



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE PUEBLA**



**INSTITUTO DE CIENCIAS POSGRADO EN CIENCIAS  
AMBIENTALES**

*"La Tierra no es de nosotros, nosotros somos de la  
Tierra"*

El ruido y su capacidad transformadora de energía

TESIS:

Que para obtener el grado de:

**MAESTRA EN CIENCIAS AMBIENTALES**

Presenta

**CLARA MENDOZA SÁNCHEZ**

Director de tesis:

D.C Sonia Emilia Silva Gómez



Octubre 2022



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE PUEBLA**



**INSTITUTO DE CIENCIAS POSGRADO EN  
CIENCIAS AMBIENTALES**

*"La Tierra no es de nosotros, nosotros somos de la  
Tierra"*

**El ruido y la posibilidad de su transformación en electricidad**

**TESIS:**

Que para obtener el grado de:

**MAESTRA EN CIENCIAS AMBIENTALES**

Presenta

**CLARA MENDOZA SÁNCHEZ**

Director de tesis:  
D.C Sonia Emilia Silva Gómez

Comité tutorial:

Director	Dra. C Sonia Emilia Silva G
Tutor	Dr. C José Víctor Tamariz Flores
Integrante Comité Tutorial	Dr. C J. Santos Hernández Zepeda
Integrante Comité Tutorial	Dra. Jimena de Gortari Ludlow
Integrante Comité Tutorial	Dr. en EQ. Miguel Ángel González Fuentes
Integrante Comité Tutorial	Dr.- Ing. Alfredo Díaz de Anda

Octubre 2022

### **Siglas**

CRE	Comisión Reguladora De Energía
CH	Centro Histórico
dB	Decibel
MIT	Massachusetts Institute of Technology
SENER	Secretaría de Energía
SEMARNAT	Secretaria de Medioambiente y Recursos Naturales
OMS	Organización Mundial de la Salud
PEH	Cosechadores de energía piezoeléctrica (PEH)
PEHs	Piezoelectric energy harvesters (PEHs)
PAOT México	Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial de la Ciudad de México
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
ZCi	Zonas críticas de ruido

## **Contenido**

<b>I. Introducción</b> .....	8
<b>II. Justificación</b> .....	10
<b>III. Antecedentes</b> .....	13
<b>IV. Objetivos</b> .....	15
<b>4.1 Objetivo general</b> .....	15
<b>4.4 Hipótesis</b> .....	16
<b>V. Metodología</b> .....	17
5.1 Diseño de investigación.....	17
<b>VI. Marco Histórico</b> .....	24
<b>VII. Marco Conceptual</b> .....	28
<b>VIII. Normativa</b> .....	39
<b>XI. Resultados</b> .....	41
9.1. Toma de muestras sonoras.....	41
9.2. Fase de experimentación.....	45
9.3. Aplicación de fuerza a los piezosensores.....	51
9.4. Disposición espacial de la ciudad.....	58
9.5. Aspectos técnicos de la propagación del ruido en la ciudad de Puebla.....	60
9.6. Prácticas socioeconómicas del Centro Histórico.....	64
9.7. Clasificación de ruidos en el Centro Histórico.....	70
9.8. Interpretación de entrevistas.....	72
9.8.1. Análisis estadístico a entrevistas.....	72
9.8.2. Análisis cualitativo a las entrevistas.....	82
<b>X. Discusión</b> .....	86
<b>XI. Conclusiones</b> .....	89
<b>XII. Anexos</b> .....	93
<b>XIV. Bibliografía</b> .....	94
<b>XV. Literatura consultada</b> .....	97

Imagen 1. Ruta critica .....	17
Imagen 2. Diseño metodológico.....	18
Imagen 3. Sistema complejo .....	21
Imagen 4. Subsistema 1.....	21
Imagen 5. Subsistema 2.....	22
Imagen 6. Proceso .....	22
Imagen 7. Subsistema 3.....	23
Imagen 8. Circularidad.....	23
Imagen 9.Explanada Zócalo.....	42
Imagen 10. Portales (medición sonora).....	43
Imagen 11. Avenida Reforma .....	43
Imagen 12. Toma de muestras.....	45
Imagen 13. Materiales .....	46
Imagen 14. Prueba en bocina .....	47
Imagen 15. Funcionamiento piezosensor .....	48
Imagen 16. Aplicación de estímulo (serie de 4 DCP).....	49
Imagen 17. Tabla Protoboard .....	50
Imagen 18. Evidencia encendida de focos LED.....	50
Imagen 19. Circuito 2.....	51
Imagen 20. Piezosensores en columpio.....	52
Imagen 21. Deformación por choque .....	53
Imagen 22. Agitación .....	54
Imagen 23. Simulación de vibración.....	55
Imagen 24. Aplicación de frecuencia .....	56
Imagen 25. Evidencia taller.....	57
Imagen 26. Esquema de Lowry .....	59
Imagen 27. Zócalo (propagación) .....	61
Imagen 28. Portales (propagación).....	62
Imagen 29. Avenida 5 de Mayo (propagación).....	63
Imagen 30. Calle 9 sur (Propagación).....	64
Imagen 31. Gran tabla .....	84

Tabla 1. Clasificación del ruido .....	30
Tabla 2. Mediciones sonoras .....	44
Tabla 3. Movilidad urbana .....	65
Tabla 4. Incorrecto planeamiento vial .....	66
Tabla 5. Comercio .....	66
Tabla 6. Actos y conductas ruidosas .....	67
Tabla 7. Festejos.....	68
Tabla 8. Actividades de ocio al aire libre.....	69
Tabla 9. Ruidos predominantes .....	71
Tabla 10. Descripción de ruidos.....	71
Tabla 11. Género.....	72
Tabla 12. Actividades.....	73
Tabla 13. Días de visita .....	73
Tabla 14. Horarios de visita .....	74
Tabla 15. Motivo de visita.....	74
Tabla 16. Número de personas por visita.....	75
Tabla 17. Molestia auditiva.....	75
Tabla 18. Tipo de molestia.....	76
Tabla 19. Sensación de desagrado.....	76
Tabla 20. Sensación auditiva de placer .....	77
Tabla 21. Recuerdos.....	77
Tabla 22. Percepción de zonas de ruido .....	78
Tabla 23. Causas del ruido .....	79
Tabla 24. Percepción de fuentes de ruido.....	79
Tabla 25. Percepción de ruido característico.....	80
Tabla 26. Percepción de tipos de ruido .....	80
Tabla 27. Identidad sonora.....	81
Tabla 28. Medidas de mitigación .....	81
Tabla 29. Propuestas de medidas de mitigación.....	82

## **Agradecimientos**

Agradezco al Consejo de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por su apoyo y patrocinio para la realización de este proyecto de tesis.

Al Posgrado en Ciencias Ambientales de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, que, en el año 2020, me integró a su lista de estudiantes y con esto me dio la oportunidad de continuar con mi vida académica.

Expreso mi profundo agradecimiento a tutora de tesis Dra. Sonia Emilia Silva Gómez, por su instrucción y colaboración durante el desarrollo de esta investigación, pero sobre todo por su confianza y determinación para llevarme hasta el final de este proyecto... *GRACIAS*.

## **I. Introducción**

Las ciudades, grandes centros urbanos guardianes de voces que retumban en sus muros de cemento.

La ciudad, es sin duda uno de los grandes exponentes de la actividad humana; a lo largo del día, los siete días de la semana, hombres y mujeres llevan a cabo numerosas actividades, algunas son de mera sobrevivencia otras, son dedicadas al ocio, a la diversión, la espiritualidad o exacerbar los placeres tan propios de la raza humana.

Cada una de estas actividades, posee sonidos de origen, que, al mezclarse en la vorágine de la ciudad, crean una masa insonora e indescifrable, denominada ruido.

Generándose así, el denominado ruido urbano, que de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), es uno de los problemas ambientales que la humanidad debe afrontar actualmente. Catalogado como un tipo de contaminante, el ruido es una problemática, de alcance mundial.

Sin embargo, esta investigación es de alcance regional, y se ciñe a analizar el ruido en el Centro Histórico de la ciudad de Puebla, México.

En el año 2012, el Centro Histórico de Puebla, fue señalado, por la Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial, como el principal punto de contaminación acústica de la ciudad.

Al ser el principal centro de negocios y de esparcimiento de Puebla, es lugar donde condensan la mayor parte de los ruidos, provenientes de diversas actividades humanas particularmente aquellas destinadas al comercio y al ocio.

Ejemplo de esto, es el denominado comercio ambulante, cuya proliferación e invasión hacia espacios del Centro Histórico no adecuados para tal actividad, ha acrecentado los niveles de exposición de ruido para quienes transitan por este espacio.

Sin embargo, el ruido también es un elemento estructurante de la percepción de los territorios; que funge como un amplificador de los sonidos de la actividad humana, transformando la organización, las funciones y los usos del espacio, y donde su ausencia repentina, reconfigura el entendimiento de la actividad social.

## **II. Justificación**

De acuerdo a García (2003), la contaminación auditiva, no es un tema nuevo o desconocido, ya que toda actividad produce algún tipo de sonido, el autor refiere que, en las sociedades preindustriales, el ruido se producía en un ambiente sonoro casi natural y carente de efectos negativos sobre la salud humana. Empero, a partir de la Revolución Industrial y hasta la época actual, el desbordado desarrollo urbano, junto con los procesos de industrialización e innovación tecnológica, dieron como resultado un aumento artificial de la contaminación auditiva de forma exponencial tanto en el tiempo como en el espacio, pues el ruido se extiende más allá de lugares específicos, y además puede presentarse a lo largo del día.

El interés en el estudio de la contaminación auditiva se remonta a la década de 1970, cuando se reconoció al ruido como un agente contaminante debido a sus efectos en la salud. Desde entonces, los avances científicos en los campos de la física y la medicina han documentado, con información variada y precisa, las características y los efectos negativos de la contaminación auditiva en el bienestar humano, y por consiguiente en la calidad de vida de los habitantes de las ciudades Cohen. A (2016).

El ruido ambiental se considera como un sonido o conjunto de sonidos indeseables e inoportunos. Sin embargo, existe una condición sonora que va más allá del simple ruido y es aquella que afecta el bienestar y la salud del ser humano: el ruido ambiental, contaminación acústica o contaminación por ruido (Amable.A.,2017).

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (2011), la contaminación auditiva es una forma de contaminación del aire que debe considerarse, como amenaza a la salud y al bienestar de las personas. Es así que cuando se evalúa el impacto en la salud y en el bienestar de los humanos, éste no sólo tiene consecuencias en la audición, sino que también genera enfermedades cardiovasculares; además, origina un estado de molestia, y estrés y ansiedad.

Además de ser un aspecto del ambiente urbano, considerado como un problema de salud pública, en consideración al número de personas expuestas se considera un problema global que sigue en aumento, tal como lo reconoce la Organización Mundial de la Salud (2011).

Es así que, dicha institución y la Organización para el Comercio y Desarrollo Económico (OCDE) han incluido al ruido dentro de los temas ambientales de investigación prioritaria, señalándolo como un indicador de la calidad ambiental urbana (OECD, 2001; OECD, 2003; Berglund y Lindvall, 1995; WHO, 2004 citado en Miriam German-González y Arturo O. Santillán 2006).

Sin embargo, tales investigaciones han dejado de lado el carácter de utilidad en el estudio del ruido, ya que, aunque se le cataloga como un contaminante, su costo de producción es bajo, es fácil de emitir y tiene un radio de acción mucho menor que otros contaminantes, es decir, es localizado, por tal motivo no deja residuos ni tiene un efecto acumulativo en el ambiente. Características que invitan a generar propuestas de análisis y de uso que vayan más allá de su mitigación o amortiguación.

Respecto a esto, las llamadas tecnologías verdes resultan la apuesta más viable para la incorporación del ruido en el ámbito de las energías limpias, son éstas, las que posibiliten la conversión de la vibración procedente del ruido en energía eléctrica, bajo la consideración de la importancia de un suministro energético limpio, con el cual satisfacer las necesidades energéticas imperantes.

Es importante destacar que el ruido como objeto de estudio de las Ciencias Ambientales, es entendido como un campo humano-ecológico, generado por el humano, pero en estrecha relación con las tres esferas de la sustentabilidad.

Por tal motivo, para Cohen (2017), la relación ciudad-ambiente ha dado como resultado que se traten de poner en práctica acciones y políticas que concilien ambos elementos.

Durante la última década en la capital del país, se ha implementado un programa de reestructuración urbana del Centro Histórico, donde uno de sus puntos clave la construcción de corredores peatonales. Cuyo principal objetivo es intensificar y combinar funciones en las áreas urbanas, de manera que se facilite la concentración de actividades y servicios en la ciudad, dentro de este modelo, se privilegia al peatón y el cuidado del medioambiente con la disminución del uso del transporte vehicular y la traza de rutas de rutas que faciliten la circulación.

El concepto de Ciudad caminable, integra perspectivas, ambientales, urbanas, arquitectónicas, de movilidad y de participación social, por tal motivo, es actualmente, la propuesta de disminución de contaminación acústica más completa por su carácter holístico integral.

### **III. Antecedentes**

En este capítulo se presentan los trabajos que constituyen un primer acercamiento a la obtención de energía eléctrica a partir del ruido.

En el año 2015, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), desarrolló el primer cosechador de energía creado en México.

El funcionamiento se sustenta en el efecto piezoeléctrico, a partir de dos tipos de sensores de disco, que captan el impacto directo del ruido, y los de la vibración. (Boletín UNAM,2015, párrs.7-11).

En el año 2011, en el Massachusetts Institute of Technology (MIT), se desarrolló un dispositivo capaz de producir energía a partir de vibraciones de baja frecuencia utilizando campos magnéticos o eléctricos. (Piacente.P.,2011, párrs. 1-5).

En el año 2013 Hung-Uei Jou, ideó un dispositivo llamado Green Noise, capaz de transferir el ruido, en forma de movimiento, a una bobina que lo transforma en electricidad (Acústica web., 2010., párr.3).

Cottone, (2013), ideó un sistema de generación de energía, basado en una viga piezoeléctrica y puentes en voladizo, capaces de transformar una frecuencia acústica en energía eléctrica .

Aifang Yu et al, en el 2013, emplearon, nanocables piezoeléctricos (NW) como una tecnología clave para convertir la energía mecánica ambiental en electricidad.

Horowitz *et al*, citado en Bin *et al*, (2013), introdujeron un recolector de energía acústica micromaquinado utilizando un resonador de Helmholtz de circonio de titanio como dispositivo piezoeléctrico (PZT).

En el año 2009, en el Instituto de Tecnología de Georgia, se logró crear energía del entorno, utilizando nanocables piezoeléctricos de óxido de zinc.

Ingenieros del centro Tecnológico Innowattech en Israel, crearon un material para carreteras, basado en unos cristales piezoeléctricos, con el propósito de aprovechar la energía cinética del paso de los vehículos (Fundación Española de Ciencia y Tecnología,2010).

De acuerdo a la literatura, la propuesta de este trabajo de investigación se evidencia como una apuesta viable para su realización, en cuanto a tecnología, materiales y conocimientos teóricos.

## **IV. Objetivos**

### **4.1 Objetivo general**

Determinar las características del ruido del Centro Histórico de la ciudad de Puebla, y las posibilidades de su transformación en energía eléctrica.

### **4.2 Objetivos particulares**

1. Determinar las prácticas socioeconómicas de los transeúntes, visitantes y comerciantes que mayor intensidad de decibeles generan en el Centro Histórico de la ciudad de Puebla.
2. Comprobar la intensidad del ruido generado en el Centro Histórico de la ciudad de Puebla, para su transformación en energía eléctrica.
3. Evaluar la eficacia del proceso electromagnético para transformar el ruido en energía eléctrica.

### **4.3 Preguntas de investigación**

1. ¿Cuáles son las actividades socioeconómicas que mayor cantidad de decibeles generan en el Centro Histórico de la ciudad de Puebla?

2. ¿Cuál es la posibilidad de transformación del ruido generado en el Centro de la ciudad en energía eléctrica?

#### **4.4 Hipótesis**

1. A través del proceso electromagnético, es posible transformar en electricidad el ruido proveniente de las prácticas socioeconómicas con mayor intensidad sonora del Centro Histórico de la ciudad de Puebla.

## V. Metodología

### 5.1 Diseño de investigación

Esta investigación, responde a la relación que existe entre el ruido como fenómeno físico, y las prácticas sociales. Tal relación se expone en la imagen 1.

