo, BR. Escola Politecnica da Universidade de Sao Paulo. 93 p.
- Cos Juez, F; Martínez de Pisón, A; Castejón Limas, J. 2001. Sonometría y contaminación acústica. La Rioja, ES. Universidad de la Rioja. 384 p.
- Eberhard Zwicker, H. 2006. Psychoacoustics. Facts and models. 3ed. Hugo Fastl. Berlin, DE. 471 p.

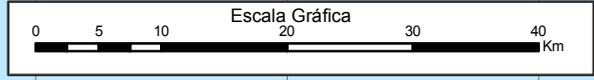
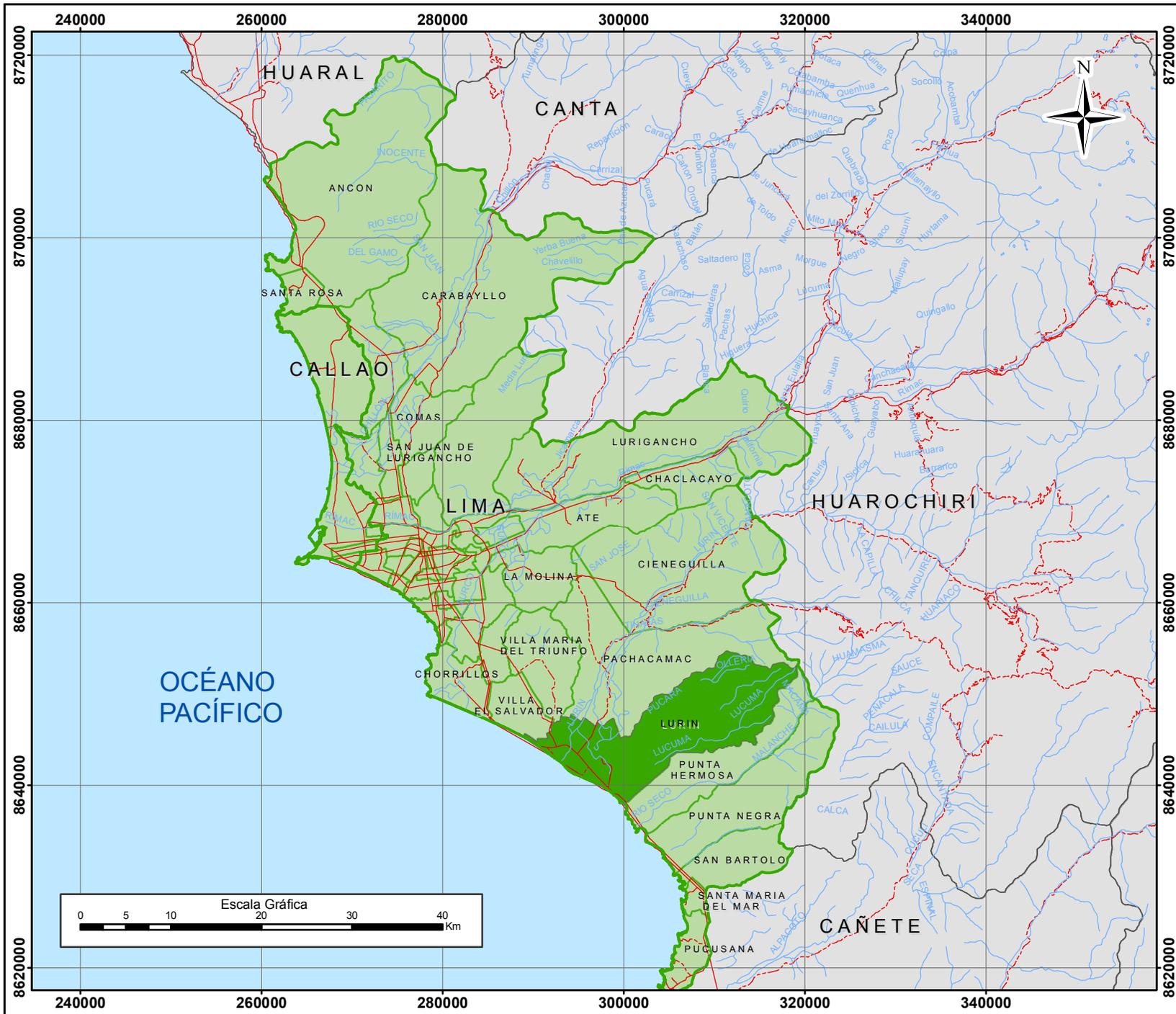
- Flores Pereita, P. 1990. Manual de Acústica, ruido y vibraciones. Fundamentos básicos y sistemas de control. 3 ed. Barcelona, ES. Editorial GYC. 412 p.
- Floría, PM. 1999. La prevención del ruido en la empresa. Madrid, ES. Fundacion Confemetal. 283 p.
- Gonzales, J. 2012. Evaluación preliminar del ruido generado por el tránsito de moto taxis en la provincia de coronel portillo para fines de desarrollo de un protocolo de Medición. Tesis Ing Ambiental. Lima, PE. Universidad Nacional Agraria La Molina. 135 p.
- Harris, Cyril. 1995. Manual de Medidas Acústicas y Control del Ruido. 3 ed. Madrid, ES. Mc Graw Hill. 2500 p.
- Hernández, R. Fernández, C. y Baptista, P. 1998. Metodología de la investigación. 2 ed. Madrid, ES. McGraw-Hill. 518 p.
- Herrera, O; Serrano, S; Vida, J. 2007. Empleo de una encuesta estandarizada para la valoración de la molestia por ruido ambiental. Proyecto piloto en la ciudad de Granada. Tecniacústica 38:1-6.
- INDECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual). 2007. NTP-ISO 1996-1.Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 1: Índices básicos y procedimiento de evaluación.
- INDECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual). 2008. NTP-ISO 1996-2.Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental.
- International Organization for Standarization. 2003. ISO/TS 15666 Acoustic – Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys.
- INTEF (Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de formación del Profesorado Física y Química). 2009. El sonido: Una onda longitudinal. Madrid, ES 367 p.
- Kiely, Gerard. 1999. Ingeniería Ambiental: Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión. Madrid, ES. Mc Graw Hill. 1332 p.
- Kogan Musso, P. 2004. Análisis de la eficiencia de la ponderación “A” para evaluar efectos del ruido en el ser humano. Tesis Ing Acústico. Valdivia, CL. Universidad Austral de Chile.178 p.
- Lobos Vega, V. 2008. Evaluación del ruido ambiental en la ciudad de Puerto Montt. Tesis Ing. Acústico. Valdivia, CL. Universidad Austral de Chile. 124 p.
- Maggiolo, D. 2004. Acústica Musical. Sistema auditivo. Escuela Universitaria de música. Montevideo, UY. Universidad de la Republica.

- Mardones, M; Moreno, D. 2009. Mapeamento dos Níveis de Ruído em Copacabana, Rio de Janeiro, Através da Simulação Computacional. Msc. em Engenharia Mecânica. Rio de Janeiro, BR. Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Martin, B; Tarrero, A; Rodríguez, T; Sorribas, R. 2003. Elaboración de la encuesta y elección de la muestra para el estudio psicosocial de la molestia ocasionada por el ruido. *Tecniacústica* 34:1-6.
- Martín, R. 1977. Derecho Ambiental. Instituto de estudios de Administración. Madrid, ES. 769 p.
- Martín Rocamora, LJ. 2010. Acústica: Psicoacústica. Escuela Universitaria de música. Montevideo, UY. Universidad de la Republica.
- MAGRAMA (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio ambiente). 2004. Conceptos Básicos de ruido ambiental. España. 31p
- MINAM (Ministerio del Ambiente). 2011. Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental. AMC N° 031-211-MINAM/OGA.
- Moreira, D; Magni, C; Catalani, T; Mendes, J. 2005. Ambiente urbano e Percepção da Poluição Sonora. *Ambiente & Sociedade* 8(2):1-12.
- Landero, R; González, M. 2009 Estadística con SPSS y metodología de la investigación. México, MX. Trillas. 536 p.
- Morales Pérez, J. 2009. Estudio de la influencia de determinadas variables en el ruido urbano producido por el tráfico de vehículos. Tesis doctoral. Madrid, ES. Universidad Politécnica de Madrid. 437 p.
- Municipalidad distrital de Lurín. 2010. Diagnóstico Integral Participativo del Distrito de Lurín 2010.
- Municipalidad distrital de Lurín. 2015. Ordenanza sobre prevención y control de ruidos y su reglamento. Ordenanza Municipal N°301-2015-ML.
- Murphy, E; King, E. 2014. Environmental Noise Pollution: Noise Mapping, Public Health and Policy. New York, US. Elsevier. 282 p.
- Nurosis, M.J. (1993): Spss: Statistical Data Analysis. Spss Inc.
- Ortega, M; Cardona, JM. 2005. Metodología para la evaluación del ruido ambiental en la ciudad de Medellín. *Revista nacional de salud pública* 23(2): 70-77.
- Pérez, E; Medrano, L. 2010. Análisis Factorial Exploratorio: Bases Conceptuales y Metodológicas. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento*, 2(1), 58-66.

