

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

Escuela de Posgrado

MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE

**EFFECTOS EN LA SALUD PRODUCIDOS POR
LA CONTAMINACIÓN SONORA DE
ORIGEN VEHICULAR EN LA
CIUDAD DE TACNA**

TESIS

PRESENTADA POR:

HÉCTOR JOSÉ CÁCERES CONTRERAS

Para optar el Grado Académico de:

**MAESTRO EN CIENCIAS (*MAGISTER SCIENTIAE*) CON MENCIÓN
EN GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE**

TACNA - PERÚ

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA
Escuela de Posgrado

MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE

**EFFECTOS EN LA SALUD PRODUCIDOS POR LA CONTAMINACIÓN
SONORA DE ORIGEN VEHICULAR EN LA CIUDAD DE TACNA.**

Tesis sustentada y aprobada el 05 de octubre del 2018; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE: 
.....
Dr. Nataniel Mario Linares Gutiérrez

SECRETARIO: 
.....
Dr. Gregorio Pedro Tejada Monroy

MIEMBRO : 
.....
Mgr. Raúl del Pozo Tello

ASESOR : 
.....
Dr. Hugo Benito Cañahua Loza

DEDICATORIA

*A mis padres, creadores de vida,
generadores de inquietudes y valores.*

*A quienes confiaron en mis
posibilidades.*

A Nelly, amiga, consejera, esposa

AGRADECIMIENTO

A mis maestros de la ESPG, que convirtieron el estudio en una actividad agradable y provechosa

A mi familia, por su apoyo incondicional y paciencia.

ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.2.2. Problemas específicos.....	4
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.3.1. Justificación	4
1.3.2. Importancia	5
1.3. OBJETIVOS.....	6
1.4.1. Objetivo general.....	6
1.4.2. Objetivos específicos	6
1.5. HIPÓTESIS.....	6
1.5.1. Hipótesis general.....	6
1.5.2. Hipótesis específicas.....	6
1.6. VARIABLES.....	7
1.6.1. Identificación de las variables	7
1.6.2. Caracterización de las variables	7
1.6.3. Definición operacional de las variables.....	8
1.7. LIMITACIONES.....	8
1.8. CARACTERÍSTICAS DE LA INVESTIGACIÓN	8
1.8.1. Tipo de estudio	8

1.8.2. Nivel de Investigación	8
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.....	9
2.2. BASES TEÓRICAS	10
2.1.1. El sonido y el ruido.....	10
2.1.2. Onda sonora	13
2.1.3. Parámetros que definen una onda.	15
2.1.4. El decibel	16
2.1.5. Fenómenos de interacción entre la onda sonora y el medio.....	19
2.1.6. Parámetros usados en la evaluación del ruido.	21
2.1.7. Propagación del sonido al aire libre.	28
2.1.8. Ruido del tráfico urbano.	54
2.1.9. Efectos de la exposición al ruido.	61
2.1.10. Control técnico del ruido	83
2.1.11. Legislación	90
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	104
CAPÍTULO III: MARCO FILOSÓFICO	109
3.1. MARCO FILOSÓFICO	109
CAPÍTULO IV: MARCO METODOLÓGICO.....	110
4.1 CARACTERIZACIÓN O TIPO DEL DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	110
4.1.1. Clasificación de la Investigación.	110
4.1.2. Ámbito de estudio.....	110
4.1.3. Población estudiada.....	110
4.2. POBLACIÓN Y/O MUESTRA DE ESTUDIO.....	111
4.2.1. Población	111
4.2.2. Muestra	111

4.3. ACCIONES Y ACTIVIDADES PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO.....	111
4.3.1. Recopilación de información.....	112
4.3.2. Diagnóstico.....	112
4.3.3. Análisis.....	112
4.3.4. Documento final.....	112
4.4. MATERIALES Y/O INSTRUMENTOS.....	114
4.4.1. Protocolos del trabajo de medición de sonidos.....	114
4.4.2. Protocolo del trabajo de conteo selectivo de vehículos	129
4.4.3. Protocolo utilizado.....	136
4.4.4. Instrumento.....	138
4.5. TÉCNICA DE RECOPIACIÓN DE DATOS.....	140
4.5.1. Técnica 140	
4.5.2. Tratamiento de datos (Análisis estadístico)	142
4.5.3. Procesamiento:	142
CAPÍTULO V: RESULTADOS	143
5.1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO.....	143
5.2. DISEÑO DE LA PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	143
5.3. RESULTADOS DEL MONITOREO DE RUIDOS.....	144
4.2. RESULTADOS DEL CONTEO VEHICULAR	175
CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN	184
CONCLUSIONES	201
RECOMENDACIONES.....	203
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	204
ANEXOS.....	207

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Red de Ponderación A.	22
Tabla 2: Efecto de los niveles sonoros en dBA.	22
Tabla 3: Niveles de presión sonora	24
Tabla 4 : Coeficiente de atenuación del aire, dB/km,	31
Tabla 5: Valores para la atenuación del suelo, A_{suelo} , en decibelios	35
Tabla 6: Expresiones empleadas en el cálculo de la atenuación del suelo (A_{suelo})	38
Tabla 7: Atenuación debida a la propagación a través de la vegetación.	40
Tabla 8: Atenuación del ruido debido a la propagación a una distancia “d”	41
Tabla 9: Riesgo de daño auditivo (%).	70
Tabla 10: Desempeño típico de los materiales de absorción.	86
Tabla 11: Aislamiento del sonido a través del aire en decibeles	87
Tabla 12: ECAs en el mundo	92
Tabla 13: Resumen Normativas en Latinoamérica	93
Tabla 14: Aplicación de sanciones	102
Tabla 15: ECA aplicables	128
Tabla 16: Datos del punto 1 (dBA).	144
Tabla 17: Resumen Estadístico.	144
Tabla 18: Datos del punto 2 (dBA).	146
Tabla 19: Resumen Estadístico.	146
Tabla 20: Datos del punto 3 (dBA).	148
Tabla 21: Resumen Estadístico.	148
Tabla 22: Datos del punto 4 (dBA).	150
Tabla 23: Resumen Estadístico.	150
Tabla 24: Datos del punto 5 (dBA).	152

Tabla 25: Resumen Estadístico.	152
Tabla 26: Datos del punto 6 (dBA).	154
Tabla 27: Resumen Estadístico.	154
Tabla 28: Datos del punto 7 (dBA).	156
Tabla 29: Resumen Estadístico.	156
Tabla 30: Datos del punto 8 (dBA).	158
Tabla 31: Resumen Estadístico.	158
Tabla 32: Datos del punto 9 (dBA).	160
Tabla 33: Resumen Estadístico.	160
Tabla 34: Datos del punto 10 (dBA).	162
Tabla 35: Resumen Estadístico.	162
Tabla 36: Datos del punto 11 (dBA).	164
Tabla 37: Resumen Estadístico.	164
Tabla 38: Datos del punto 12 (dBA)	166
Tabla 39: Resumen Estadístico	166
Tabla 40: Datos del punto 13 (dBA)	168
Tabla 41: Resumen Estadístico	168
Tabla 42: Datos del punto 14 (dBA)	170
Tabla 43: Resumen Estadístico	170
Tabla 44: Datos del punto 15 (dBA)	172
Tabla 45: Resumen Estadístico	172
Tabla 46: Resumen general	174
Tabla 47: Resumen de conteo vehicular	175
Tabla 48: Resultados por punto de monitoreo	176
Tabla 49: Lugares de las encuestas	177
Tabla 50: Edad de los encuestados	178
Tabla 51: Sexo de los Encuestados	179
Tabla 52: Molestia que causa el ruido	180

Tabla 53: Ruido afecta la salud	181
Tabla 54: Procedencia de ruido	182
Tabla 55: Conocimiento De Normas	183
Tabla 56: Comparativo de mediciones	187
Tabla 57: Retiro de vehículos por antigüedad	189
Tabla 58: Conteo de líneas por punto de control	190
Tabla 59: Discusión 1	199
Tabla 60: Discusión 2	200

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Combinación de niveles de sonido.	18
Figura 2: El nivel de presión sonora equivalente de un período de 24 horas.	23
Figura 3: Filtros A, B, C, y D estándares.	25
Figura 4: Término de corrección C en la Ecuación	30
Figura 5: Vías de propagación entre la fuente S y el receptor R.	32
Figura 6: Tres zonas entre la fuente S y el receptor R	37
Figura 7: Atenuación debido a la propagación a través del follaje.	41
Figura 8: Refracción del sonido	43
Figura 9: Distancias fundamentales del método para calcular la pérdida (a)	51
Figura 10: Distancias fundamentales del método para calcular la pérdida (b)	53
Figura 11: Fases del stress.	71
Figura 12: Amortiguación de lámina libre.	88
Figura 13: Amortiguación de lámina confinada .	89
Figura 14: Valores del Leq medido por ciudad	98
Figura 15: Flujo de las actividades realizadas	113
Figura 16: Sonómetros Scosche, Radio Shack y B & K	115
Figura 17: Instrumentos usados en la medición de sonido	127
Figura 18: Instrumento usado en el conteo vehicular	138
Figura 19: Caja y Bigotes (en dBA)	145
Figura 20: Probabilidad Normal (dBA/%)	145
Figura 21: Caja y Bigotes (en dBA)	147
Figura 22: Probabilidad Normal (dBA/%)	147
Figura 23: Caja y Bigotes (en dBA)	149
Figura 24: Probabilidad Normal (dBA/%)	149
Figura 25: Caja y Bigotes (en dBA)	151
Figura 26: Probabilidad Normal (dBA/%)	151
Figura 27: Caja y Bigotes (en dBA)	153

Figura 28: Probabilidad Normal (dBA/%)	153
Figura 29: Caja y Bigotes (en dBA)	155
Figura 30: Probabilidad Normal (dBA/%)	155
Figura 31: Caja y Bigotes (en dBA)	157
Figura 32: Probabilidad Normal (dBA/%)	157
Figura 33: Caja y Bigotes (en dBA)	159
Figura 34: Probabilidad Normal (dBA/%)	159
Figura 35: Caja y Bigotes (en dBA)	161
Figura 36: Caja y Bigotes (en dBA)	163
Figura 37: Probabilidad Normal (dBA/%)	163
Figura 38: Caja y Bigotes (en dBA)	165
Figura 39: Probabilidad Normal (dBA/%)	165
Figura 40: Caja y Bigotes (en dBA)	167
Figura 41: Probabilidad Normal (dBA/%)	167
Figura 42: Caja y Bigotes	169
Figura 43: Probabilidad Normal	169
Figura 44: Caja y Bigotes (en dBA)	171
Figura 45: Probabilidad Normal (dBA/%)	171
Figura 46: Caja y Bigotes (en dBA)	173
Figura 47: Probabilidad Normal (dBA/%)	173
Figura 48: Edad de los encuestados	178
Figura 49: Sexo de los Encuestados	179
Figura 50: Molestia que causa el ruido	180
Figura 51: Ruido afecta la salud	181
Figura 52: Procedencia de ruido	182
Figura 53: Conocimiento de normas	183
Figura 54: Percepción de los problemas ambientales	192
Figura 55: El ruido es percibido	193

RESUMEN

La hipótesis planteada es “Conocer los efectos en el sistema auditivo y la psicología producidos por la contaminación sonora del parque automotor de Tacna”, ciudad que a pesar de relativamente poca población, tiene un parque automotor de alto índice vehículo/habitante, el año 2011 el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental del MINAM (OEFA) detectó que en la ciudad existen puntos donde no se cumplen los ECA de sonido. La investigación para esta tesis consistió en realizar evaluaciones sonoras en los puntos considerados críticos de la ciudad con suficientes mediciones para garantizar las cifras de acuerdo a las estadísticas; para mejorar las conclusiones en forma paralela se llevó a cabo un conteo de los vehículos clasificados por antigüedad y tamaño, así como encuestas de percepción por parte de los afectados. El resultado de las mediciones ha sido confirmar que existe en Tacna un exceso de ruidos molestos debido al tráfico. Se ha investigado los efectos conocidos del sonido en la salud así como los procedimientos para casos similares y las formas de lograr efectos positivos. También se ha analizado la normativa existente y su nivel de cumplimiento; este trabajo pretende mostrar la realidad de Tacna y motivar a los Organismos competentes a tomar acciones.

Palabras clave: sistema auditivo, contaminación sonora, parque automotor.

ABSTRACT

The hypothesis is "To know the effects on the auditory system and the psychology caused by the noise pollution of the Tacna parking lot", a city that despite a relatively small population, has a vehicle fleet with a high vehicle index / inhabitant, the year 2011 The MINAM Environmental Assessment and Control Agency (OEFA) detected that there are points in the city where solid ECAs are not met. The research for this thesis consisted of carrying out solid evaluations in the points considered critical of the city with sufficient measures to guarantee the figures according to the statistics; To improve the conclusions in parallel, a count of the vehicles classified by age and size was made, as well as surveys of perception of those affected. The result of the measurements has been to confirm that there is annoying excess noise in Tacna due to traffic. The known effects of sound on health have been investigated, as well as procedures for similar cases and ways to achieve positive effects. The existing regulations and their level of compliance have also been analyzed; This work aims to show the reality of Tacna and motivate the competent bodies to take action.

Keywords: auditory system, noise pollution, automotive fleet.

INTRODUCCIÓN

“El ruido en nuestras ciudades se está convirtiendo en la agresión ambiental más inquietante.” (Ramón Folch. 2011)

Para el hombre primitivo el ruido era la señal que le advertía de algún peligro y el ser humano respondía automáticamente preparándose para la lucha o la huida. Hoy la reacción es la misma; ante un ruido penetrante, el recién nacido reacciona con terror, los ruidos generan miles de veces al día alarmas innecesarias y mantiene al ser humano en estado de inquietud constante, existe una relación entre esta tensión creciente y los males modernos de la humanidad. (Ratcliff, D.H.1962) las raíces de los efectos del ruido sobre los seres humanos son de carácter atávico.

La contaminación por ruidos es un factor del medio ambiente muy importante, que incide radicalmente en su calidad de vida. El ruido ambiental es una consecuencia no deseada de las propias actividades que se desarrollan en las ciudades.

Las características de requerir poca energía, de no dejar rastros y de crear conformidad hacen que se subestime este contaminante. La ciudad de Tacna tiene características peculiares en lo que se refiere al tráfico automotor, por una condición económica de privilegio al ubicarse en frontera, haber sido el punto de ingreso de productos procedentes de Chile, y por la existencia del sistema CETICOS, posee una de las relaciones vehículo/habitante mayores del Perú. Pero a la vez ha generado congestión vehicular, y contaminación atmosférica y sonora, cuya percepción y control no se han implementado consistentemente.

La hipótesis nace de los estudios realizados en países en los cuales se han realizado los mismos estudios e involucra teorías de

sonido, fisiología del aparato auditivo humano, además de estudios clínicos acerca de la diversidad de órganos afectados por el ruido excesivo, el crecimiento del tráfico automotor es mayor en dichos países; en el Perú tanto el problema como el monitoreo y la normatividad se dan con algo de retraso, pero también ocurre con la toma de conciencia de los problemas ambientales y, como consecuencia, la aplicación de las normas.

La primera fase del estudio es demostrar que en Tacna ya existe un problema de contaminación sonora, tomando como línea de base las normas existentes, esto se ha demostrado por el monitoreo realizado en la ciudad.

Para hallar la relación entre las diversas variables se efectuó un conteo vehicular, seleccionando los vehículos por antigüedad y por el tipo de servicio; se ha hallado que los vehículos de servicio público son los causantes de la mayor parte de emisiones, y dentro de ellos en forma creciente éstas aumentan con la antigüedad, la totalidad de los puntos monitoreados se ven influenciados por este tipo de vehículos, que además saturan dichos puntos.

Para evaluar la percepción de la población afectada por el problema se han efectuado encuestas en la mayor parte de los mismos puntos, los resultados aclaran la posición que asume la población afectada por la contaminación sonora.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Esta etapa pretende identificar el problema, indicando las áreas donde se produce y la percepción que indica el personal que enfrenta cotidianamente la problemática.

Previamente se identificaron los puntos que fueron objeto del estudio del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental del año 2010, se realizó una selección de los mismos puesto que algunos de ellos presentaban iguales características, de este modo de los 24 puntos analizados por dicha entidad, se redujo a 15 de estudio, los cuales se indican a continuación.

Puntos de monitoreo

1. Av.Miraflores - Calle Arica
2. Av.Pinto - Av. Vigil
3. Av. 2 De Mayo - Calle Unanue
4. Av. Jorge Basadre - Av. Pinto
5. Av. Jorge Basadre - Av. Tarata
6. Av. Basadre Y Forero - Av. Crnel. Mendoza
7. Av. Bolognesi - Calle Junin
8. Av. Bolognesi - Av. Pinto
9. Av. Grau - Av. Cuzco
10. Av. Industrial - Av. Pinto
11. Av. Leguia – Av. Patricio Melendez

12. Av. Leguia - Av. Pinto
13. Av. Patricio Melendez -Av. Dos De Mayo
14. Av. Patricio Melendez -Av. San Martin
15. Av. San Martin 2da Cuadra

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema principal

¿De qué manera la contaminación sonora vehicular afecta la salud en la ciudad de Tacna?

1.2.2. Problemas específicos

- a. ¿Cómo la contaminación sonora vehicular afecta la reducción de capacidad auditiva en la ciudad de Tacna?
- b. ¿De qué manera la contaminación sonora vehicular afecta en los problemas de comportamiento en la ciudad de Tacna?
- c. ¿Cómo la contaminación sonora vehicular afecta el incremento de estrés en la población de la ciudad de Tacna?

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Justificación

Técnico – Científica

La influencia de la contaminación sonora sobre las actividades humanas ha sido estudiada en países desarrollados donde se había puesto en evidencia a partir de la década de los 60 del siglo XX, el retardo del fenómeno automotor en el Perú también demoró la percepción de los efectos. El Perú también demoró la comprensión de los aspectos ambientales y como consecuencia la implementación legal, debido a lo

cual se ha descuidado las medidas para comprender, evaluar y mitigar los efectos de los diversos tipos de contaminación.

Actualmente sigue demorando la aplicación de la normatividad ya existente. Por sus características la contaminación acústica ha sido una de las más descuidadas, al margen de monitoreo que realiza OEFA no se aprecia que haya habido acciones efectivas de descontaminación, el presente trabajo de tesis pretende concluir en recomendación de medidas efectivas para que la Municipalidad Provincial de Tacna las aplique.

Económica

Los efectos de los excesos de ruido generan desconcentración de las tareas que desarrolla el sector laboral, y provoca errores en su actividad, hay desperdicio de horas – hombre por esta causa, además de proclividad a sufrir accidentes laborales. Lo mismo ocurre entre los estudiantes cuyo rendimiento sufre merma por la pérdida de su propia concentración y la de los maestros. Los costos que acarrea el exceso de exposición al ruido se reflejan de este modo y en los gastos en que incurren los sistemas de salud y la población.

Social

La calidad de vida es uno de los objetivos de la ciencia del medio ambiente, el stress como consecuencia del exceso de ruidos afecta las relaciones humanas y su mitigación mejorará dichas relaciones en todos los niveles sociales.

1.3.2. Importancia

El desarrollo del presente trabajo de investigación busca determinar la importancia de la verificación del efecto en la salud, causado por la contaminación sonora producto del tránsito automotor en las zonas

críticas de la ciudad, se podrá determinar la influencia socio-ambiental que se viene generando en el medio ambiente, ya que con el análisis efectuado se permitirá elaborar las estrategias necesarias que permitan mitigar los efectos en el sistema auditivo.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Verificar de qué manera la contaminación sonora vehicular afecta la salud en la ciudad de Tacna.

1.4.2. Objetivos específicos

- a. Evaluar cómo la contaminación sonora vehicular influye en la reducción de capacidad auditiva en la ciudad de Tacna.
- b. Determinar de qué manera la contaminación sonora vehicular afecta en los problemas de comportamiento en la ciudad de Tacna?
- c. Analizar cómo la contaminación sonora vehicular influye en el incremento de estrés en la población de la ciudad de Tacna.

1.5. HIPÓTESIS

1.5.1. Hipótesis general

La contaminación sonora vehicular afecta la salud en la ciudad de Tacna.

1.5.2. Hipótesis específicas

- a. La contaminación sonora vehicular afecta directamente la reducción de capacidad auditiva en la ciudad de Tacna.

- b. La contaminación sonora vehicular afecta directamente los problemas de comportamiento en la ciudad de Tacna.
- c. La contaminación sonora vehicular afecta directamente el incremento de estrés en la población de la ciudad de Tacna.

1.6. VARIABLES

1.6.1. Identificación de las variables

Las variables utilizadas como elementos básicos de la hipótesis están identificadas de la siguiente manera:

X = Independiente: Contaminación Sonora vehicular

Y = Variable Dependiente: Efectos en la salud

1.6.2. Caracterización de las variables

Variable Independiente: Contaminación Sonora vehicular = X

Indicadores

X1 = Flujo vehicular

X2 = Ruido

X3 = Antigüedad de vehículos (años)

Variable Dependiente: Efectos en la salud = Y

Indicadores

Y1 = Reducción Capacidad auditiva

Y2 = Problema de comportamiento

Y3 = Estrés

1.6.3. Definición operacional de las variables

Variable Independiente: Contaminación Sonora vehicular = X

Las producciones de ruido se podrán medir en sus tres dimensiones: flujo vehicular que se midió por control de campo, sonido que se midió por medio de sonómetro en los puntos críticos y la antigüedad de los vehículos como un componente del control de campo.

Variable Dependiente: Efectos en la salud = Y

La reducción de la capacidad auditiva se obtuvo de las estadísticas del MINSA, y la de problemas de comportamiento por medio de encuestas entre la población afectada.

1.7. LIMITACIONES

La limitación ha sido que dentro de la ciudad únicamente se monitoreó en el Distrito de Tacna, en el cual se concentra la contaminación debido a la concurrencia del tráfico del resto de los que conforman la metrópoli, sin embargo uno de los puntos de estudio (esquina Jorge Basadre y Av. Tarata) se instaló dentro de la jurisdicción del Distrito Alto de la Alianza, siendo la avenida Jorge Basadre el límite distrital.

1.8. CARACTERÍSTICAS DE LA INVESTIGACIÓN

1.8.1. Tipo de estudio

El tipo de Investigación es aplicada, se obtienen datos directamente de la realidad objeto de estudio.

1.8.2. Nivel de Investigación

El nivel de investigación es correlacional de acuerdo a la finalidad de la investigación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

Recio, A., Carmona, R., Linares, C., Ortíz, C., Banegas, J.R., Díaz, J. *Efectos del ruido urbano sobre la salud: estudios de análisis de series temporales realizados en Madrid. Instituto de Salud Carlos III, Escuela Nacional de Sanidad: Madrid, 2016.* Han realizado entre los años 2009, 2015 y 2016 en las ciudades de Madrid y Andalucía, en los cuales se ha demostrado los efectos del ruido urbano en la salud, ellos son:

- Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía, cuyas conclusiones con evidencia científica se han puntualizado en los aspectos de efectos auditivos, perturbación del sueño, efectos cardiovasculares, estrés y sistema inmune y otros que no corresponden a esta tesis, comprobados en Andalucía.

- Efectos del ruido urbano sobre la salud: estudios de análisis de series temporales realizados en Madrid en el año 2016 y ha correlacionado el sonido con los daños en la salud que se han percibido en dicha ciudad.

- Efectos en salud del ruido de tráfico: Más allá de las “molestias”, Julio Díaz Jiménez, Cristina Linares Gil analizado el año 2015 en Madrid, que asume la mortalidad causada por efecto de la contaminación sonora.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.1.1.El sonido y el ruido

- Sonido

Es una perturbación que se propaga en un medio elástico produciendo vibraciones de presión o vibración de partículas, las que pueden ser percibidas por el oído humano o detectadas por instrumentos.

Han descrito el sonido de la forma siguiente: La sensación que llamamos “sonido” es la interpretación que hace nuestro encéfalo del flujo y reflujo de las moléculas de aire que golpean en nuestros tímpanos, cuando algo se mueve en el ambiente, se produce presión, pues las moléculas de aire o líquido chocan entre sí y luego se apartan de nuevo, esta presión transmite energía en cada colisión, creando ondas sonoras. La onda sonora más simple se representa como una onda sinusoidal. El diapasón vibra, ocasionando que las moléculas de aire se contraigan primero y luego se expandan. (Morris & Maisto, 2005)

Los instrumentos musicales están creados para crear ondas sonoras. A diferencia de un diapasón que puede producir un tono casi puro, los instrumentos producen sobretonos, es decir ondas sonoras acompañantes que son diferentes múltiplos de la frecuencia del tono básico. A causa de las diferencias físicas en su construcción, un violín y un piano que toquen la misma nota estarán “afinados”, pero producirán diferentes sobretonos por eso los dos instrumentos pueden tocar la misma melodía, pero conservar sus sonidos distintivos, de manera similar dos vocalistas pueden cantar la misma nota, pero por la forma en que sus voces resuenan en respuesta a las diferentes cuerdas vocales y formas del cuerpo, sus voces suenan diferentes. Este complejo patrón de

sobretonos determina el timbre o textura de un sonido. Los sintetizadores musicales imitan diferentes instrumentos de manera electrónica produciendo no sólo tonos puros sino también los sobretonos o timbre de los distintos instrumentos. (Morris & Maisto, 2005)

Por su parte, Faume J. (2007) refuerza estos conceptos de la forma siguiente: “El sonido se define como una variación de la presión del aire que puede ser detectada por el oído humano y proviene de la vibración de un cuerpo que genera una serie de vibraciones que se trasladan por un medio sólido líquido o gaseoso”. Entonces, el sonido es una variable ambiental física.

- **El ruido**

Físicamente el ruido es una mezcla compleja de vibraciones diferentes, las cuales producen generalmente una sensación desagradable. En un sentido más amplio, ruido es todo sonido percibido pero que no es deseado por el receptor (Leighton, 2002).

El sonido se convierte en ruido tomando en cuenta relaciones complejas con componentes psicológicos, de este modo Vivas define: Ruido. Alteración de la condición normal de las ondas sonoras, agente causante de impacto ambiental sobre el aire. Sonido que perturba una capacidad sonora, ya que, por las características de sus vibraciones, resulta ofensivo psicológicamente, sea porque impida la correcta audición o porque fatigue el órgano auditivo hasta el daño de la sordera total, denominada “hipoacusia”. (Amable, Méndez, Delgado, Acebo, Armas & Rivero, 2017)

Existen ruidos continuos, intermitentes e impulsivos. No necesariamente un sonido tiene que ser muy fuerte para ser ruido. A veces un ruido muy suave, como el de una llave de agua que gotea de noche, nos distrae impidiendo concentrarnos. Pero los ruidos más fuertes son, sin duda, más perjudiciales. Si el ruido es muy fuerte, podría dañar los edificios. Sin embargo, lo más probable es que el daño se produzca por vibraciones, las mismas que también producen el ruido. Los ruidos muy agudos son más dañinos que los graves. Los ruidos muy cortos y muy fuertes, como los martillazos, impactos y explosiones, también son especialmente peligrosos. (Amable, et. al 2017)

Hoy en día, nadie pone en ya en duda que uno de los principales problemas ambientales en nuestras ciudades es el exceso de ruido, es decir, la contaminación acústica. Buena parte de nuestras ciudades están a unos niveles muy superiores de los recomendados por la Organización Mundial de la Salud, y las estrategias para luchar contra este fenómeno son cada vez más complejas y difíciles, ya que el ruido es la consecuencia, y el síntoma del proceso de urbanización que experimenta nuestro mundo. Desde que, en el año 1972, en la Conferencia del Medio Ambiente, fue definido como contaminante, el ruido se ha convertido en la variable ambiental más perniciosa desde el punto de vista psicológico – y también una de las más importantes desde el punto de vista fisiológico – para las personas. Quizá por este motivo, en el estudio del stress ambiental, en el contexto de la sicología ambiental, el ruido haya sido el protagonista de buena parte de los estudios medioambientales. (Vivas, P 2005).

“Dentro de ergonomía se define al ruido como el sonido no deseado y los tipos de ruidos pueden ser constantes o intermitentes, así como de diferente magnitud, dependiendo de esto pueden ser los riesgos de trabajo que incluyen estrés y monotonía laboral, cargas de trabajo, horas de trabajo, entre las más importantes” O.P.S, (1980)

2.1.2. Onda sonora

La transmisión del movimiento vibratorio en un medio elástico, origina en éste la propagación de ondas. La vibración se propaga a través del centro de perturbación con una velocidad que depende tanto de las características del medio como de la naturaleza de la onda. Se produce una onda cada vez que el fenómeno se propaga por un medio material sin que ello suponga que haya desplazamiento de materia. (Leighton, 2002).

Clases de onda

Onda longitudinal

Es cuando el movimiento de las partículas es paralelo al desplazamiento de la onda. Éste tiene lugar en los medios líquidos y gaseosos, aunque también es posible su producción en los medios sólidos (Leighton, 2002).

Onda transversal

Se dice que se tiene una onda transversal cuando las partículas del medio oscilan en dirección perpendicular a la dirección de propagación de la onda. Este tiene lugar en los medios sólidos. (Leighton, 2002).

Onda plana

Una onda plana se dice cuando los frentes de ondas se propagan como planos paralelos unos respecto de los otros. (Leighton, 2002).

Onda cilíndrica

Cuando los frentes de una onda se propagan en forma de cilindros paralelos, se tiene una onda cilíndrica. (Leighton, 2002).

Onda esférica

Es aquella que se propaga en forma de esferas concéntricas. (Leighton, 2002).

Onda Divergente

Cuando la energía de la onda se distribuye sobre áreas más y más grandes conforme a ésta se aparta de la fuente, se dice que se tiene una onda divergente. (Leighton, 2002).

Onda progresiva

Se dice que se tiene una onda progresiva, cuando existe transferencia de energía en la dirección de propagación de la onda. (Leighton, 2002).

Onda estacionaria

Es aquella producida por la interferencia constructiva de dos o más ondas que van a dar lugar a un patrón de distribución de desplazamiento de partículas. (Leighton, 2002).

2.1.3. Parámetros que definen una onda.

Elongación (E).

Para una partícula que oscila, se puede definir como la distancia entre su posición de reposo a su posición instantánea. (Leighton, 2002).

Amplitud (A).

Es la máxima elongación que sufre una partícula en vibración. (Leighton, 2002).

La altura de la onda representa su amplitud, la cual, junto con la frecuencia, determina el volumen percibido de un sonido, el volumen se mide en decibeles. Al envejecer, perdemos parte de nuestra capacidad para escuchar sonidos de baja intensidad, no obstante, podemos escuchar los sonidos de alta intensidad tan bien como siempre.

Período (T).

Es el tiempo que se efectúa un ciclo completo, está dado en segundos u otra unidad de tiempo. (Leighton, 2002).

Frecuencia (F).

La frecuencia es el número de veces que en la unidad de tiempo el cuerpo pasa por una misma posición en el mismo sentido, es decir, el número de veces que realiza el ciclo en la unidad de tiempo. Sus unidades son generalmente ciclos por segundo o Hertz. (Leighton, 2002).

La frecuencia es el principal determinante de la altura total del sonido, es decir qué tan alto o tan bajo es, El oído humano responde a frecuencias

comprendidas entre 20 Hz y 20 000 Hz. Un doble bajo puede llegar a ser tan bajo como 50 Hz y un piano tan alto como 5000 Hz.

Longitud de Onda (λ).

Es la distancia recorrida por una onda sonora durante un período. (Leighton, 2002).

2.1.4. El decibel

La unidad de medida de la presión sonora en el sistema internacional de medidas es: $P = \text{Fuerza/superficie} = \text{Newton/m}^2 = \text{Pascal}$; normalmente se acostumbra expresar la presión en Pascales, dinas/cm² o bares, y la potencia en vatios, pero cuando hablamos de rango de presiones y de potencia acústica que somos capaces de percibir, nos encontramos con que es demasiado amplio, por ejemplo, podemos oír niveles de presión sonora que van desde los $20 \cdot 10^{-6}$ Pa hasta los 100 Pa.

El umbral de la audición humana, es decir el valor de presión sonora más pequeño que el hombre es capaz de detectar es de 20×10^{-6} Newton/m².

El valor límite, es decir el valor de presión sonora que causa dolor y se hace insoportable es de 200 Newton/m².

Para expresar este amplio rango de valores, se ha visto que es conveniente hacerlo empleando una escala logarítmica, se usa el decibel (dB), (Leighton, 2002), décima parte del bel, definida por:

$$LP \text{ (dB)} = 10 \log (\text{prms}/\text{po})^2.$$

Donde:

L_p = Nivel de presión sonora en decibeles (dB).

Prms = Valor eficaz de la presión sonora en Pascales
(Newton/m²)

Po = Presión de referencia = 20 x 10⁻⁶ Pascales = 20
microPascales

Un decibel (dB) es la razón de energía, potencia o intensidad que cumple con la siguiente definición: (Leighton, 2002).

$$\text{Log } R = \frac{1}{10} \quad [1]$$

Para expresar una relación en decibelios (dB), primeramente, se debe escoger un valor de referencia y luego aplicar la definición. (Leighton, 2002).

$$\text{Nivel en dB} = 10 \text{ Log } \frac{\text{cantidad}}{\text{cantidad de referencia}} \quad [2]$$

Se debe tener en cuenta que en cada aumento de diez decibelios se dobla la percepción del sonido, es decir lo oímos el doble de fuerte, la explicación de las unidades, se tiene que el valor del umbral auditivo humano es 0 dB, mientras que el valor límite es de 140 dB. Este tipo de escala trae sus ventajas y sus desventajas, por ejemplo, para dos niveles de ruido cuya diferencia entre ellos es de solamente 3 dB, podría pensarse que esta diferencia es muy pequeña y que probablemente carezca de importancia considerar uno u otro nivel, pero la diferencia de energía es del doble. (Leighton, 2002).

Para la determinación de niveles sonoros se emplea un instrumento de medida llamado *Sonómetro*, que consta de un micrófono

que transporta las variaciones de presión acústica en variaciones proporcionales de tensión eléctrica, y un indicador calibrado en dB. (Leighton, 2002).

El ruido ambiental industrial usualmente se emite de más de una fuente, y es necesario calcular en decibeles el efecto combinado de los niveles de presión de sonido de las fuentes simples. Obviamente, como el decibel es una expresión logarítmica, los decibeles no pueden agregarse aritméticamente, por ejemplo: 70 dB y 70 dB no son 140 dB.

Un método simple y directo para combinar (agregar) niveles de decibeles se ilustra a continuación utilizando el cuadro en la Figura 1.

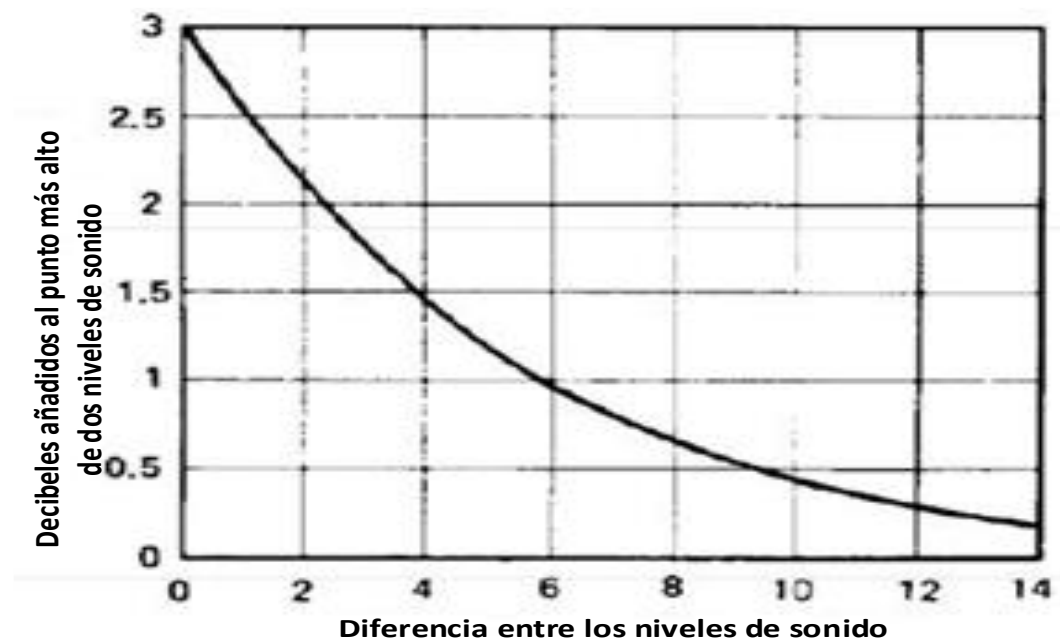


Figura 1: Combinación de niveles de sonido.

Fuente: Falch, "Guía Ambiental para el Manejo de Ruido", 1997

2.1.5. Fenómenos de interacción entre la onda sonora y el medio.

Absorción

Al incidir una onda acústica sobre una materia, parte de la energía de la onda será disipada dentro del material debido a pérdidas producidas por rugosidades y porosidades. (Leighton, 2002).

Transmisión

Cuando una onda incide en una pared, parte de esta es transmitida hacia el otro lado. (Leighton, 2002).

Reflexión

Una onda sonora sufre una reflexión cuando al incidir sobre una superficie se propaga en el mismo medio con sentido diferente al anterior. (Leighton, 2002).

Difracción

Cuando una onda que se propaga encuentra un obstáculo en su camino, ésta seguirá propagándose casi como si este no existiese siempre y cuando la longitud de onda sea grande comparada con las dimensiones del obstáculo, de lo contrario se formará una zona grande de sombra. El fenómeno de difracción posibilita que una onda sonora pueda rodear un obstáculo o propagarse en un ambiente a través de una pequeña abertura. (Leighton, 2002).

Refracción

Si la densidad del medio en el que se está propagando una onda cambia, cambiará como consecuencia su velocidad y por lo tanto su dirección, a este fenómeno se le conoce como refracción. Cuando la densidad del

medio refractante es mayor que la del incidente, la onda se separa de la normal, haciendo mayor el ángulo refractado y aumentando la velocidad de propagación. (Leighton, 2002).

Propagación en un medio en movimiento

Si una onda de sonido que se propaga en el aire quieto, encuentra una masa de aire que se propaga con velocidad constante, ésta cambiará su velocidad y dirección de propagación. (Leighton, 2002).

Eco

El Eco es el fenómeno consistente en oír un sonido después de haber extinguido la sensación producida por la onda sonora directa. Este fenómeno está basado en la reflexión del sonido. (Leighton, 2002).

El oído puede distinguir separadamente sensaciones que estén por encima del tiempo de persistencia, pues es de 1/10 de segundo. Luego, si el oído capta un sonido directo y después del tiempo de persistencia especificado capta el sonido reflejado, se apreciará el efecto eco, pues cuando ya se ha extinguido la sensación directa le llega otra nueva sensación de iguales características. (Leighton, 2002).

Reverberación

Se produce cuando las ondas reflejadas llegan al oyente antes de la extinción de la onda directa, es decir, es un tiempo menor que la persistencia acústica del oído. Este fenómeno es de suma importancia ya que se produce siempre que en un recinto se propaga una onda sonora. El oyente no sólo percibe la onda directa sino todas las sucesivas reflexiones que la misma produce en las distintas superficies del recinto. (Leighton, 2002).

2.1.6. Parámetros usados en la evaluación del ruido.

Nivel de presión sonora ponderado; LpA.

Se define como la variación de presión atmosférica en un punto como consecuencia de la propagación a través del aire de una onda sonora. (Leighton, 2002).

Debido a que dos ondas sonoras de frecuencias distintas que tengan la misma presión acústica no se perciben con igual sonoridad, ya que el oído es más sensible a frecuencias entre 2000 y 4000 Hz; es necesario tener en cuenta esta circunstancia al medir niveles sonoros en relación con la sensación sonora. Por esta razón los sonómetros incorporan unos filtros o redes de ponderación que tratan de imitar el comportamiento del sentido de la audición. (Leighton, 2002).

Existen varios tipos distintos de filtros o redes de ponderación, siendo el más empleado el denominado "A". Las lecturas en este filtro se expresan en dBA. (Leighton, 2002).

Las gráficas para calcular la ponderación pueden reemplazarse por una tabla que incluye sólo los valores para las siete bandas de frecuencias más usadas, tal como se observa en la Tabla 1.

Tabla 1:

Red de Ponderación A.

Octava de frecuencias (Hz)	Ponderación (dB)
63	-26
125	-16
250	-9
500	-3
1 000	0
2 000	-1
4 000	+1

Fuente: Elaboración propia, 2017

Así,

90 dB a 500 Hz equivalen a 87 dBA.

57 dB a 63 Hz, a 31 dBA.

68 dB a 4 000 Hz, a 69 dBA.

De esta manera la red de ponderación A acerca más los valores medidos físicamente son ampliamente utilizados a los estímulos auditivos que estos producen. Los dBA son ampliamente utilizados para estudios de ruido y salud auditiva. A continuación, se observa la Tabla 2, acerca de los daños auditivos producidos por la exposición a altos niveles de sonido.

Tabla 2:

Efecto de los niveles sonoros en dBA.

150 dBA	Causa pérdida inmediata de la audición
120 dBA	Extremadamente doloroso
100 dBA	Cortos períodos de exposición causan pérdida temporal de la agudeza auditiva y larga exposición causa daño irreparable a los órganos auditivos
90 dBA	Muchos años de exposición causan pérdidas auditivas permanentes
65 dBA	Largos períodos de exposición causan fatiga mental y física

Fuente: Elaboración propia, 2017

Mayores precisiones cerca de la medición de los sonidos los expresa **Jaramillo, A. (2007):** “El nivel de presión sonora de una señal puede ser necesario medirlo a la hora de estudiar, por ejemplo, los niveles de ruido producidos por un local o equipo, el aislamiento producido por una pared

divisoria entre dos locales o, simplemente, la propagación de un sonido al aire libre”.

Se calcula mediante: (Leighton, 2002).

$$L_{pA} = 10 \log \left[\frac{PA}{PO} \right]^2 \quad [3]$$

Donde:

PA = Es la presión eficaz evaluada con ponderación (A).

PO = 20 μ Pa.

Nivel de presión sonora equivalente continuo; Leq,T.

Es el nivel de presión sonora continuo, que tendría la misma energía sonora total, que el ruido real fluctuante evaluado en el mismo período de tiempo. El nivel sonoro es variable en el tiempo, debido a esto es muy común que se utilice el concepto de nivel equivalente para mediciones a lo largo de ciertos períodos de tiempo (no mediciones instantáneas). (Leighton, 2002). El “nivel sonoro continuo equivalente”, es el que, de haber sido constante, representaría la misma cantidad de energía presente en el nivel de presión y se relaciona con la molestia psicológica.

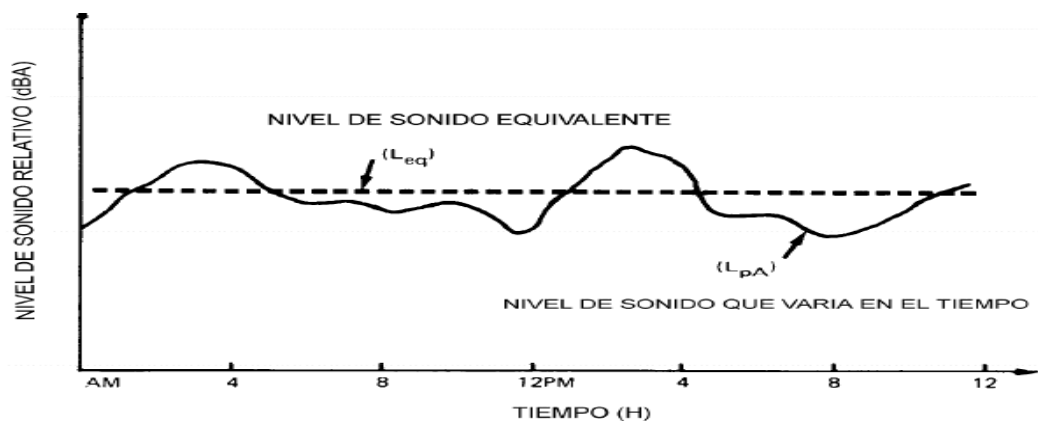


Figura 2: El nivel de presión sonora equivalente de un período de 24 horas.

Fuente: Falch, “Guía Ambiental para el Manejo de Ruido”, 1997

Un mayor análisis de la interacción entre el sonido y el oído humano lo describe Chinchilla, R. (2002): “El nivel de presión sonora SPL (por sus iniciales en inglés *Sound Pressure Level*) es el nivel de presión sonora por encima de un valor de referencia que es 2×10^4 Pa (umbral de la audición humana a 1000 Hz), así, el rango audible se reduce a una escala logarítmica que va aproximadamente de 0 a 140 dB”.

Tabla 3:

Niveles de presión sonora y correspondiente valoración subjetiva para diferentes fuentes sonoras.

Fuente sonora	SPL (dB)	Valoración subjetiva del nivel
Cohete Saturno	180	
Motor de turbojet	160	
Despegue de avión (a 60 m.)	120	Muy elevado
Edificio en construcción	110	
Martillo neumático	100	Elevado
Camión pesado (a 15 m.)	90	
Calle en ciudad	80	Moderado
Interior automóvil	70	
Conversación (a 1 m.)	60	Bajo
Oficina, aula	50	
Sala de estar	40	
Residencia en la noche	30	
Estudio de grabación (desde fuera)	20	

Fuente: Elaboración propia, 2017

Se ha determinado los siguientes rangos de la audición:

Música : Entre 30 y 100 dB y entre 40 y 9 000 Hz.

Palabra : Entre 35 y 80 dB y entre 200 y 4 500 Hz.

Umbral del Dolor : 140 dB

Umbral de audición: 0 dB

La medición del Leq,T se basa en el principio de igual energía, y se calcula mediante la siguiente expresión: (Leighton,2002).

$$L_{eq,T} = 10 \text{ Log } \frac{1}{T} \int_0^T \left[\frac{P(t)}{P_0} \right]^2 dt \quad [4]$$

Donde:

P(t) = presión sonora instantánea

P₀ = 20 μPa.

T = período durante el cual se hace la medición.

Nivel de presión sonora equivalente continuo con ponderación A; L_{Aeq,T}.

La curva de ponderación A de la Figura 3 es utilizada para ponderar los niveles de presión del sonido como una función de la frecuencia, aproximadamente de acuerdo con la intensidad sonora. Todos los medidores del nivel de sonido de precisión incorporan el filtro-A, muchos de ellos también el filtro B y C (ya que la intensidad sonora depende del nivel de presión del sonido), y algunas veces el filtro-D (para ruidos provocados por aviones).

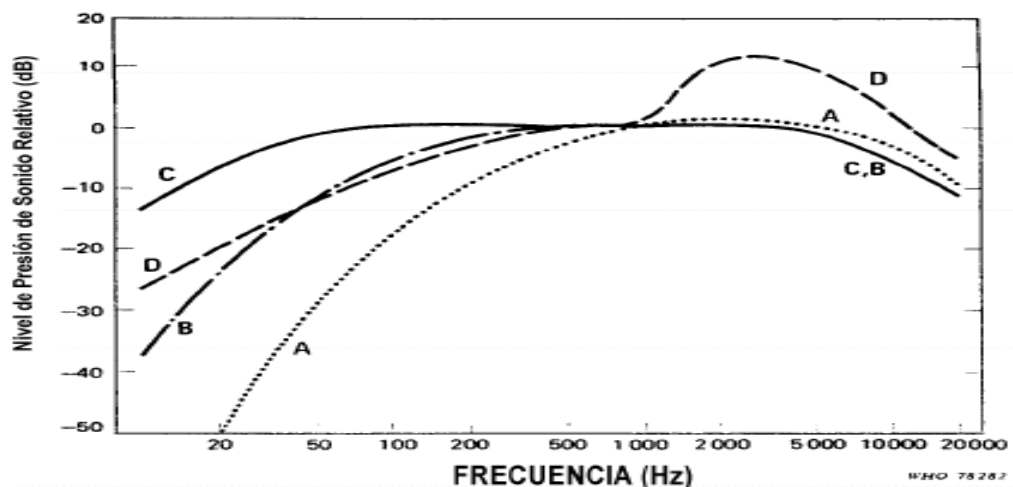


Figura 3: Filtros A, B, C, y D estándares.

Fuente: Falch, "Guía Ambiental para el Manejo de Ruido", 1997

Es el valor del nivel de presión sonora continuo con ponderación A, que produciría la misma energía sonora ponderada en A, que un ruido fluctuante evaluado durante un período de tiempo determinado. (Leighton, 2002).

La expresión es la siguiente:

$$L_{aeq,T} = 10 \text{ Log } \frac{1}{T} \int_0^T \left[\frac{P(t)}{P_0} \right]^2 dt, \text{ dB} \quad [5]$$

Donde:

PA(t) = presión sonora instantánea con ponderación A.

PO = 20 µPa.

T = período de la medición.

Nivel de exposición al ruido (SEL); LAE.

Este parámetro, más conocido como SEL, representa el nivel constante en decibeles evaluado en ponderación (A) el cual, si se mantuviese durante un segundo produciría la misma energía sonora ponderada en A, que el evento de ruido medido. Se define como: (Leighton, 2002).

$$LAE = 10 \text{ Log } \frac{1}{T_0} \int_{t_1}^{t_2} \left[\frac{PA(t)}{P_0} \right]^2 dt, \text{ dB} \quad [6]$$

Donde:

PA(t) = es la presión instantánea con ponderación A.

Po = 20 µPa.

To = 1 seg.

t2-t1 = intervalo de tiempo lo suficientemente largo tal que abarque todo el sonido significativo en el evento dado.

El nivel de exposición al ruido se relaciona con el nivel LAeq,T mediante la siguiente expresión: (Leighton, 2002).

$$LAE = LA_{cq} + 10 \log [T/T_0], \text{ dB} \quad [7]$$

Donde:

T = tiempo durante el cual se evalúa el nivel LAeq,T. $T_0 = 1$ segundo.

Nivel de sonido promedio Día-Noche; LdN.

Es el nivel LAeq,T evaluado durante 24 horas al que se le agrega 10 dB a todos los niveles que son medidos entre las 22:00 y las 07:00 horas. Este incremento se hace para tomar en cuenta el incremento de molestia causado por el ruido de noche. (Leighton, 2002).

Nivel de Polución de Ruido; LNP.

Se define como: (Leighton, 2002).

$$LNP , = L Aeq, T + 2,56\sigma \quad [8]$$

Donde:

LAeq,T = representa el nivel equivalente de sonido con ponderación A . σ = desviación estándar del nivel instantáneo durante el mismo período.

Índice de Ruido de Tráfico TNI.

Es el nivel de sonido con ponderación (A) medido al aire libre durante 24 horas que se define como: (Leighton, 2002).

$$\text{TNI} = 4 (\text{L}_{10} - \text{L}_{90}) + \text{L}_{90} - 30 \quad [\text{dB}] \quad [9]$$

Donde:

L90 = es el nivel sonoro en dB que se sobrepasa durante el 90 % del tiempo de observación. Se corresponde con el nivel sonoro de fondo.

L10 = es el nivel sonoro en dB que se sobrepasa durante el 10 % del tiempo de observación. Se corresponde con los niveles más altos.

2.1.7. Propagación del sonido al aire libre.

La propagación del sonido en exteriores a través de la atmósfera suele originar una disminución del nivel de ruido al aumentar la distancia entre la fuente y el receptor. Esta atenuación es el resultado de varios mecanismos, principalmente la divergencia geométrica desde la fuente del sonido, la absorción de la energía acústica por el aire a través del que se propagan las ondas sonoras y el efecto de propagación cerca de las distintas superficies del suelo, también su atenuación se debe a la vegetación y la reflexión de los edificios. (Leighton, 2002).

Las condiciones atmosféricas, viento y temperatura principalmente, tienen efectos importantes sobre la propagación del sonido a distancias por encima de 100 metros. (Leighton, 2002).

Calculo de la Atenuación.

La atenuación total, A_{total} , viene dada por:

$$A_{\text{total}} = A_{\text{div}} + A_{\text{aire}} + A_{\text{suelo}} + A_{\text{misc}} \quad [\text{dB}] \quad [10]$$

Los primeros tres términos en la Ecuación [10] dan la atenuación producida por los tres mecanismos principales: divergencia geométrica (A_{div}), absorción del aire (A_{aire}) y el efecto suelo (A_{suelo}). Estos tres mecanismos deben considerarse en primer lugar en todas las situaciones porque son casi universales. El último término, A_{misc} , cubre la atenuación por mecanismos adicionales que sólo surgen en casos específicos: reflexión en edificios (A_{refl}), propagación a través de la vegetación (A_{vegt}) y propagación a través de áreas de casas (A_{casa}). (Leighton, 2002).

A continuación se presenta la evaluación de cada uno de los términos en la Ecuación [10]). Hay que contemplar cada término de forma independiente, salvo que haya instrucciones específicas de hacer lo contrario; hay que evaluarlos por separado, como si los demás estuvieran ausentes y luego sumar los resultados para obtener A_{total} . La atenuación que resulta de la difracción alrededor de una barrera se ha omitido de la Ecuación [10] porque habitualmente interactúa con A_{suelo} . (Leighton, 2002).

En general, es necesario calcular la atenuación de todas las bandas de octava de ruido por separado porque, a menos que se especifique de otra manera, la atenuación de cada término de la Ecuación [10] depende de la frecuencia. Los términos individuales de la atenuación de la Ecuación [10] evaluados en un punto determinado pueden ser positivos, representando un descenso de nivel, o negativos, implicando un aumento. (Leighton, 2002).

A). Atenuación por divergencia geométrica; (Adiv).

La divergencia geométrica es la expansión esférica de la energía acústica en campo libre a partir de una fuente puntual. La atenuación debida a la divergencia, Adiv, viene dada por: (Leighton, 2002).

$$Adiv = 20 \text{ Log}_{10}r + 10,9 - C \text{ [dB]} \quad [11]$$

Dónde:

r = distancia desde la fuente puntual en metros.

C = es un término de corrección pequeño (Figura 4).

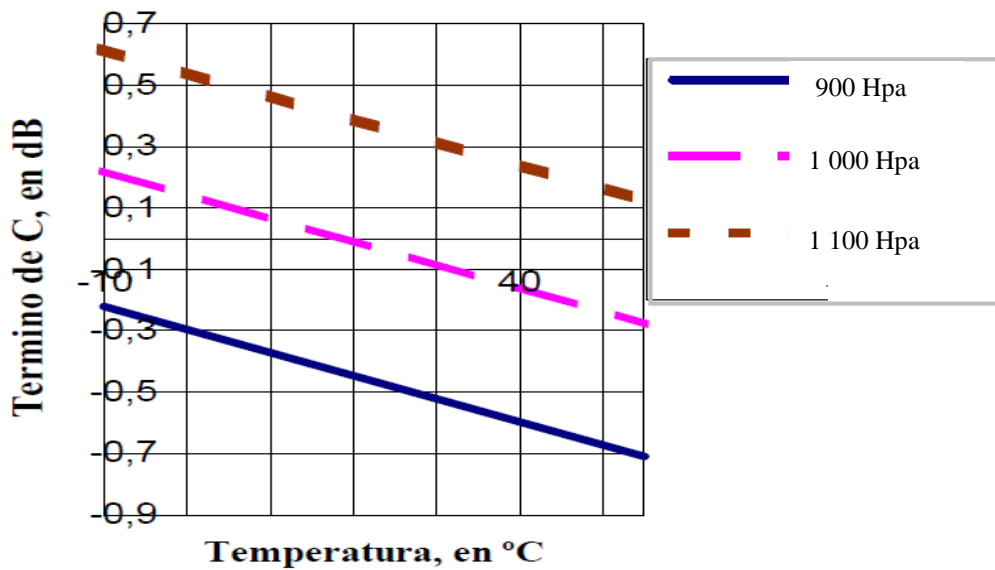


Figura 4: Término de corrección C en la Ecuación [11], en función de la temperatura, para tres valores de presión atmosférica: 1 000, 1 100 y 900 Hpa.

