

T
363.74
D11

**NO SALE A
DOMICILIO**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA
ESCUELA DE POSTGRADO
MAESTRIA EN GESTIÓN AMBIENTAL



TESIS:

*“NIVEL DE CONTAMINACIÓN SONORA Y SU REPERCUSIÓN EN LA SALUD AUDITIVA DE
LAS PERSONAS EN EL JIRON PRÓSPERO DE LA CIUDAD DE IQUITOS”*

PRESENTADO POR:

Gilberto Raymundo D'Azevedo García
Ana Karina D'Azevedo Reátegui

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:
Magíster en Gestión Ambiental

ASESORA:

Dra. Victoria Reátegui Quispe

Iquitos - Perú
2013

DONADO POR:
GILBERTO R. D'AZEVEDO GARCÍA
Iquitos, 28 de 01 de 2014

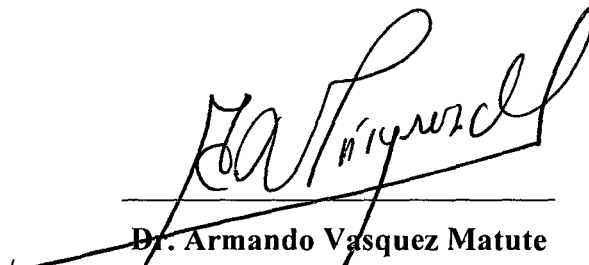


343

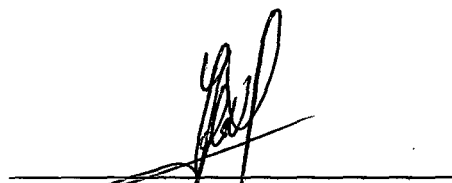
TESIS:

***“NIVEL DE CONTAMINACIÓN SONORA Y SU REPERCUSIÓN EN LA SALUD
AUDITIVA DE LAS PERSONAS EN EL JIRON PRÓSPERO DE LA CIUDAD DE
IQUITOS”***

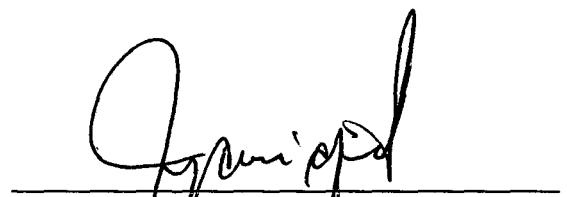
MIEMBROS DEL JURADO:



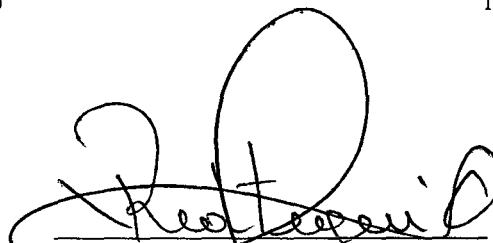
Dr. Armando Vasquez Matute
Presidente



Ing. Ronald Yalta Vega, M.Sc.
Miembro



Ing. Julio Manrique Del Aguila, M.Sc.
Miembro



Dra. Victoria Reátegui Quispe
Asesora

DEDICATORIA DE GILBERTO

A mis hijos **Gerardo, Carlos, Karina y Jorge**;
por apoyarme siempre y valorar mis actos.

A **Matías**, mi nieto, la nueva luz que vino a
seguir alegrando mi vida.

A **Vicky**, mi esposa, por decirme “nunca es tarde”
y poder así seguir capacitándome.

A mis padres **Severino y Noemí**, por haberme querido
tanto y continuar guiándome desde el cielo.

DEDICATORIA DE KARINA

A **Dios** por su infinita Misericordia y Amor.

A mi amado esposo **Robinson Luis**, por su constante apoyo y emotivo afecto.

A mis amados padres: **Gilberto D’Azevedo y Victoria Reátegui**, por la dedicación y amor constante y por estar siempre a mi lado en cada paso que doy.

A mis amados hermanos **Gilberto Gerardo, Carlos Alberto y Jorge Severino**.

A mi amado primer sobrino **Jorge Matías**, por llenar de más alegría y amor la casa.

A mis queridos abuelitos **Jorge e Isabel**; y muy especialmente a mi abuelita **Idalia**, que siempre la recuerdo con mucho amor.

A mis muy queridas tías **Ofelia y Rosita**, por su entereza de mujer y ejemplo de virtudes infinitas.

AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento a:

- Dra. Victoria Reátegui Quispe, asesora del presente trabajo de investigación, quien con su acertada dirección permitió llevarlo a buen término.
- A mis Profesores y Catedráticos de la Maestría en Gestión Ambiental de la Escuela de Postgrado de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, que gracias a sus acertadas y didácticas clases magistrales permitieron que culmine con éxito mis estudios.
- Al Dr. Jorge Lescano Sandoval, mi guía y mentor por sus valiosas sugerencias para la culminación del presente trabajo de investigación.
- Al Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo, por su apoyo bibliográfico.
- A mis compañeros de clase, con quienes compartimos momentos inolvidables.
- A todos aquellos que en forma directa o indirecta me brindaron su apoyo, ayuda y colaboración para la ejecución y culminación de la investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
Miembros del Jurado.....	ii
Dedicatoria de Gilberto.....	iii
Dedicatoria de Karina.....	iv
Agradecimiento.....	v
Índice de contenido.....	vi
Índice de cuadros.....	ix
Índice de figuras.....	x
Índice de gráficos.....	xi
Resumen.....	xii
Abstract.....	xiii
CAPITULO I	
1. Introducción.....	1
1.1. El Problema de investigación.....	1
1.2. Formulación del problema.....	2
1.3. Justificación.....	2
1.4. Objetivos.....	3
1.4.1. General.....	3
1.4.2. Especifico.....	3
1.5. Formulación de la Hipótesis.....	3
CAPITULO II	
2. Marco Teórico.....	4
2.1. Antecedentes.....	4
2.2. Conceptos Físicos sobre el Ruido.....	7
2.2.1. El Sonido.....	7
2.2.2. Velocidad del Sonido.....	8
2.2.3. Longitud de onda, periodo y frecuencia.....	8
2.2.4. Cualidades del sonido.....	10
2.2.5. Tipos de ruido.....	11

2.2.6. Presión acústica.....	12
2.2.7. Potencia acústica.....	15
2.2.8. Intensidad acústica.....	17
2.2.9. Reflexión, transmisión y difracción de las ondas sonoras.....	17
2.3. El Oído humano.....	20
2.3.1. Descripción.....	20
2.3.2. Efecto del ruido sobre las personas.....	21
2.3.3. Trauma acústico.....	23
2.4. Audiometría.....	24
2.4.1. Factores de la sensación sonora.....	26
2.5. Instrumentos a usar en la investigación.....	28
2.5.1. Sonómetro.....	28
2.5.2. El audiómetro.....	29
2.5.3. El examen audiométrico.....	30
2.6. Base Legal.....	31
 CAPITULO III	
3. Metodología.....	33
3.1. Variables, indicadores e índices.....	33
3.2. Tipo de estudio.....	33
3.3. Diseño de Investigación.....	34
3.4. Definición operacional.....	35
a. contaminación sonora o acústica.....	35
b. Salud auditiva.....	36
c. Malestar auditivo.....	36
d. Nivel de sordera.....	36
3.5. Población y muestra.....	37
3.5.1. Población.....	37
3.5.2. Muestra.....	37
3.6. Técnicas e instrumentos de recojo de la información.....	38
3.7. Método de análisis de datos.....	39

CAPITULO IV	
4. Resultados.....	41
4.1. Contaminación sonora.....	41
4.2. De Audiometría.....	62
CAPITULO V	
5. Discusión.....	64
CAPÍTULO VI	
6. Conclusiones y Recomendaciones.....	68
6.1. Conclusiones.....	68
6.2. Recomendaciones.....	70
CAPITULO VII	
7. Bibliografía.....	71
ANEXOS.....	74

INDICE DE CUADROS

No.	Descripción	Página
01	Escalas de Ruidos y los Efectos que Producen.....	14
02	Valores típicos de potencia acústica emitida por una serie de..... fuentes acústicas.	16
03	El Parque Automotor de la Ciudad de Iquitos.....	23
04	Algunos valores de la atenuación en cada escala, en dB.....	27
05	Estadísticos descriptivos, nivel de ruido en decibeles en las..... diferentes esquinas del Jirón Prospero	41
06	Estadísticos descriptivos de frecuencia de decibeles a diferentes.. horas y en las diferentes esquinas del Jirón prospero	45
07	Estadísticos descriptivos entre el nivel de ruido y el lugar de..... ubicación de las diferentes cuadras del Jirón Próspero.	53
08	Resultados de la prueba audiométrica sometida a personas..... seleccionadas tanto vivientes como trabajadores del Jirón Próspero, año 2012.	62
09	Correlación entre el nivel del ruido en decibeles del Jirón..... Próspero Vs. nivel de audiometría en las personas que viven y trabajan en el Jirón Próspero.	63

INDICE DE FIGURAS

No.	Descripción	Página
01	Periodo de una onda.....	09
02	Longitud de onda.....	09
03	Reflexión de las ondas sonoras.....	18
04	Refracción de las ondas sonoras.....	19
05	Difracción de las ondas sonoras alrededor de un obstáculo.....	20
06	Curvas isofónicas, en función del nivel de presión sonora.....	26
07	Curvas isofónicas, bajos distintas frecuencias.....	28

INDICE DE GRÁFICOS

No.	Descripción	Página
01	Diagrama de control de frecuencia de decibeles en las diferentes.. esquinas del Jirón Próspero	44
02	Nivel de ruido a diferentes horas en el Jirón Próspero 2012.....	48
03	Nivel de ruido de acuerdo a la hora y al lugar de ubicación del... Jirón Próspero	49
04	Nivel promedio de ruido en el Jirón Próspero de acuerdo a la..... hora.	50
05	Nivel promedio de ruido en decibeles en las distintas cuadras del Jirón Próspero	51
06	Diagrama 3d del nivel del ruido (en decibeles) vs. hora en las..... diferentes esquinas del Jirón Próspero	52
07	Promedio de ruido de acuerdo a la hora y al lugar de ubicación... (vereda esquina, interior esquina, vereda a media cuadra e interior a media cu adra	60
08	Gráfica 3d de lugar, hora, y decibeles, Jirón Próspero.....	61
09	Resultados gráficos de pruebas de audiometría en personas que... trabajan en el Jirón Próspero	62

RESUMEN

PALABRAS CLAVES: Contaminación sonora; Salud auditiva

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivos determinar el nivel de contaminación sonora que influye significativamente en la salud auditiva de las personas que viven y trabajan a lo largo del Jirón Próspero de la ciudad de Iquitos, para ello se obtuvieron datos del nivel de ruido a lo largo de esta avenida. Se llegó a determinar que el nivel de ruido varía desde 68.56 a 92.51 decibeles, con un promedio de 80.56 decibeles y que las esquinas más ruidosas se encuentran entre las calles 9 de Diciembre y Palcazu y Palcazu con García Sanz con 83.16 decibeles y 84.23 decibeles respectivamente y el cruce donde existe menos ruido es entre las calles Ricardo Palma/Próspero y Brasil/Prospero. De igual forma las horas de mayor ruido se encuentran entre las 11.00 a.m. y 12.00 m. y las horas menos ruidosas están aproximadamente entre las 04 y 05 p.m.

Se tomaron medidas audiométricas a personas que viven y trabajan en el Jirón Próspero llegando a la conclusión que el nivel de ruido que hay actualmente en dicha avenida está alterando el nivel auditivo de las personas, es decir, está causando trauma acústico leve y moderado, esto es sordera leve , afirmación válida hasta con 95% de confianza.

ABSTRACT

KEYWORDS: Noise Pollution, Health Hearing

The present research aimed to determine the level of contamination significantly affects the hearing health of people who live and work along the shred prosperous, for it is removed noise level data along the prosperous shred Iquitos, it was determined that the noise level varies from 68.56 to 92.51 decibels, with an average of 80.56 decibels and noisiest corners is among the streets and Palcazu December 9 and Palcazu with Garcia San with 83.16 decibels and 84.23 dB respectively and crossing where there is less noise from the streets Ricardo Palma / Brazil prosperous / prosperous, and likewise the hours of greatest noise is between 11.00 and 12.00 am and quieter times is approximately between 04 and 05 hours.

Audio metric measures were taken to people who live and work in the shred prosperous concluding that the noise level we currently thriving in the shred is altering the level of hearing people ie acoustic trauma causing mild to moderate, this is slight deafness, valid statement until with 95% confidence.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:

La molestia del ruido data desde tiempos muy antiguos, sin embargo desde el inicio de la revolución industrial (1850), por efecto del ruido de las fábricas, del crecimiento de las ciudades y de la población que obligó al crecimiento del transporte urbano; es cuando se inicia realmente la contaminación sonora en las ciudades, volviéndose un grave problema para el común de las personas, ya que empezaron a sentir desagrado y molestia en la vida diaria por causa del ruido. La contaminación acústica interfiere la comunicación hablada, que es la base de la convivencia humana.

La ciudad de Iquitos puede ser clasificada como una de las ciudades más ruidosas del país, esto debido a una serie de razones tales como: calles saturadas por el elevado número del parque automotor, descuido en hacer cumplir las reglas de tránsito por parte de la autoridad municipal y PNP, alto porcentaje del parque automotor viejo- más de 20 años de antigüedad- y escasa educación ambiental de la población. El ruido sobrepasa lo permitido por la Organización Mundial de la Salud-OMS (más de 60 dB), es ocasionado por los vehículos rodados en las calles, las orquestas en los locales de baile todos los fines de semana, las parrilladas cuyo ruido ensordecedor ocasionan los equipos musicales en estos ambientes instalados en plena vía pública, tiendas comerciales del Jirón Próspero que instalan equipos de sonido con elevado volumen, todo esto hace que la ciudad tenga contaminación sonora todo el tiempo.

El parque automotor en Iquitos desde hace 25 años ha venido creciendo en forma muy acelerada en lo referente a motos y motocarros, esto hace que las calles se encuentren totalmente saturadas con estos vehículos durante casi las 24 horas del día. Los motocarros son de transporte público de pasajeros y las motos de transporte obligado de los empleados del sector público y privado, básicamente.

En el Jirón Próspero, las personas que viven y las que en forma permanente se encuentran trabajando en los centros comerciales, están sufriendo deterioro auditivo como lo indica el examen audiométrico realizado en dichas personas.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:

Por lo expresado anteriormente, el problema de investigación se plantea de la siguiente manera:

¿En qué medida la contaminación sonora afecta la salud auditiva de las personas que trabajan en el Jirón Próspero de la ciudad de Iquitos?

1.3. JUSTIFICACION:

La presente investigación ha permitido identificar en las personas que viven y trabajan en el Jirón Próspero de Iquitos, que la contaminación sonora está afectando la salud auditiva en ellas.

Se sabe que los sonidos muy fuertes provocan molestias en la persona que van desde el sentimiento de desagrado y la incomodidad, hasta daños irreversibles en el sistema auditivo. La presión acústica se mide en decibeles (dB) y se vuelve dañino a partir de 75 dB, doloroso a partir de los 120 y puede causar la muerte cuando llega a los 180 dB. El límite tolerante recomendado por la OMS, es de 60 dB.

El sistema auditivo de las personas se resiente ante una exposición prolongada a la fuente de un ruido. Una persona cuando se expone prolongadamente a un nivel de un ruido excesivo, nota un silbido en el oído, esto es una señal de alarma. Inicialmente los daños producidos por una exposición prolongada no son permanentes, sobre los 10 días desaparecen. Pero si la exposición a la fuente de ruido no cesa, las lesiones serán definitivas, la sordera irá creciendo y se perderá la audición definitivamente.

1.4. OBJETIVOS:

1.4.1. GENERALES:

- Determinar el nivel de contaminación sonora en el Jirón Próspero, entre las calles Alfonso Ugarte y Napo.
- Verificar si el nivel de contaminación sonora, influye significativamente en la salud auditiva de las personas que trabajan y viven en todo el recorrido del Jirón Prospero.

1.4.2. ESPECIFICOS:

- Zonificar los principales sitios de contaminación sonora del Jirón Próspero y relacionarlo directamente con la salud auditiva de las personas que trabajan y viven en dicha zona.
- Determinar las principales horas de mayor afluencia de contaminación sonora y relacionarlo directamente con la salud auditiva de las personas, que trabajan y viven en dicha zona.

1.5. FORMULACIÓN DE LA HIPOTESIS:

Los niveles de contaminación sonora influyen significativamente en la salud auditiva de las personas que trabajan y viven a lo largo del Jirón Próspero.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES:

VÁSQUEZ – BARNET (2010). Reportan en un trabajo realizado en la ciudad de Iquitos respecto a la contaminación acústica, que influye significativamente en el estado de estrés de las personas y entre otras cosas llegan a las siguientes conclusiones: Existe relación directa entre la contaminación sonora y el efecto auditivo de las personas. El ruido que contamina afecta la conversación fluida entre las personas.

GARCÍA, A. (2000), El ruido es uno de los contaminantes más subestimados a pesar de estar presente siempre y tener un efecto acumulativo sobre la salud. En la industria es casi inevitable la emisión de elevados niveles de ruido. La contaminación sonora y protección del obrero industrial constituye una preocupación en estos tiempos. Profesionales dedicados a la seguridad laboral, higiénica industrial, medicina laboral, han realizado estudios donde evalúan la intensidad del ruido, riesgos y repercusión auditiva.