- Pérez Vega, C. 2003. Fundamentos de televisión analógica y digital. Catambria, ES. Servicio de ediciones de la Universidad de Catambria. 351 p.
- PCM (Presidencia del Consejo de Ministros). 2003. Reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental para ruido. DS°085-2003-PCM.
- Quintín, M; Cabrero, T; Del Rosario, T. 2007. Tratamiento estadístico de datos con SPSS: Prácticas resueltas y comentadas. Madrid, ES .Paraninfo. 616 p.
- Quispe, M. 2013. Análisis de ruido en las sucursales de atención al cliente de una empresa de servicios. Tesis Ing. Lima, PE. Universidad Nacional Agraria La Molina. 149 p.
- Ruíz Bolívar, C. 1998. Instrumentos de investigación educativa: Procedimientos para su diseño y validación. Barquisimeto, VE. CIDEG. 226 p.
- Santos, E. 2007. Contaminación sonora por ruido vehicular en la venida Javier Prado. Ciencia y tecnología 10(1): 11-15
- Segués Echazarreta, F. 2008. Medidas preventivas y correctoras del ruido de tráfico. Escuela de Negocios. Madrid, ES. 38 p.
- Sommerhoff G. 2000. Nuevas Técnicas para la Elaboración de Mapas de Ruido, el Análisis de la Respuesta Ciudadana, así como la Valoración Económica del Ruido. Tesis Doctoral. Valdivia, España. Universidad Politécnica de Madrid.
- Suasaca Pelinco, L. 2014. Relación entre el ruido ambiental y la percepción de molestia de los habitantes de la ciudad de Juliaca durante el periodo 2013. Tesis Doctoral. Juliaca, PE. Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. 125 p.
- Tapia Encina, R. 2004. Metodología de evaluación de la dosis diaria de exposición a ruido. Tesis Ing. Acústico. Valdivia, CL. Universidad Austral de Chile. 175 p.
- Tapia Jaime, Xiomara. 2013. Implementación de un programa de reconocimiento, evaluación y control de ruido ambiental para mitigar la contaminación sonora en el Hospital Regional Docente Materno Infantil “El Carmen”. Tesis Ing. Ambiental. Huancayo, PE. Universidad Continental. 92 p.
- UE (Unión Europea). 2002. Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002. Sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, Diario Oficial de las Comunidades Europeas, L189/12-25, 18.7.2002. 14 p.
- Vargas Ortiz, I. 2014. Evaluación del impacto acústico generado por el tráfico vehicular en las vías circundantes al cuartel general del ejército del Perú. Tesis Ing. Ambiental. Lima, PE. Universidad Nacional Agraria La Molina. 185 p.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1: PLANOS

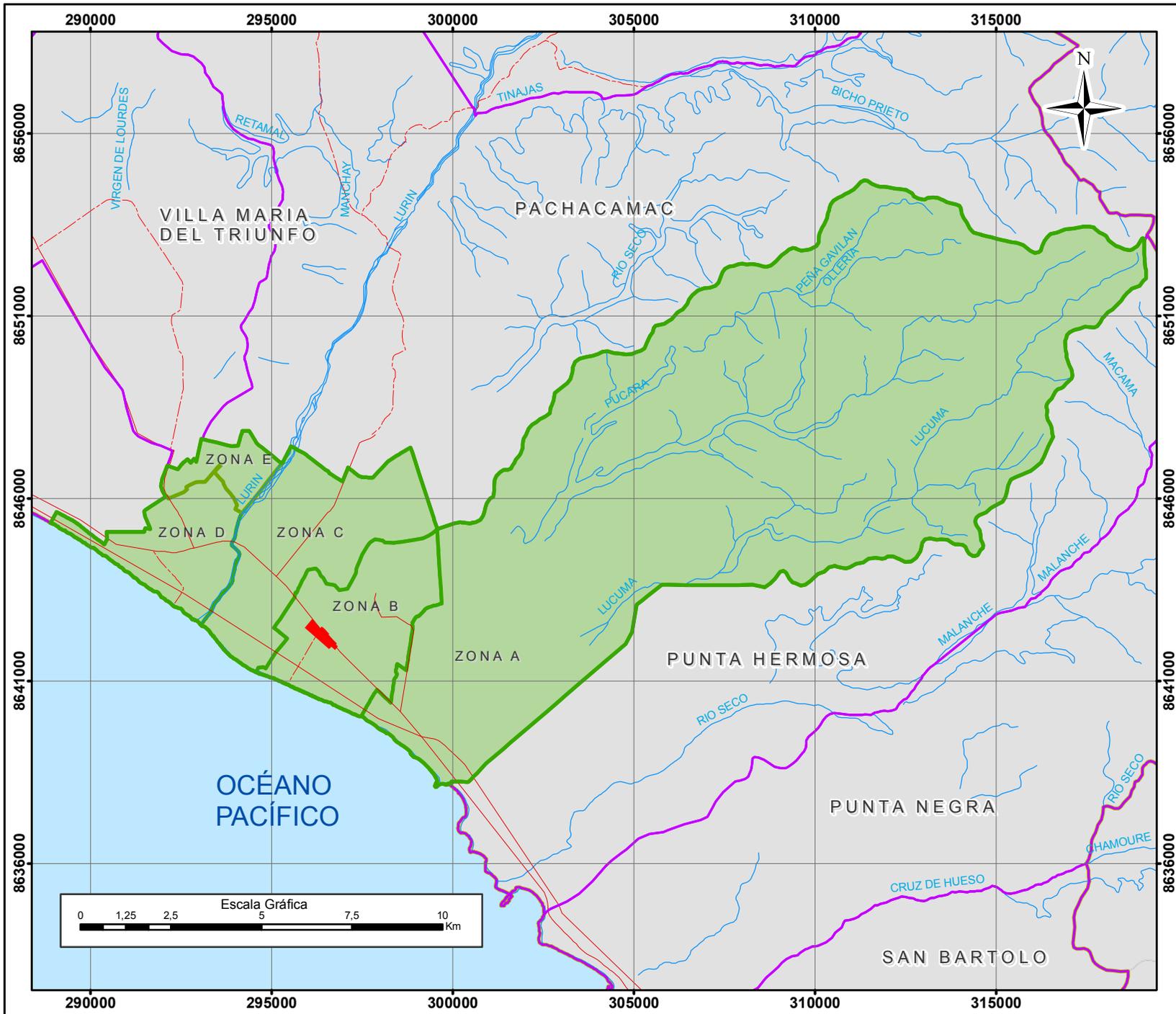


- SIMBOLOGÍA**
- RIO
 - VIA SIN ASFALTAR
 - VIA ASFALTADA
 - DISTRITO DE LURIN
 - LIMITE DISTRITAL
 - LIMITE PROVINCIAL

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

MAPA DE UBICACIÓN DISTRITO DE LURIN

Fecha:	Octubre, 2016	Escala:	1:600 000	Plano:	01
Ubicación:	Lima, Lima, Lurín	Fuente:	Elaboración propia		



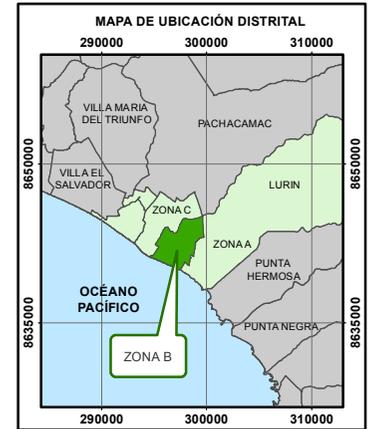
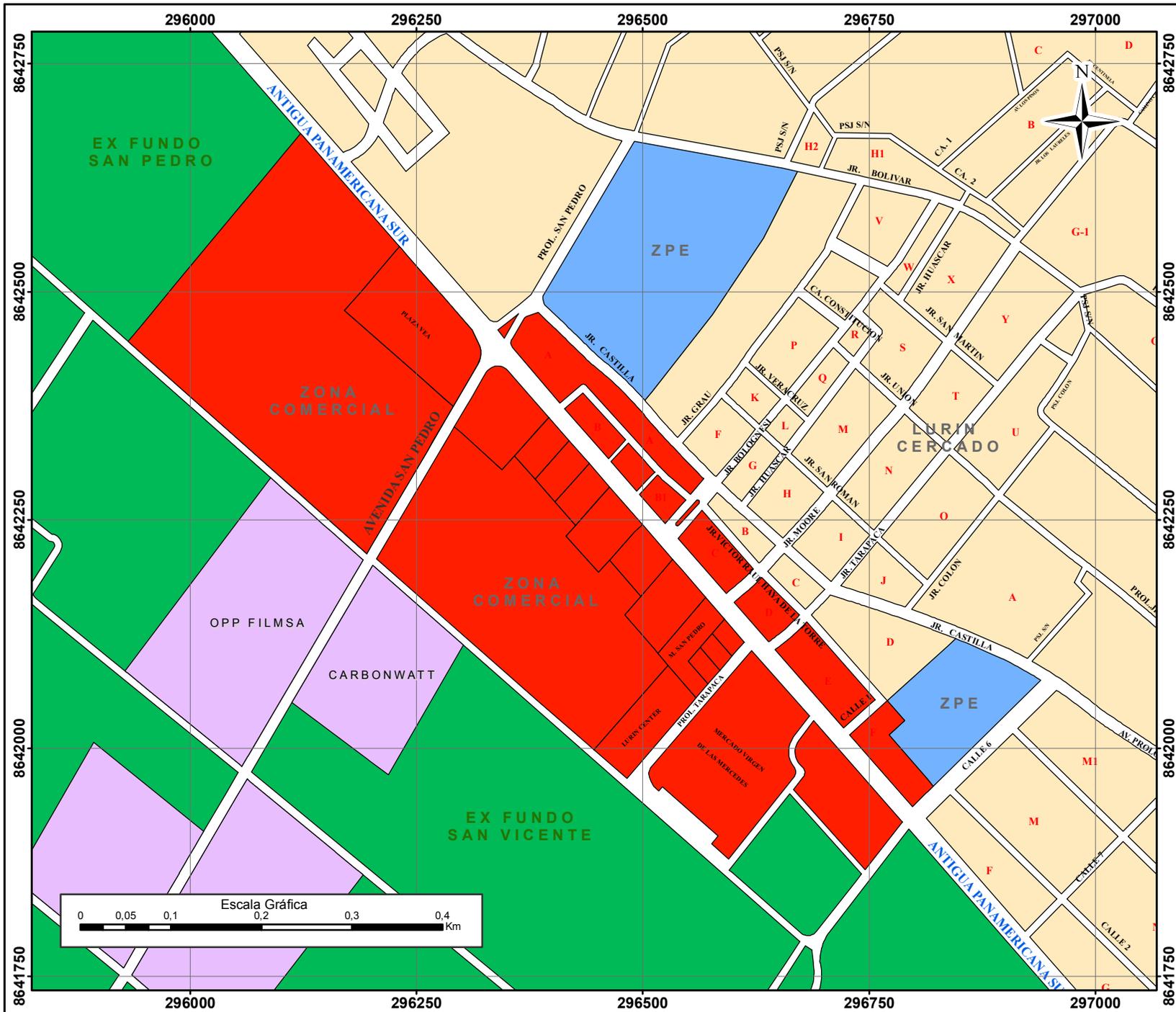
SIMBOLOGÍA

- RIO
- VIA ASFALTADA
- VIA SIN ASFALTAR
- ZONA COMERCIAL
- DISTRITO DE LURÍN
- LIMITE DISTRITAL

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

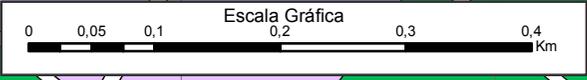
MAPA DE UBICACIÓN DISTRITO DE LURÍN

Fecha: Octubre, 2016	Escala: 1: 150 000	Plano: 02
Ubicación: Lima, Lima, Lurín		Fuente: Elaboración propia



