



FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

**ESTUDIO SOBRE EL IMPACTO DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN
EL CENTRO HISTÓRICO DE QUITO**

Trabajo de Titulación presentado en conformidad a los requisitos establecidos
para optar por el título de Ingeniería de Sonido y Acústica

Profesor Guía
Miguel Ángel Chávez

Autor
André Jacobo Hernández Mena

2010

QUITO

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos para un adecuado desarrollo del tema escogido, y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.”

Ing. Miguel Ángel Chávez

171072484-8

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

André Hernández

171658974-0

AGRADECIMIENTOS

A mi madre, porque sin ella no habría podido alcanzar este objetivo.

DEDICATORIA

A mi familia y amigos,
todas las experiencias
vividas son las que nos
definen como personas.

“Today’s dreams are
often, tomorrow realities”

-Bruce Lee -

RESUMEN

El impacto ambiental que produce la contaminación acústica en nuestro país en un principio fue subestimado, tanto por las autoridades, como por la gente que se encontraba inmersa en ambientes sonoros hostiles. Hoy en día, la mayoría de gente ignora este tipo de contaminación, su falta de conocimiento sobre el tema, conjuntamente con sus efectos y repercusiones en el ser humano, no han logrado una toma medidas inmediatas sobre esta problemática.

Al ser la contaminación acústica, parte de la creciente preocupación sobre la conservación del medio ambiente, y su consecuencia en el nivel de bienestar de la población, ha impulsado a Instituciones gubernamentales a desarrollar propuestas para mitigar los efectos de la contaminación, y encontrar soluciones viables, que sirvan como alternativas al momento del desarrollo de las actividades diarias del ser humano. Siendo la contaminación acústica parte de este problema.

El presente trabajo pretende dar a conocer, la situación actual del impacto causado en la población por la contaminación acústica, en un sector del Centro Histórico de Quito. Tomando como objetos de estudio, a las personas que desarrollan actividades de comercio en el sector. Siendo esta categoría, la que está expuesta el mayor tiempo a dicha contaminación. Las cuales también experimentan de una manera más directa los efectos provocados por esta.

Para el desarrollo de este trabajo se realizaron encuestas relacionadas con la percepción de la población hacia la contaminación acústica, así como también se valoró el ruido del sector de estudio mediante la medición de niveles de presión sonora. De esta manera se pretende llegar a una relación sobre los niveles de ruido y el grado de molestia de la gente evaluada frente a este contaminante.

ABSTRACT

Environmental impact produced by acoustic pollution in our country, has been underestimated by the authorities as well as people that usually tend to be inside hostile acoustic environments. Specifically the lack of knowledge about the topic, and their effects on the human being.

Due to the increasing worry about the environmental conservation, these past years, and the consequences on the well being of the population, entities with knowledge about the subject have begun to develop ways of preventing the effects, and finding viable solutions. So that it will help people with their daily activities.

This thesis project pretends to give valuable information about the actual situation, and the degree of the impact from acoustic pollution on the Colonial part of the city of Quito. Also information collected from the time according to the activities that take place during the day. Searching for ways of preventing the effects of this type of pollution.

In order to achieve this goal, measure instruments are needed such as sound level meters, and the creation of a survey regarding acoustic pollution. Following these instructions we will obtain results that can be of great use for us. We will obtain the degree of annoyed people from this area.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 MARCO REFERENCIAL	2
1.3 OBJETIVOS	3
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	3
1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	3
1.4 HIPÓTESIS	3
1.5 ALCANCE	4
1.6 IMPORTANCIA	4
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1 QUÉ ES LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA	5
2.1.1 CAUSAS	6
2.1.2 SURGIMIENTO DEL TEMA EN EL PAÍS.....	7
2.1.3 COMO ESCUCHAMOS.....	8
2.1.4 COMO SE MIDE.....	9
2.1.5 EL RUIDO AMBIENTAL	10
2.1.6 RUIDO COMUNITARIO	11
2.2 FUNCIONAMIENTO DEL OIDO	14
2.3 TRASTORNOS Y EFECTOS PRODUCIDOS POR LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA.....	16
2.3.2 FATIGA Y SORDERA AUTIDIVA	18
2.3.3 TRAUMA ACÚSTICO AGUDO.....	19
2.3.4 LA REPERCUSIÓN DEL RUIDO EN LA HABILIDAD DE LEER .	19
2.3.5 PROBLEMAS CARDIACOS Y CARDIOVASCULARES RELACIONADOS CON EL RUIDO	20
2.4 NORMAS Y REGULACIONES EXISTENTES	21
2.4.1 EL CONTROL AMBIENTAL EN LA UNIÓN EUROPEA.....	21
2.4.2 POLITICAS DE CONTROL DE RUIDO EN ESTADOS UNIDOS	22
2.4.3 EL MANEJO DEL RUIDO EN AMÉRICA LATINA.....	23
2.4.4 LEGISLACIÓN FRENTE A LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA ..	23

3 METODOLOGÍA DEL ESTUDIO DE CAMPO	26
3.1 METODOLOGÍA PARA TRATAR LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA.....	26
3.2 ESTUDIO URBANO DEL RUIDO	26
3.3 ÍNDICES DE VALORACIÓN DEL RUIDO	27
3.4 VALORACIÓN SUBJETIVA.....	29
3.4.1 FUENTES DE RUIDO	31
3.4.2 FUENTES FIJAS	31
3.4.3 FUENTES MÓVILES.....	32
3.5 MEDICIÓN DE RUIDO COMUNITARIO	33
3.5.1 MAPAS DE RUIDO.....	33
3.5.1.1 MÉTODO DE VÍAS O TRÁFICO.....	34
3.6 DIVERSAS TÉCNICAS DE MUESTREO EN ESTUDIOS DE ENCUESTAS A LA POBLACIÓN	34
3.7 MÉTODO DE MUESTREO PROBABILÍSTICO.....	36
3.8 LA ENCUESTA PARA INVESTIGACIÓN.....	38
4. DESARROLLO	40
4.1 SITIO DE CAMPO	40
4.1.1 CENTRO HISTÓRICO DE QUITO.....	40
4.1.2 PLAZA DE SAN FRANCISCO	40
4.2 ESTUDIO DE CAMPO.....	41
4.2.1 INSTRUMENTACIÓN	41
4.2.2 CRITERIOS DE MEDICIÓN	44
4.2.3 PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA DE DATOS	45
4.3 PARTE SUBJETIVA DEL ESTUDIO	47
4.3.1 DISEÑO DE UNA ENCUESTA	47
4.4 ENCUESTA PILOTO.....	58
4.5 PROCESAMIENTO DE DATOS OBTENIDOS.....	59
4.5.1 RESULTADOS DE LA ENCUESTA	61
4.5.2 PROCESO ESTADÍSTICO.....	68
4.5.2 RESULTADOS DE LAS MEDICIONES	82

4.6 QUÉ PODEMOS HACER PARA AMINORAR LOS EFECTOS DE ESTE FENÓMENO	97
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	99
CONCLUSIONES	99
6 BIBLIOGRAFÍA	103
ANEXOS	108

1. INTRODUCCIÓN

Se define a la contaminación acústica como el nivel excesivo en términos de ruido, el cual de esta manera afecta a las condiciones normales de un ambiente determinado. Definimos al ruido como un sonido molesto y excesivo, teniendo en cuenta que estas condiciones las pone el ser humano individualmente, ya que contiene un componente subjetivo. Con repercusiones tanto fisiológicas, como psicológicas.

1.1 ANTECEDENTES

La contaminación acústica en los seres humanos es parte del diario vivir de la gente, los niveles de presión sonora, a los que se está expuesto en las diversas tareas que realizamos, necesitan de un cuidadoso seguimiento o monitoreo. En la mayoría de los casos los niveles sobrepasan los valores recomendados, esto causa un pobre rendimiento del ser humano, al momento del desarrollo de sus actividades, un daño auditivo, perturbación en el sueño, dificultad en la comunicación hablada interpersonal, afectación a la concentración y aprendizaje, así como también altos niveles de stress con sus respectivas repercusiones, terminando en enfermedades de tipo nervioso y cardiovascular. Las causas más comunes para la contaminación acústica en centros urbanos son las siguientes: el aumento del parque automovilístico, la falta de planificación y de visión, para que dichos sectores soporten el transporte tanto privado como colectivo, actividades industriales, y sistemas de seguridad por medio de alertas sonoras.

Debido a la magnitud del daño en los seres humanos, el Municipio de Quito ha creado normas para diferentes sectores de las ciudades. Determinado principalmente por el uso de suelo de cada sector. Mediante niveles máximos de fuentes sonoras.

1.2 MARCO REFERENCIAL

El creciente interés por analizar las causas que tienen un impacto directo en el bienestar del ser humano, nos ha proporcionado herramientas para poder llevar a cabo investigaciones en base a la contaminación acústica. La OMS nos indica que el nivel de ruido soportable por el ser humano, en áreas residenciales, es de 55 a 65 Leq dB(A), en un periodo de 16 horas.

Los niveles de presión sonora que se producen en el Centro Histórico de Quito provienen, de fuentes móviles y/o fijas, que normalmente suelen ser: el sonido provocado por el flujo vehicular, la excesiva utilización de la bocina de dichos automóviles, los megáfonos, parlantes en las aceras, carga, y descargas de materiales, etc. El daño a la audición es irreparable, debido a los niveles de presión en tiempos de exposición prologados. La gente que padece de esta enfermedad no sabe que la tiene, ya que la pérdida es gradual, y si no se toma conciencia del daño que está produciendo, no se puede tomar medidas que frenen el deterioro. La irritabilidad, la falta de concentración, dan como consecuencia un ambiente no apto para el desarrollo normal de la población.

La concentración de personas debido al comercio en este sector, hace que una mayor cantidad de gente esté expuesta a este tipo de contaminación.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar una valoración de la contaminación acústica en la población de la Plaza de San Francisco ubicado en el Centro Histórico de Quito.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Determinar las fuentes que más afectan a la población del sector desde el punto de vista subjetivo.

Detectar las fuentes que producen la mayor contaminación acústica al momento de las mediciones.

Elaborar una curva de molestia de este sector, con los datos recogidos.

Plantear soluciones para la mitigación de la Contaminación Acústica en la Plaza de San Francisco.

1.4 HIPÓTESIS

La contaminación acústica en el centro histórico está relacionada con el grado de molestia que percibe la población, factores cualitativos están asociados al nivel del grado de molestia.

MACROLOCALIZACIÓN

Centro Histórico de Quito

MICROLOCALIZACIÓN

Plaza de San Francisco de Quito

1.5 ALCANCE

La investigación abarca la evaluación de datos por dos medios: mediciones, y encuestas, para así saber en qué medida la contaminación acústica afecta a la población que se concentra en la Plaza de San Francisco de Quito dentro Centro Histórico de Quito. Las áreas relacionadas con esta investigación son el control de ruido y la acústica ambiental

1.6 IMPORTANCIA

La falta de estudios, y el desarrollo de una metodología sobre la valoración del ruido como contaminante desde el punto de vista subjetivo.

La necesidad de comparación y análisis entre la percepción subjetiva del ruido y los parámetros físicos (amplitud, frecuencia, forma de onda, duración). La creación de campañas sobre el respeto a los demás, concerniente a la parte de la contaminación acústica; haciendo énfasis en sectores acústicamente hostiles, como población del Centro Histórico de Quito. Contribuir al conocimiento del grado de impacto que produce el ruido comunitario por medio del grado de molestia que presenta la gente. Para empezar a tomar en cuenta a la contaminación acústica en la realización y evaluación de proyectos de toda clase.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 QUÉ ES LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA

La contaminación es la modificación o variación del equilibrio, que mantiene el entorno del ser humano. La acústica es la parte de la física que corresponde al estudio del sonido¹. El sonido se define como la vibración de uno o varios cuerpos, los cuales se propagan por un medio elástico, y se puede percibir por el oído.

La contaminación acústica, se define como la modificación en el aspecto sonoro de un ambiente que se encuentra en equilibrio con su entorno². El ruido es el resultado de la molestia o incomodidad de la percepción auditiva, frente a un fenómeno sonoro, sin embargo el significado de ruido es subjetivo y se fundamenta en una suposición del ser humano.

La contaminación acústica es una consecuencia directa y no deseada producto de las actividades diarias humanas. Por esto se le considera una difícil de tratar.

Las dificultades para un correcto control y monitoreo de este contaminante se fundamentan en los siguientes aspectos principales:

- Es un fenómeno espontáneo que se vincula al horario y actividad que lo produce.
- No deja residuos (no tiene un efecto acumulativo en el medio de propagación, pero si puede tener un efecto acumulativo en el hombre.)
- Su cuantificación es compleja.
- Es uno de los contaminantes que requiere menos cantidad de energía para ser producido.
- Tiene un radio de acción pequeño, vale decir, es localizado.

¹ Fuente [Encarta 2001]

² Fuente [WIKIPEDIA]

- No es susceptible a su traslado a través de los sistemas naturales, como el aire contaminado llevado por el viento, o un residuo líquido llevado por el río a través de grandes distancias.
- Se percibe solo por un sentido: el oído. Esto hace subestimar su efecto, a diferencia de otros contaminantes que, como en el caso del agua, por ejemplo, cuya contaminación se puede percibir por su aspecto, olor, y sabor³.

La contaminación acústica, es una parte de los diversos problemas que se encuentran en este medio de propagación (aire), llegando en los últimos años a tomar un lugar considerable dentro de la población urbana del Distrito Metropolitano de Quito, así como también en sus alrededores y en el país entero.

La contaminación acústica es difícil de medir ya que la definición de ruido es una apreciación subjetiva, dependiendo del receptor de este fenómeno.

Sin embargo, se asume que el factor determinante para la contaminación acústica en el Distrito Metropolitano de Quito, es el ruido del tráfico en las calles, sobre todo en las horas pico (debido a la alta concentración de vehículos,).

2.1.1 CAUSAS

La perturbación sonora, provocada por vibraciones de las moléculas del aire (mientras se encuentre en el rango de frecuencia audible de 20 Hz a 20 KHz), se percibe como un evento sonoro por medio del sentido de la audición. El ruido se propaga por medio de ondas complejas, desde la fuente o foco hacia el ambiente, perdiendo intensidad a medida que aumenta la distancia. Dependiendo de las características se las diferencia entre fuentes de emisión: fijas o móviles.

³ Fuente SUAREZ

Las causas que producen la contaminación acústica en los centros urbanos son las siguientes:

- El ruido producido por el flujo vehicular.
- El abuso de la utilización de la bocina por parte de los conductores.
- Los altos niveles de presión sonora producida por la actividad de las industrias.
- Las empresas constructoras así como también el mantenimiento de vías y edificaciones.
- El uso de altavoces para la promoción y venta de productos y de servicios.
- Algunas actividades de, esparcimiento y diversión. (deportes a motor, aglomeración de personas en espacios públicos, ventas ambulantes, animales domésticos, etc.)

En casos especiales, se denota la falta de planificación urbana como uno de los puntos críticos, para que la contaminación acústica crezca sin ninguna forma de tratar este tema inmediatamente.

En conclusión; toda actividad humana, que atente contra el bienestar y salud del correcto funcionamiento del aparato auditivo, o que aumente los riesgos al cual ya está expuesto, es considerada como causante de la contaminación acústica

2.1.2 SURGIMIENTO DEL TEMA EN EL PAÍS

La contaminación acústica siempre ha existido, en la antigua Roma se aplicaban medidas preventivas por las quejas de la población, así como también en los países de Europa medieval.⁴ A causa de esto, se crearon normas para que las funciones que producían molestias por el ruido no sobrepasen ciertas horas en la noche.

⁴ Fuente WHO

La mayoría de estas normas eran impuestas para impedir la perturbación del sueño, que es un tema que en estos días aflige a la población urbana en todo el mundo. Sin embargo, uno de los inicios de la preocupación sobre los efectos nocivos del ruido, radica recién en el siglo XIX, con el comienzo de la era industrial.

La exposición en los puestos de trabajo a altos niveles de ruido generados por las nuevas maquinarias, hacen aparecer enfermedades profesionales como la pérdida de audición⁵ Se puede categorizar al reconocimiento de la contaminación acústica como relativamente nuevo, debido a que era un hecho menospreciado por la falta de información sobre el tema, y sus efectos nocivos en el ser humano. Así como también la falta de criterio, instrumentación y dispositivos que cuantifiquen este fenómeno.

La creación de legislaciones concernientes a la contaminación acústica, data del mes de noviembre del año 1990. Tiempo en el cual el Ecuador, crea el Reglamento Nacional de Control de Ruido, que consta en el registro oficial No 560⁶.

Hay que tener en cuenta una diferencia de tiempo en la fecha en que el ruido empieza a presentar molestia a la población, entre la molestia en sí. Lo cual dependería de las primeras denuncias registradas por este suceso.

2.1.3 COMO ESCUCHAMOS

El espectro de nuestra audición se lo conoce como el espectro audible, y son las frecuencias comprendidas desde los 20 Hz (una vibración de veinte ciclos por segundo), hasta los 20kHz, este es un rango óptimo de audición. Las variaciones de las frecuencias máximas, y las frecuencias mínimas audibles, estarán ligados a la sensibilidad de cada persona; y factores como, edad, audición sana, etc.

⁵ Fuente SUAREZ

⁶ Fuente [<http://www.diariocorreo.com.ec/archivo/2006/05/25/el-ruido-un-criminal-silencioso>]

Las frecuencias audibles se dividen en tres grandes grupos, las frecuencias bajas, medias, y altas. La diferencia de cada grupo es percibida como tono, en donde los sonidos se pueden clasificar en tonos graves y agudos. Mientras más alta sea la frecuencia más agudo será el sonido.

Para mejorar la comprensión de esto, podemos apoyarnos en el diagrama de un piano y sus distintas teclas.

Dentro de la escala de notas mayores (se sabe que son siete), la octava de una nota, (de un Do central hacia el siguiente Do ascendente) va haciéndose más agudo, y es exactamente el doble de la frecuencia del sonido anterior. La octava ascendente de LA mayor (440 Hz), será ocho tonos más arriba, y exactamente el doble de la frecuencia (880Hz).

Para el ser humano existen frecuencias que son mejor percibidas que otras, (esto lo podemos ver en el gráfico de la respuesta del oído en función de la frecuencia y la presión sonora) debido a esto habrán frecuencias que sean de mayor molestia al momento de estar expuesto.

2.1.4 COMO SE MIDE

Para tratar de cuantificar la contaminación acústica se utiliza instrumentación diseñada para este propósito, estos dispositivos tienen por nombre sonómetros, los cuales entregan una medición del nivel de presión sonora que produce un evento. Estos valores darán un respaldo científico al momento de relacionarlos con las percepciones subjetivas de los individuos, frente a los eventos medidos.

El espacio en donde estas mediciones serán llevadas a cabo, va a depender del enfoque del estudio y los objetivos de este. Ya que factores como: ángulo de incidencia, la longitud de onda, medio por el cual se propaga, sus propiedades, intensidad, y las condiciones topográficas, modificarán los resultados impidiendo así una correcta apreciación de la situación sonora en dicho lugar.

Tomando en cuenta el objetivo del estudio, se realizaran las mediciones en los lugares donde el ser humano desarrolla sus actividades diarias.

2.1.5 EL RUIDO AMBIENTAL

Para países desarrollados de la Unión Europea, el ruido ambiental al que se encuentra expuesta la población, es un factor importante dentro del contexto del bienestar social. Estos países cuentan con los recursos necesarios para la implementación de proyectos de desarrollo sostenible.

A pesar de estas ventajas, no se asegura que la metodología llevada a cabo sea eficiente, y que a largo plazo pueda seguir funcionando de la misma manera. Los factores determinantes no se pueden generalizar para países en donde se quiera implementar este tipo de control. Mediante estudios se demostró que el crecimiento del tráfico vehicular va de acuerdo: al crecimiento económico, al desarrollo urbano que se estima a futuro, y el espacio que se da al tráfico vehicular en las ciudades.⁷

⁷ Fuente CATALOGUE

2.1.6 RUIDO COMUNITARIO

Tabla 2.1 Guía de valores para ruido comunitario en diferentes ambientes según la OMS

Ambientes Específicos	Efectos sobre la Salud	Laeq en dB(A)	Tiempo Base
Area residencial al exterior	Molestia seria, durante el día y atardecer	55	16
	Molestia moderada, durante el día y atardecer	50	16
Interior de viviendas	Molestia moderada, inteligibilidad de la palabra, durante el día y atardecer	35	16
Interior de dormitorios	Perturbación del sueño, durante la noche	30	8
Exterior de dormitorios	Perturbación del sueño, ventanas abiertas (valores en exterior)	45	8
Interior de aulas de clases y preescolares	Inteligibilidad de la palabra, perturbación en la obtención de información, interferencia con la comunicación y los mensajes	35	Durante la Clase
Interior de dormitorios de preescolar	Perturbación del sueño	30	Horas de Sueño
Escuelas, areas exteriores de juegos,	Molestias (fuentes externas)	55	Durante el juego
Interior de salas de hospitales	Perturbación del sueño noche	30	8
	Perturbación del sueño, día y atardecer	30	16
Interior de salas de tratamiento en hospitales	Interferencia con descanso y restablecimiento	#1	
Interior y exterior de zonas industriales, comerciales y de tráfico	Menoscabo auditivo	70	24
Ceremonias, festivales y actividades recreativas	Menoscabo auditivo (asistentes habituales 5 veces año)	100	4
Discursos públicos (altavoces), interior y exterior	Menoscabo auditivo	85	1
Música y otros sonidos a través de audífonos	Menoscabo auditivo (valores en campo libre)	85 #2	1
Sonidos impulsivos provenientes de juguetes, fuegos artificiales y armas de	Menoscabo auditivo (adultos)	-	
	Menoscabo auditivo (niños)	-	
Exterior en parques y áreas protegidas	Perturbación de la tranquilidad	#3	

Fuente WHO

El ruido ambiental se lo puede definir como el conjunto de sonidos al cual una persona está expuesta a lo largo del día, dependiendo de la ubicación de la misma, sin que tengan conexión alguna entre ellos.

Ya que cada actividad específica de una persona, se desarrolla en un ambiente distinto, y por ende un medio sonoro específico en cada instante.

El ruido comunitario, es aquel ruido exterior percibido por el ser humano alrededor de áreas de su desempeño diario.

Los países que han tenido la posibilidad de abarcar un estudio por medio de encuestas a la población (encuesta sobre el medio ambiente Eurobarómetro (1995)), han considerado que el ruido comunitario llegará a ser un problema crítico en algunos años. Ya que a medida que las estructuras de vivienda y edificaciones proporcionan mayor confort a sus residentes, parte de este confort es el intento por eliminar ruidos provenientes desde el entorno externo de la vivienda. Como consecuencia de esta acción la gente se hará más susceptible a los ruidos externos.

2.1.6.1 MOLESTIA COMUNITARIA AL RUIDO

El grado de molestia que presenta un grupo de personas frente al ruido de un sector específico varía, dependiendo de cada individuo.

Los factores que modifican estos resultados son: edad de los grupos, estilo de vida, ocupación, grado de sensibilidad, tiempo de exposición, intervalos de tiempo en donde se producen los eventos sonoros.

Se han dado resultados en donde, la población expuesta a ruido con niveles de presión muy bajos, coinciden en su respuesta; mientras que con niveles de presión más altos, se distingue una clara discrepancia en la opinión de la población, no permitiendo crear una tendencia o un nivel de molestia general con un valor.

La mejor manera para cuantificar la molestia de la personas hacia el ruido, es mediante la realización de encuestas. Las encuestas deben contener preguntas directas en donde el encuestado esté obligado a escoger de entre las posibles respuestas.

A continuación se detallan los diferentes tipos de encuestas:

Tabla 2.2 Ventajas y limitaciones de los diferentes tipos de encuesta.

Método	Ventajas	Inconvenientes	
Encuesta Personal	<ul style="list-style-type: none"> Elevado índice de respuesta Se conoce quién contesta Evita influencias de otras personas Se reducen las respuestas evasivas Facilita la utilización de material auxiliar Se pueden obtener datos secundarios por la observación 	<ul style="list-style-type: none"> Coste elevado Sesgos por influencias del entrevistador Necesidad de controlar entrevistadores, para evitar errores o flatas por parte de los entrevistadores 	
Encuesta Telefónica	<ul style="list-style-type: none"> Rapidez en la obtención de datos Coste más reducido Permite entrevista a personas poco accesibles Elevado índice de respuesta (más que en la postal pero menos que en la personal) 	<ul style="list-style-type: none"> Falta de representatividad de la muestra (personas que no estan, que no tienen telefono, etc) Brevedad del cuestionario se puede utilizar material auxiliar 	No
Encuesta Postal	<ul style="list-style-type: none"> Reducido coste Facilidad de acceso a las peronas a encuestar Flexibilidad en el tiempo para el entrevistado (puede contestar en cualquier momento) Se evita la posible influencia del entrevistador 	<ul style="list-style-type: none"> Bajo índice de respuesta No hay seguridad de quién contesta el formulario Necesidad de datos previos El cuestionario ha de ser reducido Falta de representatividad 	Falta

Fuente SUAREZ

Las encuestas personales demuestran un resultado más satisfactorio en comparación con los otros tipos de encuestas.