Fuente: Harris, "Manual de Medidas Acústicas y Control de Ruido", 1995.

B). Atenuación resultante de la absorción del aire; (Aire).

Viene dada por:

$$A_{\text{aire}} = \alpha d / 100 \text{ [dB]} \quad [12]$$

Dónde:

α = es el coeficiente de atenuación del aire en decibelios por kilómetro.

Tabla 4 :

Coeficiente de atenuación del aire, dB/km,

Temperatura, °C	Humedad Relativa, %	Frecuencia, Hz					
		125	250	500	1 000	2 000	4 000
30	10	0,96	1,80	3,40	8,70	29,00	96,00
	20	0,73	1,90	3,40	6,00	15,00	47,00
	30	0,54	1,70	3,70	6,20	12,00	33,00
	50	0,35	1,30	3,60	7,00	12,00	25,00
	70	0,26	0,96	3,10	7,40	13,00	23,00
	90	0,20	0,78	2,70	7,30	14,00	24,00
20	10	0,78	1,60	4,30	14,00	45,00	109,00
	20	0,71	1,40	2,60	6,50	22,00	74,00
	30	0,62	1,40	2,50	5,00	14,00	49,00
	50	0,45	1,30	2,70	4,70	9,90	29,00
	70	0,34	1,10	2,80	5,00	9,00	23,00
	90	0,27	0,97	2,70	5,30	9,10	24,00
10	10	0,79	2,30	7,50	22,00	42,00	57,00
	20	0,58	1,20	3,30	11,00	36,00	92,00
	30	0,55	1,10	2,30	6,80	24,00	77,00
	50	0,49	1,10	1,90	4,30	13,00	47,00
	70	0,41	1,00	1,90	3,70	9,70	33,00
	90	0,36	1,00	2,00	3,50	8,10	26,00
0	10	1,30	4,00	9,30	14,00	17,00	19,00
	20	0,61	1,90	6,20	18,00	35,00	47,00
	30	0,47	1,20	3,70	13,00	36,00	69,00
	50	0,41	0,82	2,10	6,80	24,00	71,00
	70	0,39	0,76	1,60	4,60	16,00	56,00
	90	0,38	0,76	1,50	3,70	12,00	43,00

NOTA: Para una presión ambiental de 101,3 kPa (1 atm normal a nivel del mar) para la propagación del sonido al aire libre.

Fuente: Harris, "Manual de Medidas Acústicas y Control del Ruido", 1995

C). Atenuación debida al suelo; (Asuelo).

Por encima de un suelo plano reflectante (Figura 5), el sonido llega a un receptor (R) desde una fuente (S) a través de dos vías: directamente a través de una trayectoria (r_d) y mediante la reflexión desde el suelo, a través de la trayectoria (r_r). La atenuación A_{suelo} es el resultante de la interferencia entre el sonido directo y el reflejado por el suelo y depende de gran medida del tipo de superficie de este último, el ángulo de rozamiento (ψ), la diferencia de longitud de los recorridos ($r_r - r_d$) y la frecuencia del sonido. (Leighton, 2002).

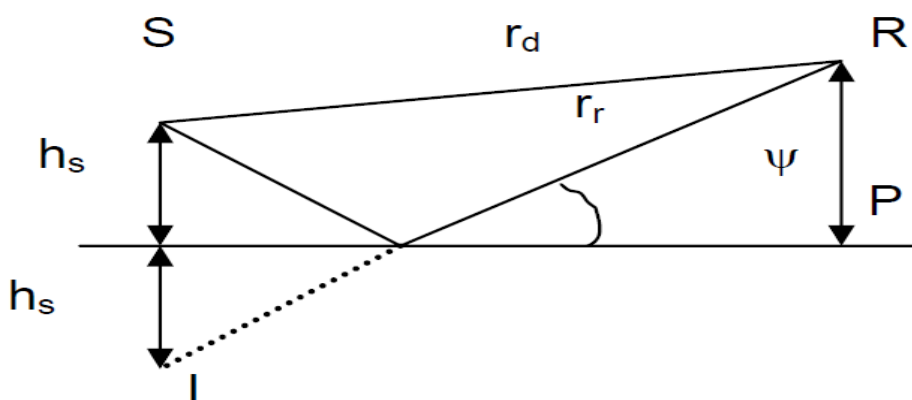


Figura 5: Vías de propagación entre la fuente S y el receptor R. El rayo directo es r_d y el rayo reflejado por el plano P es r_r .

Fuente: Harris, "Manual de Medidas Acústicas y Control del Ruido", 1995

Las superficies del suelo pueden clasificarse, para el caso de ángulos de rozamiento inferiores a 20° , de acuerdo con sus propiedades acústicas (lo cual cubre la mayoría de los problemas de propagación de sonido en exteriores) de la siguiente manera: (Leighton, 2002).

1. Suelo duro: Pavimento de asfalto u hormigón, agua y todas las demás superficies que tengan poca porosidad.

2. Suelo blando: El suelo cubierto por hierba, árboles u otra vegetación y todos los suelos porosos adecuados para el crecimiento de vegetación, tales como las tierras cultivables.
3. Suelo muy blando: Las superficies muy porosas, como el suelo cubierto de nieve, agujas de pino o material suelto semejante.
4. Suelo mixto: Una superficie que incluye áreas duras y blandas.

Para casos especiales:

Teniendo las siguientes condiciones: (Leighton, 2002).

- La propagación se produce sobre un suelo que es totalmente o casi totalmente acústicamente blando.
- El espectro de ruido es particularmente amplio y gradual.
- El espectro de ruido no contiene componentes destacados de frecuencia discreta.
- Sólo es de interés el nivel sonoro con ponderación A en la posición del receptor.

En las condiciones anteriores, la atenuación del ruido es independiente a la frecuencia y viene dada por:

$$A_{\text{suelo}} = 4,8 - (2hm/r)(17 + 300/r) \text{ [dB]} \text{ [13]}$$

Donde:

r = es la distancia entre la fuente y el receptor en metros.

hm = es la altura media del camino de propagación por encima del suelo en metros (para suelos planos $hm = (hs+hr)/2$).

Los valores negativos de A_{suelo} , obtenidos a partir de la Ecuación [13], no son significativos y deben ser remplazados por cero. (Leighton, 2002).

Cálculo de la atenuación del suelo para distancias cortas ($r < 100$ metros):

Para la propagación a corta distancia, donde los rayos acústicos pueden aproximarse a líneas rectas como la Figura 5, los valores de la atenuación del suelo se presentan en la Tabla 5 para distintos valores de bandas de octava, para las categorías de suelo duro, blando y muy blando, y un rango de los valores prácticos de la configuración geométrica. La atenuación en posiciones intermedias pueden obtenerse mediante la interpolación. (Leighton, 2002).

Para la propagación por encima del suelo mixto, la interpolación de cada banda de octava puede estimarse calculando primeramente la atenuación para el caso del suelo duro entre la fuente y el receptor, luego se calcula nuevamente la atenuación para el caso del suelo blando entre la fuente y el receptor. La atenuación del suelo mixto es el valor intermedio de los dos valores anteriores. (Leighton, 2002).

Tabla 5:

Valores para la atenuación del suelo, A_{suelo} , en decibelios para propagación a corta distancia ($r < 100$ metros).

Suelo Duro (asfalto, hormigón), $h_s = 1,8$ metros							
		$(r-r_d) \ll \text{todos } \lambda$			$(r-r_d) \gg \text{todos } \lambda$		
Altura fuente, metros	Distancia, metros	Suelo duro (asfalto, hormigón)					
		Frecuencia, Hz					
		125	250	500	1 000	2 000	4 000
0,01	10	-5,70	-5,00	-3,60	-1,40	1,10	4,10
	20	-5,60	-4,60	-1,60	1,90	5,10	8,50
	40	-5,50	-3,90	-1,40	6,70	10,10	13,70
	60	-5,40	-3,30	4,20	9,80	13,20	16,90
	80	-5,40	-2,70	6,80	12,20	15,50	19,30
	100	-5,30	-2,20	9,20	14,00	17,40	21,10
0,30	10	-5,40	-4,30	-0,90	5,90	-2,50	-1,90
	20	-5,40	-4,00	-0,10	6,30	-0,10	-3,00
	40	-5,40	-3,40	2,90	10,20	4,10	-2,90
	60	-5,30	-2,80	5,80	13,10	7,10	-0,40
	80	-5,20	-2,20	8,40	15,30	9,30	1,70
	100	-5,20	-1,70	10,80	17,10	11,10	3,40
1,20	10	-4,00	2,00	0,10	-3,00	-3,00	-3,00
	20	-4,80	1,90	7,50	-2,70	-3,00	-3,00
	40	-4,90	-2,10	6,90	0,50	-3,00	-3,00
	60	-4,90	-1,60	9,10	2,90	-3,00	-3,00
	80	-4,80	-1,00	11,60	4,80	-2,80	-3,00
	100	-4,80	-0,50	13,80	6,40	-1,50	-3,00
0,01	10	-3,10	0,80	3,90	6,00	7,30	7,00
	20	-1,50	5,20	8,60	10,90	12,30	11,90
	40	1,40	11,10	14,00	19,30	17,70	17,30
	60	3,90	14,80	17,30	19,60	21,00	20,70
	80	6,20	17,30	19,70	22,00	23,40	23,10
	100	8,40	19,30	21,60	23,80	25,30	24,90
0,30	10	-2,30	2,80	5,00	-0,80	-3,00	-3,00
	20	-0,80	7,00	9,10	2,90	-2,90	-3,00
	40	2,00	12,80	14,20	7,90	1,40	-3,00
	60	4,90	16,50	17,50	11,20	4,50	-1,30
	80	6,90	19,00	18,20	13,50	6,80	0,80
	100	9,10	21,00	21,70	15,40	8,90	2,60
1,20	10	0,10	4,50	-2,50	-2,50	-2,50	-2,50
	20	0,90	7,00	-0,70	-3,00	-3,00	-3,00
	40	3,60	11,60	3,30	-3,00	-3,00	-3,00
	60	6,30	14,80	6,30	-0,60	-3,00	-3,00
	80	8,70	17,10	8,50	-1,50	-3,00	-3,00
	100	10,90	18,90	10,30	3,20	-2,60	-3,00

Fuente: Harris, Manual de Medidas Acústicas y Control de Ruidos, 1995

Cálculo de la atenuación del suelo para largas distancias:

Para la propagación a gran distancia, se asume que las condiciones atmosféricas son favorables a la propagación ya que el rayo desde la fuente al receptor es refractado hacia abajo. La atenuación del suelo sigue siendo fundamentalmente el resultado de la interferencia entre el rayo directo y el reflejado por el suelo, pero el rayo curvado asegura que la atenuación está determinada fundamentalmente por las superficies del suelo cerca de la fuente y cerca del receptor. (Leighton, 2002).

A distancias inferiores a 100 metros, los resultados obtenidos a partir de este método no se diferencian significativamente de los de la Tabla 5 y pueden, por lo tanto, utilizarse ambos métodos. Las pequeñas diferencias pueden atribuirse a las distintas condiciones atmosféricas. (Leighton, 2002).

La superficie del suelo entre la fuente y el receptor se divide en tres zonas (Figura 6) y a cada una de ellas se le asigna un factor de suelo:

1. La zona de la fuente abarca una distancia de $30 h_s$ desde la fuente (S) hacia el receptor (R), con un máximo de (r) (donde h_s es la altura de la fuente y (r) es la distancia entre la fuente y el receptor).
2. La zona del receptor abarca la distancia de $30 h_r$, desde el receptor hacia atrás, con un máximo de (r) (donde h_r es la altura del receptor).
3. La zona media se sitúa entre las zonas de la fuente y del receptor. Si $r < 30 (h_s+h_r)$, entonces las zonas de la fuente y el receptor se solapan y no existe zona media.

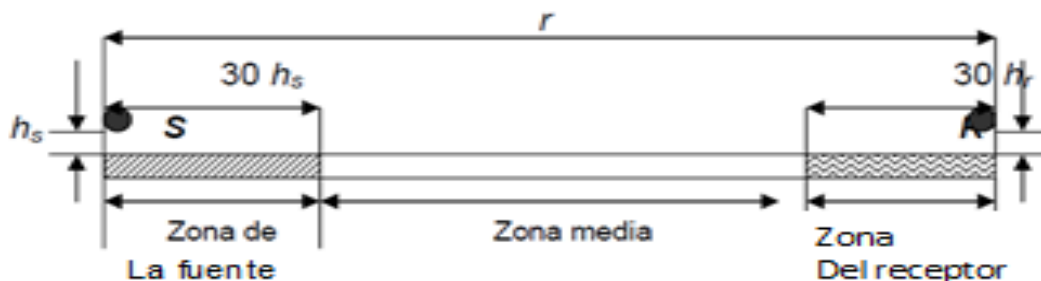


Figura 6: Tres zonas entre la fuente S y el receptor R separados por una distancia r, empleadas para determinar la atenuación del suelo, A_{suelo} , a grandes distancias.

Fuente: Harris, "Manual de Medidas Acústicas y Control del Ruido", 1995

El factor del suelo (G) de cada zona es: para suelo duro, $G=0$; para suelo blando, $G=1$; para suelo mixto, G es igual a la proporción del suelo que es blando. Para calcular la atenuación del suelo en cualquier banda de octava, se emplea la Tabla 6, según la siguiente ecuación, teniendo en cuenta que A_m solo se calcula si $r > 30 (h_s+h_r)$:

$$A_{\text{suelo}} = A_s + A_r + A_m \quad [14]$$

Ángulos de rozamientos grandes:

Para ángulos de rozamientos superiores a 30° , que suelen presentar habitualmente en distancias cortas, los suelos blandos y muy blandos se convierten en buenos reflectores del sonido; se debe obtener A_{suelo} mediante la Tabla 6.

Tabla 6:*Expresiones empleadas en el cálculo de la atenuación del suelo (Asuelo)*

Frecuencia de banda de octava, Hz	As o Ar, dB					Am, dB
63	-1,50					-3e
125	(a*G)-1,50					-3E(1-G)
250	(b*G)-1,50					-3E(1-G)
500	(c*G)-1,50					-3E(1-G)
1 000	(d*G)-1,50					-3E(1-G)
2 000	(1°G)-1,50					-3E(1-G)
4 000	(1°G)-1,50					-3E(1-G)
8 000	(1°G)-1,50					-3E(1-G)
Altura de la fuente o el receptor, en metros						
Distancia, en metros						
	0,5	1,5	3,0	6,0	>10,0	
Factor a						
50	1,70	2,00	2,70	3,20	1,60	
100	1,90	2,20	3,20	3,80	1,60	
200	2,30	2,70	3,60	4,10	1,60	
500	4,60	4,50	4,60	4,30	1,60	
>1 000	7,00	6,60	5,70	4,40	1,70	
Factor b						
50	6,80	5,90	3,90	1,70	1,50	
100	8,80	7,60	4,80	1,80	1,50	
>200	9,80	8,40	5,30	1,80	1,50	
Factor c						
50	9,40	4,60	1,60	1,50	1,50	
100	12,30	5,80	1,70	1,50	1,50	
>200	13,80	6,50	1,70	1,50	1,50	
Factor d						
50	4,00	1,90	1,50	1,50	1,50	
>100	5,00	2,10	1,50	1,50	1,50	

NOTA: En bandas de octava, en dB, para distancias largas. G es el factor de suelo, H es la altura y r es la distancia entre la fuente y el receptor. Los subíndices s, r y m indican zonas de fuente, receptor y media, respectivamente. El factor e es igual a $\{1 - [30(hs+hr)/r]\}$.

Fuente: Harris, "Manual de Medidas acústicas y Control de Ruido", 1995

D).Otros tipos de atenuación; (Amisc).

El término Amisc de la Ecuación [10] cubre las contribuciones a la atenuación de los efectos que no se incluyen en los métodos generales para calcular Adiv, Aaire, Asuelo, descritos anteriormente. Estas contribuciones son Arefl, el efecto de la reflexión de las paredes de los

edificios o de superficies verticales próximas; A_{veget} , la atenuación cuando el sonido se propaga a través de la vegetación; A_{casa} , la atenuación cuando el sonido se propaga a través de áreas de casas. (Leighton, 2002).

-Atenuación debida a la reflexión; (A_{refl}).

La energía que llega al receptor debida a la reflexión sobre una superficie más o menos vertical, como la pared exterior de un edificio, aumenta la energía sonora que va directamente de la fuente al receptor. Para este caso, la atenuación debida a la reflexión puede evaluarse de la misma manera que el valor para A_{suelo} descrito anteriormente, considerando el plano (P), de la Figura 5, la superficie exterior de un muro. Esta superficie suele ser acústicamente dura y el valor de A_{refl} puede obtenerse a partir de la Tabla 5 para suelo duro, de acuerdo con la diferencia en longitud de recorrido entre, el rayo directo (r_d) de la fuente (S) al receptor (R), y el rayo reflejado (r_r). (Leighton, 2002).

-Atenuación debida a la vegetación; (A_{veget}).

Árboles y arbustos no son buenas barreras contra el ruido, ya que como pantalla aportan muy poca atenuación. Al mantener el suelo poroso, sus raíces sí aportan cierta atenuación por el efecto suelo. Por tanto, la principal contribución de la vegetación no es una atenuación de barrera, sino una atenuación de suelo, que es inherente al cálculo de A_{suelo} . Para que los árboles y arbustos sean efectivos en la contención del ruido en un área abierta de trabajo, o en la reducción del mismo en las áreas residenciales, deben formar barreras de gran profundidad y alta densidad de follaje, como para obstruir completamente la visión, produciendo una atenuación adicional debida a la propagación a través de ella. No debe

tenerse en cuenta una longitud de propagación superior a 200 metros a través de la vegetación. (Leighton, 2002).

Se presenta en la Tabla 7 para las frecuencias de cada banda de octava.

Tabla 7:

Atenuación debida a la propagación a través de la vegetación.

	Frecuencia central de banda de octava, Hz						
	31,50	63	500	1000	2000	4000	6000
Aveget, dB/m	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,08	0,12

Fuente: Harris "Manual de Medidas Acústicas y Control de Ruido", 1995

-Atenuación en zonas edificadas; (Acasa).

Considere la propagación del sonido a través de una zona edificada con casas individuales. El siguiente método de cálculo permite variar la densidad de edificaciones incluyendo áreas urbanas y suburbanas. (Leighton, 2002).

Un valor de atenuación Acasa debido a la presencia de edificaciones se calcula en primer lugar a partir de:

$$Acasa = 0,1 Bsb \quad [15]$$

Donde:

sb = es la longitud del camino acústico a través de la zona de viviendas.

B = la densidad de edificación a lo largo de la misma, que viene dada por:

área total del suelo

$B = \text{área total de suelos con casa} / \text{área total del suelo}$

Este valor de Acasa es independiente de la frecuencia. La atenuación debida al suelo sin casa, Asuelo, se calcula entonces a partir de la

Ecuación [11]. Se comparan los valores calculados para Acasa y Asuelo y el menor se iguala a cero.

El otro valor se inserta en la Ecuación [8].

-Atenuación por follaje

El follaje de los árboles y arbustos provocan una pequeña atenuación, pero sólo si es lo suficientemente denso para bloquear completamente la vista a lo largo de la vía de propagación. La atenuación a causa de la vegetación cerca de la fuente, o cerca del receptor, o ambos, se ilustra en la Figura 7 La atenuación a causa del follaje se incrementa linealmente con la distancia de propagación acumulada “d” a través del follaje. Se muestra el efecto de atenuación del follaje en la Tabla 8. (Leighton, 2002).



Figura 7: Atenuación debido a la propagación a través del follaje.

Fuente: Falch, “Guía Ambiental para el Manejo de Ruido”, 1997

Tabla 8:

Atenuación del ruido debido a la propagación a una distancia “d” a través de un follaje denso.

Distancia de Propagación “d”, metros	Banda de Octava, Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$10 \leq d \leq 20$	Atenuación, dB							
	0	0	1	1	1	1	2	3
$20 < d \leq 200$	Atenuación, dB/m							
	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.09	0.12

Fuente: Harris “Manual de Medidas Acústicas y Control de Ruido”, 1995

Efectos del viento y la temperatura

La propagación del sonido cerca del suelo para distancias horizontales inferiores a 30 metros es esencialmente independiente de las condiciones atmosféricas; en este caso la atmósfera puede considerarse homogénea y los rayos sonoros aproximadamente como líneas rectas. Las condiciones atmosféricas suelen ser un factor fundamental para distancias mayores. (Leighton, 2002).

Ya que el aire es viscoso, la velocidad del viento a nivel del suelo es cero. Por encima del suelo la velocidad del viento se incrementa con la altura hasta que la velocidad de la masa principal de aire es alcanzada. Esta región de variación de la velocidad del viento puede ser de muchos cientos de metros de espesor y afecta las mediciones hechas de la mayor parte de las fuentes de ruido. El efecto es que la dirección de la onda del sonido se cambia mientras la onda viaja a través de la capa del aire con diferentes velocidades del viento. La dirección de propagación es refractada. A favor del viento el efecto de refracción hace girar las ondas de sonido hacia el piso y el nivel de sonido puede incrementarse comparado con la situación de efectos sin refracción. En contra del viento el efecto de refracción es opuesto, y puede formarse una región de sombra con intensidad de sonido reducido. (Leighton, 2002).

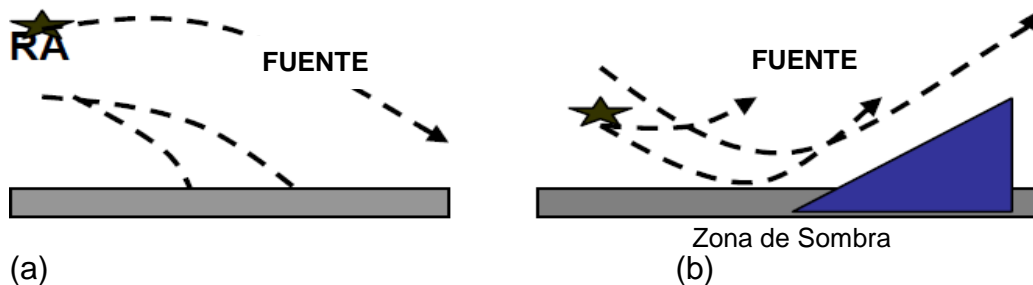


Figura 8: Refracción del sonido (a) cuando la propagación es con el viento descendente o bajo condiciones de inversión y (b) cuando la propagación es con el viento ascendente o bajo condiciones de gradiente de temperatura.

Fuente: Harris, "Manual de Medidas Acústicas y Control"

La humedad relativa y la temperatura ambiental tienen un efecto sustancial sobre la atenuación de frecuencias altas a grandes distancias debido a la absorción del aire. Sin embargo, el factor principal es el de la refracción producida por los gradientes del viento y la temperatura. (Leighton, 2002).

Durante el día, la temperatura del aire desciende regularmente al aumentar la altura por encima del suelo, condición denominada gradiente de temperatura. Por lo contrario, durante la noche, la temperatura suele disminuir al descender la altura, y la gradiente de la temperatura cerca del suelo es positiva, por ejemplo: la temperatura se incrementa con la altura. Esta situación se llama inversión térmica y conduce a efectos opuestos a aquellos descritos anteriormente, los rayos que aparecen en la Figura 8 muestran la dirección de propagación del sonido en presencia de gradientes verticales de viento y temperatura.

El sonido se refracta hacia abajo (Figura 8a), cuando la propagación es con el viento descendente, o durante las inversiones de temperatura, siendo esta condición favorable a la propagación. El sonido se refracta hacia arriba (Figura 8b), cuando la propagación es con viento ascendente, o en condiciones de gradiente de temperatura. Este tipo de propagación suele producir una zona de sombra cerca del suelo, dando como resultado una atenuación adicional que habitualmente alcanza 20 dB o más. (Leighton, 2002).

Cálculo de niveles.

Dado que el nivel sonoro con ponderación A en un receptor exterior varía con el tiempo, la medida estándar del ruido ambiental suele ser su media, el nivel de ruido continuo equivalente L_{eq} , que se especifica a lo largo de un periodo (T). A continuación se describe el procedimiento para calcular el valor de L_{eq} producido por una fuente puntual de sonido en un receptor exterior situado a una distancia (r), a partir de las medidas acústicas disponibles próximas a la fuente. (Leighton, 2002).

A). Método general.

En primer lugar, se calculan los valores de atenuación de los distintos mecanismos (A_{div} , A_{aire} , etc.) para cada banda de octava de sonido, determinando con esto la atenuación total, A_{total} , para la banda de octava utilizando la Ecuación [10]. A continuación se calcula el nivel sonoro de banda de octava L_p en el receptor, promediado para el tiempo (T), usando la siguiente fórmula: (Leighton, 2002).

$$L_p = L_w + A_{total} \quad [16]$$

Donde:

L_w = es el nivel de potencia sonora efectivo de la fuente puntual en esa banda de octava.

La evaluación de L_w en la Ecuación [16], en términos de medidas acústicas próximas a la fuente, viene dada continuación en “Especificaciones de la Fuente”. El procedimiento anterior se repite entonces para todas las bandas de octava con contribución apreciable al nivel sonoro medio L_{eq} con ponderación A en el receptor. Por último, se obtiene el valor L_{eq} en el receptor mediante la combinación de estas contribuciones. (Leighton, 2002).

Limitaciones del uso del método general:

Para distancias (r) inferiores a 100 metros (donde la propagación es independiente de las condiciones atmosféricas), el cálculo servirá para un L_{eq} con prácticamente cualquier valor de promedio temporal (T), que puede elegirse debido a otras consideraciones, como la variación en la emisión de la fuente, sin embargo, para distancias superiores a 100 metros (donde el nivel sonoro depende de las condiciones atmosféricas), las predicciones se restringen a: (1) condiciones favorables a la propagación y (2) un promedio temporal de aproximadamente una (1) hora. (Leighton, 2002).

B). Método directo.

Cuando surgen situaciones en las que sólo los términos de atenuación independientes de la frecuencia son relevante (como A_{div} , A_{suelo} y

Acasa), es posible calcular el nivel sonoro con ponderación A directamente y mucho más fácilmente, mediante una secuencia única de cálculos del tipo descrito anteriormente en el método general, en lugar de la secuencia múltiple usando los niveles de banda de octava. La Ecuación [16] todavía puede usarse para este campo, pero con los términos reinterpretados de la siguiente manera: A_{total} es la atenuación independiente de la frecuencia obtenida a partir de la Ecuación [10]; L_w se convierte en el nivel de potencia sonora efectiva con ponderación A de la fuente; L_{eq} , el nivel sonoro medio con ponderación A, reemplaza al nivel medio de banda de octava en estos cálculos. Las limitaciones en el uso de este método incluyen las nombradas anteriormente para el método general. Para la estimación, con menor precisión, mediante este método, es posible aproximar un término de atenuación dependiente de la frecuencia mediante el valor para la banda de octava dominante. (Leighton, 2002).

C). Niveles medios en períodos largos

Para predicciones más usuales, resulta válido, en el peor de los casos, el nivel sonoro continuo equivalente para una (1) hora, L_{1h} , calculado para condiciones meteorológicas favorables a la propagación. Sin embargo, también puede ser necesaria una media a largo plazo, un valor L_{eq} para un período de tiempo que va de un mes a un año. Estos períodos incluyen gran variedad de condiciones meteorológicas, algunas de las cuales son menos favorables a la propagación. Para distancias superiores a 100 metros, no es posible predecir directamente los niveles para otras condiciones meteorológicas con una precisión comparable. Sin embargo, puede estimarse un nivel medio a largo plazo de la siguiente manera. (Leighton, 2002).

Para distancias de propagación (r) inferiores a 100 metros, el nivel medio a largo plazo es el mismo que el nivel para el peor de los casos, L_{1h} , calculado como se describió anteriormente, ya que aquí la propagación es independiente de las condiciones atmosféricas. A medida que la distancia (r) aumenta por encima de 100 metros también aumenta gradualmente la cantidad en que el nivel medio a largo plazo es menor que el nivel para el peor caso, desde cero hasta un valor que la experiencia indica que no supera los 5 dB. El valor de este pequeño término de corrección depende de las condiciones meteorológicas locales. (Leighton, 2002).

D). Especificación de la fuente

Nivel de potencia sonora (L_w)

Una fuente puntual no direccional es aquella que, en ausencia de superficies reflectantes, irradia sonido uniformemente y radialmente en todas direcciones. Para esta fuente, L_w en la Ecuación [16] representa el valor verdadero de potencia sonora de banda de octava, con unidades de decibelios relativas a 1 pW (10-12 vatios) y su valor está relacionado con el nivel de presión sonora de banda de octava L_p , medido a una distancia (r) en campo libre. (Leighton, 2002).

Una fuente puntual direccional, por otra parte, es la que irradia sonidos radialmente en todas direcciones, pero no irradia el sonido igualmente para todas direcciones. Para una fuente puntual direccional, el término L_w en la ecuación [16] es el nivel de potencia sonora de la fuente que es efectivo para irradiar sonido (en la banda de octava), en la dirección de propagación de la fuente al receptor. Su valor está por tanto relacionado con las medidas de los niveles de presión sonora de banda

de octava en campo libre, pero sólo si se realizan en la dirección de propagación deseada de la fuente al receptor. (Leighton, 2002).

Representación de las fuentes reales

En la práctica, hay tres métodos fundamentales para obtener un valor del nivel de potencia sonora efectiva L_w de una fuente de ruido, los cuales son: 1. puede especificarse por el fabricante; 2. puede calcularse rigurosamente a partir de un conjunto de medidas de nivel de presión sonora para una variedad de fuentes de sonido en situaciones prácticas utilizando varios métodos estandarizados; 3. también puede deducirse de una medida única del nivel de presión sonora, donde el camino de propagación entre la fuente y el receptor es la dirección deseada, pero no en campo libre. (Leighton, 2002).

E). Propagación alejada del suelo.

Para distancias cortas ($r < 100$ metros), las únicas contribuciones significativas a la atenuación total en la Ecuación [10], A_{total} , es la divergencia geométrica (A_{div}), que es independiente de la frecuencia. La atenuación por la absorción del aire (A_{aire}), sin embargo, aumenta al aumentar la distancia y lo hace rápidamente al aumentar la frecuencia. Para distancias largas, por lo tanto, la contribución de A_{aire} ha de añadirse al A_{div} en cada banda de octava. (Leighton, 2002).

F). Propagación cerca del suelo en áreas abiertas.

Distancias cortas ($r < 100$ metros).

La refracción es insignificante para distancias cortas, de manera que se puede asumir que el sonido se transmite en líneas rectas, como lo muestra la Figura 5, y la atenuación del suelo A_{suelo} puede calcularse

utilizando la Tabla 6, la atenuación debida a la absorción del aire A_{aire} también puede eliminarse, en la mayoría de los casos, para todas las frecuencias. Por lo tanto, la propagación del sonido es independiente de las condiciones atmosféricas y el cálculo de los niveles mediante las Ecuaciones (10) y (16) se mantienen para cualquier promedio temporal (T). Para la propagación en un área abierta $A_{misc} = 0$ y la Ecuación [10] se reduce en este caso a $A_{total} = A_{div} + A_{suelo}$. (Leighton, 2002).

Distancias largas.

En distancias largas, los efectos de la refracción se hacen más importantes y la atenuación del suelo A_{suelo} sólo puede calcularse satisfactoriamente para condiciones atmosféricas favorables a la propagación, utilizando la Tabla 6. La atenuación debida a la absorción del aire A_{aire} también ha de calcularse usando la Ecuación [12] y la Tabla 4. El cálculo de los niveles en este caso, mediante las Ecuaciones [10] y [16], está restringido a un tiempo medio de aproximadamente una (1) hora. Dado que la propagación es un área abierta, $A_{misc} = 0$ y, por lo tanto, la Ecuación [10] se reduce en este caso a $A_{total} = A_{div} + A_{aire} + A_{suelo}$. (Leighton, 2002).

Pérdida por inserción de barreras; ($IL_{barrera}$).

Una barrera contra el sonido es cualquier obstáculo sólido relativamente opaco al sonido que bloquea al receptor la línea de visión de la fuente sonora; estas pueden instalarse específicamente para reducir el ruido o pueden producirse por otras razones como edificios, etc. La medida habitual de la eficacia acústica de una barrera es la pérdida por inserción. La pérdida por inserción de una barrera para una banda de octava, en un punto determinado, es la diferencia entre los niveles de presión sonora de

la banda (medidos en ese punto) antes y después de la construcción de la barrera: (Leighton, 2002).

$$IL_{barrera} = L_p(\text{antes}) + L_p(\text{después}) \text{ [dB]} \quad [17]$$

La pérdida de inserción de una barrera varía dependiendo de distintos parámetros, sobre todo la frecuencia del sonido (las frecuencias altas son más atenuantes). (Leighton, 2002).

Barreras delgadas:

Una barrera delgada es la que atenúa el sonido mediante una difracción única (Figura 9). Para calcular la pérdida de inserción para un sonido con longitud de onda λ , se determina en primer lugar el número Fresnel (N) mediante:

$$N = (2 / \lambda) [d_1 + d_2 + d] \quad [18]$$

Donde: d_1 , d_2 y d son las distancias que muestran la Figura 9. Cuando el borde de la barrera toca la línea de visión entre la fuente y el receptor, o está debajo de ella, el valor de (N) es cero. Cuando más se extiende la barrera por encima de la línea de visión, mayor es el valor de (N). Entonces, se calcula la pérdida por inserción $IL_{barrera}$ para este valor (N) a partir de: (Leighton, 2002).

$$IL_{barrera} = \text{Log} [3 + 10 NK] - A_{\text{suelo}} \text{ [dB]} \quad [19]$$

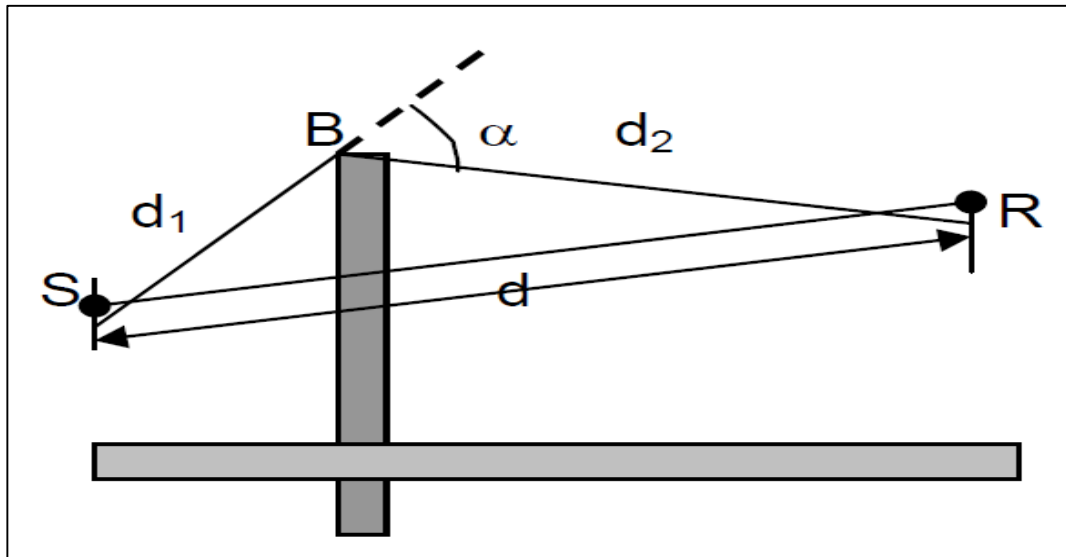


Figura 9: Distancias fundamentales del método para calcular la pérdida (a) por inserción de una barrera delgada.

Fuente: Harris, "Manual de Medidas Acústicas y Control"

El término A_{suelo} de la Ecuación [19] es la atenuación aportada por el suelo antes de que insertara la barrera. El primer término es la atenuación que aporta la barrera más cualquier otra atenuación todavía eficaz en la vía de propagación, resultado de los efectos del suelo y atmosféricos después de la instalación. K , es el factor de corrección para los efectos atmosféricos, para distancias entre la fuente y el receptor inferiores a 100 metros, $K = 1$, lo cual significa que los efectos atmosféricos pueden ignorarse. Los valores negativos de la Ecuación [19] se igualan a cero. (Leighton, 2002).

En cuanto a los efectos del viento y la temperatura, los rayos curvados ascendentes, no reducen el rendimiento acústico de la barrera; sin embargo, los rayos curvados descendentes reducen la pérdida por inserción de la barrera. Para una distancia (r) entre la fuente y el receptor

inferior a 100 metros, la reducción suele ser insignificante; en este caso, el cálculo puede realizarse igualando K a 1 en la Ecuación [19], para una precisión de 1 dB. Para distancias superiores a 100 metros, la influencia de las condiciones meteorológicas frecuentemente se traduce en valores muy bajos de pérdida de inserción. A distancias intermedias (100 metros $< r < 300$ metros), la reducción aumenta gradualmente al aumentar la distancia (r). Dentro de este rango, la pérdida por inserción de una barrera delgada puede calcularse para condiciones atmosféricas favorables a la propagación, usando la Ecuación [19], con el factor K de corrección atmosférica obtenido mediante: (Leighton, 2002).

$$K = \left[-0,0005 \sqrt{\frac{d_1 d_2 d}{N \gamma}} \right] \quad [20]$$

Donde los parámetros d_1 , d_2 , d y N tienen el mismo significado que la Figura 8 y la Ecuación [18]. Este cálculo aporta el valor para el peor caso de pérdida por inserción de una barrera delgada. (Leighton, 2002).

Barreras gruesas

Una barrera gruesa es la que atenúa el sonido mediante difracción doble (Figura 10). Si el grosor de la barrera (t), es mayor a 3 metros, se considera que la barrera es gruesa para los componentes de sonido de todas las frecuencias. Si el grosor de la barrera (t) es inferior a 3 metros, la barrera se considera gruesa para los componentes cuya longitud de onda sea inferior a $t/5$. Si no cumple con estas condiciones, la barrera se considera delgada. En el caso de una barrera gruesa, el número (N) Fresnel se calcula en primer lugar a partir de: (Leighton, 2002).

$$N = (2 + \lambda) [d_1 + t + d_2 - d] \quad [21]$$

Donde d_1 , d_2 , d , y t son las distancias que muestran la Figura 10 La pérdida por inserción de la barrera puede calcularse a partir de:

$$IL_{barrera} = 10 \log [3 + 30NK] - A \quad [22]$$

Donde K es el factor de corrección atmosférica de la Ecuación [20], pero con el grosor (t) que se añade a la menor de las dos distancias (d_1 o d_2) en la ecuación. Para distancias de propagación inferiores a 100 metros, $K = 1$, los valores negativos de la barrera se igualan a cero. (Leighton, 2002).

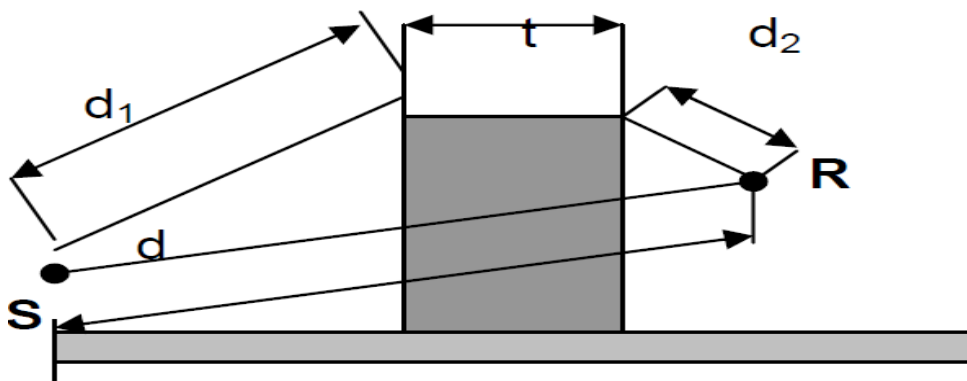


Figura 10: Distancias fundamentales del método para calcular la pérdida (b) por inserción $IL_{barrera}$ de una barrera gruesa.

Fuente: Harris, "Manual de Medidas Acústicas y Control"

2.1.8. Ruido del tráfico urbano.

Los vehículos automotores en funcionamiento producen ruidos en sus distintas partes, los cuales están en función por lo general de la velocidad o del porcentaje de potencia que se encuentre dando al motor (acelerando), además de condiciones de otro tipo (climático, interacción con el entorno, interacción con otros vehículos, desgaste), las mediciones que se han realizado no solamente resumen el sonido global de un vehículo sino de la suma de los mismos en circulación en el momento además de otros sonidos que existen, de los cuales como ya se indicó el tráfico representa el 75 %.

Ruido de motores.

Los motores que actualmente energizan los vehículos que circulan por las calles de Tacna son del tipo de combustión interna, que utilizan la energía química de los combustibles, cuando dicha combustión se produce dentro de un recinto cerrado se denominan motores de combustión interna, normalmente utilizados en automóviles. También existen motores de combustión externa, en los cuales la combustión se realiza en una caldera; fueron la planta de energía de las locomotoras en su fase inicial.

El combustible que alimenta los motores puede ser de tipo fósil o biológico, los primeros son actualmente o las gasolinas y los petróleos diesel, o el gas; los segundos son el alcohol de origen vegetal.

Los motores que se utilizan son de 4 o 2 tiempos del tipo denominado ciclo Otto, (cuyo nombre proviene del técnico alemán que lo desarrolló, Nikolaus August Otto), también se lo conoce como motor de ciclo Beau de Rochas (debido al inventor francés que lo patentó en 1862), diseñado para la gasolina pero que funciona también a gas, y en el caso de los motores Diesel (llamados así en honor del ingeniero alemán nacido en Francia Rudolf Diesel) y que pueden ser de 2 o 4 tiempos, usan un combustible específico; existen también del tipo rotativo o Wankel y otros como de turbina que no se utilizan en el país, y los eléctricos.

La incidencia en la contaminación sonora guarda relación con el tipo de motor, los motores de automóvil energizados por gasolina, en sus nuevos diseños son cada vez más silenciosos, a diferencia de los motores diesel los cuales por el autoencendido que es su forma de combustionar tienen mayores niveles de sonoridad, también la antigüedad de los motores influye por la misma razón; los wankel que no son de tipo recíproco tienen baja sonoridad y los eléctricos, en fase avanzada de producción, prácticamente no emiten ruidos.

Se han realizado mediciones de los niveles sonoros de automóviles y vehículos de transporte público que respaldan estas afirmaciones, el motor de un automóvil moderno funcionando normalmente tiene una sonoridad de 72 dBA, mientras que un autobús con más de 10 años de antigüedad llega a 92 dBA o más.

Los sonidos se producen en la cámara de combustión al explosionar la mezcla regulada de aire y gasolina (inicialmente se producía en el carburador, hoy predomina la inyección directa de

combustible a la cámara), en el caso de los motores diesel es más bien una combustión regulada, inyectada.

Además, con excepción de los motores wankel, existen pistones que se conectan con bielas, las cuales transfieren la fuerza motriz al eje cigüeñal, todas estas piezas que interactúan en condiciones muy esforzadas producen sonido en los motores nuevos o reparados, pero al producirse huelgos por desgaste, el sonido se incrementa.

Debido a que la mayoría de motores tiene refrigeración por medio de agua las cámaras se encuentran rodeadas de este elemento que amortigua el sonido, no ocurre así en las motocicletas las cuales se refrigeran al paso de aire por aletas, que amplifican el sonido.

Como complemento de la refrigeración se utilizan bombas que mueven el agua, las cuales generan sonido pero el más significativo es el de las hélices que hacen pasar aire forzado por el radiador; la hélice giratoria puede producir sonidos por tres mecanismos diferentes: el primero consiste en las vibraciones flectoras de la aspa de la hélice, y su contribución práctica al ruido total de una hélice no es importante, la segunda y más importante contribución es la del ruido de la rotación de la hélice, producida por el campo de presión que rodea a cada aspa, como consecuencia de su movimiento, y que gira junto a ella. El tercer mecanismo de generación de ruido en una hélice giratoria es el contribuido por los remolinos en la estela que dejan las aspas de la hélice en su rotación; en los motores modernos estas hélices sólo funcionan a determinada temperatura del motor, en los antiguos lo hacen en forma permanente, el nivel sonoro llega a 82 dBA.

Ruido de gases de escape

El ruido producido por los motores alternativos se origina por la expulsión periódica de los gases calientes de la combustión a través del conducto de escape, se aprecia incluso utilizando silenciadores muy efectivos para el ruido de escape, los escapes de motores alternativos como todos los que impulsan vehículos en el Perú son lo más ruidosos, los motores eléctricos no producen este sonido.

En un automóvil moderno el sonido de los gases de escape se encuentran en el nivel de 72 dBA, a carga normal en la ciudad, a carga plena en carretera llegan a 120 dBA.

Como se ha indicado existen prácticas inadecuadas consistentes en anular determinados elementos reductores de contaminación del aire y de sonido, en la idea de lograr economía de combustible, el resultado en muchos casos es que en muchos vehículos con más de 10 años de antigüedad los tubos de escape no tienen ningún control de sonido (escape libre), un autobús en ciudad en aceleración emite por los tubos de escape entre 85 y 92 dBA; también esta práctica se observa en vehículos cuyo sistema es manipulado únicamente para producir más ruido, como los autos de competición este aspecto es el más significativo.

Ruido de fricción de las llantas

Las llantas de los vehículos terrestres al cambiar de forma y diámetro en contacto con los pavimentos fricciona contra ellos, y genera un sonido de "siseo" el cual se incrementa con la velocidad, en las avenidas de alta velocidad este sonido se hace gravitante, especialmente si carece de

servicio público o vehículos pesados, es un sonido característico en las carreteras.

Las causas de este sonido son la deformación de la llanta al recibir el peso del vehículo en contacto con el pavimento, y la “convergencia – divergencia” de las llantas que controlan la dirección.

Los fabricantes de llantas se encuentran desarrollando unidades que sean compatibles con los actuales requerimientos ecológicos, que deben ser desarrolladas en conjunto con nuevos parámetros para la carrocería pues influyen en aspectos como la suspensión; un ejemplo son los modelos de aros de mayor diámetro y menor espesor de llanta, los cuales funcionan a mayor presión, con menores deformaciones, el objetivo es primordialmente reducir la resistencia al avance, para economizar combustible.

El objetivo de la convergencia/divergencia es mantener las llantas que controlan la dirección en líneas paralelas una con la otra cuando ruedan, ayuda a controlar el vehículo y a prolongar la vida de las llantas. Los ajustes del caster y camber y otras fuerzas en el manejo tienden a dirigir las llantas hacia afuera cuando el vehículo está en movimiento, la consecuencia es que al no rodar perfectamente paralelas ambas se produce un ligero arrastre lateral de las llantas, que produce fricción, casi ningún vehículo carece de este defecto pues la posición final del ángulo de convergencia o divergencia, dependerá del grado de desgaste de los componentes y la velocidad.

Si bien originalmente el objetivo de estos estudios es reducir la resistencia al avance con fines de economía de combustible, colateralmente se reduce el desgaste de motor y llantas, así como las emisiones de gases y ruidos, todos ellos relacionados. Un automóvil circulando a 90 km/hora, con el motor apagado, emite 80 dBA de sonido.

Ruido de las bocinas

En el Perú el uso de las bocinas no está permitido, El artículo 98 del Reglamento Nacional de Tránsito dice que solo se debe usar la bocina para evitar situaciones peligrosas y no para llamar la atención de forma innecesaria; debe tenerse en cuenta su carácter “impulsivo”, por ser sorprendidos causan mayor daño especialmente al aspecto síquico.

A pesar de dicha prohibición el uso de la bocina es el hábito más usual entre los conductores, el del que se hace mayor abuso y el menos sancionado.

Una bocina de automóvil genera 95 dBA de nivel acústico, las bocinas de aire comprimido de los vehículos mayores son aún más potentes, pero su circulación por las áreas urbanas está restringida; algunos del servicio público han adoptado otra costumbre nociva al reemplazar las bocinas originales por las de alarmas, más sonoras.

Ruidos derivados o indirectos

A). Ruidos producidos por los voceadores

Otra mala práctica del tráfico urbano es que los cobradores de las unidades de tráfico masivo, en las esquinas hacen el papel de voceadores

o “jaladores” (denominación coloquial); hábito poco útil y en general sólo contribuyen a incrementar el ruido, estos gritos llegan al nivel de 80 dB.

B). Ruidos producidos por los policías.

La presencia del tráfico automotor tiene regulaciones y para hacerlas cumplir se precisa que la policía haga acto de presencia, por lo general, el principal aportante a la contaminación son los pitazos, según manifestación de un policía tienen recomendaciones al respecto.

En las encuestas realizadas también se consideró a policías, se debe considerar que los efectos de los sonidos que causa el tráfico automotor tienen como primeras víctimas a los policías.

La medición del nivel sonido de un silbato de policía se encuentra entre 110 y 120 dB.

C). Otros ruidos

Si bien el tema de la tesis se refiere exclusivamente a efectos de los ruidos del tráfico, en las mediciones efectuadas es imposible separar cada una de las fuentes, que se han enumerado en los párrafos precedentes; existen otras fuentes que no son del tráfico mismo pero se relacionan con el nivel comercial de las zonas, los cuales son muy variados.

Entre ellos están el de las alarmas de automóviles, que por accionarse en vehículos estacionados no son de tránsito, incluso no se presentan en ninguna esquina de tráfico intenso debido a restricciones de estacionamiento; se realizó mediciones en la Av. San Martín, atípicamente a mediados de una cuadra, con fines de comparación; allí se verificó que los picos de sonoridad provienen de las alarmas mal

reguladas que se accionan cada vez que transita un vehículo con sonido fuerte (por lo general proveniente de los gases de escape).

Las alarmas tienen niveles sonoros entre 97 y 110 dbA.

También resultan integrados a las mediciones otros sonidos como de música en locales comerciales, vendedores ambulantes, obras en construcción, eventualmente sirenas de ambulancias y bomberos.

2.1.9. Efectos de la exposición al ruido.

2.1.9.1 Efectos fisiológicos.

Las consecuencias del ruido sobre la salud humana no han sido investigadas científicamente con especial rigor, salvo en lo referente al sistema auditivo, en el que produce pérdidas temporales o permanentes de sensibilidad.

Existe documentación sobre las molestias de los ruidos en las ciudades desde la cultura romana, pero es a partir del siglo XIX, como consecuencia de la Revolución Industrial, del desarrollo de nuevos medios de transporte y del crecimiento de las ciudades cuando comienza a aparecer realmente el problema de la contaminación acústica urbana. Las causas fundamentales son, entre otras, el aumento espectacular del parque automovilístico en los últimos años y el hecho particular de que las ciudades no habían sido concebidas para soportar los medios de transporte, con calles angostas y firmes poco adecuados. (Sagan C., 1983).

El oído es el primero en acusar el impacto de los ruidos excesivos, pero también afectan a otros órganos o sistemas; así el ruido excesivo o

molesto genera reacciones fisiológicas. Sin embargo, como en la mayoría de los casos no es posible superar la situación agresiva, los efectos se vuelven contra los afectados: mal humor, contrariedad, insomnio, estrés. (Leighton, 2002).

El umbral de audición está en 0 dB (mínima intensidad del estímulo) y el umbral de dolor está en 120 dB. En la ciudad, los niveles de ruido oscilan entre 35 y 85 dBA, estableciéndose que entre 60 a 65 dBA se ubica el umbral del ruido diurno que comienza a ser molesto. Según estudios recientes, por debajo de 56 dBA no se perciben molestias, las cuales aparecen para un 10 por 100 de la población cuando se alcanzan los 55 dBA y todos las tienen por encima de los 85 dBA. (Leighton, 2002).

La correlación entre los sonidos y la forma como nos afecta lo describe Vivas, P. de la siguiente manera: “el ruido es definido como todo sonido no deseado. Aquello que distingue un sonido de un ruido no son sus características físicas, sino el resultado de la relación específica que, en un determinado momento, una persona mantiene con la variable, de esta manera, se puede entender el ruido como una emanación sonora (variable ambiental) no deseada (relación específica) por la persona. También así se puede entender que aquello que para una persona es ruido, para otra puede producir el efecto contrario. En otras palabras, el ruido es una percepción subjetiva de una variable ambiental determinada presentada en una situación determinada y en unos niveles de inmisión determinados”.

A). Efectos auditivos.

Déficit y hándicap o incapacidad auditiva.

La consecuencia más importante de la exposición al ruido es realmente una sordera parcial, ocasionando una incapacidad social. La definición de handicap adoptada por la Academia Americana de Otolaringología está de acuerdo con este punto de vista: “Es un déficit suficiente para afectar la eficiencia de las personas en su vida cotidiana”. La capacidad auditiva está valorada en términos de oír tonos puros, en particular los correspondientes a las frecuencias más importantes para la comprensión de la palabra (de 500 a 4000 Hz). (Leighton, 2002).

La pérdida de audición se mide por los niveles de umbral de audición, siendo éste el número de decibelios que debe incrementarse la intensidad sonora para ser oída, con relación a 0 dB de umbral de audición, que es el nivel sonoro que puede ser captado por un oído que presumiblemente no haya estado nunca afectado por algún agente perjudicial, a estas frecuencias.

El handicap está definido entonces en términos de número de decibelios para que los niveles de umbral de audición (HTL) sobrepasan el límite inferior de una fijada, aunque en cierto modo imprecisamente determinada, línea empírica que, en teoría, separa a los individuos que no presentan dificultad para entender una conversación, de aquellos que tienen “alguna” dificultad, según propia referencia. (Leighton, 2002).

Como variable ambiental, el sonido es captado por la personas mediante unos receptores sensoriales determinados, en este caso el oído. (Vivas, P. 2005)

La audición empieza cuando las ondas sonoras chocan contra el tímpano y lo hacen vibrar. La agitación del tímpano provoca que tres minúsculos huesos del oído medio, el martillo, el yunque y el estribo, se golpeen en secuencia y lleven las vibraciones al oído interno. El último de esos tres huesos, el estribo, está adherido a una membrana llamada ventana oval. Las vibraciones de la ventana oval, a su vez, son transmitidas al líquido dentro de una estructura con forma de caracol llamada cóclea. La cóclea está dividida a lo largo por una membrana basilar, la cual es rígida cerca de la ventana oval pero gradualmente se vuelve más flexible hacia su otro extremo, cuando el líquido en la cóclea empieza a moverse, la membrana basilar se tensa en respuesta. En la parte superior de la membrana basilar y moviéndose en sincronía con ella, se encuentra el órgano de Corti. Aquí las membranas de las ondas sonoras finalmente llegan a las células receptoras para el sentido de la audición: miles de minúsculas células pilosas que están alojadas en el órgano de Corti. Cada célula pilosa está cubierta por un haz de fibras. Estas fibras son empujadas y jaladas por las vibraciones de la membrana basilar. El encéfalo reúne la información de miles de estas células para percibir sonidos. (Morris y Maisto, 2005).