SIMBOLOGÍA

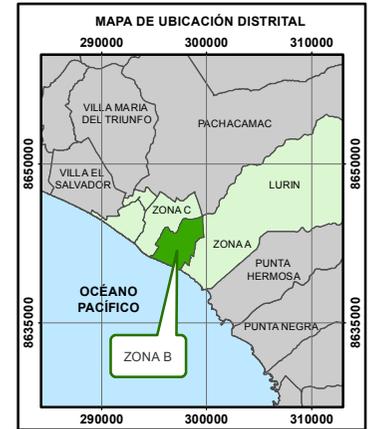
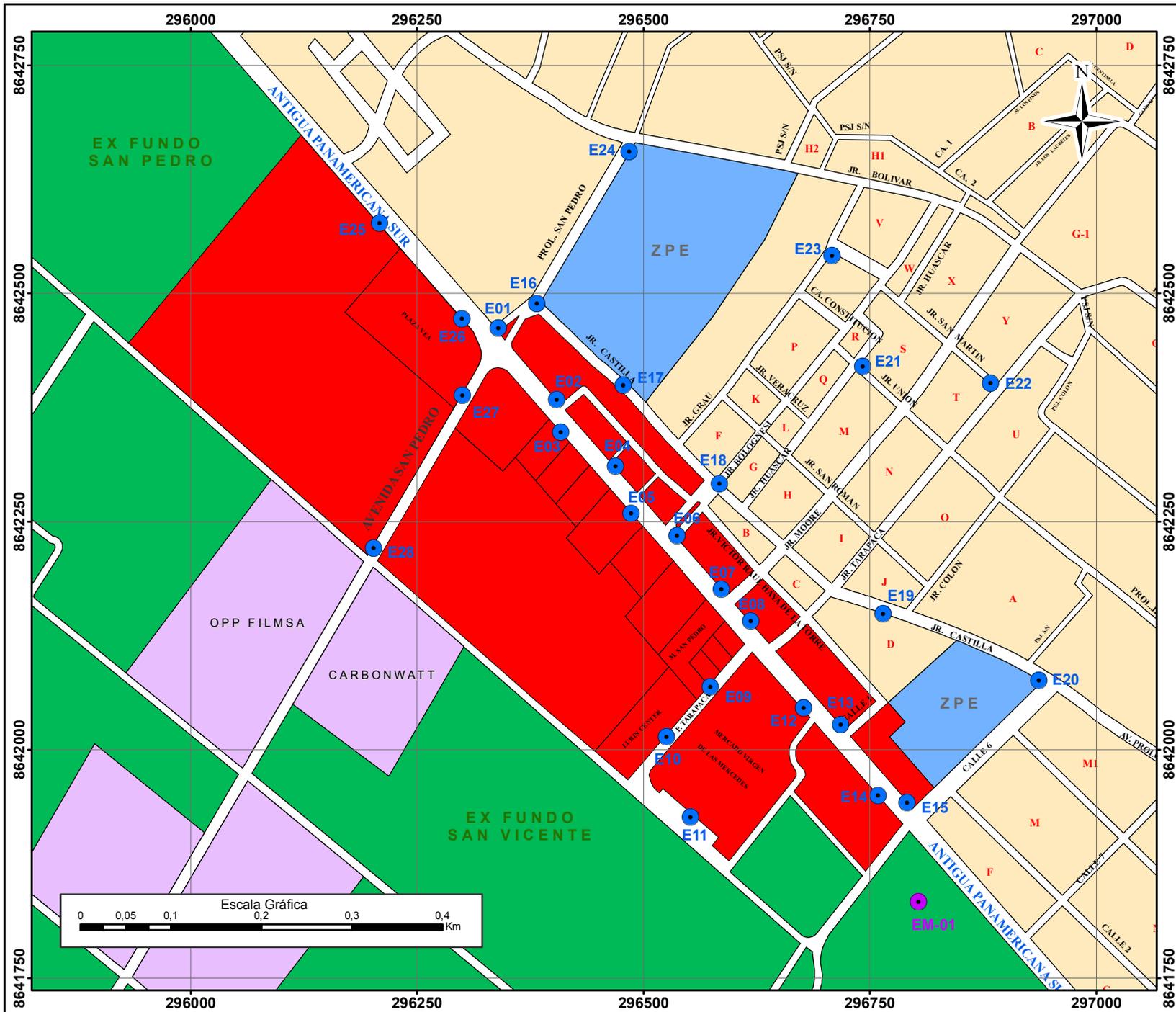
- COMERCIO ZONAL
- RESIDENCIAL MEDIA
- INDUSTRIA
- AGROPECUARIO
- PROTECCION ESPECIAL



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

PLANO DE DE ZONIFICACIÓN DISTRITAL

Fecha:	Octubre, 2016	Escala:	1 : 6 000	Plano:	03
Ubicación:	Lima, Lima, Lurín	Fuente:	Elaboración propia		



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Fecha:	Octubre, 2016	Escala:	1 : 6 000	Plano:	04
Ubicación:	Lima, Lima, Lurín	Fuente:	Elaboración propia		

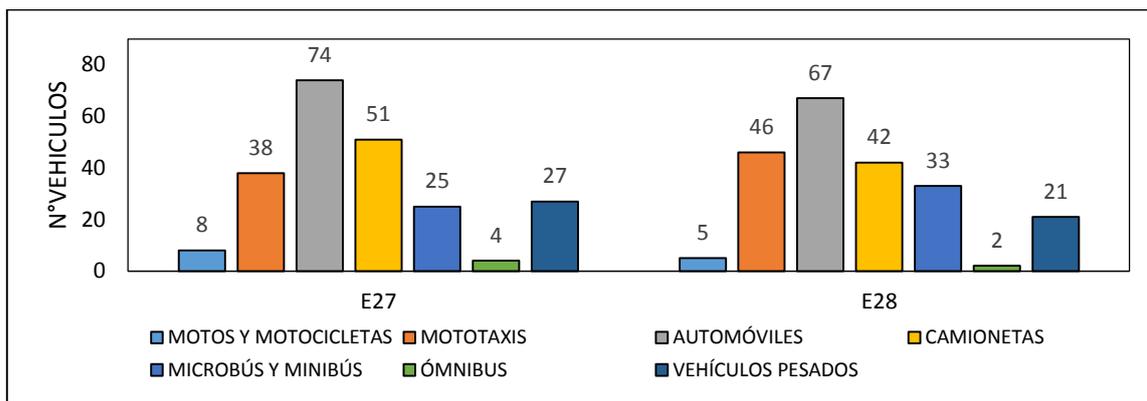
ANEXO 2: RESULTADOS DEL CONTEO DE TRÁNSITO VEHICULAR

Cuadro 09: Volumen de circulación registrado en las estaciones de monitoreo

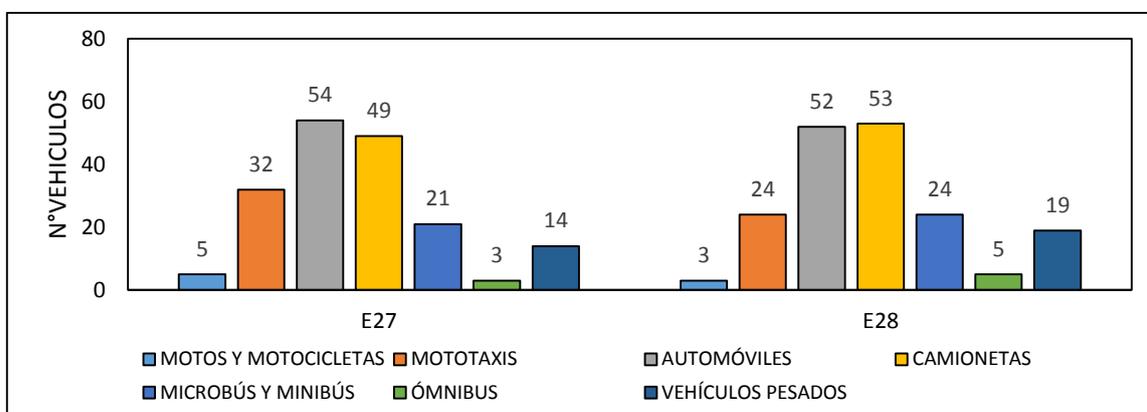
Estación	Vía en donde se ubica la estación de monitoreo	Volumen de Circulación (T=15 min)		
		Periodo 08:00-10:00 am	Periodo 12:00-14:00pm	Periodo 04:00-16:00pm
E01	Antigua panamericana Sur	279	268	299
E02	Antigua panamericana Sur	269	254	292
E03	Antigua panamericana Sur	277	260	271
E04	Antigua panamericana Sur	264	260	278
E05	Antigua panamericana Sur	264	252	288
E06	Antigua panamericana Sur	269	249	290
E07	Antigua panamericana Sur	264	252	283
E08	Antigua panamericana Sur	270	259	280
E09	Prolongación Jr. Tarapacá	60	49	69
E10	Prolongación Jr. Tarapacá	54	48	71
E11	Prolongación Jr. Tarapacá	52	42	57
E12	Antigua panamericana Sur	228	218	243
E13	Antigua panamericana Sur	243	220	241
E14	Antigua panamericana Sur	241	230	253
E15	Antigua panamericana Sur	231	226	242
E16	Prolongación Avenida San Pedro	73	70	83
E17	Jr. Castilla	28	29	37
E18	Jr. Castilla	33	26	40
E19	Jr. Castilla	30	24	30
E20	Jr. Castilla	38	32	37
E21	Jr. Grau	33	30	39
E22	Jr. Unión	34	26	46
E23	Jr. Tarapacá	30	23	48
E24	Prolongación Avenida San Pedro	81	74	86
E25	Antigua panamericana Sur	221	188	225
E26	Antigua panamericana Sur	215	181	228
E27	Av. San Pedro	227	178	230
E28	Av. San Pedro	216	180	225

FUENTE: Elaboración propia

Periodo 08:00 a 10:00 am.



Periodo 12:00 a 14:00 pm.



Periodo 16:00 a 18:00 pm.