BECHER S, STUWE F, SCHWENZER C, WEBER K. (1996), reportan Sobre el uso del aparato auditivo, realizaron una investigación en 89 estudiantes entre los 16 y 25 años de edad que usaban audífono, de ellos 8 (9%) mostraron pérdidas auditivas de 40 dB. Lo que demuestra que el uso frecuente de audífonos altea en cierta medida la calidad auditiva de las personas.

GARCÍA (2006), Llevó a cabo 580 mediciones de ruido ambiental en 180 municipios diferentes de la comunidad Valenciana-España y llegó a la conclusión, que el fenómeno de la contaminación sonora no es privativo de las grandes urbes, sino que se presenta de forma generalizada en todas las ciudades, independientemente de su tamaño, condiciones urbanísticas, niveles de actividad y horarios de trabajo. Si a todo esto se

adjunta la exposición laboral a riesgos por ruido, entonces nos encontramos ante un importante problema de salud.

ERIKSSON et al (1991), Refieren que las pérdidas auditivas pueden generar inseguridad en situaciones en que la persona debe desenvolverse en la sociedad, conduciéndolo a una disminución de la sensación de control.

JASA (1988), En los últimos 20 años la contaminación acústica de Pamplona (España) se ha reducido en 41% y la de Madrid 17% en un periodo de 5 años. Estos son algunos de los resultados de los estudios sobre la evolución temporal de la contaminación acústica realizada en ambas ciudades por el Grupo Acústico del Departamento de Física de la Universidad Pública de Navarra (UPNA).

Esta investigación comprobó que el tráfico rodado es la principal fuente de contaminación acústica en las ciudades. Del análisis de la relación entre los niveles de contaminación sonora y las variables de tráfico rodado, se concluyó que la reducción del nivel de ruido se debe, principalmente, a la menor emisión sonora de las fuentes móviles, es decir, a pesar del incremento del tráfico, ha disminuido la contaminación sonora. Un aspecto destacable del análisis de los datos parece indicar una mayor educación de los conductores en sus hábitos de conducción.

TAMBS et al (2003), Destacan que la magnitud del daño auditivo está en relación con el tiempo de exposición al ruido, edad, infecciones previas del oído, entre otros factores. Dice, estudios que realizamos en trabajadores expuestos a ruidos en las fábricas de la empresa de Productos Lácteos Escambray, en Cuba, reportamos un caso con trastorno conductivo previo motivado por una otitis media crónica simple del oído izquierdo.

PUIGDOMENECH et al (1997), El objetivo es obtener una caracterización acústica de la ciudad de Rosario (Argentina) con aplicación directa a toda actividad de planificación urbana a ser llevada adelante por la Municipalidad, también se trabajará sobre el trazado

de mapas de ruido. La metodología del trabajo se basa en identificar las variables acústicas más relevantes del que depende el ruido y que puedan obtenerse de una manera sencilla a partir de datos ya existentes, o que no requieran personal especializado.

MIYARA et al (1997), Sobre el desarrollo de metodologías de enseñanza y aprendizaje sobre contaminación en la Provincia de Santa Fe (Argentina), trata de desarrollar una metodología en escuelas primarias y secundarias con el objetivo de obtener en los niños y en sus grupos familiares pautas de higiene sonora individual y social. Se utilizó encuestas como herramienta de evaluación.

WIKIPEDIA (2010), Se llama contaminación acústica (sonora) al exceso de sonido que altera las condiciones normales del ambiente en una determinada zona. Si bien el ruido no se acumula, traslada o mantiene en el tiempo como las otras contaminaciones, también puede causar grandes daños en la calidad de vida de las personas si no se controla adecuadamente.

MORENO (2001), La industria moderna y el avance de la ciencia han dado lugar al surgimiento de nuevas patologías, de las cuales el aparato auditivo no queda excluido. El hombre de hoy está inmerso en un mar de ruidos de todo tipo, incluyendo las diversiones y descanso, es el caso de las discotecas y los audífonos para escuchar música.

Indica Moreno que los trastornos o déficit del sentido de la audición, son un motivo habitual de consulta, produciendo alteraciones en la audición, trastornos respiratorios, cardiovasculares, digestivos. También se reportan síntomas como: irritabilidad, cansancio, fatiga, aislamiento psicológico, disminución del rendimiento laboral.

RAMIREZ-LOZANO (2011), Comparando niveles de contaminación sonora con los estándares permisibles entre otras cosas llega a las siguientes conclusiones.

Que, el nivel de ruido en las inmediaciones del Hospital Iquitos varía desde 84 hasta 98 decibels con un promedio de 90.89 decibels y que la hora de mayor ruido son de 9 a 10 horas y de 17 a 21 horas y que el ente que más ruido produce son la bocina de los minibuses con 93.5 decibels. Y Que, El valor promedio encontrado 90.89 decibels difiere estadísticamente del valor estándar nacional, Afirmación valida con 99 de confianza.

2.2. CONCEPTOS FÍSICOS SOBRE EL RUIDO:

2.2.1. El sonido:

El sonido es el fenómeno físico que estimula el sentido del oído. Consiste en un movimiento ondulatorio (ondas sonoras) producido en un medio elástico –como es el aire- por una vibración. El desplazamiento complejo de moléculas de aire se traduce en una sucesión de variaciones muy pequeñas de la presión, y estas alteraciones de presión pueden ser percibidas por el oído. y en consecuencia se puede producir un estrés psíquico y físico, que podría llevar al sujeto a la depresión.

Para que un sistema pueda vibrar es necesario que se le suministre una energía. El punto en el que se origina la perturbación (vibración) se denomina foco o fuente sonora. Si bien la partícula que vibra inicialmente puede oscilar muy poco alrededor de su posición de equilibrio, la onda o perturbación se propagará hasta el límite del sistema, salvo que su energía se disipe por rozamiento. Así pues, en el avance de una onda sonora existe transporte de energía y no existe transporte de masa.

Para que las ondas sonoras se puedan propagar a través de un medio es necesario que el mismo tenga inercia y elasticidad, ya que si no es así la propagación de las

ondas sonoras no es posible (las ondas sonoras no se propagan a través del vacío).

La inercia es la propiedad que permite a un elemento del medio transferir la perturbación a otro adyacente; esto tiene relación con la densidad del medio, es decir, la masa de un elemento. La elasticidad es la propiedad que produce una fuerza sobre un elemento desplazado de su posición de equilibrio, y que tiende a volver a esa posición. El aire posee estas dos propiedades, inercia y elasticidad.

Pero el sonido no se transmite sólo en el aire, sino a través de cualquier otro material, ya sea gas, líquido o sólido.

2.2.2. Velocidad del sonido:

La velocidad del sonido es la velocidad a la que viajan las ondas sonoras. Se representa por la letra “c” y se mide en el S.I. en m/s. Depende del material que sirve como medio de transporte. Cualquier alteración de las propiedades del material, como su temperatura, densidad, etc., hace variar la velocidad de propagación. En Higiene Industrial y a los efectos de estudios básicos de ruido, el aire se considera un medio homogéneo e isótropo, su densidad es uniforme y sus propiedades elásticas son las mismas en todas las direcciones.

2.2.3. Longitud de onda, periodo y frecuencia

Las tres características principales que definen un movimiento ondulatorio son:

Longitud de onda: Es la distancia perpendicular entre dos frentes de onda sucesivos que tienen la misma fase (se encuentran en el mismo estado), como por ejemplo, entre dos compresiones máximas. La longitud de onda se representa por la letra griega lambda (λ) y la unidad en el S.I. es el metro (m) y sus múltiplos y submúltiplos.

Frecuencia: es el número de oscilaciones (ciclos completos de una onda, por ejemplo, de variaciones de presión) por segundo. Se representa por f o por ν y se

Estas características están relacionadas mediante la ecuación:

$$\lambda = c T = c/f$$

Es decir, ondas sonoras con frecuencias altas tendrán longitudes de onda pequeñas y viceversa.

2.2.4. Cualidades del sonido:

Las principales cualidades del sonido son la intensidad, el tono y el timbre.

Intensidad: Es la cualidad que nos permite distinguir entre sonidos “altos” o “fuertes” y “bajos” o “débiles”, es decir, el “volumen” del sonido. Según sea la vibración de un foco sonoro así será la amplitud de la onda generada, siendo la intensidad proporcional al cuadrado de dicha amplitud.

Tono: También llamado “altura” de un sonido, es una cualidad mediante la cual distinguimos los sonidos en graves o agudos, de forma que la sensación sonora aguda procede de sonidos producidos por focos sonoros que vibran a frecuencias altas, y la sensación sonora grave procede de sonidos producidos por focos sonoros que vibran a frecuencias bajas.

Timbre: Es la cualidad mediante la que podemos distinguir dos sonidos de igual intensidad e idéntico tono que han sido emitidos por focos sonoros diferentes. Físicamente el timbre de un sonido se relaciona con el hecho de que casi nunca un sonido es puro, es decir, nunca un sonido corresponde a una única onda pura, sino que, dependiendo del tono, suele haber una frecuencia fundamental a la que pertenece la mayor parte de la energía de ese sonido, y otras frecuencias que también llevan asociadas unas cantidades de energía y responden a una ecuación de onda muy similar. Estas ondas, proporcionales a la principal, se superponen a ésta y se las denomina “armónicos” de la frecuencia fundamental.

2.2.5. Tipos de ruido:

Existen diferentes clasificaciones en función de los diferentes tipos de ruido. Las diferencias, en la mayoría de los casos, son meramente de terminología.

Ruido estable: De banda ancha y nivel prácticamente constante que presenta pocas fluctuaciones (± 5 dB) durante el período de observación.

Ruido intermitente fijo: Es aquel en el que se producen caídas bruscas hasta el nivel ambiental de forma intermitente, volviéndose a alcanzar el nivel superior fijo. El nivel superior debe mantenerse durante más de un segundo antes de producirse una nueva caída del nivel sonoro ambiental.

Ruido intermitente variable: Está constituido por una sucesión de distintos niveles de ruidos estables.

Ruido fluctuante: Varía continuamente durante la observación, sin apreciarse estabilidad.

Ruido de impulso o de impacto: Se caracteriza por una elevación brusca de ruido en un tiempo inferior a 35 milisegundos y una duración total de menos de 500 milisegundos. El tiempo transcurrido entre picos ha de ser igual o superior a un segundo. El ruido de impulso/impacto puede darse interrelacionado con los otros tipos de ruido (ruido estable-impulsivo, fluctuante-impulsivo o intermitente-impulsivo).

2.2.6. Presión acústica:

Consideremos un punto del espacio cerca de una fuente sonora. Antes de pasar las ondas sonoras, la presión es igual a la atmosférica (presión estática). Cuando las ondas pasan por el punto de observación, se produce una variación de la presión por arriba y por abajo del valor de la presión ambiente, siendo esta variación incremental de la presión lo que se denomina “presión acústica”. Así pues, la presión acústica queda definida como la diferencia de presión instantánea (cuando la onda sonora alcanza al oído) y la presión atmosférica estática.

La presión acústica se mide en unidades de presión, generalmente micropascales μPa .

Equivalencia: $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$.

❖ Campo de audición. Nivel de presión sonora.

Es normal, al estudiar los fenómenos acústicos, que en vez de emplear las magnitudes presión e intensidad sonora se empleen escalas logarítmicas de los niveles acústicos. Esto se debe al amplísimo rango de presiones e intensidades sonoras con los que frecuentemente se trabaja.

Además, los humanos somos capaces de oír las vibraciones con frecuencias comprendidas entre 20 Hz y 20.000 Hz, lo que supone también un rango bastante amplio. Los sonidos de frecuencia inferior a 20 Hz se llaman infrasonidos y los de frecuencia superior a 20.000 Hz ultrasonidos. Ni unos ni otros son detectados por el oído humano, lo cual no significa que no puedan ser perjudiciales para el hombre.

Por ejemplo, para el rango de frecuencias audible, la intensidad varía desde 10^{-12} a 10 W/m², por lo que se usa una escala logarítmica con el fin de comprimir ese rango tan ancho (Figura 3); la presión sonora de algunas fuentes habituales, expresada según una escala lineal, se muestra a la derecha, mientras que el nivel de presión sonora en dB se presenta a la izquierda.

La escala logarítmica y las unidades de ruido están expresadas habitualmente en decibelios (dB, la décima parte del belio, símbolo B), que es una unidad adimensional usada para expresar el logaritmo de la relación de una cantidad con respecto a otra de referencia:

$$L = \log (\text{magnitud/referencia}) \rightarrow \text{Belio, B}$$

$$0 = \text{bien}$$

$$L = 10 \log (\text{magnitud/referencia}) \rightarrow \text{decibelio, dB}$$

Otra razón por la que se utilizan escalas logarítmicas es que el oído humano cuando percibe una perturbación sonora, desde el punto de vista subjetivo, tiene una respuesta de tipo logarítmico y no lineal. Por ello, los términos multiplicativos que aparecen en las ecuaciones fundamentales en acústica son términos aditivos en las ecuaciones logarítmicas correspondientes.

El cálculo del nivel de presión sonora o acústica, L_p , se obtiene de:

$$L_p = 10 \log [P^2/p_0] = 20 \log [P/p_0] \text{ en Db}$$

Dónde:

p = es el valor de la presión acústica a una distancia determinada de la fuente; y

p_0 = es la presión acústica de referencia (“nivel cero”) cuyo valor es $20 \mu\text{Pa}$ (la presión mínima que distingue un oído humano).

Cuadro N° 01: Escalas de Ruidos y los Efectos que Producen

dB	Causante	Efecto. Daño a largo plazo
50	Conversación tranquila	Tranquilidad
60	Conversación en el aula	Algo de molestia
70	Aspiradora, TV alta	Molestia
80	Lavadora, Fábrica	Molestia. Daño posible
90	Moto, Motocarro, camión	Mucha molestia. Daños
100	Cortadora de césped	Mucha molestia. Daños
110	Bocina a 1m, Grupo de rock	Mucha molestia. Daños
120	Sirena cercana	Algo de dolor
130	Música estrepitosa	Algo de dolor
150	Despegue de avión a 25m	Rotura del tímpano

Tanto la intensidad como la presión acústica de referencia son los valores mínimos que son audibles para las personas dentro de un rango de frecuencias en el que el oído es más sensible, cerca de los 1.000 Hz.

Esta escala logarítmica se adapta muy bien a la audición humana, que tiene un carácter más logarítmico que lineal: cambios en el nivel de presión sonora de unos 5 dB originan, de modo aproximado, el mismo cambio en la sensación de audición (excepto cerca del umbral de audición); sin embargo, un cambio en la presión sonora de unos 0,01 Pa sería equivalente a un cambio subjetivo muy apreciable a niveles bajos mientras que apenas sería detectable a niveles altos.

2.2.7. Potencia acústica

La potencia acústica es la energía que comunica una fuente sonora al medio (aire) en la unidad de tiempo. La percepción subjetiva que tiene el ser humano de la potencia acústica es lo que se denomina “volumen” y se expresa en términos de “nivel de potencia acústica”. Esto es debido a que las personas no perciben de forma lineal el cambio (aumento o disminución) de la potencia conforme se acercan/alejan de una fuente sonora.

La percepción de la potencia es una sensación proporcional al logaritmo de esa potencia. Se suele expresar como L_w , en unidades de dB:

$$L_w = 10 \log W/W_0 ; \text{ en dB}$$

Donde:

W = es la potencia de la fuente y

W_0 = es la potencia umbral de audición (valor de referencia fijo), que por convenio es de 1 picovatio (1 picovatio = 10^{-12} W).

En el caso de tener que sumar dos niveles de potencia o de presión sonora expresados en dB, hay que considerar su carácter logarítmico, por lo que no se pueden sumar directamente (suma aritmética). Debe emplearse la fórmula:

$$L_p = 10 \log_{10} \left(10^{L_1/10} + 10^{L_2/10} \right) \text{ (en dB)}$$

Donde a, b... son los valores del nivel de potencia o de presión sonora a sumar.

La potencia instantánea (cantidad de energía radiada en cualquier instante de tiempo) de una fuente fluctúa en general de una forma considerable. El valor máximo en cualquier instante de tiempo se denomina “potencia de pico”. La

potencia media tiene normalmente un valor mucho más bajo que la potencia de pico y depende del intervalo de tiempo en el que se haga el promediado y del método de promediado.

Cuadro N° 02: Valores típicos de potencia acústica emitida por una serie de fuentes acústicas. Se muestran los valores promediados durante un largo intervalo de tiempo.

Fuente	Potencia (W)	Nivel de potencia sonora (dB)
1. Motor de un cohete	10^7	
2. Sala de tornos automática	10^5	
3. Trituradora de piedra	10^4	200
4. Molino de elementos químicos	10^3	160
5. Grupo hidráulico	10^2	150
6. Fundición	10	140
7. Compresor	1	130
8. Forja	10^{-1}	120
9. Remachadora	10^{-2}	110
10. Plegadora de papel	10^{-3}	100
11. Oficina	10^{-4}	90
12. Fábrica	10^{-5}	80
13. Calle silenciosa	10^{-6}	70
14. Vivienda familiar	10^{-7}	60
15. Estudio de televisión	10^{-8}	50
16. Estudio de radio	10^{-9}	40
		30
		20

Para muchas de estas fuentes acústicas, las potencias de pico son mucho más elevadas que los valores mostrados, incluso de 100 a 1.000 veces superiores a los valores medios. Estos picos duran normalmente un tiempo muy corto (algunas veces sólo milisegundos).