Diversos autores han demostrado que el sistema auditivo recibe daño definitivo con el sonido en exceso, así Morris C. y Maisto, A. indican: “Al igual que otros sentidos, la audición experimenta adaptación de modo que es capaz de funcionar de manera óptima en una amplia variedad de condiciones. Cuando los residentes de la ciudad van al campo, al principio quedan impresionados por lo silencioso que parece todo. Sin embargo, luego de uno o dos días, el campo empieza a parecer muy ruidoso; las aves pían, los insectos zumban, las hojas susurran, etc. La audición de

los visitantes, que estaba adaptada al ruido de la ciudad, se readapta al nivel relativamente bajo de sonido en el campo. Nuestro sentido de audición también se adapta al tono. Por ejemplo, si se tienen dificultades para escuchar la diferencia entre dos tonos, escuchar repetidamente sólo uno de ellos causará adaptación para ese tono, haciendo mucho más fácil detectar la diferencia entre ese tono y el otro. La exposición prolongada a sonidos fuertes como los que están presentes en los conciertos de rock, pueden producir pérdida permanente en la audición.” Como se ha visto, el sistema auditivo es muy sutil y complicado, por lo que los problemas de audición son relativamente comunes, se estima que 28 millones de norteamericanos padecen de sordera parcial o total. Las lesiones, infecciones, el tabaquismo, las explosiones y la exposición prolongada a ruidos fuertes dañan el oído, y, en ocasiones, generan sordera parcial o completa, cerca de 10 millones de estadounidenses tienen daños irreversibles en la audición por la exposición al ruido, y cada día unos 30 millones se exponen a niveles perjudiciales de ruido en el trabajo o el hogar. Los principales culpables son las barredoras de hojas, las sierras de cadena, las motos de nieve, los aeroplanos y los sistemas personales de estéreo.

Para la gente con daño irreversible se dispone de una serie de remedios. La nueva tecnología digital ha incrementado la precisión de los dispositivos auditivos, que simplemente amplifican el sonido, mejorando la perfección del habla y reduciendo el ruido de fondo. La cirugía resulta aún útil para la gente con pérdida auditiva y conductiva debido a un endurecimiento de las conexiones entre los huesos del oído medio.

Y Cardinal, D.P. (2007) describe los daños de que es sensible el sistema auditivo humano: En general, las pérdidas se producen por daños irreversibles de las células ciliadas que espontáneamente no se pueden regenerar. Estas lesiones de las células ciliadas conducen a las denominadas hipoacusias, (sorderas) neurosensoriales. Como consecuencia de sonidos muy intensos, como los generados por exposición a la contaminación acústica medioambiental, pueden producirse la destrucción de las células ciliadas o el daño de los esterocilios.

Resulta muy común escuchar a ciertas personas decir que el ruido “no les molesta” o que “ya me estoy acostumbrando”; estas frases son una señal que puede indicar un deterioro en la audición. Los daños se producen en el oído interno, donde se deterioran las terminaciones nerviosas de la cóclea o caracol ya que pierden su capacidad de generar estímulos nerviosos.

La exposición al ruido provoca una enfermedad profesional denominada hipoacusia. Esta enfermedad se caracteriza porque afecta a los dos oídos por igual y presenta un proceso irreversible, es decir, no hay forma de recuperar la capacidad auditiva perdida.

Para evaluar la capacidad auditiva del individuo se usa un examen que se conoce como audiometría, en el que se somete a la persona a sonidos de diferente frecuencia (graves, medios, agudos) y se determina si la capacidad auditiva es normal o no. (Chichilla, 2002).

Desplazamiento temporal de umbral de audición (TTS: Temporary Thershold Shift)

El desplazamiento temporal del umbral de audición consiste en una elevación del nivel de umbral producida por la presencia de un ruido, existiendo recuperación total al cabo de un período de tiempo, siempre que no se repita la exposición al ruido. El valor del TTS, tanto como la frecuencia en que se produce y el tiempo de recuperación del valor inicial son función del nivel, espectro del ruido y de la duración de la exposición al mismo. Suele producirse durante la primera hora de exposición al ruido y su amplitud depende del tipo de ruido. Los de frecuencias elevadas producen mayores desplazamientos que los de frecuencias bajas a igualdad de intensidad. (Leighton, 2002).

Desplazamiento permanente de umbral de audición (PTS: Permanent Thershold Shift)

El fenómeno del desplazamiento temporal del umbral de audición se va agravado por el paso del tiempo y la exposición al ruido. Cuando un individuo ha sido sometido a numerosos TTS y durante largos períodos de tiempo (varios años), la recuperación del umbral va siendo cada vez más lenta y parcial, al extremo de tornarse irreversible, situación que se denomina PTS. Se vincula directamente con la *Presbiacusia*. La sordera producida por el ruido se caracteriza por ser de percepción, bilateral y simétrica, lo que significa que afecta ambos oídos con idéntica intensidad. (Leighton, 2002).

Al exponerse el individuo a niveles intensos de ruido en periodos de tiempo apreciables, genera pérdidas de audición que inicialmente son

reversibles pero esta condición puede cambiar en periodos más prolongados.

Interferencia en la comunicación oral.

La palabra es el medio de comunicación más importante entre los seres humanos. Para que esta comunicación sea correcta, para que exista una perfecta inteligibilidad del mensaje, se requiere un buen funcionamiento del sistema de emisión (aparato fonador), del sistema de recepción (mecanismo de audición) y unas condiciones adecuadas en el medio de propagación. (Leighton, 2002).

La inteligibilidad de la comunicación se reduce por el ruido de fondo. El oído es únicamente un traductor, no discrimina entre fuentes de ruido. La separación e identificación de las fuentes sonoras ocurre en el cerebro. La voz humana produce sonido en el rango 100 a 6000 Hz, pero prácticamente toda la información verbal está contenida en la región de 300 a 3000 Hz. La banda de frecuencia para la inteligibilidad de la palabra (entender palabra y frases) está contenida entre 500 y 2500 Hz. Se cree que la interferencia en la comunicación oral durante las actividades laborales puede provocar accidentes causados por la incapacidad de oír llamadas de advertencia u otras indicaciones. Tanto en oficinas como en escuelas y hogares, la interferencia en la comunicación constituye una fuente importante de molestias, y puede enmascarar otras señales acústicas importantes para la vida cotidiana, tales como el timbre de la puerta o el teléfono, la alarma de relojes despertadores o contra incendios, otras señales de advertencia y la música. (Leighton, 2002).

Frecuentemente se cree que uno se va "habituando" al ruido. Esto es falso. Cuando nos creemos habituados al ruido, su impacto sobre el organismo sigue siendo el mismo. No nos damos cuenta que el ruido va matando nuestras células auditivas que son irrecuperables. Cuando ha desaparecido cierto número, se inicia el proceso hacia la sordera, que de temporal pasa a ser definitiva. (Leighton, 2002).

El riesgo se considera insignificante para LAeq, 8h, menores de 75-80 dB, por encima de este nivel el riesgo se incrementa con el aumento del nivel del sonido, sin embargo el incremento en el riesgo puede ser difícil de demostrar en seres humanos. Ya que el principio de energía igual puede ser adoptado, un criterio base de 80 dB LAeq, 8h, implica que el riesgo también será insignificante con 83 dB LAeq, 4h con 86 dB LAeq, 2h y con 89 dB LAeq, 1h. (A este respecto, debe considerarse que el Perú sí tiene regulaciones nacionales para el ruido. La evidencia indica que el incremento de riesgo existe cuando los niveles de sonido impulsivo alcanzan de 130 - 150 dB Lpeak, que es el Nivel pico de presión del sonido (dB), calculado a partir de la sobrepresión pico, (Pa); el efecto acumulativo se aprecia en la Tabla 9.

Tabla 9:*Riesgo de daño auditivo (%).*

LAeq (dB)	Años de exposición al ruido						
	2	5	10	20	30	40	45
Normal	1	2	3	7	14	32	50
85	1	3	6	13	22	42	57
90	3	7	12	23	32	54	65
95	4	10	20	35	45	61	72
100	5	14	31	49	58	74	82
105	8	20	45	65	77	87	91
110	10	28	58	85	91	95	95

Fuente: Falch, "Guía Ambiental para el Manejo de Ruido", 1997

B). Efectos no auditivos

Los daños a la salud por exposición al ruido no solamente tienen relación con el aparato auditivo, afectan a la mayoría de órganos o sistemas del cuerpo humano. Se ha comprobado que bastan 50 a 60 dB(A) para que existan enfermedades asociadas al estímulo sonoro. En presencia de ruido, el organismo adopta una postura defensiva y hace uso de sus mecanismos de protección. (Fraume, 2007).

Vivas, P. (2005) describe las relaciones con la psicología: estas alteraciones no siempre son permanentes. Con frecuencia, el organismo se activa para hacer frente a situaciones concretas y breves de stress ambiental. El modelo de Selye (1956) denominado síndrome de adaptación general (GAS) explica cómo exposiciones repetidas y prolongadas a estas situaciones pueden acabar con fases de resistencia más difíciles de negociar por el organismo, y se producen atrofas más severas o incluso permanentes del nervio acústico.

Este modelo de stress, básicamente centrado en correlatos fisiológicos, distingue tres fases o momentos propuestos en la Figura 11.

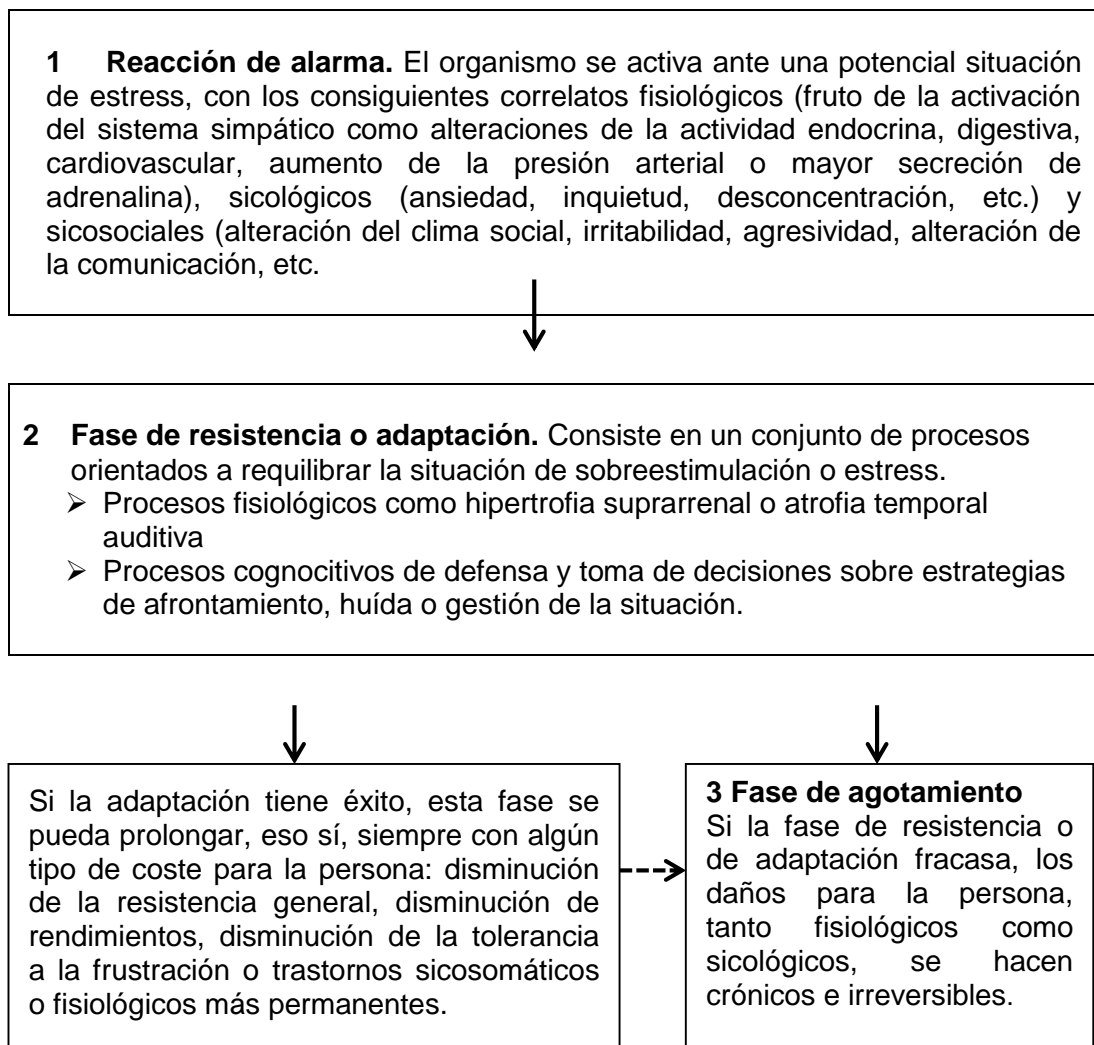


Figura 11: Fases del stress.

Fuente: Vivas, Ventanas a la ciudad; Observaciones sobre las Urbes Contemporáneas, 2005

Efectos sobre el sistema nervioso central.

Se han realizado estudios en encefalografía observándose que el ruido provoca modificaciones del ritmo alfa de las corrientes cerebrales y una reducción e incluso supresión de la relación con el estímulo luminoso. Las alteraciones del electroencefalograma se presentan con bastante regularidad durante la exposición a ruidos continuos del orden de 90 dB. Ruidos del orden de 130 dB modifican las corrientes cerebrales, asemejándose a la curva encontrada en estado agónico. Los vasos sanguíneos centrales muestran tendencias a espasmos y los periféricos a dilatación. Una exposición de 20 minutos a un ruido entre 95 y 105 dB dan lugar a alteraciones de algunos factores de riesgo cerebral. Como respuesta del ruido se ha encontrado un aumento de la presión del líquido cefalorraquídeo, sobre todo cuando se trata de ruidos inesperados. Altera la coordinación del sistema central. (Leighton, 2002).

Efectos sobre el sistema cardiovascular

Produce alteraciones en el ritmo cardíaco, aunque no hay acuerdo entre los distintos investigadores. Tal vez estas alteraciones se deban al efecto de alarma producido sobre el organismo. Los datos sobre alteraciones en el electrocardiograma no han sido verificados. Personas con alteraciones previas de circulación coronaria, pueden presentar después de una exposición a un ruido de 90 dB, de 10 minutos de duración, alteraciones en el electroencefalograma, semejantes a las presentadas después de realizar una prueba de esfuerzo. Se ha constatado en personas mayores de 40 años, con una larga exposición al ruido, un aumento significativo de morbilidad cardiovascular por infarto de miocardio. Diversos estudios epidemiológicos sugieren la posibilidad de que a las personas expuestas a ruidos entre 85 y 95 dB, se las debe colocar en una categoría 10 años

superior a la que les correspondería en la probabilidad de sufrir una afección coronaria. Todos estos trastornos que se producen en el corazón parece ser que son transitorios y desaparecen cuando cesa el ruido. Lehemann (1961) demostró estadísticamente que la exposición de una persona a un ruido de 115 dB provoca un aumento de la tensión arterial. El límite a partir del cual empiezan a encontrarse alteraciones de la presión arterial como respuesta al ruido se sitúa en torno a 95 dB. En un estudio realizado por Carpenter (1962) sobre el efecto sobre los vasos sanguíneos, se demostró que en trabajadores sometidos a ambientes ruidosos, presentaban trastornos circulatorios en las extremidades, siendo más intensos cuando el ruido era repentino. Este espasmo de los vasos sanguíneos periféricos se produce por mediación del sistema neurovegetativo, de manera refleja frente al ruido. La duración e intensidad de la vasoconstricción de los vasos sanguíneos periféricos es directamente proporcional a la intensidad y duración del estímulo sonoro. Se suele mantener cierto tiempo después de haber cesado el ruido, pudiendo persistir una hora aproximadamente. (Leighton, 2002)

Efecto sobre las glándulas endocrinas

El mecanismo a través del cual el ruido produce alteraciones endocrinas es muy complicado y se desarrolla a través de diferentes estructuras del sistema nervioso central, íntimamente relacionadas con el control de las glándulas endocrinas. (Leighton, 2002).

• Alteraciones hipofisarias

Está probado el hecho de que bajo la influencia del ruido la hipófisis humana es más rica en hormona de crecimiento (HGH). (Leighton, 2002).

Los niveles de ACTH (hormona que estimula la secreción de cortisol y andrógenos) aumentan tras la exposición al ruido continuo de 90 dBA y pueden persistir aún después del cese de la exposición. (Leighton, 2002).

- **Alteraciones suprarrenales**

El ruido da lugar a un aumento significativo de la excreción urinaria de catecolaminas: adrenalina (epinefrina) y noradrenalina (norepinefrina), esta última en menor grado. Esas hormonas se segregan en la médula suprarrenal y dan lugar a una constricción de los vasos sanguíneos y fuerte contracción del corazón. (Leighton, 2002).

Aunque el límite aceptado para que se produzcan reacciones neurovegetativas es aproximadamente 60 dB, se han estudiado aumentos de adrenalina con niveles de ruido de tan solo 55 dBA. (Leighton, 2002).

- **Alteraciones de la glucemia**

Exposiciones a ruido intenso han provocado subidas de los niveles de glucosa sanguínea; hiperglucemias moderadas, debido a la liberación de glucosa a la sangre procedente de los depósitos hepáticos, cuyo mecanismo íntimo no es muy conocido. (Leighton, 2002).

- **Alteraciones gonadales**

No está demostrada la posible influencia del ruido sobre la fertilidad humana. Experiencias en animales han demostrado el efecto negativo del ruido sobre la función generadora. (Leighton, 2002).

Efectos sobre el aparato respiratorio

En general, se produce un aumento de la frecuencia respiratoria y aunque la influencia del ruido sobre el sistema respiratorio es real, no se manifiesta hasta pasados unos años. Cuando el ruido cesa, la frecuencia respiratoria vuelve a la normalidad. Se ha descartado que estos efectos sean de origen emocional, ya que aparecen aunque la persona esté dormida. (Leighton, 2002).

Efectos sobre el aparato digestivo

Alteraciones en la secreción ácida del estómago. Hay mayor incidencia de úlceras duodenales, cólicos y otros trastornos gastrointestinales en personas sometidas a ruido que en las que no lo están. (Leighton, 2002).

Alteraciones en la motilidad de estómagos e intestinos. Se han visto dolores gástricos en personas sometidas a ruido e incluso se han determinado radioscópicamente espasmos intensos de píloro en gran número de personas, que no los tenían en ausencia del ruido. (Leighton, 2002).

Efectos sobre el sistema sanguíneo

Alteraciones de las crisis sanguíneas pueden producirse perturbaciones que consisten principalmente en disminuciones del número de polinucleares y específicamente el número de eosinófilos. (Leighton, 2002).

Aumento de la viscosidad de la sangre puede surgir debido a alteraciones de las plaquetas. (Leighton, 2002).

Efectos en el equilibrio

Se necesitan niveles de ruido muy intensos, superiores a 110 dB para provocar vértigos, pérdida de equilibrio, marcha inestable y náuseas. (Leighton, 2002).

Ruidos aún más intensos que los anteriores pueden dar lugar a un cuadro sincopal más o menos grave, procedido de vómitos abundantes. Cesado el ruido intenso, las náuseas y los mareos pueden persistir algún tiempo. (Leighton, 2002).

Efectos sobre la visión

Estrechamiento del campo visual, alteraciones en la visión nocturna, afectación de los músculos ciliares, disminución de la sensibilidad a la luz, dilatación de las pupilas y nistagmus. (Leighton, 2002)

2.2.9.2 Efectos psicológicos

La salud no debe entenderse sólo como ausencia de enfermedad, sino que, salud debe ser sinónimo de bienestar físico y psíquico. La *Psicoacústica* es un área que se dedica a investigar sobre las alteraciones psíquicas que provoca el ruido en tareas de vital importancia para el desenvolvimiento humano. (Leighton, 2002).

A). Efectos sobre el sueño

Durante la noche que debería servir como tiempo de equilibrio frente a la exposición diurna frente a las tensiones de la contaminación acústica, el individuo sufre como se ha comprobado, la recuperación de éstas por un efecto de memoria acumulativa. El ruido puede provocar dificultades para

conciliar el sueño y también despertar a quienes están ya dormidos. (Leighton, 2002).

Existen muchos estudios de campo y de laboratorio acerca de los efectos de los sonidos sobre el sueño. Se ha comprobado que sonidos del orden de los 60 dBA reducen la profundidad del sueño. Disminuciones registrables de la profundidad del sueño aumentan a medida que crece la amplitud de la banda de frecuencias, y también dependen de la intensidad de los sonidos perturbadores; las cuales pueden llegar a despertar al individuo, dependiendo de la fase del sueño en que se encuentre, de la edad y de la naturaleza del ruido. Los estímulos débiles inesperados también pueden perturbar el sueño. (Leighton, 2002).

Si los ruidos son continuos o repetitivos, se produce un proceso de acomodación en el sujeto. Se ha demostrado que toda clase de ruidos, pueden aumentar la tasa cardiaca durante el sueño. Cuando, además, el sujeto es susceptible de padecer arritmias cardiacas asociadas al estrés psicológico, la frecuencia de estas arritmias crece mucho más que la tasa cardiaca. (Leighton, 2002).

Datos electrofisiológicos (EEG, EOG, EMG) y sobre el estrés fisiológico y físico, revelan que, de las diferencias encontrada, la influencia de los factores de estrés sólo podría explicar los cambios de la fase I del sueño, pero no así las encontradas en la fase REM, que solamente pueden explicarse por las perturbaciones en el sueño causadas por el ruido. (Leighton, 2002).

Se ha demostrado que los efectos acumulativos de una mala calidad de sueño producen disminución en el rendimiento, baja el nivel de vigilancia del sujeto, cansancio, cambios de humor, irritabilidad, y pueden convertir en crónico, a largo plazo, un sueño irregular. Para descansar apropiadamente el nivel de sonido equivalente no debe exceder 30 dBA para el ruido continuo de fondo y se debe evitar el ruido individual por encima de 45 dbA. (O.M.S, 1999).

B). Alteraciones psíquicas producidas por el ruido

Se pueden citar como expresión de las alteraciones psicológicas producidas por el ruido la irritabilidad, la astenia, la susceptibilidad exagerada, alteraciones del carácter, alteraciones de la personalidad y trastornos mentales. (Leighton, 2002).

Un reciente estudio señalaba que el 20 % de internamientos psiquiátricos en Francia es debido a “indigestiones crónicas del ruido”. De hace algún tiempo, diversos especialistas europeos analizan la incidencia de la contaminación acústica en dolencias psíquicas de todo tipo y en el desencadenamiento de patologías graves, como las que conducen a un gran número de suicidios. (Leighton, 2002).

C). Efectos sobre la conducta

La aparición súbita de un ruido, o la presencia y persistencia de un agente sonoro molesto para el sujeto, pueden producir alteraciones en su conducta que, al menos momentáneamente, puede hacerse más abúlica, o más agresiva, o mostrar el sujeto un mayor grado de desinterés o irritabilidad, se cree que la exposición continua a ruidos de alto nivel

puede incrementar la susceptibilidad de los escolares a sentimientos de desamparo.

Las alteraciones conductuales, que son pasajeras en la mayor parte de las ocasiones, se producen porque el ruido ha provocado inquietud, inseguridad, o miedo, en algunos casos, o bien, son causa de un mayor desinterés, falta de iniciativa y abulia, en otros.

El ruido produce graves deterioros en la comunicación verbal entre los sujetos que perciben el ruido como elemento que agrede a su bienestar psíquico y físico, es decir a su salud, y esto les lleva a modificar su conducta y sus hábitos para defenderse contra él.

Se ha demostrado que el enojo puede verse afectado por el nivel de ruido equivalente, el nivel de ruido máximo de un evento de ruido, el número de dichos eventos y el momento del día. El enojo de la comunidad varía según la actividad. El umbral del enojo para ruidos estables y continuos es alrededor de 50 dB LAeq al aire libre. Si se mantienen los niveles por debajo de los 55 dB LAeq pocas personas estarán muy enojadas durante el día. Para otros tipos de ruido, por ejemplo: ruido impulsivo, el umbral puede ser más bajo. Los niveles de ruido durante la tarde y la noche deberían de ser de 5 a 10 dB más bajos que durante el día.

De los muchos ruidos comunitarios, la interferencia de la actividad más importante parece estar relacionada con el descanso, recreación y ver televisión. Existe evidencia totalmente consistente que el ruido por encima de los 80 dB causa un comportamiento que reducen la diligencia y los ruidos altos podrían aumentar la actitud agresivo. (O.M.S, 1999)

D). Efectos en la memoria

En tareas donde se utiliza la memoria, se observa un mejor rendimiento en los sujetos que no han estado sometidos al ruido. Ya que con este ruido crece el nivel de activación del sujeto y esto, que en principio puede ser ventajoso, en relación con el rendimiento en cierto tipo de tareas, resulta que lo que produce es una sobreactivación que conlleva un descenso en el rendimiento. El ruido hace más lenta la articulación en la tarea de repaso, especialmente con palabras desconocidas o de mayor longitud. (Leighton, 2002).

E). Efectos en la atención.

El ruido repercute sobre la atención, focalizándola hacia los aspectos más importantes de la tarea, en detrimento de aquellos otros aspectos considerados de menor relevancia. (Leighton, 2002).

En general, los estudios en situación de laboratorio que ponen en relación ruido y rendimiento son contradictorios, posiblemente porque, como se está viendo, ésta es una variable psicológicamente compleja. Parece ser que, en todo caso, los déficits en el rendimiento se dan en aquellas tareas que requieren situaciones de comunicación verbal. Por otra parte, los estudios en situaciones naturales también son difíciles porque, muchas veces, el ruido sólo es una de las variables que definen ambientalmente el contexto de análisis y resulta difícil discriminar sus efectos por separado. En cualquier caso, hay algunos resultados constatables: las personas son capaces de adaptarse a situaciones ruidosas. Con frecuencia, los efectos negativos se ven, pero posteriormente. Se podría decir que el ruido presenta efectos negativos

acumulativos después de que el estímulo que genera stress haya desaparecido. Vivas (2005).

F). Estrés

La principal consecuencia es la sensación de desagrado, molestia y pérdida de concentración, niveles altos de emisión sonora pueden provocar trastornos en la salud mental como cefaleas, ansiedad, etc.

G). Ruido y solidaridad

Se ha comprobado que la tendencia al comportamiento de ayuda a alguien que la necesita, va disminuyendo según se incrementa el ruido en el ambiente. (Leighton, 2002).

H). Efectos en el embarazo

El ruido también afecta a los niños y a los fetos humanos, ambientes ruidosos causan interferencia con el habla y pueden tener consecuencias si ocurre durante el desarrollo del lenguaje. El feto puede ser directamente estimulado por el ruido y se ve afectado por la reacción de la madre al ruido, propicia condiciones de parto prematuro, bajo peso al momento de nacer, retardo del crecimiento y defectos de nacimiento.

I). Efectos sobre los niños

El ruido es un factor de riesgo para la salud de los niños y repercute negativamente en su aprendizaje. Educados en un ambiente ruidoso se convierten en menos atentos a las señales acústicas y sufren perturbaciones en su capacidad de escuchar y un retraso en el aprendizaje de la lectura. El ruido parece tener una influencia negativa sobre las facultades de atención que se desarrollan desde los primeros

años de vida. En diferentes estudios comparativos de poblaciones infantiles sometidas o no a un medio ambiente ruidoso, se observa en los primeros mayores manifestaciones de agresividad, fatiga y agitación psicomotriz que puede deteriorar el clima social y ser la causa de constantes conflictos y riñas. Se estima que el ruido con frecuencia dificulta la comunicación verbal, favoreciendo la aparición de un sentimiento de aislamiento y la poca sociabilidad. (Leighton, 2002).

J). Efectos sobre la flora y fauna

Se ha resuelto incluir este párrafo debido a la correlación que existe entre las respuestas del organismo humano ante los estímulos externos, y las de otros seres del mundo animal, que ha permitido realizar estudios sobre algunos de ellos y aplicarlos a la especie humana.

Este aspecto no ha sido explorado aun suficientemente, sin embargo, los resultados de las investigaciones disponibles apuntan a efectos negativos sobre la nidificación de las aves, los sistemas de comunicación de los mamíferos marinos e incluso la muerte súbita de conejos ante la presencia de ciertas explosiones menores.

En una publicación de Animal Planet, semana 6, Verano Científico 2005 se expresa que en experimentos de laboratorio con animales, se demostró que en un ambiente con ruido superior a 110 dB los procesos cancerosos aparecen y se desarrollan con mayor rapidez. (Falch, 1997)

En cuanto a los mamíferos y animales domésticos, algunos estudios indican que los niveles de ruido que exceden los 90 dB pueden producir un incremento en las reacciones entre los mamíferos (reacciones de escape, etc.) mientras niveles de ruido más bajos proporciona un número mucho menor de reacciones. Los estudios sobre animales domésticos

muestran reacciones variables, de acuerdo con el carácter y nivel del ruido, y más aún que los animales domésticos se acostumbran con mayor facilidad al ruido. (Falch, 1997).

El respeto a los animales que integra el cuidado del medio ambiente ha motivado en años recientes acciones de protesta contra el uso de explosivos festivos de los cuales se hace uso exagerado en Navidades, años nuevos y otras festividades.

En las aves y animales de corral, los estudios indicaron que niveles altos de ruido pueden reducir la producción de huevos. Los efectos a niveles bajos de ruido, por ejemplo por debajo de los 100 dB son difícilmente notados. Niveles de intensidad no han afectado el plumaje de los pollos. (Falch, 1997).

2.1.10. Control técnico del ruido

La reducción del sonido en la fuente es frecuentemente la medida más efectiva, y debe tener prioridad sobre las medidas de reducción en la ruta de propagación del ruido. Sin embargo, en muchas situaciones es necesario combinar ambas medidas. (Falch, 1997).

Para el control efectivo del ruido ambiental es fundamental el conocimiento fundamental de las fuentes de ruidos existentes y potenciales, su nivel de emisión y los mecanismos que lo generan. Un conocimiento detallado de las partes que emiten ruido en la fuente de emisión es la base para determinar las medidas de reducción del ruido a un costo eficaz. (Falch, 1997).

Además, en el caso de diversas fuentes de ruido debería aclararse la importancia relativa de cada uno sobre el nivel de ruido total en el ambiente. La reducción de ruido debería comenzar con la fuente que proporciona la contribución más importante al ambiente. Debería tomarse en cuenta que en muchas situaciones es necesario llevar a cabo una reducción de ruido en más de una fuente, en el caso que la reducción de ruido total sea efectiva. (Falch, 1997).

En el campo de la ingeniería sobre control de ruido ambiental existen tres maneras diferentes de reducir el ruido en el receptor:

- Disminuir la fuerza de la fuente con el rediseño o reemplazo.
- Modificar la ruta de propagación aplicando medidas en el entorno, con el uso de encerramientos, pantallas, etc.
- Proteger o aislar al receptor con medidas de tipo individual.

Generalmente, la reducción de la fuente de ruido es el método más deseado de los tres, y frecuentemente la medida más efectiva en cuanto al control técnico del ruido se refiere. Este capítulo enfoca principios básicos del control técnico del ruido, que puede aplicarse tanto en la fuente como a lo largo de la ruta del receptor. (Falch,1997).

Para modificar la ruta de propagación se pueden diseñar diversos sistemas, utilizando barreras con:

Materiales acústicos

Se dice que “todos los materiales son acústicos, pero algunos son mejores que otros”. Los materiales acústicos pueden dividirse en tres categorías básicas: (Falch, 1997).

- Materiales absorbentes, utilizados para transformar la energía del sonido a energía térmica, por absorción. En general, el aislamiento del sonido de origen aéreo (Véase más adelante) es poco confiable en los materiales absorbentes.
- Materiales de barrera, por ejemplo: material de masa densa, que proporciona aislamiento del sonido entre la fuente y el receptor. En general, la absorción del sonido es poco confiable para los materiales de barrera.
- Materiales de amortiguación, que puede adherirse a las planchas de metal para reducir la radiación del ruido.

Materiales absorbentes

Los materiales de absorción más comunes son del tipo fibroso o poroso, por ejemplo: lana de vidrio o de mineral, y espuma de poliuretano. Sus propiedades de absorción son caracterizadas por el coeficiente de absorción. La Tabla 10 muestra el desempeño típico de absorción de esta clase de materiales, se ha utilizado la espuma de poliuretano de diferentes espesores. (Falch, 1997).

Tabla 10:*Desempeño típico de los materiales de absorción.*

Espesor	Frecuencia (hz/seg)	% de Absorción
1/4 "	2000	42
	1000	20
	500	12
	250	7
	125	6
1/2"	2000	88
	1000	57
	500	26
	250	12
	125	6
1"	2000	98
	1000	90
	500	63
	250	30
	125	12
1" (*)	2000	85
	1000	97
	500	77
	250	42
	125	8
2"	2000	98
	1000	98
	500	89
	250	53
	125	25

Fuente: Falch, "Guía Ambiental para el Manejo de Ruido", 1997

Como se muestra, la absorción es más efectiva a frecuencias altas que a bajas. Esto implica que las técnicas de absorción dan mejores resultados en fuentes de ruido de frecuencias altas. Además, la absorción se incrementa con el grosor del material. El espesor 1" (*) representa 1 pulgada (25 mm) de espuma con película protectora. La película tiene como efecto reducir la absorción a frecuencias altas. (Falch, 1997)

Materiales de barrera

El parámetro global que describe el aislamiento, o la capacidad de detener el sonido, es el aislamiento del sonido transmitido a través del aire, que depende de la frecuencia. El peso del material aislante es un parámetro importante en el aislamiento del sonido, también son de importancia los parámetros de rigidez y amortiguación interior. La Tabla 11 proporciona algunos valores típicos de aislamiento del sonido para algunos materiales comunes utilizados en los encerramientos acústicos y barreras de aislamiento. Las barreras dobles (por ejemplo: paredes), instaladas sobre pie derecho, incrementarán el aislamiento del sonido transmitido a través del aire comparadas con los valores en la Tabla 11.

Tabla 11:

Aislamiento del sonido a través del aire en decibeles para materiales comunes.

Material:	Bandas de octava, Hz					
	125	250	500	1000	2000	4000
Plancha de Acero, 1 mm	14	21	24	32	36	39
Plancha de acero, 2.6 mm	23	25	33	34	40	43
Tripley, 20 mm	24	22	27	28	25	27
Vidrio, 6 mm	17	23	25	27	28	29
Concreto, 100 mm	29	35	37	43	44	50

Fuente: Falch, "Guía Ambiental para el Manejo de Ruido", 1997

Materiales de amortiguación

Para resumir, los materiales de amortiguación son un medio efectivo para la reducción de la amplitud de la vibración mecánica, y transforman la energía mecánica directamente en energía térmica. Por ejemplo: si un platillo que está sonando es tocado, el nivel de ruido decae abruptamente debido a la amortiguación proporcionada por los dedos. Todos los

materiales tienen una amortiguación inherente, los materiales viscoelásticos son los más efectivos, por ejemplo: la mayor parte de materiales de caucho y plástico. (Falch, 1997).

Se puede aplicar de tres manera básicas la amortiguación externa:

- Se logra la amortiguación al aplicar un forro de material de amortiguación (Lámina libre) directamente a la superficie, aplicada con un roceador (proceso que demanda tiempo), o en planchas, con un lado adhesivo para facilitar su aplicación sobre superficies razonablemente planas. El espesor de una lámina de amortiguación libre sobre planchas de metal debe al menos tener la mitad de espesor del metal, o el 10 % del peso, para proporcionar algún efecto. La Figura 12 muestra el principio de la amortiguación de lámina libre. (Falch, 1997).

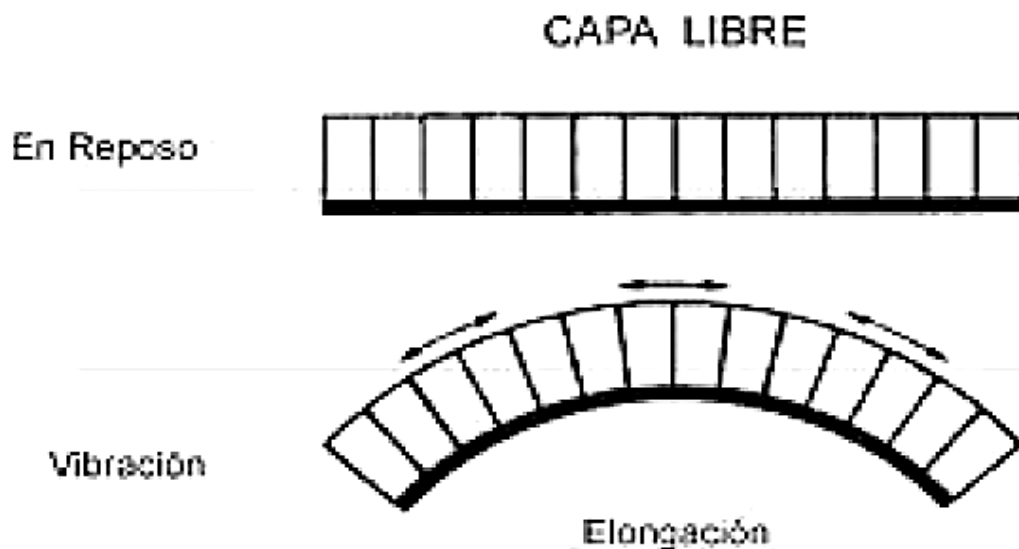


Figura 12: Amortiguación de lámina libre.

Fuente: Falch, "Guía Ambiental para el Manejo de Ruido", 1997

Al aplicar una lámina de confinamiento (u hoja) de metal delgado sobre un forro de material de amortiguación, la efectividad de amortiguación generalmente se incrementa. La Figura 13 muestra el principio de amortiguación de la lámina de confinamiento. Las ventajas principales comparadas con las láminas libres son: (Falch 1997).

1. Se requiere de menores pesos y espesores
2. Mecanismos de mejor calidad para prevenir el efecto al medio ambiente.

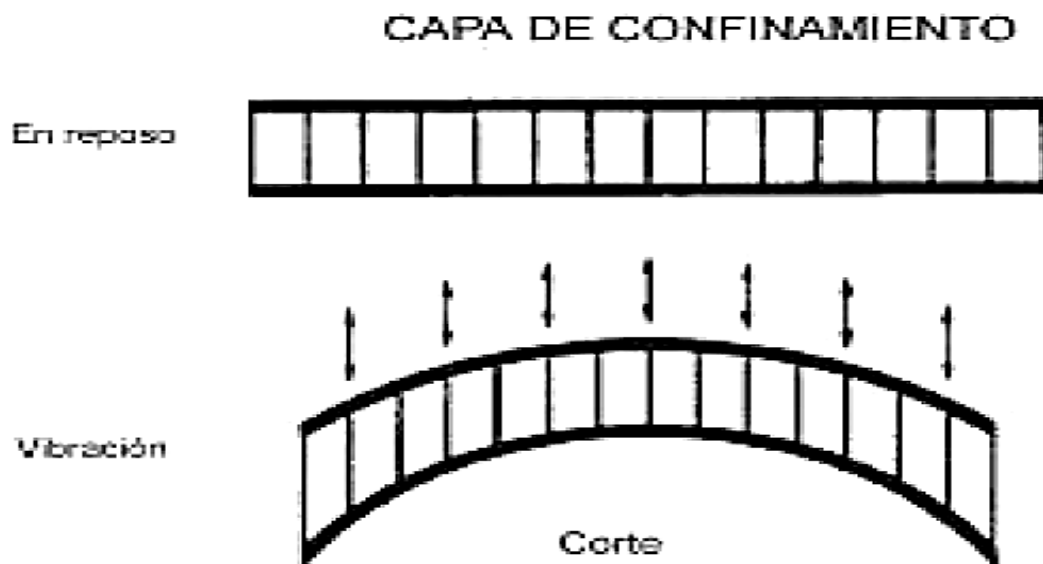


Figura 13: Amortiguación de lámina confinada .

Fuente: Falch, "Guía Ambiental para el Manejo de Ruido", 1997

Diseñando y construyendo una cubierta compuesta prefabricada de lámina de confinamiento que se instala en partes críticas (emisión). Aquí, las láminas de metal están soldadas al material viscoelástico. Con estas láminas, los elementos críticos de vibración pueden ser completamente fabricados a partir de un material de amortiguación. Esta técnica tiene muchas aplicaciones industriales, por ejemplo: encerramientos de máquinas, etc. (Falch,1997).

Absorción por la vegetación

Si la superficie del suelo por debajo de la onda de sonido fuese perfectamente plana y reflejante, la onda se propagaría sin ninguna atenuación en exceso debido a una expansión geométrica, (sin contar con los efectos debido a la propagación en el aire). (Falch, 1997).

Sin embargo, muchas de las cubiertas del suelo (por ejemplo: césped, maíz, arbustos y árboles), tienen una absorción significativa, causando una atenuación excesiva, y lo que es más resaltante cuando la fuente o receptor (o ambos) están localizados cerca del suelo. Como podría esperarse, la atenuación es mucho mayor en frecuencias altas que en bajas. (Falch, 1997).

2.1.11. Legislación

Normativa general aplicable al proyecto

- Marco Legal Ambiental.
- Constitución Política del Perú.
- Código Civil – D.L. N° 295.
- Código Penal – D.L. N° 635.
- Ley Marco del Sistema de Gestión Ambiental – Ley 28245.
- Ley General del Ambiente – Ley 28611.
- Ley de Creación, Organización y Funciones del MINAM - D.L. 1013.
- Modificatoria de la Ley 28611 (Ley del Ambiente) – D.L. 1015.
- Ley General de Salud - Ley N° 26842.
- Ley Orgánica de Municipalidades – Ley N° 23853.
- Marco Reglamentario Ambiental.
- Reglamento de la Ley N° 28245, Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental – D.S. N° 008-2005-PCM

Normativa ambiental específica asociada a la tesis

- Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido Decreto Supremo N° 85-2003-PCM.
- Reglamento de Acondicionamiento Territorial, Desarrollo Urbano y Medio Ambiente – Decreto Supremo N° 007-85-VC.
- Resolución Suprema N° 499.

Normas técnicas

- Decreto Supremo N° 85-2003-PCM.
- Ordenanza Municipal N° 0030-2009-MPT.
- Código de Tránsito – Decreto Legislativo 420.
- Reglamento Nacional de Tránsito - Decreto Supremo N° 016-2009-MTC.
- Reglamento Nacional de Administración del Transporte – DS N° 017-2009-MTC.
- DS 006-2012-MTC (ampliada con R.M. 859-2016 el 25-10-16).
- OM 0036 10.
- Electro acústica – Sonómetros - parte 3 – Ensayos periódicos; Norma Metrológica Peruana (NMP 011 2007 Equivale a la Norma Internacional IEC 61672 3:2006).

Normas Internacionales de Referencia.

A). ECAs a nivel Mundial.

Con fines de comparación a nivel internacional se han revisado algunas normas, la Tabla 12 da los ECA de diversos Estados (en dB):

Tabla 12:*ECAs en el mundo*

País o Entidad	Hospit. Bibl.		Resid.		Indust.		Comerc.	
	Día	N	Día	N	Día	N	Día	N
O.M.S.	50	40	55	45	70	70	70	70
Andalucía	55	40	55	45	70	60	65	55
Argentina	60	50	65	50	75	70	70	60
Castilla	45	35	55	45	70	55	65	55
Chile	55	45	60	50	70	70	65	55
Ecuador	45	35	50	40	70	65	60/65	50/55
España	55	45	65	55	75	75	75	75
Huesca	45	35	55	45	70	55	65	50
Perú	50	40	60	50	80	70	70	60
Venezuela	50	40	55	45	70	50	65/70	55/60

Fuente: Elaboración propia, 2017

Puede observarse que únicamente en el caso de Ecuador y en zonas residenciales los ECA mejoran las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (O.M.S.), por tratarse del sector en el cual las poblaciones reposan y donde transcurre la mayor parte de su vida, este ECA es el más importante; el dispositivo indicado para el Perú considera valores promedios y ligeramente más altos que la O.M.S.

B). Normatividad en Latinoamérica:

Se presenta la Tabla 13, al respecto.

Tabla 13:*Resumen Normativas en Latinoamérica*

País/Organiz.	Procedimiento y tecnología de medición	Implicancias de implementación
ARGENTINA Ley N° 1540 Ordenanzas N° 39025 y 48104	En escala dB(A) lenta y dB(A) en Leq. El gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires podrá establecer incentivos para la investigación.	
BOLIVIA Decreto Supremo N° 24176/95	No se especifica, pero la ley 1333 indica que debe promoverse la investigación y desarrollo científico y tecnológico a nivel ambiental y mejoramiento de técnicas.	La Ley de Medio Ambiente (LMA) y sus Reglamentos son generales,
BRASIL Ley 9503 y Res. 230 de 1997, Res. 001 de 1990 y Res. 268 de 2000	Incide especialmente en los vehículos automotores, militares, de competición, máquinas agrícolas, de obras civiles, válido para vehículos nuevos, usados y modificados.	Aplicación de las Normas Brasileñas NBR 8433 y 0714, los aparatos deben calibrarse en laboratorios acreditados en su Red.
CHILE D.S. N° 146/97 S.S. N° 129/02 del Ministerio de Transportes y Comunicac.	Las mediciones para fuentes fijas se realizan con registradores gráficos, bajo las normas internacionales; hay especificaciones sobre las mediciones para los buses.	
COLOMBIA Decreto 948 de 1995 Res. 8321/83	El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial establece los métodos.	El proyecto de Resolución de Ruido no está publicado. Bogotá cuenta con una red de Monitoreo de Ruido.

Van...

Vienen...

País/Organiz.	Procedimiento y tecnología de medición	Implicancias de implementación
COSTA RICA Decreto 10541 Decreto N°7554	Se encarga al Ministerio de Trabajo y Seguridad Social el uso de instrumentos adecuados, y la promoción del desarrollo y aplicación de tecnologías modernas y ambientalistas.	
CUBA NC 19-01-06:83 y 10:83 NC 18-64: 86 NC 90-16-01: 87 NC 26:99 (experimental)	Las normas establecen procedimientos para medir el nivel sonoro de fuentes sonoras fijas y móviles.	En 1989 se realizó un estudio ambiental en La Habana, con resultados negativos; las normas no son ordenadas ni duras.
ECUADOR Libro VI de la calidad ambiental y Título VII del cambio climático	Es muy minucioso y completo, especifica a todo detalle los tipos y uso de instrumentos	
ESTADOS UNIDOS USA Control Noise Act		Se ha avanzado en muchos frentes, incluyen aeropuertos para ciertos aviones, y motocicletas.
MEXICO NOM-079, 080, 081 y 082- COL	Normas para medición de fuentes de ruido fijas y móviles.	
VENEZUELA Ley Orgánica del Ambiente	Utiliza normas internacionales (ISO e IEC), también da indicaciones sobre el procedimiento.	
PERU DS N° 085-2003-PCM	Establece las unidades de medición y las responsabilidades de las Entidades responsables.	INDECOPÍ debe aprobar las normas metrológicas, da responsabilidades a los Ministerios y Municipalidades, a nivel Provincial y Distrital.

Fuente: Elaboración propia, 2017

Bolivia, Colombia, Perú, Ecuador y Venezuela firmaron en Cartagena de Indias el Acuerdo "Acta de Barahona" con fecha 5 de diciembre de 1991, creando un Comité Ambiental Andino con base en la primera reunión de actividades nacionales del medio ambiente celebrada en Caracas en agosto de 1991. Su objeto fue centralizar los esfuerzos sobre conservación del medio y disminución de contaminación a nivel regional, nacional y municipal en la zona, sin que hasta el presente, conforme a informes diplomáticos, el mismo se haya puesto en práctica.

Estado Actual de Aplicación.

En el Perú la normativa ambiental se ha emitido con retraso respecto a la de otros países, lo cual desde un punto de vista positivo le ha permitido generar normas probadas en otras realidades, aunque los estándares de calidad ambiental aún se encuentran con niveles de exigencia menores; y dichos niveles se deben ajustar, a pesar de la dificultad que conlleva la jerarquía de las Normas.

La norma vigente en el Perú es el D.S. 085-2003-PCM publicado el 30 de octubre de 2003, con el nombre de Reglamento de los Estándares Nacionales de Calidad ambiental para el Ruido.

El dispositivo consta de 5 títulos, 24 artículos, 11 disposiciones complementarias, 2 disposiciones transitorias y un anexo; los títulos se refieren a principios, los estándares de calidad, proceso de aplicación, situaciones especiales y competencias administrativas.

En su título V el D.S. 085-2003-PCM establece las Competencias Administrativas, para CONAM (hoy Ministerio del Ambiente) en su Art.

19°, del MINSA (Art. 20°), de INDECOPI (Art. 21), de los Ministerios (Art. 22°), de las Municipalidades Provinciales (Art. 23) y de las Distritales (Art. 24°); la experiencia del presente trabajo permite saber que el MINAM, INDECOPI y los Ministerios han cumplido con su función, no así los organismos de gobiernos locales principalmente por falta de implementación.

Requiere de actualización en cuanto al título V Art. 19°, pues se emitió con anterioridad a la creación del Ministerio del Ambiente, además que con el avance del tiempo deben ajustarse los ECA. En relación con este punto es discutible que los valores permitidos para el Interior de los buses sean considerablemente más altos que los exigidos para la Industria, considerando la cantidad de población que es directamente afectada.

La Municipalidad Provincial de Tacna ha emitido la Ordenanza N° 0030-09 “Reglamento de Control y Regulación de Ruidos en el ámbito Urbano”, resumiendo la cual se destacan los siguientes aspectos:

La referida OM aprueba el Reglamento de Control y Regulación de Ruidos en el Ámbito Urbano, de aplicación en la Provincia de Tacna.

El Reglamento está compuesto de VI Capítulos (aparece además el Título VII).

Consta de 27 artículos y cinco disposiciones complementarias, transitorias y finales en el Título VII.

Fija los ECA de conformidad al D.S. 085-2003-PCM, y en su capítulo V las infracciones y sanciones, destacándose la infracción N° 2 que sanciona con 8 % de la UIT e internamiento en el depósito municipal el

uso del claxon o bocina; asimismo, la N° 05 que regula el uso de elementos ruidosos en automóviles con las mismas sanciones.

La Dirección Regional de Salud (DIRESA) publica anualmente el “ANÁLISIS DE SITUACIÓN DE SALUD” (ASIS) a cargo de la Dirección Ejecutiva de Epidemiología, a su vez el Hospital Hipólito Unanue de Tacna publica un trabajo similar (ASIShhut), donde resumen diversas estadísticas acerca de su labor, en la publicación del 2010 se indica que “En cuanto a la vigilancia de contaminación sonora en la ciudad, no se ha realizado esta actividad ya que ha sido transferida en su totalidad a la Municipalidad Provincial de Tacna”, y tanto en el ASIS-Tacna_2012_v1 como en el ASIShhut2011UESA no hacen mención, el D.S. 85-2003-PCM, en su séptima Disposición Complementaria, encarga a MINSa, a través de DIGESA desarrollar en un plazo no mayor que un año los lineamientos (criterios y metodologías) para realizar la vigilancia y monitoreo de la contaminación sonora.

Iniciativas en algunos gobiernos locales.

Al margen del cumplimiento del D.S. 085-2003-PCM, algunas municipalidades han tomado iniciativas particulares, aún desarticuladas entre sí, incluso en el caso de Lima que tiene la categoría de Metropolitana, lo resaltante es que en dichos organismo se ha tomado conciencia de la importancia de limitar el ruido en las vías, como componente de la calidad de vida de toda la comunidad. El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) del Ministerio del Ambiente en su evaluación rápida realizada el año 2011 halló los siguientes valores de ruido en varias ciudades del país (fig. 14):

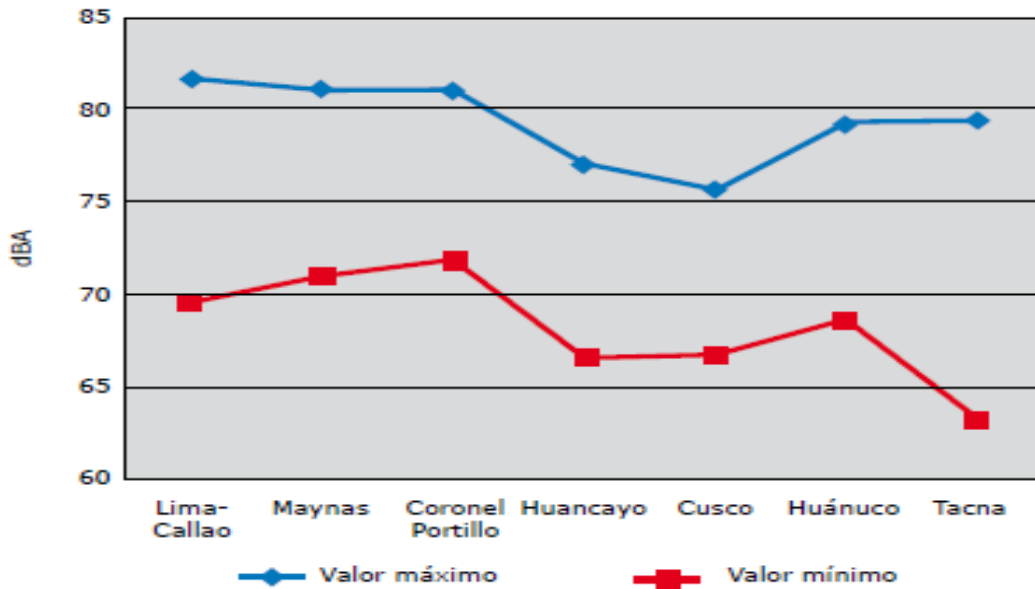


Figura 14: Valores del Leq medido por ciudad

Fuente: OEFA, 2011

De acuerdo con la misma Lima y Callao tienen los valores promedio más altos, seguidas de Maynas y Coronel Portillo, todas valores que superan los 80 dBA; Huancayo y Cusco se encuentran en el rango bajo entre los valores de 70 y 80 dBA y Tacna con Huánuco en el rango alto, muy cerca a los 80 dBA; dicha evaluación merecía preocupación por todas las ciudades que exceden los 60 dBA.

Municipalidad de Lima Metropolitana.

En agosto de 2013 la Municipalidad Metropolitana de Lima lanzó la campaña “Lima contra el Ruido” en las vías más ruidosas del Cercado, fijando una multa, la cual se impuso a partir del 27 de agosto a todos los conductores que hagan sonar sus bocinas de manera indiscriminada, el uso del claxon solo debe darse ante una situación de peligro, como un choque o un atropello, no hay otras razones para usarlo

En dos meses, el 26 de octubre, se anunció que el ruido de Lima se redujo hasta en 15 decibeles, se anunció que la campaña anunciada ha logrado que avenidas del centro de Lima, como Abancay, reduzcan el nivel de sonoridad en sus intersecciones críticas, en diez de once cruces de las avenidas más críticas de contaminación sonora.

Municipalidad Provincial de Arequipa

Entre el 5 hasta el 16 de septiembre de 2002 se tomaron siete puntos totales de muestreo del nivel del ruido en la vías, que los valores Leq medidos en los puntos en las vías varían entre 70 y 80 dBA, complementariamente se realizaron encuestas de salud de la población afectada, con énfasis en vendedores ambulantes, policías y oficinistas afectados, determinándose efectos nocivos en su salud.

Municipalidad Provincial de Cajamarca

Mediante Ordenanza Municipal N° 358-CMPC del 7 de noviembre de 2011, que incluye una escala de multas, que para el caso de ruidos de tráfico que excedan los 70 dB es del 15 % de la UIT, incluyendo retención de la licencia de conducir.