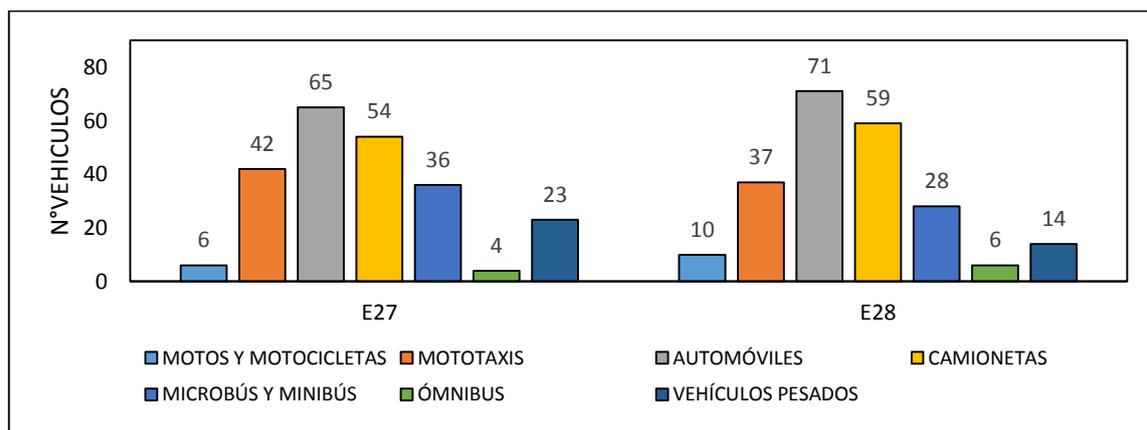
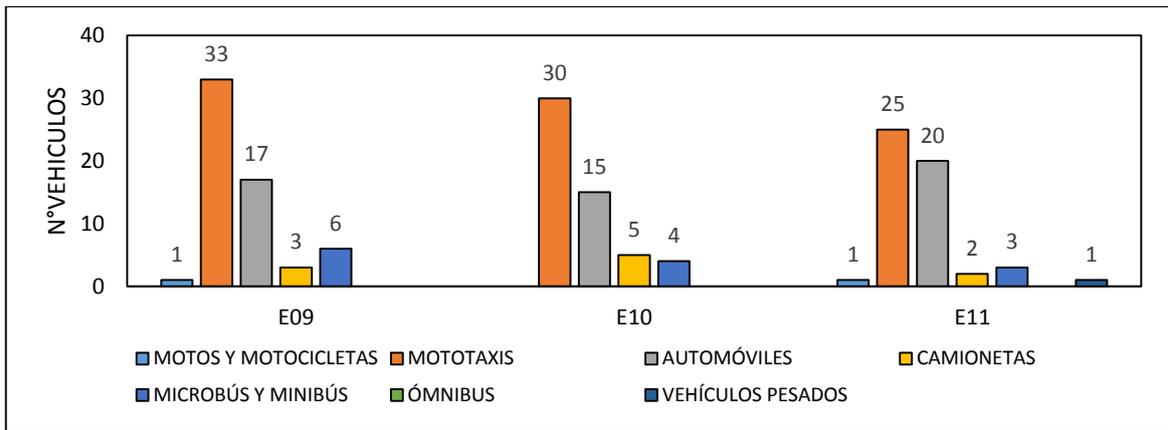


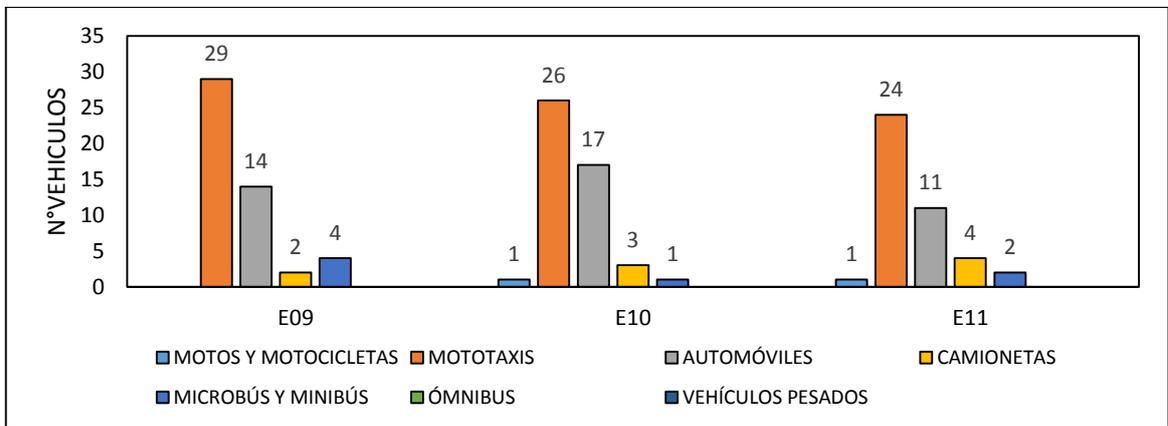
Figura 54: Composición del tránsito vehicular en la avenida San Pedro (T = 15 min)

FUENTE: Elaboración propia

Periodo 08:00 a 10:00 am.



Periodo 12:00 a 14:00 pm.



Periodo 16:00 a 18:00 pm.

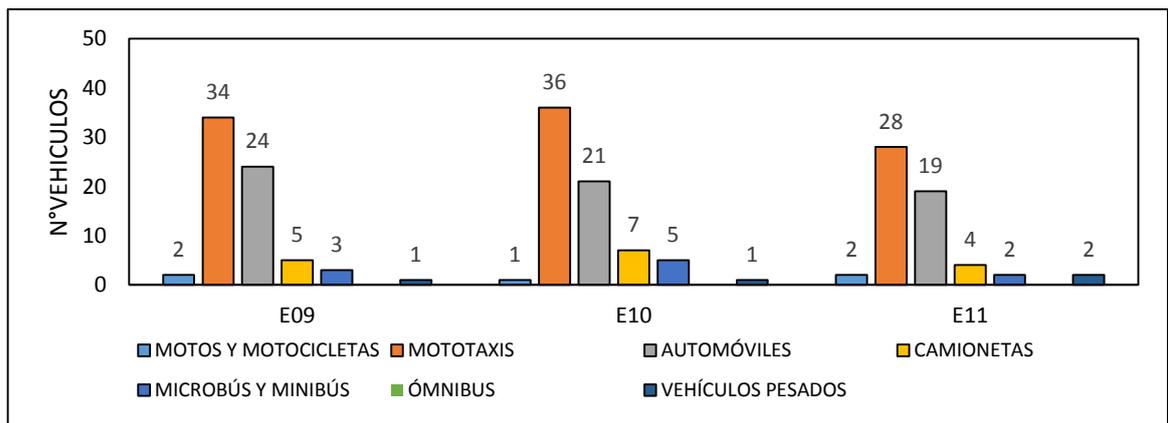
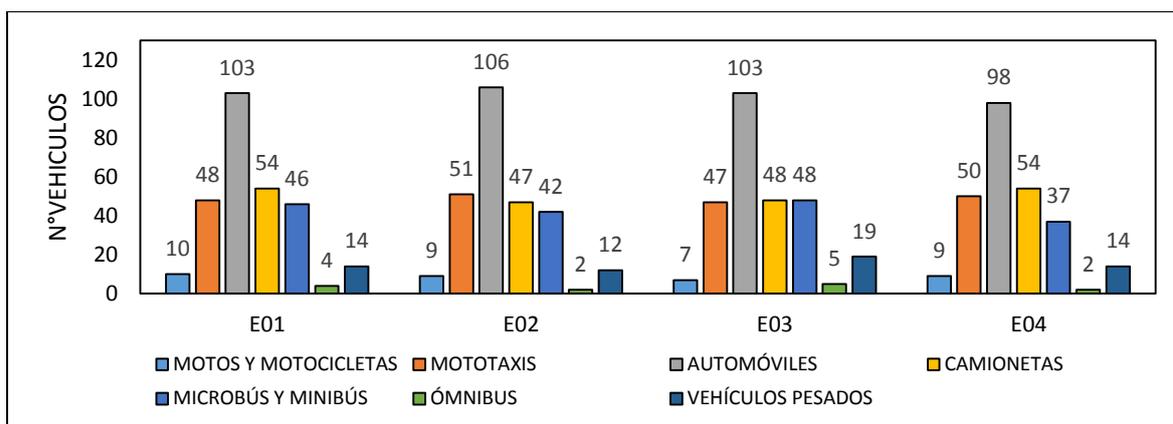


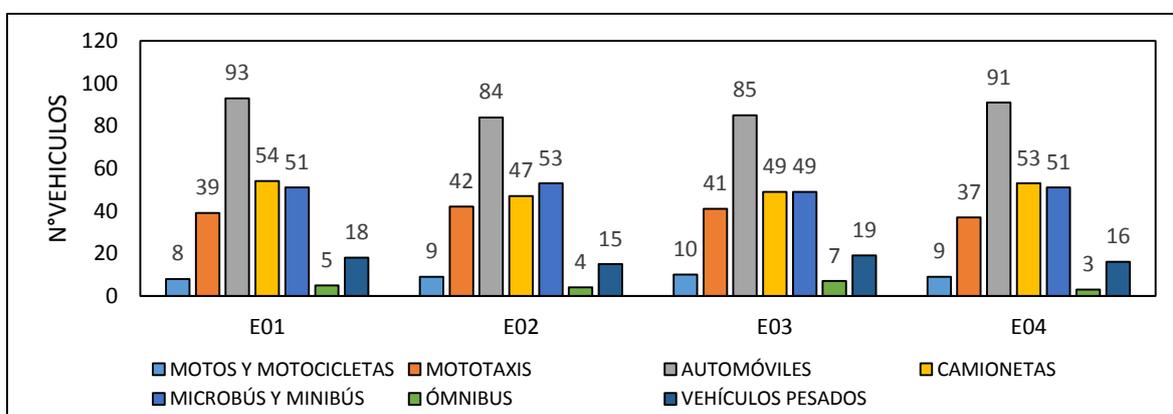
Figura 55: Composición del tránsito vehicular en el Jr. Prolongación Tarapacá (T = 15 min)

FUENTE: Elaboración propia

Periodo 08:00 a 10:00 am.



Periodo 12:00 a 14:00 pm.



Periodo 16:00 a 18:00 pm.