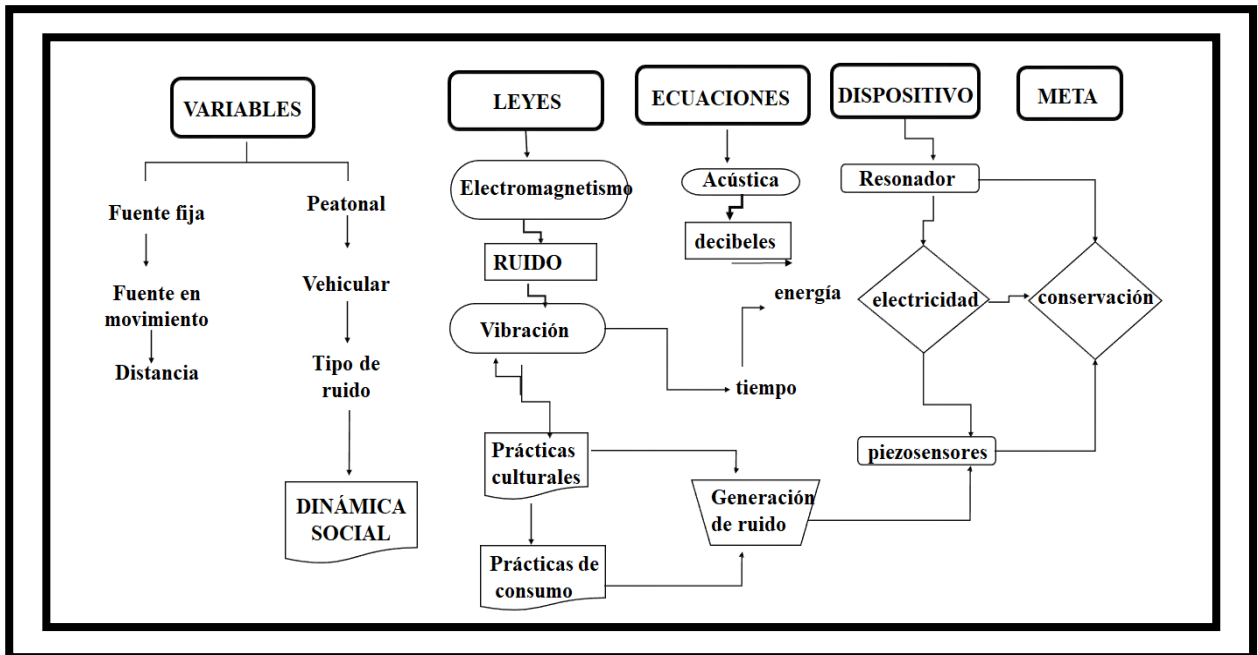


Imagen 1. Ruta crítica  
Elaboración propia (febrero, 2021)

Este estudio es de corte longitudinal, con la toma de mediciones sonoras, realizadas en tiempos, fechas y lugares diferentes. Es de carácter prospectivo, con datos recolectados a medida que se van generando en el experimento.

Se realizó una búsqueda documental (Fase 1), para determinar los focos rojos de ruido en la ciudad de Puebla, posterior a la identificación de estos sitios, y delimitando al Centro Histórico de la ciudad de Puebla, se realizó la toma de muestras sonoras (Fase 2), con un sonómetro calibrado con una ponderación A.

A continuación, se muestra el esquema del proceso comprendido en la fase de campo del diseño metodológico (ver imagen 2).

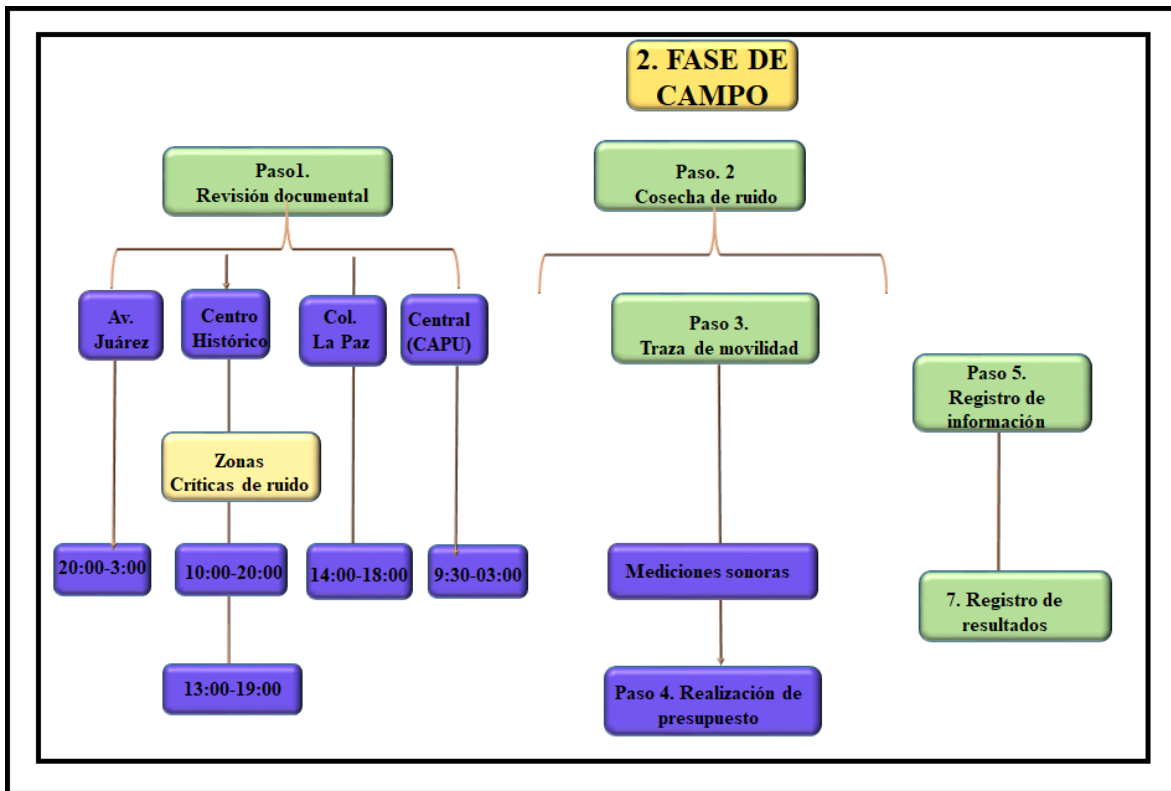


Imagen 2. Diseño metodológico  
Elaboración propia (enero,2021).

En cuanto a las herramientas metodológicas, se recurrió a fuentes documentales, con la finalidad de entender el proceso de transformación del ruido en electricidad, también se realizaron prácticas de campo, para lograr una observación directa del objeto de estudio, (el ruido), en su contexto y comprender cuales son las prácticas sociales, culturales y comerciales que producen el ruido.

El análisis del ruido en este trabajo se ciñe al espacio urbano denominado Centro Histórico, el cual González (2009), refiere que, abarca las calles 25 poniente-oriental a 20 poniente-oriental y de la calle 11 norte sur al boulevard 5 de mayo. Sin embargo, de acuerdo con reporte de la dirección de Medio Ambiente Municipal (2019), el Zócalo, los Portales, la avenida 5 de mayo, hasta la 18 poniente y la calle 9 en estos lugares se concentran el 60% de los puntos específicos de contaminación sonora.

En cuanto al establecimiento del experimento se abordó un diseño de conversión eléctrica basado en inducción electromagnética, en los principios del electromagnetismo propuestos por James Clerk Maxwell (1887).

Se realizó un planteamiento matemático, para determinar la eficacia del ruido transformado en electricidad.

A través de un laboratorio de medición, se realizó un análisis para determinar las características del ruido generado en el Centro Histórico.

Se realizó una búsqueda documental para determinar los elementos claves en la construcción de una identidad sonora.

Se realizó una búsqueda documental para determinar los elementos claves en la construcción de un imaginario sonoro.

Se realizaron una serie de entrevistas para determinar los elementos identitarios en la construcción del imaginario sonoro del Centro Histórico de la ciudad de Puebla.

Se realizaron dos tipos de análisis a la información recabada en las entrevistas; el primer análisis (de carácter social), consistió en una tabla de correspondencia, el segundo consistió en un análisis estadístico mediante el programa SPSS de IBM.

De acuerdo con De Gortari Ludlow J. (2016), el sonido es un componente dinámico del espacio, no existe espacio urbano sin sonido, el cual está vinculado estrechamente con la forma, con la actividad y con el horario; todos estos aspectos son mapeados y analizados, pero carecen de un componente esencial para el entendimiento de un lugar de forma integral y es la interpretación del escucha, un ingrediente necesario para un análisis sonoro. Para comprender las múltiples dimensiones de alcance del ruido se recurre a Rolando García, quien planteó que el proceso de investigación interdisciplinaria, puede ser caracterizado como la elaboración de sucesivas modelizaciones hasta llegar a un modelo aceptable, entendiendo por tal, un modelo que permite formular explicaciones causales de los fenómenos que son objeto de estudio, en el caso particular de este trabajo, ese fenómeno es el ruido y su transformación en energía eléctrica. Asimismo, se trabajó, desde un enfoque epistemológico constructivista.

La Teoría de Sistemas Complejos, sostiene que un sistema complejo no es un dato o entidad de la realidad, sino una construcción realizada por el investigador. (García.,R., 1998, citado en Rodríguez. L., 2018). A continuación, se presenta el sistema complejo (ver imágenes 3 a 8), el cual es el sustento del marco metodológico en el proceso de conversión del ruido en energía eléctrica.

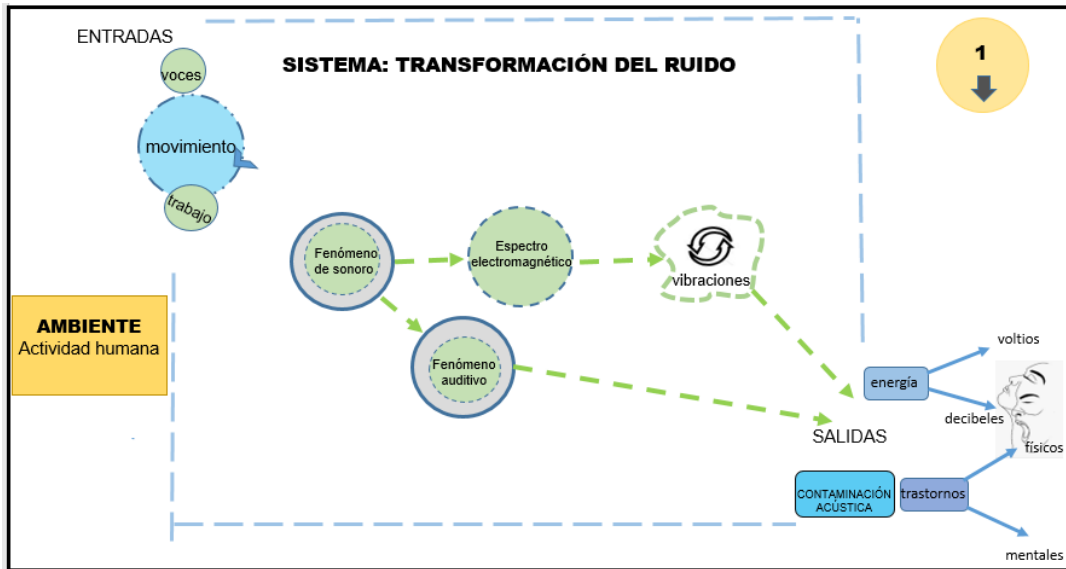


Imagen 3. Sistema complejo  
Elaboración propia (marzo, 2021)

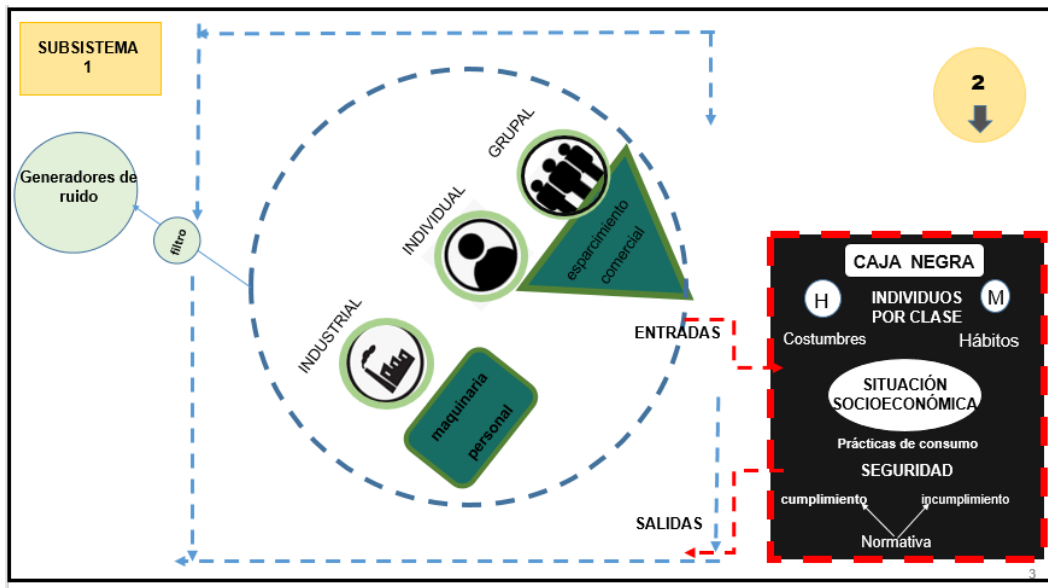


Imagen 4. Subsistema 1  
Elaboración propia marzo 2021

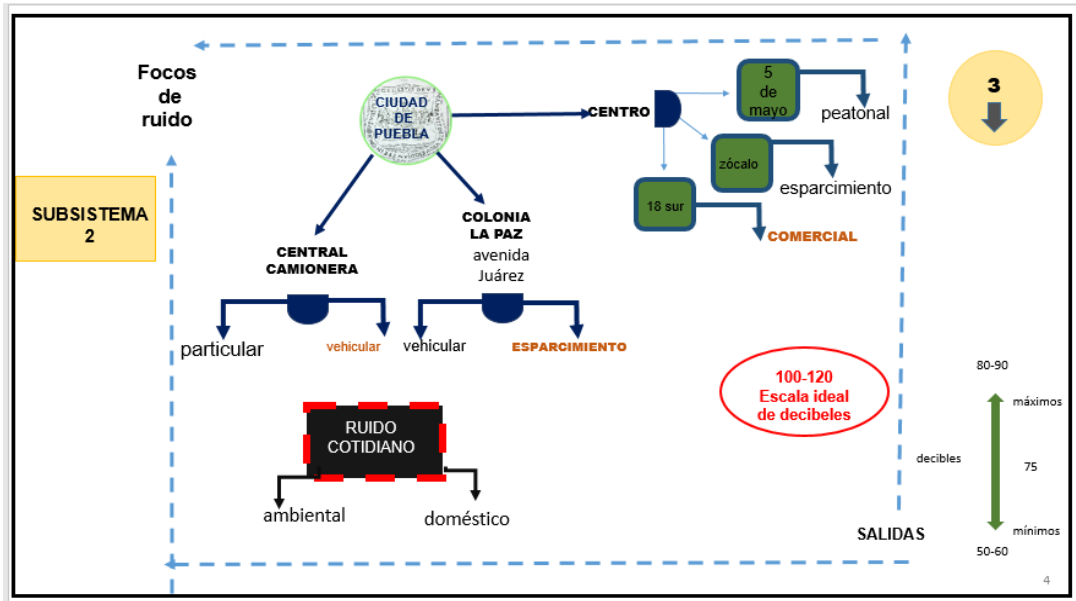


Imagen 5. Subsistema 2  
Elaboración propia (marzo, 2021)