2.2.8. Intensidad acústica.

La intensidad de una onda sonora se define como el valor medio de la energía acústica que atraviesa una unidad de área perpendicular a la dirección de propagación en la unidad de tiempo.

Imaginemos una fuente que emite una potencia W . Si consideramos una esfera imaginaria de radio r rodeando esta fuente, el área de la superficie esférica será $S = 4\pi r^2$. Por consiguiente la intensidad acústica “ I ” en la dirección radial será:

$$I = W/S = W/4\pi r^2 \quad \text{EN } \text{w/m}^2$$

De esta forma, para una fuente puntual en campo libre, la intensidad en la dirección radial varía inversamente con el cuadrado de la distancia a la fuente, llamándose “ley del cuadrado de la distancia” o ley.

Aunque el oído humano responde a la presión, el concepto de intensidad es útil pues puede relacionarse con la potencia acústica, lo que permite realizar con mayor facilidad algunos cálculos.

2.2.9. Reflexión, transmisión y difracción de las ondas sonoras.

Cuando una onda sonora que se propaga a través de un medio encuentra una superficie de separación con otro medio, se origina una onda reflejada en el primer medio y una transmitida en el segundo. Generalmente una onda sonora experimentará una reflexión siempre que exista una discontinuidad o un cambio en el medio a través del cual se propaga.

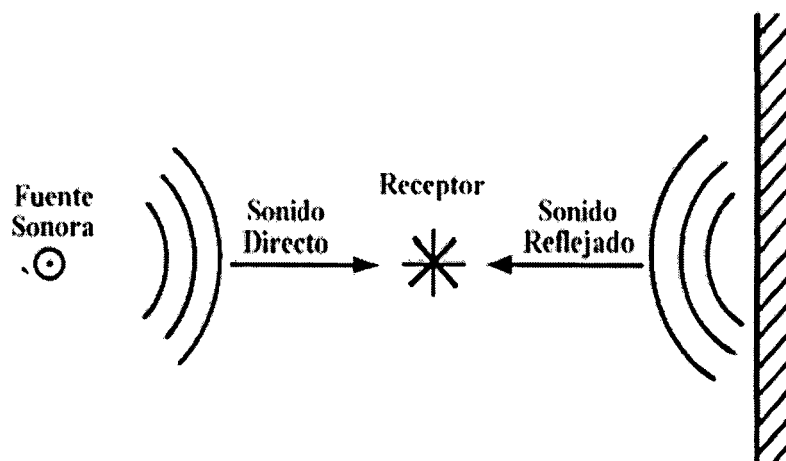


Figura 03: Reflexión de las ondas sonoras

Una reflexión se escucha normalmente como un eco, cuando está retrasada respecto al sonido directo alrededor de 70 m, y con la suficiente intensidad como para poder escucharla con claridad.

Un sonido que se refleja 1/10 de segundo después del sonido directo no se detecta por el oído, de forma que los dos sonidos se confunden: es el fenómeno conocido como reverberación.

Según se ha expuesto, cuando las ondas sonoras inciden sobre un plano límite se forman dos tipos de ondas, las reflejadas y las transmitidas. La dirección de propagación de estas últimas no es la misma que la de las ondas incidentes, ya que se desvían alejándose o acercándose a la normal al plano límite, de acuerdo con las velocidades de propagación en los distintos medios. Este es el fenómeno conocido como “refracción del sonido” (Figura 04).

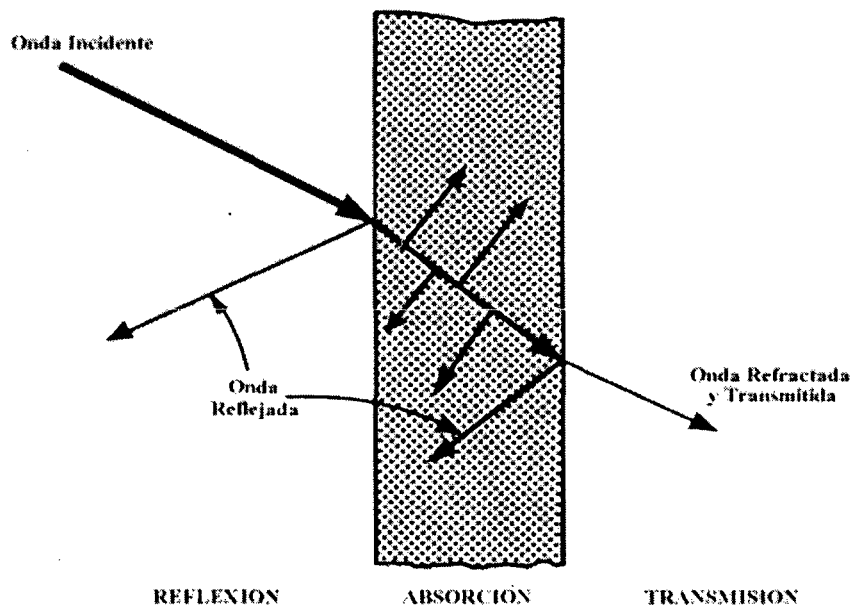


Figura 04: Refracción de las ondas sonoras.

La ley de propagación rectilínea de las ondas sonoras no es rigurosamente válida: en alguna medida las ondas sonoras se curvan en las cercanías de los obstáculos. Estas excepciones a la ley de propagación rectilínea se conocen como “fenómenos de difracción”. Como se puede apreciar, la difracción es el cambio en la dirección de propagación de las ondas sonoras cuando encuentran un obstáculo. Como resultado de la difracción, aparecen zonas de sombra sonora.

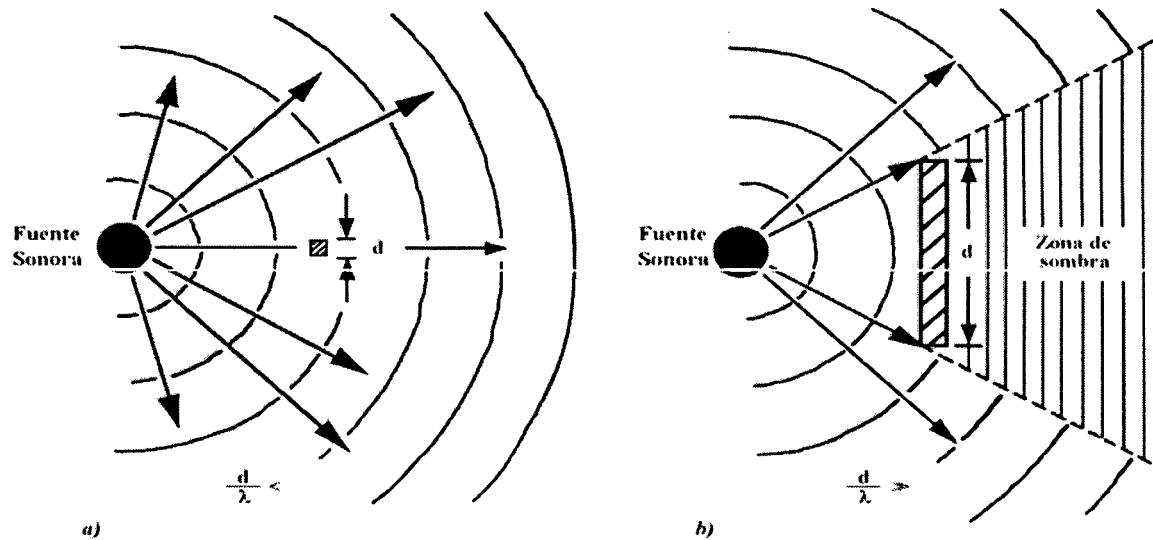


Figura 05: Difracción de las ondas sonoras alrededor de un obstáculo.

Este fenómeno se observa o no en función de la relación entre la dimensión del obstáculo y la longitud de onda del sonido: si ésta es mucho mayor que las dimensiones del obstáculo, es muy difícil de apreciar (véase la Figura 05).

2.3. EL OIDO HUMANO:

2.3.1. Descripción.

El oído es el órgano sensorial responsable de la audición. Se compone de un sistema de conducción aérea de las ondas sonoras (oído medio y externo) y de un receptor (oído interno), compuesto a su vez por la membrana timpánica y otros órganos encargados de amplificar y transmitir la señal acústica hasta el cerebro.

El oído humano percibe las frecuencias comprendidas entre 20 Hz a 20.000 Hz aproximadamente, y las presiones sonoras comprendidas entre 20 μ Pa y 20 Pa.

2.3.2. Efectos del ruido sobre las personas.

El riesgo fundamental que genera la exposición prolongada a altos niveles de presión sonora es el aumento del umbral de audición. Existen cuatro factores de primer orden que determinan el riesgo de pérdida auditiva:

- Nivel de presión sonora.
- Tiempo de exposición al ruido.
- Tipo de ruido.
- Edad.

Además de estos cuatro factores, existen otros, como son las características del sujeto receptor, ambiente de trabajo, distancia al foco sonoro y posición respecto a éste, sexo, enfermedades padecidas, etc.

La importancia del primer factor -mayor o menor nivel de ruido- es primordial. Aunque no pueda establecerse una relación exacta entre nivel de presión sonora y daño auditivo, es evidente que cuanto mayor es el nivel de presión sonora mayor es el daño auditivo (pérdida de audición), pero la relación entre ambos no es lineal.

La sordera temporal (desplazamiento temporal del umbral de audición) por la exposición a ruido en el trabajo debe ser considerado en primer lugar por su particular condición de transitoriedad. Se caracteriza por una ligera disminución de la sensibilidad auditiva, y a menudo se acompaña de zumbidos, durando unas pocas horas aunque puede prolongarse, pero no suele sobrepasar periodos mayores a 16 horas desde la última exposición. Puede considerarse el trastorno auditivo más frecuente y en el cual debemos hacer mayor énfasis en su prevención, ya que de continuar las pérdidas transitorias se transforman en alteraciones permanentes.

Existen otros tipos de alteraciones producidas por el ruido de carácter extra-auditivo (efectos sobre otras partes del organismo distintas al oído) como la sensación de malestar, la interferencia con la comunicación, la pérdida de atención, de concentración y de rendimiento, los trastornos del sueño y de la digestión, o la agresividad y el estrés.

Se tratan aquí los principales efectos del ruido laboral sobre el oído, en particular, el trauma acústico agudo, la hipoacusia crónica y la sordera profesional. El ruido causa los siguientes efectos en la salud:

Efectos Psicopatológicos:

A más de 60 dB:

- Dilatación de las pupilas y parpadeo acelerado.
- Agitación respiratoria, aceleración del pulso y taquicardia.
- Aumento de la presión arterial y dolor de cabeza.
- Menor irrigación sanguínea.

A más de 85 dB

- Gastritis.
- Aumento del colesterol y triglicéridos.
- Aumenta la glucosa en la sangre.

Efectos Psicológicos

- Insomnio y dificultad para conciliar el sueño.
- Fatiga.
- Estrés, depresión, ansiedad.

- Irritabilidad y agresividad
- Histeria y neurosis
- Aislamiento social que conduce a la depresión
- Falta de deseo sexual

Cuadro N° 03: El Parque Automotor de la Ciudad de Iquitos

Clase de vehículo	N° de Unidades
Motos	49342
Motocarros	18780
Pick Up	1273
Camiones	1060
Combis	796
Autos y Station Wagon	785
Omnibuses	454
Total	72490

Fuente: Municipalidad Provincial de Maynas - MPM (2009)

2.3.3. Trauma acústico:

Se produce cuando la exposición al ruido es de muy elevada intensidad y durante un periodo de tiempo corto (segundos). Es el caso típico de una explosión. Puede producir dos tipos de lesiones diferentes:

Rotura de la membrana timpánica como consecuencia de la sobrepresión.

Destrucción de las células ciliadas del Órgano de Corti. Si el tímpano resiste el impacto y el sonido llega hasta la cóclea, sobreviene una pérdida de audición súbita que puede afectar a las frecuencias conversacionales (de 400 a 3.000 Hz).

Hipoacusia Crónica Inducida por Ruido: Se produce por la exposición prolongada y repetida a ruido de cierta intensidad. El deterioro se produce de manera paulatina, perdiendo sensibilidad en la audición, sobre todo en bajas frecuencias, lo que conlleva cierta dificultad para identificar palabras.

Sordera Profesional: Es la evolución de la hipoacusia crónica: se produce igualmente por la exposición prolongada y repetida a ruido de cierta intensidad, llegando en este caso a incapacitar a la persona para captar la mayoría de los sonidos. Es una lesión irrecuperable incluso con la implantación de prótesis auditivas.

Finalmente, cabe comentar que la exposición repetida a ciertos agentes químicos (ototóxicos) puede dar lugar a la pérdida de audición, por lo que debe tenerse en cuenta a la hora de establecer la relación causa-efecto de los daños auditivos en ciertos ambientes de trabajo. Por ejemplo, es el caso del tolueno, plomo, manganeso, alcohol n-butílico, tricloroetileno, disulfuro de carbono, estireno, mercurio y arsénico.

2.4. AUDIOMETRÍA:

La audiometría es el examen básico para la detección de los efectos en la salud del ruido. Es una prueba funcional que sirve para determinar el estado actual de audición. La audiometría puede ser colectiva o individual.

La audiometría no es en sí misma una técnica de prevención, ya que no evita los daños ocasionados por la exposición al ruido, pero permite detectarlos en un estado precoz de su desarrollo, y por tanto su realización periódica suministra informaciones muy útiles

para el establecimiento de planes preventivos, y el seguimiento de la eficacia de las medidas adoptadas.

Para efectuar una audiometría se emiten unos sonidos (tonos puros), que actuando sobre el oído producen una sensación sonora en la persona explorada. Como aparato emisor y receptor de la respuesta se utiliza el audiómetro. En la audiometría individual los sonidos que emitimos desde el audiómetro pueden llegar a la persona explorada a través de unos auriculares, que transmiten el sonido por vía aérea, o bien a través de un vibrador, aplicado en el hueso temporal, con lo que la transmisión del sonido es por vía ósea. Para eliminar los efectos del ruido ambiental se debe situar al sujeto a explorar en una cabina insonorizada, en posición sentada y con los auriculares o el vibrador colocados en el oído, donde se le hace escuchar diferentes estímulos auditivos (variando en intensidad y frecuencia) que servirán para trazar la curva audiométrica.

En la gráfica audiométrica se anotan las respuestas límite (umbral inferior) que nos señala la pérdida de audición del individuo explorado. El umbral inferior de audición en cada tono tiene diferente intensidad y la unión del conjunto de puntos hallados es la denominada “curva audiométrica”.

De las gráficas obtenidas se puede deducir:

- Si existe disminución de audición.
- Si existe hipoacusia, si ésta es de transmisión o de percepción.
- Si hay trauma acústico, y si existe, conocer si es intenso y a qué frecuencias afecta.
- Si el trauma afecta a las frecuencias de conversación.

2.4.1. Factores de la sensación sonora:

Un ruido se percibe con mayor o menor intensidad dependiendo del nivel de presión sonora y de la frecuencia. Además de estos factores existen otros de tipo subjetivo como la salud del receptor, la actitud ante el ruido, etc. y por ello, para conocer la reacción de las personas frente al ruido hay que recurrir a estudios experimentales ya que no hay aparatos que midan ese componente personal.

Estos estudios se basan en la respuesta subjetiva que dan un conjunto de individuos ante una serie de sonidos estandarizados. La gráfica que se obtiene se denomina curva de igual sensación sonora o curva isofónica, en función del nivel de presión sonora (Figura 06).

La unidad de esta escala se denomina fonio y equivale al decibelio mientras se refieran a sonidos de 1.000 Hz, que es la frecuencia de referencia. La curva de cero (0) fonios corresponde al umbral de audición.

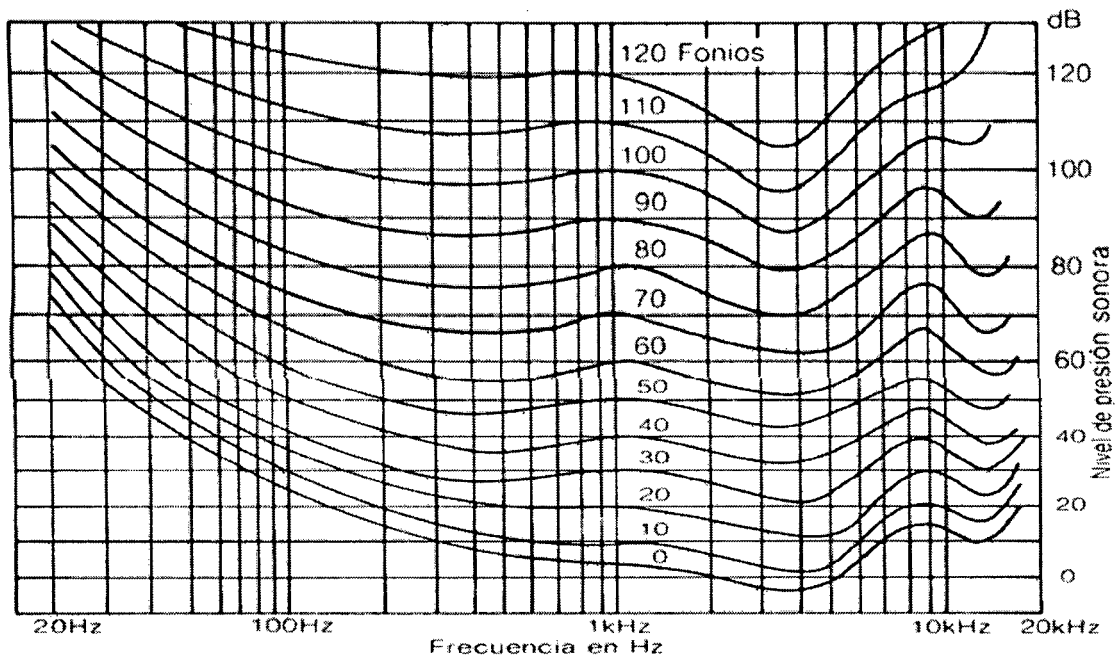


Figura 06: Curvas isofónicas

Se puede apreciar claramente cómo el comportamiento del oído humano, es desigual al aumentar la presión sonora a las distintas frecuencias. La respuesta no lineal del oído se manifiesta sobre todo en las bajas frecuencias, siendo las frecuencias medias las que mejor capta (es más sensible el oído).