Los datos que se pueden obtener de estas encuestas entre otros son los siguientes:

- Qué porcentaje experimentan dificultad en la percepción del habla.
- Qué porcentaje experimenta dificultad al conciliar el sueño.
- Horas del día en el que se producen los efectos.
- Grado de exposición.
- Actitudes favorables, y desfavorables hacia las fuentes de ruido.⁸

⁸ Fuente SUAREZ

2.1.6.2 MOLESTIAS Y REACCIONES QUE PRODUCE EL RUIDO URBANO

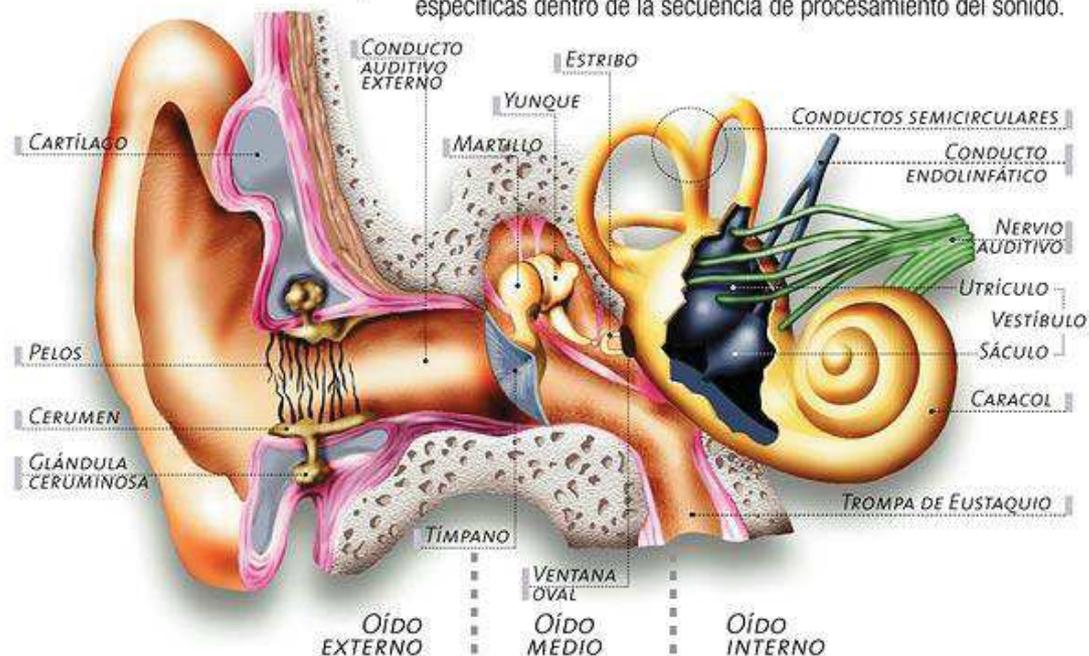
La molestia producida por el ruido tiene una parte fisiológica y otra psicológica. Dentro de la parte acústica se encuentran factores como: el nivel de presión sonora, el tiempo de exposición, el espectro de frecuencias. Los aspectos no acústicos son: la sensibilidad de la audición de cada individuo, el grado de importancia en las actividades diarias que desarrolla el ser humano al momento del evento sonoro, actitud o reacción hacia la fuente que produce dicho evento, lo que conlleva a una percepción subjetiva individual.

2.2 FUNCIONAMIENTO DEL OIDO

Figura 2.1 Partes del sistema de audición del ser humano.

El oído

Una de las funciones principales del oído es la de convertir las ondas sonoras en vibraciones que estimulen las células nerviosas, para ello el oído tiene tres partes claramente identificadas. Estas secciones están interconectadas y son el oído externo, el medio y el interno. Cada parte tiene funciones específicas dentro de la secuencia de procesamiento del sonido.



Fuente <http://benedictinas.files.wordpress.com/2009/03/oído.jpg>

El oído es el órgano que nos permite percibir el sonido, nuestro oído está dividido en tres partes principales: el oído externo, el oído medio, y el oído interno.

El oído externo está compuesto por dos partes: el pabellón auditivo y el conducto auditivo. El oído medio lo conforman la caja del tímpano y la trompa de Eustaquio.

Tanto el oído externo como el oído medio tienen la función de recibir y transmitir las ondas sonoras hacia el oído interno, estas ondas se traducen en impulsos eléctricos que viajan hacia el nervio auditivo y mediante este nervio escuchamos.

El oído interno cumple funciones de orientación espacial y el equilibrio tanto estático como dinámico, y está formado por tres partes principales: el vestíbulo, los conductores semicirculares y el caracol.

Las ondas sonoras que viajan por un medio elástico, (aire) llegan al oído externo por medio del pabellón auditivo, hacia el conducto auditivo. Este al ser de forma sinuosa, evita que partículas no deseadas del medio externo puedan llegar, y por su forma cilíndrica funciona como resonador, que termina en el tímpano. El tímpano al estar en presencia de ondas sonoras se comporta como un transductor y empieza a vibrar, pasando estas ondas sonoras a la cadena de huesecillos que compone el parte del oído medio: martillo, yunque, y estribo. Comportándose diferente para cada frecuencia.

Estos huesecillos amplifican a la onda y conducen esta perturbación hacia el oído interno, en donde se encuentra la cóclea. Para sonidos con intensidades elevadas el grupo de huesecillos se corta, y así mantiene un mecanismo de defensa hacia los sonidos muy fuertes.

La Trompa de Eustaquio cumple un papel fundamental, al momento de la correcta transmisión del sonido por el oído medio. Ya que cumple la función de igualar presiones entre: la que existe dentro del oído, con la del medio externo. Sin esta posibilidad de igualar presiones, la transmisión del sonido no se llevaría de manera adecuada.

La cóclea contiene fluidos en su interior, dentro de esta encontramos la membrana basilar que la divide en dos. También encontramos células pilosas en la superficie de la membrana, las ondas que viajan a través del oído externo, hacia el oído medio, llegan a formar ondas en el fluido dentro de la cóclea. Esto hace que las células pilosas se muevan, a su vez causa que las estructuras denominadas estereocilios se abran, permitiendo el paso de ciertos químicos, generando así una señal eléctrica que viaja a través del cerebro por medio del nervio auditivo, y se traduce en sonidos que podemos comprender. La percepción de la onda sonora se produce en el oído interno, mediante un proceso mecánico–químico-eléctrico, que toma lugar en la membrana basilar. Por medio de la platina del estribo, el último huesecillo del oído interno, se ejerce una presión en el espacio peri linfático. Los movimientos producidos por esta acción viajan a través del laberinto. Esta energía es conducida por el VIII par craneal hacia los centros nerviosos, y este a su vez hacia las instalaciones acústicas en la corteza cerebral.⁹

2.3 TRASTORNOS Y EFECTOS PRODUCIDOS POR LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA

3.3.1 EFECTOS DEL RUIDO

Los efectos del ruido más notables son la pérdida de la audición, y los trastornos nerviosos que se producen a causa del ruido. La pérdida de la audición es paulatina, y en las primeras etapas no se podría verificar sin algún examen específico para esto (audiometría). Esta condición sigue aumentando porque el afectado no tiene conocimiento de ella, por lo tanto no encuentra una necesidad para cuidar sus oídos, y así, aminorar o inclusive prevenir totalmente los efectos nocivos.

⁹ Fuente LOZADA

En la parte del sistema nervioso, el estrés producido por la contaminación, es uno de varios síntomas que se pueden ligar a la contaminación acústica del ambiente del ser humano.

Con una exposición a niveles menores de ruido los efectos son los siguientes: desconcentración, malestar, dificultad en la comunicación, e imposibilidad al momento de la conciliación del sueño. La exposición prolongada resulta en casos crónicos, que van desde el stress, hasta problemas cardiovasculares, inclusive llegando a afectar al sistema inmunológico, afectando también a los niveles de acido estomacal haciéndolos mayores.

Otro factor que influye en la perdida de la audición es el nivel que utilizamos para la comunicación verbal. Sabemos que una conversación entre dos personas, a un metro de distancia produce niveles entre los 50 a 55 dBA, considerando parámetros normales. Cuando se grita se suele llegar a un rango entre los 75 hasta 80 dBA.

Al momento de existir un ruido que enmascare la conversación se necesitará producir niveles más altos, Hay que tener en cuenta también, que para la inteligibilidad de la palabra es necesario, que la diferencia entre el ruido de fondo y el nivel de la fuente sea superior o igual a 15 dB.¹⁰ .

El ruido afecta al sueño de tres maneras:

- La primera consiste en la imposibilidad para conciliarlo.
- La segunda se centra en interrupciones del mismo, y esto puede llevar al insomnio si la frecuencia es alta.
- La tercera se enfoca en la calidad de este, haciendo que el sueño se vuelva menos tranquilo, y las etapas más profundas se acorten. Dando como resultado un descanso incompleto, reflejándose en el pobre desempeño del día siguiente, y prolongándose en un rendimiento menor si esta situación se repite.

¹⁰ Fuente WHO

2.3.2 FATIGA Y SORDERA AUDITIVA

La fatiga auditiva se define como el desplazamiento temporal del umbral de audición debido a la exposición prolongada a un estímulo sonoro de alto nivel, esta condición no presenta un efecto nocivo permanente, ya que se puede recuperar la audición normal después de un determinado número de horas, en descanso. A diferencia de la sordera.

La sordera permanente consiste en la pérdida de audición, el daño es permanente y la parte del oído que se ve afectada es el oído interno¹¹.

La exposición continua a niveles que sobrepasan el umbral de los 75 dBA, o a su vez la exposición de corta duración con niveles superiores a los 110 dBA, son la causa de esta afección.

La sordera permanente también se puede producir por la acumulación de fatiga auditiva, esto sucede cuando el oído no ha tenido el tiempo necesario para recuperarse después de la fatiga, y nuevamente se ve expuesto a niveles de presión sonora altos.

La pérdida de capacidad auditiva producida por el ruido cuenta como el 10% de las enfermedades laborales que se detectan desde 1999 hasta el 2001, según la agencia europea para la salud y seguridad del trabajo.

El padecer de tinnitus, normalmente es uno de los síntomas que acompaña a la pérdida de audición. Datos sobre estudios realizados en el Reino Unido muestran que 153000 hombres y 26000 mujeres con edades entre los 35 y 64 años padecen problemas de audición atribuidos al trabajo, y que a su vez 266000 y 84000 mujeres padecían tinnitus crónico¹².

¹¹ Fuente WHO

¹² Fuente <http://www.riesgolaboral.org/revista/articulo40.asp>

2.3.3 TRAUMA ACÚSTICO AGUDO

Esta afección tiene lugar cuando la persona se ve expuesta a un ruido repentino a un nivel muy alto. Si este es muy elevado puede causar la ruptura del tímpano, e inclusive la pérdida total de la audición. En muchos casos se necesitará una exploración quirúrgica, y en este caso un parche entre el espacio del oído interno y el oído medio.

2.3.4 LA REPERCUSIÓN DEL RUIDO EN LA HABILIDAD DE LEER

El cerebro de un individuo tiene que hacer un esfuerzo extra al momento de ubicarse en una sala cuyo ambiente es ruidoso, ya que necesita distinguir entre el sonido y el ruido, (considerando que las diferencias en un ambiente ruidoso son más difíciles de detectar) esto afecta a las habilidades de lectura y lenguaje.

En un estudio realizado por la Northwestern University en Estados Unidos, se determinó como afectaba el ruido en la interpretación del cerebro mediante la corteza, para poder discernir entre dos sonidos distintos del lenguaje y su representación en el cerebro.

Entre las consonantes como la 'b', 'd', y 'g', la defectuosa interpretación inconsciente del cerebro se hace más notoria, hacia los sonidos. Y esto tiene un gran impacto al momento de que las palabras sean leídas. Este estudio se destaca por ser el primero en concluir una relación entre la habilidad para leer, y el procedimiento de codificación neural de los sonidos del habla.¹³

¹³ Fuente <http://www.physorg.com/news166725161.html>

2.3.5 PROBLEMAS CARDIACOS Y CARDIOVASCULARES RELACIONADOS CON EL RUIDO

Dentro del ámbito de los problemas cardiacos y cardiovasculares, la Organización Mundial de la Salud (OMS) concluye que: la variación en la presión arterial del ser humano se debe a muchos factores tanto internos, como externos. Uno de estos agentes externos es el ruido. Ya que combinado con agentes nocivos son un mayor riesgo para la salud del ser humano.

2.3.5.1 EFECTOS DE LA EXPOSICIÓN AL RUIDO EN EL SER HUMANO

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la salud se define como: “un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones y enfermedades” Tomando en cuenta esta definición, se concluye que los trastornos por causa de la exposición de ruido, aparte de centrarse en el sistema auditivo, tienen relación directa con el deterioro de la calidad de vida de las personas.

2.3.5.2 EFECTOS DEL RUIDO EN EL SISTEMA CARDIOVASCULAR

Durante la etapa del sueño en el ser humano, las funciones cardiovasculares propias de este pueden verse modificadas con el sonido del tráfico de un rango desde 45 dB(A) hasta 65 dB(A).¹⁴

2.3.5.3 EFECTOS DEL RUIDO SOBRE EL COMPORTAMIENTO SOCIAL

El grado de incidencia en la modificación del entorno sonoro, puede observarse en el desarrollo de los comportamientos sociales, así como también entre otras actividades.

La interferencia del ruido en el descanso, y en momentos de recreación, tiene los grados más relevantes.

Estudios muestran que los ruidos fuertes tienden a incrementar la agresividad en personas que están predispuestas a dicho comportamiento¹⁵

¹⁴ Fuente SUAREZ

OTRAS AFECCIONES CAUSADAS POR EL RUIDO

Tabla 2.3 Efectos del ruido en los diferentes sistemas

Sistema afectado	Efecto
Sistema nervioso central	Hiperreflexia
Sistema nervioso autónomo	Dilatación pupilar
Aparato cardiovascular	Alteraciones de la frecuencia cardíaca e hipertensión arterial (aguda)
Aparato digestivo	Alteraciones de la secreción gastrointestinal
Sistema endocrino	Aumento del cortisol y otros efectos hormonales
Aparato respiratorio	Alteraciones del ritmo
Aparato reproductor - gestación	Alteraciones menstruales, bajo peso al nacer, riesgos auditivos en el feto
Órgano de la visión	Estrechamiento del campo visual y problemas de acomodación
Aparato vestibular	Vértigo y nistagmus
Aparto fonatorio	Disfonías disfuncionales

Fuente http://www.ruidos.org/Documentos/Efectos_ruido_salud.html

2.4 NORMAS Y REGULACIONES EXISTENTES

2.4.1 EL CONTROL AMBIENTAL EN LA UNIÓN EUROPEA.

La política ambiental llevada a cabo por la Unión Europea ha consistido en respetar normas internacionales, y cumplir requisitos de certificación de nueva maquinaria. En este caso se ha tomado como solución determinar niveles máximos de emisión sonora.

Mediante estas medidas se ha visto mejoras y cumplimiento de las leyes en el aspecto individual, sobre todo con los automotores, considerado como el mayor contaminante sonoro en zonas urbanas.

¹⁵ Fuente http://www.ruidos.org/Documentos/guia_oms_ruido_1.html

Sin embargo estos cambios no han solucionado el problema del ruido urbano, siendo el crecimiento del parque automotor una parte clave y decisiva para la mejora de este problema.

Otras vías de solución se han tomado conjuntamente con las anteriores, siendo el método de zonificación territorial una alternativa más para mitigar el ruido urbano, consistiendo este último en determinar áreas sensibles de protección acústica.

El nuevo esquema de propuesta sobre el control de ruido en la unión europea cuenta con aspectos específicos como:

- En lo que se refiere a la evaluación y valoración del ruido, se pretende regular procedimientos para que los valores puedan ser comparados con otros, al mismo tiempo se promueve el intercambio de información y valores para comprender mejor este tema.
- Para el tema del ruido rodado, se pretende aminorar los niveles producidos mediante la modificación de la legislación si es pertinente en sectores específicos, y concienciar a la gente para iniciar la utilización de medios de transporte de bajo nivel de ruido.
- Tomar en cuenta el ruido producido por el transporte ferroviario.
- Para el transporte aéreo se consideró tomar medidas más restrictivas, la utilización de aeronaves silenciosas y darle mayor enfoque al aspecto de planificación territorial.
- Exigir medidas de ruido específicas para maquinarias utilizadas en exteriores, con requerimientos sobre los niveles de ruido provenientes de la máquina por medio de garantías de los fabricantes.

2.4.2 POLITICAS DE CONTROL DE RUIDO EN ESTADOS UNIDOS

Estados Unidos dió un gran paso en lo referente a políticas ambientales en 1969, mediante el mandato de congreso (NEPA) "NATIONAL ENVIRONMENTAL POLICY ACT" por medio del cual se exigía un estudio sobre los efectos ambientales en los proyectos en donde se involucrasen fondos federales.

Con este inicio se fueron estructurando varios documentos con niveles permitidos e información sobre los efectos del ruido. (Information on Levels of Environmental Noise Requisite to Protect Public Health and Welfare with an Adequate margin of Safety, 1974), comúnmente conocido como ‘‘Levels Document’’. A este documento se le agregó después el siguiente: (Guidelines for Preparing Environmental Impact Statements on Noise, 1977). Este último, actuando como pilar fundamental de la política ambiental. Por medio de investigaciones científicas se concluye e inicia la utilización del indicador Leq A promedio día-noche, con un valor máximo de 55 dB, seguido a esto se plantea la regulación concerniente a la utilización de suelo por medio del cual se considera en nivel máximo de 65dB en áreas no sensibles¹⁶.

2.4.3 EL MANEJO DEL RUIDO EN AMÉRICA LATINA

La mayor parte de la contaminación acústica en Latinoamérica se produce por el tráfico, industrias, y el ruido comunitario. El intento por reducir los niveles se ha mostrado prometedor en lo que respecta a fuentes individuales, sin embargo el crecimiento constante del parque automotor ha menospreciado este esfuerzo, como también las presiones políticas y económicas de cada régimen dependiendo del país.

2.4.4 LEGISLACIÓN FRENTE A LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA

La creciente preocupación por el medio ambiente, y los impactos que constantemente produce el ser humano contra este, han derivado en la creación de leyes más rigurosas y específicas en todo el mundo, con el fin de regular y aminorar los impactos que produce el ser humano, específicamente en la contaminación acústica para nuestro caso.

¹⁶ Fuente SUAREZ

La Organización Mundial de la Salud (OMS), ha establecido un nivel estándar de 55 dB (A) en lo que respecta al periodo diurno, para que el ruido medido al aire libre no tenga mayor incidencia en el desarrollo del ser humano de una manera normal.

2.4.5 LEGISLACIÓN NACIONAL

El Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria, o TULAS, en su Libro VI Anexo 5 trata sobre los límites permisibles de niveles de ruido ambiente para: fuentes fijas, fuentes móviles y vibraciones. Con el objetivo principal de proteger y preservar tanto el medio ambiente como la salud y el bienestar de la población. Cuenta con definiciones, tablas de valores, metodología y consideraciones en lo que concierne al ruido, así como también a las vibraciones.

Dentro del Distrito Metropolitano de Quito la normativa ambiental utilizada es la Ordenanza Metropolitana 213 De la Prevención y Control del Medio Ambiente, dentro de este documento que consta de pautas para la conservación y mejora del medio ambiente se encuentra el capítulo II que lleva por título "De la Contaminación Acústica ". Esta sección se detalla las especificaciones sobre las emisiones de ruido tanto de fuentes fijas como de fuentes móviles.

En lo que se refiere a fuentes móviles, como es el caso de los automotores se delimitan en cuatro grupos. Vehículos pesados para carga, buses y busetas, motocicletas y similares a estas, el nivel permitido es de 90 dB (A). Mientras que para vehículos livianos, el nivel permitido es de 88 dB (A).

La revisión y comprobación de estos niveles se realiza en los centros de revisión y control vehicular.

El ruido comunitario es producto de los aportes de ruido producidos tanto de fuentes fijas como de fuentes móviles.

Muchas veces la normativa vigente es útil, y contiene las especificaciones necesarias para un correcto desempeño de los componentes que la conforman.

Es necesario mantener una mejora continua en este aspecto, y sobre todo promover una toma de conciencia responsable frente al problema. Lo cual conlleva a un manejo correcto de cualquier ley o disposición.

Tabla 2.4 Niveles máximos permitidos según el tipo de zona y el uso de suelo Norma Técnica 0213.

TIPO DE ZONA SEGÚN USO DE SUELO	NIVEL DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE NPS Leq [dB(A)]	
	DE 06H00 A 20H00	DE 20H00 A 06H00
Zona hospitalaria y educativa	45	35
Zona Residencial	50	40
Zona Residencial mixta	55	45
Zona Comercial	60	50
Zona Comercial mixta	65	55
Zona Industrial	70	65

Fuente Quiport

3 METODOLOGÍA DEL ESTUDIO DE CAMPO

3.1 METODOLOGÍA PARA TRATAR LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA

Para que un sonido exista es necesario tres elementos: la fuente productora del sonido, un medio de transmisión, y el receptor de dicho sonido. Como la contaminación acústica es un conjunto de sonidos está ligado al mismo principio.

La disminución de los efectos de la contaminación acústica, consiste en tratar el problema en estas tres etapas, ya sea en una sola de ellas o en todas.

La manera más indicada al momento de controlar el ruido urbano es la correcta planificación territorial. La cual consiste en delimitar áreas para el desarrollo específico de actividades, con el fin de aumentar el nivel de calidad de vida de los residentes de un sector. De esta manera se logra disminuir considerablemente los efectos de la contaminación acústica, antes de que empiecen a aparecer.

La falta de planificación o de visión para el desarrollo de centros urbanos, es uno de los mayores contribuyentes de la contaminación acústica.

3.2 ESTUDIO URBANO DEL RUIDO

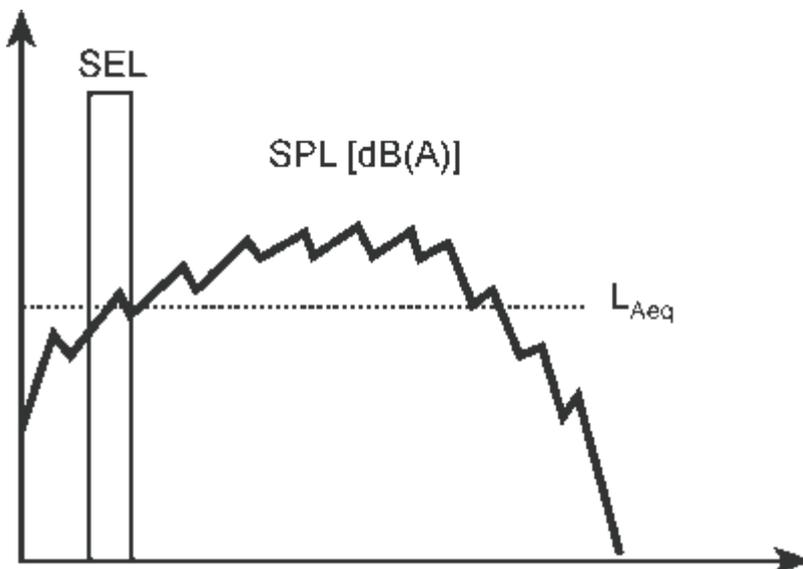
Uno de los principales objetivos de este trabajo, se enfoca en determinar cuál es la respuesta de las personas, en una determinada superficie dentro del centro urbano, frente al ruido que se produce en dicha área. Para esto, es necesario relacionar los niveles de ruido generados en el sitio, con la respuesta o percepción de las personas, asociadas al grado de molestia.

3.3 ÍNDICES DE VALORACIÓN DEL RUIDO

Nivel Sonoro Continuo Equivalente (Leq A)

El nivel de presión sonora continuo equivalente, o Leq A, es el indicador que ha sido aceptado por la EPA (EPA 1974), como indicador para el ruido urbano. Las normas ISO lo utilizan para el estudio de exposición al ruido urbano.

Figura 3.1 Representación del Leq en función del tiempo de medición



Fuente http://kunde.123onweb.no/norsonicnett/uploads/kundefiler/Applications/leq_sel_graph.gif

El descriptor Leq es un valor único que permite comparar situaciones acústicamente semejantes. Sin embargo no es aconsejable para dos situaciones ruidosas con características diferentes.