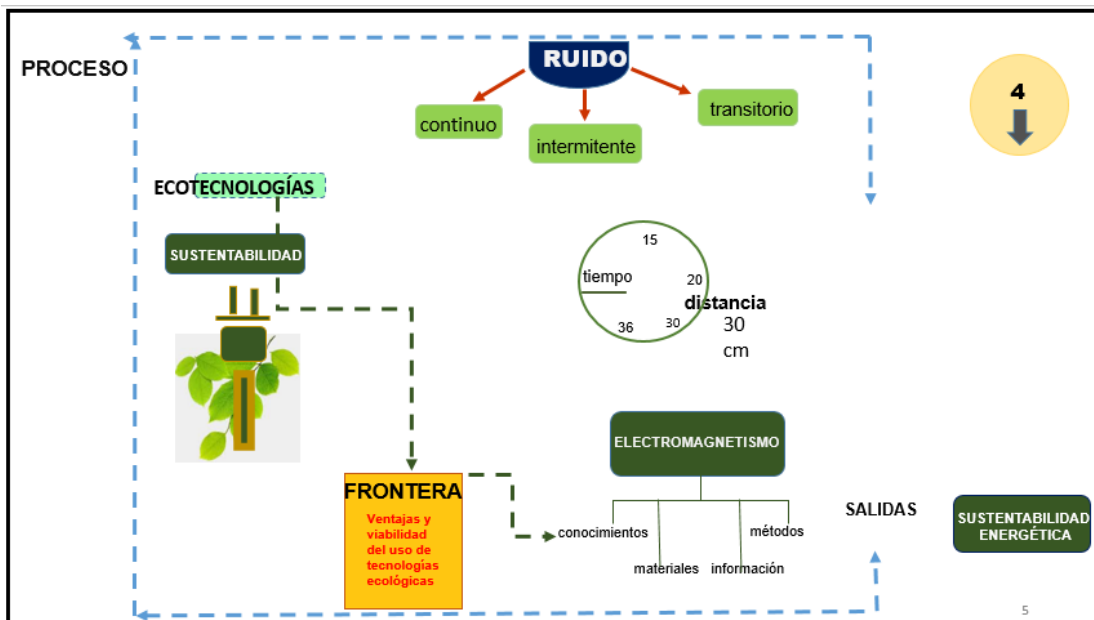


Imagen 6. Proceso  
Elaboración propia marzo 2021

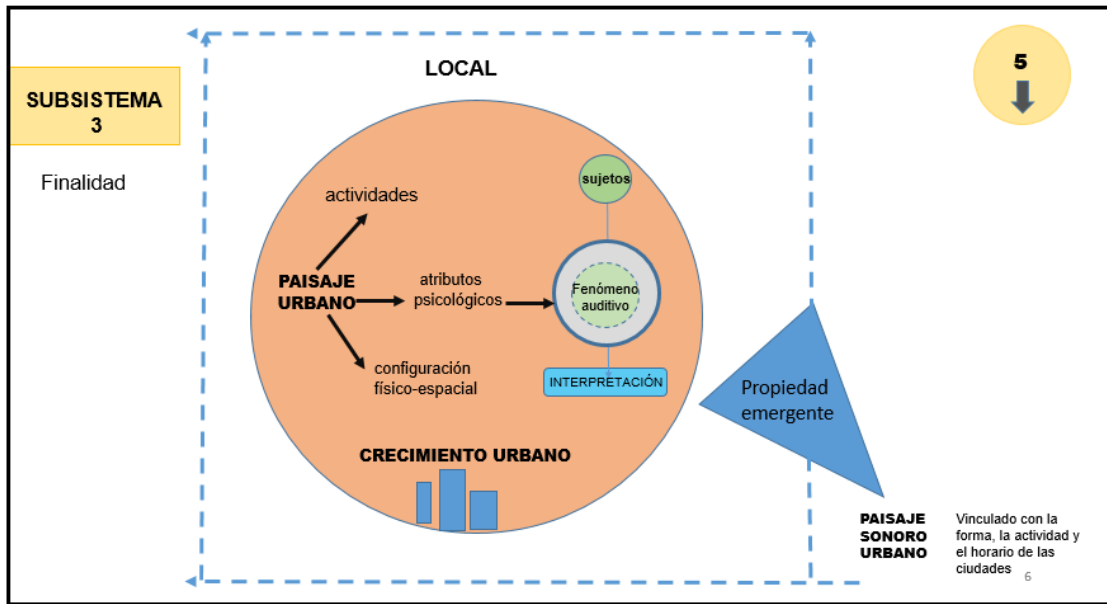


Imagen 7. Subsistema 3  
Elaboración propia marzo 2021

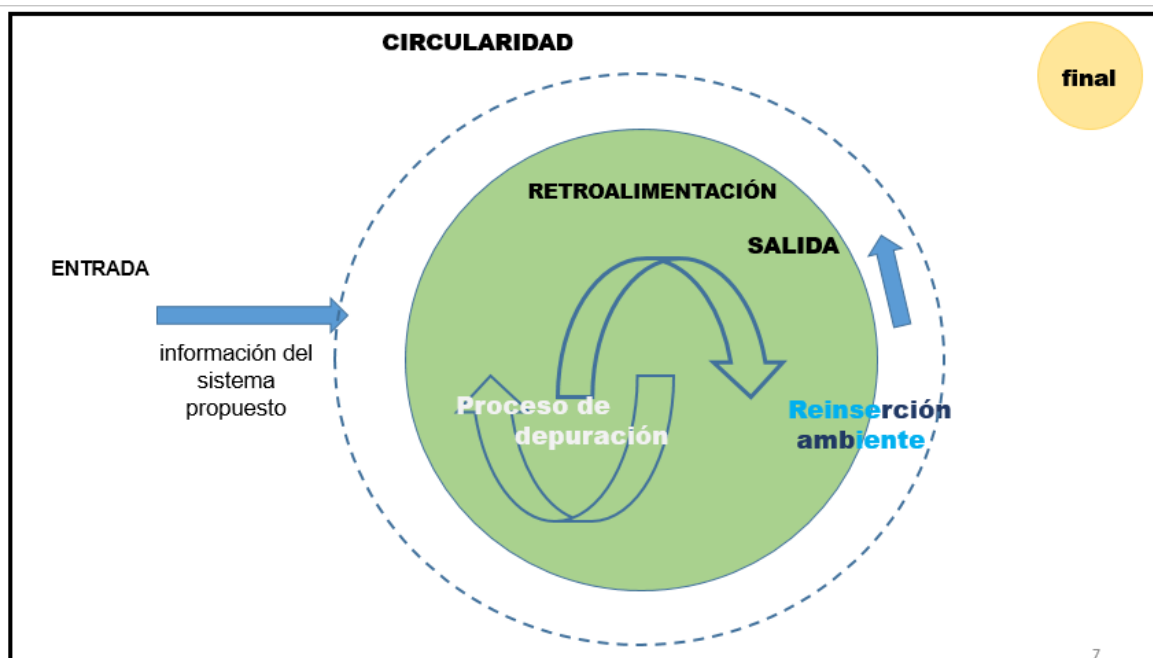


Imagen 8. Circularidad  
Elaboración propia marzo 2021

## **VI. Marco Histórico**

El Marco Histórico, permite identificar los diferentes contextos, por los cuales el objeto de estudio, ha transitado y su relación con otras áreas de estudio (Moreno.E., 2017).

### **6.1 Análisis histórico del ruido**

El análisis se remonta al siglo XVII con los estudios de Francis Bacon, quien planteó que la única relación conocida que vinculaba el sonido con algún parámetro físico era la proporción numérica pitagórica entre la longitud de las cuerdas y la altura de las notas. Como consecuencia de esas investigaciones Galileo, Mersenne y Descartes, desde posiciones mecanicistas, concibieron en cambio al sonido como una sucesión de impulsos regulares, y como un movimiento vibratorio del cuerpo sonoro (y en particular por las vibraciones de una cuerda) y transmitidos a través de dicho medio de manera similar a como lo hacen las ondas en el agua (Pío. G., Salvatico. L., 2007).

### **6.2 Historia de la electricidad**

Los avances que se realizaron en la comprensión de los fenómenos relacionados con la electricidad desde la época de los griegos hasta los comienzos del siglo XIX no fueron muchos (Beléndez.A,2008). Ni la civilización griega ni la romana, ni durante la Edad Media contribuyeron de manera importante a la comprensión de la electricidad y del magnetismo. el estudio científico de la electricidad se inició recién en el siglo XVII, con Guillermo Gilbert (1544-1603), científico más distinguido en Inglaterra durante el reinado de la Reina Isabel I. quien fue el primero en usar los términos atracción eléctrica y fuerza eléctrica. Por este

motivo es considerado por muchos el padre de los estudios de fenómenos eléctricos y geomagnéticos (EPEC,s/f, pág.5).

En 1672 el físico alemán Otto von Guericke desarrolló la primera máquina electrostática para producir cargas eléctricas. Esta máquina consistía de una esfera de azufre que podía hacer girar con una mano y frotar con la otra. En 1785, Coulomb corroboró que la fuerza entre cargas eléctricas era proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que separaba las cargas. Este enunciado se conoció como Ley de Coulomb. El italiano Galvani hizo otro descubrimiento importante en forma accidental hacia fines del siglo XVIII. En 1786 observó que, al conectar un alambre de hierro o latón al nervio de una pata de rana y una varilla al músculo, éste se contraía del mismo modo que cuando se le hacía pasar una descarga eléctrica. En 1841, el inglés J.P. Joule formuló las leyes del desprendimiento del calor producido al paso de una corriente eléctrica por un conductor.

Fue hasta 1879 que Edison introdujo la lámpara eléctrica haciendo pasar una corriente eléctrica a través de un fino filamento de carbón encerrado en una ampolleta de vidrio, en cuyo interior había hecho el vacío. El filamento se puso incandescente e iluminó durante 44 horas.

### **6.3 Historia del electromagnetismo**

El electromagnetismo está basado en una invención y dos descubrimientos, realizados todos ellos en el primer tercio del siglo XIX, la invención es la construcción de una fuente de corriente eléctrica continua, la pila eléctrica, llevada a cabo por Volta hacia 1800. La demostración de los efectos magnéticos producidos por corrientes eléctricas realizada por Oersted y Ampère en 1820 y la generación de corriente eléctrica a partir de campos magnéticos obtenida por Faraday en 1831 (Beléndez.A,2008).

Faraday logró detectar por primera vez corrientes inducidas el 29 de agosto de 1831. Solamente en los momentos de establecer e interrumpir el contacto del circuito primario con la batería eran apreciables breves corrientes en el secundario.

Para explicar estos fenómenos introduce el "estado electrotónico" como un estado peculiar de tensión, que posteriormente abandona, y que vuelve a surgir en la teoría de Maxwell como potencial vector y demostró que el simple movimiento dentro de un área de fuerza magnética constante podía ser causa de la inducción. Señaló, que la condición básica para la inducción residía en que el cable cortara las líneas de fuerza. Es así que se comienza a gestar la "síntesis de Maxwell", la cual constituye uno de los mayores logros de la física (García.F.,s/f).

En 1865, James Clerk Maxwell formuló la teoría clásica del electromagnetismo deduciendo así que la luz está hecha de campos eléctricos y magnéticos que se propagan por el espacio, teoría que llevó a la predicción de la existencia de las ondas de radio y a las radiocomunicaciones. La capacidad para producir tales ondas y de recibirlas en un lugar distante conduciría a un ingeniero italiano, Guillermo Marconi, mediante sucesivos perfeccionamientos de la técnica, a una gran revolución tecnológica: las comunicaciones por radio. Y sobre esta tecnología reposan hoy algunos de los elementos cotidianos más útiles y más utilizados, como los teléfonos móviles.

#### **6.4 Historia de la Piezoelectricidad**

Propuesta por Jacques y Pierre Curie, quienes, en 1880, al descubrir que al aplicar una tensión a cristales como la turmalina, el cuarzo, el topacio y la sal Rochelle, aparecía una carga eléctrica, y su voltaje era proporcional a la tensión (FECYT,20210). La primera aplicación registrada, tuvo lugar durante la Primera Guerra Mundial (1917), cuando Paul Langevin trabajó en el perfeccionamiento de los detectores ultrasónicos submarinos, sin embargo, los materiales disponibles limitaban el rendimiento de los dispositivos y su explotación comercial (FECYT,20210). Durante la Segunda Guerra Mundial, en Estados Unidos, Japón y la Unión Soviética, grupos de trabajo aislados dedicados a investigar la mejora de los

materiales condensadores, descubrieron que ciertos materiales cerámicos (preparados por sinterizado de polvos de óxido metálico) mostraban constantes dieléctricas hasta 100 veces mayores que los cristales comunes. Durante esa época el desarrollo de los materiales y dispositivos piezoeléctricos fue dominado por los grupos industriales de los EE.UU, que aseguraron su liderazgo mediante el registro de patentes. En 1951 , varias compañías y universidades japonesas formaron la asociación Barium Titanate Application Research Committe (FECYT,20210). A partir de 1965, Japón pasó a liderar este campo, desarrollando nuevo conocimiento, nuevas aplicaciones, nuevos procesos y nuevas áreas de negocio. El éxito comercial de los esfuerzos japoneses atrajo la atención de la industria en muchas otras naciones y estimuló un nuevo esfuerzo para desarrollar con éxito productos piezocerámicos. A partir del año 1991, China, Rusia e India experimentaron un elevado crecimiento en cuanto a publicaciones respecto al fenómeno de la piezoelectricidad, pero fue en el año 2005, y hasta la actualidad cuando se registran 19.662 publicaciones a nivel global (FECYT,20210).

## VII. Marco Conceptual

En esta investigación, el ruido, demanda un análisis de conceptos basados en múltiples disciplinas, que permitan establecer un consenso entre el investigador y el lector al respecto del lenguaje y los conceptos manejados, en este apartado se presentan los conceptos fundamentales para el desarrollo de la investigación que se desarrolla. Se presenta dividido en tres momentos: ámbito de análisis, ámbito de transformación y ámbito de explicación.

### **En el ámbito del análisis se presentan los conceptos:**

#### 7.1 Seguridad energética

Definida como el ininterrumpido acceso a fuentes energéticas a precios accesibles, cuya política general incluye las inversiones necesarias a largo plazo y de acuerdo con el dinamismo de la economía mundial, pero propone también reducir el impacto ambiental (Oswald.U., 2016).

A nivel político, se concibe como la acción del Estado orientada a garantizar el suministro de energía de manera sostenible medioambiental y económicamente, a través del abastecimiento exterior y la generación de fuentes autóctonas, en el marco de los compromisos internacionales, entre las líneas de acción estratégica que plantea para alcanzar este objetivo se centran en el abastecimiento, la distribución y el consumo; el ruido ante la posibilidad de ser transformado en electricidad, se presenta como una opción de fuente

limpia, segura e inagotable de energía, cumpliendo así con los parámetros establecidos en el marco gubernamental de la seguridad energética.

## 7.2 Desarrollo sustentable

La contaminación acústica constituye un elemento más de la degradación ambiental, y es percibido por la población como una de las principales causas del deterioro de la calidad de vida. De acuerdo a De Gortari (2022), el ruido es el causante de la ruptura del hombre con su medio, por tal, es básico, la gestión de acciones encaminadas a reducir y gestionar el ruido ambiental. Desde esta perspectiva el ruido constituye una amenaza para el equilibrio ambiental de las grandes urbes.

## 7.3 Paisaje urbano

Shafer (1979), define el concepto de “paisaje urbano”, como el análisis de los atributos urbanos que permite identificar patrones, secuencias y unidades de la ciudad que conducen a establecer criterios de diseño en términos de calidad acústica. En el estudio del paisaje urbano destacan atributos físicos como: configuración físico-espacial, actividades, biodiversidad y atributos psicológicos como integridad física y expresión estética, que son aplicados a la valoración y diseño del espacio público.

## 7.4 Tecnologías verdes

La Unión Europea (2012), acuñó el término para definir tecnologías y aplicaciones que ayudan a reducir el impacto negativo de la actividad industrial y servicios, de usuarios privados o públicos sobre el medioambiente. El concepto se refiere a tecnologías limpias para la recuperación de las áreas contaminadas, sin embargo, también abarca en un sentido más amplio cuestiones como la supervisión, medición, el cambio de productos o administración de sistemas ambientales. En materia sonora para Martín.M.,(2006), las tecnologías verdes, se han centrado en la mitigación del ruido, particularmente en zonas con gran afluencia vehicular o en zonas industriales, por lo cual el autor propone, más que la eliminación de éste

fenómeno acústico la contención a través de lo que denomina “medidas de autocontrol” fundamentadas en la tecnología, pero dentro de un marco legal establecido.

### 7.5 Sonido

Vibración mecánica de las moléculas de un gas, de un líquido, o de un sólido (aire, agua, paredes, etc.) que se propaga en forma de ondas, y que es percibido por el oído humano. La velocidad del sonido depende del medio y de la temperatura, para el aire y a temperatura ambiente es de 344 m/s. (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito., s/f.,pág.7).La longitud de onda está definida por la distancia que existe entre el inicio de una onda y el final de la misma, y define la duración de un sonido, por esto es que los sonidos agudos, que son de mayor frecuencia, tienen menor duración a diferencia de los sonidos graves, que son de menor frecuencia, que tienen una duración más prolongada (Birlis, 2007 citado en Suárez.D.,2012).

### 7.6 Ruido

Conjunto de sonidos no armónicos y desagradables para el oído humano, que alcanzan una clasificación de indeseabilidad con base en una percepción psicológica, más que acústica (Universidad de Granada, 2006, pág.1).

Para conocer los valores y ponderaciones de los niveles del ruido (Ver tabla 1).

CLASIFICACIÓN DEL RUIDO SEGÚN NIVELES				
Entre 10 y 30 dB, se considera nivel muy bajo	Entre 30 y 55 dB, se considera nivel bajo	Entre 55 y 65 dB se considera ambiente ruidoso	Etre 75 dB y 100 Db se considera ruido fuerte	A partir de 100 dB, se considera ruido intolerable.
EJEMPLOS				
Ruido de una biblioteca.	Ruido de un ordenador personal	Ruido de un aspirador, televisor, radio despertador. con volumen alto	Camión de la basura	Discusión a gritos, la pista de baile de una discoteca o de una vivienda muy próxima a un aeropuerto.

Tabla 1. Clasificación del ruido  
Fuente: Amable. I, Méndez. J, Delgado. L, et. al (2017)

Independientemente de su valor subjetivo, el ruido es un fenómeno físico que involucra la propagación de ondas elásticas ya a través de un fluido que genera el movimiento vibratorio de un cuerpo. Existen múltiples variables que permiten diferenciar unos ruidos de otros: su composición en frecuencias, su intensidad, su variación temporal, su cadencia y ritmo (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2016, pág.8).

### 7.7 Crecimiento urbano

Refiere al aumento (relativo o absoluto) en el número de personas que viven en los pueblos y las ciudades. El ritmo de crecimiento de la población urbana depende del aumento natural de dicha población y de los nuevos habitantes que adquieren estas zonas debido, por una parte, a la migración neta del campo a las ciudades y, por otra parte, a la reclasificación de los asentamientos rurales en ciudades y pueblos (UNICEF, 2012).