Municipalidad Provincial de Chiclayo

En agosto del 2009 se publicó la Ordenanza Municipal (012-2009-MPCH) sobre prevención, fiscalización y control de ruidos, nocivos o molestos que sanciona con el 20 % de la Unidad Impositiva Tributaria (UIT), en caso de reincidir se duplicará la sanción. Está igualmente prohibido el uso de bocinas altoparlantes, megáfonos, equipos de sonido, escape libre de vehículos motorizados, sirenas, silbatos, silbidos, cohetes, petardos o cualquier otro ruido, que por su intensidad o tipo de duración o persistencia superen los límites permisibles y ocasionen molestias al vecindario.

Municipalidad Provincial de Cusco.

Existe un Plan de Desarrollo Urbano al 2023, en el cual se plantean medidas conducentes a reducir el ruido en la ciudad, mediante la aplicación del D.S. 085-2003-PCM; para ello se crea una “sociedad estratégica”, conformada por la DIRESA, OEFA, INDECOPI, Ministerios, Policía Nacional, Gobierno Regional y Gobiernos Locales; asimismo, plantea acciones específicas en las zonas sensibles, como la creación de barreras, de preferencia naturales con alto contenido de vegetación, así como espacios verdes, jardines, desniveles, y otros con la misma finalidad entre emisores y receptores, y la periodicidad de las revisiones técnicas con la finalidad de reducir la sonoridad de las unidades.

Municipalidad Provincial de Huancayo

El 02 de agosto del 2010 se expidió la ordenanza Municipal N° 418 MPH/CM, “Regulatoria de la Supresión y Limitación de los Ruidos Nocivos y Molestos, establece las sanciones, de 3 % de la UIT para personas naturales y el 10 % para personas jurídicas.

Municipalidad Provincial de Ica

Mediante Ordenanza Municipal N° 012 – 2013 – MPI entra en vigencia a partir del jueves 11 de julio de 2013 el régimen de aplicación de sanciones administrativas de la Municipalidad Provincial de Ica.

Municipalidad Provincial de Iquitos

El 19 de octubre de 2011 Iquitos enmudeció por 15 minutos durante la campaña anti-ruídos molestos, a las 10:00 horas, los conductores de la ciudad apagaron los motores de sus autos, motos y motocarros y dejaron de tocar las bocinas, el silencio tuvo tal magnitud que pudo escucharse el canto de las aves, algo difícilmente de lograr en un día común y corriente en la ciudad, la iniciativa se realizó bajo el lema “Iquitos: Verde, limpio y sin ruido”. Previamente se había determinado que el ruido de las motos y motocicletas en Iquitos puede llegar hasta los 115 decibeles.

Municipalidad Distrital de Miraflores (Lima)

Tiene vigente la Ordenanza N° 168-MM, “Lineamientos de Prevención, Fiscalización y Control de Ruidos”, publicada el 25 de setiembre del 2004, estableció una escala de sanciones y en los inicios del año 2005 procedió a aplicarla.

Miraflores se considera a sí misma como pionera en la imposición de este tipo de sanciones, entre los meses de enero a marzo de 2005 lo hizo y los resultados fueron contundentes como se aprecia en la Tabla 14.

Tabla 14:

Aplicación de sanciones

		ENERO	FEBRERO	MARZO
CÓDIGO	13-129	289	347	47
CÓDIGO	13-132	300	221	23

Fuente: Elaboración propia, 2017

De acuerdo con el cuadro, en el mes de marzo se lograron reducciones de 86,5 % y 89,6 % en la imposición del mes de marzo, esta acción demostraría que las sanciones son muy efectivas.

Municipalidad Provincial de Mariscal Nieto (Moquegua)

En su Ordenanza Municipal N° 035-2009-MPMN fija las sanciones que para el uso de escapes libres es el 15 % de la UIT y del claxon el 10 % si supera los 85 dB.

Municipalidad Provincial de Piura

La Norma vigente es la Ordenanza Municipal 095-2012-CMPP, el 27 de abril de 2013 el corresponsal del diario “El Comercio”, Julio Talledo Vilela, informó que “25 mil personas tienen sordera parcial por ruidos urbanos”; y que según Gino Cornejo, experto del centro de salud, nueve de cada cien niños tienen problemas de audición, y entre 12 % y 18 % de la población mayor de 45 años padece un nivel alto de hipoacusia o de cofosis (sordera total). Sin embargo, hace notar que los dos sonómetros de la MPP no se encuentran bien calibrados.

Municipalidad Distrital de San Isidro (Lima)

Cuenta con la Ordenanza Municipal N° 127 – MSI – 2005, en su Art. 23 norma los límites máximos permisibles del ruido en su entorno, con base en la misma se ha efectuado un estudio el año 2007, referido a la

contaminación por ruido en la Avenida Javier Prado, llegando a picos de 10 000 vehículos/hora y la presencia de 6000 personas/hora, afectadas por la contaminación sonora de origen vehicular; se realizaron encuestas entre las avenidas Paseo de la República y Arenales, las estadísticas concluyen en que el 12,31 % de entrevistados no percibía el sonido como molesto, el 26,15 % algo y el 61,54 % lo considera “muy molesto”, el 62,69 % culpa a los vehículos por el sonido.

Esta encuesta sirvió de modelo para la que se realizó como parte del trabajo de la presente tesis. Este estudio también aporta soluciones aplicables a la zona.

Municipalidad Provincial de Trujillo

Por Ordenanza Municipal N° 012-2007-MPT creó el Servicio de Gestión Ambiental de Trujillo, y con Ordenanza Municipal N° 028-2008 aprobó sus Reglamento de Organización y Funciones, el cual en su Art. 6°, tiene incisos referentes al control ambiental:

- a) Presidir las Comisiones Ambientales Municipales, encargadas de coordinar y concertar la política ambiental municipal.
- b) Promover el diálogo y el acuerdo entre los sectores público y privado en materia de Gestión Ambiental.
- c) Articular las políticas ambientales con la Comisión Ambiental Municipal, Regional y el Ministerio del Ambiente.
- d) Administrar las acciones de control respecto de la emisión de humos, gases, ruidos y demás elementos contaminantes de la atmosfera y el ambiente.

Municipalidad Provincial de Tumbes

Ha emanado la Ordenanza Municipal N° 009-2012-MPT-SG.

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Audiometría

Medición de la capacidad auditiva de las personas.

Decibelio (db)

Unidad de medida de la intensidad sonora, el decibelio como medida del sonido es medido por su presión o energía.

Calidad ambiental

Conjunto de características de los ambientes, relativo a disponibilidad y facilidad acceso de los recursos naturales y la ausencia o presencia de agentes nocivos, todo lo cual es necesario para la mantención, crecimiento y diferenciación de los seres vivos, en especial de los seres humanos. (Cristeche, 2008).

Calidad de vida

Concepto que integra el bienestar físico, mental, ambiental y social, como es percibido por cada uno de los individuos, en particular y como integrantes de un grupo. (Fernández, 2010).

Cóclea

Órgano del oído interno en forma de caracol, forma parte del sistema de audición.

Contaminación

La presencia en el ambiente de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, en concentraciones o concentraciones y

permanencia superiores o inferiores, según corresponda a las establecidas en la legislación vigente. (Femenías, 2017).

Contaminante

Todo elemento, compuesto, sustancia, derivado químico o biológico, energía, radiación, vibración, ruido, o una combinación de ellos, cuya presencia en el ambiente, en ciertos niveles, concentraciones o períodos de tiempo, puede constituir un riesgo a la salud de las personas, a la calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza o a la conservación del patrimonio ambiental. (SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO AMBIENTE, 2018).

Contaminar

Introducir contaminantes en un ambiente dado, en niveles y duraciones tales que produzcan contaminación. (Chung, 2008).

Control ambiental.

Parte de la gestión ambiental, que incluye vigilancia, inspección y aplicación de medidas para la conservación de la calidad ambiental o para reducir y, en su caso, evitar la contaminación. (MINSAs, 2005).

Curva de ruido

Línea trazada a partir de los puntos en los cuales el nivel de incomodidad sonora es igual a un valor predeterminado y especificado en función de la utilización prevista.

Dampers

Palabra en inglés empleada con el sentido de amortiguador y más específicamente, sofocador de ruido.

Exposición de contornos de ruido (Noise Exposure Contours)

Líneas dibujadas sobre una fuente de ruido que indica un nivel de energía constante de exposición al ruido.

Hipoacusia

Enfermedad laboral, sordera a causa de la exposición a ruidos intensos.

Impacto ambiental.

Alteración del medio, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada.

Índice de ruido.

Expresión utilizada para evaluar el ruido en función de la molestia subjetiva durante un lapso de tiempo determinado; el índice puede considerar la ponderación de los niveles de ruido de un acontecimiento aislado en función de la hora del día o de la noche en que se producen y/o la ponderación de un número de acontecimientos que se produzcan durante el lapso de tiempo indicado. Los límites del período de tiempo considerado y las ponderaciones se eligen de conformidad con encuestas realizadas entre el público. (Londoño, 2011).

Nivel de exposición del sonido (Sound Exposure Level SEL)

Es una medida de la energía física del ruido, evento que considera la intensidad y su duración. Por definición los valores SEL están

referenciados a un segundo. SEL es más alto que el promedio y el ruido máximo se nivela cuando el evento sea más largo que un segundo.

Promedio del nivel de sonido (Average Sound Level)

Nivel en decibeles

Reducción del nivel de ruido (Noise Level Reductio NLR)

Cantidad de reducción medida en decibelios entre el exterior e interior de una edificación, lograda a través de la incorporación de atenuadores en los diseños y construcción de una estructura.

Ruido continuo

Es aquel ruido cuya frecuencia es superior a un impacto por segundo.

Ruido de fondo

Es aquel ruido que prevalece en ausencia del ruido generado por una fuente fija.

Ruido estable

Es aquel ruido que presenta fluctuaciones de nivel de presión sonora, en un rango inferior o igual 5 dBA Lento, observado en un período igual a un (1) minuto.

Ruido fluctuante

Es aquel ruido que presenta fluctuaciones de nivel de presión sonora, en un rango superior a 5 dBA Lento, observado en un período de tiempo igual a un (1) minuto.

Ruido impacto

Es aquel cuya frecuencia es menor a un impacto por segundo.

Ruido imprevisto

Es aquel ruido que presenta fluctuaciones de nivel de presión sonora mayores a 5 dBA Lento, en un intervalo no mayor a un (1) segundo.

Ruido ocasional

Es aquel ruido distinto del que se va a medir, y no es habitual.

Sonido

Vibración en la presión del aire que es detectada por el oído.

Ruido

Es sonido no deseado.

Sonómetro

Instrumento para medir la presión sonora.

CAPÍTULO III

MARCO FILOSÓFICO

3.1. MARCO FILOSÓFICO

El marco filosófico de la actual investigación se enfoca considerando el amparo de la salud de las personas y mejorar la calidad de vida de la población. La filosofía del cuidado global de la salud se va imponiendo combinando los métodos convencionales y de alta tecnología con los alternativos y consideran el papel del modo de vida como agente de salud. A su vez, la ciencia desvela los nexos entre sistemas orgánicos, que se creían separados, como el nervioso, el endocrino y el inmunitario. El primordial valor de "Filosofía del medio ambiente" es poner de relieve y argumentar de forma persuasiva que las actuaciones decisivas en materia ecológica son de naturaleza ética. Los aspectos modernos internamente de la filosofía del medio ambiente están incluidos, sino no se limitan a las preocupaciones de activismo ambiental, así como las cuestiones planteadas por la ciencia y la tecnología medioambiental. Estos incluyen temas relacionados con el agotamiento de los recursos no renovables y otros.

CAPÍTULO IV MARCO METODOLÓGICO

4.1 CARACTERIZACIÓN O TIPO DEL DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

4.1.1. Clasificación de la Investigación.

Tipo de Estudio: Aplicada

Nivel de Investigación: Correlacional

4.1.2. Ámbito de estudio.

La ciudad de Tacna como capital de la Provincia del mismo nombre, con características de Metrópoli pues con más de 300 000 habitantes está conformada por los distritos de Tacna, Alto de la Alianza, Ciudad Nueva, Pocollay y Gregorio Albarracín Lanchipa; se ubica al sur del Perú, en las coordenadas: Latitud ,18° 03´ 20´´ Sur; Longitud 70° 14´ 54´´ Oeste y está ubicada a orillas del río Caplina, en un reducido valle en medio del desierto costero peruano.

4.1.3. Población estudiada.

Se determinó en base a la población afectada, se trata de 15 puntos críticos en la ciudad los cuales se encuentran dispersos; se ha estimado que en cada uno de ellos se encuentran expuestas 500 personas entre transeúntes, población laboral y residentes, lo cual suma 7500 afectados, el tamaño de la muestra se ha calculado en el Item 3.8.2.2 b “metodologías” y “muestra”, con un resultado de 384. Otro sistema (empírico) es considerar el 5 % de la totalidad, es decir 375; la cantidad de encuestas a realizarse se determinó en 400.

4.2. POBLACIÓN Y/O MUESTRA DE ESTUDIO

4.2.1. Población

La población para el presente informe está constituida por los residentes de la ciudad de Tacna, que concurren habitual y/o esporádicamente a los 13 puntos seleccionados para la investigación.

4.2.2. Muestra

Para calcular el tamaño de la muestra se aplicó la fórmula:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q}{i^2}$$

Donde:

n = tamaño muestral

Z = Nivel de confianza = 1.96 (95% de grado de confianza)

p = 0.5

q = 1 – p

i = error : 0.05

Dando como resultado de n = 384 de encuestas mínimas a realizar. Se realizaron 400 encuestas.

4.3. ACCIONES Y ACTIVIDADES PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Las actividades sobre el trabajo a desarrollar serán en forma secuencial y progresiva, son las siguientes:

- a) Identificación del Problema.
- b) Recopilación de Información.
- c) Diagnóstico.
- d) Análisis.
- e) Documento Final.

4.3.1 Recopilación de información.

Para las mediciones del nivel de ruido se utilizó el sonómetro descrito anteriormente, siguiendo el protocolo que utilizó el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). En cuanto a las encuestas se realizaron en los 15 puntos, con un total de 400.

El conteo selectivo de vehículos se realizó en los mismos puntos de la medición de sonido, por períodos horarios.

4.3.2 Diagnóstico.

Esta etapa tiene como objetivo analizar la situación estudiada, para posteriormente describir y puntualizar la problemática que se presenta, especificando qué lo origina y el impacto negativo que provoca en la vida cotidiana del sector.

El diagnóstico conforme a los resultados es que en los 15 puntos en que se realizaron mediciones de sonido de origen vehicular se excede los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) de la Municipalidad.

4.3.3 Análisis.

Esta etapa tiene como objetivo estudiar el diagnóstico y la información recopilada para posteriormente plantear las alternativas de solución a la problemática, para analizarlas y evaluarlas bajo un enfoque ambiental y económico entre otros.

Corresponde en este trabajo la comparación de las cifras de los índices en el inicio y fin del período de 10 años.

4.3.4 Documento final.

En esta etapa se presenta el resultado del análisis, los cuales determinarán la certidumbre de la hipótesis planteada, es decir que el

crecimiento del tráfico automotor ha generado un incremento de las afecciones al sentido del oído y al equilibrio emocional de la población. A continuación, se presenta el diagrama de flujo de las actividades realizadas según la metodología propuesta, para el cumplimiento de los objetivos:

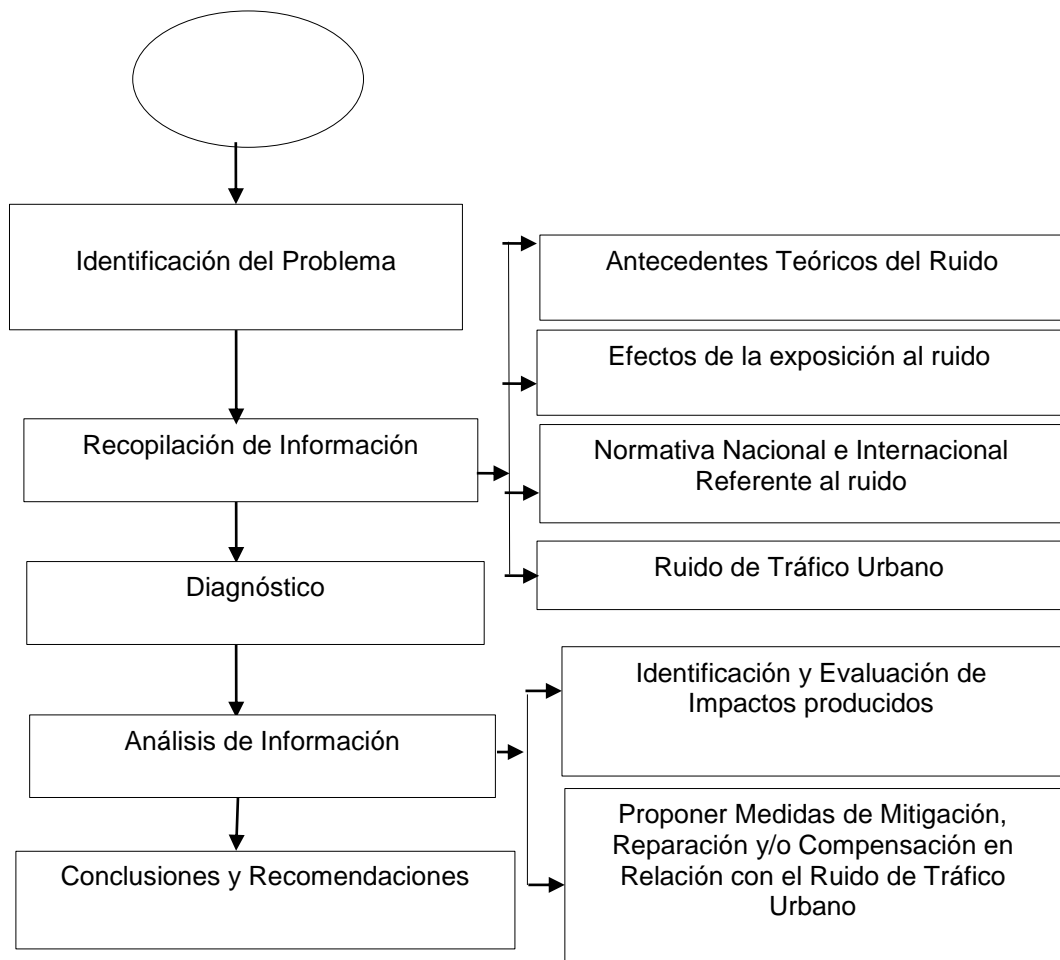


Figura 15: Flujo de las actividades realizadas

Fuente propia, 2017

4.4. MATERIALES Y/O INSTRUMENTOS

4.4.1. Protocolos del trabajo de medición de sonidos.

4.4.1.1. Base teórica.

La medición de sonido juega un rol importante en el desarrollo del control sistemático de ruido. Las mediciones pueden ser utilizadas para verificar el cumplimiento de las regulaciones o criterios de ruido. Las mediciones pueden también utilizarse para evaluar la efectividad de diversos métodos de control y establecer metas realistas.

En este capítulo se presenta principalmente el medidor de nivel sonoro y se discuten algunas influencias ambientales básicas sobre las mediciones. No abarca a los instrumentos sofisticados de medición, como por ejemplo: los registros gráficos de niveles, grabadores, dosímetros de ruido y analizadores de la intensidad del sonido. A continuación, se discutirán los estándares de mediciones y técnicas de medición tanto para la emisión y uso ambiental, junto con los requisitos para los informes de mediciones.

4.4.1.2. Instrumentos utilizados para medir el nivel del sonido.

En cuanto a la forma de referirlo, Vivas P. (2005), dice que: El sonido se mide en decibelios (dB) y el aparato para medirlo se denomina sonómetro.

El sonómetro es un instrumento diseñado para responder a un sonido en aproximadamente la misma forma en que lo hace el oído humano, un sonómetro consiste en cinco bloques que son: Micrófono el cual convierte las señales acústicas en eléctricas, un preamplificador el cual amplifica las señales muy pequeñas que genera el micrófono, un detector el cual convierte la señal de forma AC a DC, un circuito de tiempo para

seleccionar la forma en que el instrumento responderá a las señales de ruido. Un indicador que muestra las lecturas de los niveles de ruido medidos.

El sonómetro también tiene la capacidad de arrojar resultados en la escala lineal (dB), o niveles de presión sonora ponderados (dBA, dBC). Puede arrojar el valor pico en el tiempo medido o dar las variaciones del nivel en un período de tiempo, con diferentes opciones de promediado en corto o largo lapso de tiempo.



Figura 16: Sonómetros Scosche, Radio Shack y B & K

Fuente: Elaboración propia, 2017

Finalmente, la indicación del sonómetro puede ser digital o análoga (véase Figura 16) y puede arrojar un resultado numérico o una gráfica completa de resultados por frecuencia.

Los componentes principales de un medidor de nivel del sonido constan de lo siguiente: (Falch, 1997).

- Micrófono: El micrófono percibe las variaciones de la presión del sonido y las convierte en una señal eléctrica analógica.
- Preamplificador: Se utiliza para nivelar la impedancia de la señal del micrófono.
- Red de ponderación de frecuencia: Normalmente se suministra un sistema de red, generalmente A, C, y lineal (es decir, sin ponderación).
- Amplificador de control del rango: Los detectores medidores de nivel del sonido tienen un rango dinámico que consiste en la diferencia en decibeles entre la distorsión de la señal y el ruido de fondo del instrumento.

Este amplificador se utiliza para ajustar el voltaje a niveles que se encuentran dentro de este rango.

- Filtros de banda de octavas: Los filtros de banda de octava proporcionan la oportunidad de analizar la frecuencia de la señal. El filtro puede ser ya sea del tipo serial; analizando los niveles de presión del sonido de banda de octava secuencialmente, uno cada vez; o del tipo paralelo, que es una ventaja, y frecuentemente necesario, cuando se analiza las fuentes de ruido con una señal no estacionaria, como por ejemplo: impulsos, niveles de pase, etc.
- Detector: Este elemento es utilizado para caracterizar la señal de entrada. Existen diferentes tipos de detectores, entre los que se encuentran: los detectores de RMS (Media cuadrática), (ejemplo “Fast”, “Slow”), detectores pico (“Pico”) y detectores de integración (“Niveles de presión de sonido equivalente”).

- Pantalla: Muestra las señales detectadas en decibeles, normalmente se basa en los estándares internacionales 2×10^{-5} Pa.
- Medidor de salida: Medidores de nivel de sonido que con frecuencia suministran salidas de señales para conectar a otros instrumentos (por ejemplo: impresión gráfica de computadora).

4.4.1.3. Factores que influyen en la lectura.

Medidores de nivel de sonido, y en particular sus micrófonos, pueden verse influenciados por condiciones ambientales. A continuación se explican las más importantes: (Falch, 1997).

- Temperatura: Muchos fabricantes usualmente colocan una lista de las condiciones de operación del micrófono de 10 a 50 °C. Además, la corrección de la temperatura sobre el rango total es de aprox. 1 dB. Debido a ello las variaciones por cambios en la temperatura son pequeñas. (Falch, 1997).
- Humedad: Debe evitarse hacer mediciones cuando la humedad es relativamente alta, especialmente cuando se aplican micrófonos de condensador. Es probable que exista una falla si los micrófonos de condensador se exponen a la lluvia o condensación del agua. (Falch, 1997).
- Viento: Cuando la velocidad del viento en el aire excede aprox. 2-3 m/s o más, usualmente resulta una señal de ruido de baja frecuencia. El ruido provocado por el viento no es insignificante e impide mediciones del nivel del sonido por debajo de 500 Hz. Con parabrisas instalado sobre el micrófono es posible medir con velocidades del viento de aprox. 10 m/s. (Falch, 1997).
- Ruido de Fondo, (Ruido ambiental), es un factor que se tiene que tomar en cuenta en la mayor parte de las situaciones. Si la diferencia

entre la señal del ruido y el ruido de fondo es mayor a 10 dB, el ruido de fondo es normalmente insignificante. Para diferencias más pequeñas, el ruido de fondo podría contribuir a obtener resultados de medición significativos y no deseados. (Falch, 1997)

4.4.1.4 Calibración.

La exactitud de los medidores del nivel de sonido depende en primer lugar de la calibración del micrófono. A pesar de que los medidores del nivel sonoro son generalmente instrumentos continuos, la sensibilidad puede variar con el transcurrir del tiempo. Por lo tanto, todas las mediciones deberían incluir una calibración acústica del instrumento, justo antes y después de llevarse a cabo la medición. (Falch, 1997)

4.4.1.5 Procedimiento.

A). Estaciones de monitoreo de ruido.

En investigaciones ambientales es importante elegir los puntos de monitoreo, debido a que las variaciones en el nivel del ruido se presentan debido a cambios en la emisión del ruido y condiciones climáticas, y ruido de fondo. (Falch, 1997).

Los monitores de ruido ambiental son medidores de nivel de sonido que han sido desarrollados para medir y describir las características temporales de ruido comunitario. Esta característica posibilita dejarlos sin atención por un período de tiempo largo, aún días, para reunir información sobre el nivel de sonido, por lo que se requiere de una batería de larga duración, un empaque resistente, y capacidad de comprimir una gran cantidad de datos. Los tiempos de encendido y parada automático pueden programarse en el instrumento, y se utiliza un reloj interno para registrar todas las mediciones, igualmente se utiliza un procesador digital

para calcular los parámetros estadísticos sobre intervalos de base. Los datos almacenados son bajados directamente hacia una computadora o impresora. (Falch, 1997).

La desventaja del monitoreo automático, es que no existe un control del ruido que realmente se está midiendo. El resultado de la medición puede no ser confiable. Las preguntas relevantes son: ¿Cuáles son las condiciones de operación de las instalaciones industriales a las que se hace referencia en los resultados de medición? ¿Qué ocurre con las condiciones climáticas durante el período de medición? (El viento y la temperatura también deberían ser medidos) ¿Hasta qué grado influyen las otras fuentes de ruido comunitario, etc.? (Falch, 1997).

B). Registro de datos

Con el fin de obtener mediciones de sonido confiables, un factor esencial es un registro de datos preciso y completo. Por lo tanto, una hoja de registro de datos debería prepararse antes de reunir datos de campo. Como mínimo deberían considerarse los siguientes ítems como información vital: (Falch, 1997).

Descripción de la fuente sonora

- Descripción del equipo, fabricante, tamaño, modelo.
- Condiciones de operación, velocidad, potencia, producto.
- Descripción de fuentes de ruido secundarias.

Ambiente

- Ubicación de las fuentes sonoras.

- Descripción física de las paredes, techos, pisos, edificio, árboles, suelo, y superficies reflectantes relevantes.
- Dimensiones de la habitación, si se tratara de interiores.
- Condiciones meteorológicas, viento, temperatura, humedad, nubes, etc.

Instrumentos

- Lista de instrumentos, tipo, modelo, números de series.
- Tipo de calibrador, modelo y número de serie.

Datos de mediciones

- Fecha, ubicación.
- Ingenieros y observadores.
- Nivel y método de calibración.
- Tiempo de la prueba.
- Ubicación y orientación del micrófono.
- Redes de ponderación.
- Constantes de tiempo del instrumento, es decir. «Fast» o «Slow».
- Nivel de ruido de fondo.
- Seguimiento de los procedimientos y estándares de medición.

Otros

- Condiciones de operación no usuales.
- Fallas y mal funcionamiento.
- Diferencias de calibración antes y después de la prueba.
- Cambios climáticos durante la prueba

C). Mediciones

- La altura del micrófono deberá elegirse de acuerdo con la altura real (o esperada) del receptor. En el caso de mediciones al aire libre cerca de edificios, las mediciones deberán llevarse a cabo en posiciones en las que el nivel del ruido es de especial interés. Las posiciones preferidas son de 1 a 2 m de la fachada, y 1,2 a 1,5 m sobre el nivel del piso. (Falch, 1997).
- Los intervalos de tiempo de la medición deberán escogerse de tal manera que abarquen todas las variaciones significativas de la emisión y transmisión del ruido. Además, la elección de los intervalos de tiempo de las mediciones deberá ser tal, que el nivel de sonido promediado a largo plazo o del nivel de evaluación determinado con la precisión deseada, tanto mediante el uso de integración continua o mediante técnicas de muestreo aplicadas. (Falch, 1997).
- Información que será reportada.
- Técnica de medición, (por ejemplo. instrumentos, intervalos de las mediciones etc.).
- Condiciones que prevalecen durante las mediciones, (por ejemplo. meteorología, emisión de la fuente de ruido etc.).
- Datos cualitativos, (por ejemplo: descripciones de la fuente, receptor, geografía, condiciones del suelo etc.).
- Datos cuantitativos, (por ejemplo: resultados de mediciones, niveles de evaluación del ruido, etc.).
- El informe de prueba deberá contener información relevante registrada para el usuario.

D). Identificación de las principales fuentes de ruido

La predicción del ruido es esencial para las nuevas fuentes de ruido, pero estará sujeto a algunos grados de error en la mayoría de las circunstancias, particularmente si existe incertidumbre en cuanto a las características de la fuente. Las fuentes de ruido existentes pueden medirse pero la identificación de la fuente es un problema, en caso que exista más de una fuente. La identificación manual es solamente factible en monitoreos a corto plazo, en vista de que la identificación automática es actualmente sólo factible para sistemas de monitoreo a largo plazo para ruidos permanentes, con especial atención a las posiciones del micrófono, para evitar influencias posibles del ruido de fondo. (Falch, 1997).

E). Micrófonos direccionales

Pueden utilizarse para discriminar fuentes de ruido fijo para su identificación. Sin embargo, debido a la dificultad de construir un micrófono con directividad uniforme a lo largo del rango de frecuencia de interés, las mediciones de grados de precisión no son posibles. (Falch, 1997).

F). Oyentes humanos

Se precisa para la identificación de la fuente (automóvil, autobús, otro). (Falch, 1997).

G). Fuentes móviles de ruido

Las fuentes móviles de ruido, que se mueven de manera organizada pueden ser tratadas como una fuente puntual estacionaria de la siguiente manera: (Falch, 1997).

La ruta o área en la que se mueve la fuente se cambia por un conjunto de fuentes sustitutas de sonido, cada una con el mismo nivel de potencia del sonido L_w al igual que lo haría la fuente de ruido real.

La dimensión más grande de dicha fuente sustituta de sonido no debe exceder la mitad de la distancia entre el centro de la ruta/área y la posición del receptor. Debido a ello, la fuente sustituta de sonido puede considerarse como una fuente puntual, con un nivel de potencia de sonido L_w localizado en el punto central.

4.4.1.6. Protocolo Empleado.

- i. Identificación de los puntos de monitoreo en función a las observaciones y recomendaciones dadas por el personal de la Municipalidad Provincial de Tacna, la Dirección Regional de Salud Ambiental y el OEFA, se descartaron los puntos que repetían las características de otros, hasta definir 15 estaciones de monitoreo.
- ii. Calibración de equipos.
- iii. Capacitación del personal auxiliar.
- iv. Procedimientos para el monitoreo de ruido:
 - 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 fue entre 30 a 60 grados, para el efecto se adaptó un pedestal de micrófono, al que se adicionó una plataforma para generar el ángulo de 30° requerido.

- Se colocó el sonómetro a una distancia libre mínima aproximada de 0,50 m del cuerpo del especialista y a unos 3,5 metros o más de las paredes, construcciones u otras estructuras reflectantes, e este modo se evitó realizar correcciones.
 - Se utilizó la pantalla (rejilla o filtro) antiviento que forma parte del equipo, cuando su intensidad así lo justificaba.
 - Se evitó durante las mediciones, condiciones meteorológicas extremas tales como lluvia, viento, y otros que puedan afectar los resultados obtenidos y al equipo; el período de ejecución no presentó estos inconvenientes por ser temporada de verano.
 - El tiempo de lectura en cada uno de los puntos de monitoreo fue de 40 minutos, hora, tomando valores con una frecuencia de diez (10) segundos, controlados por un cronómetro; el registro se hizo por grabaciones de voz, posteriormente se trasladaron los resultados a las tablas correspondientes.
 - Paralelamente, se realizó el conteo vehicular en los puntos de medición, se realizó en simultáneo a la medición del sonido filmaciones del tráfico, que luego permitirían elaborar las tablas por un conteo selectivo de acuerdo con las variables.
- v. Periodo de medición:
- El estudio se realizó entre el 27 de enero a 7 de febrero de 2014, con posterioridad a la calibración del equipo.

4.4.1.7 Aparatos Utilizados.

Para dar cumplimiento al título V del D.S. 085-2003-PCM, la Municipalidad Provincial de Tacna cuenta con dos sonómetros marca EXTECH modelo 407735, además de otro de modelo más antiguo; el aparato que se utilizó en la investigación tiene el número de serie 080200534 el cual, debidamente calibrado, es suficientemente preciso.

Sus capacidades están por debajo del que posee el OEFA, de nivel integrador - promediador asistido por computadora, marca Larson & Davies, el cual registra automáticamente las mediciones y realiza los cálculos estadísticos pertinentes.

En el trabajo de tesis, se emplearon medios manuales, los cuales se han explicado; aunque certeros, mucho más laboriosos.

a) Sonómetro.

Marca:	EXTECH
Modelo:	407735
Número de serie:	080200534
Fecha de calibración:	2014-01-20
Propietario:	Municipalidad Provincial de Tacna

Se utilizó para todas las mediciones de niveles de sonido principales, en rango (range) Hi (de 60 a 135 dB), respuesta (responce) “Slow” (S) y la ponderación frecuencial (Funct) A.

Debido a los requerimientos de precisión, este aparato, el autor de la Tesis lo sometió a calibrado en la sede de INDECOPI, ubicada en Calle De la Prosa N° 104 - San Borja; la entidad emitió el Informe de Calibración N° LAC – 002 - 2014, con base en la gestión indicada, según dicho informe el sonómetro no cumple con la norma vigente NMP-011-

2007, equivalente a la Norma Internacional IEC61672 (de la International Electrotechnical Commission), la cual fue creada para verificar las características de fabricación de los sonómetros razón por la cual no se ha emitido Certificado, con el cual las mediciones que se efectúen tendrán efectos legales; sin embargo, para las acciones de monitoreo tienen precisión suficiente.

b) Sonómetro.

Marca: RadioShack
Modelo: 33-2055
Número de serie: AO0330AAA1
Fecha de calibración: No registra, se comparó con el instrumento EXTECH y los valores fueron similares; debido a no tener informe de calibración, se utilizó para las mediciones menos precisas, en ponderación frecuencial A (weighting), y respuesta (response) "Slow"
Propietario: El autor de la tesis.

c) Cronómetro.

Marca: Q&Q
Número de serie: No tiene
Fecha de calibración: El tipo de aparato no requiere calibración; la precisión era de 0,01 segundos, por lo tanto predominaba el aspecto humano.
Propietario: El autor de la tesis.

d) Grabador de Voz (Celular).

Marca: Nokia
Modelo: 303
Número de serie: 353672/05/569193/4
Propietario: El autor de la tesis.



Sonómetro EXTECH



Sonómetro RadioShack



Cronómetro Q&Q



Celular NOKIA

Figura 17: Instrumentos usados en la medición de sonido

Fuente: elaboración propia

4.4.1.8. Procesamiento de datos.

A). Objetivos.

- General.

Determinar los puntos claves en la ciudad cuya importancia económica-social y afluencia de personas den al estudio valores significativos.

- Específicos.

Identificar las diferentes zonas que van a ser consideradas como puntos de medición.

Determinar qué puntos clave cumplen con lo especificado por las leyes y cuáles no.

B). Marco Normativo Aplicable.

Tabla 15:

ECA aplicables

Zonas de aplicación	Valores expresados en Leq _t	
	Horario diurno	Horario Nocturno
Zona de protección especial	50 dB	40 dB
Zona residencial	60 dB	50 dB
Zona Comercial	70 dB	60 dB
Zona Industrial	80 dB	70 dB

Fuente: Decreto Supremo N°085-2003-PCM

C). Estaciones de Monitoreo de Ruido.

Como se explica en el ítem 3.4.1.6. se han seleccionado 15 puntos de monitoreo luego de hacer una selección de los que en el año 2010 realizó el OEFA, en su “Evaluación rápida del nivel de ruido ambiental en la ciudades de Lima, Callao, Maynas, Coronel Portillo, Huancayo, Huánuco, Cusco y Tacna”, en esa oportunidad fueron 24 los puntos de monitoreo, para este trabajo las estaciones seleccionadas se indican en el ítem 3.4.1.6.

4.4.2. Protocolo del trabajo de conteo selectivo de vehículos

4.4.2.1. Base teórica.

El conteo vehicular es hoy una técnica muy utilizada para el control del tráfico vehicular, tanto en vías urbanas como en carreteras. La implementación de estos sistemas de control es ya utilizado ampliamente, principalmente como una medida preventiva en la reducción de accidentes viales, con esta finalidad se ha creado la teoría de flujo de tráfico o del flujo vehicular, la cual consiste en básicamente en disminuir el tiempo de viaje de los conductores con un índice de accidentalidad lo menor posible.

4.4.2.2. Instrumentos usados para ejecutar el conteo

Para ejecutar el conteo existen métodos asistidos y métodos manuales, los primeros se inician con sensores, los cuales se colocan en las vías públicas, debiendo resistir las condiciones extremas de calor, frío, lluvias, y otras del intemperismo; también el costo es un factor importante especialmente en las grandes ciudades que requieren gran cantidad de estaciones.

Cada sensor es escogido para cierta aplicación dependiendo de la propiedad física que se desea monitorear, por ejemplo, propiedades como la temperatura, presión o humedad. (Pérez, 2012)

Además de las propiedades físicas, la clasificación de los sensores puede estar basada en una variedad de métodos, por ejemplo, cuando estos requieren de una fuente externa o hacen uso de una batería portátil. Si el sensor requiere de una fuente de energía externa, son denominados sensores activos, ya que emiten algún tipo de energía (microonda, luz,

sonido, entre otros) para activar una respuesta o para detectar un cambio en la energía de la señal transmitida. (Pérez, 2012)

Los sensores pasivos, detectan la energía del ambiente y se alimentan de ella. Por ejemplo los sensores infrarrojo pasivos (PIR), miden la radiación de luz infrarroja proveniente de los objetos que se encuentran en su área de detección. (Pérez, 2012).

4.4.2.3. Tecnologías intrusivas

Las tecnologías intrusivas, según Cheun y Varaiya (2007), son aquellas cuya instalación se realiza en el pavimento, es decir, en huecos, brechas o túneles por debajo de la superficie. Son tecnologías poco usadas actualmente ya que, para su instalación y reparación el tráfico vehicular tiene que ser interrumpido, fallan ante condiciones de deterioro de las vías y requieren ser reinstaladas en el caso de que la vía sea reparada. Los lazos inductivos, los sensores piezoeléctricos y los tubos neumáticos son algunas de las tecnologías que abarca esta categoría. (Pérez, 2012).

Lazo inductivo. *The US Department of Transportation* (2006) afirma que los lazos inductivos detectan la presencia de un objeto metálico conductor mediante la inducción de corrientes en el objeto, lo que reduce la inductancia del lazo. Estos detectores son instalados en la superficie del pavimento. (Pérez, 2012).

Tubo neumático. Los tubos neumáticos son tubos de goma largos que se instalan en la superficie, perpendicularmente a la dirección del flujo de tráfico. Cuando las ruedas de un vehículo pasan por encima del tubo neumático, un pulso de presión de aire es transferido por lo largo del tubo,

y una señal eléctrica es disparada para representar la detección del vehículo cuando el pulso cierra el switch de aire. (Pérez, 2012).

Como no requiere un alto consumo de energía y es de fácil y rápida instalación, este sistema es comúnmente utilizado para estudios de conteo y clasificación de vehículos a corto plazo. Su principal desventaja se presenta cuando el tráfico de vehículos está representado por un gran número de camiones o autobuses, la sensibilidad del switch de aire (necesario para la detección) es dependiente de la temperatura y el sistema se vuelve poco preciso; además debido a que el material del tubo es poco resistente (goma) requiere de un mantenimiento frecuente. Es raramente utilizado para proyectos de largo plazo. (Pérez, 2012).

Sensores Piezoeléctricos. Los sensores piezoeléctricos se basan en el efecto piezoeléctrico, el cual muestra que al aplicar presión a un material piezoeléctrico, se causa una deformación mecánica y un movimiento de cargas. (Pérez, 2012).

Sensores magnéticos. Los sensores magnéticos son dispositivos pasivos que detectan la presencia de un objeto metálico ferroso a través de la perturbación (conocida como anomalía magnética) que estos causan en el campo magnético de la Tierra. (Pérez, 2012).

4.4.2.4. Tecnologías no intrusivas.

Las tecnologías no intrusivas son aquellas que no requieren ser instaladas directamente en o dentro de la superficie de la vía. Los sensores que se basan en tecnologías no intrusivas son colocadas por encima o a un lado del pavimento, es por esto que la instalación y

mantenimiento de estos sistemas puede efectuarse sin interrumpir el tráfico. (Pérez, 2012).

El procesamiento de imágenes de video, el radar microonda, los sensores infrarrojo activo y pasivo y los sensores por ultrasonido son algunas de las tecnologías que abarcan esta categoría. (Pérez, 2012).

Se emplean ampliamente sistemas inalámbricos para transmitir los datos desde los sensores hasta las centrales, donde se recopila y procesa la información.

Otra manera de clasificar un sensor es considerando algunas de sus propiedades que pueden ser de interés. Algunas características que deben ser consideradas para clasificar un sensor son: sensibilidad, material de construcción, medio de detección, campo de aplicación, estímulo, entre otros. (Pérez, 2012).

Sistemas inalámbricos; los sistemas inalámbricos permiten la comunicación de información entre dos puntos sin la necesidad de utilizar una conexión por cable. Esto se logra utilizando energía sónica, infrarroja, óptica o radiofrecuencia. Los primeros controladores remotos de televisión utilizaban señales ultrasónicas, su velocidad era muy baja y tenían poca inmunidad a interferencias, lo que hacía que estos sistemas no fueran una opción viable para aplicaciones modernas. (Pérez, 2012).

Las señales infrarrojas proveen velocidades moderadas de información, pero el hecho de que la radiación de infrarrojo puede ser fácilmente bloqueada por pequeños obstáculos, ha limitado su uso a aplicaciones de corto alcance. (Pérez, 2012).

Similarmente, las señales ópticas que se propagan en el medio ambiente pueden proveer moderadas y altas tasas de velocidad, pero requieren una línea de vista directa, y no pueden ser utilizadas en lugares con presencia de polvo o niebla que puedan bloquear la señal. Por estas razones, los sistemas inalámbricos modernos utilizan RF o señales microondas, usualmente en la banda UHF (300 3000 MHz). (Pérez, 2012).

Radiofrecuencia RF. (Radio Frequency) es una forma de comunicación inalámbrica, que permite a los usuarios transmitir información a través de ondas electromagnéticas provenientes de un terminal o de un dispositivo de mano a una estación base. (Pérez, 2012).

Bluetooth. Bluetooth es una tecnología de comunicación de corto rango, simple y segura, que puede ser utilizada en dispositivos como teléfonos, computadoras, dispositivos médicos, entre otros. Esta tecnología es utilizada a la hora de reemplazar cables para conectar dispositivos, manteniendo al mismo tiempo altos niveles de seguridad. Es una tecnología de bajo consumo, bajo costo y alto rendimiento. (Pérez, 2012).

Wi – Fi. (Wireless Fidelity) es una tecnología inalámbrica que brinda al usuario la facilidad de conectarse a su contenido favorito y a cualquier tipo de comunicación, con cualquier dispositivo como teléfonos móviles, computadoras, reproductores de sonidos, entre otros, sin la necesidad de utilizar cables. (Pérez, 2012).

4.4.2.5 Procesamiento de imágenes de video.

Las cámaras de video fueron introducidas para el monitoreo del tráfico vehicular, debido a su habilidad de transmitir circuitos cerrados de televisión por imágenes para la interpretación humana. (Pérez, 2012).

Un sistema VIP (Video Image Processing), está compuesto por una o varias cámaras de video, un microprocesador para digitalizar y procesar la imagen, una computadora y un software para analizar las imágenes y extraer información sobre el tráfico. En general, la detección de vehículos es realizada a través del monitoreo de los cambios entre sucesivos frames de video.

En un sistema VIP las imágenes son capturadas por las cámaras y son usualmente digitalizadas por un microprocesador y memorizadas en una computadora. La detección de vehículos es llevada a cabo a través de una serie de imágenes, la segmentación de las imágenes es utilizada para dividir el área de la imagen en pequeñas regiones que permite determinar la presencia del vehículo, su clasificación (basada en la longitud del mismo), volumen y velocidad. También permiten realizar el rastreo del vehículo, donde se pueden obtener sus trayectorias para proveer estadísticas sobre su origen, destino y giros o movimientos que vaya a realizar en la vía. (Pérez, 2012).

La precisión en la detección de los sistemas VIP modernos es bastante alta. Combinando resultados obtenidos en condiciones ambientales ideales y rigurosas muestran que la detección de vehículos y el cálculo de su velocidad en sistemas VIP correctamente calibrados tienen una precisión mayor al 95 %. (Pérez, 2012).

Los métodos asistidos debido a su costo se emplean cuando el conteo será continuo y para proyectos en grandes ciudades, para el trabajo de tesis se eligió un método manual, además de la limitante que se indica, el software selecciona los vehículos por su tamaño, las variables de antigüedad deben ser necesariamente visualizadas.

4.4.2.6. Métodos Manuales.

El conteo manual es un método para obtener datos de volúmenes de tráfico a través del uso de personal de campo conocido como aforadores de tráfico. Los aforos manuales son usados cuando la información deseada no puede ser obtenida mediante el uso de dispositivos mecánicos. El método manual permite la clasificación de vehículos por tamaño, tipo, número de ocupantes y otras características. Registro de movimiento de vueltas y otros movimientos, tanto vehiculares como de peatones. Los conteos manuales son usados frecuentemente para comprobar la exactitud de los contadores mecánicos.

Este tipo de recuento también es necesario cuando los requisitos para el mismo son poco comunes. Por ejemplo, cuando se necesitan conteos durante periodos de tiempo corto. Algunas veces las malas condiciones de tiempo interfieren con el uso de contadores mecánico de tráfico y, claro está, si no se dispone de equipo automático, el aforo deberá realizarse manualmente.

Una desventaja grande de este método de conteo, es la manutención de aforadores de tráfico por tiempos prolongados, es costoso.

El personal de campo registra los datos del conteo en formularios diseñados, es posible el apoyo de un contador manual electrónico, El

conteo manual implica a una o más personas que registran los vehículos observados utilizando un contador.

Con este tipo de contador, los movimientos de dar vuelta en la intersección y los tipos de vehículos pueden ser registrados usando más de un contador. Por ejemplo, los volúmenes vehiculares se pueden recoger por una persona usando un contador mientras que los volúmenes de vehículos de pasajeros son registrados por otra persona usando otro contador. Observe que en general, la inclusión de camionetas y automóviles ligeros con cuatro neumáticos en la categoría de los vehículos de pasajeros no crea ninguna deficiencia significativa en los datos recogidos, puesto que las características de funcionamiento de estos vehículos son similares a las de los autobuses.

4.4.3. Protocolo utilizado.

En el Proyecto de tesis aprobado las variables independientes han sido las siguientes:

Variable	Dimensión	Indicadores	Unidad de medida
Producción		Flujo vehicular	Flujo unid/hora
De ruido	Sonido	Intensidad	dB
Antigüedad		Menos de 2	%
de vehículos de 2 a 10		%	
(Años) más de 10		%	

En consecuencia, se debe clasificar los vehículos por antigüedad, se agregó el parámetro de unidades de servicio público, pues se encontró que además de ser importante su flujo, resultaron los más ruidosos.

En la determinación de la antigüedad, se la hizo intervenir debido a que hasta los dos años, los vehículos conservan sus sistemas de escape de gases en condición de nuevos, con la eficiencia exigida al momento de la fabricación, los elementos de silenciadores y tubos se fabrican con metalurgias específicas, lo que los hace tener una alta resistencia a la corrosión por oxidación, la cual es especialmente severa en dichos elementos por estar sometidos a ciclos de acumulación de agua por condensación cuando se apagan y evaporación de la misma, además de altas temperaturas cuando funcionan (condiciones que aceleran la corrosión).

Entre los 2 a 10 años ocurre que las tuberías y silenciadores al sufrir la corrosión natural son sustituidos con elementos fabricados en talleres utilizando tubos y planchas de acero normal, cuya resistencia es menor, y con sustitución total del diseño original; en muy escasas oportunidades se utilizan productos de fábrica.

En vehículos de más de 10 años, los parámetros de diseño y las especificaciones de fabricación fueron menos exigentes respecto al impacto ambiental, por lo tanto incluso las reparaciones a fondo de los motores no igualan las condiciones ambientales equivalentes a las de uno nuevo, tanto en la producción de gases como de sonido; los sistemas de expulsión de gases son totalmente inadecuados desde el punto de vista de la contaminación acústica ya que por lo general eliminan todo tipo de silenciadores pues al ser la vida útil residual del vehículo muy corta sus propietarios no encuentran justificables mayores gastos. En el terreno se ha detectado que un autobús al iniciar su movimiento luego de una detención puede tener emisiones que superan los 90 dbA, de nivel similar

al de una bocina, obviamente por las manipulaciones en el sistema de escape.

De acuerdo con los sistemas de uso común, las mediciones se hicieron por un sistema mixto, con un registro en video cámara y procesamiento manual, la variable propuesta “antigüedad de los vehículos”, además que un trabajo tan reducido no justificaba métodos más sofisticados.

Se utilizó una cámara fotográfica “Sony” Cyber-shot, con registros en períodos de 30 minutos, las cifras obtenidas de esta manera se duplicaron para obtener los índices vehículos/hora; los cuales se procesaron con el mismo procedimiento que las mediciones de sonido.



Figura 18: Instrumento usado en el conteo vehicular

Fuente: Elaboración propia, 2017

4.4.4. Instrumento.

El cuestionario.

A través de este instrumento de investigación se recolectó la información pertinente al estudio; teniendo un total de seis preguntas, cinco preguntas de carácter cerrado y una de carácter abierto (datos demográficos).

Materiales

- 400 Fotocopias del cuestionario.
- 2 Computadoras portátiles (laptop).
- 2 Lapiceros.
- 2 Tablas de apoyo.
- 2 Credenciales

4.4.4.1. Confiabilidad y validez de los instrumentos

Confiabilidad de los instrumentos:

Para determinar el grado de confiabilidad del cuestionario, se trabajó con el método de consistencia interna: el coeficiente Alfa de Cronbach.

Validez de los instrumentos:

La validación de los instrumentos se realizó principalmente en el marco teórico de la categoría.

“Validez de contenido” utilizando el procedimiento de criterio de expertos calificados (3) que determinaron la adecuación muestral de los ítems de los instrumentos.

4.5 TÉCNICA DE RECOPIACIÓN DE DATOS

4.5.1 Técnica

Es una de las técnicas de recolección más usadas, a pesar de que cada vez pierde mayor credibilidad por el sesgo de las personas encuestadas. La encuesta se fundamenta en un cuestionario o conjunto de preguntas que se preparan con el propósito de obtener información de las personas. (Hernández y otros 1999).

Las encuestas se realizaron a los trabajadores administrativos de las áreas de Gerencia, Contabilidad, Créditos y Cobranzas de las empresas comerciales del rubro automotriz de Tacna, año 2016 determinadas en la muestra, a fin de verificar la influencia del Control previo en las cuentas por cobrar.

Realización de encuestas

La base teórica contiene la certeza que cuando los afectados por la contaminación ambiental dejan de percibir el ruido o no lo consideran nocivo, su riesgo se incrementa, sobre dicha base se diseñó una encuesta de percepción.

4.5.1.1. Objetivos de la encuesta

Determinar la percepción que tienen las personas acerca del ruido que se produce en distintos puntos específicos de la ciudad de Tacna.

Específicos

- Hacer una recolección de datos en puntos de medición ya antes identificados.
- Procesar los datos e interpretarlos, según los objetivos planteados en la tesis.
- Dar una conclusión final a modo de diagnóstico acerca de la percepción de los habitantes de Tacna acerca de la contaminación sonora.

4.5.2. Tratamiento de datos (Análisis estadístico)

Los datos se procesaron ordenando los siguientes pasos:

- Comprobación, se verificó los cuestionarios con el fin de garantizar la existencia de toda la información necesaria para responder las interrogantes de investigación y satisfacer los objetivos planteados.
- Clasificación de los datos: Los datos se agruparon atendiendo la clasificación adoptada en la investigación.

4.5.3. Procesamiento:

El cuestionario fue procesado en el programa STATGRAPHICS CENTURION versión XVI.I 16.103 (español),

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO

Este capítulo tiene como propósito presentar el proceso que conduce a la demostración de la hipótesis propuesta en la investigación, la misma que es: la producción de ruido vehicular influye directamente en la salud en las zonas críticas en la ciudad de Tacna.

5.2. DISEÑO DE LA PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

Para la recolección de datos se hizo previamente la validación de la validez y la confiabilidad de los ítems (05 preguntas). En el caso de la validez se construyó un instrumento para la realización de la validez de contenido por parte de los expertos, para verificar:

- La claridad del instrumento, si está formulado con el lenguaje apropiado.
- Objetividad, si está expresado en conductas observables.
- Actualidad, adecuado al avance de la ciencia y tecnología.
- Organización, existe una organización lógica.
- Suficiencia, comprende los aspectos en cantidad y calidad.
- Intencionalidad, adecuado para valorar aspectos de las estrategias científicas.
- Consistencia, basado en el aspecto teórico científico.
- Coherencia, entre los índices, indicadores y las dimensiones.
- Metodología, la estrategia responde al propósito del diagnóstico.

En el caso de la confiabilidad se usó el método Alfa Cronbach, obteniéndose el valor de 0.931 tal como lo señala el cuadro exportado. El referido valor se considera aceptable estadísticamente por la tendencia de la aproximación a la unidad.

5.3. RESULTADOS DEL MONITOREO DE RUIDOS

Tabla 16:

Datos del punto 1 (dBA).

71,4	62,7	64,8	76,0	73,1	61,9	58,7	59,0	60,2	67,1	62,2	60,8	68,8	63,2	55,7
54,3	54,9	62,2	57,8	64,4	59,8	64,6	61,2	65,7	70,1	69,4	79,7	80,0	72,1	75,9
65,7	70,1	70,7	66,7	67,9	70,7	70,3	70,6	68,6	71,3	68,7	73,1	64,0	66,5	67,0
67,7	66,7	76,0	73,0	65,4	65,4	68,4	69,0	78,4	76,2	81,7	77,8	66,7	67,5	67,6
66,7	67,6	81,9	84,6	68,2	58,5	54,4	56,1	60,5	62,1	64,4	65,8	67,0	65,6	66,2
78,3	68,0	69,3	64,6	67,0	67,8	67,1	67,6	67,8	67,6	67,1	66,9	67,4	67,7	86,1
70,1	68,3	67,8	71,4	69,7	69,2	69,0	68,8	68,7	73,9	81,4	69,4	66,8	69,3	78,9
70,6	69,8	68,0	68,0	68,3	68,4	72,7	76,6	71,0	80,5	72,8	57,9	75,3	77,8	66,2
64,3														

Tabla 17:

Resumen Estadístico.