El estudio de este comportamiento “no lineal” del oído hizo pensar en la necesidad de introducir en los aparatos de medida del nivel de presión sonora (sonómetros) filtros de corrección o atenuación que aproximasen la respuesta de éstos a la del ser humano. Esto dio como resultado la obtención de varias escalas o curvas de ponderación (A, B, C)

Cuadro N° 04: Algunos valores de la atenuación en cada escala, en dB

Frecuencias Hz	Escalas		
	A	B	C
31,5	-39	-17	-3
63	-26	-9	-1
125	-16	-4	0
250	-9	-1	0
500	-3	0	0
1.000	0	0	0
2.000	+1	0	0
4.000	+1	-1	-1
8.000	-1	-3	-3

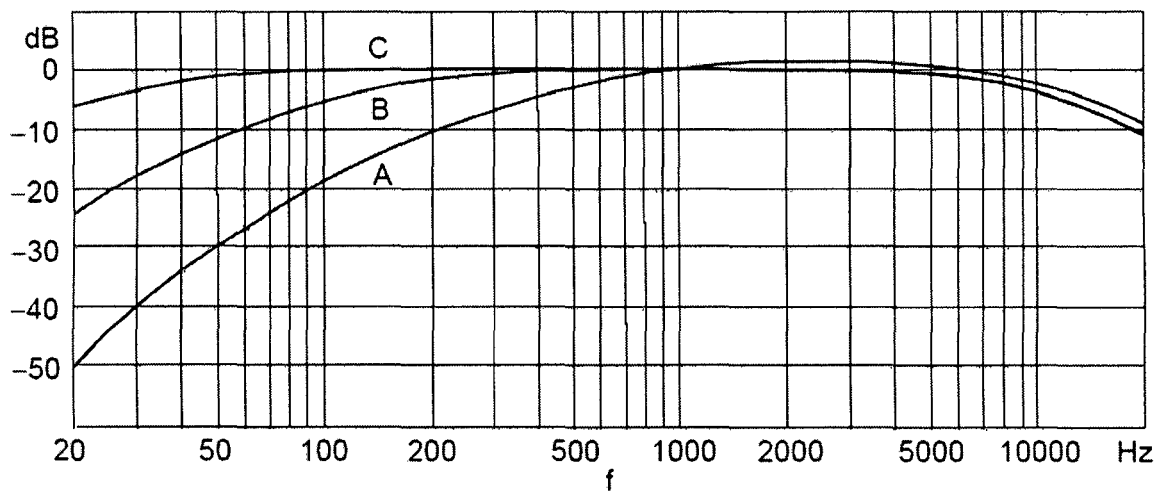


Figura 07: Curvas isofónicas

En salud laboral la más utilizada es la escala o ponderación A, pensada como atenuación similar al oído cuando soporta niveles de presión sonora bajos a las distintas frecuencias. La unidad de medida entonces es el dBA.

Como se aprecia en la Figura 7, en las bajas frecuencias la escala "A" atenúa de forma importante, disminuyendo la atenuación a medida que nos aproximamos a los 1.000 Hz, donde la atenuación es nula, como en las escalas B y C. Entre los 1.000 y los 5.000 Hz puede decirse que "amplifica" volviendo a "atenuar" ligeramente a partir de los 5.000 Hz.

2.5. INSTRUMENTOS A USAR EN LA INVESTIGACIÓN.

2.5.1. Sonómetro:

Es un instrumento de medida que sirve para medir niveles de presión sonora, de los que depende la amplitud, la intensidad acústica, su percepción, sonoridad. Es decir que el sonómetro mide el nivel de ruido que existe en determinado lugar y en un momento dado. En los sonómetros la medición puede ser manual, o bien,

estar programada de antemano. En cuanto al tiempo entre las tomas de nivel cuando el sonómetro está programado, depende del propio modelo. Algunos sonómetros permiten un almacenamiento automático que va desde un segundo, o menos, hasta las 24 horas. Hay sonómetros que permiten programar el inicio y el final de las mediciones. Se establecen 4 tipos de sonómetro en función de su grado de precisión:

-Sonómetro de clase 0. Se utiliza en laboratorios para obtener niveles de referencia.

-Sonómetro de clase 1. Permite el trabajo de campo con precisión.

-Sonómetro de clase 2. Permite realizar mediciones generales en los trabajos de campo.

-Sonómetro de clase 3. Menos preciso, realiza mediciones aproximadas.

2.5.2. El Audiómetro:

Aparato de alta tecnología que consiste básicamente en:

-Un generador de distintas frecuencias de sonido. Este instrumento emite tonos puros, sonidos que el ser humano no está acostumbrado a escuchar, no existe en la vida diaria este sonido. Las frecuencias estudiadas son: 125, 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000, 8000 ciclos/segundo.

-Un atenuador de intensidad en decibeles entre 0 y 110

-Un generador de ruidos enmascarantes.

-Un vibrador óseo para el estudio de la audición ósea.

-Un micrófono para comunicarse con el paciente y realizar la discriminación de la palabra.

2.5.3. El Examen Audiométrico

La audiometría es un examen que cifra las pérdidas auditivas y determina la magnitud de éstas en relación con las vibraciones acústicas. Estos resultados se anotan en gráficos denominados audiogramas. Para realizar e interpretar la audiometría es necesario conocer: Las vibraciones acústicas, la fisiología de la audición y la fisiopatología de la audición.

El oído está constituido por dos grupos de estructuras anatómicas: 1) El aparato de conducción (oído externo y oído medio) que transmite las vibraciones acústicas al oído interno. Su fisiología está esencialmente regida por las leyes de la física, sus trastornos pueden estar cifrados claramente en relación con las unidades físicas. 2) El aparato de percepción que constituye el órgano sensorial (oído interno, cócleo, fibras nerviosas y centros auditivos superiores.

Audiogramas. Simbología:

- Vía aérea del oído derecho (OD)
- Vía aérea del oído izquierdo (OI)
- Vía ósea del OD (OI enmascarado)
- Vía ósea del OI (OD enmascarado)
- Vía ósea del OD (sin enmascarar)
- Vía aérea del OD (con OI enmascarado)
- Vía aérea del OI (con OD enmascarado)
- Umbrales de discomfort
- Ausencia de umbral

2.6. BASE LEGAL.

El tratamiento del ruido como un contaminante ha adolecido de muchas lagunas legales. La primera declaración internacional que contempló las consecuencias de la contaminación sonora data de 1972, cuando la OMS decidió catalogarlo genéricamente como un tipo más de contaminación. Siete años después, la Conferencia de Estocolmo clasificaba al ruido como contaminante específico. Leyes al respecto en el Perú:

- **Constitución Política de 1993.** Se garantiza una vida plena y equilibrada de las personas como se indica en el artículo 2) “La persona humana es el fin supremo del Estado y la sociedad”, estableciendo en el inciso 22) “Garantizar el derecho de toda persona a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida”.
- **Ley General del Ambiente. Ley N° 28611.** Es la norma ordenadora del marco normativo legal para gestión ambiental en el Perú.
- **Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, Ley N° 28245.** Objetivo, asegurar el más eficaz cumplimiento de los objetivos ambientales de las entidades públicas, fortalecer los mecanismos de transectorialidad en la gestión del ambiente.
- **Decreto Supremo N° 085-2003-PCM.** Aprueba el Reglamento de estándares Nacional de Calidad Ambiental para el Ruido, estableciendo lineamientos para no excederse, zonificando la ciudad en residencial, comercial e industrial por parte de la municipalidad correspondiente.
- **Ordenanza N° 16-2004-MPM.** Lineamiento de prevención, fiscalización y Control del Ruido. Tiene por objeto establecer los lineamientos de prevención a través de campañas educativas, fiscalización y control de la emisión de ruidos, sonidos y vibraciones, con efectos nocivos o molestos de cualquier índole producidos en áreas públicas y privadas

- **Ordenanza Municipal N° 015-2004-A-MPM.** El Alcalde de la Municipalidad Provincial de Maynas determina la Ordenanza Municipal de “Prevención de contaminación sonora por vehículos motorizados
- **Ordenanza Municipal N° 017-2004-A- MPM.** El Alcalde de la Municipalidad Provincial de Maynas, ordena que para las municipalidades distritales de Punchana, San Juan y Belén, se establece la presente Ordenanza para la prevención y control de ruidos.

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1. VARIABLES, INDICADORES E INDICES:

VARIABLES	INDICADORES	ÍNDICES
X: Niveles de contaminación sonora	X1: Calle/cruce X2: Ubicación X3: Hora	dB (decibeles) dB (decibeles)
Y: Salud auditiva	Y1: Nivel de sordera	Nivel audiómetro

3.2. TIPO DE ESTUDIO.

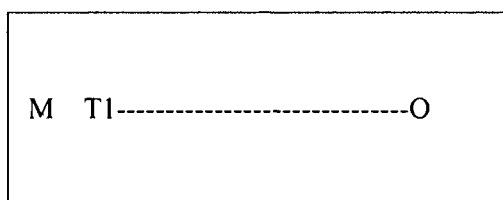
El presente trabajo de investigación de acuerdo a su enfoque corresponde a una investigación Cuantitativa, es decir aquella investigación donde intervienen variables cuantitativas, en este caso la variable independiente que en el nivel del ruido corresponde a una variable cuantitativa continua y se obtiene en base a un instrumento de precisión como es el sonómetro y la variable dependiente a una variable también cuantitativa, que es el nivel audiométrico de las personas que también necesitan de aparatos y equipos para obtener estos datos.

El Tipo de Investigación corresponde a una investigación Descriptiva No Experimental, es decir aquella que comprende el registro, análisis e interpretación de la realidad problemática, composición o proceso de los fenómenos, el enfoque se realizó sobre condiciones o fenómenos dominantes en el presente, muchas veces lleva consigo algún tipo de comparación y con frecuencia responde a las siguientes preguntas: QUE, QUIEN Y DONDE (David Fox)

3.3. DISEÑO DE INVESTIGACION:

Dentro de la Investigación Descriptiva se utilizó el estudio Transversal, que es aquel que compara en un momento determinado a distintas personas o fenómenos que representan a diversas etapas de su desarrollo.

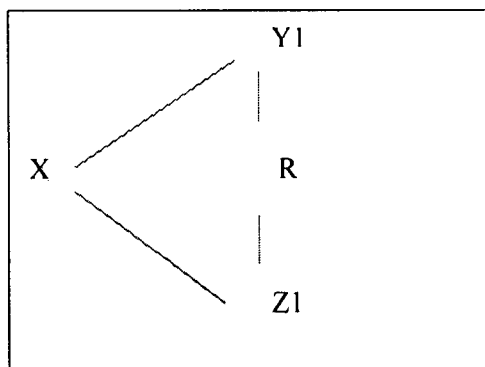
El diseño de la investigación descriptiva transversal es el siguiente:



Dónde:

- M : Representa la muestra de la población.
- T1 : Tiempo en el cual se efectúa el recojo de la información.
- O : Representa la observación o medición o dato que se toma al momento de recoger la información.

La investigación también corresponde a una investigación no experimental – correccional, y cuyo diseño es el siguiente:



Dónde:

M = Es la muestra a ser evaluada

X, Y = Variables en estudio

R = Coeficiente de correlación entre las variables estudio.

3.4. DEFINICION OPERACIONAL.

a. Contaminación Sonora o Acústica:

Se llama contaminación sonora o acústica (o contaminación auditiva) al exceso de sonido que altera las condiciones normales del ambiente en una determinada zona. Si bien el ruido no se acumula, traslada o mantiene en el tiempo como las otras contaminaciones, también puede causar grandes daños en la calidad de vida de las personas si no se controla bien o adecuadamente.

El término "contaminación acústica" hace referencia al ruido (entendido como sonido excesivo y molesto), provocado por las actividades humanas (tráfico, industrias, locales de ocio, aviones, etc.), que produce efectos negativos sobre la salud auditiva, física y mental de las personas.

Este término está estrechamente relacionado con el ruido debido a que esta se da cuando el ruido es considerado como un contaminante, es decir, un sonido molesto que puede producir efectos nocivos fisiológicos y psicológicos para una persona o grupo de personas.

b- Salud Auditiva:

Son todas aquellas actividades que se realizan con el fin de prevenir factores de riesgo, que atenten contra el órgano auditivo y su función.

c-Malestar Auditivo:

Puede consistir en pérdida de la audición y zumbido en los oídos. Los trastornos auditivos pueden aparecer natural y gradualmente a medida que envejece la persona, pero también puede ser un efecto secundario de algunos tratamientos del cáncer de mama.

d- Nivel de sordera:

La sordera es la reducción más o menos grave de la audición.- Según la clasificación audiológica.

De la sordera del BIAP (Bureau Internacional d'Audiophonologie) se distingue cuatro grados en relación a la entidad de la pérdida auditiva expresada en decibeles:

- LEVES; entre los 20 y 40 decibeles
- MEDIA; entre los 40 y 70 decibeles
- GRAVE; entre los 70 y 90 decibeles
- PROFUNDA: superior a los 90 decibeles

En el interno de la sordera profunda, hay una ulterior subdivisión:

Primer Grado: sordera con curva patronal que abarca todas las frecuencia entre los 125 y los 4000 Hertz a la intensidad de los 90 decibeles;

Segundo Grado: sordera con curva entre 125 a los 2000 Hertz a la intensidad igual o mayor de los 90 Decibeles;

Tercer Grado: sordera con dicha curva a la coma de los 125 a los 1000 Hertz a la intensidad mayor a los 90 decibeles.

3.5. POBLACION Y MUESTRA.

3.5.1. Población.

La población estuvo dada por el total de moradores y trabajadores que viven a lo largo del Jr. Prospero de la ciudad de Iquitos.

3.5.2. Muestra.

La muestra calculada corresponde a una muestra estrictamente probabilística y estuvo dado por la siguiente formula.

$$N^* = (Z\alpha - Z\beta)^2 \cdot \sigma^2 / E^2$$

Dónde:

$Z\alpha$ = Nivel de confianza empleado, que normalmente lo da el investigador, y generalmente se trabaja con niveles de confianza de 0.05 y 0.0.

$Z\beta$ = Potencia de una prueba (error tipo II), valor que normalmente lo da el investigador.

σ^2 = Varianza, este valor debe ser calculado ya sea a través de un muestreo piloto o de estudios anteriores.

E^2 = Error Muestral lo establece generalmente el investigador.

De acuerdo a esto tenemos:

Muestra para malestar auditivo.

Error = 1

Potencia = 0.80

Nivel de confianza = 0.05

Desviación estándar = 5 (del muestreo piloto)

N = 197

Muestra para nivel de sordera:

Error = 3

Potencia = 0.90

Nivel de confianza = 0.05

Desviación estándar = 5

N= 30

3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOJO DE LA INFORMACIÓN:

Variable	Técnica	Instrumento
Niveles de contaminación sonora	Observación directa	Sonómetro
Salud auditiva	Audiometría	Ficha de cotejo

3.7. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS:

Para el análisis de datos, se utilizaron varias técnicas entre ellas tenemos.

a. Para los resultados del ruido en decibeles:

Se utilizaron las siguientes técnicas:

- Estadísticas descriptivas.
- Cuadros de frecuencia.
- Diagramas de control.
- Diagramas 3 D.

b. Para los resultados de los niveles audiométricos:

Se utilizaron las siguientes técnicas:

- Cuadros de frecuencia
- Diagrama de barras.

c. Para la correlación entre ambas variables , se utilizó la técnica siguiente:

- Coeficiente de correlación de Pearson.

La correlación bivariada tiene como estadística el coeficiente Pearson cuya fórmula es la siguiente:

$$r = \frac{n\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \sqrt{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2}}$$

Dónde:

r : coeficiente de correlación Pearson

n : Número total de elementos (población)

$\sum XY$: Sumatorias de variables (Independiente y dependiente)

$\sum X$: Sumatoria de la variable X

$\sum Y$: Sumatoria de la variable Y

$\sum X^2$: Sumatoria del cuadrado de la variable X



343

$\sum Y^2$: Sumatoria del cuadrado de la variable Y

- Finalmente todo el procesamiento estadístico se efectúa aplicando el software estadístico SPSS-20 y Minitab -16

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. CONTAMINACIÓN SONORA:

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS, NIVEL DEL RUIDO EN LAS DISTINTAS ESQUINAS DEL JIRON PROSPERO.