Maldonado (2009), asegura que el rápido crecimiento de los sistemas urbanos e industriales, ha traído consigo diferentes problemas ambientales relacionados con la producción de desechos, la afectación de los ecosistemas acuáticos y terrestres, las numerosas emisiones atmosféricas con sus impactos sobre la calidad del aire y la atmósfera, más recientemente el ruido y su afectación por ondas electromagnéticas, son procesos que constituyen en importantes fuentes de contaminación y afectación a los ecosistemas y a la atmósfera.

### 7.8 Paisaje sonoro urbano

Definido por Schafer (1969), como sonidos medioambientales que permiten apreciar la sonoridad de un lugar. Los elementos del paisaje sonoro son: la tonalidad (kynote), sonidos que marcan el temperamento de las personas y que se perciben por lo general inconscientemente; los sonidos de fondo (background sounds), en el ambiente natural creados por la geografía y el clima y en las áreas urbanas por el tránsito vehicular, instalaciones eléctricas, amplificadores, etc.; las señales sonoras (Sound signal) o sonidos del

primer plano que escuchamos esporádica y conscientemente, en la ciudad sirenas, cornetas, altoparlantes, en el campo, producidos por las personas y los animales; y, las marcas sonoras (soundmarks), sonidos de áreas específicas, con un valor simbólico y afectivo, que hacen única la vida acústica de cada lugar (Alzaru. P.,2018.pag.1).

Krause (1987), define la ecología del paisaje sonoro como la ciencia que analiza todos los sonidos escuchados en una locación, biológicos, geológicos y antrópicos, generalmente contienen sonidos con diferencias espectrales y temporales considerables, saturados con señales que transportan poca o ninguna información y que en muchos casos se considera un sonido no deseado.

#### 7.9 Propagación del ruido

En el aire el sonido se propaga en forma de ondas longitudinales, en el sentido de la oscilación coincide con el de la propagación de la onda, la propagación es lineal, que quiere decir que diferentes ondas sonoras (sonidos) pueden propagarse por el mismo espacio al mismo tiempo sin afectarse mutuamente. Es un medio no dispersivo, por lo que las ondas se propagan a la misma velocidad independientemente de su frecuencia o amplitud, es también un medio homogéneo, de manera que el sonido se propaga esféricamente, es decir, en todas las direcciones, generando lo que se denomina un campo sonoro. Donde, el sonido se propaga como una esfera cuyo centro es la fuente sonora y que se va haciendo cada vez más grande. O, lo que es lo mismo, que va aumentando cada vez su radio. Se estudia desde dos puntos de vista, a veces como una esfera creciendo, o como un radio (eventualmente todos los radios) de la misma (rayos) (Escuela Universitaria de Música,2014).

#### 7. 10 Prácticas culturales

Para Itchart. L y Donati.J.I (2014), cultura debe ser entendida como una dimensión omnipresente de las relaciones sociales, como un modo de organizar la cotidianeidad, donde cada sociedad establece sus propios estándares y sentidos espacial e históricamente centrados en el presente, anclado en un pasado y proyectando un futuro. Para los autores, cultura es un

modo de organizar la experiencia en una dimensión de análisis de todas las prácticas sociales, que encuentran en construcción y reelaboración continua. La cultura se encuentra intrínsecamente unida a hábitos cotidianos tan simples, como realizar las compras diarias en lugares con un significado para el individuo o bien un grupo de individuos, a dar un paseo por un lugar y hora determinado, a hacer uso del transporte colectivo y entretenerse en el viaje tratando de descifrar el abanico simbólico, que decoran las unidades.

Mientras que el concepto práctica, *per se*, refiere a conocimiento, que enseña el modo de hacer algo, es así que, al unificar estos conceptos, se dice que una práctica cultural son acciones cotidianas cargadas significación que proveen de identidad y dictan pautas de comportamiento social, acciones que se realizan de forma automática porque tienen sentido y significado para el individuo o un grupo de individuos dentro de su sociedad, contexto y temporalidad.

#### 7.11 Prácticas sociales

El esquema de comprensión de la práctica social la relación entre Habitus, Capital y Campo, conceptos desarrollados por Bourdieu en 1968.

El Habitus produce prácticas individuales y colectivas, conforma los principios engendrados por la historia, asegura la presencia activa de las experiencias pasadas, que depositadas en el organismo bajo la forma de principios de percepción, pensamiento y acción, (Bourdieu.1980., citado en Collado 2009.,pág.3), el Campo, se constituye como una metáfora espacial en la que se reconoce la fluidez del espacio social y el papel de los actores, donde existen estructuras objetivas independientes de la voluntad de los individuos, y que son éstas las que orientan las prácticas y sus representaciones, el Capital no se ciñe a una valoración económica, sino que proviene de una creencia en que las cosas tienen valor, y se fundamenta en una creencia colectiva. La manera en como los sujetos, se desempeñan cotidianamente en

los estadios propuesto por Bordieu, determina, la producción y modos de ruido, en el ambiente.

#### 7.12 Prácticas de consumo

García Canclini (1999), define al consumo, como el conjunto de procesos socio-culturales en que se realiza la apropiación y los usos de los productos entre ellos, los modelos que definen el consumo como lugar donde las clases y los grupos compiten por la apropiación del producto social, o como lugar de diferenciación social y de distinción simbólica entre los grupos, o como sistema de integración y comunicación, o como proceso de objetivación de deseos, o como proceso ritual. Así hace referencia a procesos socioculturales complejos en los que se realiza la apropiación y los usos de los productos.

**En el ámbito de la transformación, se presentan los siguientes conceptos:**

#### 7.13 Principio de inducción de Faraday

Fenómeno por el cual se genera una intensidad de corriente en una espira, producto de la variación del flujo magnético en su interior, que ocurre debido a que se produce una fuerza electromotriz (fem), que puede ser cuantificada mediante la ley de Faraday-Lenz. Explica la interacción entre la fuerza electromotriz inducida y el campo magnético.

#### 7.14 Efecto piezoeléctrico

El efecto piezoeléctrico, describe la propiedad de determinados sólidos para generar una carga eléctrica bajo tensión mecánica, donde las cargas eléctricas que se producen en el piezocristal son proporcionales a la fuerza aplicada. Para obtener las propiedades de la

piezoeléctricidad, el material se debe someter a un intenso campo eléctrico para ordenar las cargas eléctricas.

#### 7.15 Transductores eléctricos

El transductor se refiere a los dispositivos que convierten la información en dominios no eléctricos a dominios eléctricos y viceversa. Asociado a este término se encuentra la función de transferencia del transductor que se define como la relación matemática que existe entre la salida eléctrica y la entrada (señal) de la potencia radiante, temperatura, tensión o fuerza del campo magnético (De Sousa.C., Manganiello.L.,2018).

Ejemplo de este tipo de artefactos son los micrófonos que convierten la energía acústica (vibraciones sonoras: oscilaciones en la presión del aire) en energía eléctrica (vibraciones sonoras: oscilaciones en la presión del aire).

#### 7.16 Cosecha de energía (Energy Harvesting)

Normalmente, la recolección de energía se relaciona con la conversión de pequeñas cantidades de energía ambiental para su uso en la alimentación de dispositivos electrónicos pequeños y de baja potencia. Presencia de fuentes de energía ambiental en un edificio, y aptas para la cosecha, pueden ser: calor, vibración, movimiento, ondas de radio, electromagnético (EM) campos y flujo de aire. En la mayoría de los casos, la energía que se recolecta es energía sin uso específico.

La recolección de energía ha atrapado el interés de la comunidad investigadora debido a su uso potencial como fuente de alimentación para dispositivos electrónicos de baja potencia (Matiko.J.W et al., 2014).

**En el ámbito de la explicación se presentan los conceptos:**

7.17 Sensor piezoeléctrico

El sensor piezoeléctrico puede estar conformado por materiales cerámicos o cristales iónicos que son capaces de generar una pequeña energía eléctrica cuando estos son deformados (ingmecafenix,2021). Este efecto se conoce como efecto piezoeléctrico, que se comporta como guía de ondas acústicas y pueden responder a la variación de un amplio abanico de cantidades físicas como presión, temperatura, masa añadida en la superficie, densidad o viscosidad de los fluidos en los que se encuentren sumergidos.

Los piezosensores comerciales se componen del material piezoeléctrico, una placa de metal y cables (positivo y negativo), en el corazón del sensor, se encuentra un cristal piezoeléctrico; de cuarzo, que generan una carga eléctrica cuando se someten a un esfuerzo mecánico, donde la energía eléctrica que se genera es proporcional al esfuerzo mecánico aplicado (HBM,2021).

7.18 Presión

Magnitud que mide el efecto deformador o capacidad de penetración de una fuerza y se define como la fuerza ejercida por unidad de superficie. Se expresa como:

$$P=F/S$$

Su unidad de medida en el S.I. es el  $N/m^2$ , que se conoce como Pascal (Pa), entendido como presión que ejerce una fuerza de un newton sobre una superficie de un metro cuadrado (Fisicalab,2018).

7.19 Deformación mecánica

Es el cambio en la forma de un material que resulta de la aplicación de fuerza, y es medida por el cambio en su longitud, puede ser de extensión o de compresión. Un sensor de deformación mecánica es un equipo que varía su resistencia eléctrica proporcionalmente a la deformación mecánica (Omega,2018).

## 7.20 Vibración

Una vibración mecánica es la oscilación de la masa alrededor de su punto de equilibrio. La naturaleza de la oscilación está determinada no sólo por la masa sino también por la rigidez y el amortiguamiento propio de la estructura. Una estructura vibrante tiene cuatro propiedades básicas: masa, rigidez, amortiguamiento y desplazamiento.

## 7.21 Vibración del ruido

La denominación oscilación acústica o vibración acústica se reserva para el caso del movimiento de una parte o partículas dentro de un medio elástico alrededor de su punto de equilibrio. En general se suele hablar de “oscilaciones acústicas” y de “vibraciones mecánicas”, y por lo expuesto se deduce que las oscilaciones acústicas son mecánicas (lo que no puede decirse de las oscilaciones electromagnéticas, por ejemplo). No obstante, el término “vibraciones” se reserva para oscilaciones (de baja frecuencia) de máquinas, partes de ellas, fundamentos de la misma, etc. (FIO.,2013).

## 7.22 Consumo

Consumo se entiende como una práctica social a partir de la cual los individuos se expresan, realizan y comunican con otros, al mismo tiempo que es percibido como un medio que sirve para la alienación, la integración, y sobre todo, para la dominación simbólica de las masas, siendo ésta una característica de la sociedad industrial que tiene que ver fundamentalmente, no con los consumidores individuales sino con todo un sistema económico en conjunto (Baudrillard, 1978 citado en López de Ayala.,Ma. Cruz,pág. 165 ).

Para Bocoock (1995), los individuos son percibidos a través de sus consumos, gusto, cultura y estilo de vida, elementos cruciales para el establecimiento de significados, identidades y roles de cada sexo en el capitalismo postmoderno. Como consecuencia, las identidades ya no vienen dadas por el nacimiento, sino que son elegidas activamente, haciéndose fluidas y

cambiantes. Son estos patrones de consumo los que determinan los tipos de ruido dentro de la ciudad al generar espacios y comportamientos productores de contaminación acústica.

### 7.23 Significación

Husserl (1982), aseguró que el término significación hace referencia a lo permanente de cada objeto, a la idealidad lógico-trascendental, es decir, es la idealidad, del contenido intencional de los actos expresivos, la expresión permanente y no el aspecto caduco de las vacilaciones verbales o del elemento psicológico variable, aunque sin tales vacilaciones no fuese posible significación alguna. La significación, es entonces, la mención o referencia objetiva, que acompaña a las expresiones que apuntan a la idealidad, pero sin olvidar que la idealidad necesita de la constitución previa de la realidad (Husserl. E., 1882 citado en Díaz. C.,pág. 44).

Dentro del comportamiento social de la generación de ruido en la ciudad, existe un estado de idealización sonora del espacio, basado en las significaciones dadas por los sujetos.

### 7.24 Identidad

La identidad es una categoría general que posibilita un lugar de adscripción (histórico-temporal) de distinción entre sujetos, instituciones, grupos, familias, comunidades, movimientos sociales, naciones, y decir qué es lo que somos y lo que no somos. No hay posibilidad de identidad que no postule, al mismo tiempo, una alteridad: no sería posible una mismidad sin la existencia de esa otredad. Por su parte, el proceso identificatorio es algo más específico, particular, que implica el análisis del momento del enganche, de la identificación con algo o alguien (sujeto, idea) que nos constituye en un momento particular, específico de nuestra identidad histórica, contextual, ergo cambiante (Navarrete. Z., 2015, pág.468). Para Taylor (1986), identidad refiere a una construcción social desde los vínculos con las otras personas y a partir de una narración que hacemos de lo que somos y de quiénes somos. El autor considera a la *identidad* como una narración social, en la cual el sujeto no decide o no elige las fuentes de su identidad, sino que la construye a partir de la relación social y política con los otros significantes (Taylor.C.1986 citado en Zárate.J.C.,2013).

## **VIII. Normativa**

Referente a las emisiones del ruido en la República Mexicana, se señala, que la emisión de ruido proveniente de las diversas fuentes altera el bienestar del ser humano, el daño causado se considera respecto a la exposición, la magnitud por unidad de tiempo y los desplazamientos temporales del umbral de audición.

Con base en esto, se decreta la NOM-081-ECOL-1994, estableciendo con esta los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y así como las directrices del método de medición, el cual determina el nivel de ruido emitido hacia el ambiente.

Considerando como fuentes fijas a todo tipo de industria, máquinas con motores de combustión, terminales y bases de autobuses y ferrocarriles, aeropuertos, clubes cinegéticos y polígonos de tiro; ferias, tianguis, circos y otras semejantes.

Esta norma, aplica en la pequeña, mediana y gran industria, comercios establecidos, servicios públicos o privados y actividades en la vía pública.

La normativa establece que, en materia de ruido en exteriores de zonas residenciales, de 6:00 a 22:00 horas el máximo legal de ruido es de 55 dB, y de 22:00 a 06:00 horas, de 50 dB; en zonas industriales de 68 y 65 dB; en exteriores de escuelas y áreas de juego, 55 dB, y para ceremonias, festivales y eventos de entretenimiento durante 4 horas, 100 DB.

Respecto a las fuentes móviles la NOM-080-SEMARNAT-1994 regula el ruido proveniente del escape de vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición, y la NOM-079-SEMARNAT-1994 para control de la emisión de ruido de los vehículos automotores nuevos en planta y su método de medición.

Se consideran fuentes móviles a aviones, helicópteros, ferrocarriles, tranvías, tractocamiones, autobuses integrales, camiones, automóviles motocicletas, embarcaciones, equipo y maquinaria con motores de combustión y similares.

La emisión de ruido proveniente de las motocicletas y triciclos motorizados nuevos en planta altera el bienestar del ser humano. Por ello, se establece que los límites máximos permisibles de emisión de este contaminante en vehículos de 3,000 (Kg) será de 86 decibels, en vehículos de 3,000a 10, 000 (kg), 99 decibels y en motocicletas y triciclos motorizados, será de 90 decibels.

## **XI. Resultados**

Debido a la complejidad del fenómeno acústico denominado ruido, en este capítulo se presentan los resultados en orden cronológico y no en orden de aparición de los objetivos, lo que invita a considerar al objeto de estudio como un proceso no lineal.

Es así que para dar cumplimiento al segundo objetivo y con base en las especificaciones del Diario Oficial de la Federación (1994), se realizó la medición sonora por las Zonas críticas (ZCi) de ruido del Centro Histórico, con un sonómetro calibrado en ponderación A, que de acuerdo a Miraya (2018), es el nivel de presión sonora más cercano a la audición humana. Los sonómetros clase 2: Son utilizados para la toma de medidas generales en trabajos de campo.

Las mediciones sonoras, arrojan resultados en decibels (dB), definidos como una unidad que se utiliza para expresar la relación entre dos valores de presión sonora, o tensión y potencia eléctrica, información útil para determinar el potencial eléctrico del ruido.

### 9.1. Toma de muestras sonoras

La medición sonora se realizó de forma continua, bajo las condiciones normales de operación de la fuente, en el horario crítico con los niveles máximos de emisión sonora, se ubicaron puntos en vertical a 0.30 m de distancia del límite de la fuente y a no menos de 1.2 m del nivel del piso. El sonómetro se colocó en cada punto de medición en un lapso ininterrumpido no menor de 3 minutos y no mayor a 30 minutos.

Al cabo de dicho período de tiempo se movió el micrófono al siguiente punto y se repitió la operación en cada ZCi.

La primera medición sonora, se realizó al flujo peatonal de los cuatro cuadrantes de la explanada del Zócalo de la ciudad de Puebla. Marcando un sonido fluctuante de 50 a 60 decibels. La duración de tal medición fue de 15 minutos por cuadrante (Ver imagen 9).