Recuento	121
Promedio	68,950
Desviación Estándar	5,060
Coef. de Variación	7,338 %
Mínimo	59,8
Máximo	81,9
Rango	22,0
Sesgo Estandarizado	3,188
Curtosis Estandarizada	0,384

Fuente: Elaboración propia, 2017

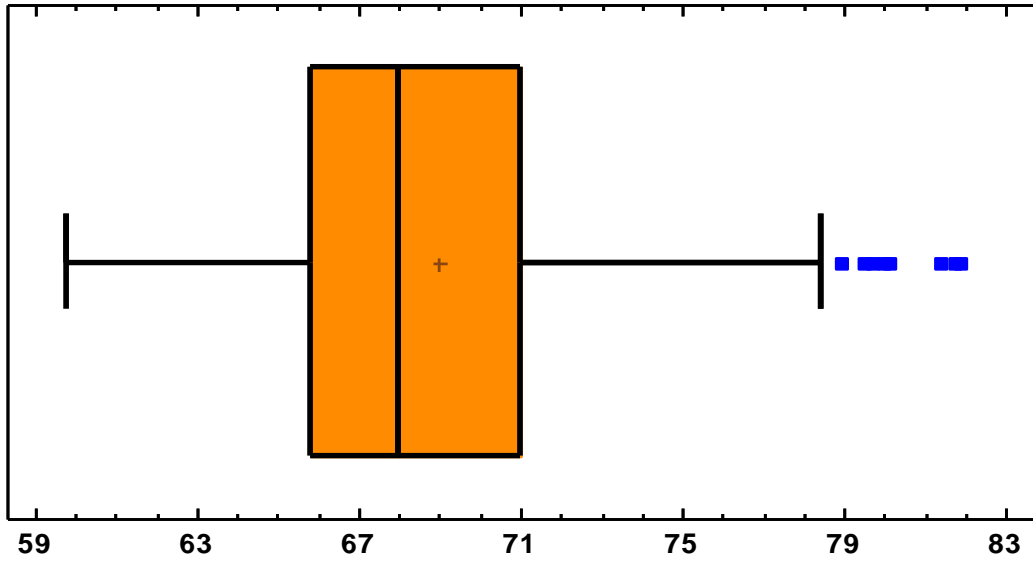


Figura 19: Caja y Bigotes (en dBA)

Fuente: Elaboración propia, 2017

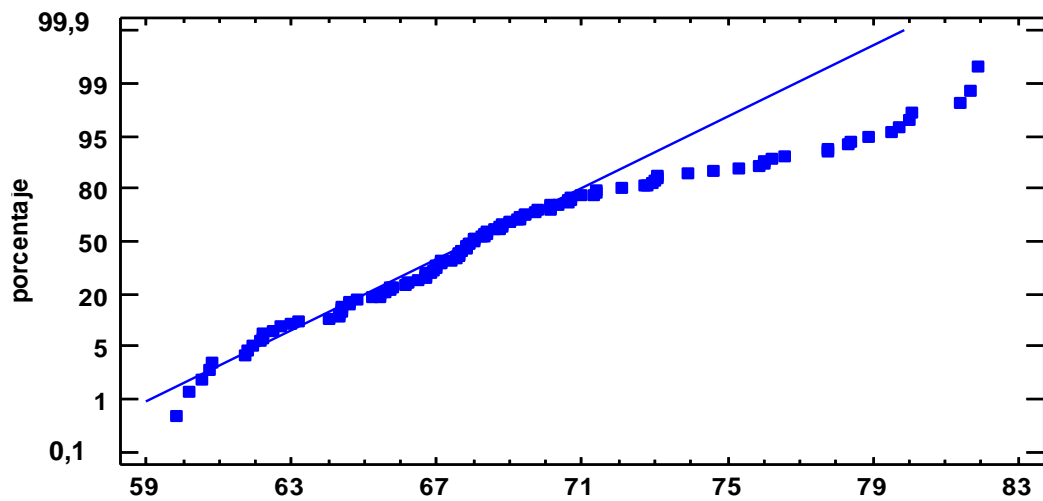


Figura 20: Probabilidad Normal (dBA/%)

Fuente: Elaboración propia, 2017

Tabla 18:*Datos del punto 2 (dBA).*

82,6	75,8	75,3	69,2	66,3	75,6	75,7	71,4	67,8	67,0	73,6	73,0	66,5	66,2	66,3
71,5	74,2	65,3	67,2	66,8	66,2	73,9	77,0	70,0	70,6	66,7	65,3	71,6	68,2	69,3
75,9	67,5	66,2	84,2	72,6	71,2	70,9	67,5	66,8	77,8	73,6	70,8	71,0	67,3	65,4
81,8	73,8	67,8	67,9	66,9	69,9	80,4	72,9	68,0	76,4	65,6	71,8	67,6	73,4	69,2
69,1	65,0	66,9	74,2	72,4	70,3	74,2	67,3	66,3	82,1	73,2	77,3	71,2	69,7	77,7
83,0	69,4	68,7	65,6	65,3	76,3	70,8	69,5	68,3	72,0	66,7	87,5	74,2	65,9	68,3
66,8	66,7	86,1	70,7	70,9	68,3	67,2	84,8	68,5	66,9	69,5	72,9			

Fuente: Elaboración propia, 2017

Tabla 19:*Resumen Estadístico.*

Recuento	102
Promedio	71,234
Desviación Estándar	5,147
Coef. de Variación	7,225 %
Mínimo	65,0
Máximo	87,5
Rango	22,5
Sesgo Estandarizado	5,016
Curtosis Estandarizada	2,270

Fuente: Elaboración propia, 2017

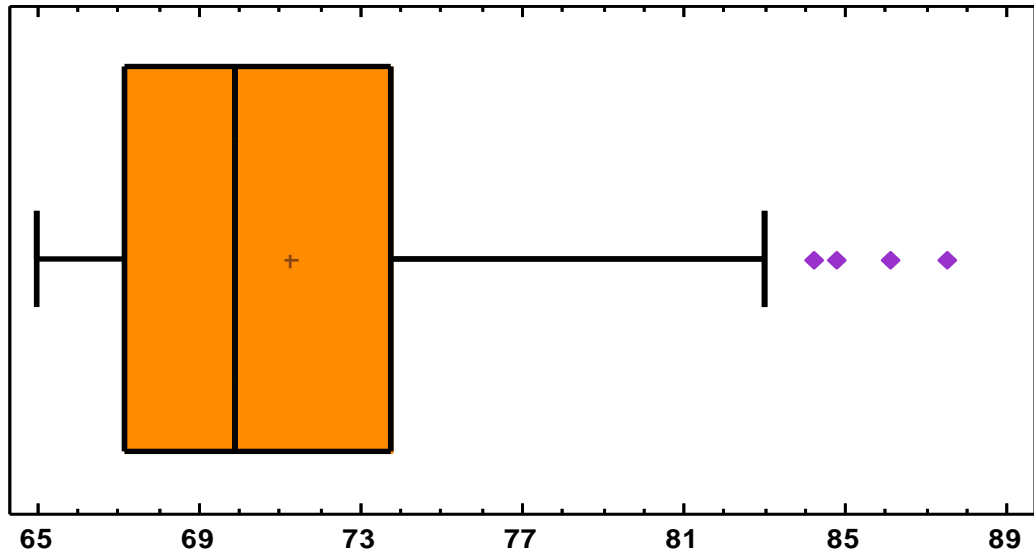


Figura 21: Caja y Bigotes (en dBA)

Fuente: Elaboración propia, 2017

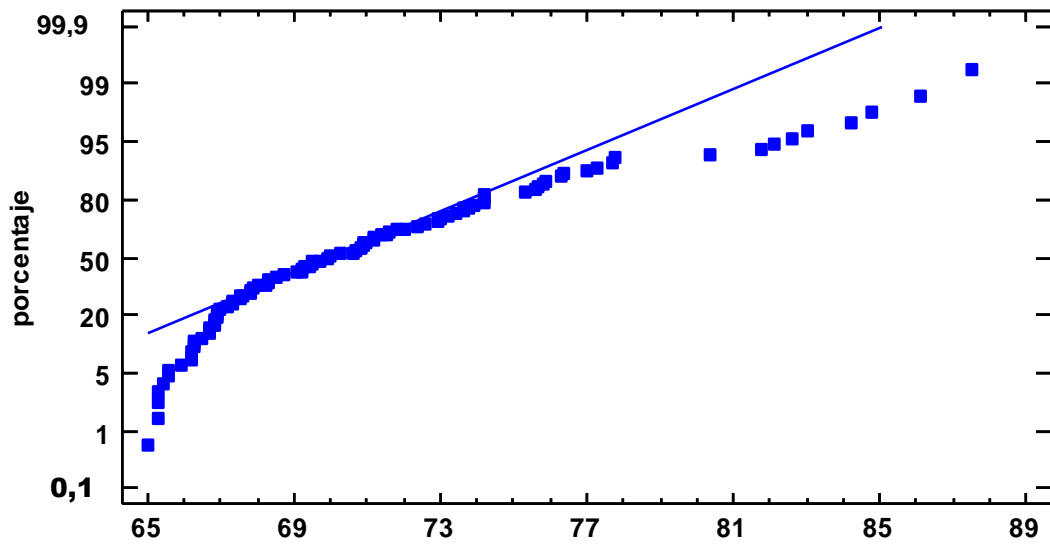


Figura 22: Probabilidad Normal (dBA/%)

Fuente: Elaboración propia, 2017

Tabla 20:*Datos del punto 3 (dBA).*

69,7	74,5	83,6	76,0	81,8	71,9	80,9	82,1	70,9	88,0	72,5	73,0	72,2	92,5	76,8
65,7	63,7	78,3	63,2	65,7	68,8	60,1	63,9	61,9	69,1	64,6	75,0	69,9	61,2	64,4
65,2	68,9	67,6	63,9	63,1	65,6	78,8	84,0	88,0	75,6	74,0	75,2	75,9	69,3	67,7
72,4	70,6	61,2	67,1	70,0	65,6	61,0	65,1	64,1	64,8	59,9	66,7	60,3	64,2	56,5
57,1	69,6	70,7	77,8	61,5	68,0	71,9	75,0	80,9	82,7	65,5	73,5	63,6	65,9	63,7
63,6	65,9	73,3	60,1	62,8	69,3	58,6	58,8	62,4	60,3	61,5	73,9	69,3	71,2	71,3
69,9	57,0	62,0	68,6	66,0	67,3	68,1	70,8	74,7	68,3	68,9	67,9	68,5	74,1	69,2
68,6	76,3	80,1	88,6	68,8	79,9	68,8	65,3	67,0						

Fuente: Elaboración propia, 2017

Tabla 21:*Resumen Estadístico.*

Recuento	114
Promedio	69,966
Desviación Estándar	6,856
Coef. de Variación	9,799 %
Mínimo	60,1
Máximo	92,5
Rango	32,4
Sesgo Estandarizado	4,286
Curtosis Estandarizada	1,701

Fuente: Elaboración propia, 2017

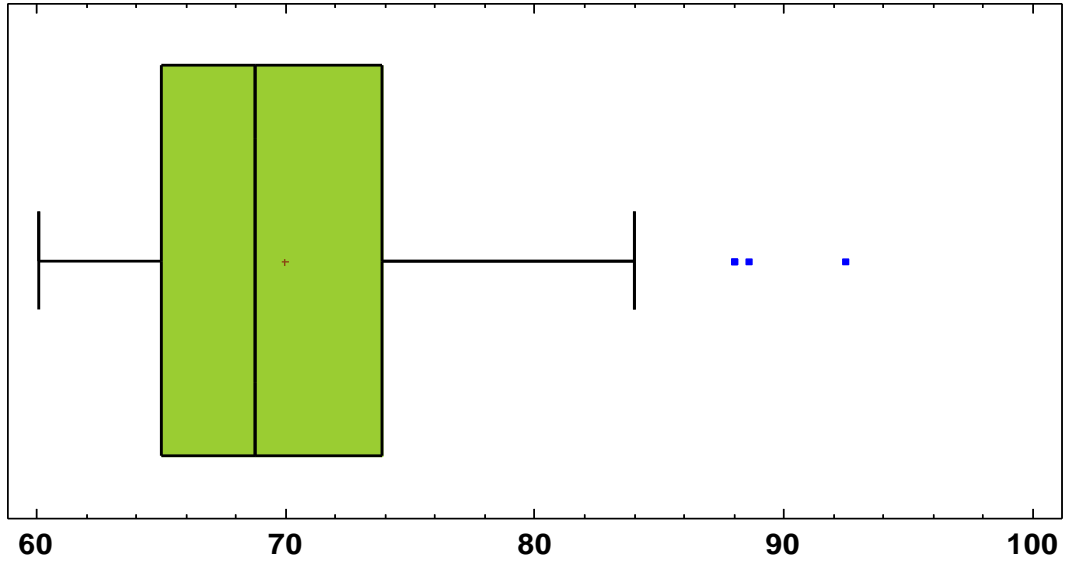


Figura 23: Caja y Bigotes (en dBA)

Fuente: Elaboración propia, 2017

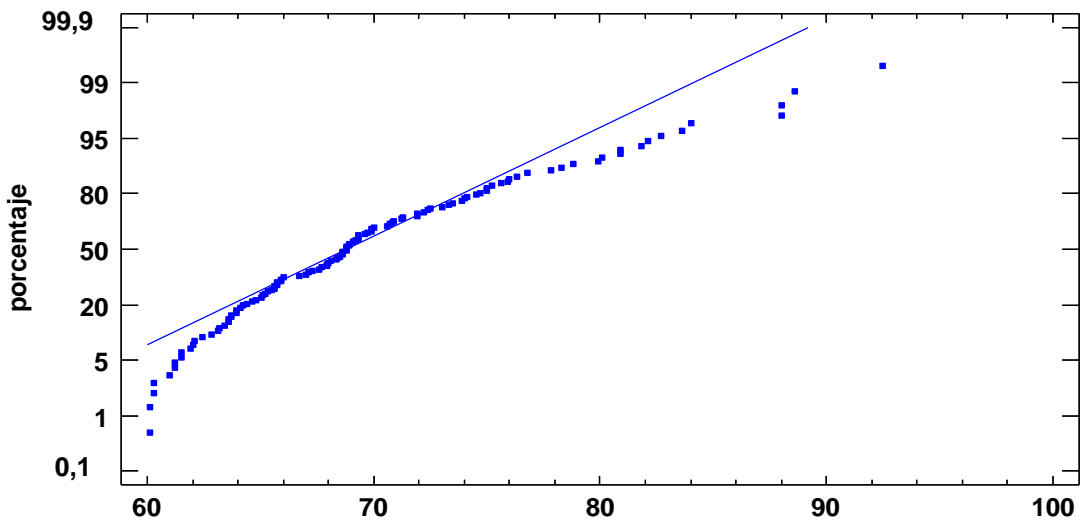


Figura 24: Probabilidad Normal (dBA/%)

Fuente: Elaboración propia, 2017

Tabla 22:*Datos del punto 4 (dBA).*

67,7	80,9	71,8	69,9	72,7	64,7	66,9	64,3	69,0	66,9	67,5	66,6	75,7	65,2	71,9
67,2	67,3	67,5	75,6	67,8	81,2	70,9	69,1	69,2	72,7	68,0	71,3	71,2	75,5	66,7
71,7	70,4	66,3	67,6	65,9	69,7	74,0	69,4	70,0	66,4	67,1	68,2	67,1	71,9	75,3
73,4	69,5	73,6	72,0	70,8	71,6	72,1	73,0	84,3	71,5	69,1	66,7	69,4	74,8	72,9
69,8	72,3	76,0	71,8	71,6	68,3	66,9	71,6	88,2	75,9	73,4	66,2	66,2	68,0	69,2
70,1	74,3	88,1	74,7	65,1	73,5	71,1	70,8	73,6	72,2	75,4	74,0	67,1	71,0	64,7
67,7	65,1	71,7	74,8	76,9	77,6	69,3	72,8	73,1	66,3	72,3	67,1	71,6	65,0	68,3
75,2	71,6	68,1	75,4	79,1	77,3	62,9	69,4	68,7	64,6	67,1	69,7	74,8	75,4	71,2
68,3														

Fuente: Elaboración propia, 2017

Tabla 23:*Resumen Estadístico.*

Recuento	121
Promedio	70,976
Desviación Estándar	4,468
Coef. de Variación	6,295
Mínimo	62,9
Máximo	88,2
Rango	25,3
Sesgo Estandarizado	5,506
Curtosis Estandarizada	6,154

Fuente: Elaboración propia, 2017

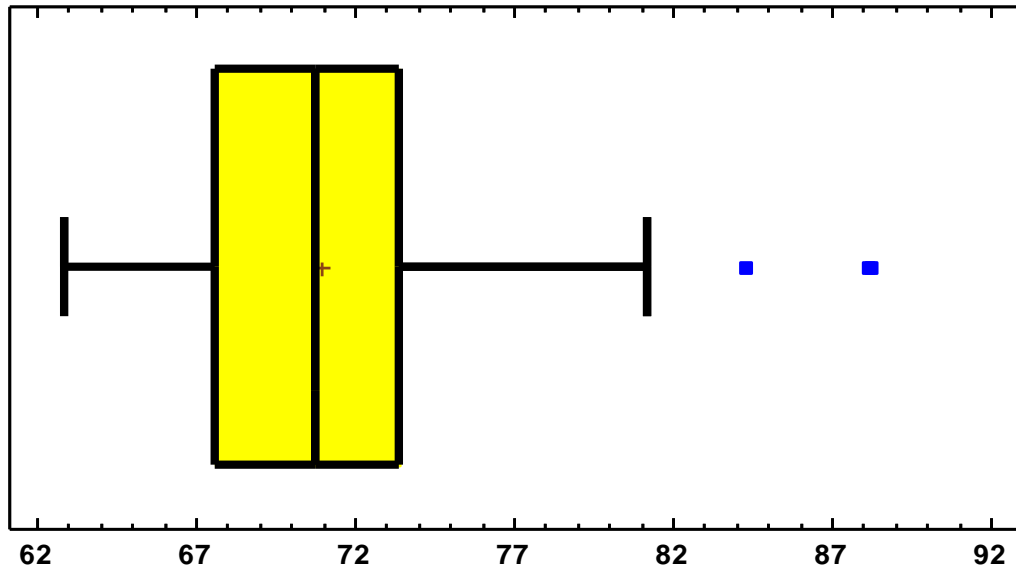


Figura 25: Caja y Bigotes (en dBA)

Fuente: Elaboración propia, 2017

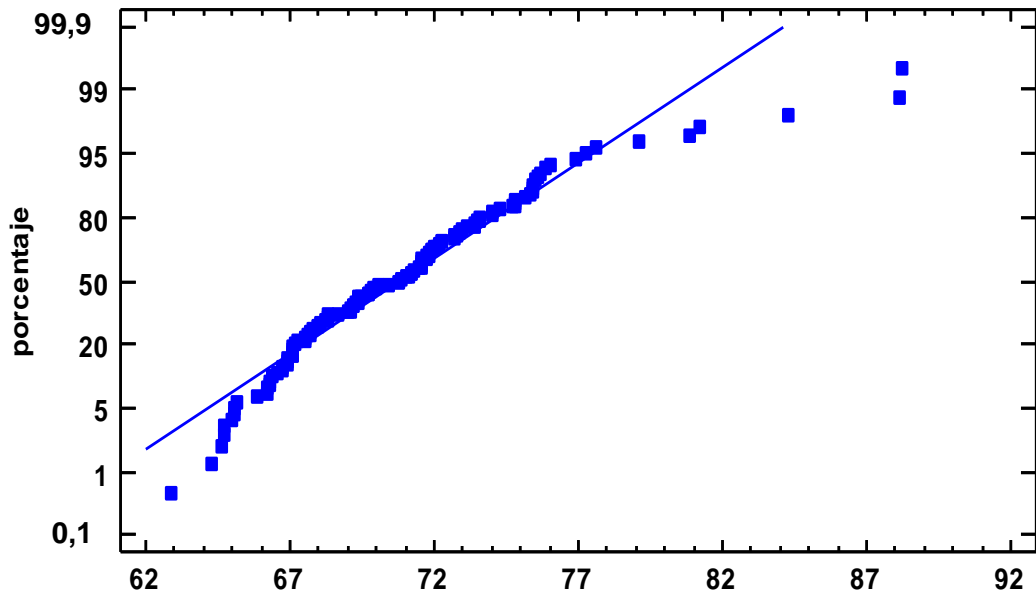


Figura 26: Probabilidad Normal (dBA/%)

Fuente: Elaboración propia, 2017

Tabla 24:*Datos del punto 5 (dBA).*

78,5	71,3	70,8	67,2	69,1	73,7	83,3	79,5	71,0	69,8	70,5	77,2	77,1	68,4	70,7
69,5	68,0	73,5	80,3	77,4	73,3	70,5	70,5	68,7	68,1	71,7	70,8	71,2	69,4	70,9
71,2	71,6	69,8	75,6	74,7	69,1	67,8	67,0	68,4	69,9	71,2	70,7	75,5	72,4	69,2
68,7	71,7	70,1	71,9	72,6	71,7	73,0	96,9	75,4	73,9	71,4	68,8	72,4	71,8	68,2
73,8	70,3	70,7	70,8	75,5	70,6	73,5	71,4	74,0	76,8	78,9	80,6	69,4	68,8	70,4
70,6	78,2	75,1	83,7	74,9	68,3	71,1	70,3	70,1	70,7	70,6	78,7	72,9	74,9	70,9
69,6	66,7	70,0	71,0	76,5	78,0	70,0	67,5	69,0	68,1	72,2	79,9	73,0	66,4	68,7
75,7	70,6	68,6	74,3	70,5	68,3	72,8	71,6	71,7	71,7	68,5	72,2	77,2	73,4	69,5
75,1														

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 25:*Resumen Estadístico.*

Recuento	121
Promedio	65,858
Desviación Estándar	7,409
Coef.de Variación	11,249 %
Mínimo	54,5
Máximo	90,2
Rango	35,7
Sesgo Estandarizado	5,320
Curtosis Estandarizada	2,843

Fuente: Elaboración propia, 2017

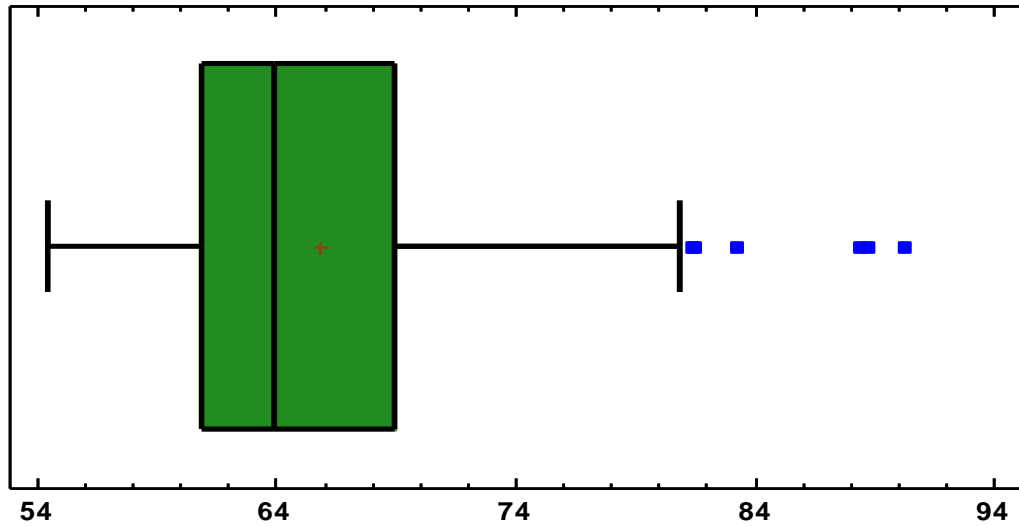


Figura 27: Caja y Bigotes (en dBA)

Fuente: Elaboración propia, 2017

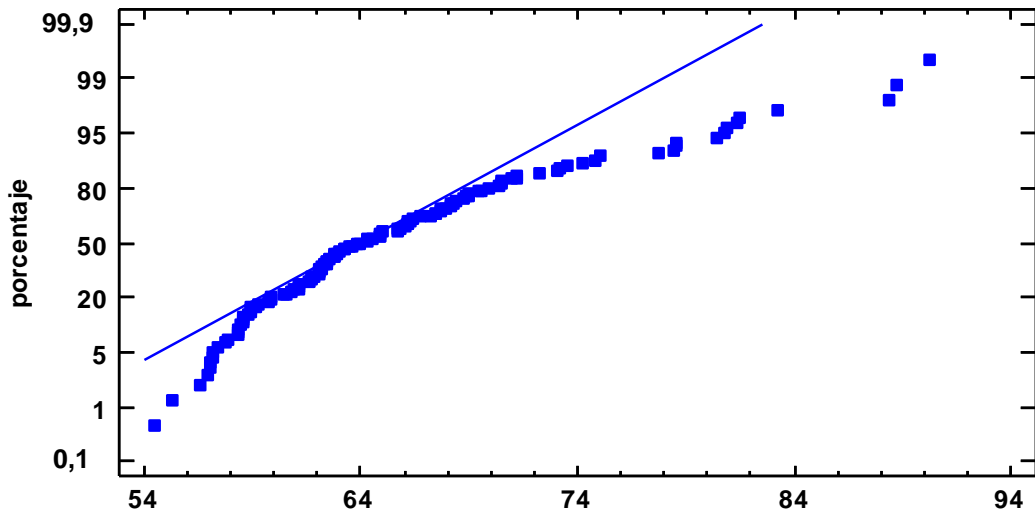


Figura 28: Probabilidad Normal (dBA/%)

Fuente: Elaboración propia, 2017

Tabla 26:*Datos del punto 6 (dBA).*

76,3	69,9	72,6	75,8	70,6	79,4	74,2	73,6	72,9	73,6	74,3	72,9	73,1	75,0	75,5
82,5	84,1	74,3	72,5	71,0	67,6	85,8	76,5	69,7	68,6	73,9	64,0	75,5	75,5	68,4
66,6	66,9	69,6	69,8	70,3	71,8	77,5	71,6	63,7	61,8	68,1	69,2	67,6	70,2	71,5
68,0	67,7	68,6	69,0	68,9	68,5	72,9	69,2	72,9	67,8	72,8	70,3	73,0	72,3	75,8
71,2	66,5	67,6	72,6	66,5	71,8	72,7	75,4	89,9	66,8	74,0	66,3	66,9	73,2	79,7
74,7	69,0	71,3	67,1	72,9	68,8	76,3	72,9	71,2	69,1	70,3	71,9	85,0	84,0	72,3
70,1	69,8	67,7	69,2	67,9	65,9	68,3	73,5	71,6	72,0	85,6	71,4	82,6	70,4	68,4
70,3	73,4	77,2	81,6	70,2	68,4	72,5	72,2	83,5	69,8	87,5	74,8	69,7		

Fuente: Elaboración propia, 2017

Tabla 27:*Resumen Estadístico.*

Recuento	118
Promedio	72,372
Desviación Estándar	5,089
Coef. de Variación	7,032 %
Mínimo	63,7
Máximo	89,9
Rango	26,2
Sesgo Estandarizado	5,644
Curtosis Estandarizada	3,757

Fuente: Elaboración propia, 2017

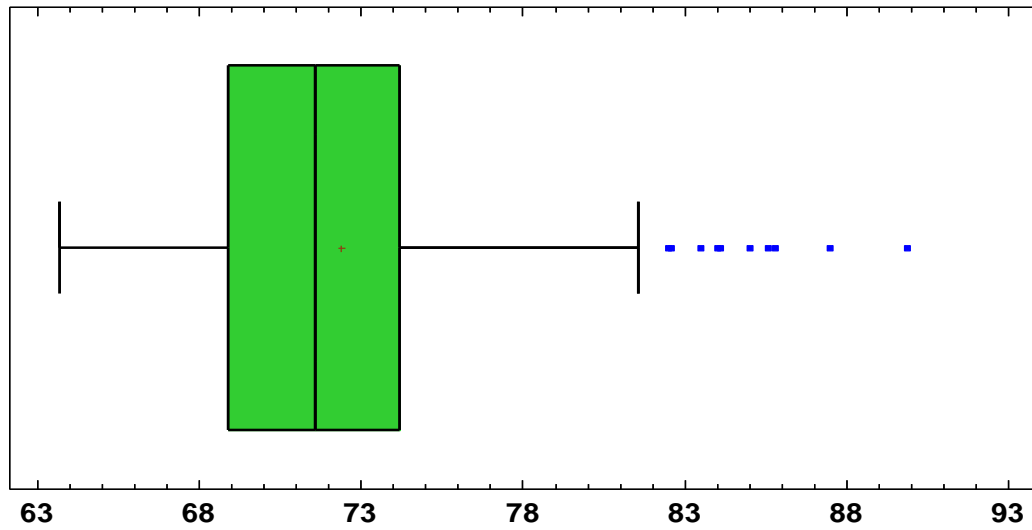


Figura 29: Caja y Bigotes (en dBA)

Fuente: Elaboración propia, 2017

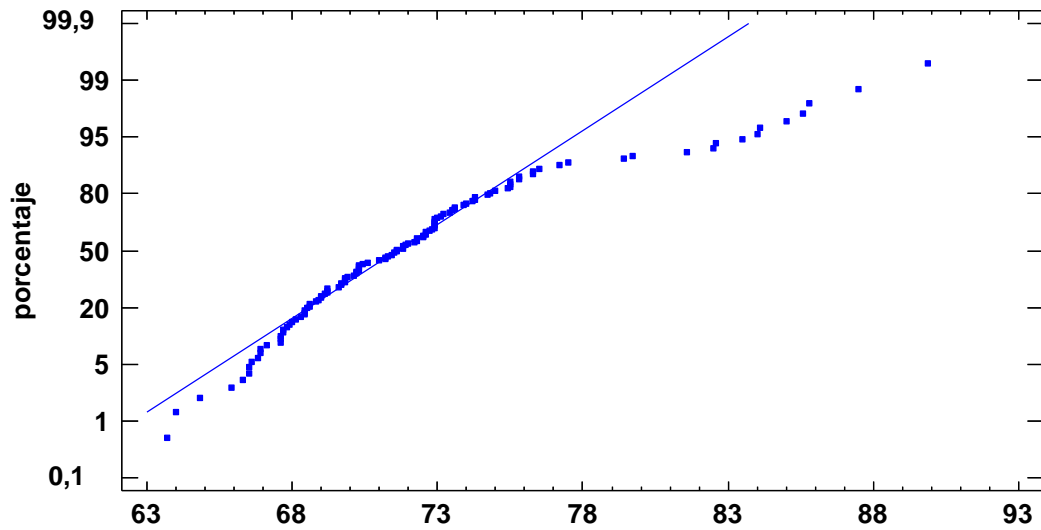


Figura 30: Probabilidad Normal (dBA/%)

Fuente: Elaboración propia, 2017

Tabla 28:*Datos del punto 7 (dBA).*

64,9	79,5	73,2	75,0	69,6	70,9	64,6	77,9	69,2	73,4	76,0	87,3	64,5	74,3	79,2
77,1	79,8	76,0	79,8	69,7	72,0	59,8	63,0	64,5	77,4	70,5	72,6	65,3	77,1	69,9
67,7	75,0	79,2	78,3	78,1	72,2	63,9	72,4	58,6	76,5	72,6	76,7	62,5	62,6	61,0
76,1	66,5	70,9	63,2	69,2	69,2	65,7	67,8	71,3	67,7	69,9	67,6	74,7	80,4	77,4
80,2	76,6	76,5	72,6	75,5	74,3	74,2	62,3	63,5	61,1	62,8	62,5	70,5	67,2	70,1
74,0	76,0	79,6	77,8	71,1	66,2	67,9	63,8	65,5	59,8	59,8	63,2	61,8	64,0	69,3
69,1	77,8	87,5	75,6	78,3	71,3	70,3	67,9	82,3	81,1	67,4	65,3	68,7	65,9	69,6
71,5	70,2	72,1	75,3	68,5	78,5	73,9	72,3	63,3	76,6	76,7	77,1	73,8	72,2	74,4
76,0	74,0	67,5	76,2	74,0	73,1	68,0	76,7	86,0	76,8	72,9	65,8	69,6	76,7	73,3
75,2	71,5	70,6	84,8	75,3	69,2	61,0	69,1	76,9	69,6	79,0	68,4	89,7	70,3	69,4
64,8	67,7	68,5	69,9	77,6	75,6	70,5	69,2	70,7	68,5	81,6	84,3	77,5	61,1	74,3
67,1	74,6	70,2	79,0	67,3	68,9	66,0	63,5	61,9	61,9	66,0	65,2	70,1	77,9	76,2

Fuente: Elaboración propia, 2017

Tabla 29:*Resumen Estadístico.*

Recuento	180
Promedio	71,685
Desviación Estándar	5,971
Coef. de Variación	8,330 %
Mínimo	59,8
Máximo	89,7
Rango	29,9
Sesgo Estandarizado	1,562
Curtosis Estandarizada	-0,461

Fuente: Elaboración propia, 2017

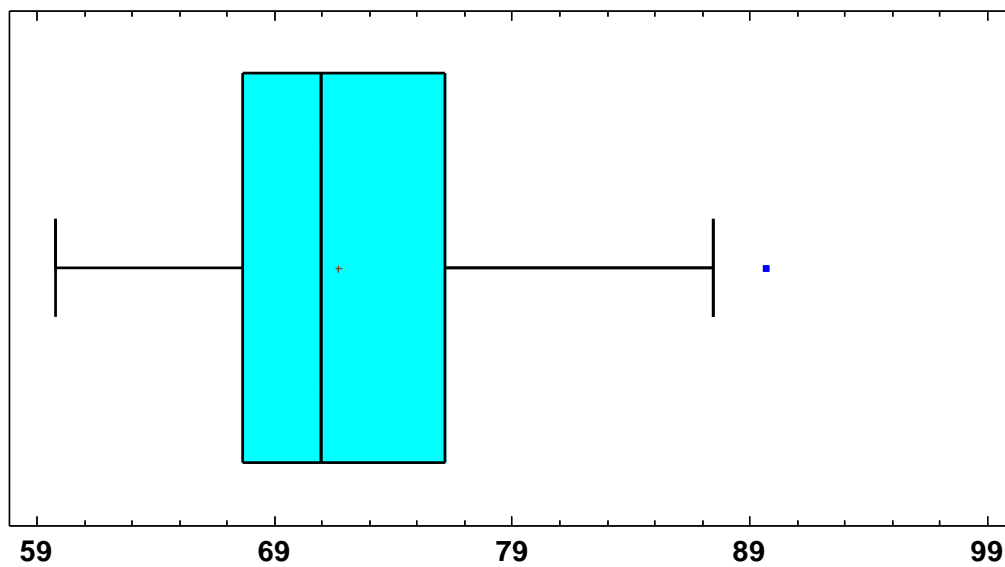


Figura 31: Caja y Bigotes (en dBA)

Fuente: Elaboración propia, 2017

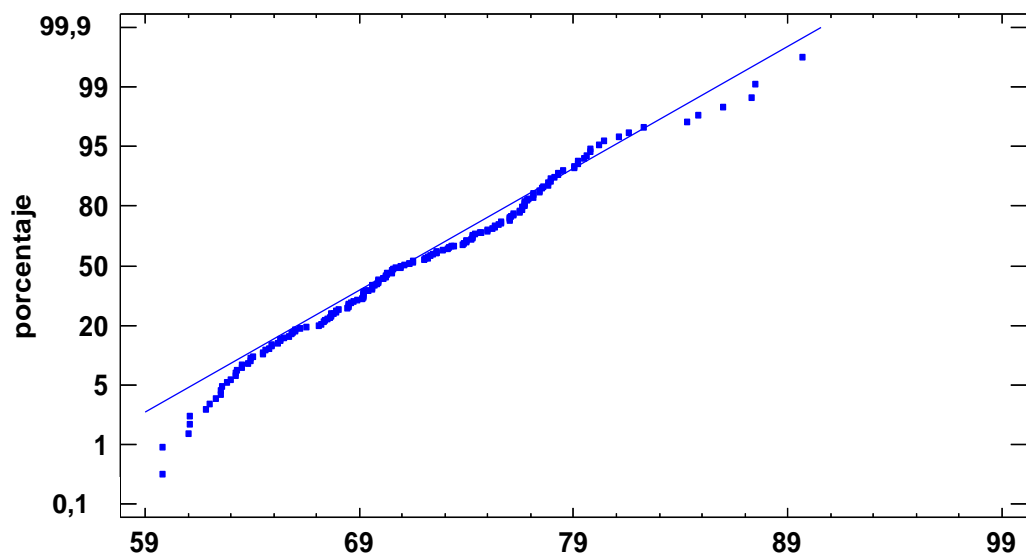


Figura 32: Probabilidad Normal (dBA/%)

Fuente: Elaboración propia, 2017

Tabla 30:*Datos del punto 8 (dBA).*

68,9	78,0	65,6	71,6	65,4	65,6	67,3	68,5	66,8	68,2	64,3	65,5	64,8	66,2	67,4
71,2	75,5	71,1	66,2	68,5	66,9	72,0	69,5	66,6	67,8	67,1	69,0	68,1	65,0	69,9
72,2	74,3	72,3	74,9	73,5	72,0	69,1	66,8	66,1	67,3	67,3	71,3	70,3	69,5	67,8
66,6	70,2	78,6	76,3	71,8	68,4	68,2	66,8	68,5	68,7	76,6	74,6	70,2	67,1	79,0
69,5	67,9	76,9	68,6	68,4	73,9	65,6	70,4	67,4	70,8	69,3	69,3	66,2	66,0	70,7
68,1	67,3	65,6	75,0	69,7	66,5	69,8	67,4	67,1	79,5	64,5	69,5	62,5	60,4	65,6
69,9	62,4	62,8	75,7	73,8	75,8	74,0	70,7	65,8	68,0	65,9	64,9	65,1	70,6	69,4
65,1	64,9	70,1	69,2	70,4	69,7	72,0	69,9	70,3	67,3	66,4	66,8	66,9	66,7	

Fuente: Elaboración propia, 2017

Tabla 31:*Resumen Estadístico.*

Recuento	119
Promedio	69,115
Desviación Estándar	3682
Coef. de Variación	5,327 %
Mínimo	60,4
Máximo	79,5
Rango	19,1
Sesgo Estandarizado	3,220
Curtosis Estandarizada	1,072

Fuente: Elaboración propia, 2017

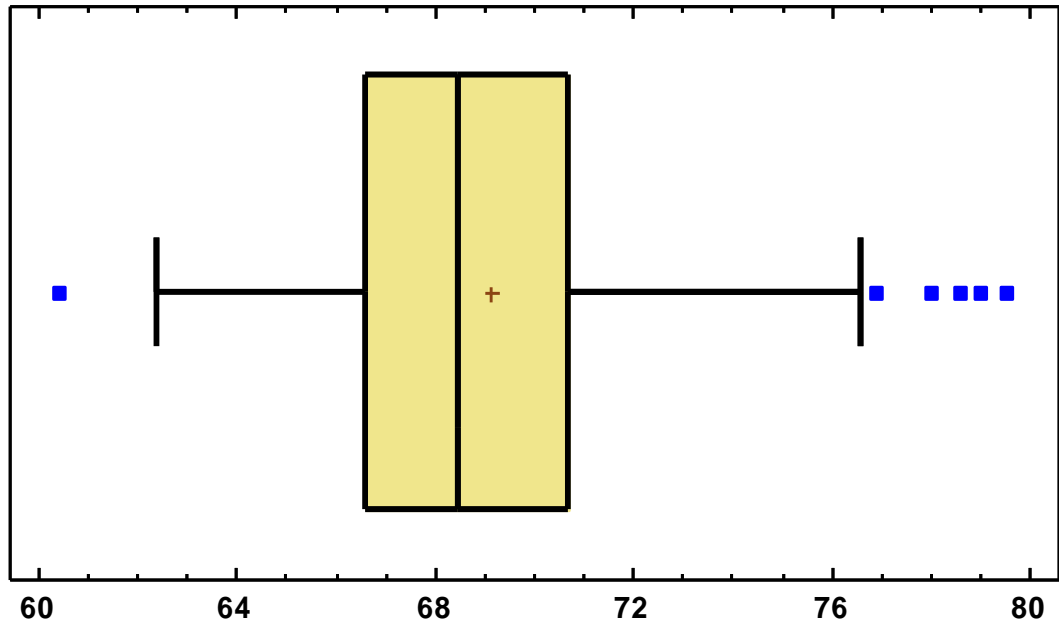


Figura 33: Caja y Bigotes (en dBA)

Fuente: Elaboración propia, 2017

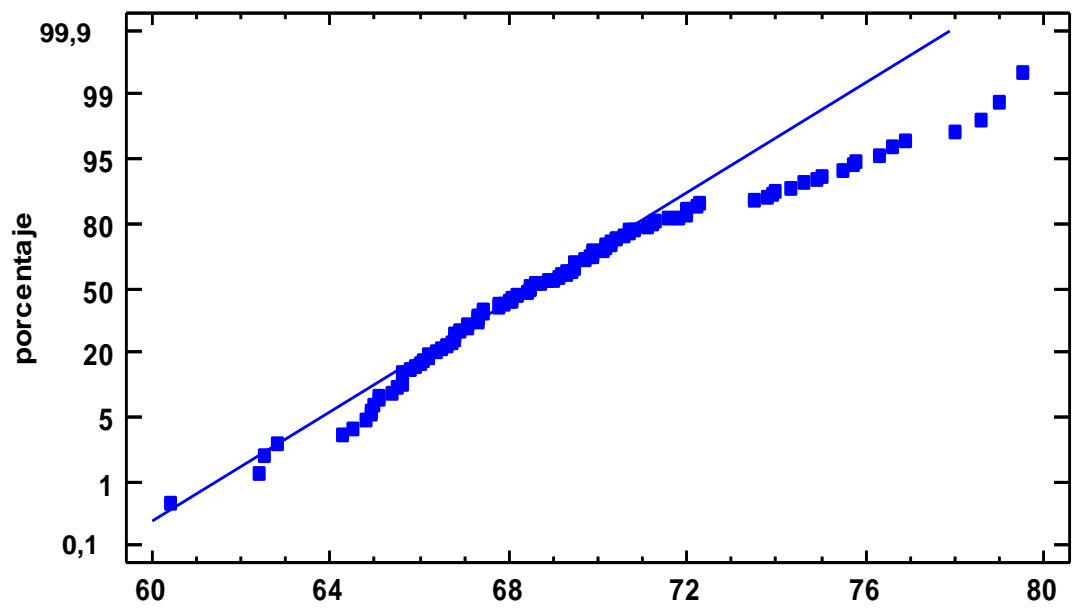


Figura 34: Probabilidad Normal (dBA/%)

Fuente: Elaboración propia, 2017

Tabla 32:*Datos del punto 9 (dBA).*

68,6	80,0	78,0	73,8	73,9	67,9	76,0	70,4	70,3	69,1	75,6	76,9	70,4	66,6	68,9
73,6	66,7	67,3	66,0	68,6	65,8	66,4	71,1	65,7	71,3	80,1	70,2	69,9	71,2	79,2
67,7	72,7	72,8	74,6	73,0	69,6	68,0	66,9	69,6	69,6	69,2	70,4	82,2	78,0	66,7
73,9	67,3	83,2	72,0	70,1	71,7	70,4	78,9	75,3	70,2	66,4	78,6	70,7	66,6	73,1
71,4	92,6	72,4	65,9	68,5	71,7	80,0	79,3	72,9	78,1	77,0	73,1	67,7	71,2	65,1
76,0	68,6	71,9	66,8	68,2	81,2	69,3	65,0	69,1	73,2	82,3	69,6	70,7	76,1	79,4
70,0	68,7	72,2	75,6	69,9	70,6	80,3	76,0	68,2	71,0	71,6	81,5	73,9	69,4	68,4
69,1	67,5	66,9	70,0	70,0	73,1	69,6	65,8	72,7	73,6	70,6	69,4	65,6	63,2	70,9
75,5														

Fuente: Elaboración propia, 2017

Tabla 33:*Resumen Estadístico.*

Recuento	121
Promedio	71,851
Desviación Estándar	4,8275
Coef. de Variación	6,719 %
Mínimo	63,2
Máximo	92,6
Rango	29,4
Sesgo Estandarizado	5,089
Curtosis Estandarizada	4,33

Fuente: Elaboración propia, 2017

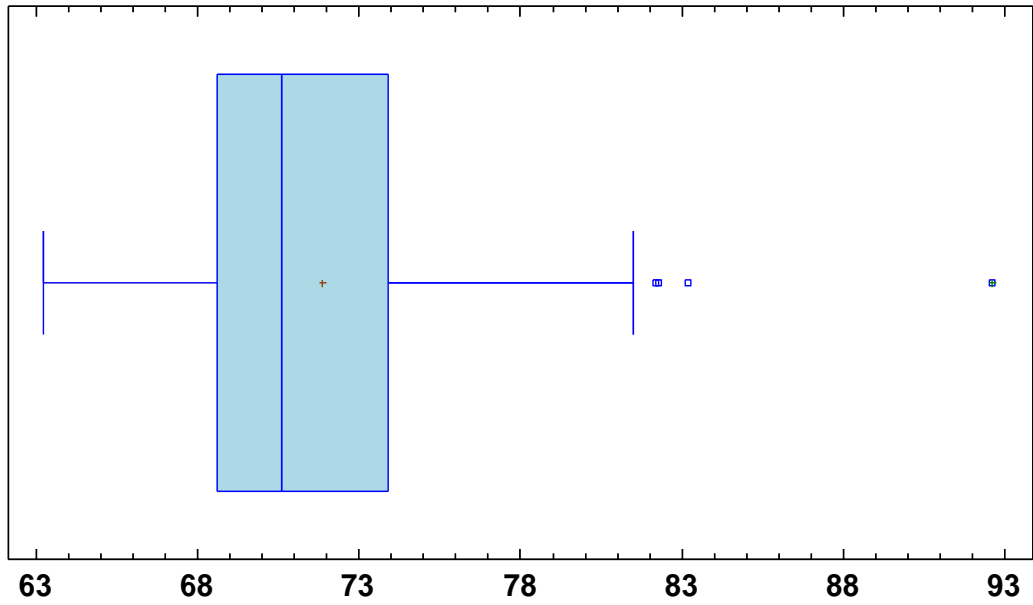


Figura 35: Caja y Bigotes (en dBA)

Fuente: Elaboración propia, 2017

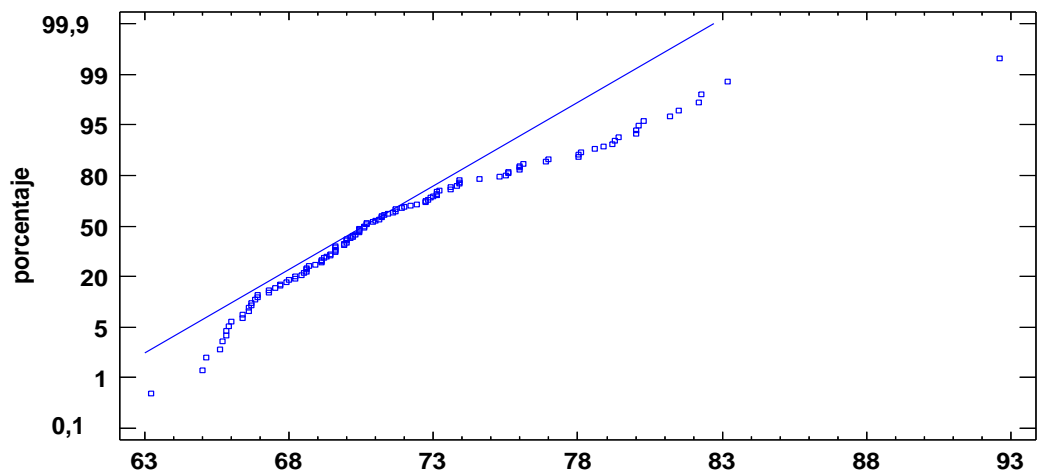


Figura 35 Probabilidad Normal (dBA/%)

Fuente: Elaboración propia, 2017

Tabla 34:*Datos del punto 10 (dBA).*

67,1	70,4	66,8	80,8	70,7	65,5	65,9	69,4	65,8	75,5	67,5	68,4	72,4	63,5	71,1
70,1	72,3	81,3	73,4	70,9	75,7	70,0	67,0	68,9	71,0	65,4	70,4	71,3	74,1	74,7
69,7	67,3	74,1	68,2	69,6	72,9	74,1	71,8	75,0	69,6	65,2	66,3	72,7	62,9	68,0
73,3	70,0	69,6	85,0	73,9	72,9	69,3	70,0	74,8	67,6	68,1	71,5	67,4	69,1	76,7
67,2	78,7	65,2	69,9	73,2	71,0	76,0	74,0	71,0	73,7	67,4	74,1	66,0	72,7	67,3
70,7	67,3	72,3	66,3	66,4	66,3	67,8	74,6	73,9	70,4	68,1	63,8	65,6	67,4	68,1
66,8	70,8	77,0	68,3	73,9	66,1	68,0	68,2	69,5	78,0	73,3	65,3	73,7	69,2	67,5
65,2	61,4	88,6	75,6	69,7	73,8	75,5	70,7	74,4	71,2	62,9	71,0	68,6	70,6	76,6
68,7														

Fuente: Elaboración propia, 2017

Tabla 35:*Resumen Estadístico.*

Recuento	121
Promedio	70,582
Desviación Estándar	4,358
Coef. de Variación	6,174 %
Mínimo	61,4
Máximo	88,6
Rango	27,2
Sesgo Estandarizado	4,413
Curtosis Estandarizada	5,113

Fuente: Elaboración propia, 2017

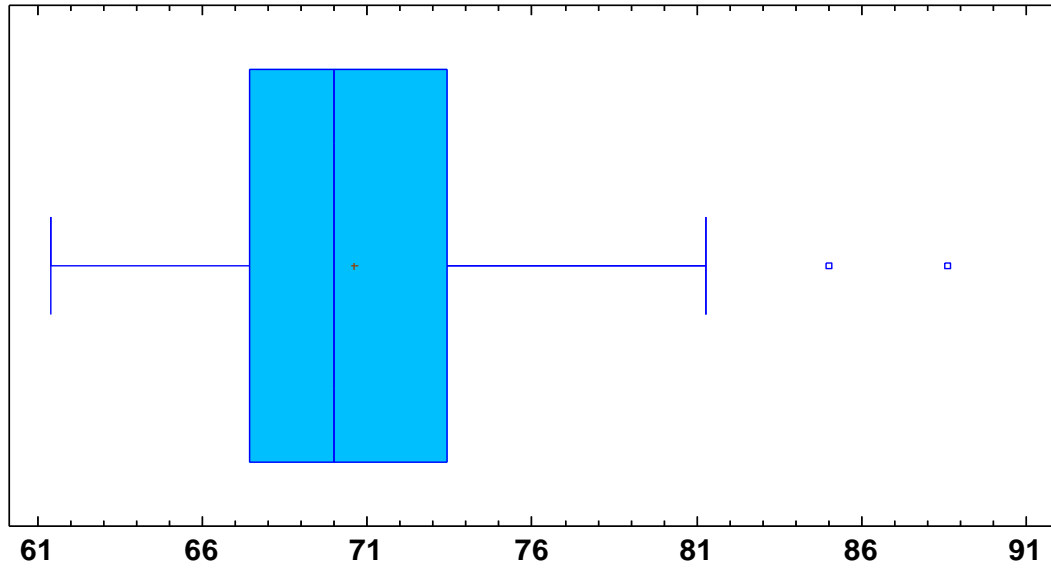


Figura 36: Caja y Bigotes (en dBA)

Fuente: Elaboración propia, 2017

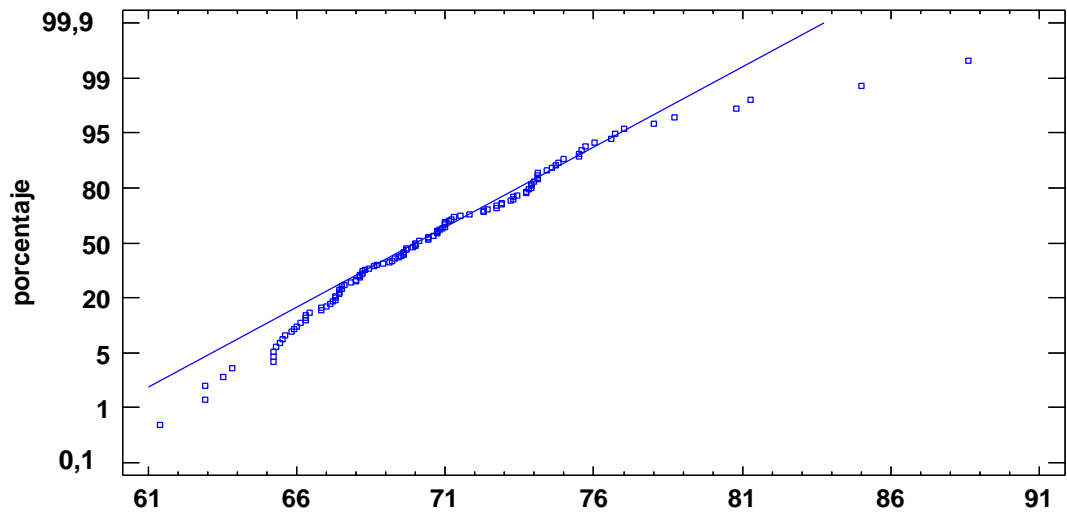


Figura 37: Probabilidad Normal (dBA/%)

Fuente: Elaboración propia, 2017

Tabla 36:*Datos del punto 11 (dBA).*

76,2	66,2	76,3	77,6	76,4	75,8	79,8	77,4	65,3	66,4	72,3	68,3	67,8	76,3	72,9
74,6	63,0	68,4	79,0	80,4	75,9	73,6	68,6	74,6	63,0	68,8	70,0	66,4	75,2	69,5
70,5	65,5	65,8	78,5	75,5	70,0	78,4	79,4	71,8	67,0	63,1	73,6	76,2	75,0	72,9
74,9	69,3	63,5	66,8	76,3	72,6	74,7	76,8	70,8	62,6	63,0	73,0	76,1	69,7	78,6
71,4	78,4	66,6	66,5	80,9	68,8	72,3	74,8	61,1	65,2	64,3	69,4	79,5	64,2	75,4
85,7	77,3	81,2	65,9	72,8	75,4	66,1	77,4	75,9	77,0	62,6	63,4	72,6	69,4	67,7
73,5	70,5	77,8	68,4	68,2	74,1	73,3	76,3	74,0	72,2	61,5	62,0	68,6	78,3	73,4
75,2	74,2	72,3	70,0	65,6	72,0	73,4	71,0	75,4	78,4	67,7	62,3	66,4	85,4	75,0
72,4														

Fuente: Elaboración propia, 2017

Tabla 37:*Resumen Estadístico.*

Recuento	121
Promedio	71,9413
Desviación Estándar	5,30981
Coef. de Variación	7,38076 %
Mínimo	61,1
Máximo	85,7
Rango	24,6
Sesgo Estandarizado	0,023169
Curtosis Estandarizada	-1,36457