El resultado de este indicador tiene un proceso de filtrado por medio de la curva de ponderación A. Para la medición del ruido urbano, y sobre todo el tráfico, que es un evento continuo, es el más práctico de todos los indicadores. Ya que cuenta con los beneficios que conlleva un método estandarizado.

NIVEL SONORO PERCENTIL

Es el descriptor que cuantifica el análisis de distribución de niveles, el cual es necesario para medir las variaciones de presión sonora en el tiempo.

Así el percentil proporcionará el nivel en dB (A) que este es sobrepasado en un porcentaje de tiempo. Por ejemplo el $L_p 50$ se refiere al nivel que ha sido superado el 50% del tiempo de medida.

NIVEL SONORO CORREGIDO DÍA-NOCHE L_{DN}

Este descriptor se crea por la necesidad de interpretar correctamente la molestia producida por el ruido, dependiendo del momento del día en que se produce. Ya que un mismo nivel de presión sonora en la noche produce mayor molestia que en el día.

Debido a esto se hace necesario un aumento de 10 dB en los valores recopilados de las mediciones nocturnas.

$$L_{DN} = 10 \log \frac{1}{24} \left(15 * 10^{\frac{L_D}{10}} + 9 * 10^{\frac{L_N + 10}{10}} \right)$$

L_D corresponde al nivel sonoro medido Leq A en el día 07:00 y 22:00 hrs.

L_N corresponde al nivel sonoro medido Leq A en la noche 22:00 y 07:00 hrs.

Ecuación 3.1 Nivel Sonoro Corregido día-noche

NIVEL DE EXPOSICIÓN SONORA SEL

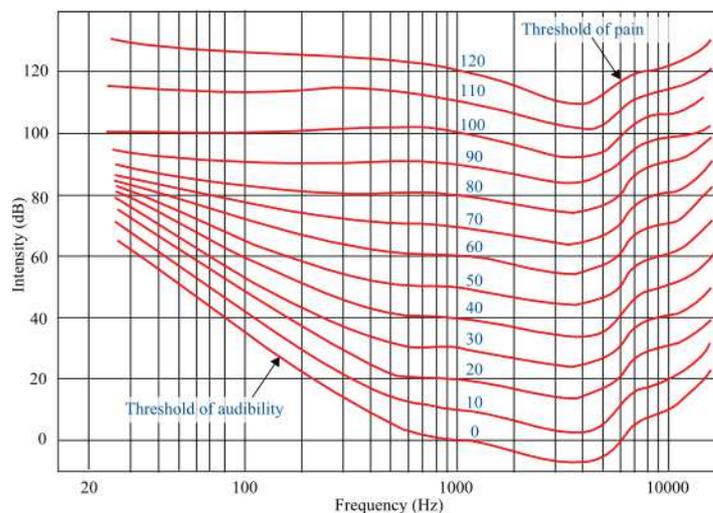
Este indicador nos muestra un nivel constante de duración de 1 minuto, que tiene igual cantidad de energía que el nivel equivalente del evento medido. Es útil para el cálculo de niveles sonoros que provienen de una combinación de fuentes. Este descriptor toma como referencia de tiempo un segundo.

NIVEL EQUIVALENTE DE RUIDO COMUNITARIO L_{DTN}

Se lo conoce también como nivel sonoro corregido día-tarde-noche, fue desarrollado para poder evaluar el ruido comunitario, en este descriptor se considera un aumento de 5 dB al medido en el periodo de la tarde (de 18:00 a 22:00), así como también el aumento de la noche que ya se utilizaba en el L_{dn} , con un valor de 10 dB para este periodo (22:00 a 07:00). Los periodos día-tarde-noche son definidos por cada país.

3.4 VALORACIÓN SUBJETIVA

Figura 3.2 Cuadro de las curvas isofónicas.



Fuente http://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing_ond_1/trabajos_06_07/io1/public_html/images/curv_iso.png

El primer intento de una relación, o concordancia entre la percepción del ser humano, y las medidas de los sonidos fue con las curvas de Fletcher y Munson. De este estudio obtenemos como resultado las curvas isofónicas, que nos dan una ligera idea de la relación entre la sonoridad (la parte subjetiva del sonido), y el nivel de presión sonora.

En 1933 Fletcher y Munson publican el primer informe detallado sobre la compleja relación existente entre la sonoridad, un atributo subjetivo del sonido, y sus propiedades físicas (frecuencia y nivel de presión sonora)¹⁷.

Mediante estas curvas, se pretendió avanzar un paso más hacia el entendimiento de la percepción del sonido del ser humano. Sin embargo las mediciones fueron hechas para tonos puros, y no se consideró que los sonidos no se presentan como tonos puros, al contrario tienen varias componentes, y presentan un espectro más amplio y complejo.

No obstante las curvas isofónicas han sido utilizadas como punto de partida en distintos aspectos de la acústica. Después de algunos años se realizó el primer estudio que proponía una encuesta que relacionara a los valores medidos con la molestia auditiva. El estudio se realizó en Nueva York en el año del 1929; y aunque no se tuvo en cuenta algunas variables, era un enfoque distinto hacia la medida en que el ruido afectaba al ser humano¹⁸

En este estudio no se realizaron encuestas concretas, se empezó tomando el número de molestias denunciadas en distintos puntos de la ciudad. Sin embargo cabe recalcar que, la sonoridad no determina, ni define el grado de molestia al que está sometido el ser humano en un ambiente.

Para el estudio realizado en Nueva York previamente citado, se determinó que la encuesta hecha a distintos sectores de la población daba como resultado, que el nivel de presión sonora medido por el sonómetro en el lugar del incidente era importante, pero, no era el único factor relevante para la molestia. La frecuencia del sonido molesto, y su naturaleza, también tenían mucho que ver al momento de ser captado por el oído humano, y categorizado como molesto. Se lo considera útil, ya que puede dar una idea del volumen del problema social que está ligado al ruido mientras se conozca la fuente.

¹⁷ Fuente MIYARA

¹⁸ Fuente MIYARA

La primera encuesta formal, fue la Encuesta de Ruido en el Hogar realizada en el año de 1943 a 2017 personas que pertenecían a 40 ciudades de Gran Bretaña, a esto le siguen algunos estudios en diferentes partes de Europa, como también en Estados Unidos¹⁹.

3.4.1 FUENTES DE RUIDO

Dentro de los múltiples eventos sonoros con los que nos vemos inmersos a diario en nuestro entorno, existe una clasificación de las fuentes que producen dichos eventos. Estas fuentes se clasifican en: Fuentes Fijas y Fuentes Móviles

3.4.2 FUENTES FIJAS

Se considera fuente fija a toda fuente que se encuentre ubicada en los límites de una propiedad, y que esté en la capacidad de producir sonido.

Como ejemplos de fuentes fijas podemos citar las siguientes:

- Construcción.- Se caracterizan por tener niveles y espectros de ruidos versátiles. La mayoría de las veces estos eventos suceden en partes situadas al aire libre, pertenecientes a zonas sensibles al ruido²⁰.
- Ferias.- Normalmente se constituyen en el ruido producido por el comerciante al dar a conocer sus productos y el ruido producido por los posibles compradores.
- Lugares de Culto.- Concerniente a los niveles de presión sonora aportados por el cántico de los feligreses en la mayoría de cultos, que pueden resultar molestos para la gente.
- Viviendas.- Dentro de este contexto se puede observar que las actividades diarias de la gente (reuniones familiares, actividades de limpieza, o de entretenimiento) son las que producen molestias a sus vecinos.

¹⁹ Fuente MIYARA

²⁰ Fuente SUAREZ

- Locales Públicos.- En esta clasificación están: bares, restaurantes, discotecas, etc.
- Colegios.- El intervalo de tiempo más molesto para la gente que reside alrededor de centros educativos son los recreos, la entrada y salida de los estudiantes.
- Industrias.- Los niveles producidos por esta clase de fuentes son altos, y afectan a las poblaciones aledañas, debido al gran crecimiento urbano es inevitable que las industrias se encuentren siempre afuera de zonas donde habitan las personas.

3.4.3 FUENTES MÓVILES

Se caracterizan por ser focos de emisión que tienen la capacidad de desplazarse sin estar destinados a lugares específicos, fuentes tanto terrestres como aéreas ²¹

Algunos ejemplos de fuentes móviles son:

- Tráfico Vehicular.- El tráfico vehicular es la fuente que tiene mayor incidencia en la contaminación acústica urbana, los vehículos tienen varios focos de emisión de ruido, tomando en cuenta el contacto rueda/pavimento al superar los 50 km/h
- Tráfico Ferroviario.- Los niveles máximos de presión sonora producidos por esta fuente se concentran en el contacto de las rieles con las ruedas del tren El espectro de estos sonidos tienen una gran concentración de energía en bajas frecuencias
- Tráfico Aéreo.- Los niveles de presión producidos por esta fuente son de gran intensidad, afectando tanto a la gente alrededor de los aeropuertos, como a la gente que reside en la trayectoria de vuelo. ²²

²¹ Fuente SUAREZ

²² Fuente SUAREZ

3.5 MEDICIÓN DE RUIDO COMUNITARIO

3.5.1 MAPAS DE RUIDO

Antes de introducirnos en técnicas específicas para la medición de ruido comunitario, necesitamos tener en claro el concepto de mapa de ruido. Esta herramienta es útil, al momento de mostrar una imagen visual del comportamiento acústico en un determinado espacio, o punto geográfico. Dentro de un mapa se puede observar que los colores representan el nivel de ruido en dicho punto.

En 1996 la Unión Europea considera que la utilización de mapas de ruido es un método práctico para conocer la evolución de los datos de ruido, en función del tiempo, una información al público muy fácil de asimilar, y también una herramienta importante para la parte de planificación territorial.

La información en los mapas de ruido es de fácil entendimiento e interpretación, nos muestra claramente en qué puntos es necesario actuar para mitigar los efectos, y en cuales puntos es necesario un seguimiento constante para que el nivel se mantenga.

Los mapas de ruido son utilizados en la planificación urbana, estudios sobre el impacto ambiental del área, o de nuevas actividades en una zona determinada. A pesar de ser fotografías del comportamiento acústico en un instante determinado, se puede utilizar los datos entregados en el mapa de ruido para construir una proyección temporal.

Existen varios métodos para la ubicación de los puntos de medición estos son:

- Método de la cuadrícula o retícula
- Método de vías o tráfico
- Método de zonas específicas
- Método aleatorio
- Método por medios predictivos

Debido a observaciones previas, sobre la posible molestia de la gente en el sector de estudio, se optó por utilizar el método de vías o tráfico (método número dos). Ya que el flujo vehicular es la fuente que produce más ruido en este sector.

3.5.1.1 MÉTODO DE VÍAS O TRÁFICO

Este método se concentra en ubicar los puntos de medición alrededor de las vías principales y secundarias, en las cuales el flujo vehicular toma parte importante de la contaminación acústica.

La ventaja de este método en comparación con los demás es su enfoque hacia la ciudad como un campo complejo, posible de estudiar gracias al urbanismo, mediante el cual se reducen puntos de medición y a su vez costos.

Las presentaciones de estos valores en mapas son más claras y fáciles de interpretar, ya que se muestran valores para las calles. Un cierto grado de complejidad se puede presentar al momento de evaluar otras fuentes, que podrían representar un papel fundamental en la molestia urbana como por ejemplo: peatones, centros de comercio, discotecas, bares, etc.

Otra de las ventajas que se tiene de este método, viene en el momento de evaluar la fuente que origina la molestia. Esta metodología detalla cada punto con la medición, la cual depende de una sola fuente, considerada la principal fuente de la molestia.

3.6 DIVERSAS TÉCNICAS DE MUESTREO EN ESTUDIOS DE ENCUESTAS A LA POBLACIÓN

El propósito de un estudio de muestreo es obtener conclusiones del comportamiento o naturaleza de una población, definiendo el estudio a la incógnita que se quiere despejar.

En la mayoría de los casos el universo de dicha población es muy grande para ser estudiado, por la cual se toma una parte de esta, y se extrapola los resultados hacia toda la población.

Definiciones

- Población: Es todo conjunto de elementos, finito o infinito, definido por una o más características, de las que gozan todos los elementos que lo componen, y solo ellos. Cuando se realiza un trabajo puntual, conviene distinguir entre población teórica: conjunto de elementos a los cuales se quiere extrapolar los resultados, y población estudiada: conjunto de elementos accesibles en nuestro estudio.
- Censo: En ocasiones resulta posible estudiar cada uno de los elementos que componen la población, realizándose lo que se denomina un censo, es decir, el estudio de todos los elementos que componen la población. La realización de un censo no siempre es posible, por diferentes motivos: recursos, pruebas nocivas, población infinita.
- Marco muestral: Si la numeración de elementos se realiza sobre la población accesible o estudiada, (y no sobre la población teórica), entonces el proceso recibe el nombre de marco o espacio muestral.
- Individuos o elementos: Cada uno de los elementos de la población.
- Muestra: Es un subconjunto de la población. En estadística este subconjunto debe ser representativo.

3.7 MÉTODO DE MUESTREO PROBABILÍSTICO

Su definición encierra el concepto de que todos los elementos tienen la misma posibilidad de ser escogidos para la muestra, y por consiguiente cada muestra tiene la posibilidad de ser elegida. Está claro que esta clase de métodos nos garantiza la representatividad de la muestra con respecto a su universo, y por lo tanto es el método más recomendado.

Dentro de los métodos probabilísticos se decidió el muestreo casual o incidental para el estudio en cuestión.

Muestreo casual o incidental.- Consiste en el proceso en que el investigador selecciona directa o intencionalmente a los individuos de la población. Los casos donde se utiliza este procedimiento suceden, cuando se toma como muestra a los individuos a los que se tiene fácil acceso. En el caso que ocurre con los voluntarios, o también se lo ve con los estudiantes por parte del profesor.

DETERMINACIÓN DE MUESTRA DE UNA POBLACIÓN

Tabla 3.1 Determinación de una muestra con márgenes de error de 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, y 10%

Amplitud de la Población	Amplitud de la muestra para márgenes de error indicados					
	'+ 1	'+ 2	'+ 3	'+ 4	'+ 5	'+ 10
500					222	83
1000				385	286	91
1500			638	441	316	94
2000			714	476	333	95
2500		1250	769	500	345	96
3000		1364	811	517	353	97
3500		1458	843	530	359	97
4000		1538	870	541	364	98
4500		1607	891	549	367	98
5000		1667	909	556	370	98
6000		1765	938	566	375	98
7000		1842	959	574	378	99
8000		1905	976	580	381	99
9000		1957	989	584	383	99
10000	5000	2000	1000	588	385	99
15000	6000	2143	1034	600	390	99
20000	6667	2222	1053	606	392	100
25000	7143	2273	1064	610	394	100
50000	8333	2381	1087	617	397	100
100000	9091	2439	1099	621	398	100
infinito	10000	2500	1111	625	400	100

Fuente SUAREZ

En la tabla proporcionada anteriormente podemos observar, que para tener una muestra representativa utilizaremos 100 encuestas. Dichas encuestas abarcarán una población de 100.000, considerada superior al que existe en el estudio de campo, así podremos obtener una muestra que tenga un rango de error del 10%.

3.8 LA ENCUESTA PARA INVESTIGACIÓN

Mediante esta herramienta podremos obtener resultados de la opinión, y el aspecto subjetivo del problema al cual nos enfrentamos. Ya que la molestia como lo habíamos mencionado antes, es el resultado subjetivo que tiene cada ser humano, frente a un impulso sonoro, que en este caso es específico.

Por medio de preguntas, dirigidas hacia una muestra, obtendremos resultados que nos servirán para poder unificar criterios sobre el problema que investigamos.

La encuesta utiliza el método inductivo, en donde se pretende recolectar un número suficiente de datos, para poder obtener resultados generales en base a una muestra pequeña con referencia a toda la población.

Hay que tener en cuenta las ventajas de este método en comparación con otros, y también sus limitaciones. La encuesta es una de las mejores formas de recopilación de datos, sobre todo al tener varios aspectos que necesitan ser contestados al momento del estudio. Por otra parte hay algunos factores que pueden influir en las respuestas de los encuestados, y no necesariamente representar la opinión, o fidelidad, de dichos resultados como son:

- La falta de cooperación, o el rehusarse a contestar las preguntas por parte de encuestado.
- Por desconocimiento de los hechos, incapacidad de diferenciación, etc., el encuestado en algunos casos no podría ayudarnos a recopilar la información necesaria para el proyecto.
- Al tratarse de encuestas con una cantidad considerable de preguntas el encuestado puede dar respuestas sin mucho pensamiento por extenuación.

Las limitaciones que se presentaron anteriormente se pueden corregir, por medio de la implementación de un correcto diseño del cuestionario.

En lo que respecta al tipo de encuestas se decidió la encuesta personal, ya que es la que menores inconvenientes presentan, aunque tenga costos elevados.

4. DESARROLLO

4.1 SITIO DE CAMPO

4.1.1 CENTRO HISTÓRICO DE QUITO

Debido a su importancia en la historia siendo el Centro Histórico más grande de América, nombrado como primer patrimonio cultural de la humanidad en noviembre de 1978, estas son características únicas para la realización de un aporte a la comunidad de la ciudad de Quito²³.

El Centro Histórico de Quito abarca una superficie de 320 hectáreas. Debido a su estructura vial así como también a su arquitectura, presenta graves problemas de contaminación.

Sus calles angostas y estrechas nunca fueron pensadas para abarcar a la población que diariamente transita por este lugar.

Las diferentes actividades e instituciones que se albergan en el centro histórico, (plazas, centros comerciales, establecimientos educativos, hospitales, museos, lugares de culto, entre otros) hacen imperativo un estudio más específico y profundo sobre los niveles de ruido, y sobre todo la molestia provocada por este contaminante y su efecto en la sociedad.

4.1.2 PLAZA DE SAN FRANCISCO

La importancia de la Iglesia de San Francisco, contenida dentro de la plaza que lleva el mismo nombre, por ser la iglesia más vieja de Quito: conjuntamente con su monasterio, pretenden atraer la atención de las autoridades encargadas de la mejora de la calidad de vida, de los residentes de este lugar histórico. Así se espera que la acción de estas autoridades sea tomada como prioridad, por medio de los resultados obtenidos de este estudio.

²³ Fuente http://www.quito.com.ec/index.php?option=com_content&task=view&id=6&Itemid=113

La construcción de esta edificación empezó a solo semanas de la fundación de Quito en 1534, la cual duro 70 años en culminarse, fundada por el padre Fray Jodoco Rico (Sitio Oficial Turístico de Quito)

Las calles que delimitan la superficie del estudio son: al norte la calle Mideros, al sur la calle Simón Bolívar, al este la calle Imbabura, y al oeste la calle Sebastián de Benalcázar.

Figura 4.1 Fotografía de la Plaza de San Francisco



Fuente http://www.google.com.ec/imgres?imgurl=http://travel.saricie.com/Ecuador_2003/Plaza_SanFrancisco.jpg&imgrefurl=http://travel.saricie.com/Ecuador_2003/Quito.htm&usg=__xag8sTaaC1eABwtalZDXpztgpeo=&h=405&w=540&sz=21&hl=es&start=70&um=1&itbs=1&tbnid=7OUV7iar0H0O3M:&tbnh=99&tbnw=132&prev=/images%3Fq%3Dplaza%2Bde%2Bsan%2Bfrancisco%26start%3D60%26um%3D1%26hl%3Des%26sa%3DN%26ndsp%3D20%26tbs%3Disch:1

4.2 ESTUDIO DE CAMPO

4.2.1 INSTRUMENTACIÓN

Al ruido se lo considera como contaminante cuando; causa efectos nocivos en una o varias personas, la definición para el tipo de contaminación por el ruido es contaminación acústica. A este ruido se lo puede cuantificar mediante

instrumentación diseñada para este propósito, el sonómetro es el dispositivo utilizado en estos casos.

Por medio del sonómetro se puede medir el nivel de presión sonora que la fuente generadora de ruido está produciendo, y mediante legislación y parámetros, llegar a la concluir si dicho ruido tiene una afectación a la población.

El sonómetro es el instrumento utilizado para medir el nivel de presión sonora, tanto de una como de varias fuentes, consta de las siguientes partes:

- Micrófono, preamplificador
- Pantalla indicadora
- Circuitos integrados

En nuestros días se cuenta con sonómetros totalmente digitalizados, estos ayudan a las personas en la realización de cálculos que antes se los hacía manualmente.

Figura 4.2 Sonómetro del tipo 2
marca 01 dB modelo SOLO



Fuente

http://www.google.com.ec/imgres?imgurl=http://www.ua.pt/idad/ReadImage.aspx%3Fobj%3D10521&imgrefurl=http://www.ua.pt/idad/PagelImage.aspx%3Fid%3D9826&usg=__DafKd1pzkMmleKCDHORoBf1PaDI=&h=321&w=448&sz=26&hl=es&start=36&um=1&itbs=1&tbnid=73-Z_9y8kGM7XM:&tbnh=91&tbnw=127&prev=/images%3Fq%3Dsonometro%2Bsolo%2B01db%26start%3D20%26um%3D1%26hl%3Des%26sa%3DN%26ndsp%3D20%26tbs%3Disch:1

El sonómetro utilizado fue un sonómetro de tipo 2 de la marca 01 dB modelo Solo, el cual es un sonómetro analizador integrador promediador. Este tipo de instrumentación es la recomendada para mediciones de ruido.

Mediante este instrumento se obtendrá los valores del nivel continuo equivalente L_{eq} , en una ponderación de A para poder obtener así una interpretación aproximada al oído humano.

Especificaciones

Contiene un rango dinámico de 30 – 137 dB (A), curvas de ponderación A, B, C, y Z, cuenta con varios descriptores como: L_{eq} , L_p , L_{pmin} , L_{pmax} . Tiene incorporado un analizador de frecuencia 1/1 o 1/3 de octava.

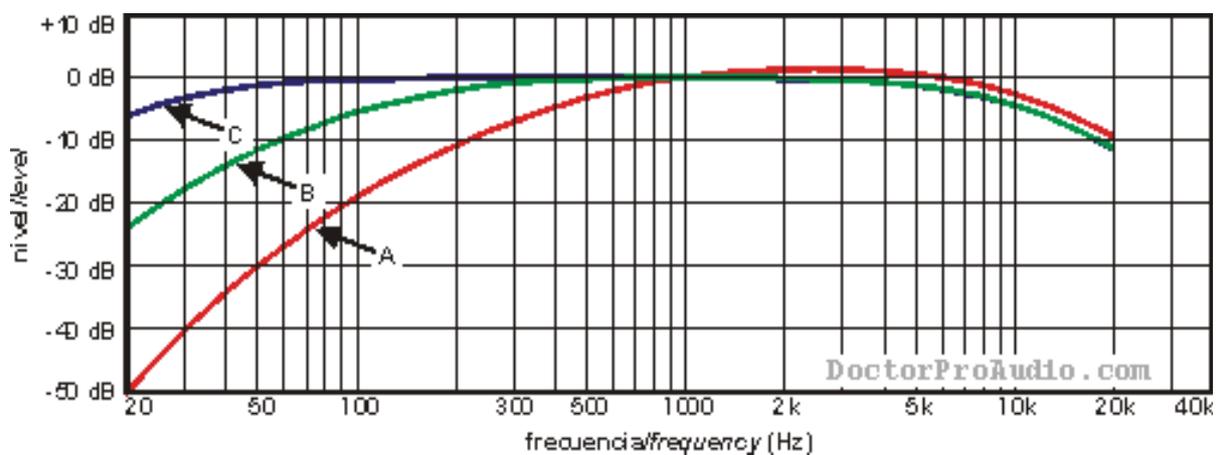
El grado de precisión de este tipo de instrumentos varía dependiendo de la clase o el tipo (1 o 2), y también específicamente del ruido medido. Para generalizar estas respuestas, el grado de precisión que se obtendrá del sonómetro utilizado es de ± 2 dB.

El micrófono de medición de un sonómetro no se comporta de la misma manera que un oído. Ya que nuestra audición tiene mayor sensibilidad en ciertos rangos de frecuencia. Para solucionar este problema se incorporan curvas de ponderación en los sonómetros. Las curvas de ponderación nos indican correcciones de nivel del espectro (en un rango desde los 20Hz hasta los 20kHz). Al utilizar la curva de ponderación A las correcciones nos ayudarán a que los datos medidos reflejen una percepción del oído humano. La curva de ponderación A es la más utilizada, y es considerada el mejor descriptor para la molestia por parte de la Organización Mundial de la Salud.

4.2.2 CRITERIOS DE MEDICIÓN

Para el propósito de este proyecto se necesita la medición de niveles de presión sonora que mantenga un nivel promedio, dependiendo del tiempo de la medición.