Cuadro N° 05: Estadísticos descriptivos, nivel de ruido en decibeles en las diferentes esquinas del Jirón Prospero.

Cruce/calle	Estadígrafo	Valor
Próspero / Abtao	Vmin.	70
	Vmax	94
	R	24
	S	2.69
	CV	3.23
	X	83.16
Próspero / 9 de Diciembre	Vmin.	70
	Vmax	94
	R	24
	S	6.66
	CV	8.09
	X	82.27
Próspero / Palcazu	V min.	70
	V max.	95
	R	25
	S	5.42
	CV	6.48

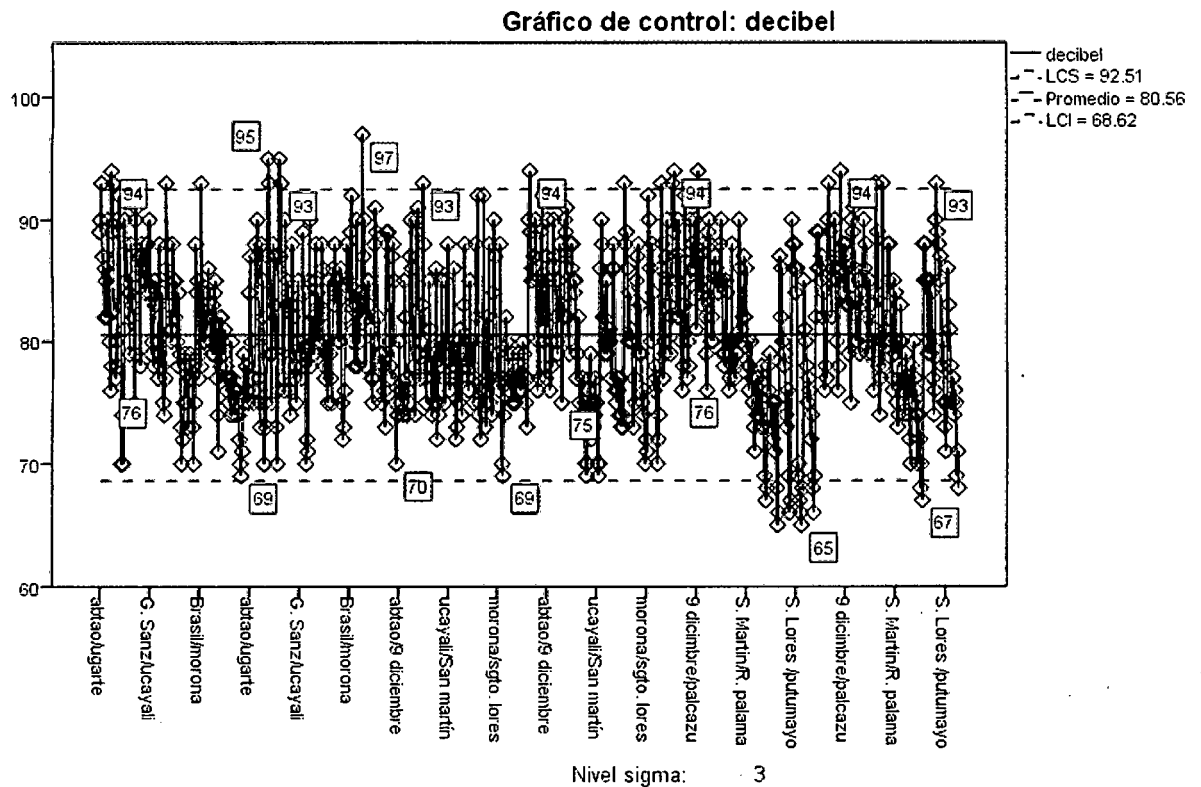
	X	83.54
Próspero / García Sanz	X	84.24
	Vmin.	74
	Vmax	95
	R	21
	S	4.91
	CV	5.82
Próspero / Ucayali	X	79.90
	Vmin	69
	Vmax	90
	R	21
	S	4.89
	CV	6.12
Próspero / San Martin	X	78.89
	Vmin.	69
	Vmax	93
	R	24
	S	5.89
	CV	7.46
Próspero / Ricardo Palma	X	80.39
	Vmin.	70
	Vmax.	90
	R	20
	S	4.74
	Cv	5.89
Próspero / Brasil	X:	77.47
	Vmin.	69
	Vmax.	93
	R	24

	S	5.06
	Cv	6.53
Próspero / Morona	X:	78.40
	Vmin.	65
	Vmax.	93
	R	28
	S	6.35
	Cv	8.09
Próspero / Sgto. Lores	X:	79.89
	Vmin.	66
	Vmax.	92
	R	26
	S	6.03
	Cv	7.54
Próspero / Putumayo	X	79.76
	Vmin.	65
	Vmax.	97
	R	32
	S	6.82
	Cv	8.53
Próspero / Napo	X:	77.85
	Vmin.	66
	Vmax.	93
	R	27
	S	5.71
	Cv	7.33

Fuente: Base de datos

El cuadro reporta los estadísticos descriptivos en cuanto a decibeles de las diferentes esquinas del Jirón Próspero.

Gráfico 01: Diagrama de control de frecuencia de decibeles en las diferentes esquinas del Jirón Próspero.



Fuente: Base de Datos

El diagrama reporta la frecuencia de decibeles en las diferentes esquinas del Jirón Próspero, sin importar la hora en donde se observa que el decibel más bajo reportado está en la esquina de Próspero con Morona y Próspero con Putumayo, con 65 dB. Y los más altos se registraron en la esquina de Próspero con Palcazu y Próspero con 9 de Diciembre, con 97 dB.

Cuadro 06: Estadísticos descriptivos de frecuencia de decibeles a diferentes horas y en las diferentes esquinas del Jirón Prospero

Estadísticos descriptivos

Variable dependiente: decibel

Calle	hora	Media	Desviación típica	N
Próspero / Ugarte	07,00 horas	81,61	5,910	36
	11,00 horas	85,08	5,560	13
	12,00 horas	85,50	5,419	12
	16,00 horas	83,42	4,481	12
	Total	83,16	5,698	73
Próspero / 9 Diciembre	07,10 horas	80,08	7,224	36
	11,10 horas	85,45	5,047	11
	12,10 horas	83,08	5,583	12
	16,10 horas	85,08	5,213	12
	Total	82,27	6,665	71
Próspero / Palcazu	07,20 horas	82,81	6,201	36
	11,20 horas	84,17	4,648	12
	12,20 horas	83,67	4,313	12
	16,20 horas	85,00	4,805	12
	Total	83,54	5,428	72
Próspero / García Sanz	07,30 horas	83,39	5,862	36
	11,30 horas	85,17	3,243	12
	12,30 horas	85,58	3,848	12
	16,30 horas	84,50	3,989	12
	Total	84,24	4,915	72
Próspero / Ucayali	07,40 horas	80,22	4,363	36
	11,40 horas	81,75	4,515	12
	12,40 horas	74,58	3,848	12

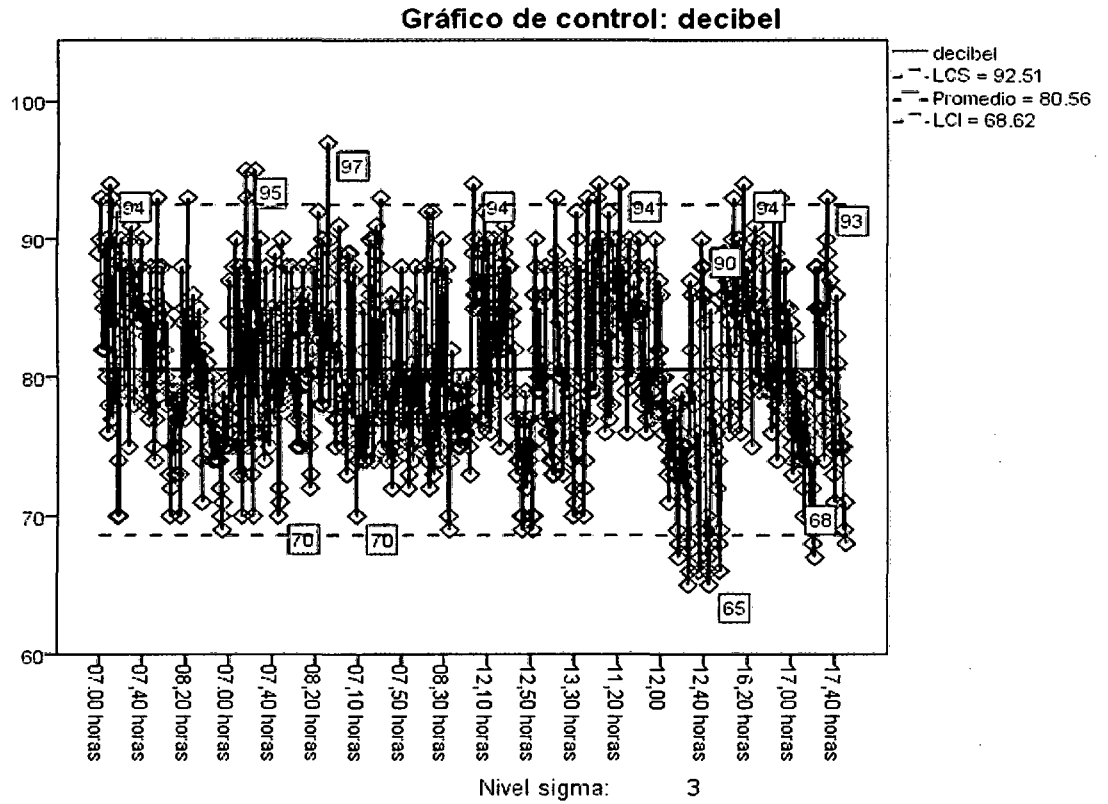
	16,40 horas	82,42	4,122	12
	Total	79,90	4,894	72
	07,50 horas	80,47	5,804	36
	08,20 horas	77,00	.	1
Prospero / San	11,50 horas	81,91	4,182	11
Martín	12,50 horas	73,92	3,175	12
	16,50 horas	82,50	6,201	12
	Total	79,89	5,890	72
	08.00 horas	80,39	4,649	36
	12,00	78,58	4,795	12
Próspero / R. Palma	13,00 horas	82,25	4,048	12
	17,00 horas	80,33	5,466	12
	Total	80,39	4,746	72
	08,10 horas	79,00	5,071	36
	12,10 horas	73,42	3,655	12
Próspero / Brasil	13,10 horas	77,92	5,468	12
	17,10 horas	76,50	3,680	12
	Total	77,47	5,063	72
	08,20 horas	80,69	5,403	36
	12,20 horas	72,75	4,515	12
Próspero / Morona	13,20 horas	82,17	5,982	12
	17,20 horas	73,42	4,078	12
	Total	78,40	6,350	72
	08,30 horas	81,00	5,601	36
	11.00 horas	79,00	.	1
Próspero / Sgto.	12,30 horas	76,42	6,921	12
Lores	13,30 horas	78,25	6,283	12
	17,30 horas	81,91	4,908	11
	Total	79,89	6,013	72
Próspero /	08,40 horas	79,58	4,705	36

Putumayo	12,40 horas	77,25	10,358	12
	13,40 horas	80,58	7,292	12
	17,40 horas	82,00	7,532	12
	Total	79,76	6,827	72
Próspero / Napo	08,50 horas	77,28	4,694	36
	12,50 horas	75,08	5,648	12
	14,00 horas	84,08	4,926	12
	17,50 horas	76,08	5,418	12
	Total	77,85	5,715	72

Fuente: Base Datos

El cuadro reporta los decibeles reportados a diferentes horas y en las diferentes esquinas del Jirón Próspero.

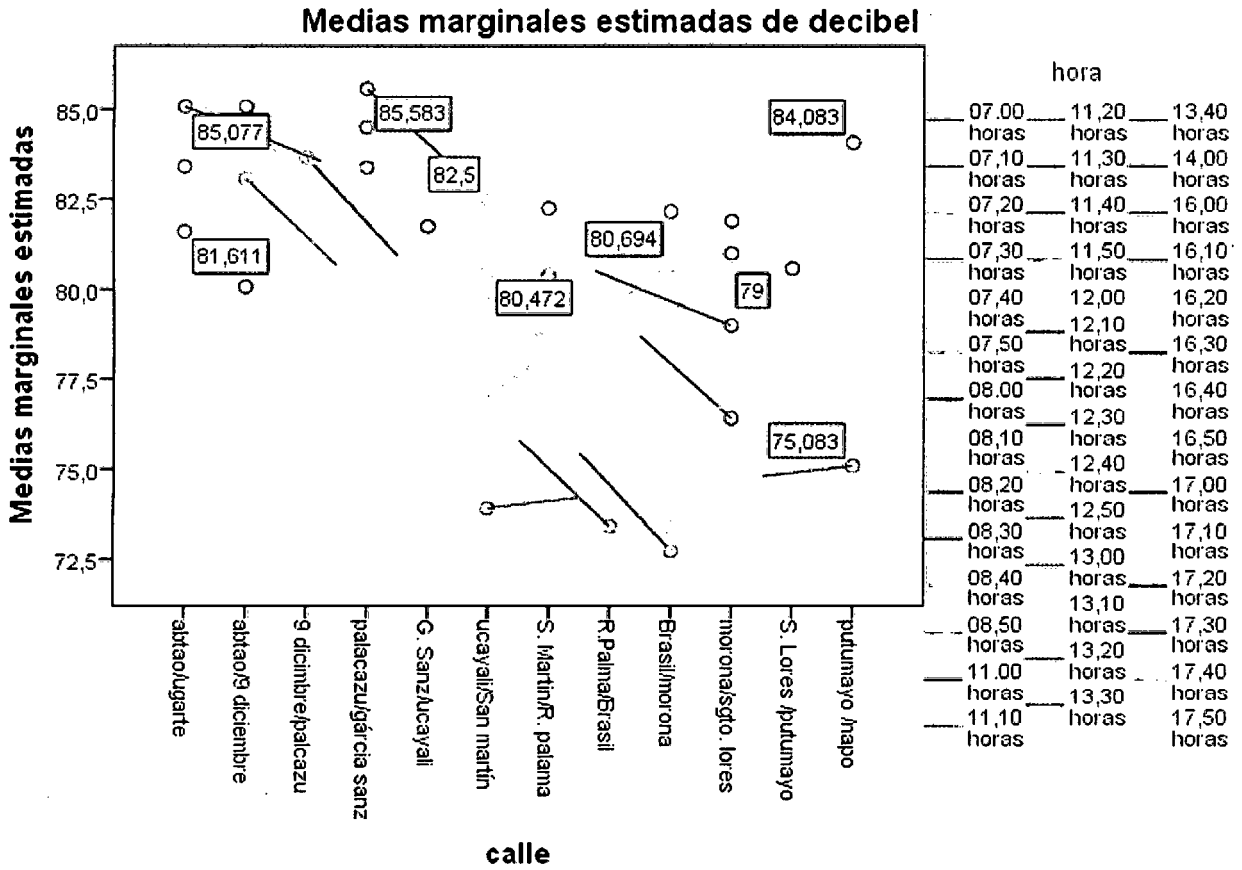
Gráfico 02: Nivel de ruido a diferentes horas en el Jirón Próspero 2012



Fuente: Base Datos

El gráfico reporta los resultados del nivel de ruido en decibeles del Jirón Próspero a diferentes horas, se nota que el límite de confianza varía entre 68.2 y 92.5 decibeles, siendo las horas punta entre las 07.a 8.00 de la mañana.