Fuente: Elaboración propia, 2017

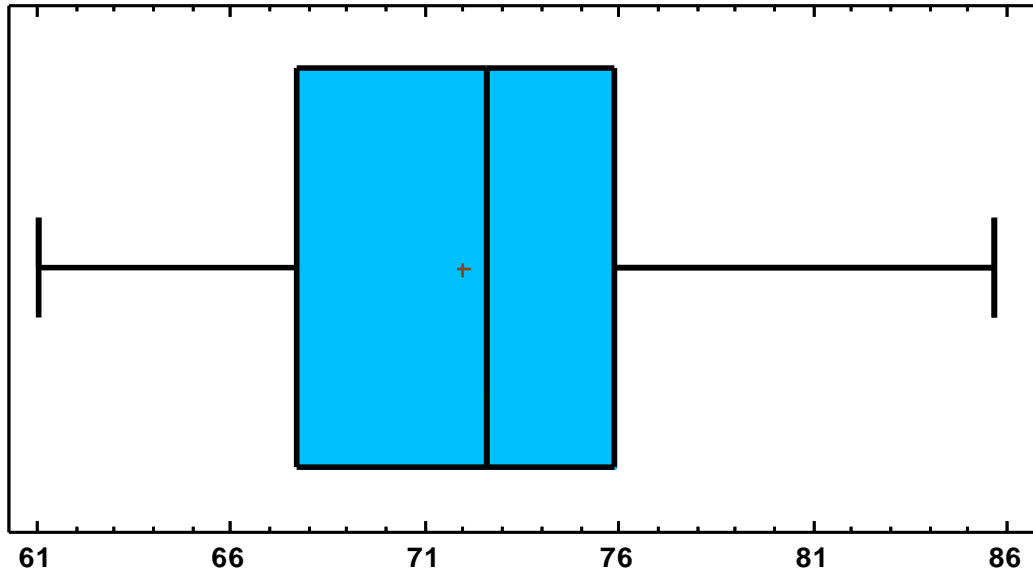


Figura 38: Caja y Bigotes (en dBA)

Fuente: Elaboración propia, 2017

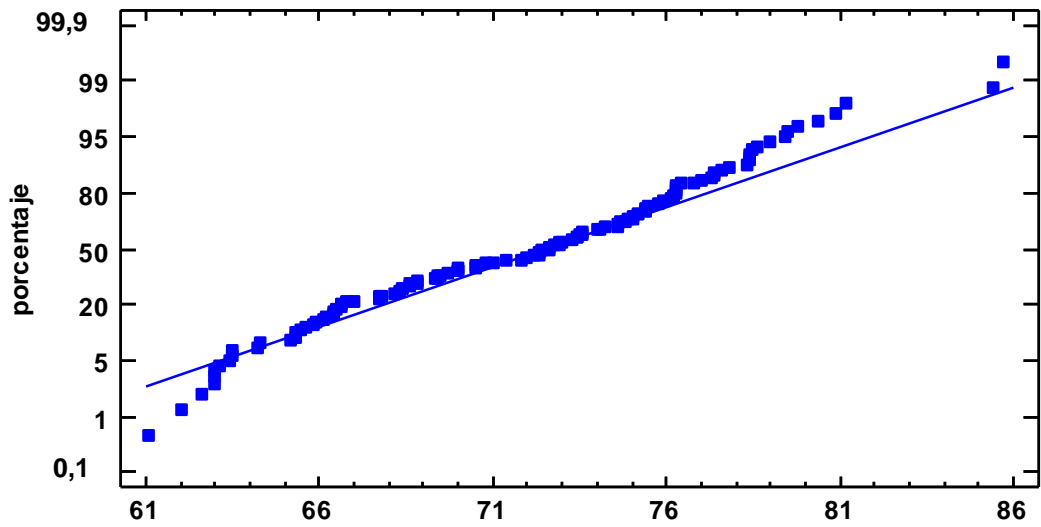


Figura 39: Probabilidad Normal (dBA/%)

Fuente: Elaboración propia, 2017

Tabla 38:*Datos del punto 12 (dBA)*

82,8	69,0	70,5	64,9	68,7	75,1	63,3	71,0	68,8	73,0	67,3	68,2	66,0	68,8	73,0
72,5	73,7	79,1	74,7	61,6	72	70,2	73,8	70,6	67,3	70,5	77,4	80,1	70,9	73,7
66,7	73,7	75,5	65,2	77,0	74,6	67,5	79,3	65,8	78,0	78,6	73,8	76,2	71,2	71,3
67,0	71,0	77,8	74,1	67,9	73,1	76,8	75,5	65,3	73,7	76,6	78,5	75,7	70,6	66,6
75,9	67,7	69,1	71,6	73,6	68,4	68,4	74,4	75,9	68,0	71,2	64,4	70,8	74,1	69,5
71,1	73,8	69,4	67,0	65,2	74,8	75,9	69,5	75,1	69,3	85,3	82,1	71,0	81,4	77,6
73,7	74,8	70,3	75,3	78,6	76,1	71,0	73,2	70,4	74,0	71,8	70,6	76,4	66,8	70,7
67,1	74,4	76,0	71,8	69,0	68,7	68,4	72,4	66,9	81,9	85,1	71,7			

Fuente: Elaboración propia, 2017

Tabla 39:*Resumen Estadístico*

Recuento	117
Promedio	72,322
Desviación Estándar	4,635
Coef. de Variación	6,08 %
Mínimo	61,6
Máximo	85,3
Rango	23,7
Sesgo Estandarizado	1,723
Curtosis Estandarizada	0,165

Fuente: Elaboración propia, 2017

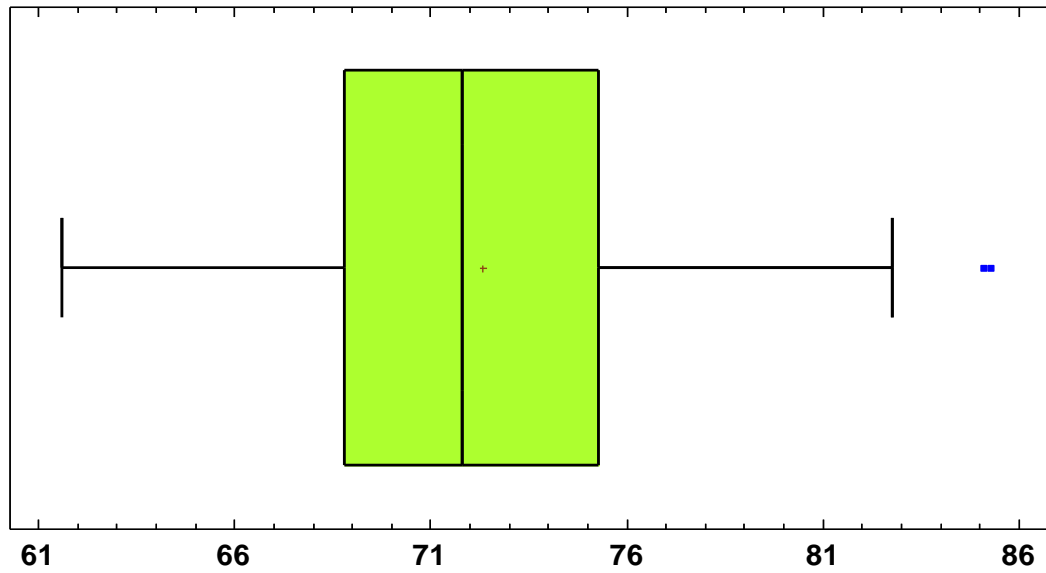


Figura 40: Caja y Bigotes (en dBA)

Fuente: Elaboración propia, 2017

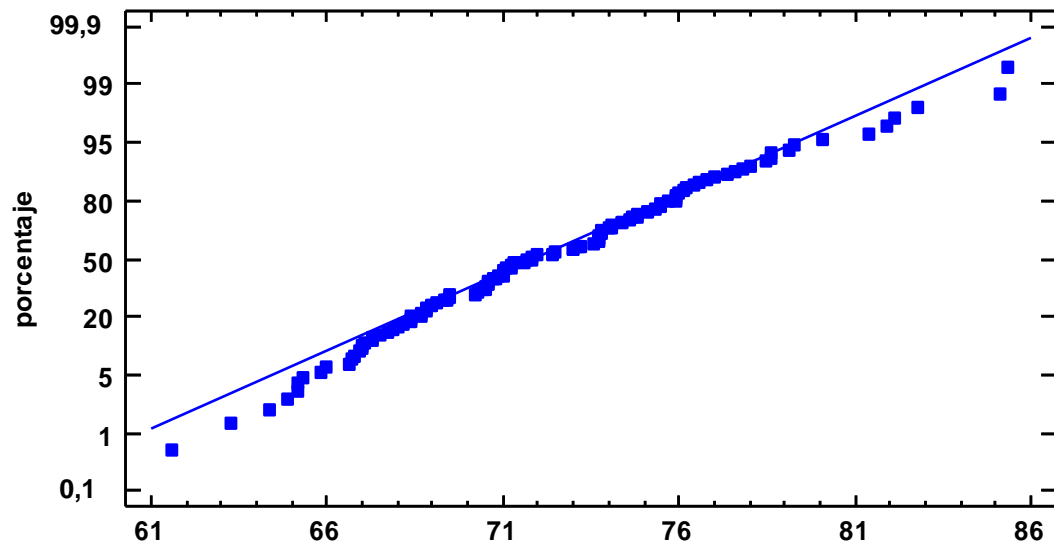


Figura 41: Probabilidad Normal (dBA/%)

Fuente: Elaboración propia, 2017

Tabla 40:*Datos del punto 13 (dBA)*

67,1	66,4	65,7	64,6	62,2	65,4	69,5	68,1	66,5	61,6	76,4	68,8	64,5	62,9	68,2
70,0	70,2	63,7	61,2	76,9	72,0	75,1	69,3	71,8	69,2	69,4	77,2	64,7	71,4	70,2
76,3	68,7	74,5	76,3	68,5	67,7	76,4	69,5	69,6	68,8	69,5	69,0	69,6	68,0	61,3
76,6	70,6	67,0	65,9	70,5	64,5	79,8	73,6	69,1	71,8	75,0	67,6	67,2	69,7	67,7
74,3	64,4	71,9	73,4	65,9	67,3	73,3	61,2	69,1	77,2	74,7	75,4	64,0	66,5	68,1
78,0	74,6	64,2	66,0	76,8	76,2	71,2	73,0	74,1	62,0	67,4	66,8	67,7	69,0	63,0
62,2	66,1	66,4	69,0	68,3	76,9	71,4	81,8	61,7	65,1	68,5	64,1	67,4	68,1	65,5
69,5	67,8	75,8	79,1	65,2	67,1	66,7	67,5	80,6	75,6	77,4	73,0	66,2	63,9	64,7
68,8	65,0	67,0	67,0	68,7	71,2	80,5	78,9	69,1	67,1	70,3	71,0	78,1	71,4	67,7
71,1	76,9	75,0	69,0	69,7	62,9	75,4	73,9	73,5	64,6	61,0	70,3	65,4	69,6	76,9
65,1	66,6	86,2	70,0	75,1	70,1	69,8	68,3	85,4	81,8	81,7	71,7	67,7	66,5	69,7
65,0	68,8	80,5	73,8	65,6	69,3	66,9	76,1	67,2						

Fuente: Elaboración propia, 2017

Tabla 41:*Resumen Estadístico*

Recuento	174
Promedio	70,111
Desviación Estándar	4,999
Coef. de Variación	7,12985 %
Mínimo	61,3
Máximo	86,2
Rango	24,9
Sesgo Estandarizado	4,087
Curtosis Estandarizada	0,462

Fuente: Elaboración propia, 2017

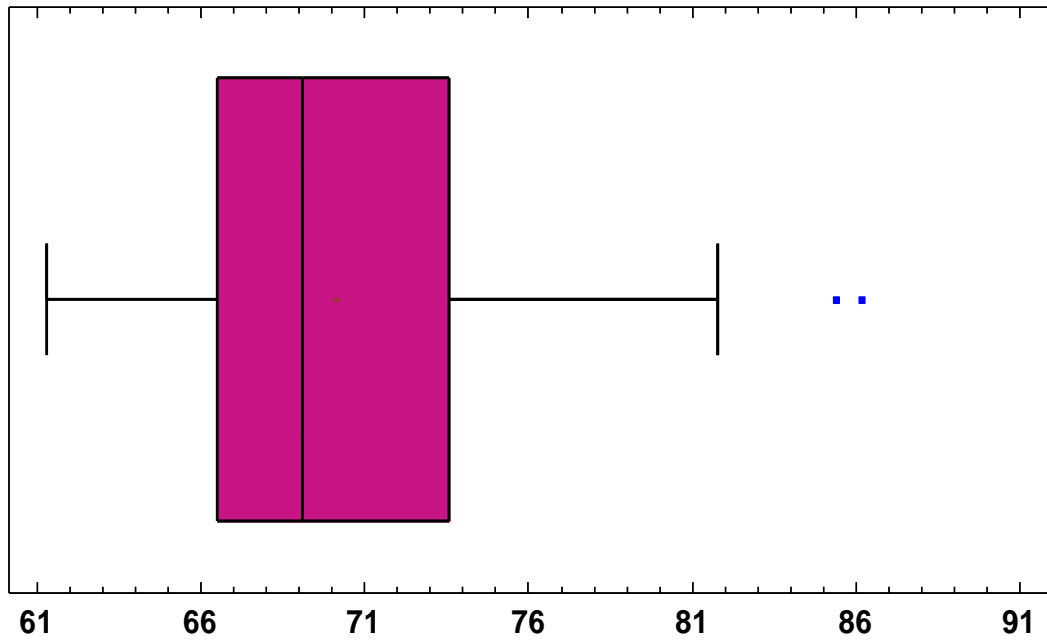


Figura 42: Caja y Bigotes

Fuente: Elaboración propia, 2017

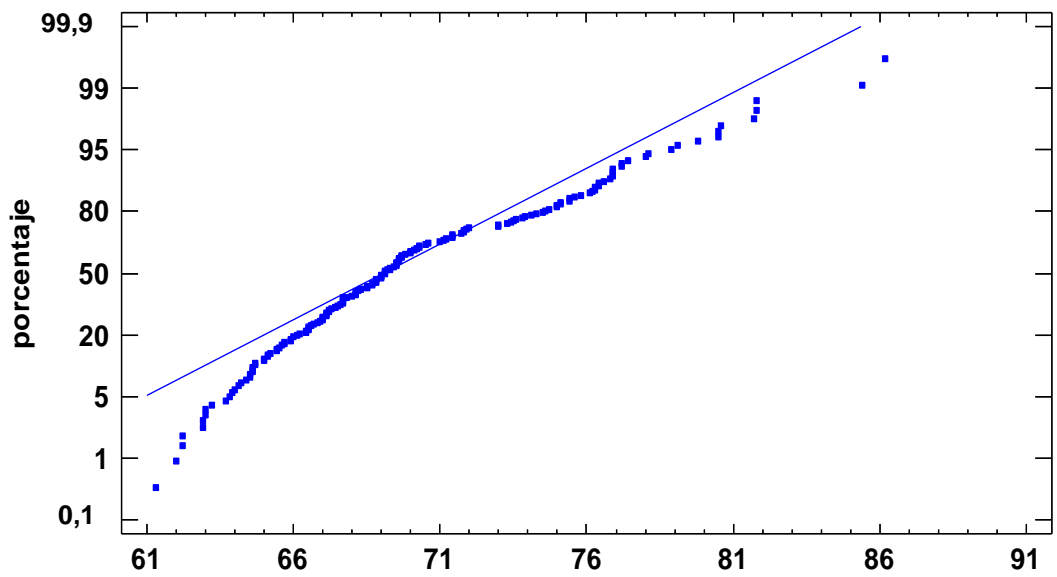


Figura 43: Probabilidad Normal

Fuente: Elaboración propia, 2017

Tabla 42:*Datos del punto 14 (dBA)*

81,1	70,7	72,7	68,5	61,5	65,0	69,5	74,1	74,4	69,3	60,9	69,1	71,1	69,2	69,2
76,9	68,0	60,6	66,7	63,3	76,8	70,8	73,2	61,9	59,0	61,6	64,2	79,2	83,1	61,1
69,4	67,6	70,1	79,9	84,2	71,1	77,4	71,8	63,3	75,2	70,9	71,2	74,2	70,6	75,0
68,8	67,8	83,8	67,5	69,8	75,5	89,8	66,1	63,4	75,8	75,0	68,9	69,4	73,6	68,0
79,4	70,8	69,8	81,5	69,2	63,1	63,5	69,2	94,4	74,2	79,7	63,7	68,0	73,0	80,0
63,8	72,2	79,6	71,4	81,9	67,5	68,5	67,2	62,9	65,5	69,6	80,5	63,3	67,7	73,5
72,3	88,5	68,0	73,0	71,8	71,2	65,6	74,3	63,7	74,4	71,8	81,6	88,7	76,4	66,0
76,4	85,0	62,0	64,9	61,9	73,3	66,5	63,1	64,0	66,0	66,3	64,0	73,4	76,0	76,9
75,3	70,0	63,3	68,4	69,1	85,3	69,4	68,7	66,1	80,9	67,1	66,6	67,5	73,4	82,0
71,6	72,6	67,9	65,0	70,0	72,5	80,5	62,9	75,8	67,7	69,0	73,8	71,2	65,2	78,6
65,0	61,4	68,0	80,8	67,2	65,3	79,2	64,5	87,2	75,0	69,9	67,0	62,3	61,1	70,1
74,0	87,1	66,6	75,3	67,9	66,1	74,9	72,9	69,5	67,8					

Fuente: Elaboración propia, 2017

Tabla 43:*Resumen Estadístico*

Recuento	175
Promedio	71,428
Desviación Estándar	6,417
Coef. de Variación	8,984 %
Mínimo	60,9
Máximo	94,4
Rango	33,5
Sesgo Estandarizado	5,255
Curtosis Estandarizada	1,990

Fuente: Elaboración propia, 2017

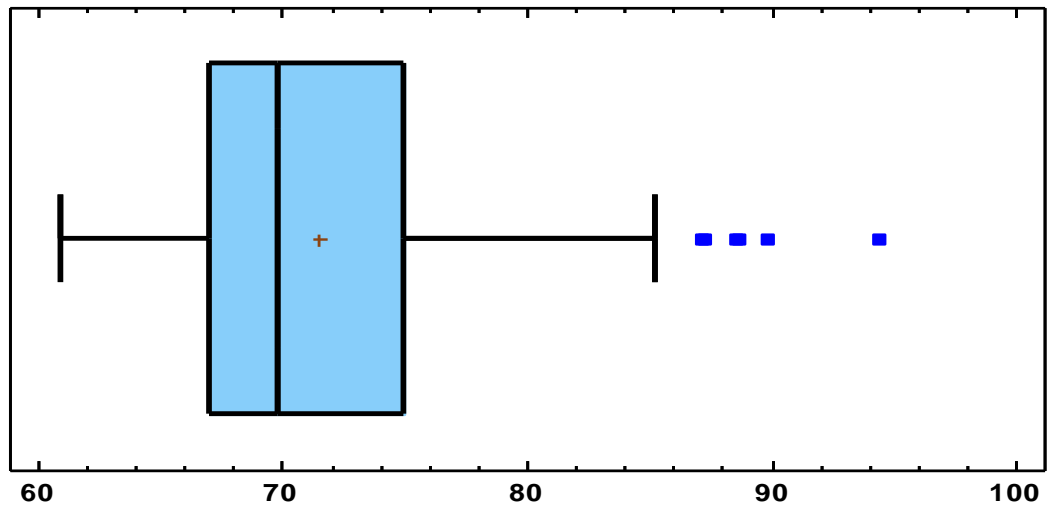


Figura 44: Caja y Bigotes (en dBA)

Fuente: Elaboración propia, 2017

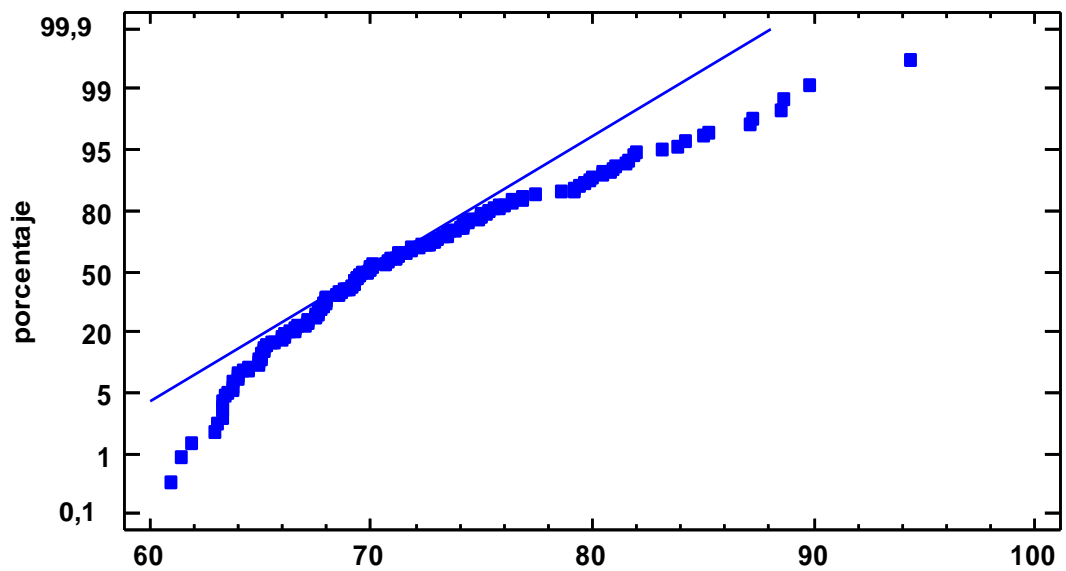


Figura 45: Probabilidad Normal (dBA/%)

Fuente: Elaboración propia, 2017

Tabla 44:*Datos del punto 15 (dBA)*

66,2	73,1	63,3	78,4	67,7	69,0	66,2	69,0	73,5	61,7	70,4	56,9	60,9	57,0	62,2
90,2	88,7	88,4	70,5	83,2	80,8	80,4	70,5	68,7	62,8	67,9	62,4	63,2	64,3	59,8
62,5	68,4	59,7	63,6	66,8	59,1	61,1	69,9	62,1	61,1	57,9	57,0	56,9	69,4	68,3
72,3	62,4	66,4	81,5	78,5	78,6	71,2	74,8	77,7	68,1	62,1	71,2	74,2	64,3	66,2
62,1	61,6	62,8	58,3	60,8	73,2	65,8	64,0	80,9	54,5	81,4	57,2	58,9	57,5	65,7
56,3	58,9	57,8	62,3	54,9	62,4	63,8	64,9	60,4	58,6	67,7	61,2	62,9	61,9	58,3
55,3	67,4	56,0	63,5	58,3	54,9	62,8	59,8	71,0	61,7	68,2	64,5	59,3	67,2	68,9
60,5	58,4	57,4	62,1	63,0	56,6	65,7	62,2	57,2	58,6	58,8	65,0	58,6	61,6	69,6

Fuente: Elaboración propia, 2017

Tabla 45:*Resumen Estadístico*

Recuento	120
Promedio	65,7808
Desviación Estándar	7,39091
Coef. de Variación	11,2357 %
Mínimo	54,5
Máximo	90,2
Rango	35,7
Sesgo Estandarizado	5,44968
Curtosis Estandarizada	3,07773

Fuente: Elaboración propia, 2017

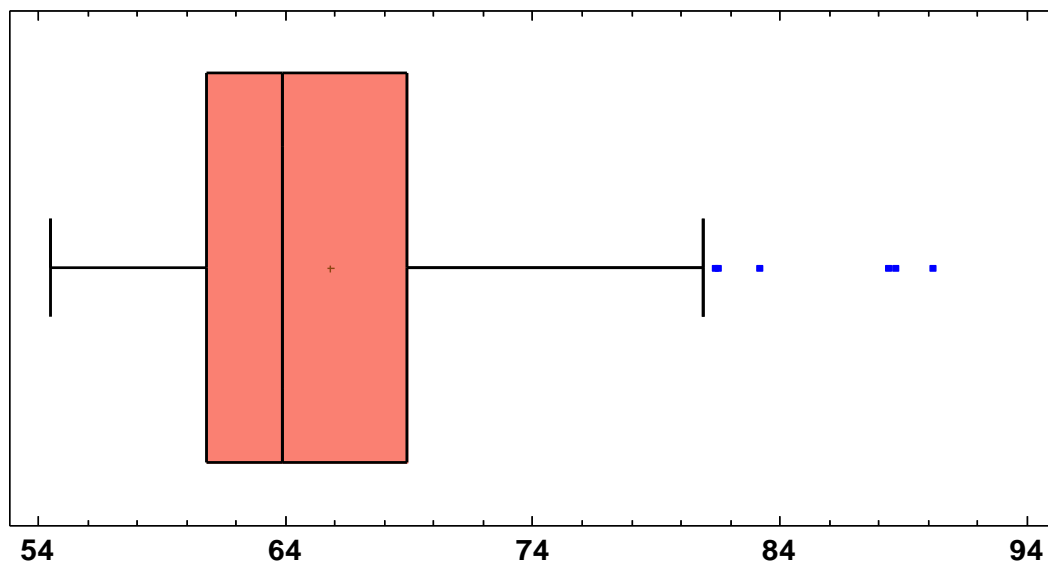


Figura 46: Caja y Bigotes (en dBA)

Fuente: Elaboración propia, 2017

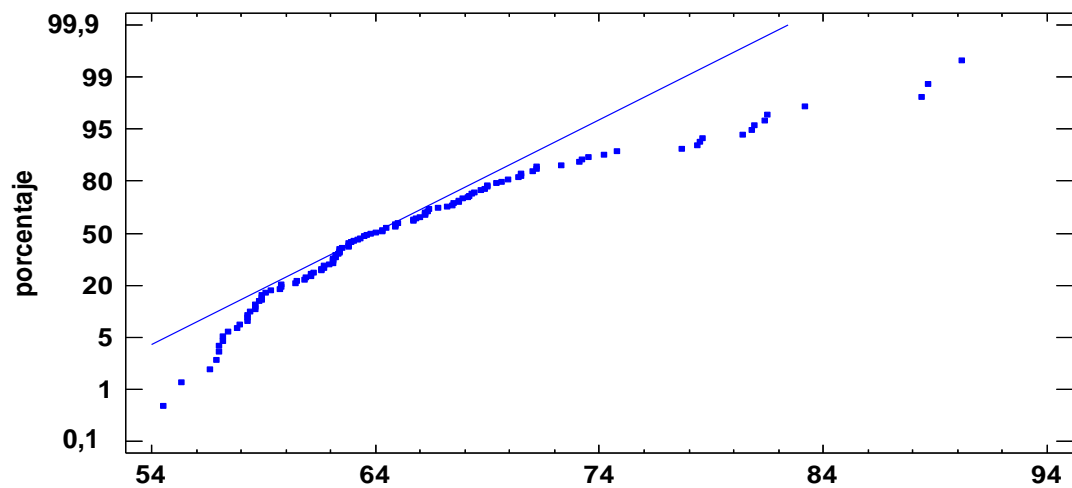


Figura 47: Probabilidad Normal (dBA/%)

Fuente: Elaboración propia, 2017

4.1.1 Resumen de resultados del monitoreo

Tabla 46:

Resumen general

Punto	Esquina	Recuento	Tipo de Zona	Prom. dBA	Max. Zona Resid. Diurna 60 dBA	Max. Zona Comerc. Diurna 70 dBA
1	Av.Miraflores - Calle Arica	121	C	68,9	8,9	-1,1
2	Av.Pinto - Av. Vigil	102	C	71,2	11,2	1,2
3	Av. 2 De Mayo - Calle Unanue	114	C	70,0	10,0	0,0
4	Av. Jorge Basadre - Av. Pinto	121	C	71,0	11,0	1,0
5	Av. Jorge Basadre - Av. Tarata	121	C	65,9	5,9	-4,1
6	Av. Basadre Y Forero - Av. Crnel. Mendoza	118	C	72,4	12,4	2,4
7	Av. Bolognesi - Calle Junin	180	C	71,7	11,7	1,7
8	Av. Bolognesi - Av. Pinto	119	C	69,1	9,1	-0,9
9	Av. Grau - Av. Cuzco	121	RE	71,9	11,9	1,9
10	Av. Industrial - Av. Pinto	121	C	70,6	10,6	0,6
11	Av. Leguía – Av. Patricio Melendez	121	RE	71,9	11,9	1,9
12	Av. Leguía - Av. Pinto	117	C	72,3	12,3	2,3
13	Av. Patricio Melendez -Av. Dos De Mayo	194	C	70,1	10,1	0,1
14	Av. Patricio Melendez -Av. San Martin	195	C	71,4	11,4	1,4
15	Av. San Martin 2da Cuadra	120	C	65,8	5,8	-4,2

Fuente: Elaboración propia, 2017

Donde C es zona comercial y RC recreación pública, (según la Ordenanza Municipal N° 0019 2015); la Norma no considera valores para Recreación pública, sin embargo dado el objetivo de la zonificación por lo menos debería tomarse en cuenta la referencia de la zona residencial.

4.2 RESULTADOS DEL CONTEO VEHICULAR

El resumen del conteo de acuerdo a lo indicado es el siguiente:

Tabla 47:

Resumen de conteo vehicular

DATOS GENERALES	ANTIGÜEDAD (AÑOS)						OTROS	TOTAL
	TRANSPORTE PÚBLICO			TRANSPORTE PRIVADO				
NÚMERO DE VEHÍCULOS / HORA %	<2	2-10	>10	<2	2-10	>10		
	56	2018	658	1554	4830	1084	866	11066
	0,51	18,24	5,95	14,04	43,65	9,79	7,82	100,00

Fuente: Elaboración propia, 2017

4.2.1 Resultados por punto de monitoreo

Tabla 48:

Resultados por punto de monitoreo

VEHÍCULOS / HORA	TRANSPORTE PÚBLICO (años)			TRANSPORTE PRIVADO (años)			OTROS	TOTAL
	< 2	2 - 10	> 10	< 2	2 - 10	> 10		
Punto de toma de información	< 2	2 - 10	> 10	< 2	2 - 10	> 10		
AV. MIRAFLORES CALLE ARICA	-	60	48	18	60	30	6	222
AV. PINTO AV. VIGIL	-	152	64	84	224	68	64	656
AV. 2 DE MAYO CALLE UNANUE	-	72	48	132	198	66	72	588
AV. JORGE BASADRE - AV. PINTO	-	88	-	96	176	76	124	560
AV. JORGE BASADRE - AV. TARATA	-	176	32	32	344	20	116	720
AV. BASADRE Y FORERO - AV. CORONEL MENDOZA	-	56	48	36	100	12	4	256
AV. AV. BOLOGNESI CALLE JUNIN	12	188	52	92	444	20	36	844
AV. BOLOGNESI - AV. PINTO	-	78	18	156	438	192	42	924
AV. GRAU - AV. CUZCO	8	196	108	40	256	72	40	720
AV. INDUSTRIAL - AV. PINTO	-	32	-	80	356	96	88	652
AV. LEGUÍA CALLE PATRICIO	12	276	60	330	864	132	102	1776
AV. LEGUÍA - AV. PINTO	-	200	60	88	460	148	60	1016
CALLE PATRICIO MELÉNDEZ - AV. DOS DE MAYO	8	212	88	156	272	60	28	824
CALLE PATRICIO MELÉNDEZ - AV. SAN MARTIN	16	232	32	88	284	32	24	708
AV. SAN MARTIN 2DA CUADRA	-	-	-	126	354	60	60	600
TOTAL	56	2018	658	1554	4830	1084	866	11066

Fuente: Elaboración propia, 2017

4.3 RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS

Tabla 49:

Lugares de las encuestas

	Lugar	Frec.	Frecuenc. Relativa	Frec. Acum.	Frec. Rel. Acum.
1	Miraflores – Arica	38	0,0950	129	0,3225
2	Pinto – Vigil	21	0,0525	380	0,9500
3	2 de Mayo - H. Unanue	16	0,0400	16	0,0400
4	Basadre - Pinto	23	0,0575	339	0,8475
5	Basadre - Tarata	20	0,0500	400	1,0000
6	Mendoza- Basadre y Forero	23	0,0575	91	0,2275
7	Bolognesi – Junín	34	0,0850	50	0,1250
8	Pinto – Bolognesi	21	0,0525	316	0,7900
9	Grau- Cuzco	18	0,0450	68	0,1700
10	P. Meléndez- Leguía	54	0,1350	295	0,7375
11	Pinto – Leguía	20	0,0500	359	0,8975
12	Meléndez- 2 de Mayo	52	0,1300	241	0,6025
13	Meléndez -San Martin	60	0,1500	189	0,4725

Fuente: Elaboración propia, 2017

Las encuestas se realizaron los días 14 y 27 de febrero del 2014.

Al hacer el requerimiento a la población, se tuvo una aceptación total, teniendo una respuesta del 100 %.

4.3.1 Datos Demográficos

Edad de los encuestados

Tabla 50:

Edad de los encuestados

Clase	Valor	Frec.	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel. acum.
1	18-28	204	0,5100	204	0,5100
2	29-39	96	0,2400	300	0,7500
3	40-50	65	0,1625	365	0,9125
4	51-61	24	0,0600	389	0,9725
5	62 a más	11	0,0275	400	1,0000

Fuente: Elaboración propia, 2017

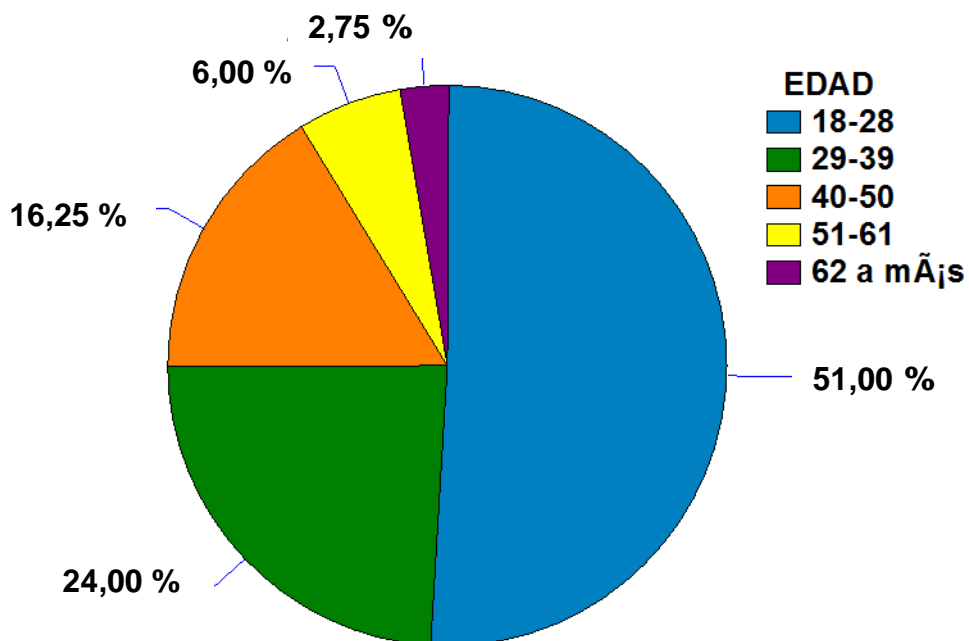


Figura 48: Edad de los encuestados

Fuente: Elaboración propia, 2017

Sexo de los encuestados

Tabla 51:

Sexo de los Encuestados

Clase	Sexo	Frec.	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel. acum.
1	Femenino	214	0,5350	214	0,5350
2	Masculino	186	0,4650	400	1,0000

Fuente: Elaboración propia, 2017

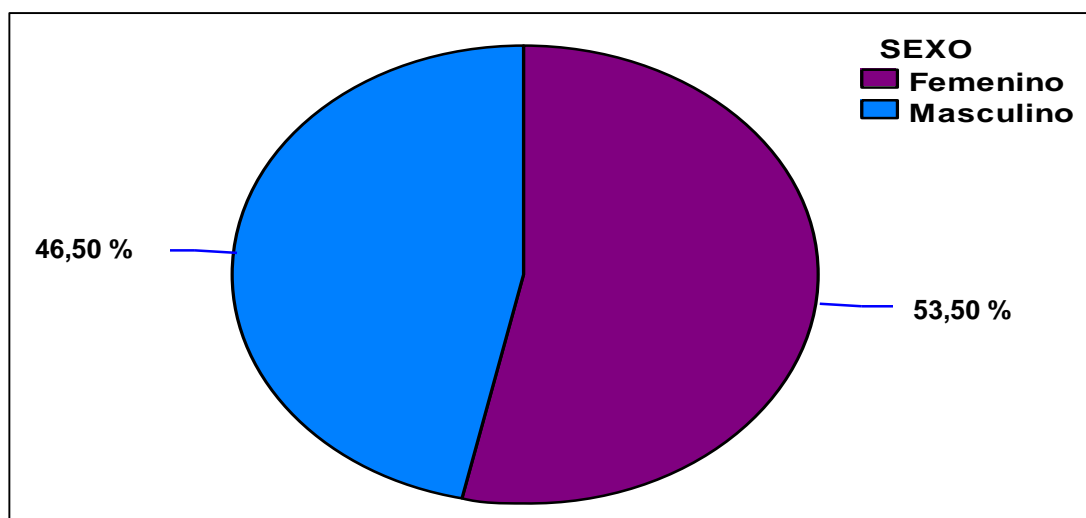


Figura 49: Sexo de los Encuestados

Fuente: Elaboración propia, 2017

4.3.2 Respuestas referidas al estudio

Grado de molestia del ruido

La orientación de las preguntas se dirigió a la forma como los entrevistados perciben el ruido, por ello no son cuantitativas sino cualitativa teniendo en cuenta que es una contaminación poco conocida.

Tabla 52:

Molestia que causa el ruido

Clase	Molesta	Frec.	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel. acum.
1	Mucho	208	0,5200	208	0,5200
2	Nada	26	0,0650	234	0,5850
3	Regular	166	0,4150	400	1,0000

Fuente: Elaboración propia, 2017

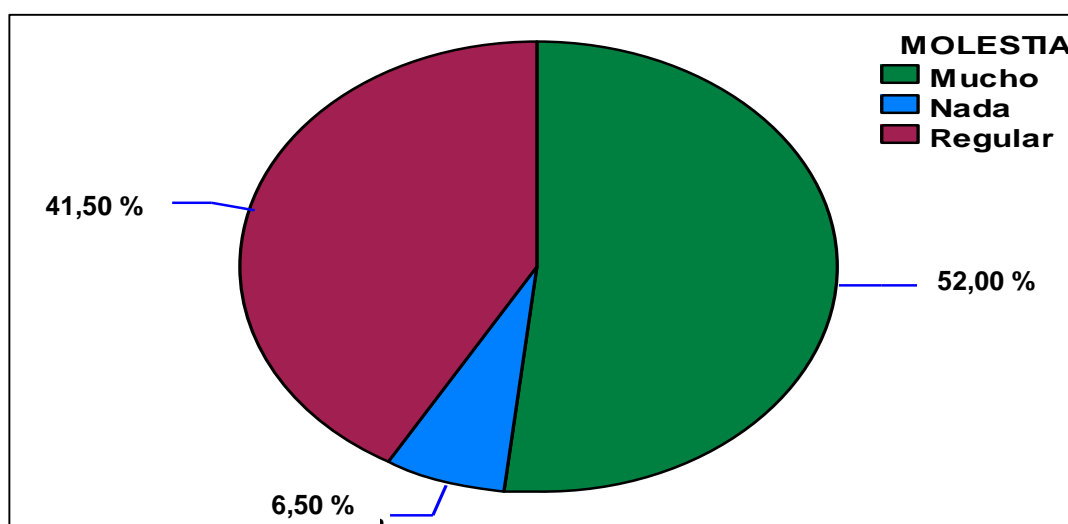


Figura 50: Molestia que causa el ruido

Fuente: Elaboración propia, 2017

Ruido afecta la salud

Tabla 53:

Ruido afecta la salud

Clase	Valor	Frec.	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel. acum.
1	No	94	0,2350	94	0,2350
2	No sabe	39	0,0975	133	0,3325
3	Si	267	0,6675	400	1,0000

Fuente: Elaboración propia, 2017

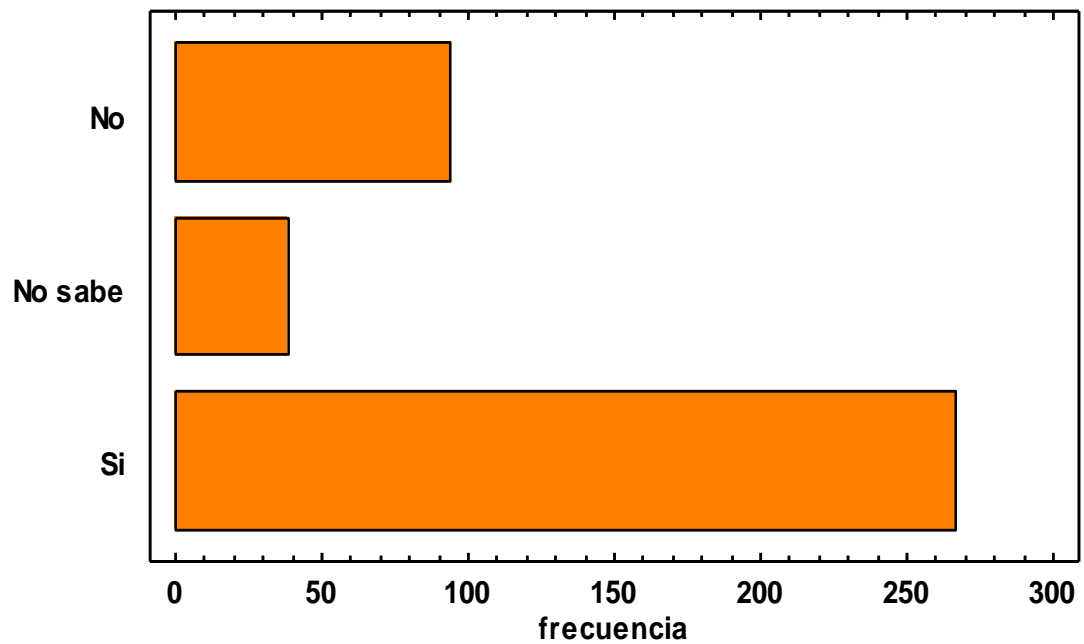


Figura 51: Ruido afecta la salud

Fuente: Elaboración propia, 2017

Procedencia del ruido

Tabla 54:

Procedencia de ruido

Clase	Valor	Frec.	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel. acum.
1	Locales Públicos	43	0,1075	43	0,1075
2	Otros	18	0,0450	61	0,1525
3	Vecinos	19	0,0475	80	0,2000
4	Vehículos	320	0,8000	400	1,0000

Fuente: Elaboración propia, 2017

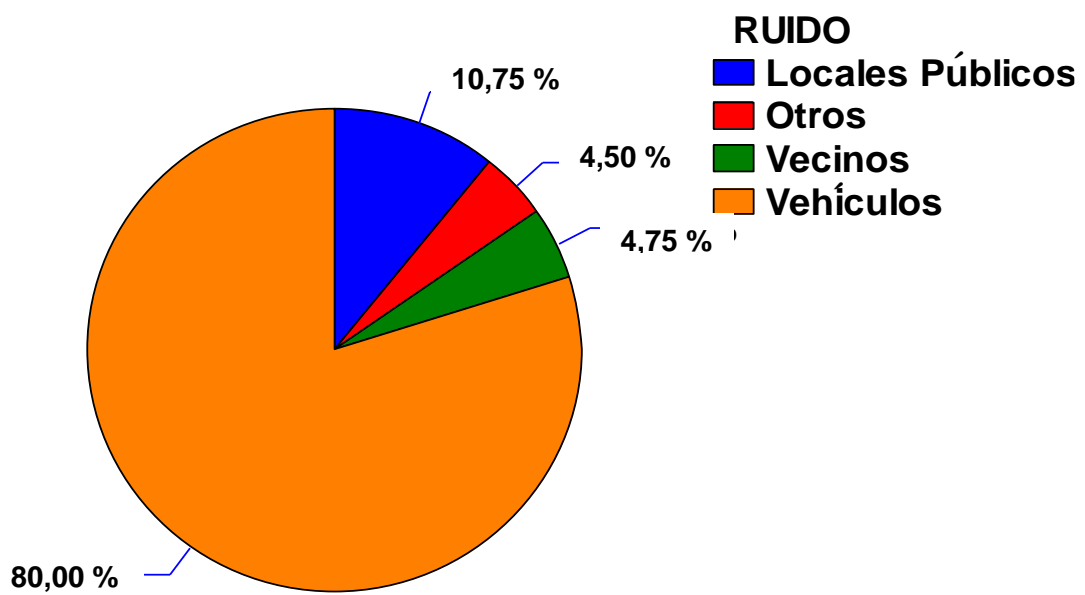


Figura 52: Procedencia de ruido

Fuente: Elaboración propia, 2017

Conocimiento de las normas que regulan el sonido urbano

Tabla 55:

Conocimiento De Normas

Clase	Valor	Frec.	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel. acum.
1	No	245	0,6125	245	0,6125
2	Si	155	0,3875	400	1,0000

Fuente: Elaboración propia, 2017

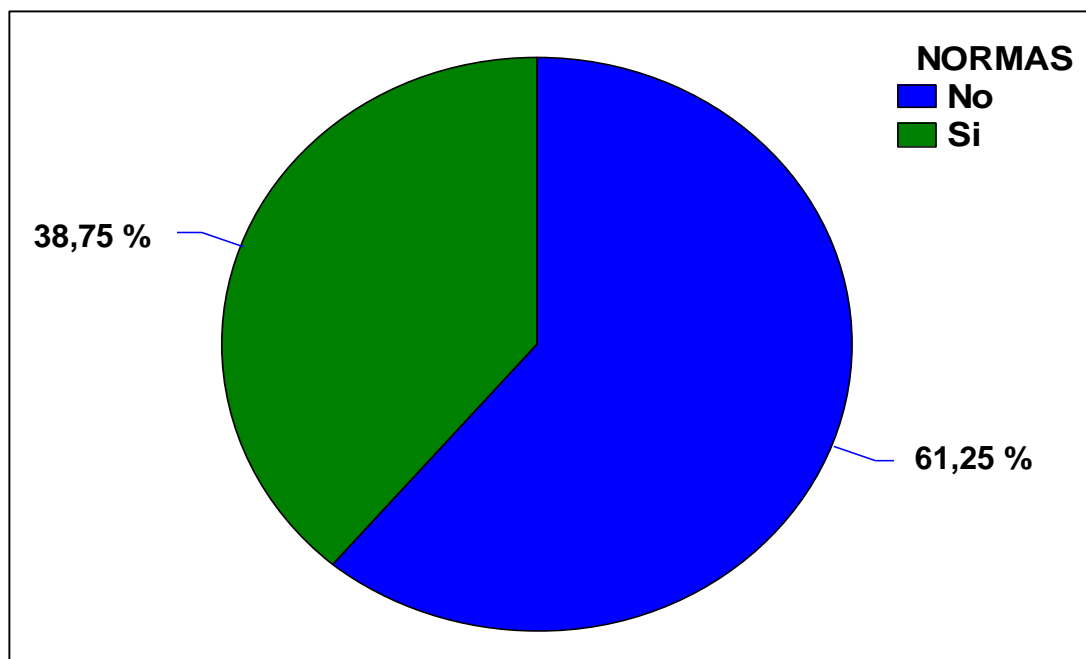


Figura 53: Conocimiento de normas

Fuente: Elaboración propia, 2017

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN

Discusión

Los datos obtenidos tienen cuatro grupos:

- Valores del nivel de presión sonora.
- Conteo vehicular horario.
- Encuesta de percepción de afectados.
- Estadísticas del MINSA

Valores del nivel de presión sonora

En el caso de la medición de la presión sonora, las mediciones se realizaron cumpliendo el protocolo para el efecto diseñado por el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), que es el mismo utilizado por dicha Entidad, los resultados en general son similares, por razones de disponibilidad de equipos no se realizó tomando como función la hora, pues se hizo en forma sucesiva de un punto a otro, por lo cual, la hora punta sólo correspondió a unos 5 a 6 puntos ya que se realizaron mediciones de 30 minutos durante cuatro días de labores, sin embargo, el objetivo de la medición fue determinar las condiciones de sonido en relación al dispositivo, en todos los casos la medición excedió los límites permitidos, en consecuencia deberá considerarse dichas mediciones como los mínimos, ya que el período de medición fue de 08:00 a 18:00, debido a la dificultad física de la lectura del cronómetro y sonómetro en oscuridad, así como la claridad de las filmaciones.

Los picos de valores se registran entre las 11:30 y 13:30 y entre las 18:00 y 20:00; se presume que cualquiera de dichos picos es similar debido a que la variable principal es la cantidad de vehículos de servicio público, una vez que las vías llegan al nivel de saturación no habrá más niveles, mientras dure dicha saturación, por no ser época escolar no se observaron picos en las primeras horas matutinas.

Las mediciones se realizaron los días 4, 5, 6 y 7 de enero del 2014.

El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) utilizó un sonómetro Integrador Promediador tipo I y II, Larson & Davies, que calcula en forma continua el nivel equivalente Leq, entre el 6 y 9 de diciembre del 2010, a su labor le denominó “Evaluación rápida del nivel de ruido en las ciudades de Lima, Callao, Maynas, Coronel Portillo, Huancayo, Huánuco, Cusco y Tacna”, que se limitó a la medición de sonidos, los cuales fueron tomados como referencia para la presente tesis.

La Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental de la Dirección Regional de Salud de Tacna en los años 2006 y 2007 realizó monitoreo de emisiones sonoras, en ambos casos los meses de abril mayo y junio, la primera fase de 2006 tomó las emisiones por período de 10 minutos por punto de monitoreo, y 10 datos por punto; en la segunda fase se hicieron mediciones de 6 horas lo que permitió un nivel equivalente Leq,

Utilizó un sonómetro tipo 2 marca EXTECH INSTRUMENTS, modelo 407727, por lo tanto ligeramente más antiguo al que se utilizó en la tesis.

Estos resultados fueron remitidos a la Municipalidad Provincial de Tacna con oficio N° 389-2014-EPASO-DESA-DRST/GOB:REG:TACNA.

El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) los días 11, 13 y 14 de julio del año 2015 realizó otro control, utilizando el equipo Larson & Davies, similar al del trabajo realizado el año 2012 y utilizó el mismo protocolo.

El resultado fue el informe N° 027-2016-OEFA/DE-SDCA, aprobado el 17 de febrero del 2016 por la Directora de Evaluación del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), en el mismo en la recomendación ii se recomienda sea remitido a la Municipalidad Provincial de Tacna para conocimiento y fines pertinentes, por información del jefe de OEFA en Tacna, como condición previa a que se me hiciera llegar dicho informe fue enviado.

Tabla 56:*Comparativo de mediciones*

Punto	Esquina	Prom. Tesis (dBA)	Hora	OEFA (L _{eq}) (dic. 2012)	DESA (L _{eq}) (mayo 2007)	OEFA (L _{eq}) (dic. 2012)
1	Av.Miraflores - Calle Arica	68,90	13,55	74,9		
2	Av.Pinto - Av. Vigil	71,20	08,55			
3	Av. 2 De Mayo - Calle Unanue	70,00	13,30			
4	Av. Jorge Basadre - Av. Pinto	71,00	12,15	68,7		
5	Av. Jorge Basadre - Av. Tarata	65,90	09,05	63,6		
6	Basadre Y Forero - Cr. Mendoza	72,40	13,05	75,5		
7	Av. Bolognesi - Calle Junin	71,70	08,00	75,7	83,70	
8	Av. Bolognesi - Av. Pinto	69,10	12,40	70,4		
9	Av. Grau - Av. Cuzco	71,90	07,55	79,4		74,00
10	Av. Industrial - Av. Pinto	70,60	08,25	76,1	88,90	
11	Leguia – Patricio Melendez	71,90	08,25	72,9	85,70	73,90
12	Av. Leguia - Av. Pinto	72,30	09,25	76,1		
13	Patricio Melendez - Dos De Mayo	70,10	10,20	76,1		72,30
14	Patricio Melendez - San Martin	71,40	13,00	67,2		
15	Av. San Martin 2da Cuadra	65,80	09,35			

Fuente: Elaboración propia, 2017

Se hace notar que las cifras obtenidas en el trabajo de campo son mediciones en decibelios en la escala A de ponderación A (dBA), mientras el trabajo de DESA del 2007 y los de OEFA el 2012 y 2015 lo son del nivel equivalente (L_{eq}).

Por lo tanto se han calculado promedios entre 102 y 180 mediciones pero a una hora determinada del día, dichas mediciones tienen un mínimo de 4,35 de desviación standard y un máximo de 7,4.

La obtención del nivel equivalente L_{eq}, requiere mediciones continuas, en el caso de DESA fue de 6 horas continuas, y de OEFA de 60 minutos.

Conteo vehicular horario

La Municipalidad Provincial de Tacna realiza periódicamente conteos vehiculares con finalidad diferente a la de la presente tesis, en la que se ha dado énfasis a analizar las causas de la contaminación sonora, para ello se consideraron los indicadores de las variables independientes, es decir que los factores causantes de la contaminación eran los vehículos de servicio público y su antigüedad, de este modo se clasificaron los vehículos en forma compatible a la hipótesis, en vehículos públicos y particulares y en antigüedades agrupados en menos de 2 años, 2 a 10 años y más de 10 años.

El procedimiento de filmar simultáneamente a la medición del sonido permitió identificar en primer lugar a los vehículos del servicio público por su identificación externa, tanto buses como taxis, y los particulares los que carecían de la misma; en cuanto a la antigüedad, se realizó visualizando el diseño externo de la unidad.

Se han contado en la esquina más utilizada, Av. Leguía con Patricio Meléndez, la mayor cantidad con 1776 vehículos por hora, de los cuales un 19,6 % corresponde a servicio público y de éste un 96,6 % a unidades de más de 2 años, precisamente esta esquina es denominada coloquialmente “esquina del movimiento” por ser la más descuidada de la ciudad por sus autoridades y es donde se registran mayor cantidad de delitos y el tránsito es más descuidado; le sigue la esquina de Av. Leguía con Av. Pinto, con 1016 vehículos, de los que el servicio público es el 25,6 % y de los mismos un 100 % tienen mayor antigüedad a los 2 años.

Globalmente el porcentaje de vehículos del servicio público es de 23,8 % del que los de más de 2 años de antigüedad son 98,0 %.

En los cálculos precedentes solo se han considerado los vehículos del servicio público, sobre los cuales las autoridades tienen una función mayor de autoridad, los vehículos particulares son de menor tamaño, y tienen un mantenimiento más efectivo; salvo conductores adictos al ruido; por lo general retiran los silenciadores y las correcciones se podrán hacer mediante la intervención policial.

Los motores cada año, en una actitud consecuente a la ecología, evolucionan hacia una menor producción de sonidos interiores y lo que es más grave, los sistemas de expulsión de gases, una vez que se corroen, son reemplazados por escapes libres.

El Reglamento Nacional de Administración del Transporte, DS N° 017-2009-MTC publicado el 22 de abril de 2009 por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones es el que legisla el transporte de personas, y fue modificado por el DS 006-2012-MTC publicado el 29 de junio de 2012, y nuevamente modificado por la RM 859-2016 del 26 de octubre de 2016, en la Tabla 57 se encuentra el actual cronograma de régimen extraordinario para permanencia de vehículos.

Tabla 57:

Retiro de vehículos por antigüedad

FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE SALIDA DEL SERVICIO
1985- 1986	31 de diciembre del 2016
1987-1990	31 de diciembre del 2017
1991-1995	31 de diciembre del 2018
1996-1998	31 de diciembre del 2019

Fuente: RM 859-2016 MTC/01.02, 2016

Dicha tabla y en forma paulatina reduce el tiempo de servicio de las unidades de servicio público, de un máximo de 32 años al ideal de 25 años al 2019; en la etapa actual las unidades fabricadas el año 1991 debieron ser retiradas el 31 de diciembre de 2018, con 28 años de antigüedad, sin embargo, la Municipalidad Provincial de Tacna ha estado concediendo mediante Ordenanzas Municipales años adicionales a los vehículos del transporte público para su retiro, haciendo uso de la flexibilidad de la Norma, sin razones técnicas sino legales y presuntamente sociales, y en forma adicional no procede con energía a hacer cumplir su propia Norma.