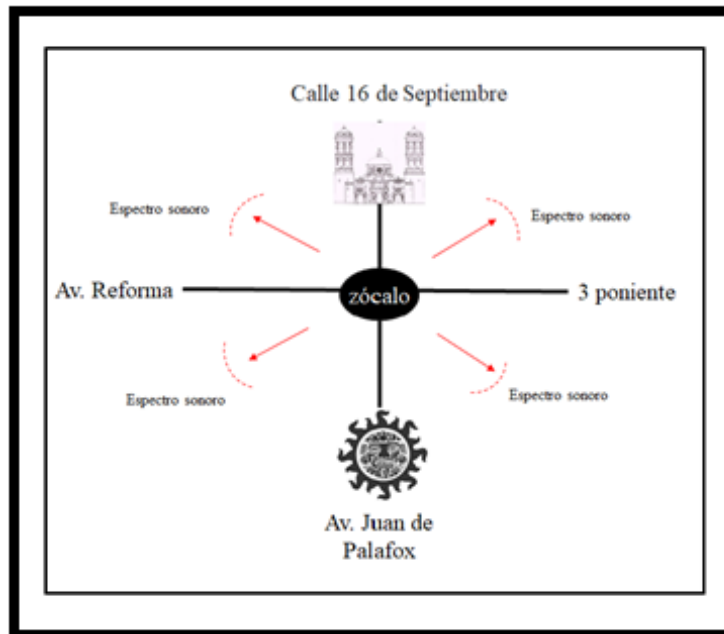


Imagen 9.Explanada Zócalo  
Elaboración propia (febrero, 2021)

La segunda muestra se dirigió, al flujo peatonal de los portales: Hidalgo, Iturbide y Morelos con un recorrido de ida y vuelta, con duración de 20 minutos por cada Portal. Se evidenció, un sonido fluctuante en un rango de 60-75 decibels (Ver imagen 10).

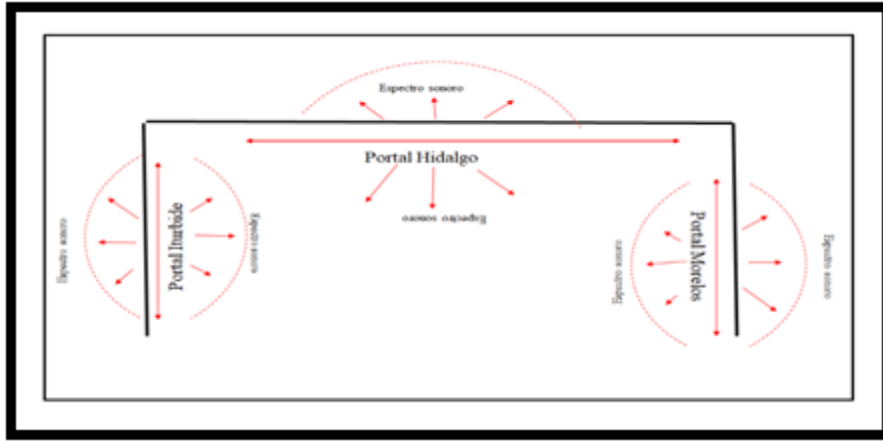


Imagen 10. Portales (medición sonora)  
Elaboración propia (febrero, 2021)

La tercera muestra se realizó a la calle 5 de Mayo, desde la avenida Reforma esquina con el Zócalo, hasta la avenida 18 poniente, con un recorrido de ida y vuelta con duración de 20 minutos por recorrido. Mostró un sonido fluctuante de 50-75 decibeles.

La mayor concentración de sonido (80 decibels), se detectó en la esquina de la avenida 18 poniente, debido al incremento de comercio en la zona (Ver imagen 11).

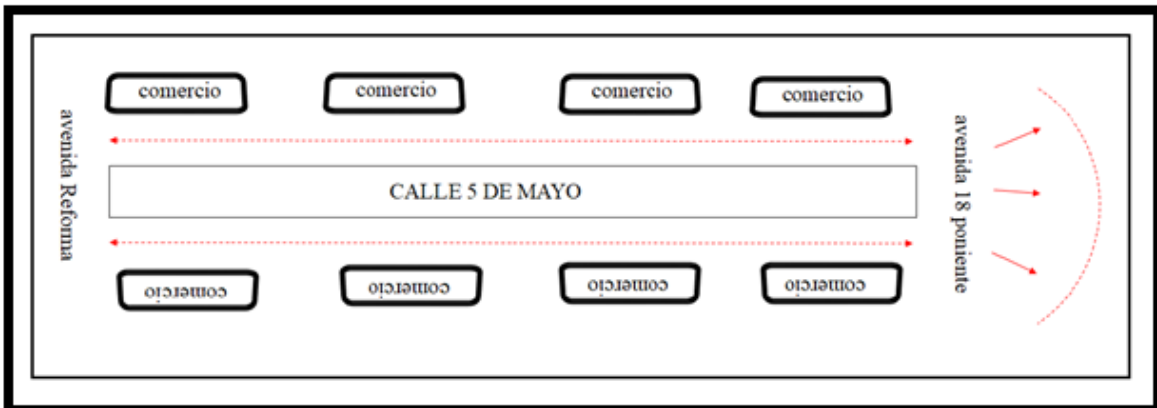


Imagen 11. Avenida Reforma  
Elaboración propia (febrero, 2021)

Se realizó una medición de ruido extra, a lo largo de la calle 9 sur a la altura de la 5 poniente hasta la calle 8 sur. (solo ida y en movimiento), con duración de 36 minutos se registró un sonido fluctuante de 80-90 decibels, a la par se realizó una medición de 30 minutos en un punto fijo sobre el flujo vehicular. Se evidenció un sonido de 80-90 decibeles.

Las mediciones sonoras, constaron de punto de partida, número de muestras, duración de la grabación, total de minutos de la grabación, fuente, decibeles y tipo de ruido, como se muestra en la tabla 2.

<b>Punto de partida</b>	<b>Número de muestras</b>	<b>Duración de grabación</b>	<b>Total minutos de grabación</b>	<b>Fuente</b>	<b>Decibeles</b>	<b>Ruido</b>
Zócalo	3	15	60	punto fijo	50-60	continuo
Portales	3	20	60	movimiento	60-75	Continuo Intermitente
5 de mayo	2	20	40	movimiento	50-75	continuo
Av.18 poniente	1	15	15	punto fijo	80	Continuo Intermitente
9 sur	1	36	36	movimiento	80-90	Transitorio
	1	30	30	punto fijo	80	Transitorio

Tabla 2. Mediciones sonoras  
Elaboración propia (febrero,2021)

Debido a que esta investigación, se realizó durante la pandemia por Covid 19, las mediciones sonoras se realizaron dos veces, considerando que la operación del tráfico peatonal y vehicular, no eran condiciones consideradas reales antes de la contingencia sanitaria . Razón por la cual, se registraron las mediciones obtenidas de los días con valores en decibels más elevados y más cercanos a antes de marzo del 2020. La imagen 12, corresponde a la evidencia de la toma de muestras sonoras.



Imagen 12. Toma de muestras  
Elaboración propia (febrero,2021)

## 9.2. Fase de experimentación

Debido al cierre de los institutos de investigación a causa de la contingencia por Sars-Cov2 para la realización de esta etapa, se improvisó un laboratorio en casa.

Se utilizó el método experimental, para determinar factores, que contribuyen al diseño y desarrollo de un transformador de energía basado en la contaminación acústica.

En la imagen 13, se presentan los materiales utilizados en el desarrollo de la experimentación.



Imagen 13. Materiales  
Elaboración propia (febrero, 2021)

El primer paso consistió en determinar la capacidad de una bocina para producir la electricidad al recibir la vibración acústica, en esta fase de la investigación, la vibración acústica se sustituyó por golpes ligeros y controlados Se aplicó un golpeteo con los dedos y mediante el uso del multímetro se determinó que, para generar 2 microvoltios de energía, el golpeteo debe ser muy rápido y constante (245 golpes durante 60 segundos) (Ver imagen 14).

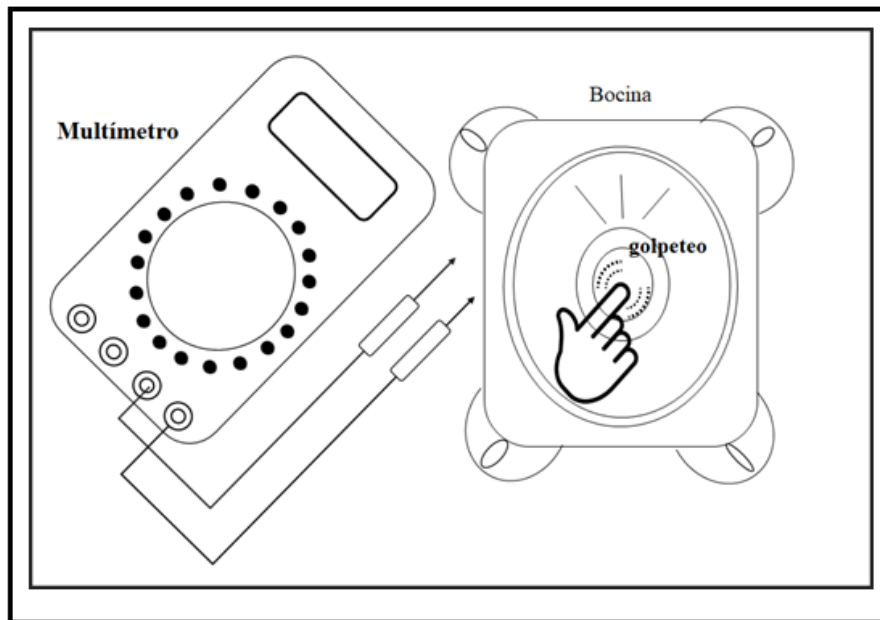


Imagen 14. Prueba en bocina  
Elaboración propia (febrero, 2021)

Debido a que no se registró un nivel elevado de potencial eléctrico, se determinó sustituir la bocina y emplear piezosensores acústicos. Los sensores piezoeléctricos consisten en dos discos de cristal con un electrodo situado entre ellos (ver imagen 15).

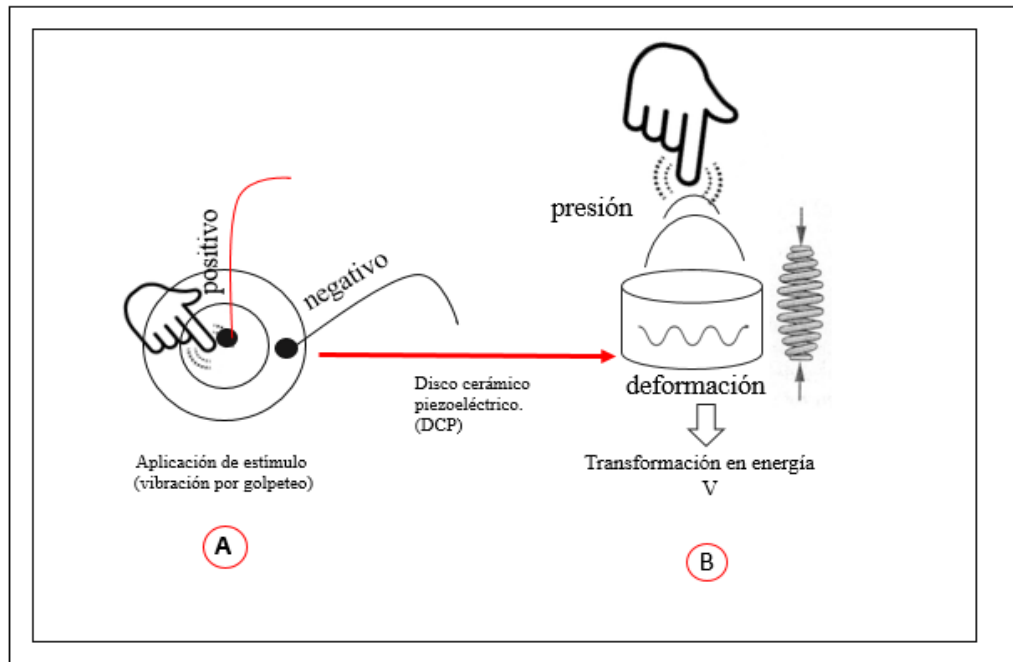


Imagen 15. Funcionamiento piezosensor  
Elaboración propia (febrero,2021)

Se midió el potencial energético del dispositivo piezoeléctrico (DCP), la máxima medida alcanzada fue de 1.45 microvolts. Con un golpeo rápido y constante durante 30 segundos total de golpes (172).

Con base en el resultado de la prueba, se conectaron 4 piezosensores en línea a los cuales se les aplicó vibración (mediante golpeo), y 30 segundos se logró generar 2 microvolts de potencial energético (ver imagen 16).

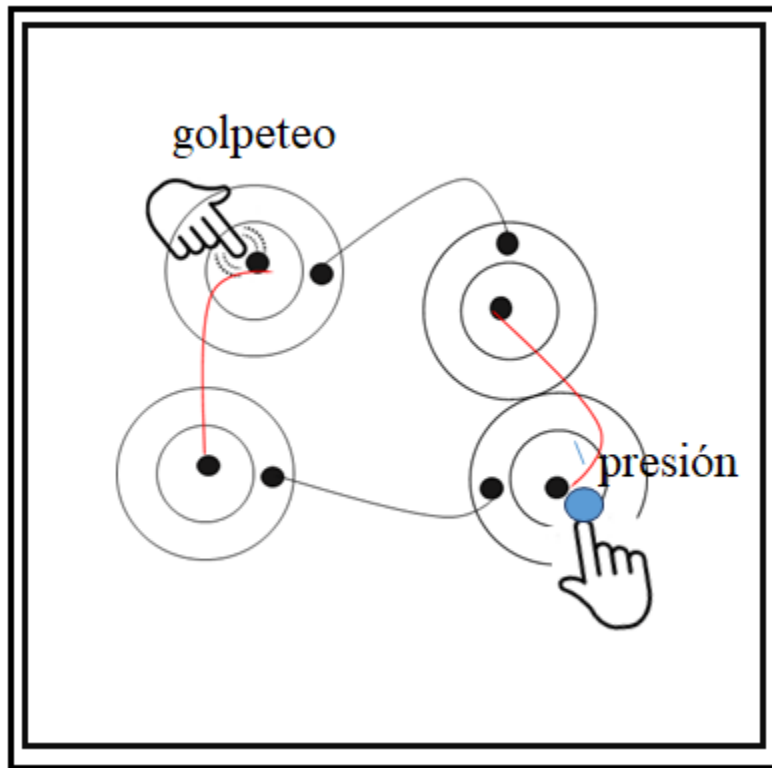


Imagen 16. Aplicación de estímulo (serie de 4 DCP)  
Elaboración propia (febrero,2021)

Con base en lo expuesto se determinó que, al aplicar presión sobre sensor piezoeléctrico, existe una relación directa entre peso y tiempo además de que la energía producida es mayor, y al aplicar golpeteo para simular la vibración por ruido, la energía producida es menor y se pierde al momento de detener el estímulo. Con la presión se tiene mayor control de la energía producida.

La siguiente fase consistió en la elaboración de un circuito eléctrico, basado en la literatura y con el añadido de los resultados observados en los primeros experimentos, es así que se determinó el uso de 4 sensores en serie, conectados a 1 foco LED (ver imagen 17).

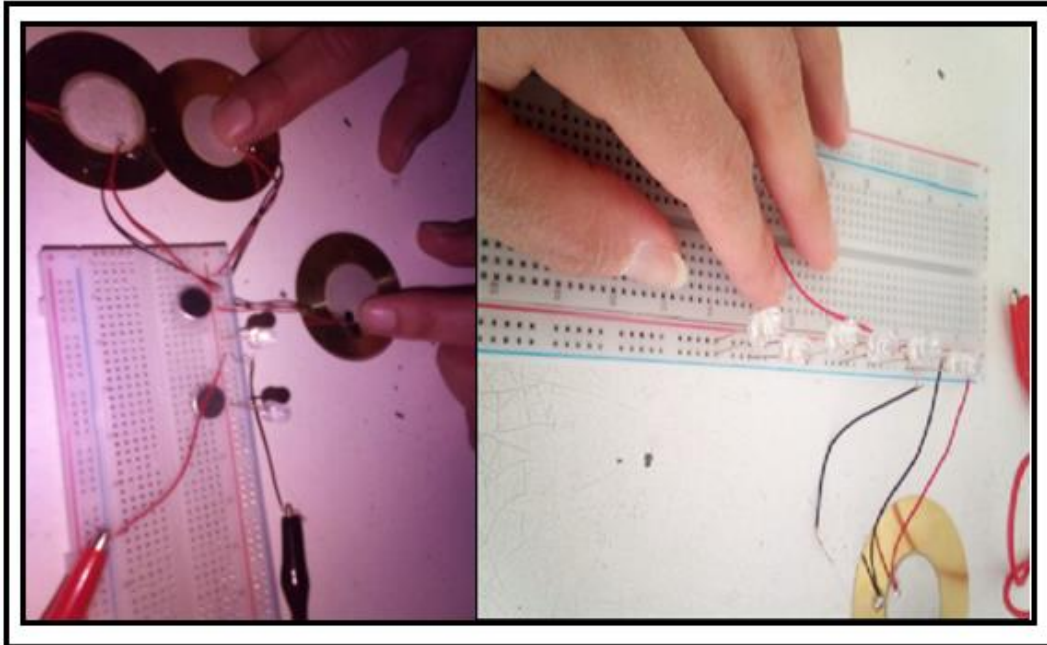


Imagen 17. Tabla Protoboard  
Elaboración propia (abril,2021)

Con el circuito descrito, se logró el encendido de seis focos led de 3mm, equivalente a 1.49 volts de energía eléctrica corriente (ver imagen 18).