Figura 4.3 Curvas de ponderación según la frecuencia (A, B, y C)



Fuente <http://www.terra.es/personal5/exqvkbce/abc.gif>

Para este estudio en particular se realizaron mediciones del ruido comunitario, que no entra en la categoría de fuentes fijas según la norma vigente, y tampoco comprende la categoría de fuentes móviles.

Con estas condiciones se define que el ruido comunitario es un conjunto de estos dos tipos de fuentes, y que dentro de la legislación local no se estipulan, ni se especifican los niveles permitidos para el ruido ambiental.

La gente que es residente en el lugar del estudio no se consideró apropiada para dar una respuesta fiel sobre el ruido en este sector, debido a que los niveles de molestia difieren si comparamos el nivel, tanto fuera, como dentro de la vivienda. Cada vivienda resulta un conjunto de habitaciones con diferentes propiedades, por esto, el ruido comunitario resulta muy complejo de cuantificar.

Otra de las limitaciones comprende el tiempo de los residentes en el lugar del estudio, algunos se desplazarán hacia otros destinos para cumplir sus obligaciones laborales, mientras que los restantes desarrollarán actividades cerca de su lugar de residencia, mas no es necesario que estos lugares comprendan el sitio a estudiarse.

Para poder obtener una muestra sobre el comportamiento del ruido en este sector, se optó por el horario en el cual se desarrollan la mayoría de las actividades. Esto abarca el horario de atención que tiene los comerciantes de los locales alrededor de la plaza de San Francisco, lo cual nos proporciona una respuesta más fiel sobre el ruido comunitario en este lugar.

4.2.3 PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA DE DATOS

4.2.3.1 POSICIÓN DEL MICROFONO AL MOMENTO DE LA TOMA DE DATOS

La posición del micrófono, siempre debería tratar de ubicarse donde normalmente se encuentra el receptor. Para una evaluación de ruido producido por el tráfico, la OMS recomienda ubicar los puntos de medición en la parte más cercana a los residentes del lugar, y no muy cerca de la vía.

No obstante, la medición se puede realizar, con la consideración de los efectos del decaimiento del sonido por la distancia, calculando así el nivel que se obtendría en el punto del receptor.

Debido a la variedad con respecto a la distancia entre la vía y la fachada, muchos investigadores han propuesto definir una distancia para normalizar dichas medidas. Algunas recomendaciones para ubicar el punto de medición son las siguientes:

- Es necesario ver claramente la fuente de ruido al medir
- El camino desde el micrófono de medición hasta la fuente que se pretende medir debe estar libre de edificaciones o cualquier tipo de obstáculo.
- En lo posible se debe evitar que el micrófono al momento de la medición capte el sonido reflejado (reflexiones) de la fuente.

Para el procedimiento de toma de datos en campo se debe tener en cuenta dos criterios. El primero de ellos es sobre la distancia del micrófono de medición de la fachada, el cual debe situarse entre 1 a 2 metros de la misma. Y el segundo sugiere una altura que permanezca en el rango entre 1.2 y 1.5 metros desde el nivel del suelo. Para minimizar en lo posible el efecto de las reflexiones se sugiere estar a 3.5 metros de la fachada.

4.2.3.2 DURACIÓN DE LA MUESTRA

El día de la semana, el mes del año, la hora del día, etc., son factores que hay que tener en cuenta al momento de tomar las mediciones, ya que las variaciones pueden llegar a ser significativas dependiendo del momento.

Para la realización de cualquier estudio lo ideal sería una medición continua de los eventos sonoros en todo momento. Al no contar con situaciones ideales, es necesario que la muestra tomada sea representativa del evento que se quiere reproducir por medio de esta.

4.3 PARTE SUBJETIVA DEL ESTUDIO

4.3.1 DISEÑO DE UNA ENCUESTA

Tabla 4.1 Pasos a seguir para la elaboración de una encuesta

Etapa	Proceso o Subetapa
Diseño Muestral	Determinar Universo Determinar Tamaño Muestra Seleccionar Método de Muestreo
Diseño del Cuestionario	Contenido de preguntas Tipo de preguntas. Secuencias de preguntas Pretest Revisión y cuestionario final
Organización y Realización del Trabajo de Campo	
Creación de Base de Datos y Analisis de la Información	
Interpretación de los Resultados, Informe Final	

Fuente SUAREZ

Para empezar con el diseño de la encuesta es recomendable tener definida la muestra, los objetivos principales deben permanecer claros en todo momento. La segunda parte del diseño consiste en la correcta elaboración del cuestionario, ya que mediante las respuestas a las preguntas que planteemos obtendremos los resultados para la realización del proyecto.

Para el diseño del cuestionario hay que tomar en cuenta el tipo de preguntas, el contenido en cada una de ellas, y la secuencia de estas. Estos criterios son generales para toda elaboración de cuestionarios, así como también una pre prueba de dicha encuesta para corregir errores, y obtener el mayor provecho de este método de recopilación de información.

Una vez que el cuestionario sea diseñado correctamente, y que la pre-prueba muestre resultados satisfactorios, es el momento en que tendremos que proceder a la parte de la recopilación de datos. Para obtener el mejor resultado que la encuesta pueda dar, necesitaremos tener algunos aspectos en consideración en la parte de la recolección de la información:

- El encuestador necesita estar familiarizado con el cuestionario.
- Las preguntas se deben hacer exactamente como están escritas en el cuestionario.
- El orden y secuencia de las preguntas no puede ser alterado.
- Al momento de obtener los datos, revisarlos para estar seguros que las preguntas fueron correctamente contestadas.
- Revisar que las respuestas sean confiables, y descartar los cuestionarios que no lo sean.

El siguiente paso se denomina la digitalización y tabulación de los datos de la encuesta. Esto consiste en el traslado de los datos hacia un ordenador, los datos se podrán manejar con programas de estadística. El análisis y presentación de los resultados se harán en base a los objetivos planteados para la realización del proyecto.

Las conclusiones, evaluación de las hipótesis, recomendaciones, y la necesidad de emprender otras investigaciones es la última fase de la investigación. Todas las etapas del proyecto, desde la planificación, planteamiento del problema, toma de datos de campo, y resultados tendrá que tener un sustento escrito en forma de reporte, o informe.

4.3.1.1 DISEÑO DEL CUESTIONARIO

Al cuestionario se lo puede entender como el objetivo del proyecto reducido a preguntas específicas. La etapa del diseño del cuestionario es una de las partes más importantes para la investigación por medio de encuestas, ya que dependiendo de lo exacto y específico de las preguntas los resultados esperados se obtendrán más fácilmente.

La correcta elaboración de un cuestionario no se rige a una metodología específica, ya que no existe tal cosa; sin embargo nos podemos apoyar en varios criterios y experiencia de los encuestadores, lo cual nos podrá llevar más cerca hacia el diseño eficaz del cuestionario.

4.3.1.2 TIPOS DE PREGUNTAS

En función del tipo de respuestas se pueden clasificar en los siguientes:

- **Preguntas Abiertas.**- Se las denomina así porque la respuesta no tiene ningún formato o forma específica, dejando al encuestado a poder contestar de la manera que el crea más conveniente.
- **Preguntas Cerradas.**-En esta clase de preguntas se limita al encuestado a escoger una o varias opciones previamente definidas en el diseño del cuestionario.

Tanto las preguntas abiertas como las cerradas tienen sus ventajas y limitaciones.

Las preguntas abiertas nos pueden dar respuestas y opiniones que no fueron consideradas dentro del estudio al momento del planteamiento, como desventaja ocurre que la clasificación y tabulación de las respuestas, toma tiempo y puede complicarse. Sin embargo este tipo de preguntas dan mejores resultados cuando el estudio es exploratorio, cuando no se tiene conocimiento de las posibles respuestas a las preguntas planteadas.

Las preguntas cerradas cuentan con mayor facilidad para ser respondidas al momento de la encuesta, ya que requieren de menos esfuerzo por parte del encuestado. A su vez son las más usadas en cuestionarios porque no tienen necesidad de ser agrupadas ni codificadas posteriormente.

Como una alternativa se encuentran las preguntas semiabiertas, las cuales constan como preguntas cerradas, pero con una posibilidad de una respuesta abierta como una opción existente entre las otras. También cuentan con una gran acogida al momento del diseño de los cuestionarios²⁴.

4.3.1.3 ENCUESTA DE VALORACION AMBIENTAL DEL RUIDO

Muchos países han tomado la iniciativa con este problema, ejemplo de esto es el desarrollo de mapas de ruido en las ciudades, y también estudios por medio de encuestas sobre la molestia del ruido, sus efectos y métodos de protección.

A pesar de la cantidad considerable de trabajos para medir la molestia de la población, nunca se han podido comparar del todo entre los diferentes proyectos; ya que no hay similitudes para poder hacer una comparación entre los datos de diferentes lugares, principalmente por la falta de una normativa o una metodología específica para poder analizar varios resultados.

Debido a esto en 1993 un equipo de la ICBEN (The International Commission of the Biological Effects of Noise), comienza en un proyecto el cual tiene como objetivo la creación de preguntas de alta calidad (un par de preguntas multipropósito), y que permitan una comparación entre valores de otros proyectos, y también traducirlos a diferentes idiomas, con el fin de poder comparar entre distintas zonas geográficas. Sin embargo después de varias discusiones y muchas observaciones ha quedado claro que por el momento no existe un consenso en lo que a unificación de criterios se refiere²⁵

²⁴ Fuente SUAREZ

²⁵ Fuente SUAREZ

El par de preguntas del cual se quiere unificar criterios, y entablar una norma a base de esto para tener información que se pueda comparar, y en la cual apoyarse son las siguientes:

- Preguntas de valoración verbal.- Consiste en una pregunta cerrada, la cual necesita especificar un periodo de tiempo en el cual el encuestado se pueda relacionar con el grado de molestia, hay que especificar el tipo de fuente que produce la molestia.
- Pregunta de valoración numérica.- Muy similar a la pregunta de valoración verbal, pero esta consiste en una escala de valoración numérica (del 0 al 10).

Existen varias dudas relacionadas con las preguntas ya que no se contempla el alcance específico que se espera, tampoco la consideración de las variables. A pesar de las negativas al proyecto, se pudieron conseguir importantes herramientas. Una de estas es la formulación de una escala verbal de 21 niveles asociados al grado de molestia que contemplan cada una. Después de un minucioso estudio se recomiendan cinco de estas 21 expresiones, ya que fue necesario que dichas expresiones estén lo suficientemente separadas unas de otras. Las expresiones recomendadas como la escala para el grado de molestia de menor a mayor son las siguientes:

- Absolutamente Nada
- Ligeramente
- Medianamente
- Muy
- Extremadamente

4.3.1.4 PROPUESTA DE ENCUESTA PARA LA EVALUACIÓN DE MOLESTIA POR RUIDO AMBIENTAL

Para la parte de la valoración subjetiva del ruido, se ha creado una encuesta que intenta abarcar las preguntas claves para el objetivo del proyecto.

La percepción de los residentes sobre el ruido del sector, puede estar modificada por el conjunto de eventos sonoros en los que se ven inmersos a lo largo de sus actividades diarias. La falta de interés y cooperación de la población mencionada hace que las encuestas sean difíciles de llevar a cabo.

El horario en el que llega la mayor parte de gente a su residencia, el agotamiento por el día de trabajo, el interrumpir sus actividades vespertinas, entre otras.

Otro de los factores que hay que tomar en cuenta al momento del estudio es su metodología. El estudio se centra en el ruido que existe al aire libre, sobre todo en las aceras y plazas del centro histórico. Las personas que viven en dicho sector normalmente no pasan parte de tiempo considerable en los puntos de medición.

Otro factor que podría influir dependiendo del material y el grosor de este serían el grado de aislamiento de las edificaciones. Ya que al tener una estructura de la época colonial las paredes son más gruesas. Lo cual aportaría un aislamiento mayor en comparación a otras edificaciones en el Distrito Metropolitano de Quito.

Se determinó llevar a cabo la encuesta en el horario diurno para evaluar a las personas que se dedican a la actividad comercial de la zona. Estas personas tendrán una percepción clara del ruido producido en la cercanía de los locales comerciales ubicados alrededor de la plaza. De esta manera se podrá obtener una idea clara sobre la molestia por el ruido ambiental

4.3.1.5 GUIA DE LA ENCUESTA

Los objetivos principales de la encuesta son:

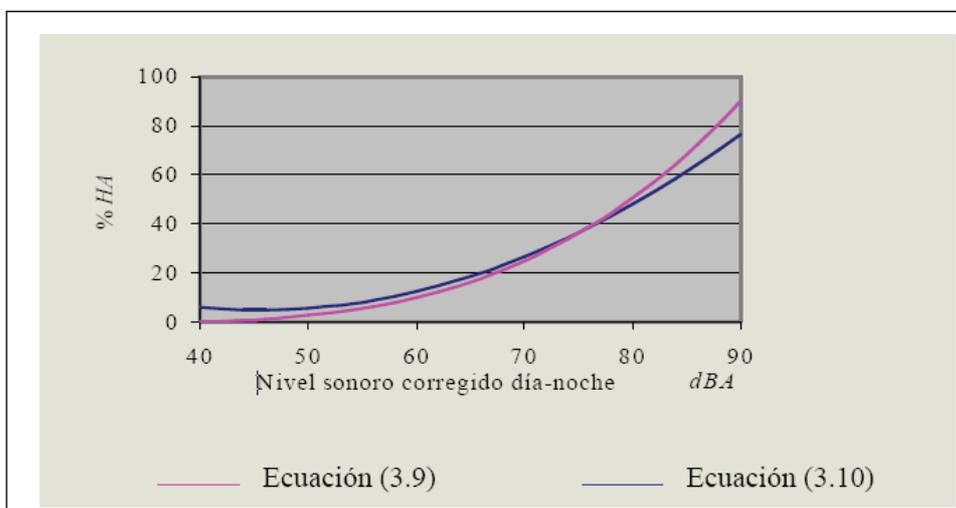
- Evaluar el grado de molestia auditiva de las personas dentro del campo del estudio

- Determinar las fuentes que producen más molestia a la ciudadanía delimitada en el campo del estudio.
- Medir el grado de conocimiento de la gente acerca de los efectos del ruido.
- Determinar el horario en donde se producen los mayores niveles de ruido.

Mediante la recopilación de datos se espera obtener resultados que permitan relacionar los niveles de presión sonora medidos en los puntos del estudio con el grado de molestia de la población encuestada. Para de esta manera realizar una curva sobre la población altamente molesta en base a las mediciones, como se puede ver en la tabla a continuación.

Población altamente molesta por el Ruido

Figura 4.4 Curva del porcentaje de la población altamente molesta.



Fuente SUAREZ

La ecuación 3.9 relaciona el nivel medido corregido (día-noche) con el porcentaje de gente altamente molesta. [HARRIS 1998]

Ecuación (3.9)

$$\%HA = 0,036 L_{DN}^2 - 3,27 L_{DN} + 79,14$$

La ecuación 3.10 también relaciona el nivel corregido (día-noche) con el porcentaje de gente altamente molesto desarrollada por Fidell [Fidell et al. 1991]

Ecuación (3.10)

$$\%HA = 5,23 * 10^{-6} L_{DN}^3 - 0,00056124 L_{DN}^2 + 0,02139798 L_{DN} - 0,29297902$$

A continuación se presenta el prototipo de la encuesta piloto.

IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE RUIDO EN EL CENTRO HISTÓRICO DE QUITO

UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS - INGENIERÍA DE SONIDO Y ACÚSTICA

Los datos proporcionados por usted son estrictamente confidenciales y serán utilizados únicamente con fines académicos.

1 **Nombre:** _____ 2 **Edad** año 3 **Sexo** M F

4 **Dirección del trabajo:**

Calles: _____

5 **Tiempo que trabaja en este lugar:** _____

6 **Tiempo de permanencia en horas:**

<p>Lun-Vie</p> <p><input type="checkbox"/> Mañana</p> <p><input type="checkbox"/> Tarde</p> <p><input type="checkbox"/> Mañana y tarde</p> <p><input type="checkbox"/> Noche</p> <p><input type="checkbox"/> Día y noche</p>	<p>Sab-Dom</p> <p><input type="checkbox"/> Mañana</p> <p><input type="checkbox"/> Tarde</p> <p><input type="checkbox"/> Mañana y tarde</p> <p><input type="checkbox"/> Noche</p> <p><input type="checkbox"/> Día y noche</p>
--	--

7 **Qué problemas ambientales considera importantes en su sitio de trabajo:**

Ruidos molestos Otros (especifique) _____

Contaminación del aire

Presencia de basura

Malos olores

Si el ruido NO es señalado como problema, finalice la encuesta AQUÍ

8 **Considera que el ruido del lugar de trabajo es molesto:** Si No

Si la respuesta es NO, finalice la encuesta AQUÍ

9 **Considera que el ruido influye en la calidad de vida de las personas** Si No No sabe

10 **Considera usted que durante el día el ruido en su lugar de trabajo es** Débil Moderado

Fuerte Intolerable

11 **Cuando cree usted que el ruido es más molesto:** Mañana Medio día Tarde

12 **Indique las fuentes de ruido que existen en su sector (puede escoger más de una opción):**

Autos/Buses Industria Colegio/escuela Comercios

Comercio ambulante Iglesia Parlantes en las aceras Manifestaciones/Desfiles

Otros (especifique) _____

13 Si escogió alguna de las anteriores podría indicar ¿Qué tan molesto es para usted el ruido producido por estas fuentes mientras usted se encuentra **ADENTRO** ?

<p>Autos/Buses</p> <p><input type="checkbox"/> No molesta</p> <p><input type="checkbox"/> Ligeramente</p> <p><input type="checkbox"/> Medianamente</p> <p><input type="checkbox"/> Muy molesto</p>	<p>Industria</p> <p><input type="checkbox"/> No molesta</p> <p><input type="checkbox"/> Ligeramente</p> <p><input type="checkbox"/> Medianamente</p> <p><input type="checkbox"/> Muy molesto</p>	<p>Colegio/escuela</p> <p><input type="checkbox"/> No molesta</p> <p><input type="checkbox"/> Ligeramente</p> <p><input type="checkbox"/> Medianamente</p> <p><input type="checkbox"/> Muy molesto</p>	<p>Comercios</p> <p><input type="checkbox"/> No molesta</p> <p><input type="checkbox"/> Ligeramente</p> <p><input type="checkbox"/> Medianamente</p> <p><input type="checkbox"/> Muy molesto</p>
---	---	---	---

<p>Comercio ambulante</p> <p><input type="checkbox"/> No molesta</p> <p><input type="checkbox"/> Ligeramente</p> <p><input type="checkbox"/> Medianamente</p> <p><input type="checkbox"/> Muy molesto</p> <p><input type="checkbox"/> Otros (especifique): _____</p>	<p>Iglesia</p> <p><input type="checkbox"/> No molesta</p> <p><input type="checkbox"/> Ligeramente</p> <p><input type="checkbox"/> Medianamente</p> <p><input type="checkbox"/> Muy molesto</p>	<p>Parlantes en las aceras</p> <p><input type="checkbox"/> No molesta</p> <p><input type="checkbox"/> Ligeramente</p> <p><input type="checkbox"/> Medianamente</p> <p><input type="checkbox"/> Muy molesto</p>	<p>Manifestaciones/Desfiles</p> <p><input type="checkbox"/> No molesta</p> <p><input type="checkbox"/> Ligeramente</p> <p><input type="checkbox"/> Medianamente</p> <p><input type="checkbox"/> Muy molesto</p>
---	---	---	--

14 Si escogió alguna de las anteriores podría indicar ¿Qué tan molesto es para usted el ruido producido por estas fuentes mientras usted se encuentra **AFUERA**?

Autos/Buses

- No molesta
 Ligeramente
 Medianamente
 Muy molesto

Industria

- No molesta
 Ligeramente
 Medianamente
 Muy molesto

Colegio/escuela

- No molesta
 Ligeramente
 Medianamente
 Muy molesto

Comercios

- No molesta
 Ligeramente
 Medianamente
 Muy molesto

Comercio ambulante

- No molesta
 Ligeramente
 Medianamente
 Muy molesto

Iglesia

- No molesta
 Ligeramente
 Medianamente
 Muy molesto

Parlantes en las aceras

- No molesta
 Ligeramente
 Medianamente
 Muy molesto

Manifestaciones/Desfiles

- No molesta
 Ligeramente
 Medianamente
 Muy molesto

15 Indique cuál de las siguientes actividades es interrumpida por el ruido:

- Estudiar
 Trabajar
 Conversar
 Ver TV
 Dormir
 Escuchar la radio
 Otras (especificar):

16 Mientras descansa o almuerza cual es el ruido que más percibe?

17 Cree usted que el ruido ambiental en los últimos años a:

- Aumentado
 Disminuido
 Se ha mantenido constante

18 Ha tomado alguna acción para protegerse del ruido ambiental? Si No

19 Ha presentado alguna queja por ruidos molestos? Si No

20 Ha tenido respuesta a su queja/denuncia? Si No

4.3.1.6 PARTES DE LA ENCUESTA

La primera parte de la encuesta (preguntas 1-4) detallan información sobre las personas encuestadas como: el sexo, la edad, y nombre. Hay que tener en cuenta que al momento de la recolección de datos se tiene que explicar a la persona que va a ser encuestada el propósito de esta. De igual manera expresarle que la información que nos entrega se manejará confidencialmente. Mediante este proceso se espera más confianza por parte del encuestado y una mejor respuesta a las preguntas posteriores.

La segunda parte (preguntas 4, 5, 6 y 7) nos proporcionan información sobre el lugar de trabajo, periodo de tiempo, permanencia de horas en el local, molestias en el lugar de trabajo. Teniendo en cuenta que estos resultados serán decisivos en la construcción del grafico correspondientes a los horarios con mayor molestia.

La preguntas 8, 9, 10 y 11 tratan sobre la molestia hacia el ruido. La influencia en la calidad de vida, nivel de molestia, y horarios más molestos. Si el sujeto del estudio no se encuentra molesto frente al ruido urbano, no hay necesidad de seguir con la encuesta.

Las preguntas 12, 13 y 14 muestran el grado de molestia por medio de cinco opciones, con una escala de representación numérica comprendidas en el rango de 1 a 5, dependiendo de la fuente.

Con estos resultados obtendremos información sobre la fuente que produce más molestia en el sector del estudio. Tanto al encontrarse el encuestado dentro del local como afuera de este.

Por medio de las preguntas 15 y 16, se obtendrá conocimiento sobre las actividades que se ven interrumpidas por el ruido, según el encuestado.

Con la pregunta 17 se conocerá el comportamiento del ruido ambiental los últimos años. El encuestado nos concederá su punto de vista.

La pregunta 18, 19, y 20 recopilan información sobre: las acciones tomadas para protegerse de este contaminante, denuncias o quejas presentadas, y su respuesta a estas denuncias.

4.4 ENCUESTA PILOTO

Como se explicó anteriormente, estos estudios requieren de una prueba previa antes de realizar el desarrollo definitivo, de esta manera identificar posibles variables que no fueron consideradas al momento de la formulación de la encuesta.

La encuesta piloto se realizó en los alrededores del sitio del estudio. Tratando de proporcionar condiciones similares a las que tienen las personas del lugar de estudio.

Se revisaron temas concretos como la síntesis de la encuesta, el formato y el lenguaje utilizado. El uso de preguntas filtro al inicio de la encuesta, que determinen la utilidad de la muestra.

También se evaluó el rendimiento en las diversas actividades que realizan, y la extensión de la encuesta, siendo un factor importante no perder el interés de los posibles encuestados para contestar las preguntas.

Se hizo una revisión previa a la realización de la encuesta piloto, tomando en cuenta todos estos puntos, se definió una estructura más concisa y fácil, tanto para la gente como para la tabulación de datos.

Mediante la encuesta piloto se obtuvieron las siguientes observaciones:

- Existió una negativa de entregar el nombre del encuestado, a pesar de que se les explicó que los datos recopilados tenían fines académicos.
- Se acordó tener un rango, en lo que respecta al tiempo que la persona ha estado trabajando en dicho lugar, para facilitar la tabulación de datos.
- No se presentó diferencia entre los días laborables y fines de semana. Así las dos opciones figuran como una.
- Para el horario de trabajo, se utilizó intervalos, y también una opción abierta, para que el encuestado detalle su horario de trabajo.

- Para la pregunta número que trata sobre el horario mas molesto, se vio la necesidad de crear una opción en donde el encuestado pueda detallar su respuesta. Haciéndola más específica

Estas observaciones permitieron realizar las mejoras necesarias para conseguir una simplificación en las preguntas de la encuesta, una mejor respuesta y procesamiento de datos al momento de la tabulación.