También se ha contado las unidades de servicio masivo en cada una de las esquinas y la cantidad de líneas que concurren en ellas (ver Tabla 58).

Tabla 58:

Conteo de líneas por punto de control

Punto	Lineas	N°
1	15,90,203,2B,102	5
2	102,11,35,16,14,3B,13,5,15,8	10
3	13,35,A,30A,90,30B	6
4	8,55,4,10B,30A	5
5	5,13,14,32,202,22,16,11,3B,1,102	11
6	1,7,A,22,30B,33,16,6	8
7	A,14,4,6,8,5,203,1,55,11,7,32,35,15	14
8	6,30B,A,22,5,33	6
9	10B,7,55,15,13,5,102,30B,90,1,A,14,11,32,8,35	16
10	B,3A,13	3
11	200,13,3B,A,B,33,6,16,5,32	11
12	102,8,15,11,32,7,200,14	8
13	55,11,35,22,203,32,6,14,55,8,10B,15,5,1,202,7,90,	17
14	10B,14,22,33,1,7,8,15,5,6,11,203,55,32,202	15
15	-	0

Fuente: Elaboración propia, 2017

Encuesta de percepción de afectados

Es importante conocer la posición de la población afectada, la encuesta diseñada se caracterizó por ser simple, de pocas opciones y se inspiró en la que realizó la Municipalidad Distrital de San Isidro el año 2007, la cual fijó los límites máximos permisibles con la Ordenanza Municipal N° 127 – MSI – 2005, y con base en la misma se ha efectuado un estudio el año 2007, referido a la contaminación por ruido en la Avenida Javier Prado por ser una de las avenidas de mayor congestión en Lima, llegando a picos de 10 000 vehículos/hora y la presencia de 6000 personas/hora, afectadas por la contaminación sonora de origen vehicular. La estadística de las encuestas en San Isidro concluyen en que el 12,31 % de entrevistados no percibía el sonido como molesto, el 26,15 % algo y el 61,54 % lo considera “muy molesto”.

Nuestro trabajo dio los siguientes resultados:

Pregunta 1: ¿QUÉ GRADO DE MOLESTIA LE CAUSA EL RUIDO?, un 52 % respondió que mucho, un 41,50 % que regular y un 6,50 % que nada, manteniendo la misma prelación en la respuesta.

Pregunta 2: EN CUANTO A SU SALUD ¿EL RUIDO AFECTA?, la respuesta fue que un 66,75 % considera que sí, un 23,50 % que no.

Pregunta 3: ¿QUÉ RUIDO LE MOLESTA MÁS?, la respuesta fue que los vehículos el 80,00 %, los locales públicos 10,75 %, los vecinos el 4,75 %, y otros el 4,50 %.

Pregunta 4: ¿CONOCE USTED LA EXISTENCIA DE NORMAS QUE REGULAN EL SONIDO URBANO? Ante esta pregunta un 61,25 % considera que sí y un 38,75 % que no.

Pregunta final fue: ¿LE PARECE QUE EL LUGAR EXCEDE LO TOLERABLE EN RUIDOS?, un 75,75 % respondió que sí y un 15.75 % que no, mientras que un 8,50 % no lo nota.

El grupo etario predominante es de 18 a 28 años (51 %), seguido del de 29 a 39 años (24 %).

Los estudios de percepción de la población en estudios realizados en Andalucía dan los siguientes resultados:

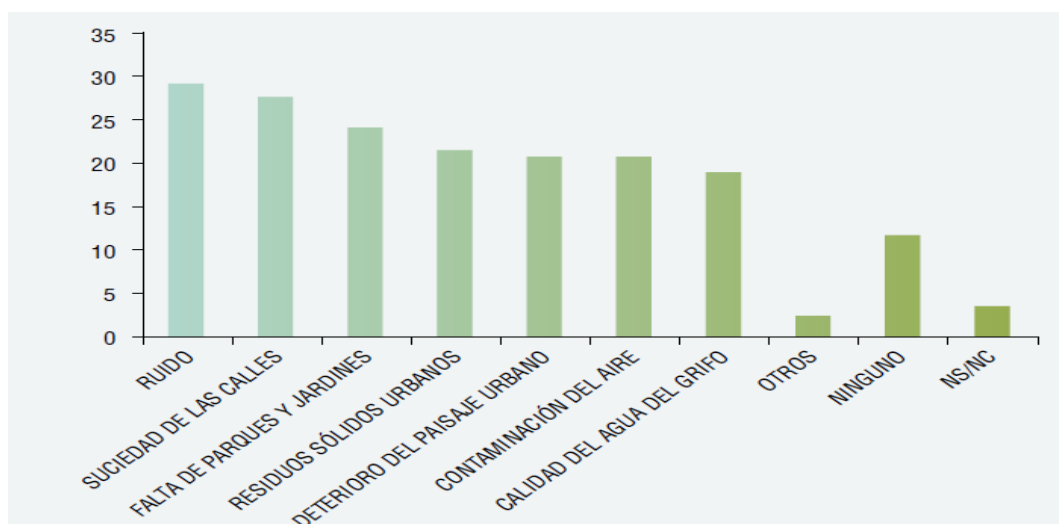


Figura 54: Percepción de los problemas ambientales más importantes en el ámbito local andaluz

Fuente: Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía (2009)

Como consecuencia el ruido es percibido como el agente contaminante más severo en la ciudad, el siguiente gráfico nos hace saber que el ruido de tráfico es considerado la principal fuente de sonido.

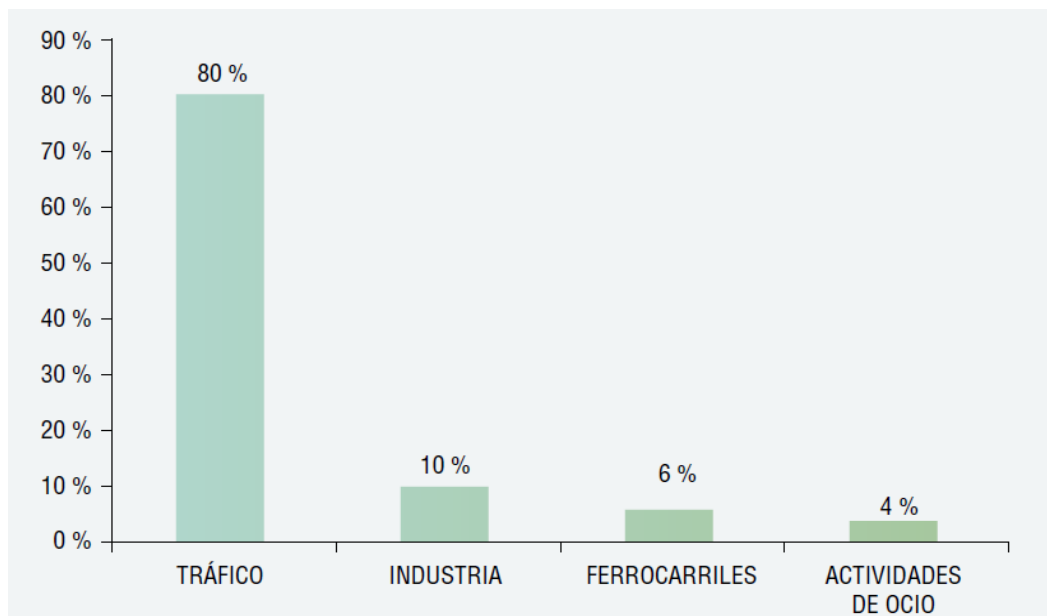


Figura 55: El ruido es percibido

Fuente: Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía (2009)

Ambos gráficos conservan las tendencias de las realizadas los años 2008 y 2007, todos ellos iniciativa de la Junta de Andalucía publicados en el “ecobarómetro”, es de manifestar que los años hasta 2013 se han hecho las mismas publicaciones con encuestas menos puntuales acerca del tema de sonido urbano, la encuesta de percepción que realizó en este trabajo de tesis da el mismo resultado en cuanto a la incidencia del tráfico (80 %).

La Escuela Nacional de Sanidad del Instituto de Salud Carlos III por encargo del Ministerio de Economía y Competitividad de España ha realizado estudios de la incidencia del ruido urbano en la salud, y generando los siguientes resultados en el año 2016:

El ruido del tráfico rodado es el más relevante en cuanto a número de personas expuestas. En la UE alrededor del 40 % de la población está

expuesta a niveles de ruido diurnos por el tráfico rodado superiores a 55 dB(A), y un 20 % se expone a más de 65 dB(A). Por la noche, más de un 30 % estaría expuesta a niveles superiores a 55 dB(A), sufriendo alteraciones del sueño (Escuela Nacional de Sanidad Instituto de Salud Carlos III - Ministerio de Economía y Competitividad España, 2016).

“(…) Están surgiendo investigaciones que relacionan el ruido de tráfico en las grandes ciudades con la salud mental de personas que las habitan, una exposición al ruido podría relacionarse con una mayor incidencia de estas enfermedades mentales. En Madrid recientemente se han realizado dos investigaciones que pretenden relacionar el ruido en Madrid con Parkinson y demencia. Pero no en el sentido de que el ruido sea la causa de que las personas tengan estas enfermedades si no que el ruido como factor estresante agudo puede exacerbar los síntomas de estas patologías”. (Escuela Nacional de Sanidad Instituto de Salud Carlos III - Ministerio de Economía y Competitividad España, 2016), se han elaborado los diagramas de dispersión. En los mismos se ha constatado que ante presiones sonoras de 60 leq_d se producen 6,5 ingresos mientras que al aumentar la presión a 66 leq_d suben a 10,5; otro diagrama muestra que a niveles superiores a 70 leq_d concurren un 100 % de pacientes por demencia y ante 60 leq_d se reduce a 30 %.

La estadística del Hospital “Hipólito Unanue” de Tacna revela un incremento del 43,76 % de morbilidad entre el 2004 y el 2013.

“Incrementos de 1 dB(A) en los niveles de ruido diurno se relacionan con un incremento del riesgo del 5,1 % para los ingresos por todas las causas excepto accidentes y partos”, (Díaz Jiménez, 2015), el referido

autor realizó entre 1995 y 1997 en Madrid un estudio acerca de la mortalidad debida al ruido.

“Un estudio realizado en Francia sobre 2000 personas sometidas a niveles de ruido superiores a 85 dB(A) mostró una serie de patologías que no se daban en otro grupo similar de personas no expuestas a esos niveles tan altos de ruido. Se detectó que las expuestas presentaban un 12 % más de problemas cardiovasculares, un 37 % más de problemas neurológicos y un 10 % más de problemas digestivos” (Díaz Jiménez, 2015).

“Otro estudio similar realizado con personas en las proximidades del aeropuerto de Los Ángeles mostró un aumento del 18 % sobre la media de enfermedades vasculares con resultado de muerte” (Díaz Jiménez, 2015).

Si bien dichas menciones no se refieren a las variables de esta tesis (efectos auditivos y psicológicos), son afines al título del trabajo.

Los efectos en el aparato auditivo se han demostrado en el incremento “per cápita” de las consultas realizadas en el Hospital “Hipólito Unanue” de la ciudad de Tacna al tener un crecimiento del 23,35 % de morbilidad entre los años 2004 y 2013.

Estadísticas del MINSA

Se obtuvieron por la Ley de Transparencia, se realizó el análisis de los casos en base al criterio y asesoramiento de especialistas.

Las estadísticas se solicitaron por 10 años, como se planteara en el Plan de Tesis, los trastornos del oído se proporcionaron entre los 25 y 45 años,

y se refieren a los casos de hipoacusia bilateral, hipoacusia conductiva unilateral, hipoacusia neurosensorial, conductiva y neurosensorial y disminución de la agudeza auditiva, la causas no se mencionan, el aspecto más representativo es el de la columna “disminución de la agudeza auditiva sin especificación”, la cual es con mayor probabilidad debida a la contaminación acústica.

La ciudad de Tacna incluye los distritos de Alto de la Alianza, Ciudad Nueva, Tacna, Pocollay y Gregorio Albarracín Lanchipa, y el monitoreo se ha realizado en el distrito capital; la población, según el INEI, ha sido el 2004 de 104 652 habitantes y el 2013 de 89 707, con un crecimiento vegetativo del – 14,28 % (reducción).

Se calcularon las cifras de los años 2004 y 2013 para la metrópoli Tacna:

Incidencia anual en el Hospital Hipólito Unanue de Tacna:

- 2004 35 casos Población 104 652 habitantes
- 2013 37 casos Población 89 707 habitantes

Reducción de agudeza auditiva:

- Año 2004 0,0334 %
- Año 2013 0,0412 %

Existe un crecimiento del 23,35 %

En cuanto a la estadística de morbilidad de la UPS psicología la estadística cubre todos los grupos etarios, la forma como el MINSA los agrupa es en el rango etario 18 a 29 años y 30 a 59 años, para el efecto se considera solamente el primero de estos grupos, el uso de los

audífonos está causando un daño a los adolescentes primordialmente, y se estimó que a partir de los 25 años dicho accesorio deja de ser predominante; en cuanto a los mayores de 45 años, la disminución de la agudeza auditiva puede deberse a la edad.

Por otro lado, la misma estadística ha seleccionado 43 códigos de trastornos para el año 2004 y se incrementan a 70 el 2013, no todos ello directamente relacionados con la contaminación sonora, se evaluaron solamente los siguientes códigos que están presentes en ambos años:

F32 Episodio depresivo

R45 Síntomas y signos que involucran el estado emocional.

F41 Otros trastornos de ansiedad.

F91 Trastornos de la conducta.

F33 Trastorno depresivo recurrente.

F43 Reacción al estrés grave y trastornos de adaptación.

F20 Esquizofrenia.

F40 Trastornos fóbicos de ansiedad.

F42 Trastorno Obsesivo - Compulsivo.

F34 Trastornos del humor (afectivos) persistentes.

F63 Trastorno de los hábitos y los impulsos.

F51 Trastornos no orgánicos del sueño.

F61 Trastornos mixtos y otros trastornos de la personalidad.

F48 Otros trastornos neuróticos.

F68 Otros trastornos de la personalidad y del comportamiento de adultos.

Se descartan los códigos con escasa recurrencia (1 o 2) en el año;

Incidencia anual en el Hospital Hipólito Unanue de Tacna:

- 2004 579 casos Población 104 652 habitantes
- 2013 713 casos Población 89 707 habitantes

Trastornos en la salud mental:

- Año 2004 0,553 %
- Año 2013 0,795 %

Existe un crecimiento del 43,76 %

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Recio, et al (2016) en su trabajo monográfico, titulada: “Efectos del ruido urbano sobre la salud: estudios de análisis de series temporales realizados en Madrid. Instituto de Salud Carlos III, Escuela Nacional de Sanidad: Madrid, 2016.” Expone lo siguiente:

Tabla 59:

Discusión 1

Autor	Audición	Estrés
Recio, A., Carmona, R., Linares, C., Ortíz, C., Banegas, J.R., Díaz, J. (2016)	Los efectos del ruido sobre la salud van más allá de las molestias y pueden ser auditivos y no auditivos.	Existen dos niveles de procesamiento del ruido como factor de estrés: a) un nivel psíquico que se inicia con la llegada de la señal sonora a las estructuras talámicas de la audición y culmina con la excitación del hipotálamo, y b) un nivel orgánico que se inicia con la respuesta adaptativa o alostática desde el hipotálamo y, en determinadas circunstancias, finaliza con uno o varios efectos fisiológicos adversos. Una situación de estrés elevado puede alterar la regulación equilibrada de la respuesta alostática y causar daño orgánico y efectos adversos en los sistemas cardiovascular, respiratorio, metabólico e inmune.

Fuente: Elaboración propia

El autor de la presente tesis expone lo siguiente:

Tabla 60:

Discusión 2

Autor	Audición	Estrés
Cáceres (2019)	La contaminación sonora vehicular afecta la reducción de capacidad auditiva, ya que nos daña directamente el sistema auditivo, teniendo en consecuencia la pérdida de audición a temprana edad.	La contaminación sonora vehicular influye en el incremento de estrés, en el período analizado, en Tacna existe un incremento de la incidencia de trastornos auditivos del orden del 23.35 % y psicológicos, en 43.76 %, si bien no ha sido posible determinar con precisión el tráfico urbano que causa.

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que Recio et al (2016) tiene relación con el presente trabajo de investigación por las conclusiones respecto a la audición y el estrés.

CONCLUSIONES

Primera:

La contaminación sonora vehicular afecta la salud de los pobladores en la ciudad de Tacna, claramente por el daño del sistema auditivo. Los valores de la contaminación ambiental por sonido, provenientes del tráfico vehicular en Tacna son excesivos, conforme a lo normado para la Provincia en la Ordenanza Municipal N° 0030-09 “Reglamento de Control y Regulación de Ruidos en el ámbito Urbano”, y D.S. 85-2003-PCM; el tope de 60 dBA, por lo tanto, se confirma la Hipótesis 0, existe exceso de ruido urbano en la ciudad de Tacna.

Segunda:

La contaminación sonora vehicular genera la reducción de capacidad auditiva, ya que daña directamente el sistema corporal.

Tercera:

La contaminación sonora vehicular complica los problemas de comportamiento, existe el desconocimiento sobre los efectos del ruido vehicular en nuestros organismos, es un contaminante acumulativo, y capaz de generar múltiples enfermedades.

Cuarta:

La contaminación sonora vehicular influye en el incremento de estrés, en el período analizado, en Tacna existe un incremento de la incidencia de trastornos auditivos del orden del 23,35 % y psicológicos, en 43,76 %, si bien no ha sido posible determinar con precisión si es el tráfico urbano que lo causa.

RECOMENDACIONES

Primera:

La Municipalidad Provincial de Tacna, y la DIGESA deben dar cumplimiento a los artículos del D.S. 083-2003-PCM en lo que les concierne, con énfasis en las zonas estudiadas.

Segunda:

La Dirección Regional de Salud debe realizar campañas de audiometría entre los afectados directos por el tráfico urbano para comprobar el daño directo.

Tercera:

El MTC debe fiscalizar los vehículos automotores, especialmente del servicio público, cumpliendo el Reglamento Nacional de Tránsito D.S. 016-2009-MTC en sus artículos pertinentes, con énfasis en la emisión de ruidos y uso de silenciadores.

Cuarta:

La MPT debe crear un sistema de reducción de ruidos, tomando como modelo el resultado exitoso en las Municipalidades de Lima y Miraflores, replantear el plan regulador de rutas reduciendo su cantidad por las zonas críticas y ejecutar un proyecto de reducción de ruidos por alguno de los procedimientos que se han desarrollado en el presente trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

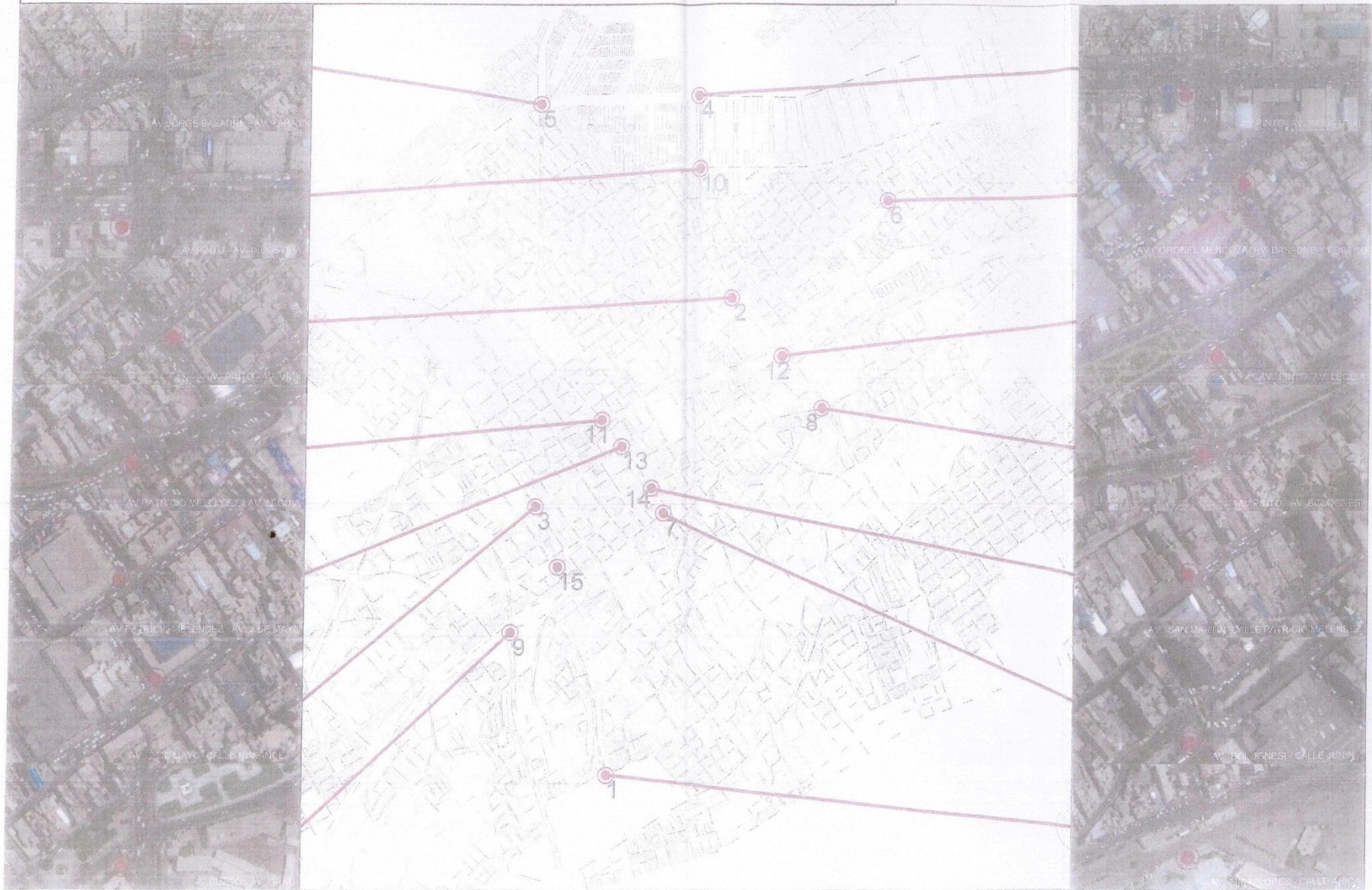
- Amable I., Méndez J, Delgado L, Acebo, F. Armas J & Rivero M (2017) Contaminación ambiental por ruido. Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242017000300024
- Calle, M.(2001). Contaminación Acústica y Salud, Waste magazine.
- Cardinali, D.P. (2007). Neurociencia Aplicada y sus Fundamentos. Buenos Aires: Editorial Panamericana
- Chinchilla, R. (2002). Salud y seguridad en el trabajo. San José: EUNED.
- Cosmos, Carl Sagan, Ed. Planeta, (1983) (7^o edición).
- Díaz Jiménez, Escuela Nacional de Sanidad. Efectos en salud del ruido de tráfico: Más allá de las “molestias”, Instituto de Salud Carlos III Ministerio de Salud y Competitividad de España, (2015).
- Dirección Regional de Salud de Tacna. Informe anual de DEMA.T-DRS/TACNA (1999).
- Escuela Nacional de Sanidad. Instituto de Salud Carlos III Ministerio de Salud y competitividad. Efectos Del Ruido Urbano Sobre La Salud: Estudios De Análisis De Series Temporales Realizados En Madrid. (2016).
- Falch Edvard (1997). Guía Ambiental Manejo de Problemas de Ruido en la Industria Minera. Ministerio de Energía y Minas, República del Perú - Dirección General de Asuntos Ambientales.
- Folch Ramón. (2011) Socioecólogo. La quimera del crecimiento. La sostenibilidad en la era postindustrial. Rba libros. 2011
- Fraume J. (2007). Diccionario Ambiental. Bogotá: ECOE EDICIONES.
- Harris, C (1995). Manual de medidas acústicas y control del ruido: Mc Graw Hill.

- I Jornadas toxicológicas Arica – Apuntes (1999).
- Jaramillo A. (2007). La ciencia del sonido. Medellin: ITM.
- Kroemer, KyKroemer, K. (2001).H.E.Ergonomics: How to design for ease and eficiencia. USA: Prentice Hall.
- Leighton, Oliva (2002). Plan de Manejo Ambiental de la Emisión de Ruido Producido por el Transporte Aéreo, – Universidad de Santiago de Chile.
- Marzinzik, M y Kolimeyer, B (2003) Predicting the subjective quality of noise reduction algorithms for hearing aids,Alemania: S. HerselVertag.
- McCormick, E.(1982) Human Factors in engineering and design, 5th editionMcGraw-Hill, USA, 1982
- Ministerio de Energía y Minas. Guía Ambiental. Manejo de Problemas de Ruido en la Industria Minera (1997)
- Ministerio del Ambiente – Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). Evaluación Rápida del nivel de ruido en las ciudades de Lima, Callao, Maynas, Coronel Portillo, Huancayo, Huánuco, Cusco y Tacna (2011)
- Morris, C. y Maisto, A. (2005). Introducción a la Psicología. Washington: PearosEducation.
- Observatorio Salud y Medio Ambiente (España). Ruido y Salud (2012)
- Organización Mundial de la Salud. Guías para el Ruido Urbano (1999).
- Organización Mundial de la Salud. Informe técnico N° 410 (1969).
- Organización Panamericana de la Salud. Criterios de salud ambiental: El ruido; 1980.
- Ortiz, Y. (2004). Análisis de los procedimientos contables aplicables a las cuentas por cobrar en el consorcio Otepi Greystar. Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias Sociales y Administrativas, Cumaná.

- Pérez Rosalía. Desarrollo de un sistema de conteo y monitoreo para tráfico vehicular; Universidad Católica Andrés Bello, 2012.
- Recio, A., Carmona, R., Linares, C., Ortíz, C., Banegas, J.R., Díaz, J. Efectos del ruido urbano sobre la salud: estudios de análisis de series temporales realizados en Madrid. Instituto de Salud Carlos III, Escuela Nacional de Sanidad: Madrid, 2016.
- Subdirección de Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM). Documento Soporte Norma de Ruido Ambiental, 2006
- Viñolas, J. (1980) Contaminación por ruido: formulación del problema y de las medidas a adoptar para reducir sus efectos, Mexico.
- Vivas, P.; Mora, M.; Vidal T.; Rojas, J.; López, Oscar; Valera, S.; Poli, E y García N. (2005). Ventanas en la ciudad; Observaciones sobre las Urbes Contemporáneas. Barcelona: Editorial UOC.
- Weisz, P:Keogh, R. (1975) La ciencia de la biología, Buenos Aires: Ed. Omega.

ANEXOS

PLANO DE UBICACION DE PUNTOS DE CONTROL



	TOTAL GENERAL ...	1.975	1	4	15	27	46	394	278	591	600
F41	OTROS TRASTORNOS DE ANSIEDAD	M	1.039	3	13	20	37	220	127	187	201
F42	REACCION AL ESTRÉS GRAVE Y TRASTORNOS DE ADAPTACION	F	576	1	1	7	2	46	156	174	209
F43	EPISODIO DEPRESIVO	F	313	1	1	2	2	27	25	60	129
F44	TRASTORNOS DEL HUMOR (AFFECTIVOS) PERSISTENTES	F	386		2	2	3	19	21	118	152
F45	TRASTORNOS ESPECIFICOS DEL DESARROLLO DE LAS HABILIDADES ESCOLARES	F	220		2	2	2	16	27	37	65
F46	TRASTORNOS ESPECIFICOS DE LA PERSONALIDAD	M	261		1	1	1	28	46	62	81
F47	TRASTORNOS ESPECIFICOS DEL DESARROLLO DEL HABLA Y DEL LENGUAJE	M	60					7	11	13	21
F48	TRASTORNOS ESPECIFICOS DEL DESARROLLO SOCIAL DE COMIENZO ESPECIFICO EN LA NIÑEZ	M	116					1	36	67	71
F49	TRASTORNOS EMOCIONALES Y DEL COMPORTAMIENTO DE COMIENZO ESPECIFICO EN LA NIÑEZ	M	47					1	17	17	12
F50	TRASTORNOS DE LA CONDUCTA	M	69					2	13	14	5
F51	TRASTORNOS DISOCIATIVOS (DE COMISION)	M	51					2	12	1	3
F52	OTROS TRASTORNOS EMOCIONALES Y DEL COMPORTAMIENTO QUE APARECEN HABITUAL	M	19					1	1	1	3
F53	TRASTORNOS SOMATIFORMES	M	50					1	8	20	30
F54	TRASTORNOS MENTALES Y DEL COMPORTAMIENTO DEBIDOS AL USO DE ALCOHOL	F	22					1	6	10	20
F55	TRASTORNO OBSESIVO-COMPULSIVO	F	60					10	27	10	10
F56	TRASTORNOS PSICITICOS AGUDOS Y TRANSITORIOS	F	10					5	2	2	1
F57	TRASTORNOS FORBIDOS DE ANSIEDAD	M	60					8	16	19	1
F58	ESQUIZOFRENIA	M	22					2	11	12	1
F59	TRASTORNOS HIPEREMOTIVOS	M	41					2	13	13	6
F60	RETARDO MENTAL, NO ESPECIFICADO	M	32					4	20	13	6
F61	RETARDO MENTAL LEVE	M	15					4	14	9	6
F62	RETARDO MENTAL MODERADO	M	14					1	6	6	6
F63	TRASTORNOS MENTALES Y DEL COMPORTAMIENTO DEBIDOS AL USO DE FARMACOS	M	7					1	1	1	1
F64	TRASTORNO ESPECIFICO DEL DESARROLLO DE LA FUNCION MOTRIZ	M	28					1	6	6	1
F65	OTROS TRASTORNOS NEUROTICOS	M	19					1	1	1	1
F66	TRASTORNOS GENERALIZADOS DEL DESARROLLO	M	18					1	6	6	1
F67	DEPENDENCIA, NO ESPECIFICADA	M	10					3	1	3	2
F68	PSICOSIS DE ORIGEN NO ORGANICO, NO ESPECIFICADA	M	10					3	1	3	2
F69	TRASTORNOS DE LA INGESTION DE ALIMENTOS	M	2					1	1	1	1
F70	DISFUNCION SEXUAL, NO OCASIONADA POR TRASTORNO NI ENFERMEDAD ORGANICA	M	16					1	4	2	1
F71	TRASTORNOS PSICOLOGICOS Y DEL COMPORTAMIENTO ASOCIADOS CON EL DESARROLLO	M	4					1	2	1	1
F72	TRASTORNOS MOTOS DE LA CONDUCTA Y DE LAS EMOCIONES	M	9					1	3	2	3
F73	TRASTORNO DEPRESIVO RECURRENTE	M	2					1	1	2	2
F74	TRASTORNO MENTAL, NO ESPECIFICADO	M	8					1	3	4	2
F75	DEPENDENCIA EN OTRAS ENFERMEDADES CLASIFICADAS EN OTRA PARTE	M	6					1	1	2	2
F76	OTROS TRASTORNOS MENTALES DEBIDOS A LESION Y DISFUNCION CEREBRAL, Y A	M	6					1	1	1	1
F77	TRASTORNOS DE LA PERSONALIDAD Y DEL COMPORTAMIENTO DEBIDOS A ENFERMEDAD	M	7					1	1	1	1
F78	TRASTORNOS MENTALES Y DEL COMPORTAMIENTO DEBIDOS AL USO DE SEDANTES O	M	10					1	1	1	1
F79	TRASTORNOS MENTALES Y DEL COMPORTAMIENTO DEBIDOS AL USO DE ALUCINOGENOS	M	2					1	1	1	1
F80	TRASTORNO ESQUIZOTIPICO	M	3					1	1	1	1
F81	EPISODIO MANIACO	M	3					1	1	1	1
F82	TRASTORNOS DE LA IDENTIDAD DE GENERO	M	3					1	1	1	1
F83	TRASTORNO DEL DESARROLLO PSICOLOGICO, NO ESPECIFICADO	M	2					1	1	1	1

REGION TACNA : TRASTORNOS DEL OIDO, POR SEXO Y GRUPO DE EDAD

AÑO	CODIGO	DESCRIPCION	SEXO	TOTAL	25-29a	30-34a	35-39a	40-45a
2004	H900	HIPOACUSIA CONDUCTIVA-BILATERAL	T	56	10	11	14	21
			F	1		1		
			M	1		1		
	H901	HIPOACUSIA CONDUCTIVA, UNILATERAL CON AUDICION IRRESTRICTA CONTRALATERAL	T	2		2		
			F	2		2		
	H902	HIPOACUSIA CONDUCTIVA, SIN OTRA ESPECIFICACION	T	4			1	3
			F	2				
			M	2			1	
	H904	HIPOACUSIA NEUROSENSORIAL, UNILATERAL CON AUDICION IRRESTRICTA CONTRALATERAL	T	2			1	1
			F	2		1	1	
			M	2		1	1	
	H905	HIPOACUSIA NEUROSENSORIAL, SIN OTRA ESPECIFICACION	T	11	2	2	2	5
			F	3	2	1	1	
	H908	HIPOACUSIA MIXTA CONDUCTIVA Y NEUROSENSORIAL, NO ESPECIFICADA	T	8		2	1	5
F			1		1			
H919	DISMINUCION DE LA AGUDEZA AUDITIVA SIN ESPECIFICACION	T	35	8	6	9	12	
		F	20	5	5	4	6	
		M	15	3	1	5	6	
2005	H902	HIPOACUSIA CONDUCTIVA, SIN OTRA ESPECIFICACION	T	49	11	10	12	16
			F	5				5
			M	2				2
	H903	HIPOACUSIA NEUROSENSORIAL, BILATERAL	T	3				3
			F	1	1			
	H905	HIPOACUSIA NEUROSENSORIAL, SIN OTRA ESPECIFICACION	T	1	1			
			F	4	1		2	1
	H908	HIPOACUSIA MIXTA CONDUCTIVA Y NEUROSENSORIAL, NO ESPECIFICADA	T	2	1		1	
			F	2				
	H919	DISMINUCION DE LA AGUDEZA AUDITIVA SIN ESPECIFICACION	T	1		1		1
F			1					
M			38	9	9	10	10	
			T	18	4	6	3	5
			F	20	5	3	7	5
			M	20	5	3	7	5
2006	H833	EFECTOS DEL RUIDO SOBRE EL OIDO INTERNO	T	41	11	12	11	7
			F	1	1			
			M	1	1			
	H902	HIPOACUSIA CONDUCTIVA, SIN OTRA ESPECIFICACION	T	3	1	1	1	
			F	2	1	1		
	H905	HIPOACUSIA NEUROSENSORIAL, SIN OTRA ESPECIFICACION	T	1				
			F	4		1	1	
			M	1		1		3
	H907	HIPOACUSIA MIXTA CONDUCTIVA Y NEUROSENSORIAL, UNILATERAL CON AUDICION IRRESTRICTA CONTRA	T	3				
			F	3				
	H919	DISMINUCION DE LA AGUDEZA AUDITIVA SIN ESPECIFICACION	T	1	1			
			F	32	8	10	10	4
			M	17	5	2	7	3
			T	15	3	8	3	1



DIRECCION REGIONAL DE SALUD TACNA
 OFICINA DE INFORMATICA, TELECOMUNICACIONES Y ESTADISTICA

REGION TACNA : TRASTORNOS DEL OIDO, POR SEXO Y GRUPO DE EDAD

AÑO	CODIGO	DESCRIPCION	SEXO	TOTAL	25-29a	30-34a	35-39a	40-45a
2013	H901	HIPOACUSIA CONDUCTIVA, UNILATERAL CON AUDICION IRRESTRICTA CONTRALATERAL	T	53	8	17	11	17
			F	1				
	H902	HIPOACUSIA CONDUCTIVA, SIN OTRA ESPECIFICACION	M	1		1		
			T	6	1		3	2
	H903	HIPOACUSIA NEUROSENSORIAL, BILATERAL	F	3			2	1
			M	3	1		1	1
	H905	HIPOACUSIA NEUROSENSORIAL, SIN OTRA ESPECIFICACION	T	1			1	
			F	6	2	1	2	1
	H908	HIPOACUSIA MIXTA CONDUCTIVA Y NEUROSENSORIAL, NO ESPECIFICADA	M	1				
			T	5	1	1	2	1
	H919	DISMINUCION DE LA AGUDEZA AUDITIVA SIN ESPECIFICACION	F	2			2	
			T	37	5	13	5	14
			F	21	4	8	4	5
			M	16	1	5	1	9

nte : HIS-OITE/DRST



Aprueban el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

DECRETO SUPREMO
N° 085-2003-PCM

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el Artículo 2° inciso 22) de la Constitución Política del Perú establece que es deber primordial del Estado garantizar el derecho de toda persona a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida; constituyendo un derecho humano fundamental y exigible de conformidad con los compromisos internacionales suscritos por el Estado;

Que, el Artículo 67° de la Constitución Política del Perú señala que el Estado determina la política nacional del ambiente;

Que, el Decreto Legislativo N° 613, Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, en su Artículo 1 del Título Preliminar, establece que es obligación de todos la conservación del ambiente y consagra la obligación del Estado de prevenir y controlar cualquier proceso de deterioro o deprecación de los recursos naturales que puedan interferir con el normal desarrollo de toda forma de vida y de la sociedad;

Que, el Artículo 105° de la Ley General de Salud, Ley N° 26842, establece que corresponde a la Autoridad de Salud competente dictar las medidas para minimizar y controlar los riesgos para la salud de las personas derivados de elementos, factores y agentes ambientales, de conformidad con lo que establece, en cada caso, la ley de la materia;

Que, los estándares de calidad ambiental del ruido son un instrumento de gestión ambiental prioritario para prevenir y planificar el control de la contaminación sonora sobre la base de una estrategia destinada a proteger la salud, mejorar la competitividad del país y promover el desarrollo sostenible;

Que, de conformidad con el Reglamento Nacional para la Aprobación de Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles, Decreto Supremo N° 044-98-PCM, se aprobó el Programa Anual 1999; para estándares de calidad ambiental y límites máximos permisibles, conformándose el Grupo de Estudio Técnico Ambiental "Estándares de Calidad del Ruido" - GESTA RUIDO, con la participación de 18 instituciones públicas y privadas que han cumplido con proponer los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido bajo la coordinación de la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud;

Que, con fecha 31 de enero de 2003 fue publicado en el Diario Oficial El Peruano el proyecto conteniendo la propuesta del Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, acompañada de la justificación correspondiente, habiéndose recibido observaciones y sugerencias las que se han incorporado en el proyecto definitivo, el que ha sido remitido a la Presidencia de Consejo de Ministros;

De conformidad con lo dispuesto en el inciso 8) del Artículo 118° de la Constitución Política del Perú y el inciso 2) del Artículo 3° Decreto Legislativo N° 560, Ley del Poder Ejecutivo;

Con el voto aprobatorio del Consejo de Ministros;

DECRETA:

Artículo 1°.- Apruébese el "Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido" el cual consta de 5 títulos, 25 artículos, 11 disposiciones complementarias, 2 disposiciones transitorias y 1 anexo que forman parte del presente Decreto Supremo.

Artículo 2°.- Derogar la Resolución Suprema N° 325 del 26 de octubre de 1957, la Resolución Suprema N° 499 del 29 de setiembre de 1960, y todas las normas que se opongan al presente Decreto Supremo.

Artículo 3°.- El presente Decreto Supremo será ratificado por el Presidente del Consejo de Ministros, el Ministro de Salud, el Ministro del Interior, el Ministro de la Producción, el Ministro de Agricultura, el Ministro de Transportes y Comunicaciones, el Ministro de Vivien-

da, Construcción y Saneamiento y el Ministro de Energía y Minas

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los veinticuatro días del mes de octubre del año dos mil tres.

ALEJANDRO TOLEDO
Presidente Constitucional de la República

BEATRIZ MERINO LUCERO
Presidenta del Consejo de Ministros

ÁLVARO VIDAL RIVADENEYRA
Ministro de Salud

FERNANDO ROSPIGLIOSI C.
Ministro del Interior

JAVIER REÁTEGUI ROSSELLÓ
Ministro de la Producción

FRANCISCO GONZÁLEZ GARCÍA
Ministro de Agricultura

EDUARDO IRIARTE JIMÉNEZ
Ministro de Transportes y Comunicaciones

CARLOS BRUCE
Ministro de Vivienda, Construcción
y Saneamiento

HANS FLURY ROYLE
Ministro de Energía y Minas

REGLAMENTO DE ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA RUIDO

TÍTULO I

Objetivo, Principios y Definiciones

Artículo 1°.- Del Objetivo.

La presente norma 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.

Artículo 2°.- De los Principios

Con el propósito de promover que las políticas e inversiones públicas y privadas contribuyan al mejoramiento de la calidad de vida mediante el control de la contaminación sonora se tomarán en cuenta las disposiciones y principios de la Constitución Política del Perú, del Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales y la Ley General de Salud, con especial énfasis en los principios precautorio, de prevención y de contaminador - pagador.

Artículo 3°.- De las Definiciones

Para los efectos de la presente norma se considera:

a) Acústica: Energía mecánica en forma de ruido, vibraciones, trapiaciones, infrasonidos, sonidos y ultrasonidos.

b) Barreras acústicas: Dispositivos que interpuestos entre la fuente emisora y el receptor atenúan la propagación aérea del sonido, evitando la incidencia directa al receptor.

c) Contaminación Sonora: Presencia en el ambiente exterior o en el interior de las edificaciones, de niveles de ruido que generen riesgos a la salud y al bienestar humano.

d) Decibel (dB): Unidad adimensional usada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. De esta manera, el decibel es usado para describir niveles de presión, potencia o intensidad sonora.

e) Decibel A (dBA): Unidad adimensional del nivel de presión sonora medido con el filtro de ponderación A, que permite registrar dicho nivel de acuerdo al comportamiento de la audición humana.

f) Emisión: Nivel de presión sonora existente en un determinado lugar originado por la fuente emisora de ruido ubicada en el mismo lugar.

g) **Estándares Primarios de Calidad Ambiental para Ruido.** - Son aquellos que consideran los niveles máximos de ruido en el ambiente exterior, los cuales no deben excederse a fin de proteger la salud humana. Dichos niveles corresponden a los valores de presión sonora continua equivalente con ponderación A.

h) **Horario diurno:** Período comprendido desde las 07:01 horas hasta las 22:00 horas.

i) **Horario nocturno:** Período comprendido desde las 22:01 horas hasta las 07:00 horas del día siguiente.

j) **Inmisión:** Nivel de presión sonora continua equivalente con ponderación A, que percibe el receptor en un determinado lugar, distinto al de la ubicación del o los focos ruidosos.

k) **Instrumentos económicos:** Instrumentos que utilizan elementos de mercado con el propósito de alentar conductas ambientales adecuadas (competencia, precios, impuestos, incentivos, etc.)

l) **Monitoreo:** Acción de medir y obtener datos en forma programada de los parámetros que inciden o modifican la calidad del entorno.

m) **Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (L_{Aeq}):** Es el nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A, que en el mismo intervalo de tiempo (T), contiene la misma energía total que el sonido medido.

n) **Ruido:** Sonido no deseado que moleste, perjudique o afecte a la salud de las personas.

o) **Ruidos en Ambiente Exterior:** Todos aquellos ruidos que pueden provocar molestias fuera del recinto o propiedad que contiene a la fuente emisora.

p) **Sonido:** Energía que es transmitida como ondas de presión en el aire u otros medios materiales que puede ser percibida por el oído o detectada por instrumentos de medición.

q) **Zona comercial:** Área autorizada por el gobierno local correspondiente para la realización de actividades comerciales y de servicios.

r) **Zonas críticas de contaminación sonora:** Son aquellas zonas que sobrepasan un nivel de presión sonora continuo equivalente de 80 dBA.

s) **Zona Industrial:** Área autorizada por el gobierno local correspondiente para la realización de actividades industriales.

t) **Zonas mixtas:** Áreas donde colindan o se combinan en una misma manzana dos o más zonificaciones, es decir: Residencial - Comercial, Residencial - Industrial, Comercial - Industrial o Residencial - Comercial - Industrial.

u) **Zona de protección especial:** Es aquella de alta sensibilidad acústica, que comprende los sectores del territorio que requieren una protección especial contra el ruido donde se ubican establecimientos de salud, establecimientos educativos asilos y orfanatos.

v) **Zona residencial:** Área autorizada por el gobierno local correspondiente para el uso identificado con viviendas o residencias, que permiten la presencia de altas, medias y bajas concentraciones poblacionales.

TÍTULO II

De los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

Capítulo 1

Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

Artículo 4º.- De los Estándares Primarios de Calidad Ambiental para Ruido

Los Estándares Primarios de Calidad Ambiental (ECA) para Ruido establecen los niveles máximos de ruido en el ambiente que no deben excederse para proteger la salud humana. Dichos ECA's consideran como parámetro el Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (L_{Aeq}) y toman en cuenta las zonas de aplicación y horarios, que se establecen en el Anexo N° 1 de la presente norma.

Artículo 5º.- De las zonas de aplicación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

Para efectos de la presente norma, se especifican las siguientes zonas de aplicación: Zona Residencial; Zona Comercial; Zona Industrial; Zona Mixta y Zona de Protección Especial.

trial deberán haber sido establecidas como tales por la municipalidad correspondiente.

Artículo 6º.- De las zonas mixtas

En los lugares donde existan zonas mixtas, el ECA se aplicará de la siguiente manera: Donde exista zona Residencial - Comercial, se aplicará el ECA de zona Residencial; donde exista zona mixta Comercial - Industrial, se aplicará el ECA de zona Comercial; donde exista zona mixta Industrial - Residencial, se aplicará el ECA de zona Residencial; y donde exista zona mixta que involucre zona Residencial - Comercial - Industrial se aplicará el ECA de zona Residencial. Para lo que se tendrá en consideración la normativa sobre zonificación.

Artículo 7º.- De las zonas de protección especial

Las municipalidades provinciales en coordinación con las distritales, deberán identificar las zonas de protección especial y priorizar las acciones o medidas necesarias a fin de cumplir con el ECA establecido en el Anexo N° 1 de la presente norma de 50 dBA para el horario diurno y 40 dBA para el horario nocturno.

Artículo 8º.- De las zonas críticas de contaminación sonora

Las municipalidades provinciales en coordinación con las municipalidades distritales identificarán las zonas críticas de contaminación sonora ubicadas en su jurisdicción y priorizarán las medidas necesarias a fin de alcanzar los valores establecidos en el Anexo N° 1.

Artículo 9º.- De los Instrumentos de Gestión

Con el fin de alcanzar los ECAs de Ruido se aplicarán, entre otros, los siguientes Instrumentos de Gestión, además de los establecidos por las autoridades con competencias ambientales:

- Límites Máximos Permisibles de emisiones sonoras;
- Normas Técnicas para equipos, maquinarias y vehículos;
- Normas reguladoras de actividades de construcción y de diseño acústico en la edificación;
- Normas técnicas de acondicionamiento acústico para infraestructura vial e infraestructura en establecimientos comerciales;
- Normas y Planes de Zonificación Territorial;
- Planes de acción para el control y prevención de la contaminación sonora;
- Instrumentos económicos;
- Evaluaciones de Impacto Ambiental; y
- Vigilancia y Monitoreo ambiental de Ruido.

De conformidad con el Reglamento Nacional para la aprobación de Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles, aprobado por Decreto Supremo N° 044-98-PCM, se procederá a revisar y adecuar progresivamente los Límites Máximos Permisibles existentes, tomando como referencia los estándares establecidos en el Anexo N° 1 de la presente norma. Los Límites Máximos Permisibles que se dicten con posterioridad a la presente norma deberán regirse por la misma referencia.

Artículo 10º.- De los Plazos para alcanzar el estándar

En las zonas que presenten $A(L_{Aeq})$ superiores a los valores establecidos en el ECA, se deberá adoptar un Plan de Acción para la Prevención y Control de la Contaminación Sonora que contemple las políticas y acciones necesarias para alcanzar los estándares correspondientes a su zona en un plazo máximo de cinco (5) años contados desde la entrada en vigencia del presente Reglamento. Estos planes serán elaborados de acuerdo a lo establecido en el artículo 12º del presente Reglamento.

El plazo para que aquellas zonas identificadas como de protección especial alcancen los valores establecidos en el ECA, será de veinticuatro (24) meses, contados a partir de la publicación de la presente norma.

El plazo para que aquellas zonas identificadas como de críticas alcancen los valores establecidos en el ECA, será de cuatro (04) años, contados a partir de la publicación de la presente norma.

Artículo 11º.- De la Exigibilidad

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido constituirán un objetivo de

referencia obligatoria en el diseño y aplicación de las políticas públicas, sin perjuicio de las sanciones que se deriven de la aplicación del presente Reglamento.

TÍTULO III

Del Proceso de Aplicación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

Capítulo 1.

De la Gestión Ambiental de Ruido

Artículo 12°.- De los Planes de Acción para la Prevención y Control de la Contaminación Sonora

Las municipalidades provinciales en coordinación con las municipalidades distritales, elaborarán planes de acción para la prevención y control de la contaminación sonora con el objeto de establecer las políticas, estrategias y medidas necesarias para no exceder los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Ruido. Estos planes deberán estar de acuerdo con los lineamientos que para tal fin apruebe el Consejo Nacional del Ambiente - CONAM.

Las municipalidades distritales emprenderán acciones de acuerdo con los lineamientos del Plan de Acción Provincial. Asimismo, las municipalidades provinciales deberán establecer los mecanismos de coordinación interinstitucional necesarios para la ejecución de las medidas que se identifiquen en los Planes de Acción.

Artículo 13°.- De los lineamientos generales

Los Planes de Acción se elaborarán sobre la base de los principios establecidos en el artículo 2° y los siguientes lineamientos generales, entre otros:

- a) Mejora de los hábitos de la población;
- b) Planificación urbana;
- c) Promoción de barreras acústicas con énfasis en las barreras verdes;
- d) Promoción de tecnologías amigables con el ambiente;
- e) Priorización de acciones en zonas críticas de contaminación sonora y zonas de protección especial; y,
- f) Racionalización del transporte.

Artículo 14°.- De la vigilancia de la contaminación sonora

La vigilancia y monitoreo de la contaminación sonora en el ámbito local es una actividad a cargo de las municipalidades provinciales y distritales de acuerdo a sus competencias, sobre la base de los lineamientos que establezca el Ministerio de Salud. Las Municipalidades podrán encargarse a instituciones públicas o privadas dichas actividades.

Los resultados del monitoreo de la contaminación sonora deben estar a disposición del público.

El Ministerio de Salud a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) realizará la evaluación de los programas de vigilancia de la contaminación sonora, prestando apoyo a los municipios, de ser necesario. La DIGESA elaborará un informe anual sobre los resultados de dicha evaluación.

Artículo 15°.- De la Verificación de equipos de medición

El Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - INDECOPI es responsable de la verificación de los equipos que se utilizan para la medición de ruidos. La calibración de los equipos será realizada por entidades debidamente autorizadas y certificadas para tal fin por el INDECOPI.

Artículo 16°.- De la aplicación de sanciones por parte de los municipios

Las municipalidades provinciales deberán utilizar los valores señalados en el Anexo N° 1, con el fin de establecer normas, en el marco de su competencia, que permitan identificar a los responsables de la contaminación sonora y aplicar, de ser el caso, las sanciones correspondientes.

Dichas normas deberán considerar criterios adecuados de asignación de responsabilidades, así como definir las sanciones dentro del marco establecido por el Decreto Legislativo N° 613 - Código del Ambiente y Recursos Naturales. También pueden establecer prohibiciones y restricciones a las actividades generadoras de ruido, respetando

las competencias sectoriales. En el mismo sentido, se podrá establecer disposiciones especiales para controlar los ruidos, que por su intensidad, tipo, duración o persistencia, puedan ocasionar daños a la salud o tranquilidad de la población, aun cuando no superen los valores establecidos en el Anexo N° 1.

Capítulo 2

Revisión de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

Artículo 17°.- De la revisión

La revisión de los estándares de calidad ambiental para ruido se realizará de acuerdo a lo dispuesto en la Primera Disposición Complementaria del Decreto Supremo N° 044-98-PCM.

TÍTULO IV

Situaciones Especiales

Artículo 18°.- De las Situaciones Especiales

Las municipalidades provinciales o distritales, según corresponda, podrán autorizar la realización de actividades eventuales que generen temporalmente niveles de contaminación sonora por encima de lo establecido en los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido, y cuya realización sea de interés público. Cada autorización debe definir las condiciones bajo las cuales podrán realizarse dichas actividades, incluyendo la duración de la autorización, así como las medidas que deberá adoptar el titular de la actividad para proteger la salud de las personas expuestas, en función de las zonas de aplicación, características y el horario de realización de las actividades eventuales.

TÍTULO V

De las Competencias Administrativas

Artículo 19°.- Del Consejo Nacional del Ambiente

El Consejo Nacional del Ambiente - CONAM, sin perjuicio de las funciones legalmente asignadas, tiene a su cargo las siguientes:

- a) Promover y supervisar el cumplimiento de políticas ambientales sectoriales orientadas a no exceder los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido, coordinando para tal fin con los sectores competentes, la fijación, revisión y adecuación de los Límites Máximos Permisibles; y,
- b) Aprobar los Lineamientos Generales para la elaboración de planes de acción para la prevención y control de la contaminación sonora.

Artículo 20°.- Del Ministerio de Salud

El Ministerio de Salud, sin perjuicio de las funciones legalmente asignadas, tiene las siguientes:

- a) Establecer o validar criterios y metodologías para la realización de las actividades contenidas en el artículo 14° del presente Reglamento; y,
- b) Evaluar los programas locales de vigilancia y monitoreo de la contaminación sonora, pudiendo encargarse a instituciones públicas o privadas dichas acciones.

Artículo 21°.- Del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI)

El INDECOPI, en el marco de sus funciones, tiene a su cargo las siguientes:

- a) Aprobar las normas metroológicas relativas a los instrumentos para la medición de ruidos; y,
- b) Calificar y registrar a las instituciones públicas o privadas para que realicen la calibración de los equipos para la medición de ruidos.

Artículo 22°.- De los Ministerios

Las Autoridades Competentes señaladas en el artículo 50° del Decreto Legislativo N° 757, sin perjuicio de las funciones legalmente asignadas, serán responsables de:

- a) Emitir las normas que regulen la generación de ruidos de las actividades que se encuentren bajo su competencia; y,

b) Fiscalizar el cumplimiento de dichas normas, pudiendo encargar a terceros dicha actividad.

Artículo 23º.- De las Municipalidades Provinciales
Las Municipalidades Provinciales, sin perjuicio de las funciones legalmente asignadas, son competentes para:

a) Elaborar e implementar, en coordinación con las Municipalidades Distritales, los planes de prevención y control de la contaminación sonora, de acuerdo a lo establecido en el artículo 12º del presente Reglamento;

b) Fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones dadas en el presente Reglamento, con el fin de prevenir y controlar la contaminación sonora;

c) Elaborar, establecer y aplicar la escala de sanciones para las actividades reguladas bajo su competencia que no se adecuen a lo estipulado en el presente Reglamento;

d) Dictar las normas de prevención y control de la contaminación sonora para las actividades comerciales, de servicios y domésticas, en coordinación con las municipalidades distritales; y,

e) Elaborar, en coordinación con las Municipalidades Distritales, los límites máximos permisibles de las actividades y servicios bajo su competencia, respetando lo dispuesto en el presente Reglamento.