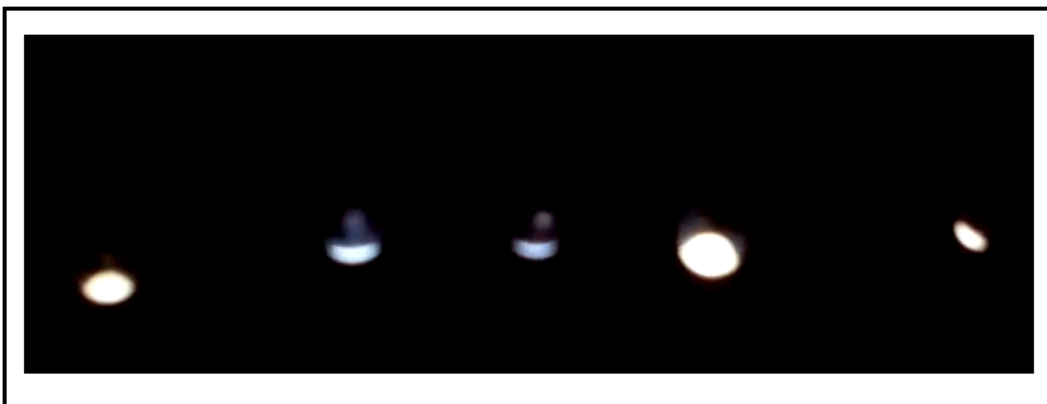


Imagen 18. Evidencia encendida de focos LED  
Elaboración propia (abril,2021)

Se anexaron al circuito, dispositivos para conservar la energía producida: un diodo estándar, una resistencia de 180Ω, un capacitor de 25 volts, con esta combinación se generó un pico volt de energía durante 10 segundos (ver imagen 19).

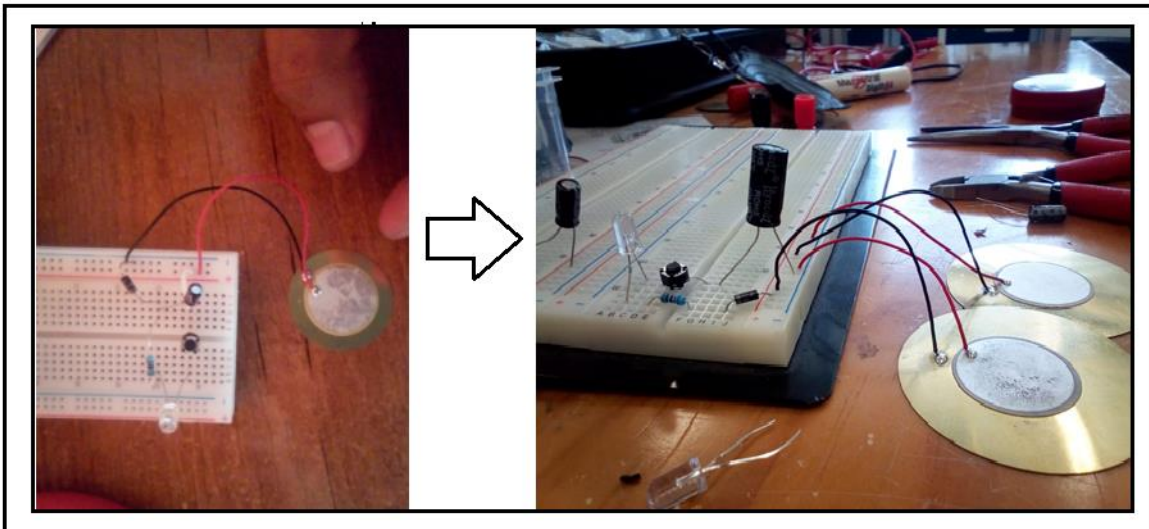


Imagen 19. Circuito 2  
Elaboración propia (abril,2021)

### 9.3. Aplicación de fuerza a los piezosensores

Esta fase, se centra en una serie de experimentos para determinar la capacidad de generación de energía eléctrica de los transductores piezoeléctricos.

Recordando que un transductor piezoeléctrico, está conformado por un cristal que, al exponerse a una fuerza, se deforma y produce una corriente (flujo de carga), por unos pocos segundos, proporcional a la fuerza aplicada.

Estas fuerzas tienen distintos orígenes: las debidas a su propio peso (toda estructura debe soportarse a sí misma), movimiento o vibraciones (Federación de Enseñanza de Andalucía, 2011).

La imagen 20, ilustra la prueba 1: se colocaron cinco piezosensores en una viga de madera soportada por dos postes de madera, la base se encuentra a una separación de 30 centímetros y a una altura de 25 centímetros.

En la parte baja colocó la fuente de ruido proyectando 60 decibeles, la fuente de ruido es una bocina Inalámbrica Portátil, marca LG Xboom Go PL7 de 30 w (vatios). No se generó energía en los sensores.

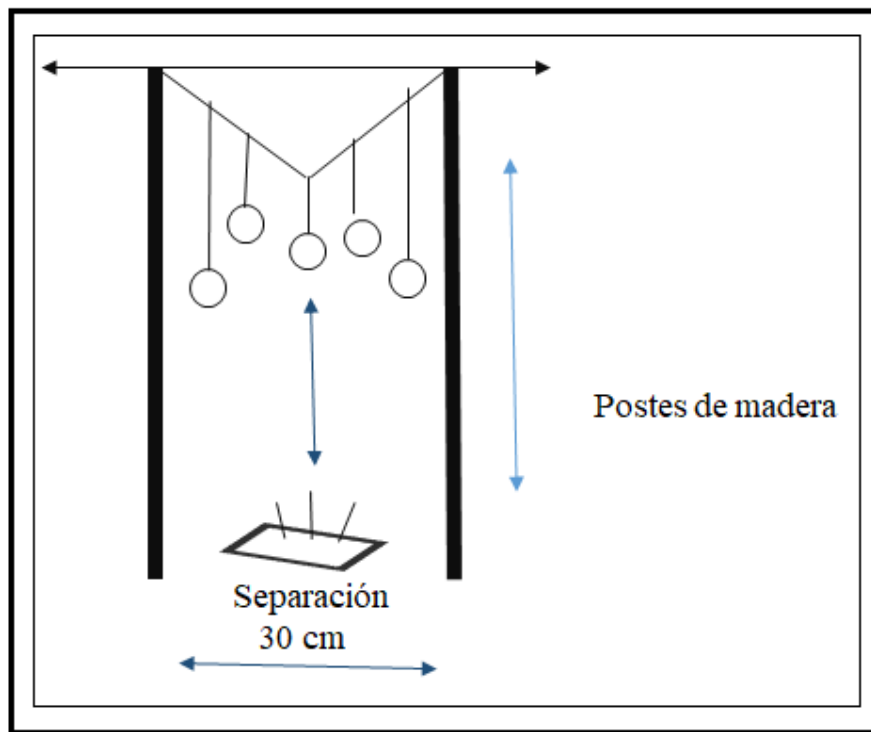


Imagen 20. Piezosensores en columpio  
Elaboración propia (marzo,2021)

La segunda prueba consintió en aplicar aire a los sensores con la misma base de la primera prueba. La finalidad fue evidenciar si la deformación con viento produciría mayor energía. Al aplicar aire a 10 centímetros, la deformación que se produjo en los sensores fue por choque. La energía generada fue de 25 microvolts, aunque fue mayor, no se considera viable el uso del viento, ya que es difícil de controlar a diferencia del ruido el cual ya cuenta con

valores establecidos, aunado a esto, la fuerza del viento debe ser muy potente y la fuente de aire debe estar muy cercana a los sensores (ver imagen 21).

En esta prueba la fuente de ruido fue una secadora para el cabello de uso casero marca Philips modelo Essential Care de 1200W (vatios).

Por lo cual, está prueba se registra en el documento, pero se descarta del producto final.

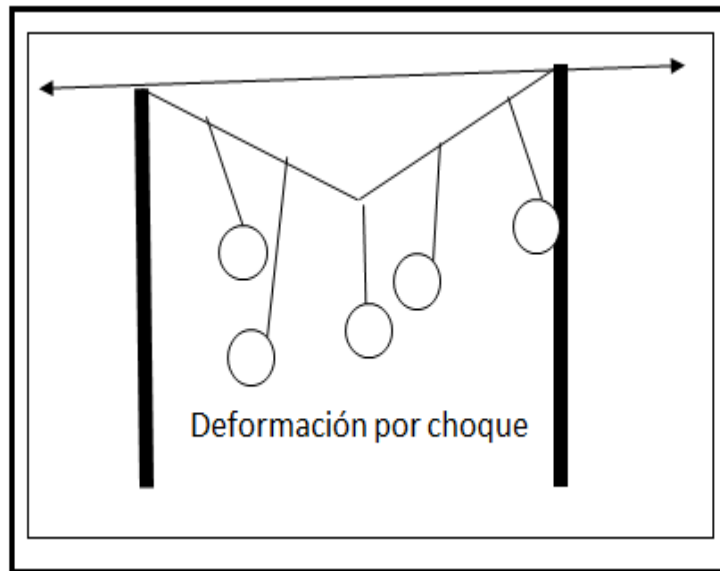


Imagen 21. Deformación por choque  
Elaboración propia (marzo,2021)

En consideración de la incapacidad para cuantificar los valores en la aplicación de cada estímulo, se determinó que la fuerza empleada debía ser suficiente para prender un foco led de 3mm, cuyo voltaje necesario para su funcionamiento del led, generalmente está entre 1.7 y 3.3 voltios, dependiendo del color del diodo. Así que las siguientes pruebas consistieron en aplicar el estímulo necesario para conseguir el encendido de un led color blanco.

La prueba 3 consistió en agitar una base metálica donde descansaban 2 varillas en paralelo, con el objetivo de simular el efecto de reverberación del ruido, entendido como el fenómeno

acústico de reflexión que se produce en un recinto cuando un frente de onda o campo directo incide contra las paredes, suelo y techo del mismo (Acusticaintegral, 2020).

Los materiales empleados fueron 2 varillas de hojalata de 13 centímetros de largo y 3 centímetros de ancho, remachadas sobre una base de lámina de dimensiones 13 centímetros de largo 6 centímetros de ancho (ver imagen 22).

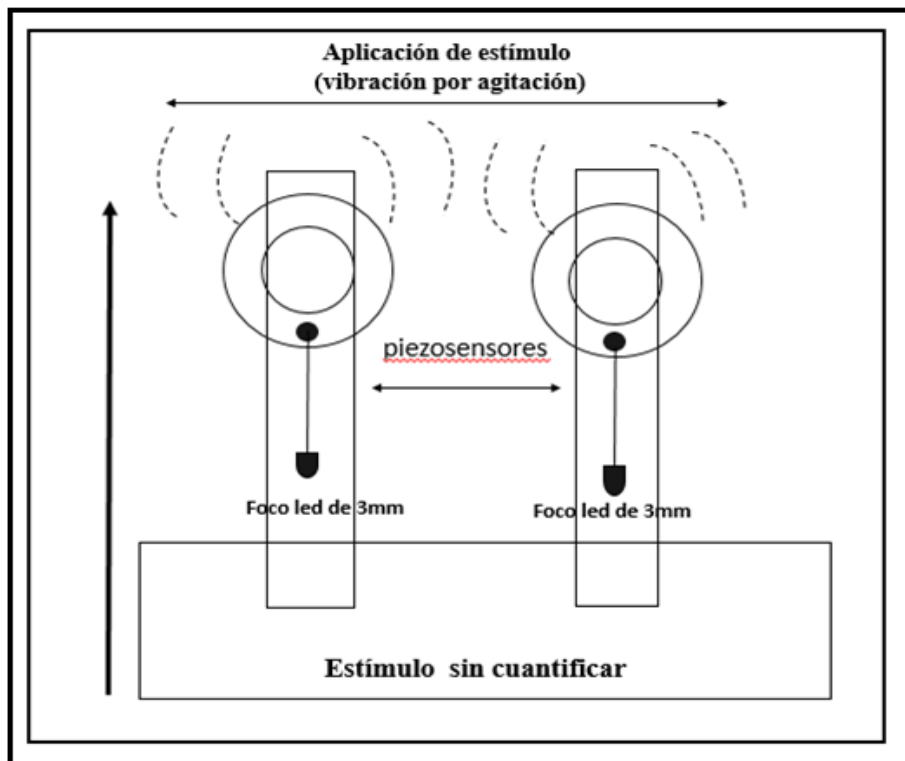


Imagen 22. Agitación  
Elaboración propia (septiembre,2021)

La prueba 4 consistió en aplicar una fuerza directa sobre el sensor piezoeléctrico, siempre teniendo presente la vibración como elemento principal del ruido.

Se elaboró un simulador de vibración con una base de madera sobre la cual se montó una varilla de hojalata de 45 centímetros de largo y 2 cm de ancho, con un resorte en el punto medio, para provocar un rebote para simular la vibración del ruido. Se dejó caer a la varilla una pieza de acero de 35 gramos de una altura de 7 centímetros (ver imagen 23).

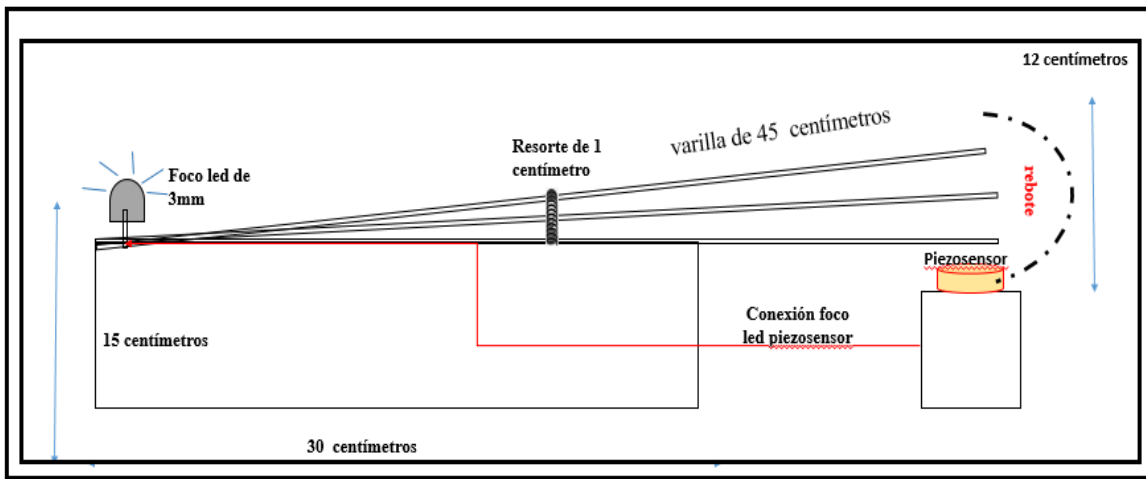


Imagen 23. Simulación de vibración

Elaboración propia (octubre,2021)

La prueba 5 consistió en la elaboración de una pieza, capaz de crear presión sobre el disco cerámico del sensor, tal pieza se diseñó y se materializó a través de una impresora 3D, preparada con resina Elegoo de fotopolímero estándar 405 nm.

Se colocó sobre el sensor, y ambos fueron introducidos en una caja de acrílico, donde a través de una bocina se le aplicó una frecuencia con amplitud de 5 volts.

El primer intento, tuvo una duración de 5 minutos (no se produjo deformación), en el segundo intento con una duración de 15 minutos, tampoco se logró una deformación del disco cerámico (ver imagen 24).

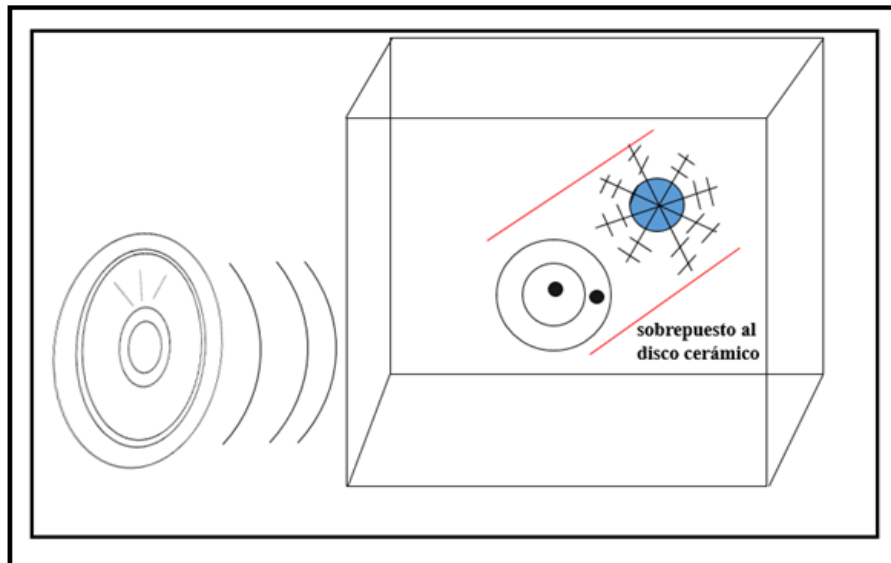


Imagen 24. Aplicación de frecuencia  
Elaboración propia (octubre,2021)

Las pruebas 6 y 7, se llevaron a cabo en un taller de herrería, por considerarse un lugar con altos índices de ruido, donde golpeando a un costado con un martillo y aplicando vibración con un taladro respectivamente al sensor piezoacústico, se buscó la deformación del disco cerámico. No se obtuvo energía (ver imagen 25).