4.5 PROCESAMIENTO DE DATOS OBTENIDOS

Una vez recopilados los resultados de las encuestas, se realizó el procesamiento de los datos en el programa Excel. Para facilitar el procesamiento se utilizó rangos definidos en algunas preguntas, así como también preguntas con opciones limitadas. Mediante la utilización de filtros se empezó a obtener datos generales en la muestra, y se utilizó también métodos de agrupación de diferentes datos para comprobar si existía alguna tendencia marcada dentro del estudio.

El universo del estudio de la encuesta abarca a las personas que realizan actividades de comercio formal en el Centro Histórico.

El espacio muestral entonces estará determinado por la población que realiza actividades de comercio alrededor de la plaza de San Francisco. Se utilizó el método de muestreo no aleatorio, mediante el cual todos los parámetros fija el encargado del estudio, por facilidad de acceso a los individuos. Debido a este tipo de muestreo se evita el análisis estadístico sobre probabilidad.

La encuesta final consta de 15 preguntas, las cuales son tomadas cada una como una variable, también dentro de esta encuesta se definen variables cualitativas como el sexo. Se utilizó observación directa, u observación primaria, al momento de realizar la recopilación de datos, la cual consiste en tener contacto directo con los individuos a los cuales se les presentaba el fenómeno a estudiar en el estudio, por medio de este tipo de observación, los datos obtenidos son considerados originales. En una categoría mas especifica

dentro de la observación primaria, se utilizó la observación circunstancial, la cual fue producto de la necesidad por determinar el grado de molestia en el campo de estudio.

Para el análisis y procesamiento de datos se utilizará la estadística inductiva, ya que por medio de los resultados o tendencias obtenidas determinar nuevas conclusiones.

Al ser un estudio sobre el cual no existen precedentes en el país, los datos serán recopilados netamente del estudio de campo.

4.5.1 RESULTADOS DE LA ENCUESTA

4.5.1.1 Cantidad de gente molesta por el ruido en el sector del Centro Histórico de Quito.

Gráfico 4.1 Población afectada por la contaminación acústica.



Fuente AUTOR

En el gráfico 4.1 se puede observar que la población molesta es del 90% del total, esto denota una clara molestia del ambiente sonoro al cual la gente se ve inmersa.

4.5.1.2 Intensidad de la molestia percibida en el Centro Histórico de Quito.

Gráfico 4.2 Grado de molestia percibido por la población afectada con el ruido.

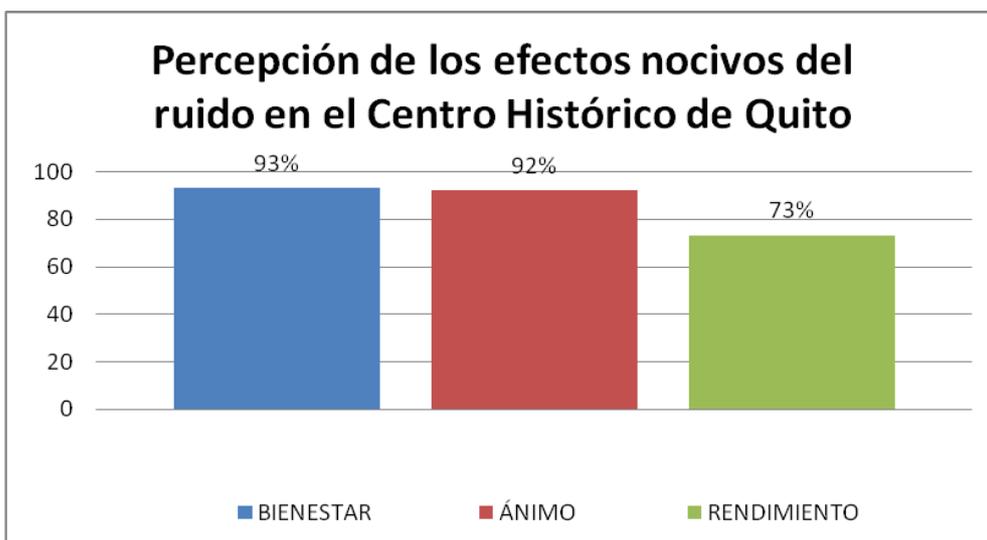


Fuente AUTOR

En el gráfico 4.2 se aprecia que dentro de la población molesta a la cual se encuestó, un 2% de ella considera que la molestia es débil, el 27% concuerda en que la molestia es moderada, un 56% cree que la molestia por parte del ruido es fuerte, mientras que un 15% la considera intolerable. Se puede observar que un alto porcentaje de la gente molesta por el ruido percibe una afectación significativa (fuerte e intolerable).

4.5.1.3 Percepción sobre los efectos nocivos del ruido en el Centro Histórico de Quito.

Gráfico 4.3 Repercusión de los efectos del ruido en las personas



Fuente AUTOR

El gráfico 4.3 muestra la percepción sobre los efectos del ruido, tanto en el bienestar, el ánimo, y el rendimiento de las personas. El porcentaje mostrado en las barras corresponde al número de personas las cuales creen que el ruido afecta a dichas categorías.

4.5.1.4 Percepción de la población del Centro Histórico de Quito sobre los generadores de ruido en momentos de recreación o descanso.

Gráfico 4.4 Diferentes tipos de ruidos percibidos en el horario diurno.



Fuente AUTOR

En el gráfico 4.4 se observa que el 87% de la población considera al tráfico vehicular como el causante principal del ruido generado en la zona. Esto incluye el ruido de tráfico y el abuso de la bocina del automóvil.

4.5.1.5 Molestia de la población del Centro Histórico ante distintas fuentes sonoras.

Con el fin de cuantificar el grado de molestia en función de cada fuente, se desarrolló una escala de valoración numérica. Se utilizaron cinco rangos de valores, que representan las opciones del grado de molestia. El valor máximo de molestia que puede tener una fuente es de 450 (esto viene de multiplicar el nivel máximo de molestia, 5, por el número de personas que se encuestaron, 90). Este valor se dividió en 5 rangos de 90 unidades. Obteniendo la tabla a continuación.

De 0 a 90	NO MOLESTA
De 90 a 180	LIGERAMENTE
De 180 a 270	MEDIANAMENTE
De 270 a 360	MUY MOLESTO
De 360 a 450	INTOLERABLE

Gráfico 4.5 Nivel de molestia de la gente, dependiendo de las fuentes

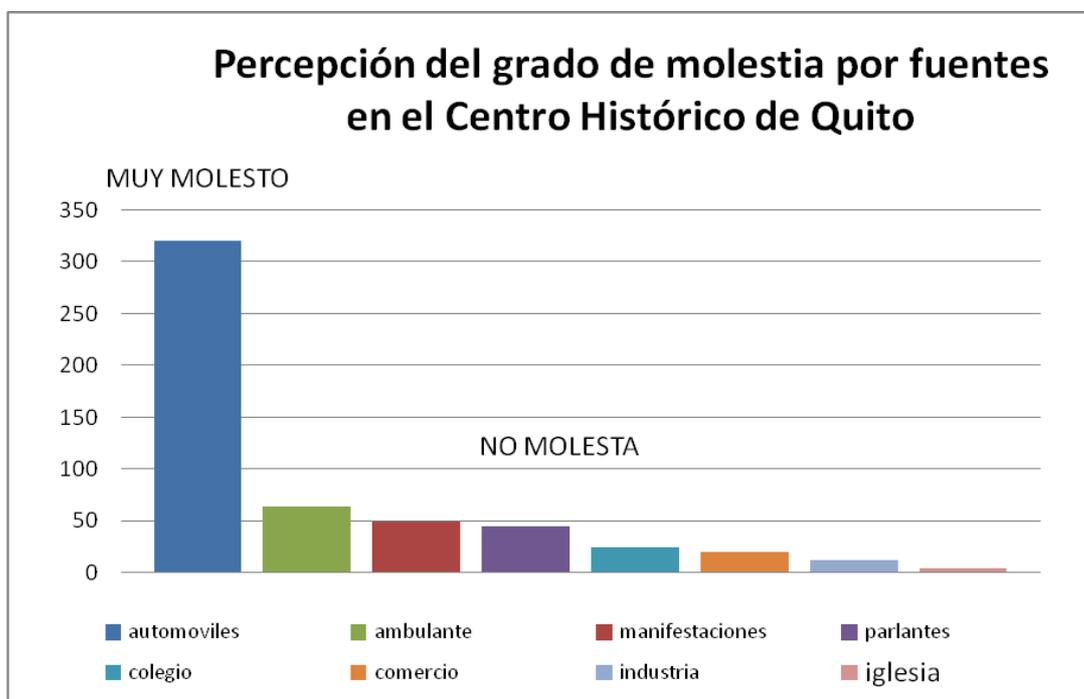
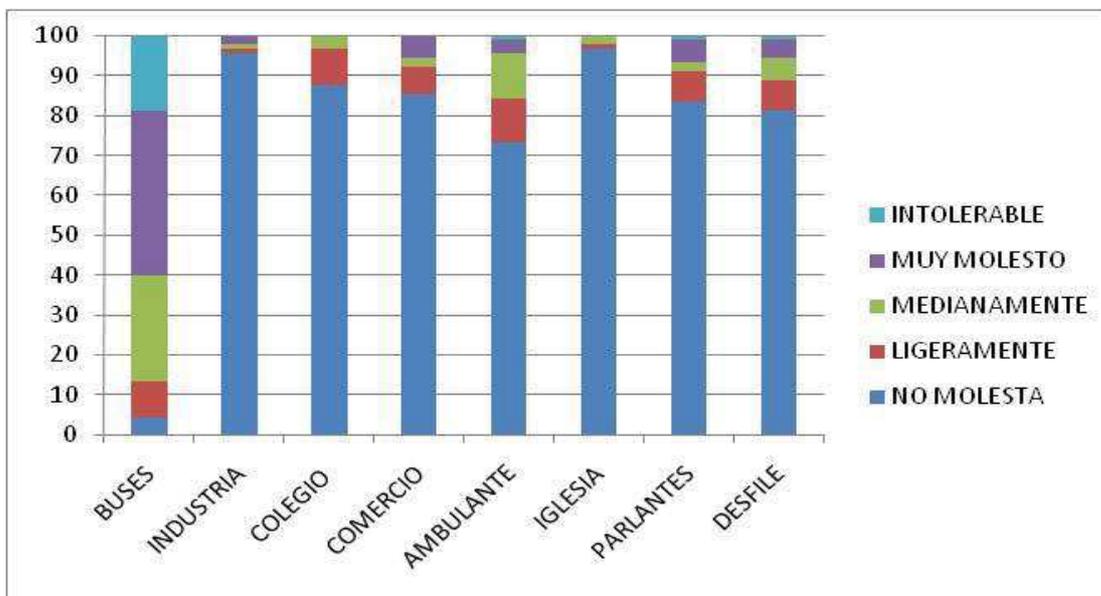


Gráfico 4.6 Nivel de molestia en porcentaje de la gente dependiendo de las fuentes.



Fuente AUTOR

En el gráfico 4.5 se muestra el resultado de la valoración descrita en la cual se observa que nuevamente que el flujo vehicular es por sobre las demás considerada como la más molesta. Otras fuentes identificadas como el comercio ambulante, manifestaciones, parlantes, etc., quedaron comprendidas en la categoría de No Molesto.

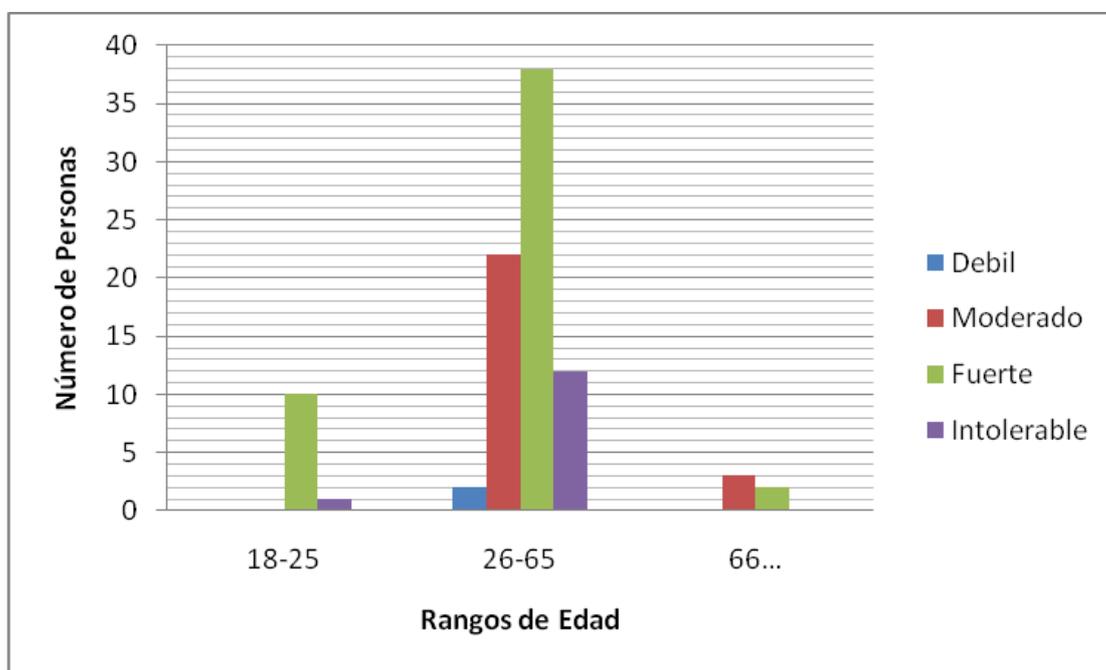
4.5.1.6 Horarios en los cuales la población del Centro Histórico se encuentra más molesta por el ruido según la valoración realizada.

Un 85 % de la población encuestada consideró que el momento de mayor molestia, según los datos recogidos, es el horario comprendido entre las 07:00 y las 18:00 horas. El resto por un lado presentaban la misma molestia tanto en el día, como en las noches (7%), mientras que otro porcentaje aseguraba que las mañanas eran las más molestas (6%).

Estos resultados fueron corroborados mediante los resultados de mediciones realizadas en puntos escogidos alrededor del campo de estudio, y se demostró que los niveles de ruido eran muy semejantes durante todo el periodo evaluado (07h00-18h00).

4.5.1.7 Molestia del ruido percibida según rangos de edad de la población.

Gráfico 4.7 Resultados sobre el grado de molestia percibido por los diferentes rangos de edad.



Fuente: AUTOR

En el gráfico 4.7 se muestran los resultados obtenidos correspondientes a los grados de molestia, según la edad de los encuestados.

Se observa que la mayor parte de la población está situada en el rango desde los 26 hasta los 65 años de edad. Y que la percepción que predomina en este rango es la de fuerte.

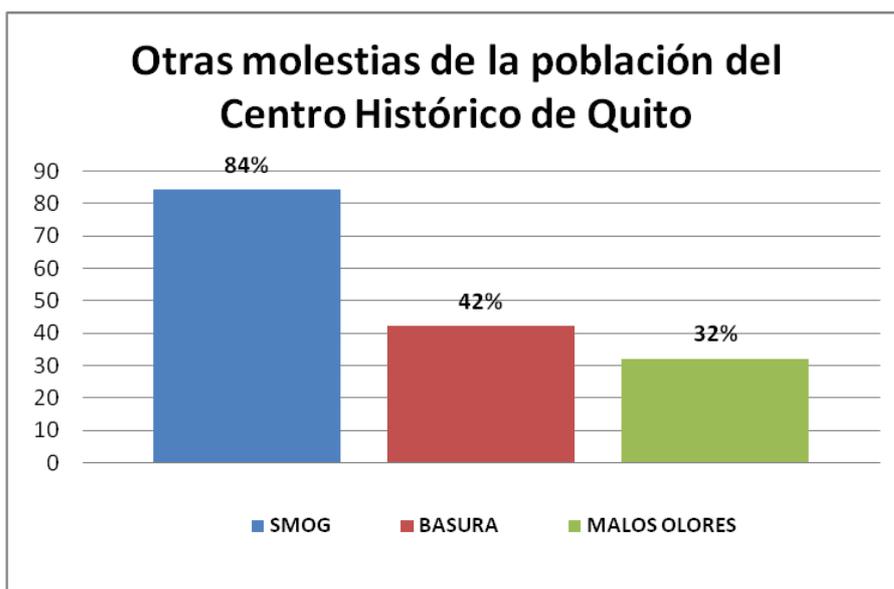
5.5.1.8 Aumento del ruido en los últimos años y la toma de medidas por parte de la población del Centro Histórico de Quito.

Con las respuestas de la encuesta se encuentra que un 87% de la población cree que el ruido ha aumentado estos últimos años. De acuerdo a los resultados del estudio debe estar relacionado con el crecimiento desmesurado del parque automotor en el DMQ.

En lo que respecta a la toma de medidas para mitigar el ruido, no se encontraron resultados en el estudio. A pesar de la molestia percibida por parte de la población, las personas no han hecho ningún esfuerzo para aminorar estos efectos.

4.5.1.9 Otras molestias presentadas por la población del Centro Histórico de Quito

Gráfico 4.8 Resultados correspondientes a otras molestias presentadas por la población.



Fuente AUTOR

Observamos en este gráfico una gran cantidad de gente que siente molestia hacia el smog, esto se debe a la presencia de automotores tanto de uso público como particular. Se observa por lo tanto que los vehículos además de causar problemas de ruido, contribuyen a la contaminación atmosférica.

4.5.2 PROCESO ESTADÍSTICO

Mediante la estadística podremos comprender e interpretar los datos de una mejor manera, por medio de estos procesos obtendremos resultados más concretos sobre la relación, e inferir tendencias en la población del estudio.

Para el análisis estadístico de una encuesta se toman a todas las preguntas como variables. Para esta encuesta en particular se consideró dos tipos de variables, las variables discriminantes, y las variables relativas.

Las variables discriminantes son las que en cierto grado condicionan o modifican la valoración de las variables relativas. Se determinó cuatro variables discriminantes en la encuesta:

- Edad
- Sexo
- Tiempo de permanencia en el lugar de trabajo

Ya que se asume que estas variables pueden determinar el resultados de las variables restantes en la encuesta.

Las variables relativas de mayor importancia son:

- Bienestar
- Intensidad del ruido percibido
- Horario más molesto
- Fuente más molesta

Fue necesario hacer un cruce de variables, las variables discriminantes, con las variables de mayor importancia relativas.

Para esto se realizó matrices obtenidas de los resultados generales de la encuesta.

Y mediante estas matrices, se realizaron los cruces de las variables:

Edad vs Bienestar

	RUIDO BIENESTAR			
EDAD	SI	NO	NO SABE	TOTALES
18-25	10	1	0	11
26-65	70	2	2	74
66...	5	0	0	5
TOTALES	85	3	2	90

Edad vs Intensidad del ruido percibido

	RUIDO PERCIBIDO				
EDAD	DÉBIL	MODERADO	FUERTE	INTOLERABLE	TOTALES
18-25	0	0	10	1	11
26-65	2	22	38	12	74
66...	0	3	2	0	5
TOTALES	2	25	50	13	90

Edad vs Horario más molesto

	HORARIO MÁS MOLESTO			
EDAD	MAÑANA	MEDIO DÍA	TARDE	TOTALES
18-25	6	7	7	20
26-65	31	40	38	109
66...	2	3	4	9
TOTALES	39	50	49	138

Edad vs Fuente más molesta

	FLUJO VEHICULAR					
EDAD	NO MOLESTA	LIGERAMENTE	MEDIANAMENTE	MUY MOLESTO	INTOLERABLE	TOTALES
18-25	0	1	2	7	1	11
26-65	3	6	22	27	16	74
66...	0	1	1	3	0	5
TOTALES	3	8	25	37	17	90

Sexo vs Bienestar

	RUIDO BIENESTAR			
SEXO	SI	NO	NO SABE	TOTALES
MASC	36	0	0	36
FEME	49	3	2	54
TOTALES	85	3	2	90

Sexo vs Intensidad del ruido percibido

	RUIDO PERCIBIDO				
SEXO	DEBIL	MODERADO	FUERTE	INTOLERABLE	TOTALES
MASC	2	11	17	6	36
FEME	0	14	33	7	54
TOTALES	2	25	50	13	90

Sexo vs Horario más molesto

	HORARIO MOLESTO			
SEXO	MAÑANA	MEDIO DIA	TARDE	TOTALES
MASC	17	22	18	57
FEME	24	31	34	89
TOTALES	41	53	52	146

Sexo vs Fuente más molesta

	BUSES					
SEXO	NO MOLESTA	LIGERAMENTE	MEDIANAMENTE	MUY MOLESTO	INTOLERABLE	TOTALES
MASC	1	4	7	14	10	36
FEME	3	4	17	23	7	54
TOTALES	4	8	24	37	17	90

Tiempo de permanencia en el lugar trabajo vs Bienestar

	RUIDO BIENESTAR			
TIEMPO	SI	NO	NO SABE	TOTALES
MENOS 1	9	0	0	9
1 A 5	24	1	0	25
5...	52	2	2	56
TOTALES	85	3	2	90

Tiempo de permanencia en el lugar trabajo vs Intensidad de ruido

	RUIDO TRABAJO				
TIEMPO	DÉBIL	MODERADO	FUERTE	INTOLERABLE	TOTALES
MENOS 1	0	3	6	0	9
1 A 5	1	8	14	2	25
5...	1	14	30	11	56
TOTALES	2	25	50	13	90

Tiempo de permanencia en el lugar trabajo vs Horario más molesto

	HORARIO MAS MOLESTO			
TIEMPO	MAÑANA	MEDIO DIA	TARDE	TOTALES
MENOS 1	5	7	4	16
1 A 5	8	15	15	38
5...	29	33	35	97
TOTALES	42	55	54	151

Tiempo de permanencia en el lugar trabajo vs Fuente más molesta

	BUSES					
TIEMPO	NO MOLESTA	LIGERAMENTE	MEDIANAMENTE	MUY MOLESTO	INTOLERABLE	TOTALES
MENOS 1	1	1	2	5	0	9
1 A 5	1	2	7	12	3	25
5...	2	5	15	20	14	56
TOTALES	4	8	24	37	17	90

Después de tener las matrices empezó el proceso de obtención de las matrices de valores esperados o de contingencia, un paso necesario para poder saber el grado de relación o asociación entre las dos variables.

Para la obtención de la matriz de contingencia o de valores esperados se lo hace multiplicando el valor total de la columna con el valor total de la fila correspondiente, y este valor se lo divide para el total de la matriz.

1				2			
Número de Hijos				Número de Hijos			
Edad	0-2	más de 2	Total	Edad	0-2	más de 2	Total
18-23	8	15	23	18-23	9,58	15	23
24-50	17	20	37	24-50	15,42	20	37
Total	25	35	60	Total	25	35	60

La primera matriz es la original, mientras que la segunda tiene los valores esperados en la primera columna.

A partir de esto se realiza un cálculo para obtener el valor de chi cuadrado parcial en cada una de las celdas de la matriz.

El valor del chi parcial es la resta del valor real del esperado, se eleva al cuadrado esta diferencia y se lo divide para el valor esperado.

Para el cálculo del primer chi parcial de la primera fila y la primera columna

$$\text{Chi Parcial} = \frac{(8 - 9.58)^2}{9.58}$$

Ecuación 4.1

El valor del chi total será la sumatoria de todos los chi parciales. Con este valor podremos buscar su ubicación en la tabla de distribución de chi cuadrado.

Tabla de Chi-cuadrado

GRADOS DE LIBERTAD	PROBABILIDAD										
	0,95	0,9	0,8	0,7	0,5	0,3	0,2	0,1	0,05	0,01	0,001
1	0,004	0,02	0,06	0,15	0,46	1,07	1,64	2,71	3,84	6,64	10,83
2	0,1	0,21	0,45	0,71	1,39	2,41	3,22	4,6	5,99	9,21	13,82
3	0,35	0,58	1,01	1,42	2,37	3,66	4,64	6,25	7,78	11,34	16,27
4	0,71	1,06	1,65	2,2	3,36	4,88	5,99	7,78	9,49	13,28	18,47
5	1,14	1,61	2,34	3	4,35	6,06	7,29	9,24	11,07	15,09	20,52
6	1,63	2,2	3,07	3,83	5,35	7,23	8,56	10,64	12,59	16,81	22,46
7	2,17	2,83	3,82	4,67	6,35	8,38	9,8	12,02	14,07	18,48	24,32
8	2,73	3,49	4,59	5,53	7,34	9,53	11	13,36	15,51	20,09	26,12
9	3,32	4,17	5,38	6,39	8,34	10,7	12,2	14,68	16,92	21,67	27,88
10	3,94	4,86	6,18	7,27	9,34	11,8	13,4	15,99	18,31	23,21	29,59
NO SIGNIFICATIVO									SIGNIFICATIVO		

²⁶Tabla 4.2 Tabla de distribución de Chi-cuadrado

Los grados de libertad se refieren al producto de las columnas de la matriz con las filas de esta, restándoles tanto al número total de filas como al de columnas el valor de 1. Así una matriz de 3X3 tendrá cuatro grados de libertad. (Número de filas = 3 – 1 = 2) X (Número de columnas = 3 – 1 = 2).