Artículo 24º.- De las Municipalidades Distritales
Las Municipalidades Distritales, sin perjuicio de las funciones legalmente asignadas, son competentes para:

a) Implementar, en coordinación con las Municipalidades Provinciales, los planes de prevención y control de la contaminación sonora en su ámbito, de acuerdo a lo establecido en el artículo 12º del presente Reglamento;

b) Fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones dadas en el presente reglamento con el fin de prevenir y controlar la contaminación sonora en el marco establecido por la Municipalidad Provincial; y,

c) Elaborar, establecer y aplicar la escala de sanciones para las actividades reguladas bajo su competencia que no se adecuen a lo estipulado en el presente Reglamento en el marco establecido por la Municipalidad Provincial correspondiente.

Artículo 25º.- De la Policía Nacional

La Policía Nacional del Perú a través de sus organismos competentes brindará el apoyo a las autoridades mencionadas en el presente título para el cumplimiento de la presente norma.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS

Primera.- A efectos de proteger la salud de la población en ambientes interiores de viviendas, salones de colegios y salas de hospitales, el Ministerio de Salud podrá adoptar los valores guías de la Organización Mundial de la Salud - OMS que considere pertinentes para cumplir con este objetivo. Estas podrán ser usadas por los gobiernos locales para los fines que estimen convenientes.

Segunda.- Las Municipalidades Provinciales, a solicitud de las Distritales, deberán realizar las modificaciones de zonificación necesarias para la aplicación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido y de los instrumentos de prevención y control de la contaminación sonora, como parte de las medidas a implementar dentro del Plan de Acción para la Prevención y Control de Contaminación Sonora, las cuales podrán ser aplicadas antes de la aprobación del mismo.

Los cambios de zonificación que autoricen las municipalidades provinciales deberán tomar en cuenta los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido del presente Reglamento, a fin de garantizar que los mismos no sean excedidos.

Tercera.- Las autoridades ambientales dentro del ámbito de su competencia propondrán los límites máximos permisibles, o adecuarán los existentes a los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido en concordancia con el artículo 6º inciso a) del Decreto Supremo Nº 044-98-PCM, en un plazo no mayor de dos (2) años de publicada la presente norma, de acuerdo a lo señalado en el siguiente cuadro:

Entidad	Límites Máximos Permisibles
Ministerio de la Producción	Actividades manufactureras y pesqueras
Ministerio de Agricultura	Actividades agrícolas y agroindustriales
Ministerio de Transportes y Comunicaciones	Fuentes móviles y actividades de telecomunicaciones
Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento	Actividades de construcción y edificación
Ministerio de Energía y Minas	Actividades de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica Actividades minero metalúrgicas e hidrocarburos
Municipalidades Provinciales	Actividades domésticas, comerciales y de servicios

Cuarta.- Las Autoridades Competentes señaladas en el Título V del presente Reglamento dictarán las normas técnicas para actividades, equipos y maquinarias que generen ruidos, debiendo tomar como referencia los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido. Dichas entidades emitirán en un plazo no mayor de un (1) año desde la publicación del presente Reglamento, las siguientes normas:

Entidad	Norma
Municipalidades Provinciales	Normas técnicas para las actividades domésticas, comerciales y de servicios.
Ministerio de Transportes y Comunicaciones	Normas técnicas para fuentes móviles. Normas técnicas para materiales de construcción de vías de comunicación. Normas técnicas para maquinarias y equipos utilizados en las actividades de su competencia.
Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento	Normas técnicas para maquinarias y equipos usados en las actividades de construcción. Normas acústicas para actividades de la construcción y edificación. Normas técnicas para actividades de saneamiento, construcción y edificación.
Ministerio de Energía y Minas, en coordinación con INDECOPI	Normas técnicas para maquinarias y equipos usados en las actividades minero metalúrgicas, y energéticas
Ministerio de la Producción, en coordinación con INDECOPI	Normas técnicas para maquinarias y equipos usados en las actividades pesqueras. Normas técnicas para maquinarias y equipos usados en las actividades manufactureras.

Los Ministerios y Organismos Públicos podrán aprobar otras normas técnicas que consideren necesarias, con el fin de cumplir con lo establecido en el presente Reglamento.

Quinta.- Las Municipalidades Provinciales deberán emitir, en coordinación con las Municipalidades Distritales, las Ordenanzas para la Prevención y el Control del Ruido en un plazo no mayor de un (1) año de la publicación de la presente norma.

Sexta.- El CONAM desarrollará en un plazo no mayor de noventa (90) días las Guías para la elaboración de Ordenanzas Municipales para la prevención y control de ruido urbano.

Séptima.- El Ministerio de Salud, a través de la DIGESA, desarrollará en un plazo no mayor de un (1) año los Lineamientos (criterios y metodologías) para la realización de la Vigilancia y Monitoreo de la contaminación sonora.

Octava.- El INDECOPI desarrollará y aprobará las normas metroológicas referidas a los instrumentos de medición para ruidos en un plazo no mayor de un (1) año.

Noventa.- La elaboración e implementación de los Planes de Acción para la Prevención y Control de Contaminación Sonora debe respetar los compromisos asumidos entre las diferentes autoridades ambientales sectoriales y las empresas, mediante las evaluaciones ambientales tales como Programas de Adecuación Ambiental (PAMAs), Estudios de Impacto Ambiental (EIAs), entre otros, según corresponda.

Décima.- El Ministerio de Educación promoverá la incorporación de aspectos vinculados a la prevención y control de la contaminación sonora en las currículas y programas educativos. Asimismo, promoverá la investigación y capacitación en temas de contaminación de ruidos.

Décimo Primera.- Todas las instituciones públicas o privadas deberán, en base al presente reglamento, promo-

ver la conciencia ciudadana para la prevención de los impactos negativos provenientes de la contaminación sonora.

DISPOSICIONES TRANSITORIAS

Primera.- En tanto el Ministerio de Salud no emita una Norma Nacional para la medición de ruidos y los equipos a utilizar, éstos serán determinados de acuerdo a lo establecido en las Normas Técnicas siguientes:

ISO 1996-1:1982: Acústica - Descripción y mediciones de ruido ambiental, Parte I: Magnitudes básicas y procedimientos.

ISO 1996-2:1987: Acústica - Descripción y mediciones de ruido ambiental, Parte II: Recolección de datos pertinentes al uso de suelo.

Segunda.- La DIGESA del Ministerio de Salud podrá dictar mediante resoluciones directorales disposiciones destinadas a facilitar la implementación de los procedimientos de medición y monitoreo previstos en la presente norma, incluyendo las disposiciones para la utilización de los equipos necesarios para tal fin.

Anexo N° 1

Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

ZONAS DE APLICACIÓN	VALORES EXPRESADOS EN L _{eq}	
	HORARIO DIURNO	HORARIO NOCTURNO
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

19884

DEFENSA

Modifican inciso a) del artículo 124° del Reglamento de la Ley del Servicio Militar, aprobado por D.S. N° 004 DE/SG, referido a las sanciones

DECRETO SUPREMO N° 016 DE/SG

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, mediante Ley N° 27928 se modifica el inciso 1) del Artículo 61° de la Ley N° 27178, "Ley del Servicio Militar", en lo referente a las sanciones que corresponden a las personas que cometen infracción a la mencionada Ley;

Que, mediante Decreto Supremo N° 004 DE/SG de fecha 29 febrero 2000, se aprobó el Reglamento de la Ley N° 27178, Ley del Servicio Militar;

Que, es necesario modificar el inciso a) del Artículo 124° del Reglamento mencionado en el considerando anterior, a fin de adecuarlo a la modificatoria dispuesta mediante Ley N° 27928; y,

De conformidad con el inciso b) del Artículo 118° de la Constitución Política del Perú;

DECRETA:

Artículo 1°.- Modificación

Modifícase el inciso a) del Artículo 124° del Reglamento de la Ley N° 27178, "Ley del Servicio Militar", aprobado por Decreto Supremo N° 004 DE/SG de fecha 29 febrero

"Artículo 124°.- De las Sanciones

Aquellos que incurran en alguna de las infracciones señaladas en el artículo anterior, estarán sujetos a las sanciones siguientes:

a. Los que incurran en las causales previstas en los incisos (a), (b) y (c) serán sancionados con multa equivalente al 1% de la Unidad Impositiva Tributaria (UIT) vigente a la fecha en que se efectúe el pago.

Los que incurran en la causal prevista en el inciso (d), serán sancionados con multa equivalente a:

- El 10% de la Unidad Impositiva Tributaria (UIT) vigente a la fecha en que se efectúe el pago, para aquellos que proporcionen datos falsos.

- El 0.5% de la Unidad Impositiva Tributaria (UIT) vigente a la fecha en que se efectúe el pago, para aquellos que no cumplan con actualizar los datos, según lo señalado en el presente Reglamento."

Artículo 2°.- Refrendo

El presente Decreto Supremo será refrendado por el Ministro de Defensa.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los veintiocho días del mes de octubre del dos mil tres.

ALEJANDRO TOLEDO MANRIQUE
Presidente Constitucional de la República

AURELIO E. LORET DE MOLA BÖHME
Ministro de Defensa

19904

Autorizan viajes al exterior de oficial del Ejército para recibir tratamiento altamente especializado en EE.UU. y del médico acompañante

RESOLUCIÓN SUPREMA N° 380-DE/EP

Lima, 28 de octubre de 2003

Visto la Hoja de Recomendación N° 10 Q-10/c./6/ 15.07.01 de fecha 6 de octubre del 2003, del Director de Salud del Ejército.

CONSIDERANDO:

Que, el Sector Defensa en cumplimiento a lo dispuesto por el Supremo Gobierno respecto a las medidas de austeridad y racionalidad del gasto en el Sector Público viene reduciendo al mínimo indispensable las autorizaciones de los viajes al exterior, considerando aquellos que se enmarcan en Tratamiento Médico Altamente Especializado;

Que, de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 2° del Decreto de Urgencia N° 017-2003, excepcionalmente podrá autorizarse aquellos viajes al exterior que resulten indispensables para asegurar el cumplimiento de los objetivos y metas fijados para el ejercicio del año 2003;

Que, mediante el documento del visto, el Director de Salud del Ejército, recomienda el viaje del Capitán EP Mario Francisco LOAYZA Mendivil a la ciudad de Washington D.C. - Estados Unidos de América, a fin de recibir Tratamiento Médico Altamente Especializado, en el JHONS HOPKINS HOSPITAL OF BALTIMORE de dicho país;

Que, el citado Oficial Subalterno presenta el siguiente diagnóstico: "POLITRAUMATISMO POR EXPLOSIVO EN MIEMBROS INFERIORES. AMPUTACIÓN DE LA FALANGE DISTAL DEL 1°, 2°, 3° DEDO DEL PIE DERECHO. OPERADO. HERIDA CON DEFECTO FASCIOMICROTANEO EN MUSCULO DERECHO. OPERADO. FRACTURA EXPUESTA III C TOBILLO DERECHO OPERADO. FRACTURA EXPUESTA III C DE TIBIA PERONE DERECHO. OPERADO. FRACTURA EXPUESTA III A DE TIBIA IZQUIERDA. LESIÓN VASCULAR DE PIERNA DERECHA ARTERIA TIBIAL ANTERIOR OPERADO. LESIÓN NEUROLÓGICA DE CIÁTICO POPLI-


ORDENANZA MUNICIPAL

Nº 0030 09.....

Tacna, 18 SEP 2009

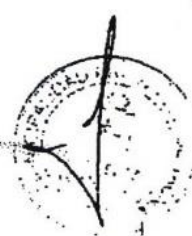
EL ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TACNA

POR CUANTO :




En Sesión Extraordinaria de Concejo de fecha 18 de septiembre del 2009, el pleno del Concejo Municipal aprobó por Unanimidad el Dictamen Nº 001-2009-CMASSC-MPT, sobre aprobación de "REGLAMENTO DE CONTROL Y REGULACION DE RUIDOS EN EL ÁMBITO URBANO", y;

CONSIDERANDO:



Que, el Regidor Ing. Carlos Gambetta Quelopana, mediante la PROPOSICIÓN Nº 02-2009-CGQ-REG/MPT, remite un Proyecto de Ordenanza Municipal de Control y Regulación de Ruidos en el Ámbito Urbano;



Que, mediante Informe Nº 011-2009-GFC/MPT de fecha 16 de junio del 2009 el Gerente de Fiscalización y Control de la MPT, indica que de la revisión del Proyecto de Ordenanza de Control y Regulación de Ruidos en el Ámbito Urbano y de la norma que regula los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido y los lineamientos para no excederlos, con el objeto de proteger la salud y mejorar la calidad de vida de la población y promover el desarrollo sostenible; se tiene que el proyecto está dirigido a los locales públicos, a fin de que cuenten con la respectiva barrera acústica para que los ruidos generados en el interior de los locales no trasciendan al exterior, con el propósito de no afectar la salud de los vecinos del área de influencia y de las personas que transitan por el sector. Respecto a las infracciones contenidas en el Proyecto, éstas deben ser integradas al Texto Único de Infracciones y Sanciones, solo la tipificación de infracciones y el porcentaje de la multa pecuniaria, en cuanto a las observaciones no sería necesario, por cuanto éstas se encuentran reguladas en la Ordenanza Municipal Nº 032-2008, que garantiza el respeto a los principios de la legalidad, debido procedimiento; razonabilidad y derecho de defensa consagrados en la Constitución Política del Perú. Finalmente refiere que el proyecto de Control y Regulación de Ruidos respecto a las infracciones administrativas contenidas en el mismo, luego de su aprobación deben ser integradas al Texto Único de Infracciones y Sanciones, a excepción del rubro observaciones, asimismo es necesario adecuar la Ordenanza Municipal Nº 0029-97 al Decreto Supremo Nº 085-2003-PCM y a la nueva Ley Orgánica de Municipalidades Nº 27972, a fin de garantizar la legalidad y eficacia de los procedimientos sancionadores;

Que, con Informe Nº 0173-2009-LES-OAJ/MPT, el Abogado de la Oficina de Asesoría Jurídica OPINA FAVORABLEMENTE, ya que con la propuesta



Municipalidad Provincial
de Tacna

ORDENANZA MUNICIPAL

Nº 0030 09

planteada para el Control y Regulación de Ruidos en el Ámbito Urbano, se está tratando de implementar la regulación que prevé y contempla para las Municipalidades el Decreto Supremo Nº 085-2003-PCM Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, como instrumento legal de aplicación ejecutoria, y continuar con el trámite de aprobación correspondiente;

Estando a las facultades otorgadas por la Ley Orgánica de Municipalidades Ley Nº 27972, Reglamento Interno de Concejo, y a lo aprobado en Sesión Extraordinaria de Concejo, con la dispensa del trámite de lectura y aprobación de actas; el Pleno del Concejo Municipal dictó por UNANIMIDAD la siguiente :

ORDENANZA

Artículo Primero.- APROBAR, el "Reglamento de Control y Regulación de Ruidos en el Ámbito Urbano", la misma que consta de 06 capítulos, 27 artículos, 01 Disposición Complementaria, Transitoria y Final, y que a fojas seis (06) forma parte integrante de la presente.

Artículo Segundo.- ENCARGAR, la presente Ordenanza a la Gerencia de Fiscalización y Control, y a la Sub Gerencia de Gestión Ambiental y Salud su publicación; debiendo de implementar las acciones administrativas tendientes a su cumplimiento.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE, PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE.



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE
TACNA

Dary Luz Satas
Prof. Dary Luz Satas Nos
ALCALDE(a)

RJA/J. Uendo.
C.C. Alcaldía
GM
GA.
GSP.L
SGAS.
GFC.
Arch.

REGLAMENTO

" CONTROL Y REGULACION DE RUIDOS EN EL AMBITO URBANO "

CAPITULO I DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1°.- El presente Reglamento en aplicación del art. 74° de la Ley Orgánica de Municipalidades N° 27972, contiene un conjunto de normas de prevención y control de la contaminación sonora para las actividades comerciales, de servicios y domésticos, que deben cumplirse con el objeto de Conservar y Proteger el Ambiente.

Artículo 2°.- Las disposiciones de la presente Ordenanza son de aplicación en la Provincia de Tacna y están sujetas al presente Reglamento, todas las personas naturales y jurídicas dedicadas a la conducción de vehículos, sean estos particulares y/o de servicio público; a los conductores de establecimientos comerciales e industriales, restaurantes, bares, discotecas, tragamonedas y afines.

Artículo 3°.- Para los efectos de la presente Ordenanza Reglamentaria, se entenderá por:

a) **Ruidos nocivos.-**

Los producidos en la vía pública, viviendas, establecimientos industriales y/o comerciales y en general en cualquier lugar público o privado que excedan los siguientes niveles:

- En zona Residencial 80 decibeles
- En zona Comercial 85 decibeles
- En zona Industrial 90 decibeles

b) **Ruidos molestos**

Los producidos en la vía pública, establecimientos industriales y/o comerciales y en general en cualquier lugar público y privado, que excedan los siguientes niveles, sin alcanzar los señalados como ruido nocivo:

	De 07:01 a 22:00 Hs.	De 22:01 a 07:00 Hs.
• Zona de protección especial	50 decibeles	40 decibeles
• Zona Residencial	60 decibeles	50 decibeles
• Zona Comercial	70 decibeles	60 decibeles
• Zona Industrial	80 decibeles	70 decibeles

Artículo 4° - El presente Reglamento se enmarca dentro de las siguientes Bases Legales:

- Constitución Política del Estado de 1993
- Ley Orgánica de Municipalidad N° 27972
- Decreto Supremo N° 085-2003-PCM
- Ley General del Ambiente N° 28611
- Ley General de Salud N° 26842

Artículo 5°.- El presente Reglamento tiene como objeto proteger de los ruidos nocivos y molestos, evitando que éstos causen daños físicos y psicológicos a la población en general.



CAPÍTULO II DE LAS DEFINICIONES

Artículo 6°.- Para los fines de la aplicación de esta Ordenanza se tomará en cuenta las siguientes definiciones:

- a) **Contaminación Sonora:** Presencia en el ambiente exterior o interior de las edificaciones, de ruidos que implique daños, molestias o riesgos para la salud de las personas o el medio ambiente.
- b) **Decibel (dB):** Unidad adimensional usada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. De esta manera, el decibel es usado para describir niveles de presión, potencia o intensidad sonora.
- c) **Decibel A (dBA):** Unidad adimensional del nivel de presión sonora medido con el filtro de ponderación A, que permite registrar dicho nivel de acuerdo al comportamiento de la audición humana.
- d) **Emisión:** Nivel de presión sonora existente en un determinado lugar originado por la fuente emisora de ruido ubicada en el mismo lugar
- e) **Estándares Primarios de Calidad Ambiental para Ruido:** Son aquellos que consideran los niveles máximos de ruido en el ambiente exterior, los cuales no deben excederse a fin de proteger la salud humana. Dichos niveles corresponden a los valores de presión sonora continua equivalente con ponderación A.
- f) **Evaluación de Impacto Acústico:** Cuantificación de los efectos previsibles por causa del ruido sobre las áreas afectadas por la actividad de referencia.
- g) **Horario diurno:** Periodo comprendido desde las 07:01 horas hasta las 22:00 horas.
- h) **Horario nocturno:** Periodo comprendido desde las 22:01 horas hasta las 07:00 horas del día siguiente.
- i) **Inmisión:** Nivel de presión sonora continua equivalente con ponderación A, que percibe el receptor en un determinado lugar, distinto al de la ubicación del o los focos ruidosos.
- j) **Monitoreo:** Acción de medir y obtener datos en forma programada de los parámetros que inciden o modifican la calidad del entorno.
- k) **Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (LAeqT):** Es el nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A, que en el mismo intervalo de tiempo (T), contiene la misma energía total que el sonido medido.
- l) **Ruido:** Sonido no deseado que molesta, perjudique o afecte a la salud de las personas.
- m) **Ruidos en Ambiente Exterior:** Todos aquellos ruidos que pueden provocar molestias fuera del recinto o propiedad que contiene a la fuente emisora.
- n) **Ruido Molesto:** El ruido que exceda en 5 decibeles los límites máximos permisibles establecidos en la presente ley.
- o) **Ruido Noctivo:** El ruido que exceda en 20 decibeles los límites máximos permisibles establecidos en la presente ley.
- p) **Sonido:** Energía que es transmitida en forma de ondas de presión en el aire u otros medios materiales que puede ser percibida por el oído o detectada por instrumentos de medición.
- q) **Sonómetro:** Es el instrumento usado para medir los niveles de sonido de acuerdo con la "American National Standards Institute" (ANSI).
- r) **Aislamiento acústico:** Equipamiento estructural y no estructural que deben contar las edificaciones e instalaciones comprendidas en el presente reglamento, en adecuadas condiciones de seguridad, habitabilidad y de buen acabado que eviten la salida a los exteriores de niveles de ruidos nocivos y/o molestos
- s) **Zona comercial:** Área autorizada por el gobierno local correspondiente para la realización de actividades comerciales y de servicios.
- t) **Zonas críticas de contaminación sonora:** Son aquellas zonas que sobrepasan un nivel de presión sonora continuo equivalente de 80 dBA.



- u) **Zona Industrial:** Área autorizada por el gobierno local correspondiente para la realización de actividades industriales.
- v) **Zonas mixtas:** Áreas donde colindan o se combinan en una misma manzana dos o más zonificaciones, es decir: Residencial - Comercial, Residencial - Industrial, Comercial - industrial o Residencial - Comercial - Industrial.
- w) **Zona de protección especial:** Es aquella de alta sensibilidad acústica, que comprende los sectores del territorio que requieren una protección especial contra el ruido donde se ubican hospitales, postas médicas y policlínicos, establecimientos educativos, asilos y orfanatos.
- x) **Zona residencial:** Área autorizada por el gobierno local correspondiente para el uso identificado con viviendas o residencias, que permiten la presencia de altas, medias y bajas concentraciones poblacionales.

CAPÍTULO III DE LOS RUIDOS NOCIVOS Y MOLESTOS

Artículo 7°.- Está prohibida la producción de ruidos nocivos y molestos, cualquiera fuera su origen y el lugar donde se produzcan.

Artículo 8°.- Es obligación de los locales públicos en los que concurren personas, como pubs, discotecas, casinos, restaurantes, gimnasios y similares, adecuen sus instalaciones a fin de que cumplan con el aislamiento acústico que permita que los ruidos producidos en el interior del local no se filtren a los exteriores y vía pública convirtiéndose en ruidos molestos y/o nocivos.

La inspección acústico, al momento de verificar las condiciones de seguridad deberán ser aprobadas por Defensa Civil, considerando el uso de materiales adecuados, no contaminantes ni inflamables y bajo la responsabilidad de arquitectos y/o ingenieros colegiados. Los locales que cuenten con licencia de funcionamiento vigente, deberán sin costo alguno obtener la certificación de Control de Ruidos de la Municipalidad Provincial en un plazo de 90 días. Los locales nuevos deberán contar con este requisito obligatoriamente.

El incumplimiento de estas disposiciones será sancionado conforme se expresa en el Capítulo IV de la presente Ordenanza.

Artículo 9°.- Aquellos locales que cuenten con el aislamiento acústico exigido en el presente reglamento al igual que el resto de los locales, se encuentran en la obligación de no exceder los niveles de ruido y que perjudiquen la salud de las personas; aspecto que será fiscalizado por la Municipalidad y entidades competentes. El incumplimiento de estos niveles de ruido será susceptible de sanción conforme lo indica el Capítulo IV del presente Reglamento.

Artículo 10°.- Está prohibido el uso de bocinas, escapes libres, altoparlantes, megáfonos, equipos de sonido, sirenas, silbatos, cohetes, petardos, grupo electrógeno o cualquier otro medio, que por su intensidad, tipo, duración y/o persistencia, ocasionen molestias al vecindario. Así como en la realización de todo tipo de reuniones, sea en lugares públicos o privados, los organizadores y/o propietarios de los inmuebles en que se realicen, adoptarán las medidas necesarias para que los mismos no ocasionen ruidos nocivos o molestos al vecindario, no pudiendo exceder en ningún caso los niveles permitidos de acuerdo a la zonificación y horarios señalados en el Artículo 12° de la presente Ordenanza Reglamentaria.

Artículo 11°.- Es susceptible de prohibición, previa verificación de su calidad de nocivo o molesto, todo ruido que aún no ha alcanzado los niveles señalados en la presente Ordenanza Reglamentaria, en cuanto a su intensidad por su tipo, duración o



persistente y que igualmente causar daño a la salud o tranquilidad de los vecinos.

Artículo 12°.- El funcionamiento de fábricas, talleres, industrias y similares que se encuentren ubicados en el perímetro urbano o en zonas colindantes a unidades de vivienda están prohibidos de producir ruidos nocivos y molestos que excedan de 70 decibeles en el horario de 07:01 a 22:00 horas y de 60 decibeles en el horario de 22:01 a 07:00 horas. En caso de locales comerciales no podrá excederse de 70 decibeles en el horario de 07:01 a 22:00 horas y de 60 decibeles en horario de las 22:01 a 07:00 horas.

Artículo 13°.- En zonas circundantes hasta 100 metros de la ubicación de Centros Hospitalarios, Postas Médicas y Policlínicos, cualquiera fuera su zonificación, la producción de ruidos no podrá exceder de 50 decibeles de 07:01 a 22:00 horas y de 40 decibeles de 22:01 a 07:00 horas. Los que excedan a 70 decibeles se considerarán nocivos.

Artículo 14°.- Los conductores de automóviles, camiones, omnibuses y vehículos motorizados en general, están prohibidos del uso del claxon o bocina, salvo casos de emergencia o fuerza mayor o anunciar peligro; en estos casos su uso deberá limitarse a lo estrictamente necesario y no podrá exceder a 85 decibeles.

Artículo 15°.- Los vendedores o comerciantes ambulantes, están prohibidos de hacer uso de altoparlantes y similares en la oferta de sus productos, estando sujetos a la sanción que establece el presente artículo.

Artículo 16°.- Está prohibido la quema de cohetes, cohetillos y otros elementos detonantes, permitiéndose salvo en casos especiales y previa autorización municipal.

CAPÍTULO IV DE LAS INFRACCIONES Y SANCIONES

Artículo 17°.- El incumplimiento de las normas establecidas en la presente Ordenanza Reglamentaria, constituye infracción que es sancionada por la Municipalidad Provincial de Tacna.

Artículo 18°.- La autoridad municipal, una vez verificada y comprobada la infracción, notificará al infractor para que elimine o atenúe los ruidos producidos a niveles permisibles, fijando un plazo para su cumplimiento. De no cumplirse con lo ordenado en el plazo señalado, el infractor será sancionado con la respectiva multa, indicada en el Art. 19° de la presente Ordenanza.

Artículo 19°.- Los que infrinjan las normas de la presente Ordenanza Reglamentaria, serán sujetos a las multas que siguen a continuación:

N°	Infracción	% UIT	Observaciones
01	Emitir todo ruido o sonido molesto y/o nocivo que por su duración e intensidad se excedan de los niveles establecidos y ocasionen molestias al vecindario de día o de noche: a) Ruidos molestos: - Residencial - Comercial - Industrial b) Ruidos nocivos:	8% 12% 24%	<u>1ª Instancia:</u> Amonestación <u>2ª Instancia:</u> Suspensión temporal. <u>3ª Instancia:</u> Cancelación de la

	- Residencial - Comercial - Industrial	8% 12% 24%	Licencia de Funcionamiento
02	Usar el claxon o bocina a los conductores de automóviles, camiones, ómnibus y vehículos en general.	8%	Internamiento en depósito municipal
03	Usar los altoparlantes y/o similares en la oferta de sus productos de los vendedores o comerciantes ambulantes.	8%	Comiso
04	Emitir ruidos o sonidos molestos y/o nocivos por la quema de cohetes, coheterillos u otros elementos detonantes.	8%	Comiso
05	Usar sirenas, campanas y medios analógicos que puedan generar ruidos o sonidos molestos o nocivos que ocasionen molestias al vecindario: - Fábricas, talleres y similares - Vehículos particulares y de servicio público.	24% 8%	Comiso Internamiento en depósito municipal



CAPITULO V DE LOS RESPONSABLES EN LA APLICACIÓN, FISCALIZACIÓN Y CONTROL

Artículo 20°.- La Sub Gerencia de Gestión Ambiental y Salud de la Municipalidad Provincial de Tacna, es la responsable de velar por el cumplimiento de la presente Ordenanza Reglamentaria. Así como la aplicación de las sanciones a que corresponda, pudiendo solicitar el auxilio de la Fuerza Pública, en el caso de ser necesario.



Artículo 21°.- Cualquier ciudadano, podrá denunciar a los infractores ante la oficina de la Sub Gerencia de Gestión Ambiental y Salud o a través de los fiscalizadores y/o inspectores responsables de cada zona, para la aplicación de las sanciones respectivas.



Artículo 22°.- En caso de reincidencia, se sancionará con una multa equivalente al doble de la anteriormente impuesta. En tercera instancia, se procederá con la clausura del establecimiento y/o decomiso definitivo del bien o equipos que generen los ruidos nocivos.

Artículo 23°.- Las sanciones establecidas en la presente Ordenanza Reglamentaria, serán rebajadas en un 50%, cuando el infractor o responsable cancele la multa dentro de las 48 horas siguientes de cometida la infracción.

CAPÍTULO VI DE LAS EXCEPCIONES

Artículo 24°.- Están exceptuadas de las disposiciones de la presente Ordenanza Reglamentaria, las señales que emitan para indicar el paso las ambulancias, los vehículos de la Compañía de Bomberos, vehículos policiales y en general los vehículos de seguridad y emergencia.

Artículo 25°.- La Municipalidad Provincial de Tacna, podrá en ocasiones extraordinarias o excepcionales, como Fiestas Patrias, Fiestas de Tacna, Navidad, Año Nuevo y similares, suspender por periodos determinados las prohibiciones de la presente Ordenanza Reglamentaria.

Artículo 26°.- Para el caso de la realización de una actividad pública eventual, que produzcan o puedan producir ruidos molestos, se requiere previa Autorización Municipal. Los locales sociales en que se realicen fiestas o reuniones públicas y privadas deberán funcionar a puerta cerrada y no podrán exceder en la producción de ruidos, observando los límites fijados en el Art. 3° de acuerdo a la forma de su ubicación.

Artículo 27°.- En el caso de eventos y actividades en domicilios y/o viviendas particulares, deberán observar los niveles de sonido y horarios adecuados indicados en el presente reglamento, siendo también susceptibles de multa en caso de persistir con los ruidos molestos. Para tal fin, personal municipal, se apersonará al domicilio en cuestión, solicitando moderación en la emisión de ruidos vía papeleta educativa. De no acatarse la medida, se procederá a emitir la multa correspondiente y estipulada en el presente reglamento. La persistencia de este tipo de infracciones, le corresponde a la Municipalidad Provincial formular la denuncia ante el Ministerio Público local.

TÍTULO VII DE LAS DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS, TRANSITORIAS Y FINALES

Primera.- La presente Ordenanza Reglamentaria entrará en vigencia a partir del día siguiente de su publicación en el diario de avisos judiciales de la localidad o del diario oficial El Peruano.

Segunda.- Las infracciones y sanciones establecidas en la presente Ordenanza, serán incorporadas al Texto Único de Infracciones y Sanciones.

Tercera.- La Municipalidad Provincial de Tacna a través de la Unidad de Secretaría General e Imagen Institucional, se encargará de su difusión a fin de garantizar su adecuado conocimiento, cumplimiento y aplicación.

Cuarta.- La Municipalidad Provincial de Tacna para efectuar el control y fiscalización de los ruidos nocivos y molestos, se implementará de equipos, aparatos u otros mecanismos que permita medir la intensidad de los ruidos.

Quinta.- Quedan derogadas todas aquellas disposiciones que se opongan a la presente Ordenanza Reglamentaria.



modificaciones de este clasificador serán aprobadas por Resolución Ministerial del Ministerio de Transportes y Comunicaciones;

Que, en cumplimiento de lo establecido por dicha normativa, mediante Decreto Supremo N° 011-2016-MTC, se aprobó la actualización del Clasificador de Rutas del Sistema Nacional de Carreteras – SINAC. Asimismo, como consecuencia de tal aprobación, derogó el artículo 1° y el Anexo del Decreto Supremo N° 012-2013-MTC;

Que, el citado Clasificador de Rutas ha previsto como vías que conforman la Red Vial Nacional, la: i) Ruta PE-20 con la siguiente trayectoria: Emp. PE-1N (Ov. Naranjal) - Parque Ejército Peruano- Ov. 200 millas - Av. Gambetta - Pto. Callao, y ii) Ruta PE-20 A con la siguiente trayectoria: Emp. PE-1N (Ov. Naranjal) – Yangas - Dv. Sta. Rosa de Quives - Canta - Abra La Viuda - Abra La Cruzada – Huayllay - Cochamarca – Vicco - Emp. PE-3N (Villa de Pasco);

Que, a través del Oficio N° 956-2016-MML-GMM, de fecha 07 de octubre del 2016, la Municipalidad Metropolitana de Lima ha observado ante el Ministerio de Transportes y Comunicaciones que el Clasificador de Rutas aprobado por Decreto Supremo N° 011-2016-MTC, ha considerado dentro de la Red Vial Nacional, las Rutas PE-20 y PE-20 A, las cuales comprenden tramos que forman parte del Proyecto Periférico Vial Norte (hoy denominado Anillo Vial Periférico). Por tal razón ha solicitado que tales tramos sean excluidos del citado Clasificador de Rutas;

Que, al respecto de ello, la Dirección de Caminos de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, mediante el Informe N° 492-2016-MTC/14.07, de fecha 12 de octubre del 2016, ha señalado que resulta pertinente modificar la trayectoria de las Rutas Nacionales PE-20 y PE-20 A; en atención al pedido de la Municipalidad Metropolitana de Lima y en virtud a que: i) el flujo de transporte urbano se ha incrementado en el tramo comprendido entre Puente Piedra y el Óvalo Naranjal de la Ruta PE-1N o Carretera Longitudinal de la Costa Norte, ii) tal incremento incide en el tráfico del tramo comprendido entre el Óvalo 200 Millas y Óvalo Naranjal de la Ruta PE-20, y del tramo comprendido entre el Óvalo Naranjal y el empalme con la Ruta PE-20 G (Trapiche) de la Ruta PE-20 A; y iii) el incremento de transporte urbano, dificulta el tránsito regular de larga distancia nacional o internacional de personas y/o mercancías que proviene del norte del país hacia el puerto del Callao y al Aeropuerto Internacional Jorge Chávez;

Que, de otro lado, la Dirección de Caminos ha precisado en su informe N° 492-2016-MTC/14.07, que las rutas nacionales PE-20 y PE-20 A tendrían las siguientes trayectorias:

- PE 20

Trayectoria: Emp. PE-1N (I.V. Zapallal) - Ventanilla - Ov. 200 Millas - Av. Gambetta - Pto. Callao.

- PE 20 A

Trayectoria: Emp. PE-1N (Dv. Trapiche) – Yangas - Dv. Sta. Rosa de Quives - Canta - Abra La Viuda - Abra La Cruzada - Huayllay – Cochamarca – Vicco - Emp. PE-3N (Villa de Pasco).

Que, asimismo, en el citado informe se indica que al modificar la trayectoria de las Rutas PE-20 y PE-20 A, se deberá modificar, también, las Rutas PE-20 B (Variante), PE-20 E (ramal) y PE-20 F (ramal) con las siguientes trayectorias:

- PE-20 B (Variante)

Trayectoria: Emp. PE-20 (Óvalo 200 Millas) – Aeropuerto (Óvalo Faucett) – Av. Faucett – Pte. Faucett – Av. Morales Duarez – Emp. PE-20 (Av. Nestor Gambetta). Incluye el acceso al Límite Provincial Lima – Callao (Emp. Av. Paseo Japón).

- PE-20 E (ramal)

Trayectoria: Emp. PE-20 – Embarque de Minerales (Cerro de Pasco).

- PE-20 F (ramal)

Trayectoria: Emp. PE-1N (Dv. Puente Chillón) – Av. Canta Callao – Emp. Av. Naranjal (Óvalo Canta Callao).

Que, la modificación de la trayectoria de las Rutas PE-20 y PE-20 A, motivará a su vez, la exclusión de las Rutas PE-20 D (ramal) y PE-20 G del Clasificador de Rutas;

Que, en mérito a lo señalado, la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, mediante Memorandum N° 1827-2016-MTC/14 de fecha 12 de octubre del 2016, ha solicitado a la Alta Dirección la emisión de la Resolución Ministerial que prevea tales modificaciones;

Que, en consecuencia, estando a lo solicitado por la Municipalidad Metropolitana de Lima y a lo opinado por la Dirección de Caminos y la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles; resulta procedente emitir el acto administrativo correspondiente;

De conformidad con lo dispuesto en los Decretos Supremos N° 017-2007-MTC, N° 021-2007-MTC y N° 011-2016-MTC;

SE RESUELVE:

Artículo 1.- Modificar, en el Clasificador de Rutas (cuya actualización ha sido aprobada por Decreto Supremo N° 011-2016-MTC), las Rutas Nacionales PE-20, PE-20 A, PE-20 B (Variante), y PE-20 E (ramal) y PE-20 F ramal), las mismas que adoptarán las siguientes trayectorias:

- PE 20

Trayectoria: Emp. PE-1N (I.V. Zapallal) - Ventanilla - Ov. 200 Millas - Av. Gambetta - Pto. Callao.

- PE 20 A

Trayectoria: Emp. PE-1N (Dv. Trapiche) – Yangas - Dv. Sta. Rosa de Quives - Canta - Abra La Viuda - Abra La Cruzada - Huayllay – Cochamarca – Vicco - Emp. PE-3N (Villa de Pasco).

- PE-20 B (Variante)

Trayectoria: Emp. PE-20 (Óvalo 200 Millas) – Aeropuerto (Óvalo Faucett) – Av. Faucett – Pte. Faucett – Av. Morales Duarez – Emp. PE-20 (Av. Nestor Gambetta). Incluye el acceso al Límite Provincial Lima – Callao Emp. Av. Paseo Japón).

- PE-20 E (ramal)

Trayectoria: Emp. PE-20 – Embarque de Minerales (Cerro el Perro).

- PE-20 F (ramal)

Trayectoria: Emp. PE-1N (Dv. Puente Chillón) – Av. Canta Callao – Emp. Av. Naranjal (Óvalo Canta Callao).

Artículo 2.- Excluir del Clasificador de Rutas (cuya actualización ha sido aprobada por Decreto Supremo N° 011-2016-MTC) las Rutas Nacionales PE-20 D (ramal) y PE-20 G; en virtud a que las trayectorias de las mismas, han sido incluidas en las Rutas Nacionales PE-20 y PE-20 A, respectivamente.

Artículo 3.- La Dirección General de Caminos y Ferrocarriles deberá actualizar el Mapa Vial incorporando las modificaciones dispuestas en la presente Resolución Ministerial, en el Clasificador de Rutas del Sistema Nacional de Carreteras- SINAC.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

MARTÍN ALBERTO VIZCARRA CORNEJO
Ministro de Transportes y Comunicaciones

1446384-1

Aprueban Cronograma del Régimen Extraordinario de Permanencia para los vehículos destinados al servicio de transporte terrestre regular de personas de ámbito provincial de la provincia de Tacna

RESOLUCIÓN MINISTERIAL
N° 859-2016 MTC/01.02

Lima, 25 de octubre de 2016

CONSIDERANDO:

Que, mediante Decreto Supremo N° 017-2009-MTC, se aprobó el Reglamento Nacional de Administración de Transporte, en adelante, el Reglamento, el cual tiene por objeto regular el servicio de transporte terrestre de personas y mercancías de conformidad con los lineamientos previstos en la Ley N° 27181, Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre;

Que, el numeral 25.1 del artículo 25 del Reglamento, dispone entre otras condiciones técnicas, que la antigüedad máxima de permanencia de un vehículo al servicio de transporte público de personas de ámbito nacional, regional y provincial, será de hasta quince (15) años, contados a partir del 1 de enero del año siguiente al de su fabricación;

Que, mediante el artículo 2 del Decreto Supremo N° 006-2012-MTC, se incorpora la Vigésima Séptima Disposición Complementaria Transitoria al Reglamento, la cual establece un nuevo régimen extraordinario de permanencia para los vehículos habilitados destinados al servicio de transporte terrestre de personas de ámbito nacional;

Que, el nuevo régimen extraordinario de permanencia para los vehículos habilitados destinados al servicio de transporte terrestre de personas de ámbito nacional, establece la salida progresiva de los referidos vehículos, con la finalidad de lograr la renovación del parque vehicular y reducir el impacto económico que se podría generar en la implementación de la misma;

Que, además la Vigésima Séptima Disposición Complementaria Transitoria, dispuso que en el ámbito regional y provincial el régimen extraordinario de permanencia de los vehículos destinados al servicio de transporte de personas, que se encuentren habilitados según sus propios registros administrativos de transporte, y las condiciones para que ello ocurra, será determinado mediante Resolución Ministerial del Ministerio de Transportes y Comunicaciones - MTC, la misma que será expedida previa coordinación con los gobiernos regionales y provinciales;

Que, la Municipalidad Provincial de Tacna, mediante Oficio N° 293-2016-SGTPT-GTSC-GM/MPT y 303-2016-SGTPT-GTSC-GM/MPT, presenta a la Dirección General de Transporte Terrestre del MTC, una propuesta de Cronograma del Régimen Extraordinario de Permanencia para los vehículos destinados al servicio de transporte terrestre regular de personas de ámbito provincial de la provincia de Tacna; elaborada de acuerdo a los registros administrativos y a la realidad del servicio de transporte de personas de dicha provincia;

Que, con la finalidad de lograr la renovación del parque automotor, así como establecer progresivamente la salida de los vehículos del servicio de transporte terrestre regular de personas de ámbito provincial de la provincia de Tacna, y no causar el desabastecimiento de los referidos medios de transporte terrestre, resulta necesario expedir la Resolución Ministerial que apruebe el Cronograma del Régimen Extraordinario de Permanencia para los vehículos destinados al servicio de transporte de personas de ámbito provincial de la provincia de Tacna;

De conformidad con la Ley N° 29370, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones; la Ley N° 27181, Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre; y, el Reglamento Nacional de Administración de Transporte, aprobado por Decreto Supremo N° 017-2009-MTC y sus modificatorias;

SE RESUELVE:

Artículo 1.- Aprobación del Cronograma del Régimen Extraordinario de Permanencia

Apruébese el Cronograma del Régimen Extraordinario de Permanencia para los vehículos destinados al servicio de transporte terrestre regular de personas de ámbito provincial de la provincia de Tacna, el mismo que como Anexo forma parte integrante de la presente resolución.

Artículo 2.- Condiciones para la aplicación del Régimen Extraordinario de Permanencia para los vehículos destinados al servicio de transporte

terrestre regular de personas de ámbito provincial de la provincia de Tacna

El Régimen Extraordinario de Permanencia señalado en el artículo precedente, será aplicable a aquellos vehículos destinados al servicio de transporte terrestre regular de personas de ámbito provincial de la provincia de Tacna, que a la fecha se encuentren habilitados en mérito de la Vigésima Séptima Disposición Complementaria Transitoria del Reglamento Nacional de Administración de Transporte, aprobado por Decreto Supremo N° 017-2009-MTC y siempre que cumplan las siguientes condiciones:

a) El vehículo debe de encontrarse en óptimo estado de funcionamiento, lo que se demostrará con la aprobación de la inspección técnica vehicular y los controles inopinados a los que sea sometido.

b) Cumplir con las condiciones técnicas y demás requisitos que establece el Reglamento, para el servicio de transporte terrestre regular de personas de ámbito provincial.

Artículo 3.- Vigencia

La presente resolución entrará en vigencia al día siguiente de su publicación.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

MARTÍN ALBERTO VIZCARRA CORNEJO
Ministro de Transportes y Comunicaciones

ANEXO

CRONOGRAMA DEL RÉGIMEN EXTRAORDINARIO DE PERMANENCIA PARA LOS VEHÍCULOS DESTINADOS AL SERVICIO DE TRANSPORTE TERRESTRE REGULAR DE PERSONAS DE ÁMBITO PROVINCIAL DE LA PROVINCIA DE TACNA

FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE SALIDA DEL SERVICIO
1985-1986	31 de diciembre del 2016
1987-1990	31 de diciembre del 2017
1991-1995	31 de diciembre del 2018
1996-1998	31 de diciembre del 2019

1446775-1

Otorgan a Sky Lease I Inc. permiso de operación de servicio de transporte aéreo no regular internacional de carga

**RESOLUCIÓN DIRECTORAL
N° 490-2016-MTC/12**

Lima, 22 de setiembre del 2016

VISTO:

La solicitud de SKY LEASE I INC. sobre Permiso de Operación de Servicio de Transporte Aéreo No Regular Internacional de carga.

CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución Directoral N° 135-2012-MTC/12 del 19 de abril de 2012, modificada con Resolución Directoral N° 315-2014-MTC/12 del 09 de julio de 2014 y Resolución Directoral N° 459-2015-MTC/12 del 19 de octubre de 2015, se otorgó a SKY LEASE I INC., Permiso de Operación para prestar el Servicio de Transporte Aéreo No Regular Internacional de carga, por el plazo de cuatro (04) años, hasta el 14 de mayo de 2016;

Que, con documento de Registro N° T-119225-2016 del 29 de abril de 2016, precisado con documento de Registro N° E-231166-2016 del 23 de agosto de 2016, SKY LEASE I INC. solicitó la renovación del referido Permiso de Operación, por el plazo de cuatro (04) años;

Que, según los términos del Memorando N° 0898-2016-MTC/12.LEG, en aplicación del artículo 75°



INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA COMPETENCIA
 Y DE LA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL



Servicio
 Nacional de Metrología
 Laboratorio de Acústica



Informe de Calibración

LAC - 002 - 2014

Página 1 de 4

Expediente	73486	<p>Este informe de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>El SNM custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la Metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de medida del Perú. (SLUMP).</p> <p>El SNM es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Inter comparaciones que éste realiza en la región.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p>
Solicitante	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TACNA	
Dirección	Calle Inclán 404 - Tacna	
Instrumento de Medición	SONOMETRO	
Marca	EXTECH	
Modelo	407735	
Clase	NO INDICA	
Número de Serie	080200534	
Micrófono / Serie	NO INDICA	
Fecha de Calibración	2014-01-20	

Este informe de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización del Servicio Nacional de Metrología. Informes sin firma y sellos carecen de validez.

Fecha	Sub Jefe del Servicio Nacional de Metrología	Responsable del laboratorio
 2014-01-20	 HENRY POSTIGO LINARES	 HENRY DIAZ CHONATE



Método de Calibración

Determinación del error de indicación del sonómetro por medición directa con la salida de señal acústica de un calibrador acústico multifunción patrón para un nivel de señal de 94 dB

Lugar de Calibración

Laboratorio de Acústica
Calle de La Prosa 104, San Borja - Lima

Condiciones Ambientales

Temperatura:	22,0 °C ± 0,2 °C
Presión:	993,1 hPa ± 0,1 hPa
Humedad relativa:	53,0 % ± 1,0 %

Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de CENAM	Calibrador acústico multifunción B&K 4226	CNM-CC-510-101/2013

Observaciones

Se emite el presente informe debido a que el sonómetro no cumple con la norma vigente NMP-011-2007 (Equivalente a IEC 61672) por lo cual solo se realizaron los ensayos acústicos en las ponderaciones frecuenciales A y C.

Antes de iniciar los ensayos el sonómetro fue ajustado al nivel de referencia dado en su manual: 94,0 dB y 1 kHz.

(+) Tolerancias tomadas de la norma IEC 61672-1:2002, para sonómetros clase 2.

El ensayo se realizó sin pantalla antiviento.

Los resultados obtenidos de los ensayos con señal acústica son válidos solo para los valores de las condiciones de ensayo y para el momento de su evaluación.

Los ensayos no constituyen una evaluación periódica y sus resultados no confirman el cumplimiento de requisitos de norma alguna.



Resultados de Medición

ENSAYOS CON SEÑAL ACUSTICA

Ponderación frecuencial A con ponderación temporal F (L_{AF})

Señal de entrada: 94 dB, sinusoidal, del calibrador acústico multifunción.

Frecuencia (Hz)	Medida (dB)	Valor nominal (dB)	Desviación (dB)	Desviación porcentual (%)	E.M.P. (dB)
31,5	54,8	52,3	-2,3	0,37	± 3,5
63	67,8	66,8	-1,0	0,37	± 2,5
125	77,9	77,3	-0,6	0,36	± 2,0
250	85,4	84,7	-0,7	0,36	± 1,9
500	90,8	90,2	-0,6	0,36	± 1,9
1000	94,0	94,0	0,0	0,36	± 1,4
2000	95,2	95,9	0,7	0,36	± 2,6
4000	95,0	97,3	2,3	0,36	± 3,6
8000	92,9	96,7	3,8	0,36	± 5,6

Ponderación frecuencial C con ponderación temporal F (L_{CF})

Señal de entrada: 94 dB, sinusoidal, del calibrador acústico multifunción.

Frecuencia (Hz)	Medida (dB)	Valor nominal (dB)	Desviación (dB)	Desviación porcentual (%)	E.M.P. (dB)
31,5	91,0	91,5	0,5	0,37	± 3,5
63	93,2	93,4	0,2	0,37	± 2,5
125	93,8	93,9	0,1	0,36	± 2,0
250	94,0	93,9	-0,1	0,36	± 1,9
500	94,0	93,9	-0,1	0,36	± 1,9
1000	94,0	94,0	0,0	0,36	± 1,4
2000	93,8	94,1	0,3	0,36	± 2,6
4000	93,2	94,8	1,6	0,36	± 3,6
8000	91,0	94,0	3,0	0,36	± 5,6

(*) Rango: 35 dB a 100 dB. Selección en modo manual.

(+) E.M.P.: Error máximo permisible



Indecopi

INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA COMPETENCIA
Y DE LA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL

SNM

Servicio
Nacional de Metrología

Laboratorio de Acústica

Informe de Calibración

LAC - 002 - 2014

Página 4 de 4

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente informe es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM:100 2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Recalibración

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

SERVICIO NACIONAL DE METROLOGIA - SNM

El Servicio Nacional de Metrología (SNM), creado mediante Ley N° 23560 del 83-01-06, es un órgano de línea del INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA COMPETENCIA Y DE LA PROTECCION DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL - INDECOPI (D.L. N° 1033 - LOF del INDECOPI).

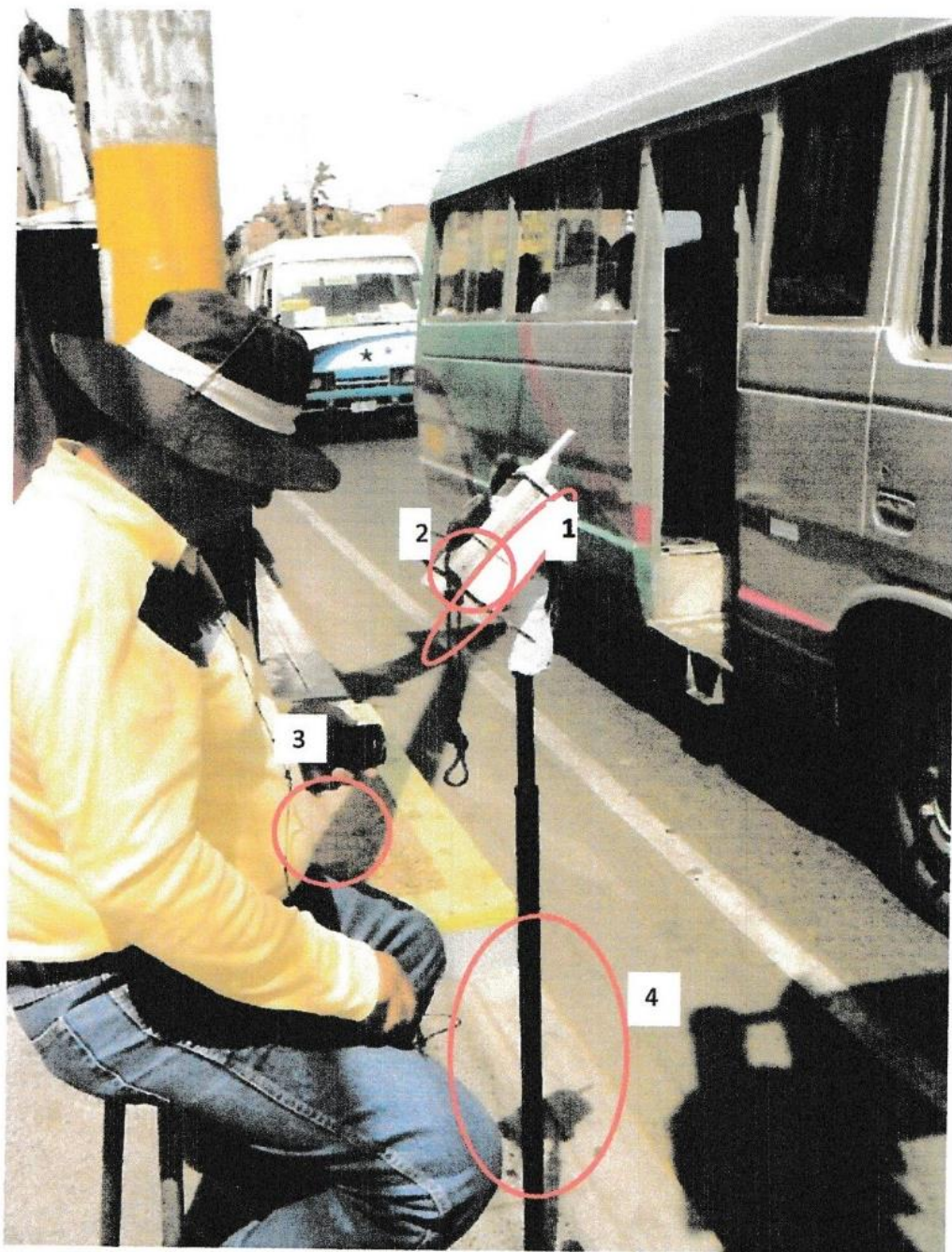
El SNM cuenta con Laboratorios Metrológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad que cumple con los requisitos de las Normas ISO 9001 e ISO/IEC 17025 con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metrológico para la industria, la ciencia y el comercio.

El SNM cuenta con la cooperación técnica de organismos metrológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil; entre otros.

SISTEMA INTERAMERICANO DE METROLOGIA- SIM

El Sistema Interamericano de Metrología (SIM) es una organización regional auspiciado por la Organización de Estados Americanos (OEA), cuya finalidad es promover y fomentar el desarrollo de la metrología en los países americanos. El Servicio Nacional de Metrología -Indecopi es miembro del SIM a través de la subregión ANDIMET (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) y participa activamente en las Inter comparaciones realizadas por el SIM.

**GALERIA FOTOGRAFICA
MEDICION DE SONIDO**



Procedimiento de medición acústica, elementos visibles:

- 1 – SONOMETRO EX TECH proporcionado por la MPT**
- 2 – CRONOMETRO Q&Q**
- 3 – GRABADOR DE SONIDO (CELULAR NOKIA)**
- 4 – PEDESTAL ADAPTADO**

**GALERIA FOTOGRAFICA
ENCUESTA**



Se aplicó a personas que se desempeñan en ambientes de trabajo adyacentes



Predominan los servicios médicos