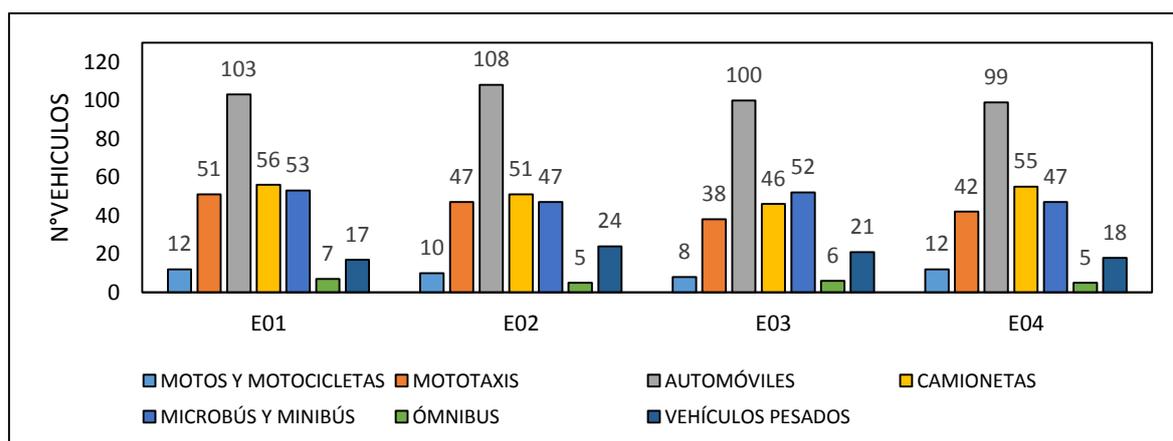
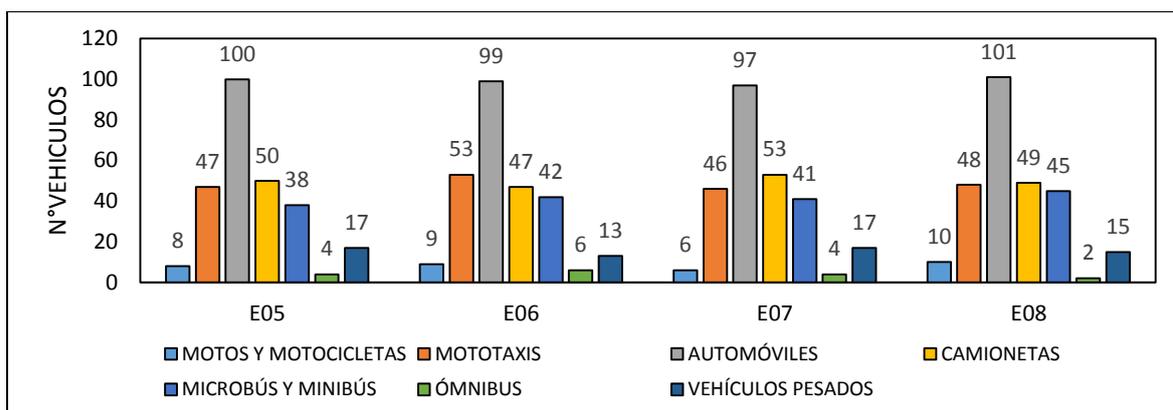


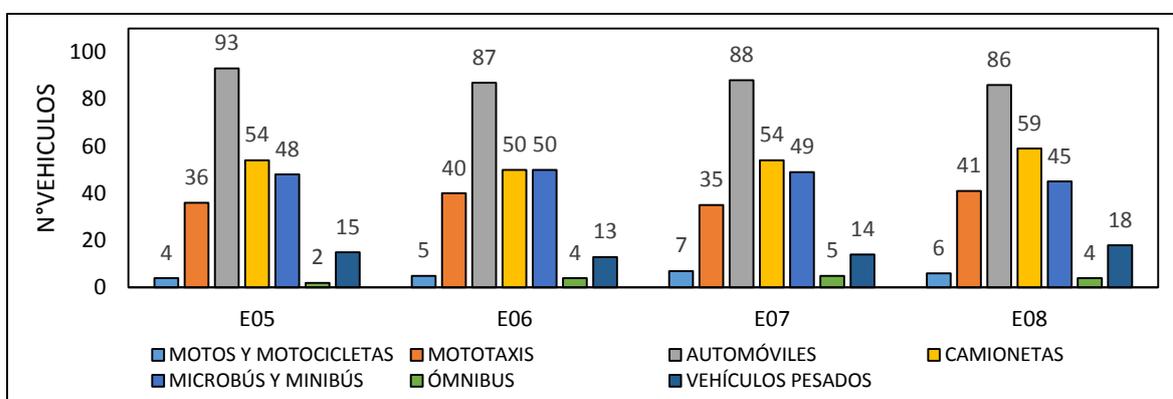
Figura 56: Composición del tránsito vehicular en la Antigua Panamericana Sur (T = 15 min)

FUENTE: Elaboración propia

Periodo 08:00 a 10:00 am.



Periodo 12:00 a 14:00 pm.



Periodo 16:00 a 18:00 pm.

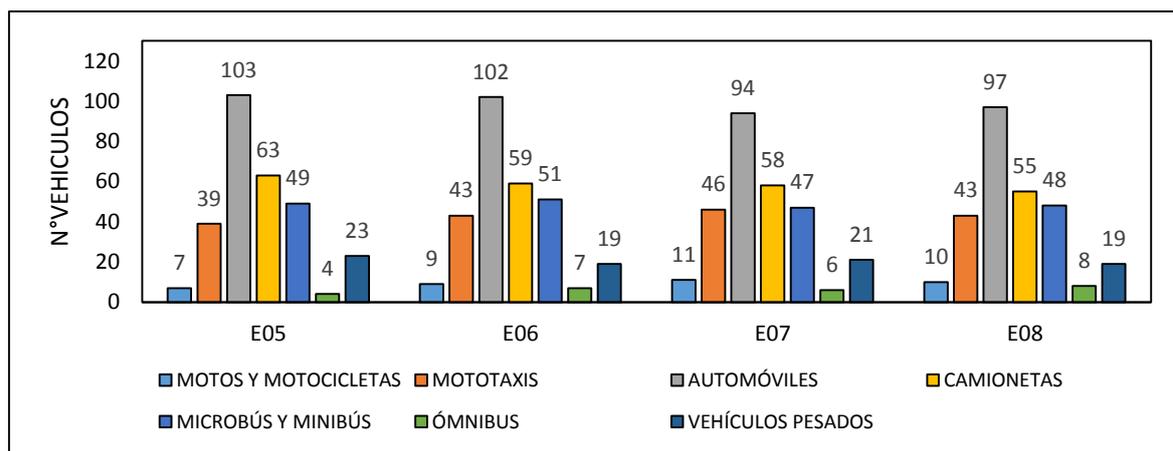
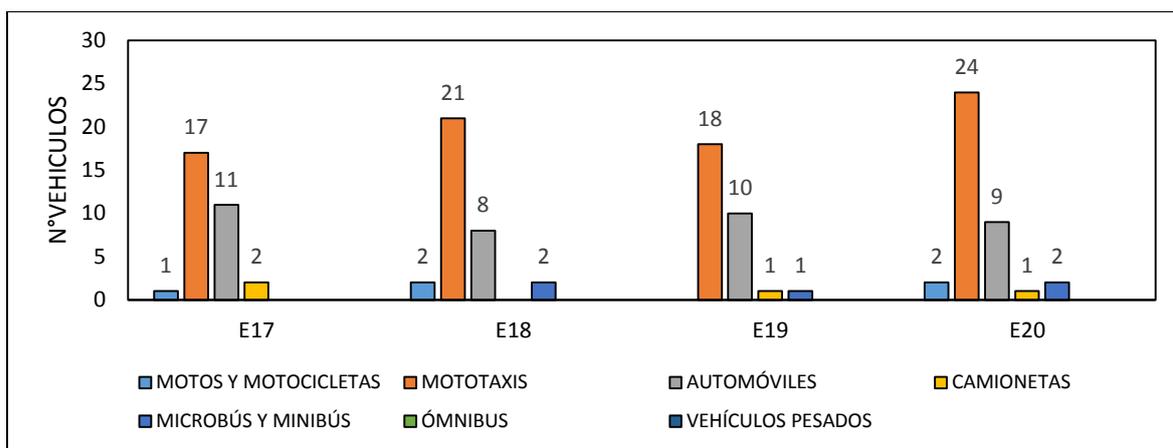


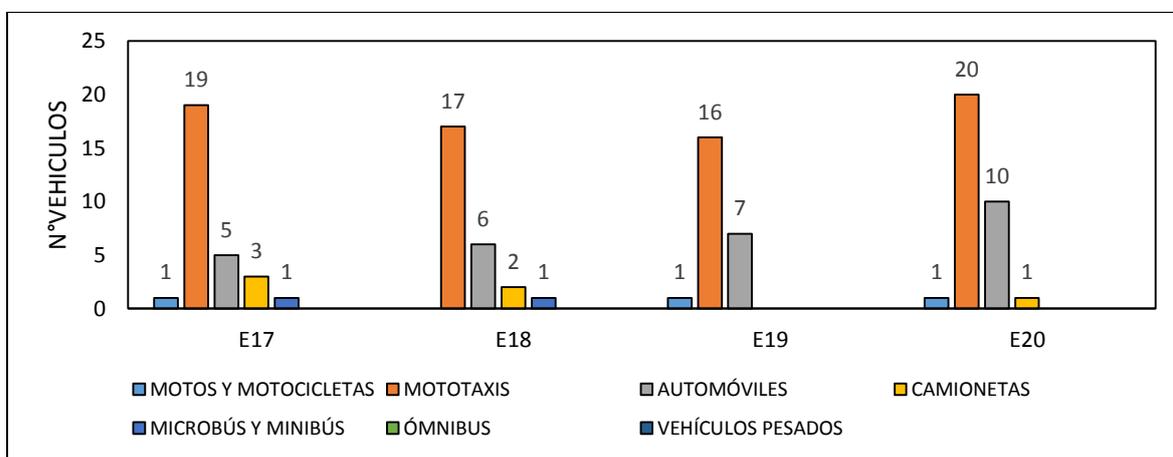
Figura 57: Composición del tránsito vehicular en la Antigua Panamericana Sur (T = 15 min)

FUENTE: Elaboración propia

Periodo 08:00 a 10:00 am.



Periodo 12:00 a 14:00 pm.



Periodo 16:00 a 18:00 pm.