Gráfico 03: Nivel de ruido de acuerdo a la hora y al lugar de ubicación del Jirón Próspero

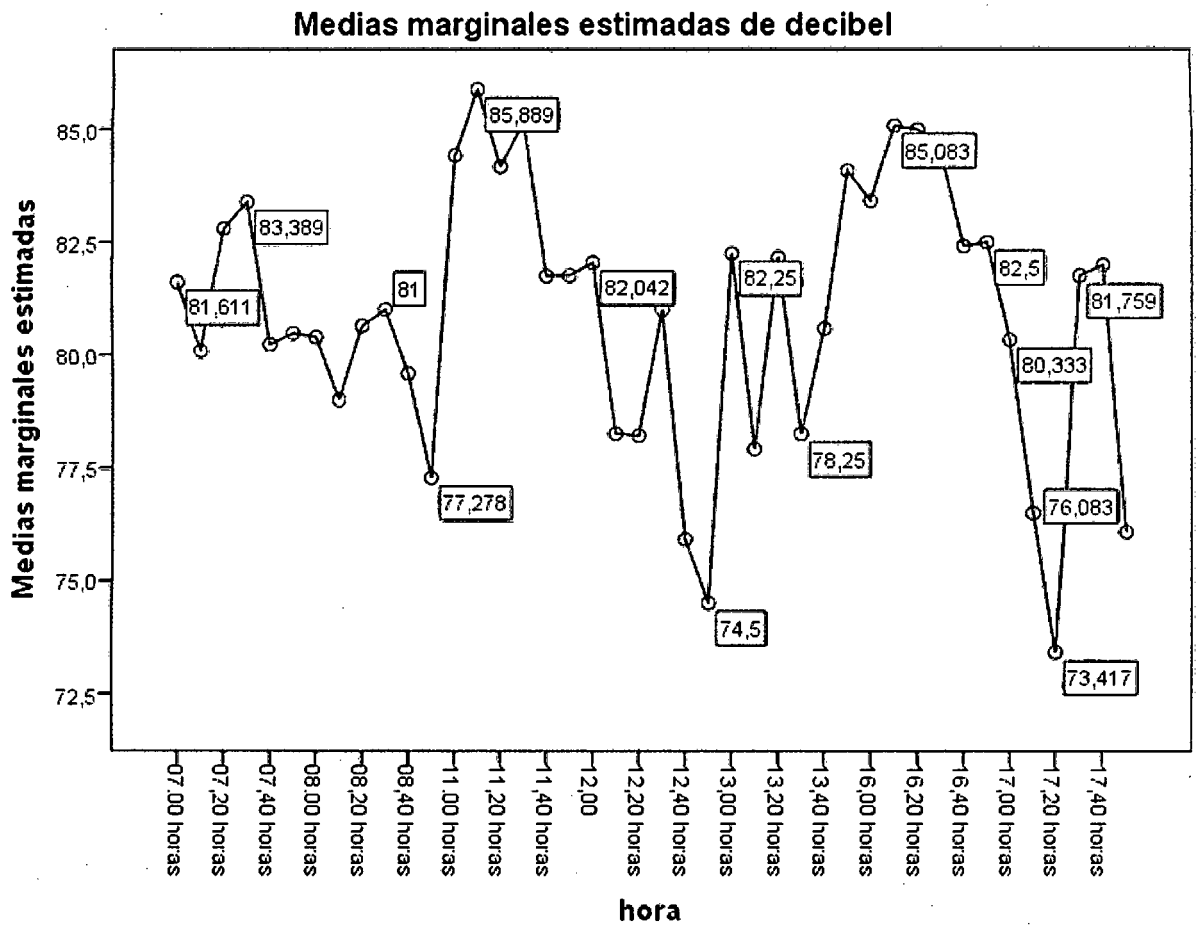


Las medias no estimables no se representan

Fuente: Base Datos

El gráfico reporta el nivel de ruido de acuerdo a la hora de estudio y también de acuerdo al lugar de la calle, en ella se aprecia los lugares de más alto ruido en el Jirón Próspero.

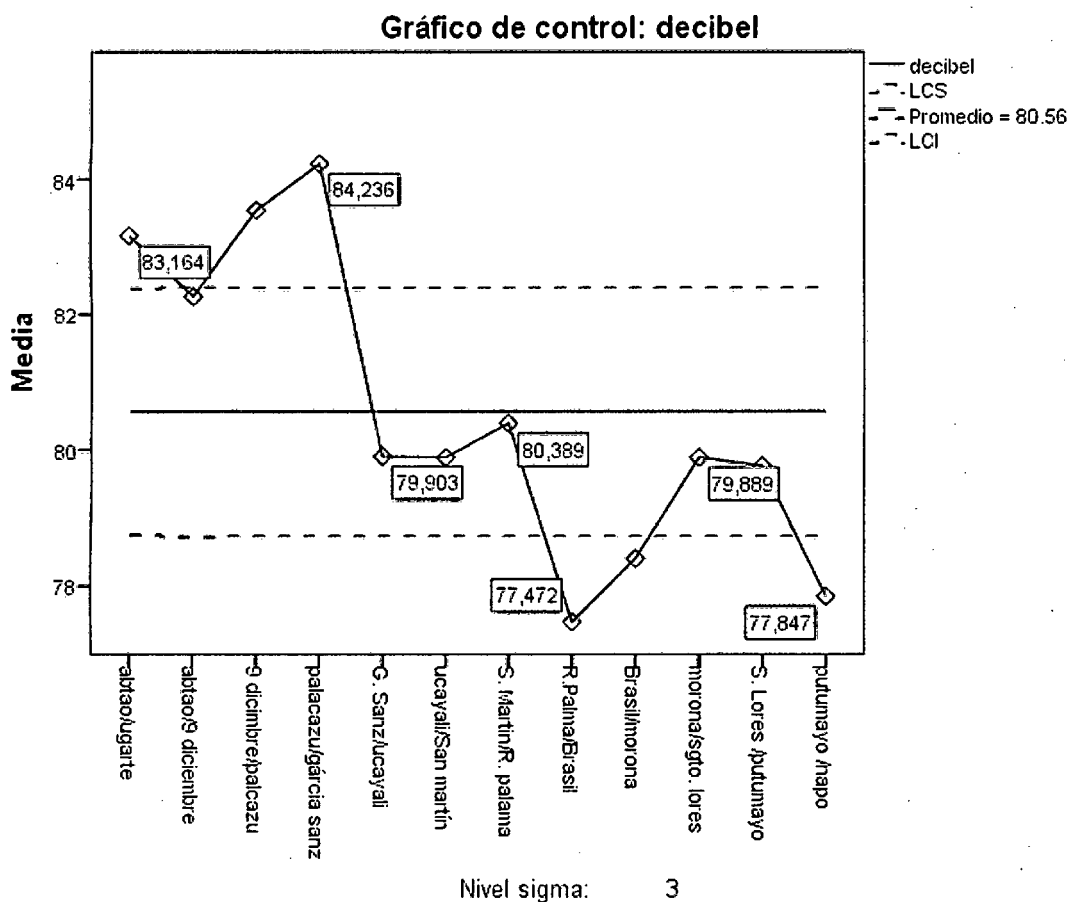
Gráfico 04: Nivel promedio de ruido en el Jirón Próspero de acuerdo a la hora.



Fuente: Base de Datos

El gráfico reporta el nivel promedio de ruido en el Jirón Próspero de acuerdo a las horas donde se aprecia que el pico más elevado es a las 7.20 a.m. y 11.20 a.m.

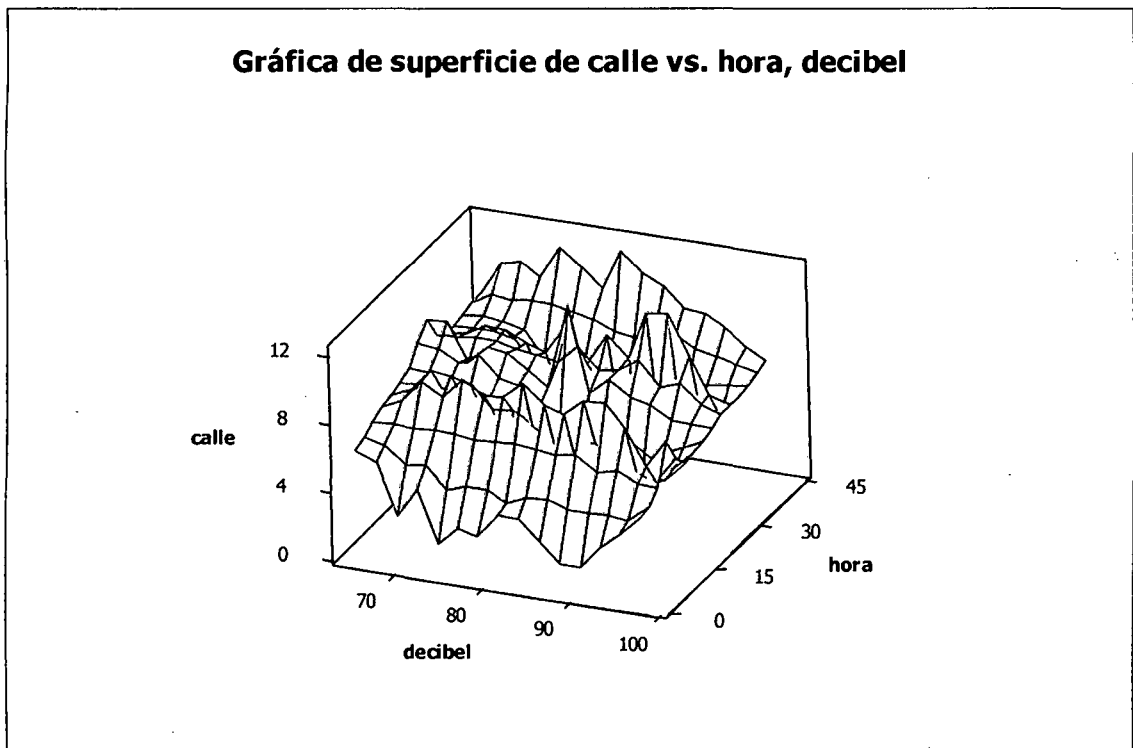
Gráfica 05: Nivel promedio de ruido en decibeles en las distintas cuadras del Jirón Próspero.



Fuente. Base de Datos

El cuadro reporta los resultados promedio del ruido en decibeles de las diferentes cuadras del Jirón Próspero, se observa que el mayor promedio de ruido se encuentra entre las calles 9 de Diciembre/Palcazu y Palcazu/García Sanz, alcanzando los 84 decibeles.

Gráfico 06: Diagrama 3d del nivel del ruido (en decibeles) vs. hora en las diferentes esquinas del Jirón Próspero.



Fuente: Base de Datos

El gráfico reporta resultados del nivel del ruido en decibeles del Jirón Próspero de acuerdo a la hora y la calle cruce, los resultados indican que hay ciertas esquinas de Próspero que son más ruidosas que otras, por ejemplo la esquina Próspero/9 de Diciembre, Próspero/ Palcazu.

Cuadro 07: Estadísticos descriptivos entre el nivel de ruido y el lugar de ubicación de las diferentes cuadras del Jirón Próspero.

Estadísticos descriptivos

Variable dependiente: decibel

Hora	lugar	Media	Desviación típica	N
07.00 horas	vereda, esquina	85,56	6,405	9
	interior esquina	79,89	4,285	9
	vereda, 1/2 cuadra	85,33	3,082	9
	interior a 1/2 cuadra	75,67	2,784	9
	Total	81,61	5,910	36
07,10 horas	vereda, esquina	85,67	7,263	9
	interior esquina	76,11	2,147	9
	vereda, 1/2 cuadra	85,56	4,720	9
	interior a 1/2 cuadra	73,00	2,398	9
	Total	80,08	7,224	36
07,20 horas	vereda, esquina	88,22	4,265	9
	interior esquina	79,22	4,353	9
	vereda, 1/2 cuadra	87,00	3,000	9
	interior a 1/2 cuadra	76,78	3,734	9
	Total	82,81	6,201	36
07,30 horas	vereda, esquina	89,67	3,775	9
	interior esquina	79,22	4,295	9
	vereda, 1/2 cuadra	84,67	3,354	9
	interior a 1/2 cuadra	80,00	5,268	9
	Total	83,39	5,862	36
07,40 horas	vereda, esquina	83,89	4,781	9
	interior esquina	76,44	2,603	9
	vereda, 1/2 cuadra	82,67	2,693	9
	interior a 1/2 cuadra	77,89	1,537	9

	Total	80,22	4,363	36
	vereda, esquina	83,89	4,106	9
	interior esquina	74,56	3,046	9
07,50 horas	vereda, 1/2 cuadra	84,89	5,278	9
	interior a 1/2			
	cuadra	78,56	3,844	9
	Total	80,47	5,804	36
	vereda, esquina	82,56	4,275	9
	interior esquina	80,33	3,571	9
08.00 horas	vereda, 1/2 cuadra	82,89	3,983	9
	interior a 1/2			
	cuadra	75,78	3,383	9
	Total	80,39	4,649	36
	vereda, esquina	79,44	3,644	9
	interior esquina	76,44	2,186	9
08,10 horas	vereda, 1/2 cuadra	83,67	5,172	9
	interior a 1/2			
	cuadra	76,44	5,318	9
	Total	79,00	5,071	36
	vereda, esquina	84,00	4,770	9
	interior esquina	75,60	2,366	10
08,20 horas	vereda, 1/2 cuadra	83,22	5,696	9
	interior a 1/2			
	cuadra	80,11	3,951	9
	Total	80,59	5,362	37
	vereda, esquina	86,00	3,905	9
	interior esquina	80,00	2,062	9
08,30 horas	vereda, 1/2 cuadra	82,33	5,025	9
	interior a 1/2			
	cuadra	75,67	5,408	9
	Total	81,00	5,601	36
	vereda, esquina	84,00	6,265	9
	interior esquina	79,56	2,506	9
08,40 horas	vereda, 1/2 cuadra	79,00	3,354	9
	interior a 1/2			
	cuadra	75,78	1,202	9
	Total	79,58	4,705	36
	vereda, esquina	81,56	6,002	9
08,50 horas	interior esquina	77,33	2,598	9

	vereda, 1/2 cuadra	76,67	2,646	9
	interior a 1/2	73,56	3,167	9
	cuadra			
	Total	77,28	4,694	36
	vereda, esquina	89,75	4,992	4
	interior esquina	83,25	3,500	4
11,00 horas	vereda, 1/2 cuadra	86,33	4,041	3
	interior a 1/2	78,00	2,000	3
	cuadra			
	Total	84,64	5,583	14
	vereda, esquina	88,50	4,950	2
	interior esquina	78,33	1,528	3
11,10 horas	vereda, 1/2 cuadra	88,00	2,000	3
	interior a 1/2	88,00	2,000	3
	cuadra			
	Total	85,45	5,047	11
	vereda, esquina	87,33	6,506	3
	interior esquina	85,33	1,528	3
11,20 horas	vereda, 1/2 cuadra	85,00	2,646	3
	interior a 1/2	79,00	3,000	3
	cuadra			
	Total	84,17	4,648	12
	vereda, esquina	89,00	1,000	3
	interior esquina	80,67	1,155	3
11,30 horas	vereda, 1/2 cuadra	86,33	,577	3
	interior a 1/2	84,67	,577	3
	cuadra			
	Total	85,17	3,243	12
	vereda, esquina	87,67	2,517	3
	interior esquina	78,67	,577	3
11,40 horas	vereda, 1/2 cuadra	83,00	2,646	3
	interior a 1/2	77,67	2,082	3
	cuadra			
	Total	81,75	4,515	12
	vereda, esquina	82,00	5,292	3
	interior esquina	78,50	,707	2
11,50 horas	vereda, 1/2 cuadra	85,00	5,568	3
	interior a 1/2	81,00	1,000	3
	cuadra			

	Total	81,91	4,182	11
	vereda, esquina	88,00	4,050	6
	interior esquina	82,00	4,604	6
12,00	vereda, 1/2 cuadra	82,83	5,269	6
	interior a 1/2 cuadra	75,33	3,141	6
	Total	82,04	6,125	24
	vereda, esquina	82,33	7,367	6
	interior esquina	76,33	2,582	6
12,10 horas	vereda, 1/2 cuadra	81,33	6,947	6
	interior a 1/2 cuadra	73,00	5,657	6
	Total	78,25	6,758	24
	vereda, esquina	82,67	5,715	6
	interior esquina	76,83	4,070	6
12,20 horas	vereda, 1/2 cuadra	80,17	7,333	6
	interior a 1/2 cuadra	73,17	8,035	6
	Total	78,21	7,052	24
	vereda, esquina	87,50	3,271	6
	interior esquina	79,67	1,366	6
12,30 horas	vereda, 1/2 cuadra	80,83	7,223	6
	interior a 1/2 cuadra	76,00	9,550	6
	Total	81,00	7,205	24
	vereda, esquina	83,67	5,164	6
	interior esquina	80,00	6,723	6
12,40 horas	vereda, 1/2 cuadra	72,00	3,899	6
	interior a 1/2 cuadra	68,00	2,098	6
	Total	75,92	7,762	24
	vereda, esquina	79,67	3,204	6
	interior esquina	75,00	2,280	6
12,50 horas	vereda, 1/2 cuadra	74,67	1,751	6
	interior a 1/2 cuadra	68,67	1,506	6
	Total	74,50	4,520	24
13,00 horas	vereda, esquina	88,00	2,000	3
	interior esquina	80,33	1,528	3

	vereda, 1/2 cuadra	81,33	3,215	3
	interior a 1/2	79,33	2,082	3
	cuadra			
	Total	82,25	4,048	12
	vereda, esquina	86,67	1,155	3
	interior esquina	76,00	1,000	3
13,10 horas	vereda, 1/2 cuadra	75,67	1,528	3
	interior a 1/2	73,33	,577	3
	cuadra			
	Total	77,92	5,468	12
	vereda, esquina	90,00	2,646	3
	interior esquina	83,33	3,055	3
13,20 horas	vereda, 1/2 cuadra	80,33	,577	3
	interior a 1/2	75,00	2,000	3
	cuadra			
	Total	82,17	5,982	12
	vereda, esquina	86,67	1,528	3
	interior esquina	80,33	2,309	3
13,30 horas	vereda, 1/2 cuadra	75,00	1,000	3
	interior a 1/2	71,00	1,000	3
	cuadra			
	Total	78,25	6,283	12
	vereda, esquina	89,33	3,055	3
	interior esquina	84,00	4,000	3
13,40 horas	vereda, 1/2 cuadra	77,00	1,000	3
	interior a 1/2	72,00	2,000	3
	cuadra			
	Total	80,58	7,292	12
	vereda, esquina	89,00	3,606	3
	interior esquina	78,67	1,528	3
14,00 horas	vereda, 1/2 cuadra	87,33	2,517	3
	interior a 1/2	81,33	2,082	3
	cuadra			
	Total	84,08	4,926	12
	vereda, esquina	85,67	3,512	3
	interior esquina	86,67	2,082	3
16,00 horas	vereda, 1/2 cuadra	84,33	2,517	3
	interior a 1/2	77,00	1,000	3
	cuadra			