Encontraremos que los valores de chi que estén dentro de las últimas tres columnas serán significativos, lo que da como resultado que las variables estas asociadas.

	BIENESTAR	INTENSIDAD DE RUIDO	HORARIO MAS MOLESTO	FUENTE MAS MOLESTA
EDAD	1,79	8,43	0,38	5,49
SEXO	3,52	4,12	0,66	4,46
TIEMPO	1,32	4,31	1,99	5,73

²⁶ Fuente: <http://www.slideshare.net/freddygarcia/chi-cuadrado-1689474>

Los valores de chi-cuadrado no se encuentran dentro del rango significativo. Lo cual nos indica que estas variables en el estudio no están asociadas.

Después de este análisis se volvió a realizar el mismo procedimiento con diferentes variables, consideradas como las más relevantes.

A continuación se enumeran las variables más importantes incluidas en la encuesta.

- Percepción de la Molestia
- Horario de la Molestia
- Rendimiento
- Estado de Ánimo
- Edad
- Permanencia en el Lugar de Trabajo
- Sexo

Mediante los valores obtenidos podremos cruzar estos datos con el grado de molestia, si la relación es significativa podremos comparar los factores que estas asociados a ella.

Percepción de la Molestia con respecto al Horario

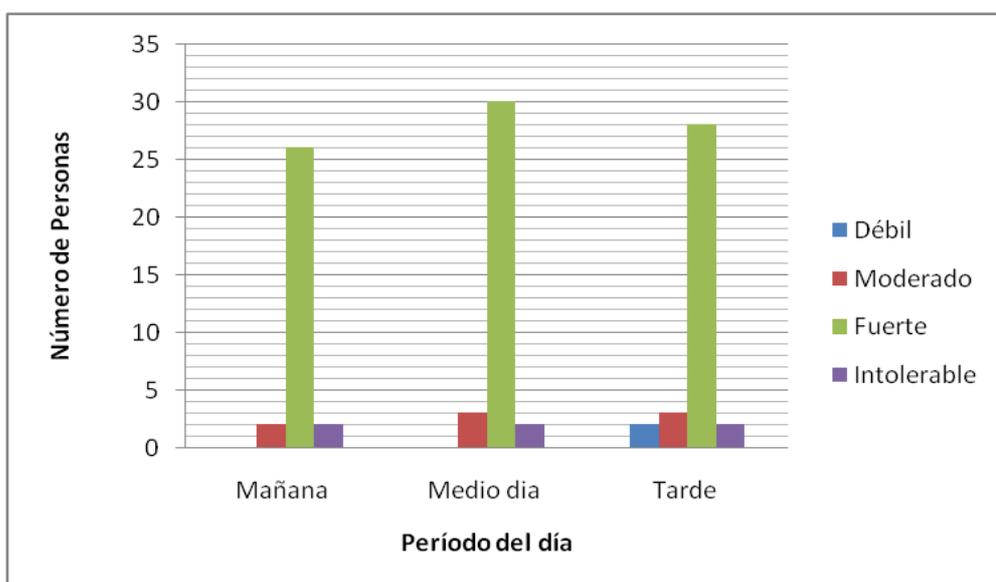
La encuesta en su pregunta numero 8 requiere que los encuestados den su opinión sobre el horario del día más molesto. Los resultados fueron los siguientes. Después del análisis del chi-cuadrado se demuestra que esta variable está asociada con la molestia.

	Mañana	Medio dia	Tarde
Débil	0	0	2
Moderado	2	3	3
Fuerte	26	30	28
Intolerable	2	2	2

	Mañana	Medio día	Tarde
Débil	0	0	2,22%
Moderado	2,22%	3,33%	3,33%
Fuerte	28,89%	33,33%	31,11%
Intolerable	2,22%	2,22%	2,22%

Se puede ver claramente una tendencia sobre la percepción fuerte del ruido en el transcurso de todo el día.

Gráfico 4.9 Nivel de molestia en comparación con los horarios del día



Fuente AUTOR

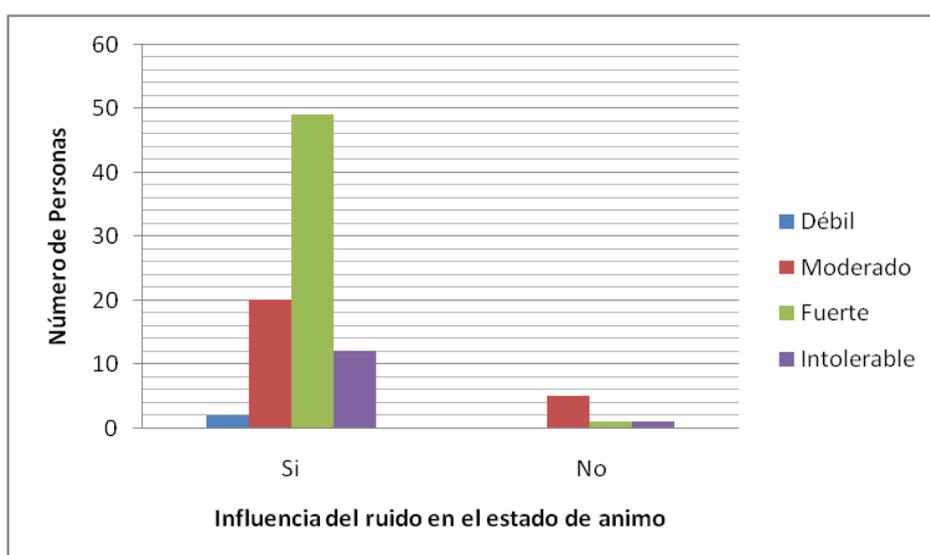
Estado de Ánimo

La pregunta número 11 en la encuesta trata sobre el estado de ánimo, los resultados fueron los siguientes.

	Ánimo Si	Ánimo No
Débil	2	0
Moderado	20	5
Fuerte	49	1
Intolerable	12	1

	Ánimo Si	Ánimo No
Débil	2,22%	0
Moderado	22,22%	5,56%
Fuerte	54,44%	1,11%
Intolerable	13,33%	1,11%

Gráfico 4.10 Nivel de molestia en comparación con la influencia en el estado de ánimo



Fuente AUTOR

No se encuentra una tendencia marcada sobre el estado de ánimo dependiendo del grado de molestia de la gente, sin embargo el porcentaje que cree que el estado de ánimo no es afectado por el ruido es de apenas en 8.44%. Lo que nos indica que un 93.66% cree que el ruido influye en el estado de ánimo. Después de análisis de chi-cuadrado se demuestra que esta variable está asociada con la molestia.

Rendimiento

La pregunta número 10 en la encuesta se refiere a la afectación del ruido en el rendimiento del trabajo.

	Rendimiento Si	Rendimiento No
Debil	2	0
Moderado	17	8
Fuerte	34	16
Intolerable	13	0

	Rendimiento Si	rendimiento No
Débil	2,22%	0
Moderado	18,89%	8,89%
Fuerte	37,78%	17,78%
Intolerable	14,44%	0

Dentro del rango entre moderado y fuerte se puede distinguir que más del doble de la población que identifico el ruido entre estas valoraciones cree que afecta al rendimiento. En una medida más general, el 73.3% de la gente que se encuentra molesta por el ruido en el campo de estudio piensa que el ruido afecta al rendimiento.

Edad

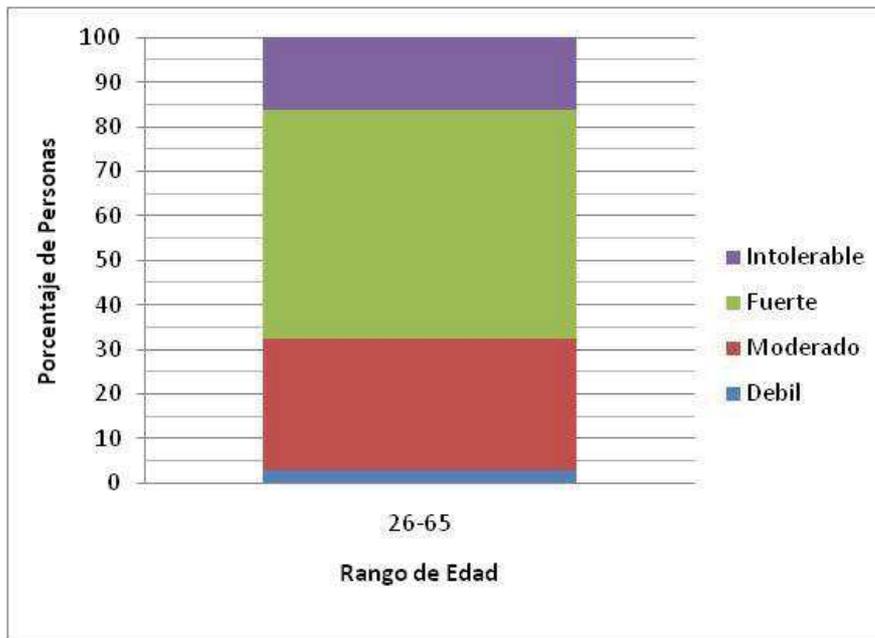
Dentro de la encuesta en la primera parte sobre información del encuestado se pregunta la edad de cada individuo, se segmentó de acuerdo a los intervalos de edad recomendados por el INEC. Estos fueron los resultados de acuerdo al nivel de molestia.

	18-25	26-65	66...
Débil	0	2	0
Moderado	0	22	3
Fuerte	10	38	2
Intolerable	1	12	0

	18-25	26-65	66...
Debil	0	2%	0
Moderado	0	24,40%	3%
Fuerte	11,10%	42,22%	2%
Intolerable	1,11%	13,33%	0

Se puede diferenciar que en la última categoría, la que corresponde a la gente desde los 66 años en adelante, no existen valoraciones de ruido débil ni intolerable, esto puede ser debido a la pérdida natural del oído.

Gráfico 4.11 Nivel de molestia en el rango de edad comprendido entre los 26 – 65 años de edad



Fuente AUTOR

Dentro del rango que contiene a la mayor parte de la población se observa que existe un 42% que considera que el ruido es fuerte, y que un 55% percibe el ruido como fuerte e intolerable.

Permanencia en el lugar de Trabajo

La pregunta número 2 trata sobre el tiempo que el individuo ha estado trabajando en el local a ser encuestado. Se propusieron tres opciones, las cuales se observan en la siguiente tabla.

	Menos de 1 año	De 1 a 5 años	Mas de 5 años
Debil		1	1
Moderado	3	8	14
Fuerte	6	14	30
Intolerable		2	11

	Menos de 1 año	De 1 a 5 años	Mas de 5 años
Debil		1,11%	1,11%
Moderado	3,33%	8,89%	15,56%
Fuerte	6,67%	15,56%	33,30%
Intolerable		2,22%	12,22%

Correspondiente al tiempo de permanencia se observa que el 90% de la gente se encuentra en los últimos dos rangos. Dentro de este 90% existe una tendencia sobre la valoración del ruido como fuerte. Y esto da un 48.86% de la población total.

Sexo

Otra de las preguntas sobre información del encuestado se refiere al género del individuo. A continuación se detallan la valoración del ruido, de acuerdo al género.

	Masculino	Femenino
Debil	2	
Moderado	11	14
Fuerte	17	33
Intolerable	6	7

	Masculino	Femenino
Debil	5,55%	0
Moderado	30,56%	25,92%
Fuerte	47,22%	61,11%
Intolerable	16,67%	12,96%

Mediante la tabla sobre la valoración del ruido por el género se observa que ninguna mujer ha considerado el ruido como débil. Se puede observar también que hay una tendencia hacia la valoración fuerte del ruido tanto en hombres como mujeres.

IMPORTANTE

La mayor parte de la gente en la encuesta cree que el grado de ruido es fuerte, y dentro de ese rango también creen que es fuerte todo el día con diferencias de cuatro puntos entre el número de personas, equivalente al (4.5%) de variación, el 76% de estos encuestados están en el rango de edad de 26 a 65 años, y más de la mitad de esta gente (58%) lleva trabajando más de cinco años, el (30%) lleva de uno a cinco años trabajando en el lugar.

Sobre la tabla de permanencia en el sitio de trabajo, podemos observar que para la gente que trabaja menos de un año, no existe valoración de extremo. Mientras que en las categorías restantes las respuestas se concentran en la valoración moderada y fuerte. Empieza a existir un valor considerable en el último rango en la valoración de intolerable. La diferencia de valores depende de la cantidad de molestia que experimenta la gente, ya que a mayor tiempo de exposición es mayor la molestia, la gente que ha pasado más de cinco años en el mismo lugar tiene una respuesta de valoración de fuerte. El 73% de la gente que tiene más de cinco años tiene una valoración de fuerte e intolerable.

Correspondiente al género los valores tanto en hombres como mujeres se centra en moderado y fuerte. Se puede observar en la categoría femenina, ninguna de las mujeres tiene una percepción débil del ruido, esto se puede interpretar como un mayor grado de sensibilidad por parte de las mujeres hacia el ruido que los hombres.

CONSIDERACIONES SOBRE LA POBLACIÓN ENCUESTADA

Para la gente que tiende a trabajar en los locales comerciales encuestados en el estudio, se observa que el grado de tolerancia va acompañado de una posible pérdida de clientes si no hay ruido, lo cual en cierta manera podría afectar a la población que frecuenta este tipo de locales.

Otro de los factores que son excusa para seguir tolerando la molestia acústica, se refiere a que se tiene en cuenta que este sector es de gran atractivo turístico. Es necesario (según la población) que exista un nivel de ruido mayor que en otros sectores, suponiendo que este nivel lo producen los turistas.

Para dar una idea clara del porque de la tolerancia por parte de la sociedad a este tipo de contaminación citamos lo siguiente, "existe la tendencia generalizada entre la población a asumir el ruido como una consecuencia desagradable, aunque inevitable, del progreso, entendiéndose que es algo con lo que debemos aprender a convivir"²⁷

Tomando el cuenta el perfil social de la gente, el grado de tolerancia hacia algunas fuentes puede ir relacionado al progreso, aumento en la calidad de vida, como el ruido de tráfico y vehicular; mientras que otros ruidos presenten menos tolerancia por asociarlos a inseguridad, conductas antisociales o por producirse en horas de descanso.

El límite de tolerancia se puede decir que varía dependiendo del individuo y circunstancias sociales y psicológicas ligadas cada persona. Siendo muy poco factible la elaboración de un grado de tolerancia general.

²⁷ Fuente <http://www.sea-acustica.es/terrassa05/aam005.pdf>

SOBRE LA RELACIÓN ENTRE LOS NIVELES DE RUIDO Y LA MOLESTIA.

Los niveles de ruido no están siempre correspondidos con la sensación de molestia que provoca en las personas. Para un estudio sobre la contaminación acústica es necesario a parte de un mapa de ruido, una valoración social sobre el grado de molestia. Ya que es pertinente que las administraciones locales obtengan un nivel de límites acústicos que la población estaría dispuesta a aceptar.

Por esta razón las metodologías para la recolección de datos, tanto físicos, como subjetivos, son herramientas complementarias y no sustitutorias²⁸. Esto nos servirá para obtener una apreciación real sobre la contaminación acústica.

²⁸ Fuente <http://www.sea-acustica.es/Terrassa05/AAM005.pdf>

4.5.2 RESULTADOS DE LAS MEDICIONES

Se determinaron 8 puntos de medición alrededor de la manzana que abarca la Plaza de San Francisco, ubicados en las intersecciones de las calles, como se describe a continuación:

Figura 4.5 Fotografía de la Plaza de San Francisco en el Centro Histórico de Quito



Puntos de Monitoreo de Ruido en la Plaza de San Francisco (Centro Histórico de Quito, Ecuador), fuente Google Earth.

Punto 1: Calle Simón Bolívar Y Cuenca (esquina sur—occidental de la plaza de San Francisco.)

Punto 2: Calle Simón Bolívar y Sebastián de Benalcázar.

Punto 3: Calle Antonio José de Sucre y Sebastián de Benalcázar (esquina nor-oriental de la plaza de San Francisco).

Punto 4: Calle Antonio José de Sucre y Cuenca (último punto que comprende la Plaza de San Francisco).

Punto 5: Calle Mideros y Cuenca.

Punto 6: Calle Imbabura y Mideros.

Punto 7: Calle Imbabura y Alianza.

Punto 8: Calle Simón Bolívar e Imbabura.

4.5.2.1 CARACTERÍSTICAS DEL SITIO Los comerciantes se ubican en los primeros pisos de las edificaciones alrededor de la Plaza de San Francisco. La mayoría de estos locales comercializan con ropa y zapatos. Al tener que exhibir los productos, las puertas de estos locales pasan abiertas. De esta manera también son más vulnerables a la contaminación acústica, a diferencia de las personas que residen en los pisos superiores de estas construcciones. Tanto estas personas como las que residen en la parte interna, cuentan con aislamiento que aporta la edificación.

Existen calles en el sitio de estudio que poseen solo un carril, como consecuencia de esto las calles son estrechas. Al momento de presentarse congestión en horas pico, se percibe mucho más el ruido de los automotores, así como también el uso de la bocina. Esto sumado a las características de las edificaciones, crean un ambiente acústicamente hostil para la población.

4.5.2.2 GRÁFICO DE LEQ PARA LOS OCHO PUNTOS DE MEDICIÓN DEL ESTUDIO

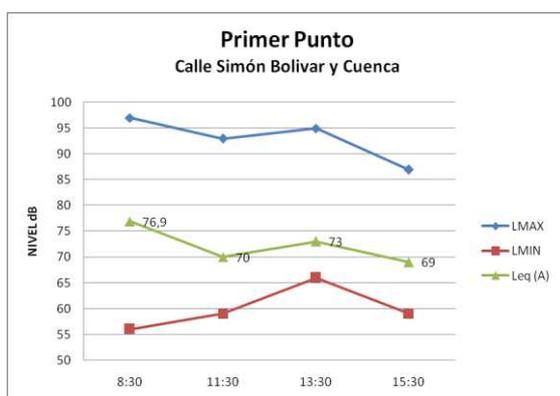


Gráfico 4.13 Leq dB (A) Calles Simón Bolívar y Cuenca.

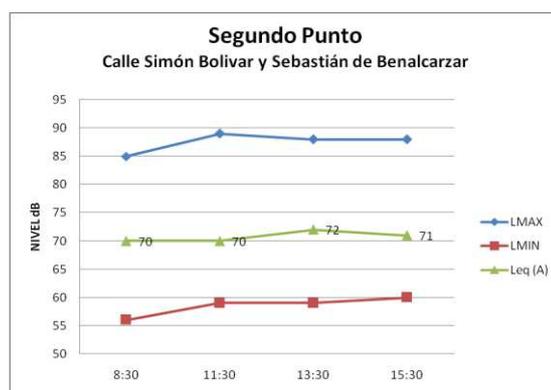
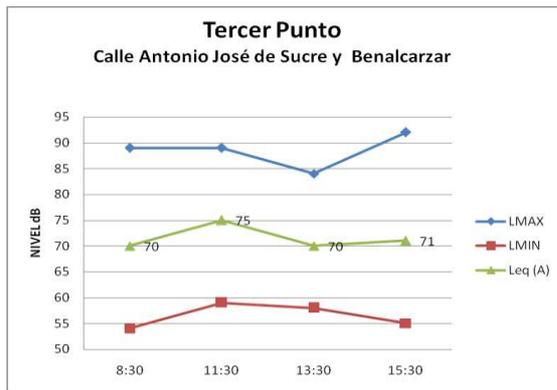
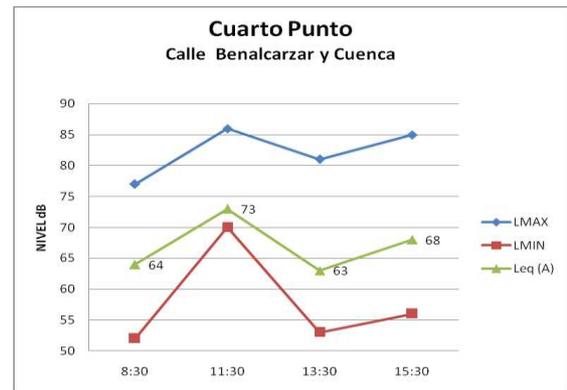


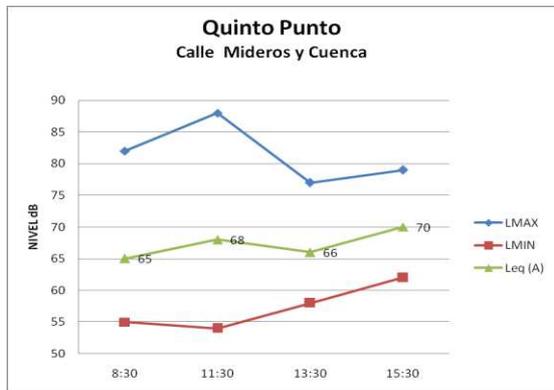
Gráfico 4.14 Leq dB (A) Calles Simón Bolívar y Sebastián de Benalcázar



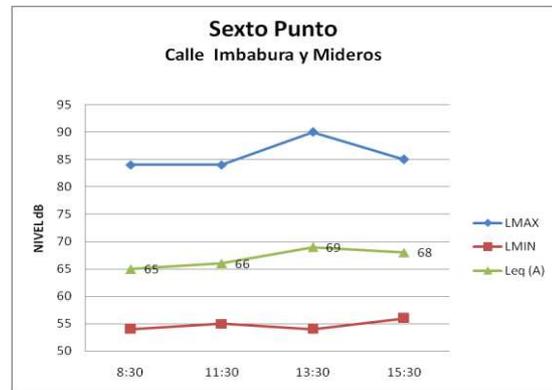
Leq dB (A) Calles Antonio José de Sucre y Benalcázar..



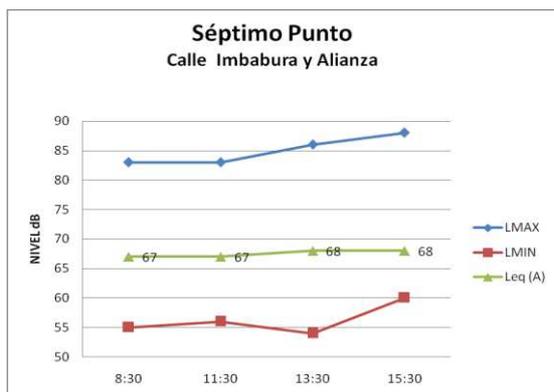
Leq dB (A) Calles Sebastián de Benalcázar.y Cuenca.



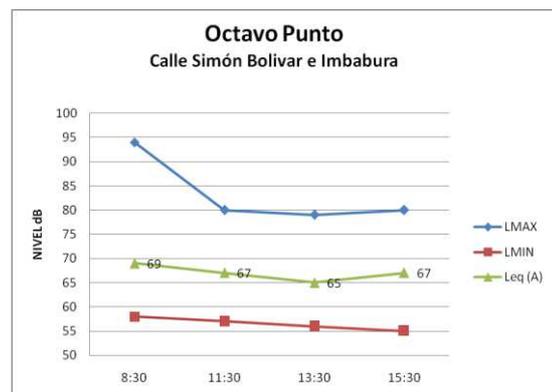
Leq dB (A) Calles Mideros y Cuenca.



Leq dB (A) Calles Imbabura y Mideros.



Leq dB (A) Calles Imbabura y Alianza.



Leq dB (A) Calles Simón Bolívar e Imbabura. .