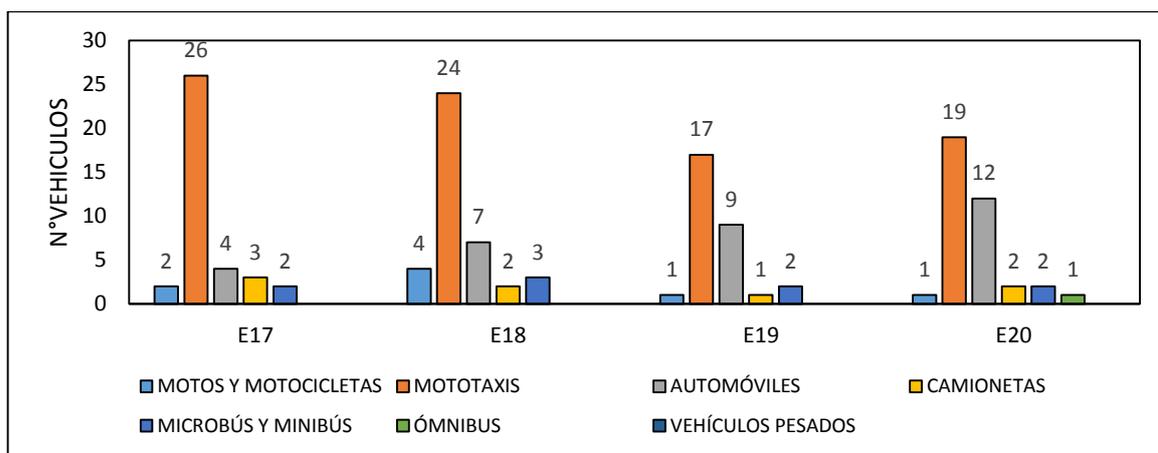


Figura 58: Composición del tránsito vehicular en Jr. Castilla (T = 15 min)

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 3: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS DEL MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL

A. PRUEBA DE NORMALIDAD

Para evaluar la normalidad del conjunto de datos obtenidos del monitoreo de ruido ambiental se realizó la prueba de Kolmogorov - Smirov en el programa Minitab, esta prueba compara la función de distribución acumulada empírica de los datos de la muestra con la distribución esperada si los datos son normales.

1. HIPÓTESIS

- ❖ H_0 : El conjunto de datos obtenidos del monitoreo de ruido ambiental siguen una distribución normal.
- ❖ H_1 : El conjunto de datos obtenidos del monitoreo de ruido ambiental no siguen una distribución normal.

Tabla 10: L_{Aeq} registrado estaciones de monitoreo distribuidas en la zona comercial

Estación	L_{Aeq}	Estación	L_{Aeq}
E01	75,2	E12	76,6
E02	74,8	E13	75
E03	74,4	E14	74,6
E04	73,2	E15	73,6
E05	73,8	E16	71,4
E06	74,1	E17	70,1
E07	75,3	E18	71,9
E08	75,8	E25	73,1
E09	72,7	E26	75,5
E10	70,8	E27	73,4
E11	69,3	E28	72,8

FUENTE: Elaboración propia

2. PROCEDIMIENTO

- Se importaron los datos del nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado en A (L_{Aeq}) registrado en las 22 estaciones de monitoreo distribuidas en la zona comercial del distrito de Lurín al Minitab.

- Se realizó la prueba de Kolmogorov - Smirnov para evaluar la normalidad de los datos, seleccionando un nivel de significación del 5% ($\alpha = 0.05$).

3. RESULTADOS

De la prueba de normalidad de Kolmogorov - Smirnov realizado en el programa Minitab, se obtuvo un p-valor de 0.150, al ser mayor el p-valor que el nivel de significancia ($\alpha = 0.05$), no se rechazó la hipótesis nula planteada.

En la gráfica de probabilidad de los datos de las estaciones de monitoreo, se puede apreciar que las frecuencias acumuladas observadas se ajustan a las frecuencias acumuladas teóricas, es decir los datos se ajustan a una distribución normal.

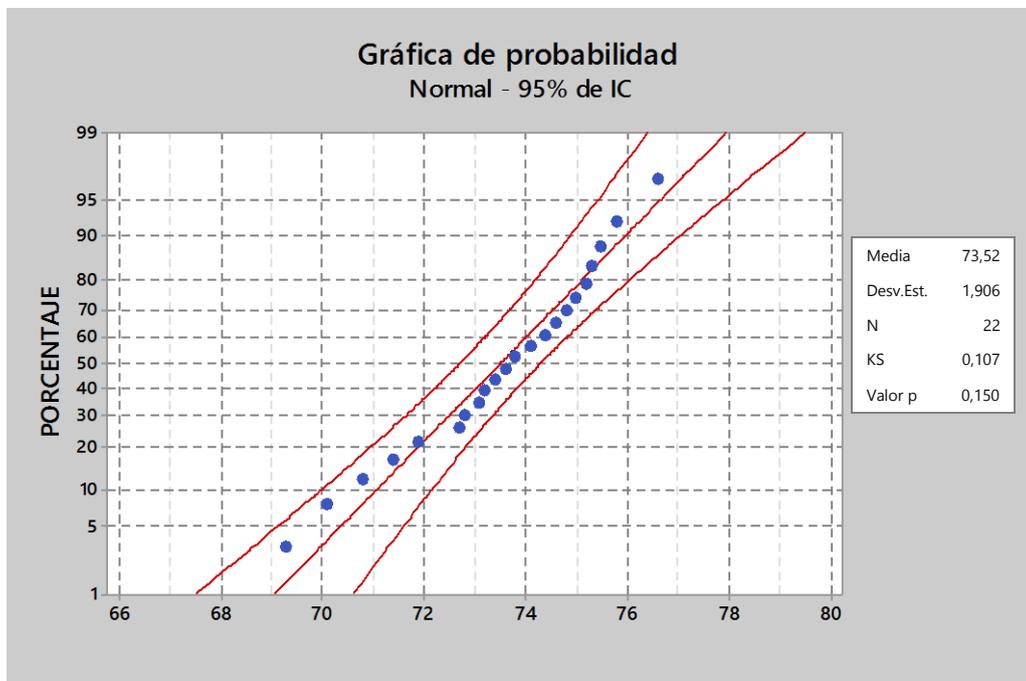


Figura 59: Gráfica de probabilidad normal

FUENTE: Elaboración propia

4. INTERPRETACIÓN

A un nivel de confianza del 95% se concluye que los datos de las 22 estaciones de monitoreo ubicadas en la zona comercial del distrito de Lurín se ajustan a una distribución normal. Por lo tanto es posible aplicar pruebas paramétricas a dichos datos.

B. PRUEBA T DE STUDENT

Se desarrolló la prueba de hipótesis para determinar si el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado en A (L_{Aeq}) en la zona comercial superaba los 70 dBA, que es el nivel máximo permitido por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para ruido. Para aceptar o rechazar la hipótesis planteada se utilizó la prueba T de student en el programa Minitab.

1. HIPÓTESIS

$$\diamond H_0: \mu \leq 70 \text{ dBA}$$

$$\diamond H_1: \mu > 70 \text{ dBA}$$

2. PROCEDIMIENTO

- Se importaron los datos del nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado en A (L_{Aeq}) registrado en las 22 estaciones de monitoreo distribuidas en la zona comercial del distrito de Lurín al Minitab.
- Se realizó la prueba t de student a un nivel de significación del 5% ($\alpha = 0.05$).

3. RESULTADOS

Del desarrollo de la prueba t de student en el programa Minitab, se obtuvo que el p-valor tenía un valor muy pequeño aproximadamente 0, al ser menor que el nivel de significancia ($\alpha = 0.05$), existía evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula.

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite de 95% inferior	T	P
DATOS	22	73,518	1,906	0,406	72,819	8,66	0,000

Figura 60: Resultados de la prueba t de student

FUENTE: Elaboración propia

Asimismo, evaluando el t calculado, se obtuvo que este tenía un valor de 8,66 y el t tabular un valor de 1,721 (determinado mediante tabla de t de student). En la figura 61 se puede apreciar que el t calculado cae en la región de rechazo, alejado del t tabular que es el límite

de la zona de aceptación para la prueba t a un nivel de significación de 5% y 21 grados de libertad, por ende se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna

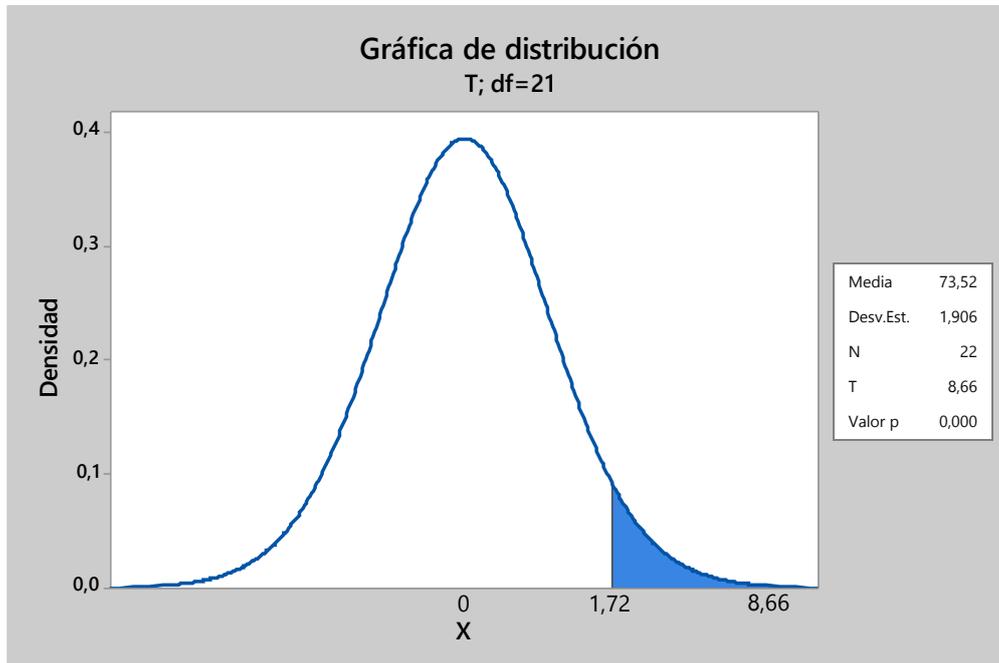


Figura 61: Prueba T de student (21gl)

FUENTE: Elaboración propia

4. INTERPRETACIÓN

A un nivel de confianza del 95% se puede concluir que el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado en A (L_{Aeq}) en la zona comercial superan los 70 dBA, que es el nivel máximo permitido por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para ruido.