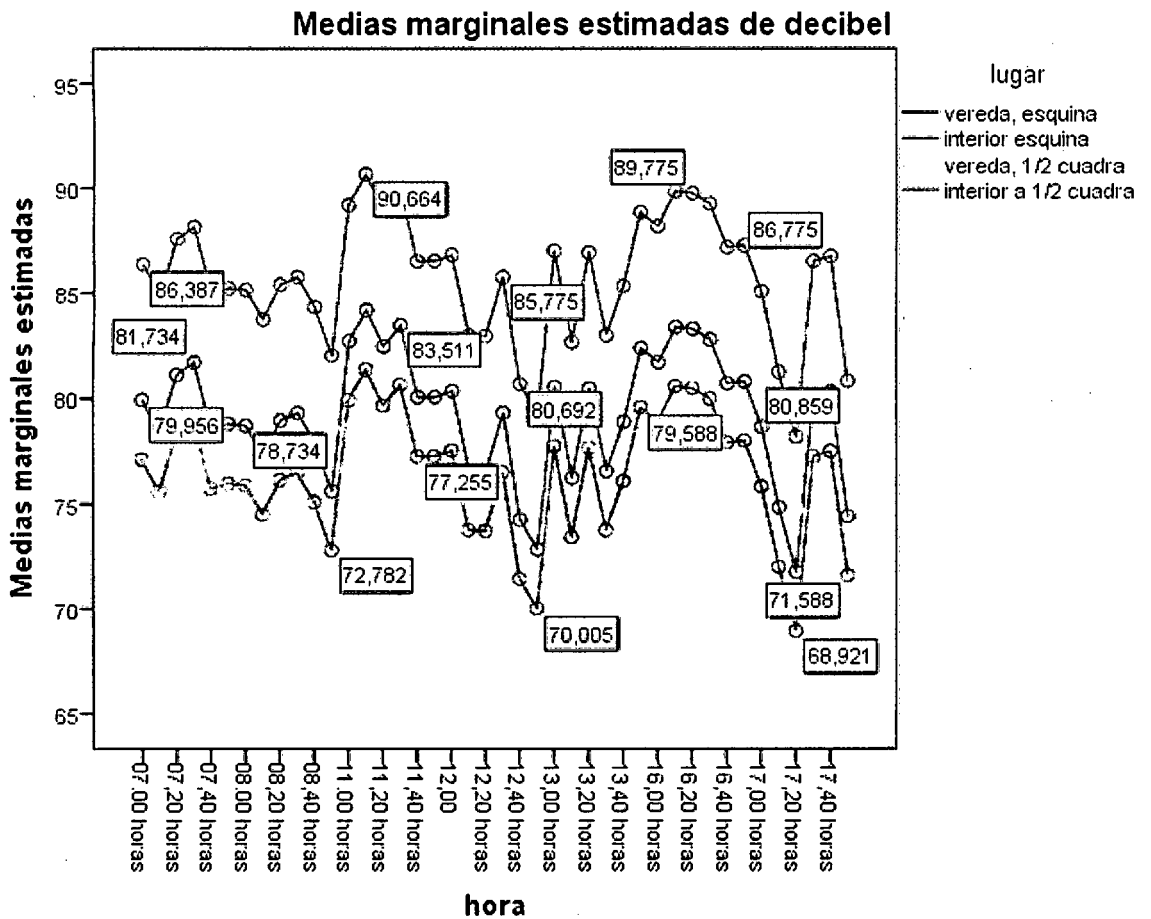
	Total	83,42	4,481	12
	vereda, esquina	90,67	2,082	3
	interior esquina	84,33	2,082	3
16,10 horas	vereda, 1/2 cuadra	87,33	2,517	3
	interior a 1/2			
	cuadra	78,00	2,000	3
	Total	85,08	5,213	12
	vereda, esquina	89,00	4,359	3
	interior esquina	86,33	2,082	3
16,20 horas	vereda, 1/2 cuadra	85,67	2,517	3
	interior a 1/2			
	cuadra	79,00	4,000	3
	Total	85,00	4,805	12
	vereda, esquina	90,00	1,000	3
	interior esquina	82,67	3,055	3
16,30 horas	vereda, 1/2 cuadra	81,33	3,215	3
	interior a 1/2			
	cuadra	84,00	1,000	3
	Total	84,50	3,989	12
	vereda, esquina	88,00	2,000	3
	interior esquina	80,33	1,528	3
16,40 horas	vereda, 1/2 cuadra	82,33	3,055	3
	interior a 1/2			
	cuadra	79,00	2,646	3
	Total	82,42	4,122	12
	vereda, esquina	88,67	4,509	3
	interior esquina	76,33	2,082	3
16,50 horas	vereda, 1/2 cuadra	83,67	8,145	3
	interior a 1/2			
	cuadra	81,33	1,528	3
	Total	82,50	6,201	12
	vereda, esquina	87,00	1,732	3
	interior esquina	77,67	2,082	3
17,00 horas	vereda, 1/2 cuadra	82,67	3,215	3
	interior a 1/2			
	cuadra	74,00	1,000	3
	Total	80,33	5,466	12
17,10 horas	vereda, esquina	81,00	1,732	3
	interior esquina	75,67	1,528	3

	vereda, 1/2 cuadra interior a 1/2 cuadra	77,33	1,528	3
	Total	76,50	3,680	12
	vereda, esquina interior esquina	77,67	2,517	3
	vereda, 1/2 cuadra interior a 1/2 cuadra	75,67	1,528	3
17,20 horas	vereda, 1/2 cuadra interior a 1/2 cuadra	72,00	2,000	3
	Total	73,42	4,078	12
	vereda, esquina interior esquina	87,00	1,732	3
	vereda, 1/2 cuadra interior a 1/2 cuadra	82,50	3,536	2
17,30 horas	vereda, 1/2 cuadra interior a 1/2 cuadra	82,67	3,215	3
	Total	81,91	4,908	11
	vereda, esquina interior esquina	90,67	2,082	3
	vereda, 1/2 cuadra interior a 1/2 cuadra	86,67	1,528	3
17,40 horas	vereda, 1/2 cuadra interior a 1/2 cuadra	77,67	2,517	3
	Total	82,00	7,532	12
	vereda, esquina interior esquina	83,33	2,517	3
	vereda, 1/2 cuadra interior a 1/2 cuadra	76,67	1,528	3
17,50 horas	vereda, 1/2 cuadra interior a 1/2 cuadra	75,00	1,000	3
	Total	76,08	5,418	12
	vereda, esquina interior esquina	85,33	5,251	216
	vereda, 1/2 cuadra interior a 1/2 cuadra	78,92	4,075	216
Total	vereda, 1/2 cuadra interior a 1/2 cuadra	81,94	5,482	216
	Total	80,56	6,080	864

Fuente: Base de datos

El cuadro reporta el nivel de ruido del Jirón Próspero y el lugar de ubicación del mismo.

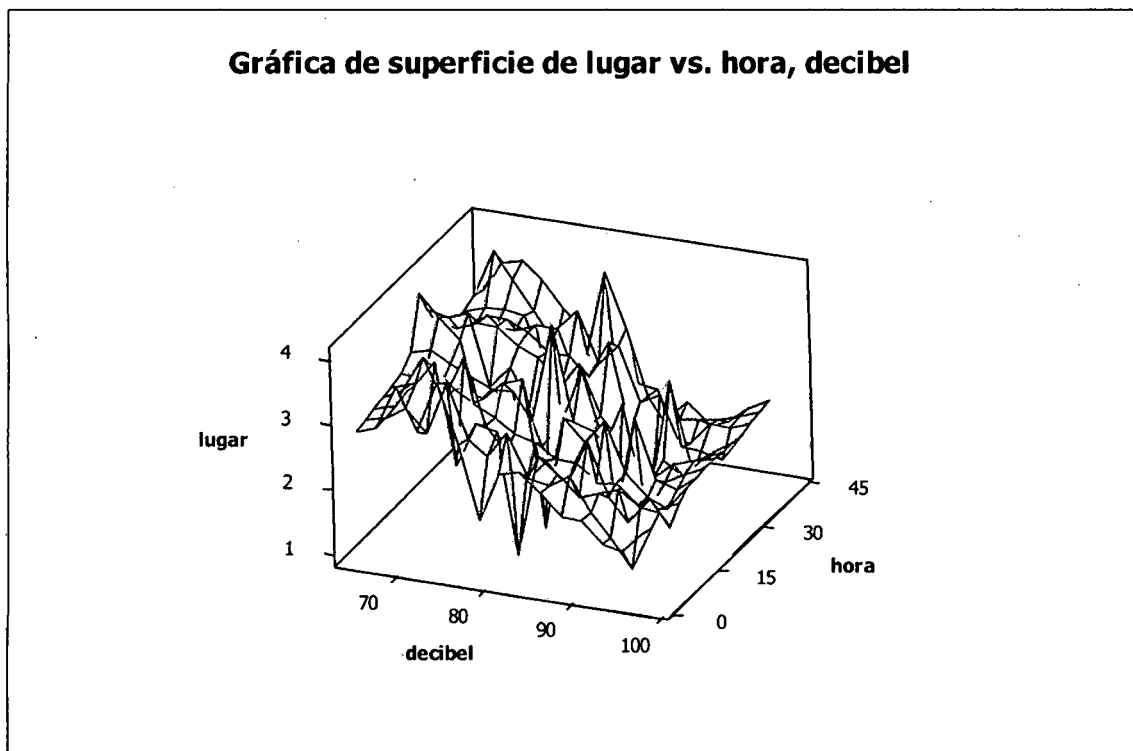
Grafico 07: Promedio de ruido de acuerdo a la hora y al lugar de ubicación (vereda esquina, interior esquina, vereda a media cuadra e interior a media cuadra).



Fuente: Base de Datos

El gráfico reporta el nivel de ruido en el Jirón Próspero de acuerdo a la hora y al lugar de ubicación, se observa que el mayor nivel de ruido se encuentra en la vereda (esquina de cuadra), en la que logra un pico de hasta 90 decibeles.

Gráfico 08. Gráfico 3d de lugar, hora, y decibel, Jirón Próspero



Fuente: Base de Datos

Dónde:

- 1: Vereda/ esquina
- 2: Interior/ esquina
- 3: Vereda/ media cuadra
- 4: Interior/media cuadra

La grafica 3D reporta los resultados del efecto del ruido en la manifestación de los decibeles respecto al lugar de la toma de dato vereda/ esquina, interior/ esquina, vereda/ media cuadra e interior/ media cuadra. La gráfica reporta que los datos obtenidos de vereda/ esquina tienen los reportes más altos, alcanzando picos de hasta 90 decibeles, que corresponden a las primeras horas de la mañana.

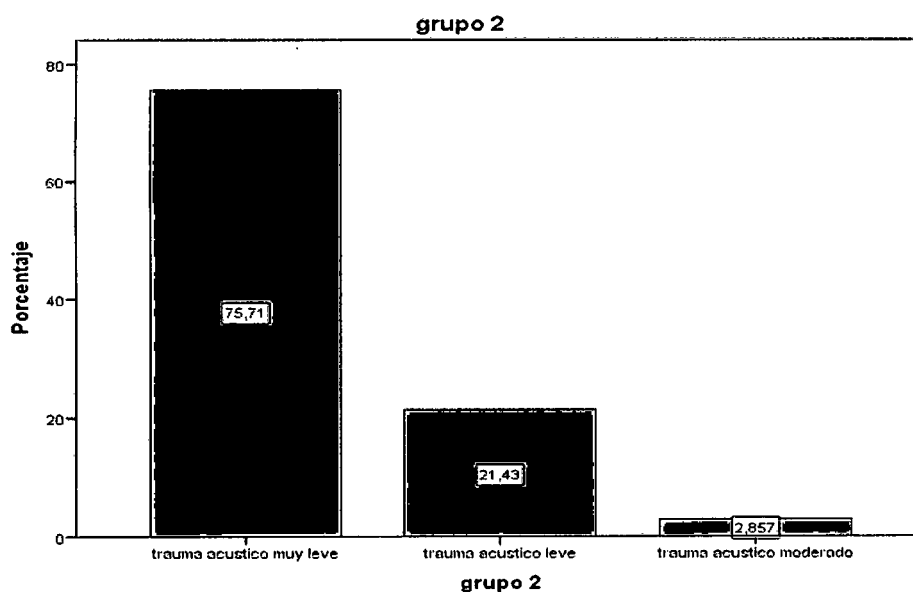
4.2. DE AUDIOMETRÍA

Cuadro 08: Resultados de la prueba audiométrica sometida a los trabajadores del Jirón Próspero, año 2012.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
trauma acústico muy leve	53	6,1	75,7	75,7
trauma acústico leve	15	1,7	21,4	97,1
trauma acústico moderado	2	,2	2,9	100,0
Total	70	8,1	100,0	

Fuente: base de datos

Gráfico: 09: Resultado gráfico de la prueba audiométrica sometida a los trabajadores del Jirón Próspero, año 2012



Fuente: Cuadro 08

El cuadro 08 y el gráfico 09 reportan los resultados de las pruebas de audiometría de las personas que viven en el Jirón Próspero, se nota que el 75.7% tiene trauma acústico muy leve, un 21.4% trauma acústico leve y tan solo un 2.9% tiene trauma acústico moderado.

Cuadro 09: Correlación entre el nivel del ruido en decibeles del Jirón Próspero Vs. nivel de audiometría en las personas que viven y trabajan en el Jirón Próspero.

		decibel	Audiometría
decibel	Correlación de Pearson	1	,247*
	Sig. (bilateral)		,040
	N	864	70
audiometría	Correlación de Pearson	,247*	1
	Sig. (bilateral)	,040	
	N	70	70

***. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).**

El cuadro reporta que el nivel de alto ruido que existe en el Jirón Próspero correlacionado con el nivel de audiometría de las personas que trabajan este lugar, demuestran que existe una correlación de $r = ,247$ lo que significa que ambas variables se encuentran asociadas; afirmación válida hasta con 95% de confianza.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

El ruido es el riesgo laboral que se manifiesta de forma reiterada en el medio ambiente. Ninguno de los distintos riesgos para la salud que concurren en las instalaciones industriales lo hacen tan reiteradamente como el ruido. El ruido es un riesgo permanente para la salud de los trabajadores; es cierto que en estos ambientes rara vez se presenta el riesgo de pérdida de capacidad auditiva, pero también es cierto que el ruido puede dar lugar a otros efectos como: alteraciones fisiológicas, distracciones, interferencias en la comunicación o alteraciones psicológicas. Estos efectos son generalmente difíciles de valorar.

El ruido actúa a través del órgano del oído sobre los sistemas nerviosos central y autónomo. Cuando el estímulo sobrepasa determinados límites, se produce sordera y efectos patológicos en ambos sistemas, tanto instantáneos como diferidos. A niveles mucho menores, el ruido produce malestar y dificulta o impide la atención, la comunicación, la concentración, el descanso y el sueño. La reiteración de estas situaciones puede ocasionar estados crónicos de nerviosismo y estrés lo que, a su vez, puede llevar a trastornos psicofísicos, enfermedades cardiovasculares y alteraciones del sistema inmunológico.

El presente experimento tuvo como objetivo determinar si el nivel de ruido a lo largo del Jirón Próspero afecta la salud auditiva de las personas que trabajan por dicho sector. Los resultados indican que el Jirón Próspero tiene contaminación acústica o sonora especialmente en las horas punta. En el gráfico 04 se nota que la mayor intensidad de ruido se encuentra entre las 11.00 y 12 horas con promedios de 85.88 decibeles. Este resultado excede del límite permisible estándar para zonas comerciales que es de 50 decibeles. De igual forma estos resultados se acercan a lo reportado por Vásquez –Barnett, que al medir el ruido de la ciudad de Iquitos en diferentes sectores, reportan para el Jirón Próspero 92.5 decibeles en las esquinas Próspero/ Brasil; Asimismo Ramírez Lozano al medir el nivel del ruido de la ciudad de Iquitos

en sitios específicos como hospitales, clínicas y centros educativos, reporta, un nivel del ruido de 89.00 decibeles en la esquina de Próspero/ San Martín.

El oído es el órgano sensorial responsable de la audición. Se compone de un sistema de conducción aérea de las ondas sonoras (oído externo y oído medio) y de un receptor (oído interno), compuesto a su vez por la membrana timpánica y otros órganos encargados de amplificar y transmitir la señal acústica hasta el cerebro.

El oído humano percibe las frecuencias comprendidas entre 20 Hz a 20.000 Hz aproximadamente, y las presiones sonoras comprendidas entre 20 μ Pa y 20 Pa.

El riesgo fundamental que genera la exposición prolongada a altos niveles de presión sonora es el aumento del umbral de audición. Existen cuatro factores de primer orden que determinan el riesgo de pérdida auditiva: a) Nivel de presión sonora; b) Tiempo de exposición al ruido; c) Tipo de ruido ; d) Edad de la persona.

El Trauma acústico se produce cuando la exposición a ruido es de muy elevada intensidad y durante un periodo de tiempo corto (segundos). Es el caso típico de una explosión. Puede producir dos tipos de lesiones diferentes:

- Rotura de la membrana del tímpano como consecuencia de la sobrepresión.
- Destrucción de las células ciliadas del Órgano de Corti. Si el tímpano resiste el impacto y el sonido llega hasta la cóclea, sobreviene una pérdida de audición súbita que puede afectar a las frecuencias de conversación (de 400 a 3.000 Hz).
- La hipoacusia crónica inducida por ruido, se produce por la exposición prolongada y repetida a ruido de cierta intensidad. El deterioro se produce de manera paulatina, perdiendo sensibilidad en la audición, sobre todo en bajas frecuencias, lo que conlleva cierta dificultad para identificar palabras.