4.5.2.3 OBSERVACIONES GENERALES

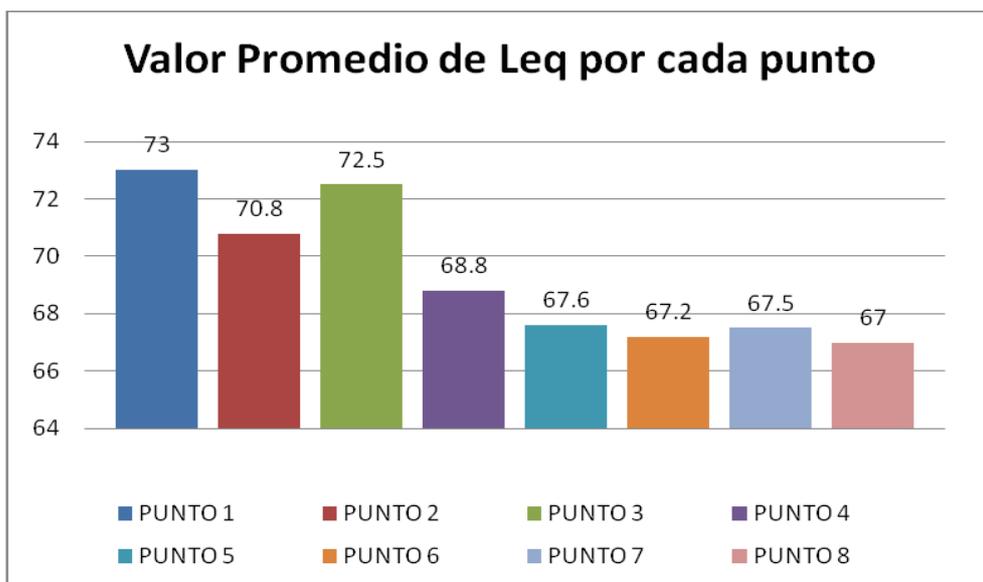
Considerando los gráficos de los ocho puntos de medición, se puede observar lo siguiente:

- En la mayoría de los puntos por medio de la medición del Leq, podemos concluir que el nivel de ruido se mantiene semejante durante el día.
- También podemos observar que el punto número cuatro de medición es el que tiene una variación significativa al momento de la toma de mediciones. Este fenómeno pasa en el horario de las once y media, con un incremento de 10 dB en la medición del Leq.
- El nivel Leq mínimo se encontró en el punto cuatro a las 13:30 horas, con un valor de 63 dB(A). Así mismo el nivel Leq máximo fue medido en el punto número uno a las 08:30, con un nivel de 77 dB (A). Teniendo así 14 dB de variación entre el punto máximo y mínimo.
- El uso excesivo, y sin control de la bocina de los automóviles es común en el sector, sobretodo en horas pico, en donde existe mayor congestión vehicular.
- Al momento de la evaluación no se pudo percibir la existencia ni el uso de altavoces o parlantes en este sector, algo que sin duda de haber existido, habría incrementado significativamente el nivel de ruido medido.
- Las calles que rodean a la Plaza de San Francisco son estrechas, lo cual hace que el sonido se escuche con mayor intensidad. Así como también una mayor concentración de gases producto de la combustión de los motores de los vehículos.
- La prohibición del flujo vehicular en calles que han sido destinadas solamente para el tránsito peatonal tiene un efecto notable en que el ruido se perciba con menor intensidad.
- Antes de presentar problemas auditivos, una persona puede estar expuesta a 85 aproximadamente dB(A) durante ocho horas. Por medio de este índice la población encuestada no sufriría de afectaciones físicas.

- Hay que considerar, que la periodicidad, y el contenido tonal del ruido comunitario puede afectar en mayor grado al nivel de molestia de las personas.
- Es pertinente considerar efectos nocivos por parte del ruido, tanto en el carácter de la persona, como en el desarrollo del estrés.

4.5.2.4 VALORES DE Leq PROMEDIADOS DE CADA PUNTO DE LA PLAZA DE SAN FRANCISCO.

GRAFICO 4.12 Resultados de los niveles de presión sonora promediados



Fuente AUTOR

Podemos apreciar que existe una diferencia entre los primeros cuatro puntos. Esto se puede explicar por medio de la ubicación de dichos puntos en el mapa. Los primeros cuatro puntos son los que encierran las cuatro esquinas de la Plaza de San Francisco, en estos puntos existe concentración de flujo vehicular. Se puede confirmar esto sobretodo en las horas pico, mientras que en los otros puntos de medición el flujo vehicular disminuye, con relación a los primeros cuatro.

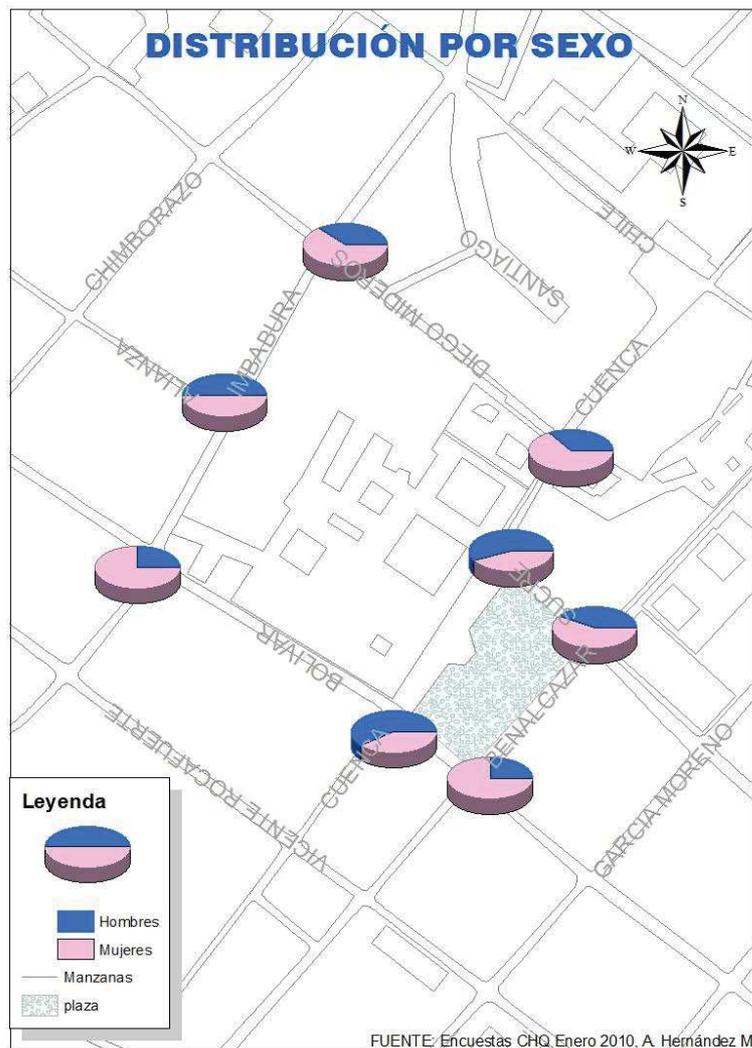
Los puntos 1 y 3 contienen los niveles más altos de Leq, esto se debe a que son calles principales que contienen mayor densidad de vehículos. Mientras que los valores más bajos en los últimos puntos no tienen salida a calles principales, con lo cual la densidad vehicular es menor.

4.5.2.5 VALORES DE LA ENCUESTA POR PUNTOS

A continuación se presentan los resultados por puntos de medición de la encuesta.

SEXO

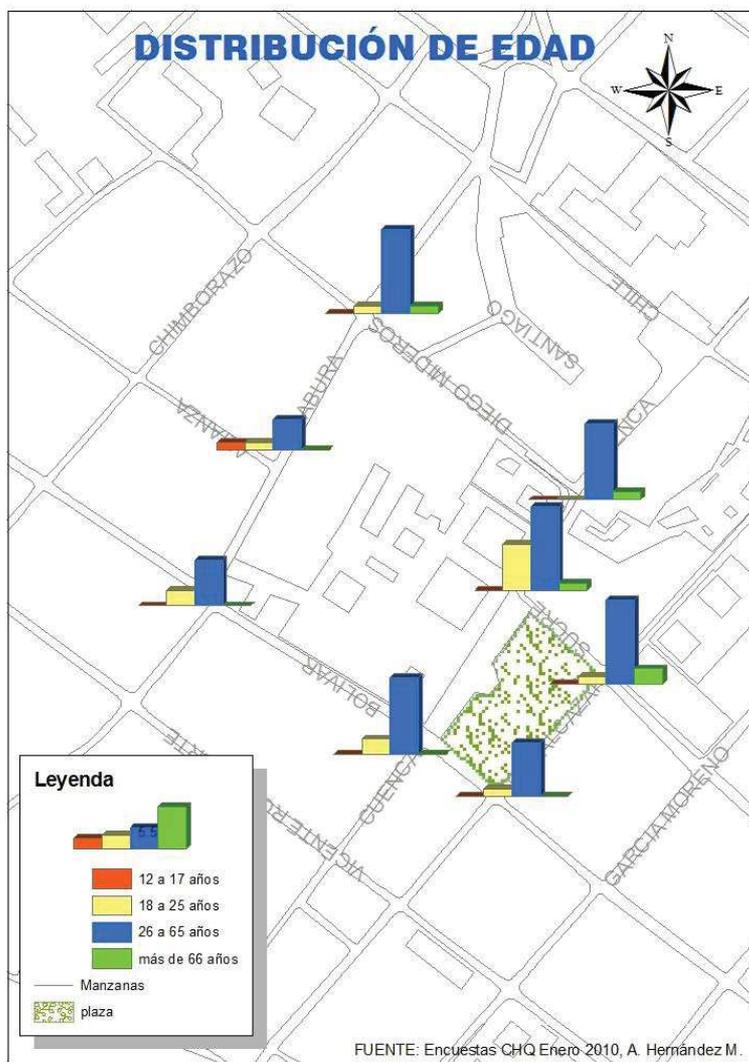
Gráfico 4.13 Mapa de Distribución por Sexo



no. punto	masculino	femenino
1	7	5
2	2	6
3	6	8
4	10	8
5	4	7
6	5	8
7	3	3
8	2	6

EDAD

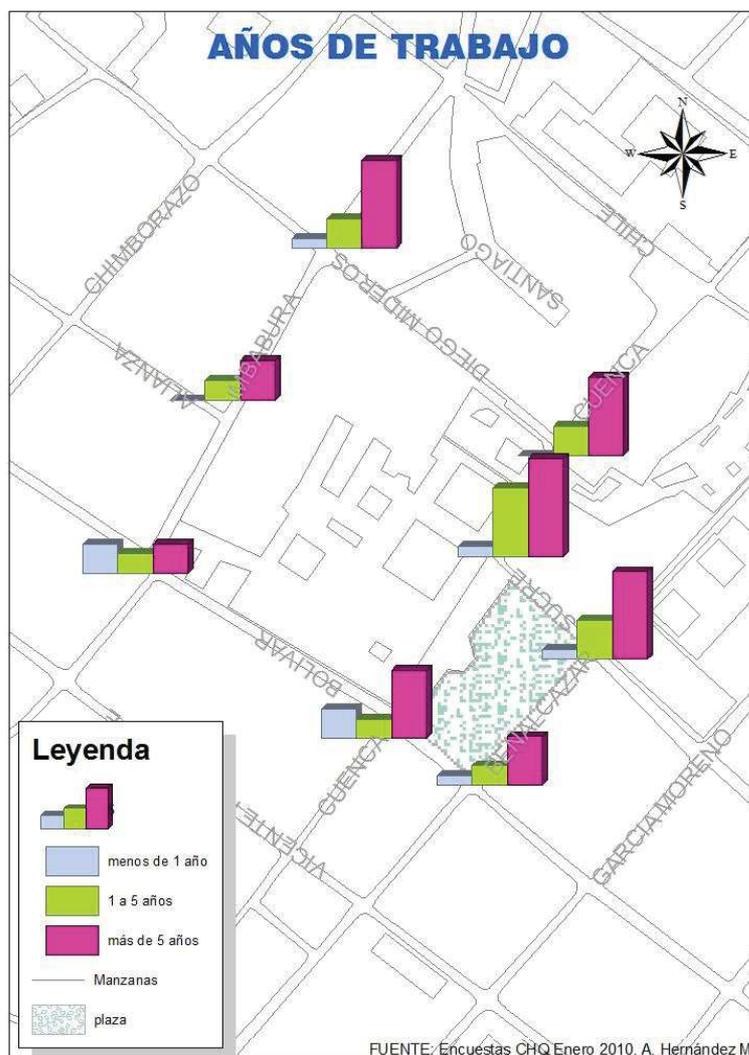
Gráfico 4.14 Mapa de Distribución por Edad



no. punto	12-17 años	18-25 años	26-65 años	+ de 66 años
1	0	2	10	0
2	0	1	7	0
3	0	1	11	2
4	0	6	11	1
5	0	0	10	1
6	0	1	11	1
7	1	1	4	0
8	0	2	6	0

AÑOS DE TRABAJO

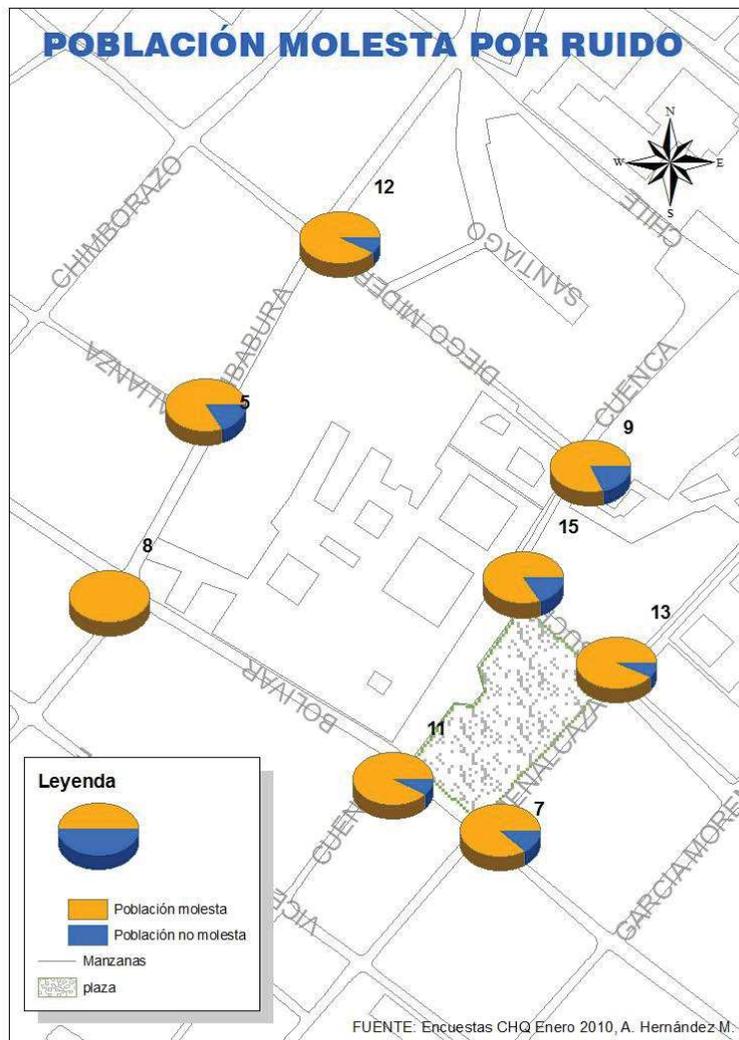
Gráfico 4.15 Mapa sobre Años de Trabajo de la Población



no. punto	menos 1 año	1 a 5 años	mas de 5 años
1	3	2	7
2	1	2	5
3	1	4	9
4	1	7	10
5	0	3	8
6	1	3	9
7	0	2	4
8	3	2	3

POBLACIÓN MOLESTA POR EL RUIDO

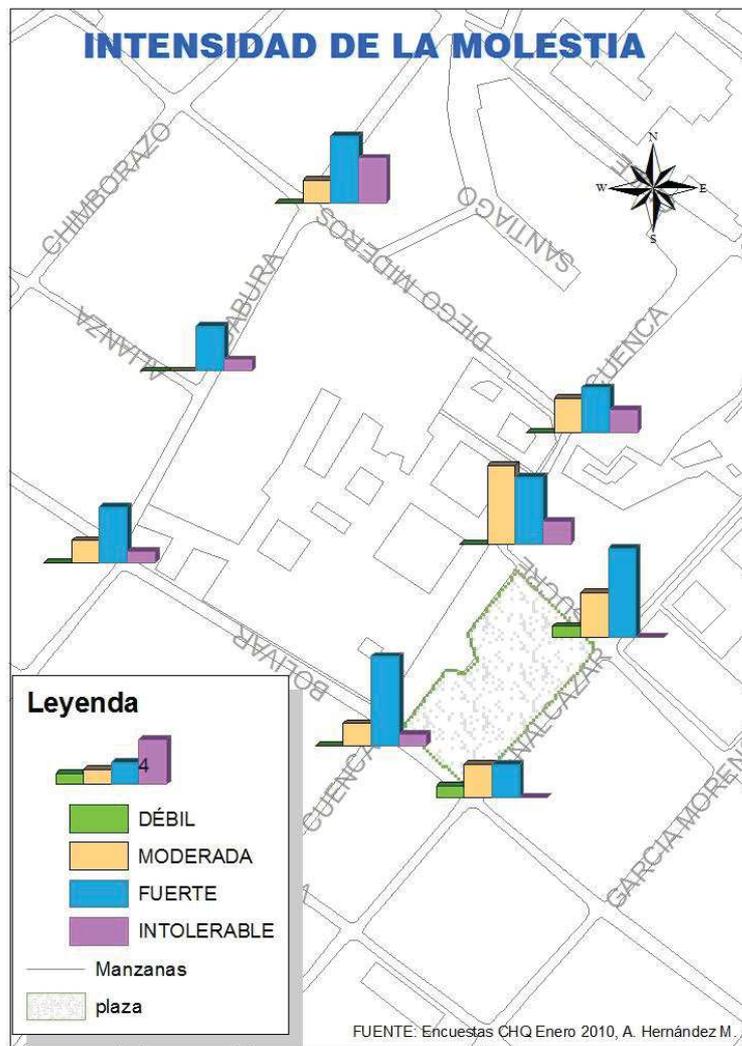
Gráfico 4.16 Mapa sobre la Población Molesta por el Ruido



no. punto	molesta	no molesta
1	11	1
2	7	1
3	13	1
4	15	3
5	9	2
6	12	1
7	5	1
8	8	0

INTENSIDAD DE LA MOLESTIA

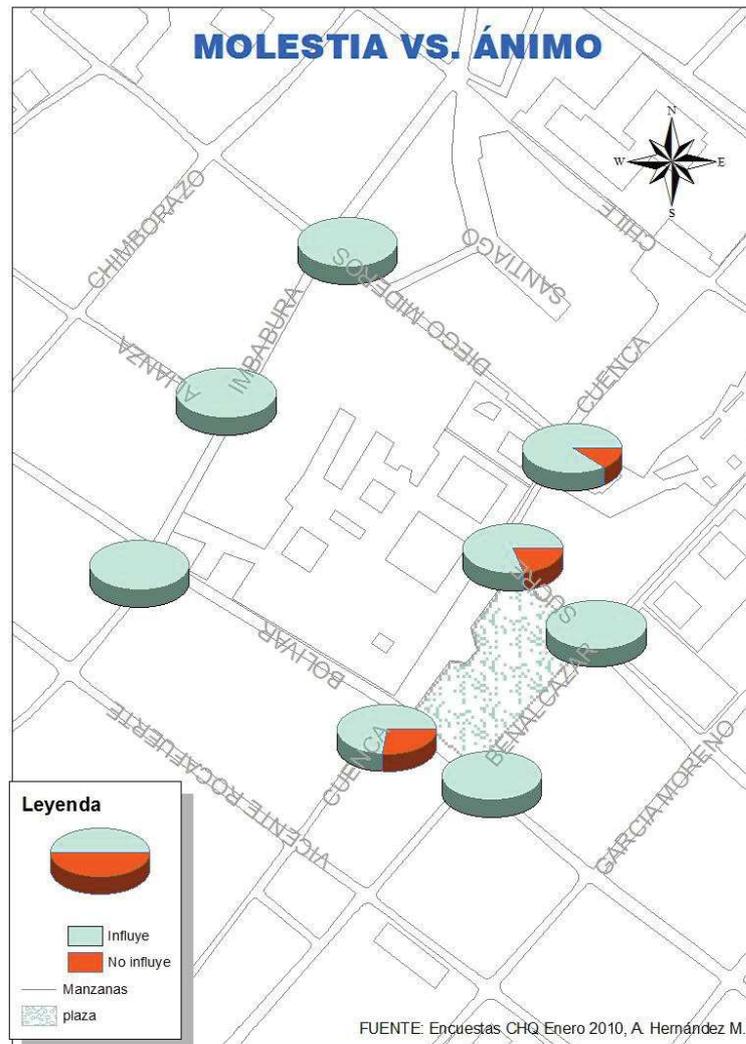
Gráfico 4.17 Mapa sobre la Intensidad de la Molestia



no. punto	débil	moderado	fuerte	intolerable
1	0	2	8	1
2	1	3	3	0
3	1	4	8	0
4	0	7	6	2
5	0	3	4	2
6	0	2	6	4
7	0	0	4	1
8	0	2	5	1

INFLUENCIA DE LA MOLESTIA EN EL ÁNIMO

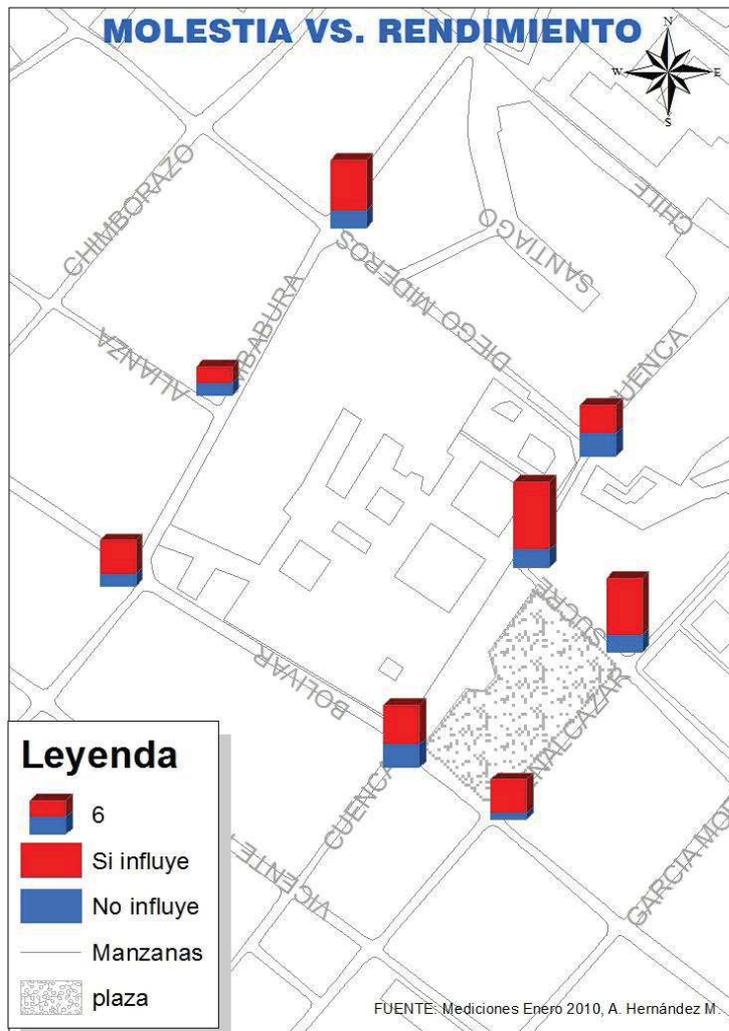
Gráfico 4.18 Mapa sobre la Influencia de la Molestia en el Ánimo



no. punto	si influye	no influye
1	8	3
2	7	0
3	13	0
4	12	3
5	8	1
6	12	0
7	5	0
8	8	0

INFLUENCIA DE LA MOLESTIA EN EL RENDIMIENTO

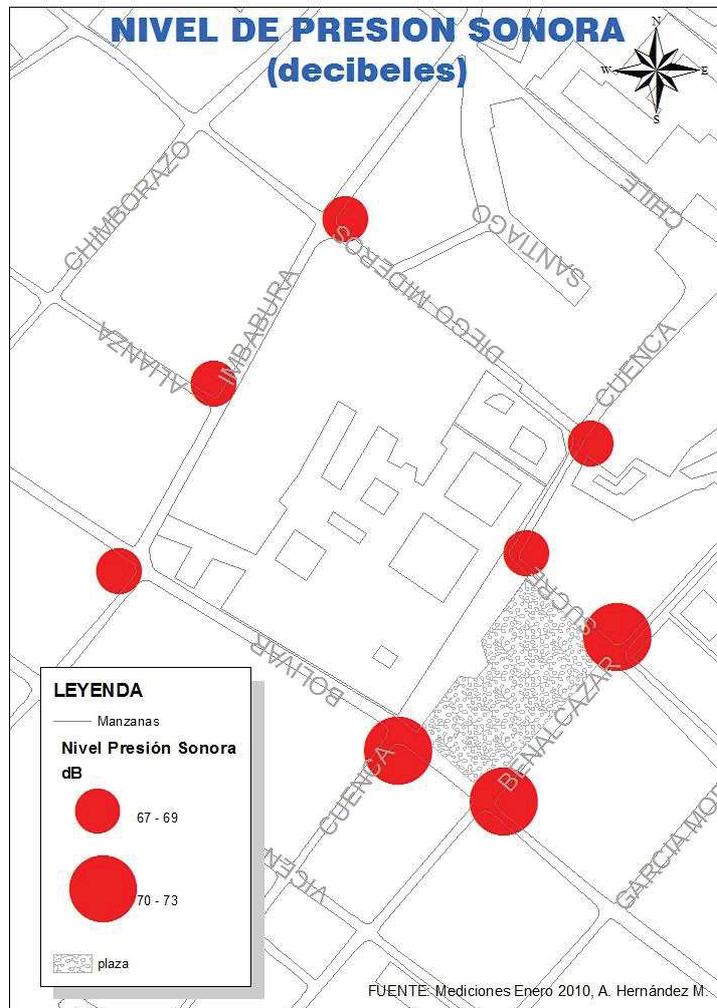
Gráfico 4.19 Mapa sobre la Influencia de la Molestia en el Rendimiento



no. punto	si influye	no influye
1	7	4
2	6	1
3	10	3
4	12	3
5	5	4
6	9	3
7	3	2
8	6	2