ANEXO 4: VALIDACIÓN DE CONSTRUCTO DE LA ENCUESTA DE PERCEPCIÓN DEL RUIDO AMBIENTAL

Ruiz (1998) menciona que en toda investigación científica, los instrumentos de medición deben cumplir con las condiciones de validez y confiabilidad, de no ser así los resultados y las conclusiones derivadas de estas no serían válidas.

La validez se refiere al grado en que un instrumento de medición realmente mide la variable que pretende medir, un estudio tendrá validez cuando realmente mida lo que el investigador pretende medir, mientras que la confiabilidad de un instrumento se refiere al grado en que su aplicación repetida a la misma población produce resultados similares (Hernández et al. 1998).

Existen diversos métodos para evaluar la confiabilidad de un instrumento de medición, en la presente investigación se utilizó el método de consistencia interna basado en el alfa de Cronbach el cual es el método más utilizado (Hernández et al 1998). Por otro lado, para evaluar la validez del instrumento se realizó un análisis factorial exploratorio, método que permite agrupar los ítems que tienen una fuerte relación entre sí y cuyas correlaciones con los ítems de otros factores son menores (Pérez y Medrano, 2010).

Con la finalidad del evaluar la confiabilidad y la validez de constructo del instrumento de medición, fue realizado un análisis factorial para una muestra de 200 encuestas siendo este el número mínimo de unidades muestrales para un análisis factorial exploratorio según Landero y González (2009), el procedimiento seguido fue el siguiente:

- Análisis de correlaciones y fiabilidad del instrumento
- Pruebas de adecuación previo al análisis factorial
- Análisis factorial

Los 26 ítems iniciales evaluados mediante el análisis factorial exploratorio se presentan en la tabla 17.

A. ANÁLISIS DE CORRELACIONES Y FIABILIDAD

El análisis de correlaciones es la primera etapa del análisis factorial, en donde se deben eliminar aquellos ítems del instrumento cuyas correlaciones con los restantes (correlación ítem- total) sean menores de 0,3 de acuerdo a Nurosis (1993), asimismo también se deben eliminar aquellos ítems que reduzcan la confiabilidad del instrumento de medición.

Tabla 11: Correlación ítem-total

	Correlación total de elementos	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
ITEM 7	,335	,817
ITEM 8	,755	,793
ITEM 9	,313	,816
ITEM 10	,357	,814
ITEM 11	,337	,815
ITEM 12	-,265	,849
ITEM 13	-,230	,847
ITEM 14	-,223	,847
ITEM 15	-,231	,846
ITEM 16	-,516	,840
ITEM 17	,763	,797
ITEM 18	,698	,798
ITEM 19	,744	,799
ITEM 20	,435	,813
ITEM 21	,761	,800
ITEM 22	,483	,811
ITEM 23	,763	,798
ITEM 24	,658	,804
ITEM 25	,764	,797
ITEM 26	,482	,811
ITEM 27	,653	,806
ITEM 28	,679	,805
ITEM 29	,683	,805
ITEM 30	,658	,806
ITEM 31	,661	,806
ITEM 32	,633	,807

FUENTE: Elaboración propia

En función a los resultados obtenidos, se decidió eliminar 5 ítems (ítem 12, ítem 13, ítem 14, ítem 15 e ítem 16) los cuales tuvieron una correlación muy baja con el instrumento (correlación ítem - total) menor a 0,3, así también estas preguntas reducen la confiabilidad del instrumento de medición y de acuerdo a Nurosis (1993) al presentar correlaciones negativas con el instrumento estos ítems no funcionarían bien para el análisis de adecuación muestral previo al análisis factorial.

B. PRUEBA DE ADECUACIÓN MUESTRAL Y ESFERICIDAD DE BARLETT

Antes de la realización del análisis factorial es necesario calcular y examinar la matriz de correlaciones de las variables para comprobar si los datos poseen características adecuadas para llevar a cabo el análisis factorial. En este sentido se realizó el test de esfericidad de Barlett y el índice de medida de adecuación muestral de Kaiser- Meyer- Olikin (KMO).

La medida de adecuación muestral KMO indica que la muestra de investigación es óptima para realizar el análisis factorial. A su vez, la prueba de esfericidad de Barlett contrasta la hipótesis nula de que la matriz de correlaciones entre las variables consideradas constituye una matriz de identidad, en cuyo caso no existirían correlaciones significativas entre las variables y el modelo factorial no sería pertinente (Quintín et. al 2007).

Los resultados del análisis realizado en el software SPSS 23 fueron los siguientes:

Tabla 12: Prueba de KMO y Barlett

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,911
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	8049,515
	gl	210
	Sig.	,000

FUENTE: Elaboración propia

La medida de adecuación muestral KMO fue alta (0,911) de acuerdo a (Quintín et. al 2007) un valor de medida KMO por encima de 0,8 es muy bueno para realizar una análisis factorial. Por otro lado los resultados de la prueba de esfericidad de Barlett indican que las variables guardan una correlación entre sí, por ende se justifica la realización del análisis factorial para evaluar la validez del instrumento.

C. ANÁLISIS FACTORIAL

El análisis factorial fue realizado a los 21 ítems restantes, los ítems se sometieron a un análisis factorial exploratorio de componentes principales con rotación varimax para definir las dimensiones que componen la escala.

Los resultados del análisis realizado en el software SPSS 23 fueron los siguientes:

Tabla 13: Varianza total explicada

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado			Sumas de rotación de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	11,578	55,133	55,133	11,578	55,133	55,133	7,303	34,775	34,775
2	4,917	23,414	78,548	4,917	23,414	78,548	7,033	33,488	68,263
3	2,306	10,982	89,530	2,306	10,982	89,530	4,466	21,267	89,530
4	,493	2,349	91,879						
5	,397	1,888	93,768						
6	,298	1,417	95,185						
7	,186	,885	96,070						
8	,148	,703	96,773						
9	,108	,513	97,286						
10	,093	,444	97,730						
11	,084	,402	98,132						
12	,071	,336	98,468						
13	,060	,287	98,755						
14	,056	,266	99,021						
15	,045	,212	99,233						
16	,040	,191	99,424						
17	,035	,167	99,591						
18	,028	,135	99,726						
19	,023	,108	99,834						
20	,018	,086	99,920						
21	,017	,080	100,000						

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 14: Matriz de componentes rotados

	Componente		
	1	2	3
ITEM 7	,390	-,144	,863
ITEM 8	,155	,436	,812
ITEM 9	,271	-,210	,771
ITEM 10	,063	-,029	,962
ITEM 11	,131	-,110	,929
ITEM 17	,690	,526	,356
ITEM 18	,822	,312	,357
ITEM 19	,654	,571	,350
ITEM 20	,910	-,026	,233
ITEM 21	,697	,558	,208
ITEM 22	,954	,143	,016
ITEM 23	,802	,460	,244
ITEM 24	,879	,287	,158
ITEM 25	,786	,489	,264
ITEM 26	,955	,119	,040
ITEM 27	,153	,942	,012
ITEM 28	,178	,950	,012
ITEM 29	,234	,942	-,040
ITEM 30	,199	,945	-,051
ITEM 31	,247	,925	-,105
ITEM 32	,270	,871	-,183

FUENTE: Elaboración propia

En la tabla 13 se puede apreciar que los ítems se agruparon en 3 factores que en su conjunto explicaron cerca del 90% de la varianza total. Asimismo en la tabla 14 se presenta la matriz de componentes rotados, la cual indica los ítems que componen cada factor.

Nurosis (1993), menciona que la diferencia entre las cargas factoriales de un ítem dentro de un factor y otro debe ser superior a 0,15 para que pueda pertenecer a una dimensión dada, debido a que las ítems 19 y 21 la diferencia entre las cargas factoriales en el factor 1 y el factor 2 son menores a 0,15 se consideró necesario dejar de lado también estas preguntas. Si bien estas preguntas presentan una buena correlación ítem – total es necesario evaluar en un análisis factorial confirmatorio la pertinencia de estas preguntas a la dimensión 1 o 2, en la presente investigación no se consideraron estas preguntas para el análisis.

Finalmente con los 19 ítems finales se realizó una nueva corrida para evaluar la validez final del instrumento, también se realizó la prueba de alpha de Cronbach del instrumento.

Tabla 15: Matriz de componentes rotados final

	Componente		
	1	2	3
ITEM 7	-,147	,382	,865
ITEM 8	,438	,150	,819
ITEM 9	-,212	,265	,773
ITEM 10	-,033	,058	,962
ITEM 11	-,112	,128	,929
ITEM 17	,515	,682	,360
ITEM 18	,321	,819	,366
ITEM 20	-,017	,909	,240
ITEM 22	,157	,957	,025
ITEM 23	,469	,794	,254
ITEM 24	,298	,875	,169
ITEM 25	,497	,780	,274
ITEM 26	,133	,957	,049
ITEM 27	,941	,138	,017
ITEM 28	,953	,169	,020
ITEM 29	,948	,228	-,031
ITEM 30	,947	,187	-,044
ITEM 31	,931	,240	-,096
ITEM 32	,878	,263	-,173

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 16: Estadísticas de confiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,857	,862	19

FUENTE: Elaboración propia

D. RESULTADOS

- Del análisis factorial exploratorio realizado se obtuvo que los ítems que componen el instrumento se agrupan en 3 dimensiones: la dimensión fuentes y molestias del ruido, la dimensión efectos del ruido y dimensión valoración del ambiente de trabajo.
- Los ítems 7, 8, 9, 10 y 11 se agruparon dentro de la dimensión fuentes y molestias del ruido, los ítems 17, 18, 20, 22, 23, 24, 25, 26 dentro de la dimensión efectos del ruido y finalmente los ítems 27, 28, 29, 30, 31 y 32 dentro de la dimensión valoración del ambiente de trabajo.
- Los resultados de la prueba de confiabilidad mediante el método de consistencia interna alfa de Cronbach indica que la confiabilidad del instrumento es buena (0,857), dado que el valor alfa de Cronbach oscila entre 0 y 1, y cuando más cerca se encuentre el valor del alfa a 1 mayor es la consistencia de los ítems analizados de acuerdo a Hernández et al (1998).
- El instrumento final estuvo compuesto de 19 preguntas agrupadas en 3 dimensiones las cuales fueron validadas y 8 preguntas adicionales de variables sociodemográficas (edad, sexo, nivel de instrucción, etc.), sensibilidad y preguntas respecto a las medidas de mitigación, estas últimas preguntas al ser solamente complementarias no formaron parte del análisis factorial exploratorio.
- Se recomienda realizar un análisis factorial confirmatorio del presente instrumento de medición para ratificar la validez del mismo, este análisis se deberá ser realizado a partir de los resultados de nuevas encuestas a los comerciantes de la zona comercial del distrito de Lurín dado que el análisis factorial exploratorio del instrumento fue realizado en dicha zona, las encuestas deben ser como mínimo 200 de acuerdo a Landero y González (2009).