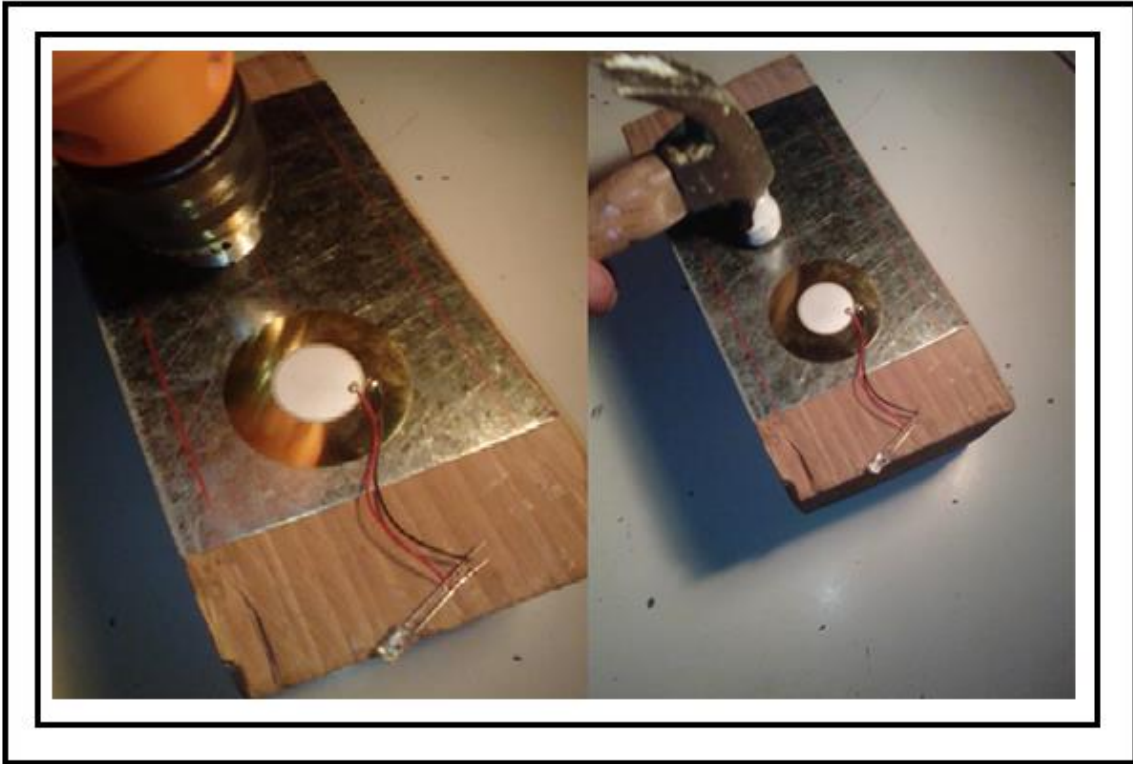


Imagen 25. Evidencia taller  
Elaboración propia (octubre,2021)

El ruido no es fenómeno aislado ya que depende de factores meteorológicos y atmosféricos determinantes al momento de realizar una medición sonora como: los gradientes de viento, fenómeno atmosférico que se origina por la fricción entre el suelo y el viento, los gradientes de temperatura, que afectan la propagación del sonido a través de largas distancias. También modifica el contenido de frecuencias del sonido, la atenuación atmosférica, así como la temperatura y la humedad, donde una temperatura fija y un descenso de la humedad relativa, reduce el nivel sonoro que percibe un receptor situado a una distancia de la fuente de ruido. (Brüel & Kjær 2001).

#### 9.4. Disposición espacial de la ciudad

En relación a los resultados del objetivo 1, en este apartado se analizó la disposición espacial de la ciudad de Puebla, y se identificó relación entre la cantidad de decibeles de dichos espacios con relación a los elementos físicos del entorno.

Los ruidos de las ciudades, se ciñen a la arquitectura del paisaje urbano, delimitando y formando espacios acústicos. Para Zang (2005), la evaluación del paisaje sonoro debe realizarse a partir de los sonidos, el espacio, la gente, los parámetros acústicos y otros elementos estructurales del espacio urbano.

El espacio urbano, se debe analizar, por su ubicación, forma y sus límites espaciales, respecto a esto Carral (2004), indica que el modelo de estructura urbana del Centro Histórico de la ciudad de Puebla, es el concéntrico, ya que la mayoría de las actividades se desarrollan en éste, en específico el comercio.

Monnet (1994), señala que en la actualidad centro de Puebla es un polígono con una superficie aproximada de 6.9 km<sup>2</sup> y 391 manzanas construidas entre los siglos XVI y XIX, tiene una centralidad que se divide entre su centro colonial y su centro de negocios (ver imagen 26).

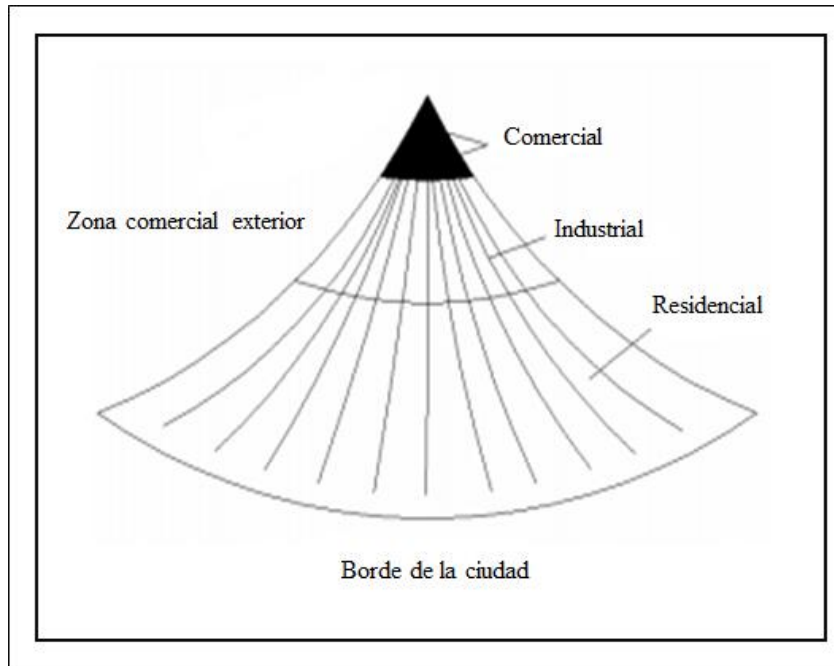


Imagen 26. Esquema de Lowry  
Fuente: Carral.D.E.(2004)

De los 6.9 km totales del Centro Histórico existe una población de 60, 000 habitantes (Hernández,2009)

Sin embargo, Jones y Varley (1999), señalan que la reapropiación del Centro Histórico de Puebla, se logró con el establecimiento de comercios y una infraestructura cultural que no ocupa un lugar importante en las aspiraciones residenciales, habiendo una diversidad de situaciones culturales, sociales, y económicas que identifican al primer cuadro del Centro Histórico. Entre las zonas más visitadas del Centro Histórico, se encuentran el Zócalo, que colinda con la Catedral de Puebla al sur; al norte con el Portal Hidalgo, de uso comercial, y el Portal del Palacio Municipal de Puebla, sede del Ayuntamiento, ambos separados por el Pasaje del Ayuntamiento; y, finalmente, los Portales de Iturbide y Morelos ubicados al poniente y oriente respectivamente con locales de uso comercial.

## 9.5. Aspectos técnicos de la propagación del ruido en la ciudad de Puebla

La traza urbana y la disposición espacial son determinantes en la generación y propagación del ruido, es así que en este capítulo se presentan los aspectos urbanos para la propagación del ruido en el Centro Histórico de la ciudad de Puebla.

Los vientos dominantes tienen una orientación de Noroeste durante la mañana y cambian de dirección por la tarde identificándose como Suroeste, estos vientos se definen como “de ladera de montaña”, debido a que se ven afectados por la presencia del Popocatepetl, el Iztaccihuatl y la Malinche (Guísar. L.E.,2009).

La velocidad promedio anual del viento es de aproximadamente de 1.15 metros por segundo, en cuanto al comportamiento anual se señala que el viento proviene principalmente del norte, el 14% tendrá una velocidad de entre 0.5 a 2.1 m/s, el 14 al 21% del viento tendrá una velocidad de entre 2.1 a 3.6 m/s, el 38.47 % del viento será viento calmado con la velocidad promedio de 1.2 m/s (Guísar. L.E.,2009).

De acuerdo al portal Weatherspark (2021), en la ciudad de Puebla, la temporada calurosa dura 3.7 meses, del 1 de junio al 23 de septiembre, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 37 °C. El mes más cálido del año en Puebla es julio, con una temperatura máxima promedio de 42 °C y mínima de 26 °C.

La temporada fresca dura 3.0 meses, del 22 de noviembre al 23 de febrero, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 24 °C. El mes más frío del año en Puebla es diciembre, con una temperatura mínima promedio de 7 °C y máxima de 21 °C.

Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 6 °C a 42 °C y rara vez baja a menos de 2 °C o sube a más de 45 °C.

Estos aspectos a considerar, son el espectro sonoro de la medición del ruido, la dirección de los vientos dominantes, las medidas de largo y ancho de cada calle considerando que la altura estándar de los edificios del Centro de la ciudad es de 11.46 metros.

En las imágenes 27 a 30, se muestran los aspectos técnicos básicos acerca de la propagación del ruido en las (ZCi), del Centro Histórico de la ciudad de Puebla.

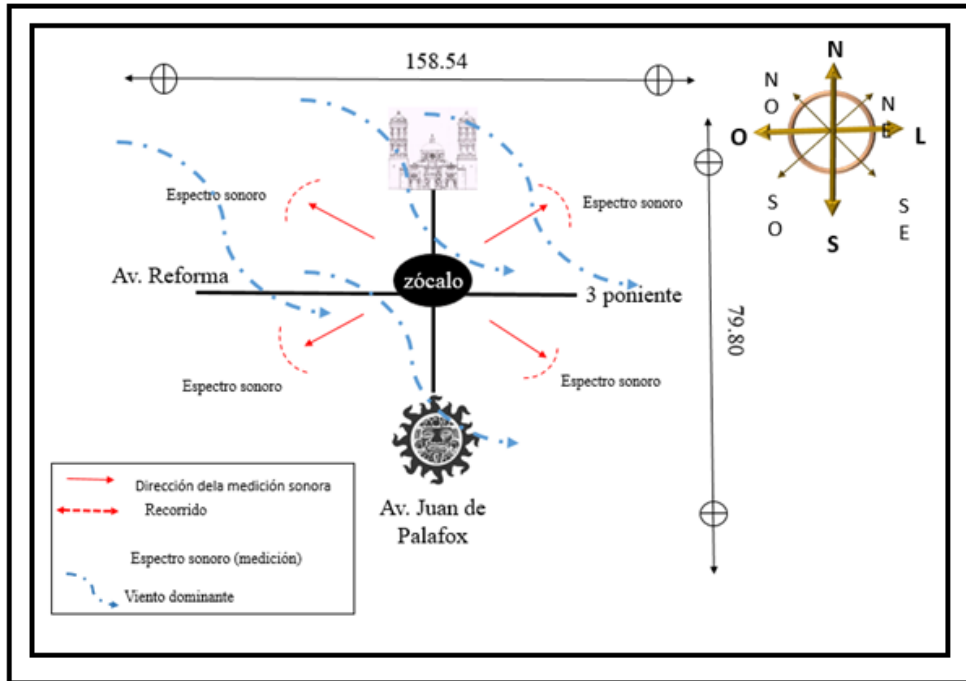


Imagen 27. Zócalo (propagación)  
Elaboración propia (noviembre,2021)

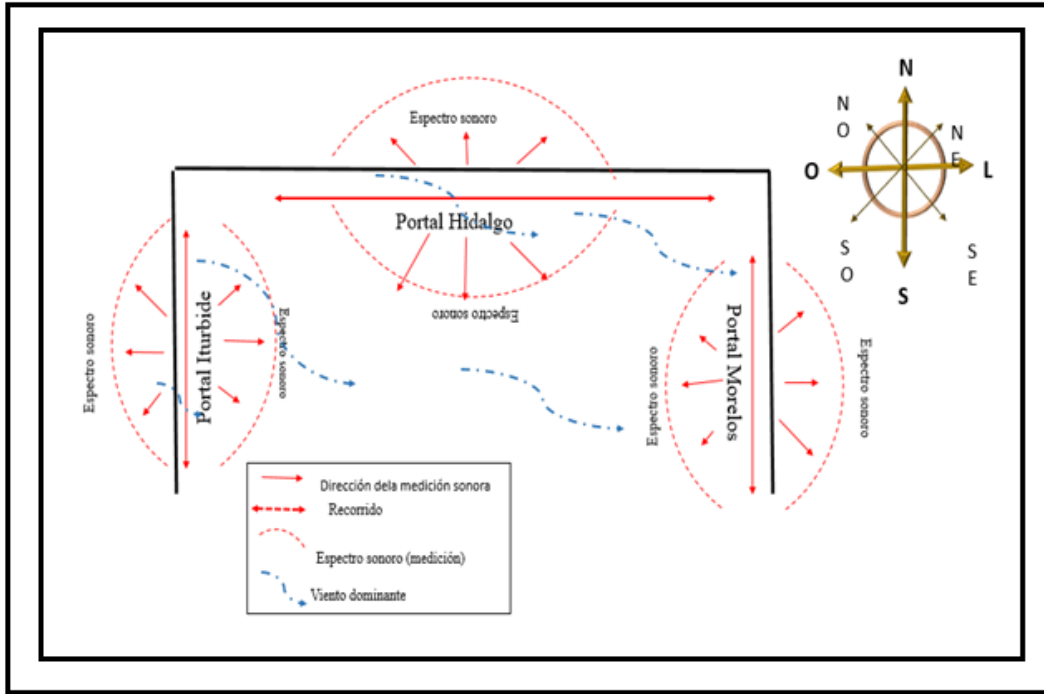


Imagen 28. Portales (propagación)  
Elaboración propia (noviembre,2021)

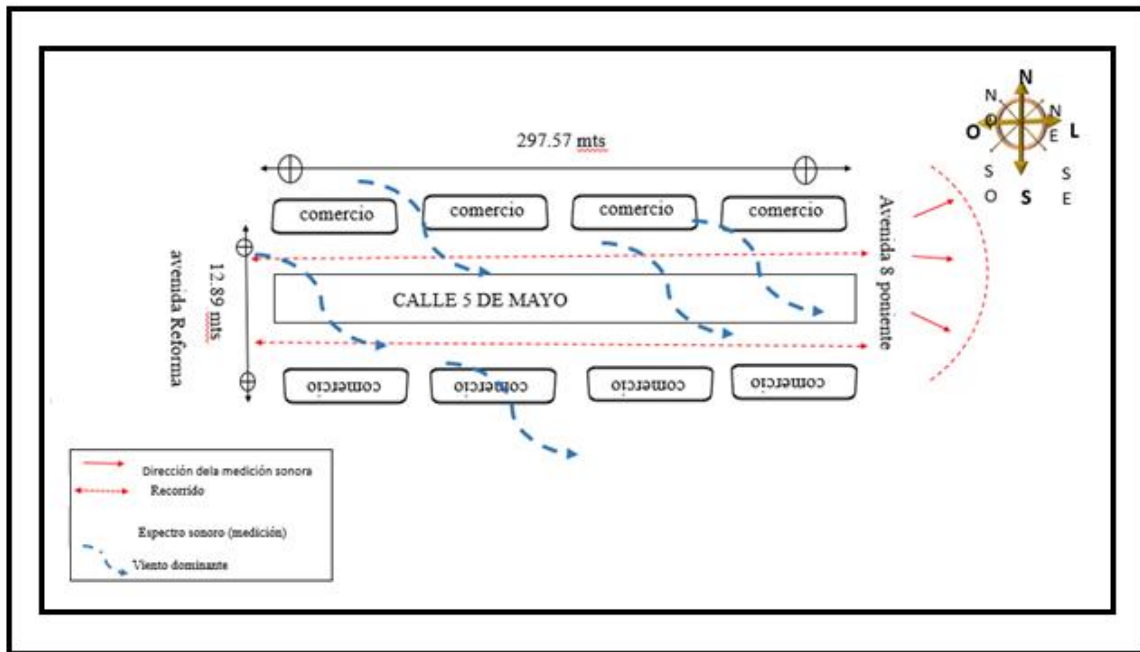


Imagen 29. Avenida 5 de Mayo (propagación)  
Elaboración propia (noviembre,2021)

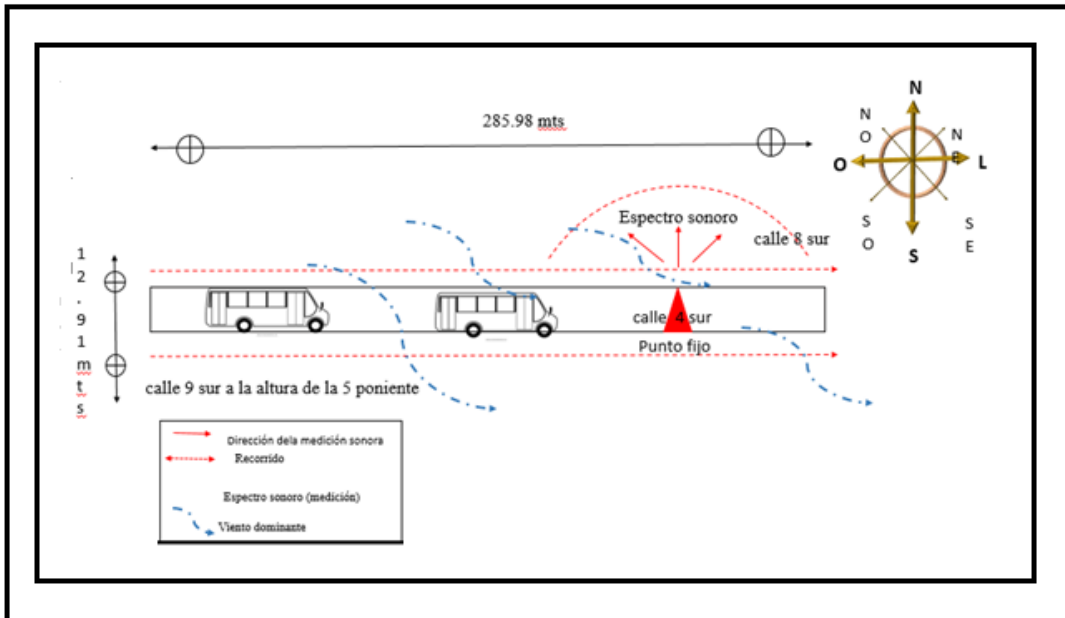


Imagen 30. Calle 9 sur (Propagación)

Elaboración propia (noviembre,2021)

## 9.6. Prácticas socioeconómicas del Centro Histórico

Si bien existen sonidos producto de la naturaleza, el ruido *per se*, es un fenómeno producto de la actividad humana, que lo ha acompañado durante toda su existencia, y que se exacerbó durante la Revolución Industrial, debido a la producción en masa y las prácticas de consumo.