- La sordera profesional es la evolución de la hipoacusia crónica; se produce igualmente por la exposición prolongada y repetida al ruido de cierta intensidad, llegando en este caso a incapacitar a la persona para captar la mayoría de los sonidos. Es una lesión irrecuperable, incluso con la implantación de prótesis auditiva.

De igual forma la audiometría es el examen básico para la detección de los efectos en la salud del ruido. Es una prueba funcional que sirve para determinar el estado actual de audición. La audiometría puede ser colectiva o individual. La audiometría no es en sí misma una técnica de prevención, ya que no evita los daños ocasionados por la exposición al ruido, pero permite detectarlos en un estado precoz de su desarrollo, y por tanto su realización periódica suministra informaciones muy útiles para el establecimiento de planes preventivos, y el seguimiento de la eficacia de las medidas adoptadas.

Para efectuar una audiometría se emiten unos sonidos (tonos puros), que actuando sobre el oído producen una sensación sonora en la persona explorada. Como aparato emisor y receptor de la respuesta se utiliza el audiómetro. En la audiometría individual los sonidos que emitimos desde el audiómetro pueden llegar a la persona explorada a través de unos auriculares, que transmiten el sonido por vía aérea, o bien a través de un vibrador, aplicado en el hueso temporal, por lo que la transmisión del sonido es por vía ósea. Para eliminar los efectos del ruido ambiental se debe situar al sujeto a explorar en una cabina insonorizada, en posición sentada y con los auriculares o el vibrador colocados en el oído, donde se le hace escuchar diferentes estímulos auditivos (variando en intensidad y frecuencia) que servirán para trazar la curva audiométrica.

En la gráfica audiométrica se anotan las respuestas límite (umbral inferior) que nos señala la pérdida de audición del individuo explorado. El umbral inferior de audición en cada tono tiene diferente intensidad y la unión del conjunto de puntos hallados es la denominada “curva audiométrica”.

De las gráficas obtenidas se puede deducir:

- Si existe disminución de audición.
- Si existe hipoacusia, si ésta es de transmisión o de percepción.
- Si hay trauma acústico, y si existe, conocer si es intenso y a qué frecuencias afecta.
- Si el trauma afecta a las frecuencias de conversación.

De los resultados obtenidos de la medición del ruido en la presente investigación generado por el transporte público en sus distintas modalidades y el ruido producido por los equipos de sonido en las mismas casas comerciales, nos obligó a determinar que las personas que trabajan en el Jirón Próspero se sometan a un examen de audiometría que permita deducir que el nivel de ruido que existe en el Jirón Próspera produce trauma acústico, lo que fue corroborado después de dicho examen que, sí, las personas que trabajan en dicho sector tienen trauma acústico leve y moderado.

El resultado de la prueba de correlación (cuadro 09), indica que tanto el nivel del ruido como la disminución de la audición están estrechamente relacionados, donde se reporta que hay una correlación significativa, afirmación válida hasta con 95 % de confianza.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

1. Que, el nivel del ruido en el Jirón Próspero varía de 68.56 a 92.51 decibeles, con un promedio de 80.56 decibeles.
2. Que los lugares de mayor interferencia de ruido se encuentran en el Jr. Próspero entre las calles Abtao y 9 de Diciembre, así como Palcazu y García San con 83.16 decibeles y 84.24 decibeles respectivamente y la zona donde existe menos ruido se encuentra entre las calles Ricardo Palma y Brasil con 77.47 decibeles así como Putumayo y Napo con 77.85 decibeles.
3. Que, las horas de mayor incidencia de ruido, están entre las 11.00 y 12.00 horas de la mañana (92.51 dB) y las horas menos ruidosas están entre las 04 y 05 horas (68.62 dB).
4. Que, en cuanto al sitio de ubicación de mayor ruido se encuentra entre las veredas/esquinas, cuyo orden de decibeles varía entre 86.38 hasta 90.66 decibeles.
5. La gráfica (09) de audiometría de este estudio demuestra pérdida de audición del individuo explorado, causando en el 75.71% de ellos trauma acústico muy leve, en el 21.45% trauma acústico leve y en el 2.85% trauma acústico moderado; esto es sordera leve, afirmación válida hasta con el 95% de confianza.
6. Los trabajadores del Jirón Próspero están expuestos a contaminación por efecto del ruido, ocasionándoles deterioro del sistema auditivo, pudiendo llegar a la hipocausia crónica.

7. El resultado de la prueba de correlación (cuadro 09) demuestra que el nivel de alto ruido en el Jirón Próspero correlacionado con el nivel de audiometría sometido a las personas que trabajan en este lugar indica que existe una correlación de $r = ,247$ lo que significa que ambas variables se encuentran asociadas, afirmación válida hasta con el 95% de confianza.

8. Por los altos niveles de medición del ruido obtenidos mediante el sonómetro y por la prueba audiométrica realizada a los empleados de dicha zona comercial, queda demostrado que existe contaminación acústica en el Jirón Próspero de Iquitos.

{

6.2. RECOMENDACIONES

1. Recomendar que las casas comerciales del Jirón Próspero sean acondicionadas acústicamente mediante puertas de vidrio resistente que permitan estar cerradas siempre , evitando el ruido producido del exterior.
2. Pedir a las autoridades locales: Alcaldes y Policía Nacional del Perú, hacer cumplir las normas legales existentes (Código de Transito, otros) sobre el transporte vehicular público de pasajeros (básicamente) y así como demás vehículos rodados. Controlar también la contaminación sonora en parrilladas, lugares de baile y lugares comerciales en Próspero que contaminan con el alto ruido de los equipos de sonido.
3. Recomendar a la Municipalidad Provincial de Maynas hacer cumplir los estándares nacionales de calidad ambiental del ruido (que se sujetan a los estándares normados por la organización Mundial de la Salud-OMS) a los responsables del transporte público de pasajeros de omnibuses, motocarros y motos, así como a los responsables de las casas comerciales que usan equipos de sonidos con alto ruido.
4. Recomendar a las Municipalidades, Universidades, Colegios realizar cursos, talleres y otros para que mediante este aprendizaje la población en general sepa que el ruido es un contaminante ambiental de mucho riesgo ya que deteriora la salud de las personas, por lo que se vuelve tarea de todos evitar la contaminación sonora.
5. Se recomienda continuar con los estudios de contaminación acústica en la ciudad, en especial en centros de concurrencia masiva de personas como son discotecas, salones de baile, parrilladas.
6. Se recomienda trabajar el Mapa Acústico de Iquitos con la finalidad de ubicar las áreas de mayor contaminación acústica y así poder dar las recomendaciones pertinentes para su control.

CAPÍTULO VII

BIBLIOGRAFIA

ALVAREZ A. (1967). Ruido y Sordera. Contribución al Estudio de la Hipócausia Ocupacional. Ed. El Nuevo Diario. México 12-7. 1967.

BECHER S, STUWE F, SCHWENZER C, WEBER K. 1996. Risk of hearing loss caused by high volume music-presenting an educational concept for preventing hearing loss in adolescents. *Gesundheitswesen*; 52(2): 91-5

ARQUICIST. (2004). Estudio Técnico Acústico. Estudio de Aislamiento Acústico de la Central Termoeléctrica-Iquitos. Lima-Perú. 11pp. 2004).

BERENSON M.L.-LEVINE, D.M. 1993, Estadística para administración y económica , conceptos y aplicaciones , Editorial Mc Graw Hill , México , D.F.

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL PERÚ. (1993). Editorial Congreso de la República. Lima-Perú. 5-6pp.

ERIKSON-MANGOL M, CARISSON SG. 1991. Psychological and somatic distress in relation to perceived hearing disability, hearing handicap and hearing measurement. *Journal of psychosomatic Research*. 1991;35(6):729-40

Enciclopedia libre Wikipedia, disponible en www.wikipedia.com

FOX, David, 1981, El Proceso de Investigación en Educación, Edición Universidad de Navarra, Pamplona España.

FUNDACIÓN MAPFRE, Instituto de Prevención, Salud y Medio Ambiente, Master e-learning en PRL. UD 3, Tema 28. Agentes Físicos: Ruido

GARCÍA, A. 1995. La Contaminación Sonora en la Comunidad Valenciana. Valencia. España.

GARCÍA A. 2006. Niveles de Contaminación sonora en ciudades grandes, medias y pequeñas: un estudio comparativo. (en línea). (27 de julio del 2006).URL disponible en. <http://www.ia.csic.es/Sea/publicaciones/4350sri61.pdf>

Ley General del Ambiente, Ley N° 28611

Ley: Constitución Política del Perú 1993

Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, Ley N° 28245.

Decreto Supremo N° 085-2003-PCM

Ordenanza Municipal N° 015-2004-A-MPM.

Ordenanza Municipal N° 017- 2004-A-MPM.

Ordenanza N° 168-2004-MPM- Lineamiento de Prevención, Fiscalización vy Control de Ruidos.

Programa de salud auditiva, disponible en <http://www.angelfire.com/co2/fono/sersalau.html>

Ramírez Lozano, Carlos (2011) Estudio comparativo entre contaminación sonora, entre los estándares permisibles y lo real en la ciudad de Iquitos “, tesis para optar el título de Ingeniero en Gestión ambiental, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Facultad de Agronomía

TAMBS et al (2003). Hearing loss induced by noise, ear infections and head injuries, sud from the nort-Trondelang hearing loss study, int J. Audiol.

VÁSQUEZ, David y BARNET, Vanessa (2010) “Niveles de contaminación sonora y su influencia en el estado de estrés de las personas, en la ciudad de Iquitos”; tesis para optar el grado de Maestría, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana

SITIOS WEB:

http://www.breastcancer.org/es/tratamiento/efectos_secundarios/trastornos_auditivos

<http://desilenciosyvida-kximena.blogspot.com/2011/04/los-niveles-de-sordera.html>

<http://www.ia.csic.es/Sea/publicaciones/4350sri61.pdf>

www.wikipedia.com

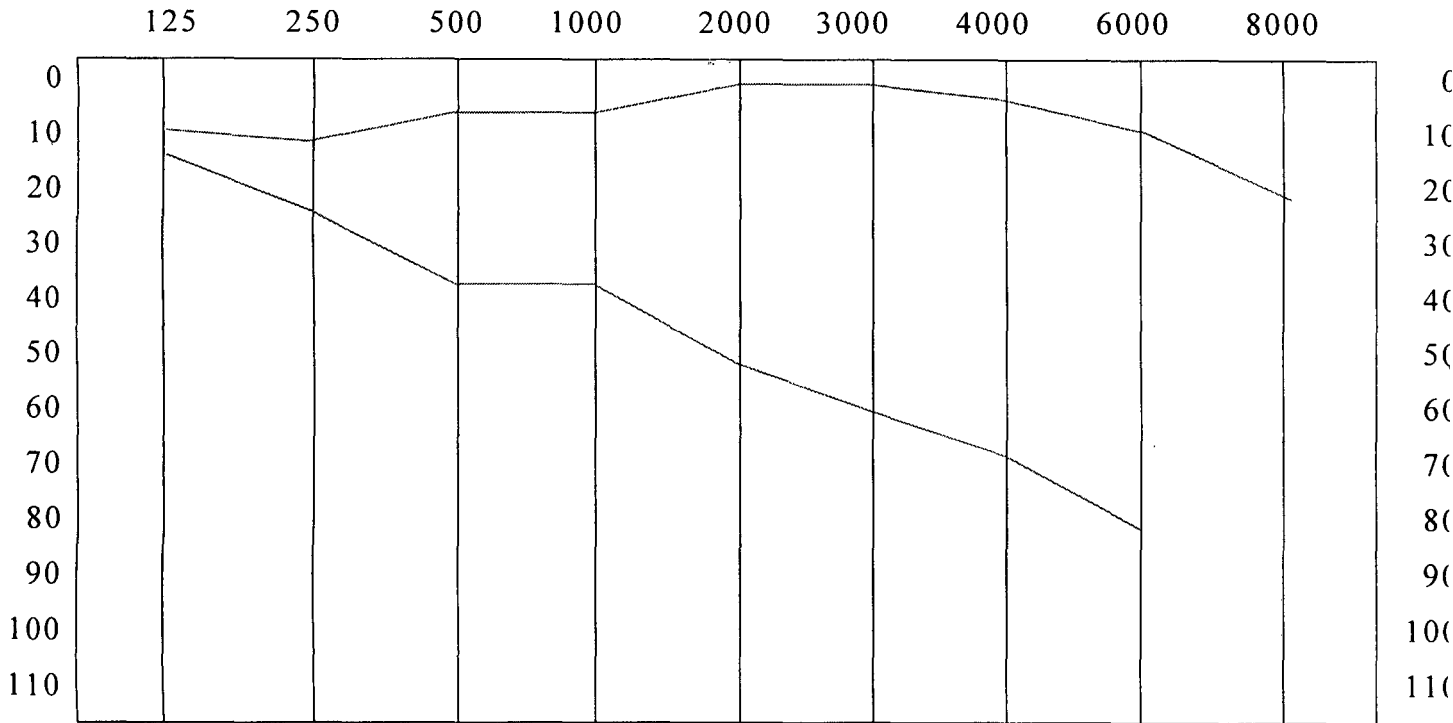
<http://es.wikipedia.org/wiki/Contaminaci%C3%B3n-ac%C3%A1stica>.

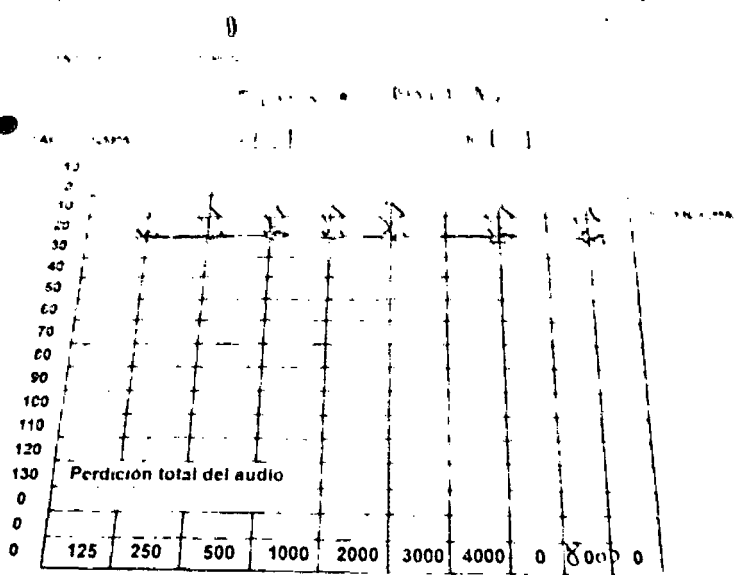
Wikipedia. (2010). Contaminación Acústica. 2010.

ANEXO

• AUDIOGRAMA

FRECUENCIA



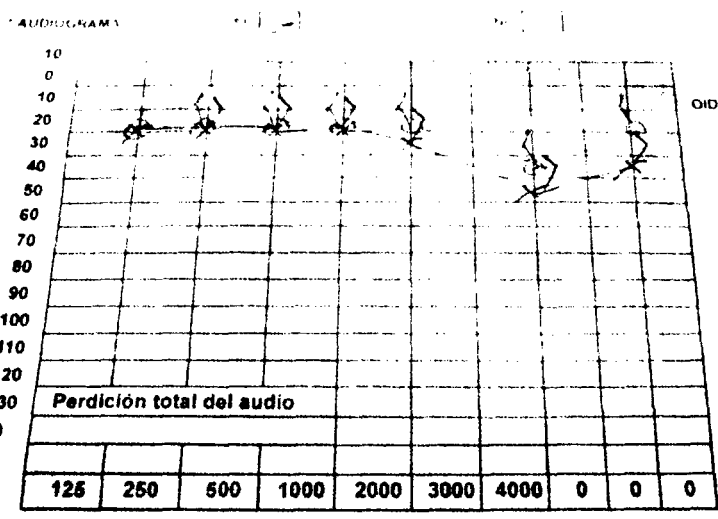


CONCLUSIONES

EVALUACION REGIONAL SAMO *[Handwritten Signature]*

NOMBRE: _____
 DISEÑO: _____
 DIRECCIÓN: _____

EXAMEN AUDIOMÉTRICO



CONCLUSIONES

Trauma Acústico leve bilateral

[Handwritten Signature]

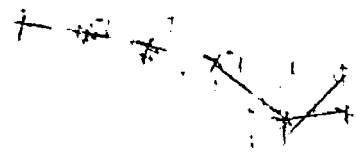
Otorrinolaringología

EXAMEN DE AUDICIÓN

LOGOAUDIOMETRÍA

PTA
PTE
SD
MCL
UCL

Modalidad	O.D.	O.I.
PTA		
PTE		
SD		
MCL		
UCL		



EFICIENCIA HORIZONTAL

LOGOAUDIOMETRÍA

- PTA Puntuación Total
- PTE Puntuación Escala de Percepción
- SD Diferencia de los pines
- MCL Nivel de Correlación
- UCL Nivel de Incomodidad
- F Puntuación Auditiva

DIAGNÓSTICO

Presbiacus bilateral moderada

[Handwritten signature]

Fecha: 10/03/2010