Tabla 17: Ítems evaluados mediante el análisis factorial exploratorio

Nº Ítem	Ítems
Ítem 7	¿Cuánto le molesta o perturba el ruido producido por el tránsito vehicular?
Ítem 8	¿Cuánto le molesta o perturba el ruido producido por las personas
Ítem 9	¿Cuánto le molesta o perturba el ruido producido por los locales comerciales?
Ítem 10	¿Cuánto le molesta o perturba el ruido producido por obras y construcciones?
Ítem 11	¿Cuánto le molesta o perturba el ruido producido los locales de diversión?
Ítem 12	¿Cuánto le molesta o perturba el ruido generado por las motos y mototaxis?
Ítem 13	¿Cuánto le molesta o perturba el ruido generado por las combis y coaster?
Ítem 14	¿Cuánto le molesta o perturba el ruido generado por los automóviles?
Ítem 15	¿Cuánto le molesta o perturba el ruido generado por las camionetas?
Ítem 16	¿Cuánto le molesta o perturba el ruido generado por los vehículos pesados?
Ítem 17	¿Con que frecuencia el ruido ambiental le produce dolor de cabeza?
Ítem 18	¿Con que frecuencia el ruido ambiental le produce estrés y/o ansiedad?
Ítem 19	¿Con que frecuencia el ruido ambiental le produce susto o sobresalto?
Ítem 20	¿Con que frecuencia el ruido ambiental ha disminuido su rendimiento y/o concentración?
Ítem 21	¿Con que frecuencia el ruido ambiental le produce nerviosismo?
Ítem 22	¿Con que frecuencia el ruido ambiental le produce irritabilidad?
Ítem 23	¿Con que frecuencia el ruido ambiental interrumpe su descanso y/o reposo?
Ítem 24	¿Con que frecuencia el ruido ambiental interrumpe su conversación?
Ítem 25	¿Con que frecuencia el ruido ambiental le interrumpe al escuchar música y/o ver televisión?
Ítem 26	¿Con que frecuencia el ruido ambiental interrumpe su estudio y/o lectura?
Ítem 27	¿Qué tan molesto es el ruido en el exterior de su local de trabajo durante el día?
Ítem 28	¿Qué tan molesto es el ruido en el exterior de su local de trabajo durante la tarde?
Ítem 29	¿En cuánto considera que el ruido ambiental afecta a la salud de los comerciantes en la zona comercial?
Ítem 30	¿En cuánto considera que el ruido ambiental ha deteriorado el bienestar y/o confort en la zona comercial?
Ítem 31	¿En cuánto considera que el ruido ambiental perturba o interrumpe las actividades comerciales en la zona comercial?
Ítem 32	¿Qué tan satisfecho esta con el ambiente acústico en su centro de trabajo?

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 5: ENCUESTA DE PERCEPCIÓN DEL RUIDO AMBIENTAL



ENCUESTA DE PERCEPCIÓN SOCIAL SOBRE RUIDO AMBIENTAL EN LA ZONA COMERCIAL DEL DISTRITO DE LURÍN

Se está realizando un trabajo de investigación en **La Universidad Nacional Agraria La Molina** sobre el ruido ambiental que se genera en la zona comercial del distrito de Lurín. Para evaluar la percepción del ruido ambiental existente en la zona comercial necesitamos de su colaboración, por lo que le rogamos nos conceda unos minutos en responder la siguiente encuesta, cuyos resultados contribuirán a mejorar el ambiente sonoro en el distrito de Lurín.

Instrucciones:

- En cada pregunta marque solo una casilla como respuesta.

I. DATOS SOCIODEMOGRÁFICOS

1. Sexo

- Masculino
- Femenino

2. Edad

- 15 - 24 años
- 25 - 34 años
- 35 - 44 años
- 45 - 54 años
- 55 - 64 años
- Mayor a 65 años

3. Nivel de instrucción

- Sin estudios.
- Primaria
- Secundaria
- Técnica
- Universitaria.

4. ¿Cuánto tiempo se encuentra trabajando en la zona comercial?

- Menos de 1 año
- De 1 a 3 años
- De 3 a 5 años
- De 5 a 10 años
- Más de 10 años

5. ¿Cuántas horas trabaja al día?

- Menos de 4 horas
- De 4 a 6 horas
- De 6 a 8 horas
- De 8 a 10 horas
- Más de 10 horas

II. SENSIBILIDAD

6. ¿Qué tan sensible es al ruido? (si le molesta o perturba cualquier tipo de sonido probablemente sea usted sensible al ruido).

- Nada sensible
- Ligeramente sensible
- Moderadamente sensible
- Demasiado sensible
- Extremadamente sensible

III. FUENTES Y MOLESTIAS DEL RUIDO

7. ¿Cuánto le molesta o perturba el ruido producido por el tránsito vehicular?

- Nada
- Ligeramente
- Moderadamente
- Bastante
- Extremadamente

8. ¿Cuánto le molesta o perturba el ruido producido por las personas (uso de megáfonos, uso de parlantes)?

- Nada
- Ligeramente
- Moderadamente
- Bastante
- Extremadamente

9. ¿Cuánto le molesta o perturba el ruido producido por los locales comerciales?

- Nada
- Ligeramente
- Moderadamente
- Bastante
- Extremadamente

10. ¿Cuánto le molesta o perturba el ruido producido por obras y construcciones?

- Nada
- Ligeramente
- Moderadamente
- Bastante
- Extremadamente

11. ¿Cuánto le molesta o perturba el ruido producido los locales de diversión?

- Nada
- Ligeramente
- Moderadamente
- Bastante
- Extremadamente

IV. EFECTOS DEL RUIDO

12. ¿Con que frecuencia el ruido ambiental le produce dolor de cabeza?

- Nunca
- Raramente
- A veces
- Frecuentemente
- Siempre

13. ¿Con que frecuencia el ruido ambiental le produce estrés y/o ansiedad?

- Nunca
- Raramente
- A veces
- Frecuentemente
- Siempre

14. ¿Con que frecuencia el ruido ambiental ha disminuido su rendimiento y/o concentración?

- Nunca
- Raramente
- A veces
- Frecuentemente
- Siempre

15. ¿Con que frecuencia el ruido ambiental le genera irritabilidad?

- Nunca
- Raramente
- A veces
- Frecuentemente
- Siempre

16. ¿Con que frecuencia el ruido ambiental interrumpe su descanso o reposo?

- Nunca
- Raramente
- A veces
- Frecuentemente
- Siempre

17. ¿Con que frecuencia el ruido ambiental interrumpe su conversación?

- Nunca
- Raramente
- A veces
- Frecuentemente
- Siempre

18. ¿Con que frecuencia el ruido ambiental le interrumpe al escuchar música y/o ver televisión?

- Nunca
- Raramente
- A veces
- Frecuentemente
- Siempre

19. ¿Con que frecuencia el ruido ambiental interrumpe su estudio y/o lectura?

- Nunca
- Raramente
- A veces
- Frecuentemente
- Siempre

V. VALORACIÓN DEL AMBIENTE DE TRABAJO

20. ¿Qué tan molesto es el ruido en el exterior de su local de trabajo durante el día?

- Nada
- Ligeramente
- Moderadamente
- Bastante
- Extremadamente

21. ¿Qué tan molesto es el ruido en el exterior de su local de trabajo durante la tarde?

- Nada
- Ligeramente
- Moderadamente
- Bastante
- Extremadamente

22. ¿En cuánto considera que el ruido ambiental afecta a la salud de los comerciantes en la zona comercial?

- Nada
- Ligeramente
- Moderadamente
- Bastante
- Extremadamente

23. ¿En cuánto considera que el ruido ambiental ha deteriorado el bienestar y/o confort en la zona comercial?

- Nada
- Ligeramente
- Moderadamente
- Bastante
- Extremadamente

24. ¿En cuánto considera que el ruido ambiental perturba o interrumpe las actividades comerciales en la zona comercial?

- Nada
- Ligeramente
- Moderadamente
- Bastante
- Extremadamente

25. ¿Qué tan satisfecho esta con el ambiente acústico en su centro de trabajo?

- Nada
- Ligeramente
- Moderadamente
- Bastante
- Extremadamente

VI. OTROS

26. ¿Considera usted que la municipalidad distrital de Lurín ha establecido las medidas concretas para reducir el ruido en la zona comercial?

- Si
- No
- NS/NC

27. ¿Cuál de las siguientes medidas considera usted que es la mejor para reducir el ruido en la zona comercial?

- Desviar la circulación de vehículos pesados
- Multar a los vehículos que generen demasiado ruido
- Limitar la circulación de vehículos en la zona comercial
- Endurecer las leyes sobre ruido
- Fortalecer la educación y sensibilización ciudadana
- Ninguna, porque el ruido no me molesta

ANEXO 6: REGISTRO FOTOGRÁFICO



Figura 62: Monitoreo en la antigua panamericana sur con Jr. Bolognesi

FUENTE: Elaboración propia



Figura 63: Monitoreo en la antigua panamericana sur con Jr. Moore

FUENTE: Elaboración propia



Figura 64: Cumplimentación de encuestas en el Mercado Virgen de las Mercedes
FUENTE: Elaboración propia



Figura 65: Cumplimentación de encuestas en el Mercado Virgen de las Mercedes
FUENTE: Elaboración propia



Figura 66: Cumplimentación de encuestas en el Mercado Lurín center

FUENTE: Elaboración propia



Figura 67: Tránsito vehicular en la antigua panamericana sur con Jr. Tarapacá

FUENTE: Elaboración propia



Figura 68: Tránsito vehicular en la entrada al mercado Virgen de las Mercedes
FUENTE: Elaboración propia



Figura 69: Tránsito vehicular en la antigua panamericana sur con Jr. Moore
FUENTE: Elaboración propia