NIVEL DE PRESION SONORA

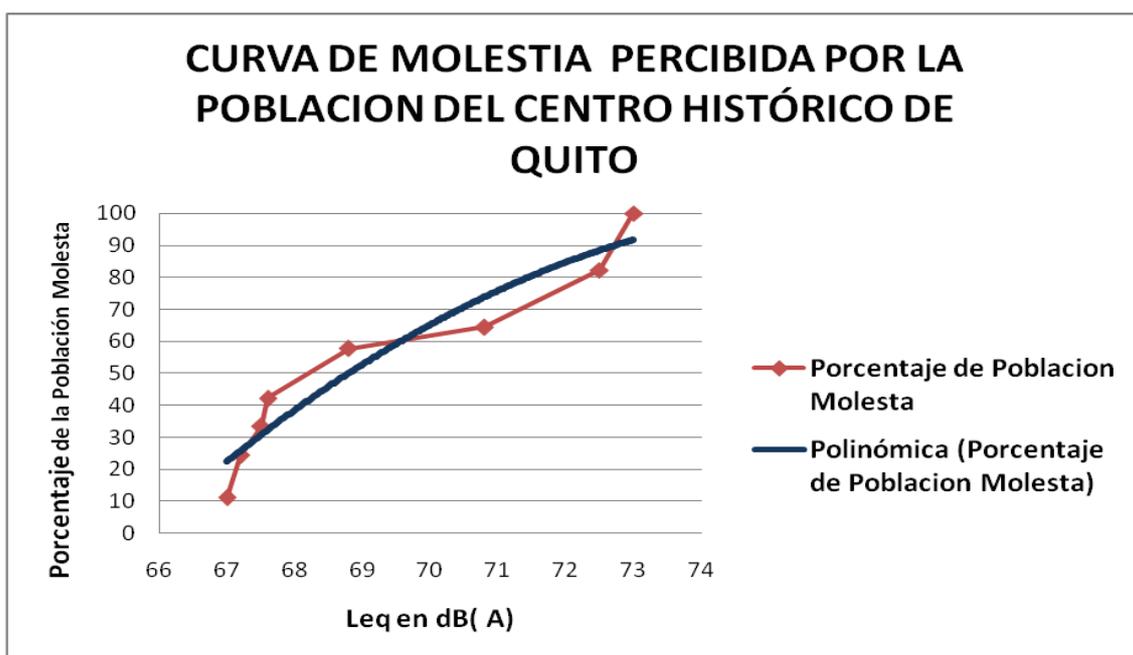
Gráfico 4.20 Mapa sobre el Nivel de Presión Sonora



no. punto	NPS
1	73
2	70,8
3	72,5
4	68,8
5	67,6
6	67,2
7	67,5
8	67

4.5.2.6 GRÁFICO DE LA CURVA DE GENTE MOLESTA

Gráfico 4.21 Curva de molestia de la población a partir de los resultados de la encuesta.



En el gráfico 4.30 se muestra el porcentaje de la población que se encuentra molesta a medida que los niveles de Leq aumentan. Esta curva corresponde solamente al estudio de este proyecto, ya que puede tener algunas variaciones con respecto a curvas similares que se han hecho en otros lugares. A pesar de dichas variaciones, todas las curvas concuerdan en que: a medida que el nivel aumenta, también aumenta la cantidad de población molesta.

Leq dB A	Poblacion altamente molesta	Frecuencia	Frecuencia Acumulada
67	6	10,71	10,71
67,2	10	17,86	28,57
67,5	5	8,93	37,5
67,6	6	10,71	48,21
68,8	9	16,08	64,29
70,8	3	5,35	69,64
72,5	8	14,28	83,92
73	9	16,08	100

Los valores de Leq fueron tomados de los valores promedios de cada punto, esto fue posible debido a las variaciones mínimas que presentaban las mediciones en cada uno. Podemos ver que desde los 67 dB (A) un 10.71% de la población molesta empieza a percibir los efectos de la contaminación acústica. Con un nivel de 68.8 dB (A) más de la mitad de la población presenta molestias. Se observa la tendencia creciente de la molestia hasta llegar al nivel máximo medido que fue de 72.5 dB (A), lo que corresponde a un 100% de la población molesta.

4.6 QUÉ PODEMOS HACER PARA AMINORAR LOS EFECTOS DE ESTE FENÓMENO

Al momento de evaluar y comprender la naturaleza de la fuente de molestia, nos encontramos con varias limitaciones. Debido a que se determina que el mayor responsable del ruido es el tráfico vehicular, la concienciación en la comunidad es fundamental para reducir este contaminante.

La implementación de dispositivos de absorción, o pantallas acústicas esta fuera de las soluciones. Al ser la Plaza de San Francisco parte del Centro

Histórico de Quito esta solución no es viable, ya que la municipalidad considera que la fachada de las edificaciones no se puede modificar.

El uso de protectores auditivos no es la solución del problema. Si bien los tapones auditivos nos proveen de aislamiento sobretodo en altas frecuencias, también dificultarían la comunicación interpersonal. Que es algo vital para el desarrollo de las actividades para la población encuestada.

La propuesta sobre movilidad sostenible, y el uso de transporte masivo, ha sido la alternativa para aminorar la contaminación y aliviar la congestión vehicular en esta parte de la ciudad. Sin embargo a pesar de haber dado un paso gigante en lo que respecta a esto con el sistema de TROLEBUS hace algunos años atrás, el creciente parque automotor sigue superando las estimaciones cada año.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Mediante la realización de este trabajo se pudo comprender de una mejor manera la situación acústica del sitio de estudio.
- Por medio de instrumentación y la realización de la encuesta se logró tener una relación entre los niveles de ruido generados y la molestia de la población asociada al ruido en ese sector. Se determinó que es necesaria la realización de la encuesta piloto para tener una idea previa de la respuesta, percepción y necesidad del encuestado.
- Se concluye que por medio de la realización de la curva de población altamente molesta, a medida que el nivel de presión sonora aumenta, aumenta también la población altamente molesta. De esta manera se afirma que la contaminación acústica está relacionada con el grado de molestia de la población.
- Por medio del análisis estadístico respecto a las variables discriminantes (edad, sexo, tiempo de permanencia en el lugar) se determinó que ninguna de ellas mantiene un grado de asociación con las variables relativas de la encuesta (Bienestar, intensidad del ruido percibido, horario más molesto, fuente más molesta).
- Con relación al grado de percepción de la molestia en función de las variables más relevantes en la encuesta (horario de la molestia, rendimiento, estado de ánimo, edad, permanencia en el lugar de trabajo, sexo) se concluye que: existe un grado de relación significativa con respecto al horario de molestia, así como también existe con el estado de ánimo. No se encontró relación con las demás variables.

- Es notable la pérdida de la audición en el último segmento de la población considerada como adulto mayor (66 años o más), se pudo comprobar por medio de la ausencia de valoración intolerable al momento de ser encuestados, esta pérdida puede ser por causas naturales.
- Dentro de este mismo grupo de edad no existe una valoración de débil correspondiente a la molestia, el 100% de esta población calificó al ruido como moderado y fuerte, lo que demuestra que existe molestia por el ruido ambiental, y que a pesar de tener un grado de tolerancia la molestia proviene de la dificultad para la comunicación verbal.
- A pesar de que la contaminación acústica no sobrepasó los límites para el deterioro de la audición, un 90% de la población siente molestia con los niveles medidos lo que implica que la valoración subjetiva de un determinado sector es necesario al momento de evaluar el entorno sonoro, ya que la cuantificación física del ruido no es suficiente.
- La fuente que más afecta a la población del sector del estudio en la parte subjetiva así como en la parte física, es la que produce el flujo vehicular, (automotores), ya que obtuvo una calificación de muy molesta, correspondiente al grado de 4 en la escala de cinco niveles. Las otras fuentes mencionadas en la encuesta obtuvieron la calificación de no molesta. A pesar de producir un alto grado de molestia es posible que la población la este subestimando ya que pueden asociar este ruido como progreso, y por ende un mayor nivel de calidad de vida.
- Referente al grado de molestia con respecto al sexo, pueden existir variables sociales que estén actuando, de manera que ningún porcentaje del sexo femenino hubiese calificado al ruido como débil. Una de ellas puede ser el grado de tolerancia al ruido producido por los vehículos que tienen los hombres, ya que a la mayoría no les disgusta el sonido del motor de los automotores. También se puede interpretar esto como un mayor grado de sensibilidad por parte de las mujeres en comparación con los hombres.

- Se pudo comprobar claramente que la molestia está ligada al tráfico vehicular que existe en el sitio de estudio. Esta fuente fue considerada como muy molesta, y fue la única con respecto a las otras, que daba un grado de molestia definido como considerable.
- Se demostró que la gente estaba al tanto de los efectos nocivos que produce la contaminación acústica, aunque no habían acciones para mitigar estos efectos.
- Se obtiene una relación en cuanto al nivel de molestia de la gente ligado al nivel de presión sonora.
- Como soluciones al problema de la contaminación acústica en este sector, es imperativo campañas de concienciación. Tanto para el uso de la bocina, como la actitud al momento de manejar un automotor, y sobre todo el respeto a los demás.
- A pesar de los esfuerzos que se hagan para aminorar la congestión en esta parte de la ciudad hay que tener en cuenta que el crecimiento del parque automotor no tiene una tendencia a bajar. Y hay que considerarlo al momento del cálculo de dichas medidas.

RECOMENDACIONES

- Es importante el generar un prototipo de encuesta para que su realización nos entregue resultados útiles.
- De igual manera tomar en cuenta el manejo del lenguaje al momento de realizar la encuesta, así como también el trato hacia el encuestado, ya que necesitamos lograr un ambiente de confianza para obtener respuestas confiables.
- La realización de la encuesta es mucho más rápida si el encuestador es encargado de llenar la encuesta, en vez del encuestado.
- Es importante también que la encuesta tenga una extensión apropiada que facilite la cooperación del encuestado.

GLOSARIO

CORTISOL.- Hormona capaz de inhibir la secreción hipofisaria de corticotropina en el hombre. Interviene en el metabolismo de los glúcidos, aumentando la formación de glucosa y de glucógeno a partir de los prótidos y lípidos, está relacionado también con la regulación del tejido linfático, la estimulación del sistema reticuloendotelial y la inhibición de los procesos inflamatorios.

dB DECIBELIO.- Es la unidad relativa empleada en acústica y telecomunicaciones para expresar la relación entre dos magnitudes, acústicas o eléctricas, o entre la magnitud que se estudia y una magnitud de referencia.

ESPECTRO DE FRECUENCIA.- Es una medida de la distribución de amplitudes de cada frecuencia. También se llama espectro de frecuencia al gráfico de intensidad frente a frecuencia de una onda particular.

ESTEREOCILIOS.- Se caracterizan por ser largas proyecciones con forma de apéndices, carentes de motilidad. Aunque se asemejan a los cilios en su apariencia general, se relacionan mayormente con las microvellosidades en su estructura interna y función, además de su falta de movimiento, siendo algunas veces considerados como una variante de estas últimas.

HIPERREFLEXIA.- Aumento patológico de los reflejos.

INTELIGIBLE - Que se puede comprender; que se oye claramente.

LEQ.- Nivel de Presión sonora continuo equivalente.

MEMBRANA BASILAR.- Membrana presente en la cóclea, un órgano del oído interno, que contiene células ciliadas que responden a las vibraciones producidas por el sonido.

MENOSCABO AUDITIVO.- Disminución auditiva.

NISTAGMO.- El nistagmo es un movimiento involuntario e incontrolable de los ojos. El movimiento puede ser horizontal, vertical, rotatorio, oblicuo o una combinación de estos.

RESONADOR.-Un resonador es cualquier dispositivo o sistema que es capaz de entrar en resonancia o que tiene la capacidad de comportarse de manera resonante, lo cual quiere decir que oscila a unas determinadas frecuencias con una amplitud más grande que a las otras.

SONORIDAD.-La sonoridad es una medida subjetiva de la intensidad con la que un sonido es percibido por el oído humano. Es decir, la sonoridad es el atributo que nos permite ordenar sonidos en una escala del más fuerte al más débil.

TINNITUS.- El tinnitus o acúfenos es un fenómeno perceptivo que consiste en notar golpes o pitidos en el oído, que no proceden de ninguna fuente externa.

TONO PURO.-Una onda sonora consistente en energía a solamente una sola frecuencia.

TRANSDUCTOR.-Un transductor es un dispositivo capaz de transformar o convertir un determinado tipo de energía de entrada, en otra de diferente a la salida.

VII PAR CRANEAL.- El nervio vestibulococlear, también denominado nervio auditivo o nervio estatoacústico, es el octavo de los doce nervios craneales. Es responsable del equilibrio y la función auditiva.

6 BIBLIOGRAFÍA

AGUILERA, Luis, Correlación entre la valoración subjetiva y la valoración objetiva de los niveles de ruido de la n-332, Universidad Politécnica de Valencia 1997, <http://www.sea-acustica.es/publicaciones/4350sr165.pdf>, 1997, 11-08-2009

EL BLOG VERDE, Contaminación Acústica, <http://elblogverde.com/contaminacion-acustica/>, 15-10-2009.

MONOGRAFIAS.COM, Contaminación Acústica, <http://www.monografias.com/trabajos/contamacus/contamacus.shtml>, 28-11-2009

DIARIO EL CORREO, Contaminación Acústica, diario el correo, <http://www.diariocorreo.com.ec/archivo/2007/08/05/contaminacion-acustica>, 5-08-2009

RUIDOS.ORG, Efectos del Ruido Sobre la Salud, la Sociedad y la Economía, http://www.ruidos.org/referencias/ruido_efectos.html, 03-08-2009

GONZALES, Samuel, Universidad Austral de Chile, Elaboración de una encuesta sobre la Percepción de Ruido Ambiental para ser aplicadas en familias del programa puente de la comuna de Chimbarongo, Valdivia-Chile, 2006. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/bmficg643e/doc/bmficg643e.pdf>, 2006, 15-09-2009

BARRIGÓN, Juan, Análisis de una encuesta sobre ruido urbano en Extremadura, <http://www.sea-acustica.es/publicaciones/4350qp088.pdf>, 18-07-2009.

WHO, Guidelines for community noise, "Community Noise" Stockholm University and Karolinska Institute, 1995, <http://whqlibdoc.who.int/hq/1999/a68672.pdf>, 15-06-2009

KALIPEDIA, La Contaminación Acústica, Consecuencias de la Contaminación Acústica, http://ec.kalipedia.com/ecologia/tema/ecologiamedioambiente/consecuenciascontaminacionacustica.html?x=20070418klpcnaecl_171.kes&ap=3, 15-07-2009.

GONZALES, Alicia, Onsalus, La Contaminación Acústica y sus Consecuencias en la Salud, <http://www.onsalus.com/la-contaminacion-acustica-y-susconsecuencias-en-la-salud/75/articulo>, 23-07-2009.

Ruidos.org, La contaminación acústica en nuestras ciudades, http://www.ruidos.org/Referencias/contaminacion_ciudades.html, 02-8-2009

LÓPEZ, Isabel barrio, Instituto de Acústica (CSIC), Medio Ambiente Sonoro y su Valoración Subjetiva, http://www.cofis.es/pdf/fys/fys11/fys11_45-48.pdf, 08-07-2009.

LOZADA, Paul, Instituto de Artes Visuales de Quito, Propuesta para determinar niveles de Contaminación Acústica en la ruta turística del "Centro Histórico de la Ciudad de Quito", 2007.

MIYARA, Federico, Paradigmas para la Investigación de las Molestias de Ruido, Universidad Nacional de Rosario 1as Jornadas sobre el Ruido y sus consecuencias en la Salud de su Población Buenos Aires 8 al 10 de Agosto de 2001, <http://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/paradigm.pdf>, 22-07-2009

NIDCD, National Insitute on Deafness and other Communication Disorder, Noise-Induced Hearing Loss, <http://www.nidcd.nih.gov/health/hearing/noise.asp>, 16-08-2009

MEDICINENET.COM Noise Induced Hearing Loss and its prevention, http://www.medicinenet.com/noise_induced_hearing_loss_and_its_prevention/page7.htm, 02-06-2009

QUIPORT, La Dirección Metropolitana Ambiental, Resolución N° 0002-DMA-2008, <http://www.quiport.com/www/frontEnd/images/objetos/NORMA%20TECNICA%200213.pdf>, 16-08-2009

CATALOGUE, OECD1997 Organization for Economic Cooperation and Development Fighting Noise in the 1990's Paris, Francia, <http://catalogue.nla.gov.au/Record/2512375/Cite>, 03-10-2009

NIDCD, National Insitute on Deafness and other Communication Disorder, Pérdida de la Audición Inducida por el Ruido, http://www.nidcd.nih.gov/health/spanish/noise_span.asp, 10-07-2009

HIP, Health Plan of New York, Salud de los Oídos: Trastornos Auditivos Frecuentes,
http://hipusa.com/SPAN/MyHealth/preventive_health/ear_disorders.asp, 10-07-2009

SUAREZ, Enrique, Curso de Acústica ambiental ACUS 250, Universidad Austral de Chile, Valdivia-Chile 2004.

MSD, Información Médica para el Hogar, Trastornos del Oído Medio y del Oído Interno,
http://www.msd.es/publicaciones/mmerck_hogar/seccion_19/seccion_19_212.html, 07-07-2009

WHO, World Health Organization (1999), Guidelines for Community Noise,
<http://www.who.int/docstore/peh/noise/Commnoise2.htm>, 05-6-2009

MORENO, R, Potencialidades del Estudio Psicosocial como Herramienta Complementaria de los Mapas Acústicos: una reflexión metodológica desde la sociología, <http://www.sea-acustica.es/Terrassa05/AAM005.pdf>, 2005, 12-12-2009

ANEXOS

VALORACION SUBJETIVA DEL RUIDO EN EL CENTRO HISTORICO DE QUITO

UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS - INGENIERÍA DE SONIDO Y ACÚSTICA

Los datos proporcionados por usted son estrictamente confidenciales y serán utilizados únicamente con fines académicos.

Dirección del trabajo: _____ Edad años Sexo M F

Calles: _____

Tiempo que trabaja en este lugar: Menos de 1 año De 1 a 5 años Mas de 5 años

Tiempo que permanece en el lugar de trabajo:

Mañana (07:00-12:00) Tarde (12:00-17:00) Mañana y tarde (07:00-18:00) Noche (18:00-22:00) Otros _____

Considera que el ruido del lugar de trabajo es molesto: Si No

Si la respuesta es NO, finalice la encuesta AQUÍ

Qué otras molestias tiene en su sitio de trabajo:

- Contaminación del aire (Smog) Otros (especifique) _____
 Presencia de basura
 Malos olores _____

Considera que el ruido influye en el bienestar de las personas Si No No sabe

Cree usted que el ruido en su lugar de trabajo es: Débil Moderado
 Fuerte Intolerable

Cuando cree usted que el ruido es más molesto:

Mañana (07:00-11:00) Medio día (11:00-14:00) Tarde (14:00-17:00) Otros (especifique) _____

Que tan molesto es para usted el ruido producido por las siguientes fuentes cuando esta en su lugar de trabajo?

Autos/Buses	Industria	Colegio/escuela	Comercios
<input type="checkbox"/> No molesta			
<input type="checkbox"/> Ligeramente	<input type="checkbox"/> Ligeramente	<input type="checkbox"/> Ligeramente	<input type="checkbox"/> Ligeramente
<input type="checkbox"/> Medianamente	<input type="checkbox"/> Medianamente	<input type="checkbox"/> Medianamente	<input type="checkbox"/> Medianamente
<input type="checkbox"/> Muy molesto			
<input type="checkbox"/> Intolerable	<input type="checkbox"/> Intolerable	<input type="checkbox"/> Intolerable	<input type="checkbox"/> Intolerable

Comercio ambulante	Iglesia	Parlantes en las aceras	Manifestaciones/Desfiles
<input type="checkbox"/> No molesta			
<input type="checkbox"/> Ligeramente	<input type="checkbox"/> Ligeramente	<input type="checkbox"/> Ligeramente	<input type="checkbox"/> Ligeramente
<input type="checkbox"/> Medianamente	<input type="checkbox"/> Medianamente	<input type="checkbox"/> Medianamente	<input type="checkbox"/> Medianamente
<input type="checkbox"/> Muy molesto			
<input type="checkbox"/> Intolerable	<input type="checkbox"/> Intolerable	<input type="checkbox"/> Intolerable	<input type="checkbox"/> Intolerable

Otros (especifique): _____

Cree que el ruido afecta a su rendimiento en el trabajo? Si No

Cree que el ruido afecta a su estado de animo ? Si No

Mientras descansa o almuerza cual es el ruido que más percibe?

Mientras descansa o almuerza cual es el ruido que más percibe?

Cree usted que el ruido ambiental en los últimos años a:

- Aumentado
 Disminuido
 Se ha mantenido constante

Ha tomado alguna acción para protegerse del ruido ambiental? Si No

Cree que el municipio deba tomar medidas al respecto? Si No

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1 Población afectada por la contaminación acústica.....	61
Gráfico 4.2 Grado de molestia percibido por la población afectada con el ruido.	61
Gráfico 4.3 Repercusion de los efectos del ruido en las personas	62
Gráfico 4.4 Diferentes tipos de ruidos percibidos en el horario diurno. ...	63
Gráfico 4.5 Nivel de molestia de la gente, dependiendo de las fuentes	64
Gráfico 4.6 Nivel de molestia en porcentaje de la gente dependiendo de las fuentes.....	65
Gráfico 4.7 Resultados sobre el grado de molestia percibido por los diferentes rangos de edad.....	66
Gráfico 4.8 Resultados correspondientes a otras molestias presentadas por la población.....	67
Gráfico 4.9 Nivel de molestia en comparación con los horarios del día ...	74
Gráfico 4.10 Nivel de molestia en comparación con la influencia en el estado de ánimo	75
Gráfico 4.11 Nivel de molestia en el rango de edad comprendido entre los 26 – 65 años de edad	77
GRAFICO 4.12 Resultados de los niveles de presión sonora promediados	86
Gráfico 4.13 Mapa de Distribución por Sexo	88
Gráfico 4.14 Mapa de Distribución por Edad	89
Gráfico 4.15 Mapa sobre Años de Trabajo de la Población.....	90
Gráfico 4.16 Mapa sobre la Población Molesta por el Ruido.....	91
Gráfico 4.17 Mapa sobre la Intensidad de la Molestia.....	92
Gráfico 4.18 Mapa sobre la Influencia de la Molestia en el Ánimo.....	93
Gráfico 4.19 Mapa sobre la Influencia de la Molestia en el Rendimiento ..	94
Gráfico 4.20 Mapa sobre el Nivel de Presión Sonora	95

Gráfico 4.21 Curva de molestia de la población a partir de los resultados de la encuesta.....	96
--	-----------

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Partes del sistema de audición del ser humano.....	14
Figura 3.2 Cuadro de las curvas isofónicas.....	29
Figura 4.1 Fotografía de la Plaza de San Francisco	41
Figura 4.2 Sonómetro del tipo 2 marca 01 dB modelo SOLO.....	42
Figura 4.3 Curvas de ponderación según la frecuencia (A, B, y C)	44
Figura 4.4 Curva del porcentaje de la población altamente molesta.	53
Figura 4.5 Fotografía de la Plaza de San Francisco en el Centro Histórico de Quito.....	82

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Guía de valores para ruido comunitario en diferentes ambientes según la OMS.....	11
Tabla 2.2 Ventajas y limitaciones de los diferentes tipos de encuesta.	13
Tabla 2.3 Efectos del ruido en los diferentes sistemas	21
Tabla 2.4 Niveles máximos permitidos según el tipo de zona y el uso de suelo Norma Técnica 0213.	25
Tabla 3.1 Determinación de una muestra con márgenes de error de 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, y 10%	37