En el caso del Centro Histórico de la ciudad de Puebla, el ruido gestado, es producto directo de las prácticas socioeconómicas predominantes, se ciña a cinco categorías: movilidad urbana, incorrecto planteamiento vial, comercio, actos y conductas ruidosas, festejos y actividades al aire libre.

Las actividades que engloba cada categoría; su índice sonoro en decibels y su elemento en el paisaje sonoro, se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 3, corresponde a la movilidad urbana

<b>Movilidad urbana</b>	<b>dB</b>	<b>Especificaciones</b>	<b>Medición</b>
Obras públicas	100 +	Por parte del gobierno construcción o rehabilitación	En lugar
Sirenas de ambulancias	120		En lugar
Sirenas patrullas	90		En lugar
Construcciones	100+	Particulares	Literatura
niños a la salida de la escuela	90-100		Literatura
Tráfico vehicular autobuses	95-120	Valores por grupo	En lugar
Tráfico vehicular particulares	80-90	Valores por grupo	En lugar
Tráfico vehicular motocicletas	85-90	Valor individual	En lugar

Tabla 3. Movilidad urbana  
Elaboración propia (abril,2021)

Tabla 4, corresponde al incorrecto planeamiento vial

<b>Incorrecto planeamiento vial</b>	<b>dB</b>	<b>Especificaciones</b>	<b>Medición</b>
Camiones de basura	100	Medición realizada 3 veces	En lugar
Transporte carga pesada	100+	Medición en lugar mayor a la capacidad del sonómetro	Literatura

Tabla 4. Incorrecto planeamiento vial  
Elaboración propia (abril, 2021)

La tabla 5 corresponde al comercio

<b>Comercio</b>	<b>dB</b>	<b>Especificaciones</b>	<b>Mediciones</b>
Cortinas	67	Al bajarlas	En lugar
Música promocional	90-95	Equipos de sonido	En lugar
Frasas promocionales	60	Voces	En lugar
	75	Gritos	En lugar
Vendedores ambulantes	110	Gritos en conjunto por metro cuadrado	En lugar

Tabla 5. Comercio  
Elaboración propia (abril, 2021)

La tabla 6, corresponde a los actos y conductas ruidosas

<b>Actos y conductas ruidosas</b>	<b>dB</b>	<b>Especificaciones</b>	<b>Medición</b>
Claxon	105	Individual, en conjunto cae en la categoría de tráfico vehicular	En lugar/literatura
Platicas por celular	60-70	Individual	En lugar/literatura
Vida nocturna	120+	Valor estándar, varía con base en el lugar, la hora, el número de personas, giro comercial y consumo de alcohol	En literatura
Bullicio infantil	100	Contingencia	En literatura
Mascotas	90	Individual (ladridos)	En lugar
	120	Grupo 4 perros (ladridos)	En lugar

Tabla 6. Actos y conductas ruidosas  
Elaboración propia (marzo,2021)

La tabla 7, corresponde a los festejos.

<b>Festejos</b>	<b>dB</b>	<b>Especificaciones</b>	<b>Medición</b>
Religiosos	100+	Valor estándar. Varía de acuerdo al tipo de celebración lugar y número de personas	En literatura
Ferías (temporales)	120+	Valor estándar. Varía de acuerdo al tipo de celebración lugar y número de personas	En literatura
Fiestas callejeras	120+	Valor estándar. Varía de acuerdo al tipo de celebración lugar y número de personas	En literatura
Música callejera	100	Valores por grupo	En literatura
Quema de cohetes	190	Valor estándar, pero varía de acuerdo al tipo de celebración lugar y número de personas	En literatura

Tabla 7. Festejos

Elaboración propia (marzo,2021)

La tabla 8, corresponde a las actividades de ocio al aire libre

<b>Actividades de ocio al aire libre</b>	<b>dB</b>	<b>Especificaciones</b>	<b>Medición</b>
Espectáculos	190+	Conciertos masivos	En literatura
	140	Músicos callejeros	En literatura
	115	Discurso	En literatura
Bares/ restaurantes	90		En literatura
Activación sirenas	120	Seguridad	En lugar
Platicas	80-95	Valor estándar por un grupo de 3 personas	En lugar/literatura
Comercio	100	Puestos de comercio informal	En lugar
		Establecimientos comerciales	En lugar

Tabla 8. Actividades de ocio al aire libre  
Elaboración propia (abril,2021)

### 9.7. Clasificación de ruidos en el Centro Histórico

De acuerdo a la Norma Mexicana DGN-AA-40-1976, los ruidos se clasifican dependiendo su grado de indeseabilidad. En el Centro Histórico de la ciudad de Puebla, se generan ruidos, que identifican ese espacio físico, pero que exceden los decibeles permitidos en la normativa.

Con base en el análisis en conjunto con el laboratorio Ingeniería Acústica Spectrum y en correspondencia a los índices obtenidos en la toma de muestras sonoras, se señala que, en las ZCi, del Centro Histórico de la ciudad de Puebla los ruidos se clasifican en: ruido estable, ruido rosa, ruido impulsivo y tono puro.

En la tabla 9, se presentan las fuentes de ruido predominantes en las Zonas Críticas de ruido, sus valores en decibels, el tipo de ruido y la descripción de ruidos.

<b>Fuente</b>	<b>Decibeles</b>	<b>Tipo de ruido</b>	<b>Descripción</b>
Tráfico vehicular transporte público	95-120	Ruido estable	Se registra con una variación de su nivel de presión acústica no superior a $\pm 2$ dB.
Tráfico vehicular transporte privado	80-90		
Tráfico vehicular motocicletas	85-90		
Música callejera	100+	Ruido rosa.	Es aquel ruido de energía controlada cuyo espectro presenta una pendiente de 0 dB/octava
Música promocional	90-95		
Claxon	105	Ruido impulsivo	Es breve y abrupto, y su efecto sorprendente causa mayor molestia que la esperada a partir de una simple medida del nivel de presión sonora
Vendedores ambulantes	110+		
Frases promocionales	80		
Ladridos	90		
Cortinas	80		
Platicas por grupo	80-95	Tono puro	Es el registro de una vibración de un medio en movimiento
Risas por grupo	80-100		

			armónico simple, dentro del ámbito de audio frecuencia y del ámbito del nivel presión acústica audible.
--	--	--	---

Tabla 9. Ruidos predominantes  
Elaboración propia (febrero, 2021)

En la tabla 10, se muestran las ZCi, el tipo de ruido prevaleciente y el ruido predominante de cada lugar.

<b>Zona Crítica</b>	<b>Tipo de ruido (En lugar)</b>	<b>Ruido predominante (Fuentes)</b>
Zócalo	Periódico	Impulsivo/ Tono puro
Portales	Periódico.	Impulsivo/Tono puro
5 de mayo	Estable	Impulsivo/Tono puro
Av.18 poniente	Estable	Estable/Impulsivo
9 sur	Estable	Estable/Impulsivo

Tabla 10. Descripción de ruidos  
Elaboración propia (febrero,2021)

Los ruidos en las zonas de estudio, comprenden un ruido de fondo que resulta constante, ruidos impulsivos y tonos puros que rompen de manera esporádica con el ritmo del lugar.

## 9.8. Interpretación de entrevistas

Para abordar y cubrir el objetivo particular 1, que trata de identificar las prácticas sociales, culturales, de consumo, el nivel de significación y grado de molestia auditiva de las personas que visitan, transitan o trabajan en el Centro Histórico de la ciudad de Puebla, aplicaron 37 entrevistas, fundamentadas en especificaciones de la Organización Mundial de la Salud y en estudios sociales que buscan establecer relación entre el ruido y los habitantes de una región.

Se realizaron dos tipos de análisis a las entrevistas, el primero de tipo estadístico, que se muestra a continuación.

### 9.8.1. Análisis estadístico a entrevistas

A través del programa SPSS de IBM se realizó el análisis estadístico a las entrevistas, el cual se presenta en la siguiente información.

Con una población total (N) de 37 individuos, se determina que, el 62.2 por ciento de los entrevistados son del género femenino, y 37.8 por ciento se identifican con el género masculino, que corresponden a 23 y 14 entrevistados respectivamente (Ver tabla 11).

		¿cuál es su género?			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	femenino	23	62.2	62.2	62.2
	masculino	14	37.8	37.8	100.0
	Total	37	100.0	100.0	

Tabla 11. Género

**¿Cuáles son las actividades que realiza en el Centro Histórico?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	comercio	11	29.7	29.7	29.7
	ocio	12	32.4	32.4	62.2
	trabajo	5	13.5	13.5	75.7
	otra	9	24.3	24.3	100.0
	Total	37	100.0	100.0	

Tabla 12. Actividades  
Elaboración propia (abril, 2022)

Las actividades que con mayor frecuencia se realizan en el Centro Histórico, son las destinadas al ocio con 32.4 por ciento, seguidas de actividades comerciales con 29.7 por ciento, 13.5 por ciento al trabajo y 24.3 por ciento a otra sin especificar por parte de los entrevistados (Ver tabla 12).

**¿Qué días visita el Centro Histórico?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	0	3	8.1	8.1	8.1
	lunes	2	5.4	5.4	13.5
	miércoles	1	2.7	2.7	16.2
	fin de semana	19	51.4	51.4	67.6
	entre semana	12	32.4	32.4	100.0
	Total	37	100.0	100.0	

Tabla 13. Días de visita  
Elaboración propia (abril, 2022)

Los días que más acuden al Centro Histórico, son los fines de semana con 19 puntos de frecuencia, las visitas entre semana corresponden a 12 puntos de frecuencia, dentro de este rango los días lunes y miércoles son los días de mayor incidencia, con 2 y 1 punto de frecuencia respetivamente, el 8.1 por ciento de los entrevistados respondió que no existe un

día específico destinado a sus visitas al Centro Histórico, y las respuestas engloban criterios como, que no existe un día preciso, o los días que pueden (Ver tabla 13).

**¿Cuál es el horario en qué habitualmente acude al Centro Histórico?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	0	2	5.4	5.4	5.4
	mañana	11	29.7	29.7	35.1
	tarde	24	64.9	64.9	100.0
	Total	37	100.0	100.0	

Tabla 14. Horarios de visita  
Elaboración propia (abril, 2022)

Los horarios en que más se visita el Centro Histórico, corresponden al rango de 12 a 19 horas (tarde), con un 24 puntos de frecuencia, por las mañanas en rango de 8 a 11:59 horas, la frecuencia es de 11 puntos de frecuencia y 29.7 por ciento de la población total. Se registran dos respuestas en blanco. Los motivos de los entrevistados para acudir al Centro Histórico en dichos horarios (Ver tabla 14).

**¿Por qué acude al Centro Histórico en esos horarios?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	0	4	10.8	10.8	10.8
	horario comercial	7	18.9	18.9	29.7
	trabajo	8	21.6	21.6	51.4
	menos tráfico	2	5.4	5.4	56.8
	eventos culturales	6	16.2	16.2	73.0
	menos personas	8	21.6	21.6	94.6
	trámites	2	5.4	5.4	100.0
	Total	37	100.0	100.0	

Tabla 15. Motivo de visita  
Elaboración propia (abril, 2022)

Los motivos para acudir al Centro Histórico en los horarios presentados en la tabla 15, corresponden a 21.6 por ciento a razones de trabajo, y a que el volumen de personas transitando por dicha zona es menor ambas con 8 puntos de frecuencia, el 18.9 por ciento corresponde al horario comercial, 16.2 por ciento de entrevistados acuden a eventos culturales, 5.4 por ciento acuden a realizar trámites de oficina y bancarios. El 10.8 por ciento de los entrevistados con una frecuencia de 4 puntos manifestaron no tener razones específicas en la elección de sus horarios. En esta categoría no se encontraron referencias al ruido.

**¿Acude solo o acompañado al Centro Histórico?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	solo	9	24.3	24.3	24.3
	dos a tres	24	64.9	64.9	89.2
	otra	4	10.8	10.8	100.0
	Total	37	100.0	100.0	

Tabla 16. Número de personas por visita  
Elaboración propia (abril, 2022)

Se registra que el 64.9 por ciento de los visitantes al Centro Histórico acuden en grupos de dos a tres personas, el 24.3 por ciento acude solo y el 10.8 por ciento va acompañado en grupos de 4 a 5 personas (Ver tabla 16).

**¿Existe algún ruido en particular en el Centro Histórico que le provoque molestia (nivel auditivo)?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	si	29	78.4	78.4	78.4
	no	8	21.6	21.6	100.0
	Total	37	100.0	100.0	

Tabla 17. Molestia auditiva  
Elaboración propia (abril, 2022)

A la pregunta si existe algún ruido en el Centro Histórico que le provoque molestia, el 78.4 por ciento de los entrevistados respondió que sí y el 21.6 por ciento ofreció una respuesta negativa (Ver tabla 17).

**¿Qué tipo de molestia le provoca el ruido?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	0	23	62.2	62.2	62.2
	aturdimiento	3	8.1	8.1	70.3
	desorientación	1	2.7	2.7	73.0
	estrés	3	8.1	8.1	81.1
	dolor físico	7	18.9	18.9	100.0
	Total	37	100.0	100.0	

Tabla 18. Tipo de molestia  
Elaboración propia (abril, 2022)

Las molestias expuestas indican que el 18.9 por ciento están asociadas a dolor físico con dolor de cabeza y del canal auditivo, el 8.1 por ciento a efectos psicológicos como aturdimiento y estrés, el 2.7 señalo que existe desorientación relacionada con el ruido, y un entrevistado dijo sentir pánico (Ver tabla 18).

**¿Existe algún ruido en particular en el Centro Histórico que le provoque desagrado (nivel percepción)?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	0	19	51.4	51.4	51.4
	música	3	8.1	8.1	59.5
	comercios	2	5.4	5.4	64.9
	transporte	4	10.8	10.8	75.7
	ambulantes	9	24.3	24.3	100.0
	Total	37	100.0	100.0	

Tabla 19. Sensación de desagrado

Elaboración propia (abril, 2022)

Si existe algún ruido que provoque molestia a nivel percepción, los datos avalan que el ruido generado por los ambulantes es el que mayor desagrado provoca (Ver tabla 19).

**¿Existe algún ruido en particular en el Centro Histórico que le cause placer?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	0	20	54.1	54.1	54.1
	naturales	9	24.3	24.3	78.4
	musica	7	18.9	18.9	97.3
	personas	1	2.7	2.7	100.0
	Total	37	100.0	100.0	

Tabla 20. Sensación auditiva de placer  
Elaboración propia (abril, 2022)

Los ruidos naturales destacan como aquellos que brindan placer a los entrevistados con el 24.3 por ciento, engloban el ruido del agua de la fuente de San Miguel, el viento pasando entre las hojas de los árboles y el gorjeo de las palomas de la explanada del zócalo, la música de la marimba de los portales y las melodías del organillo corresponden al 18.9 por ciento de las respuestas obtenidas, el 2.7 por ciento señalan a risas producto de las actividades culturales. El 54.1 por ciento ofreció una respuesta negativa a la pregunta (Ver tabla 20).

**¿Existe algún ruido en particular en el Centro Histórico que le evoque algún recuerdo?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	0	31	83.8	83.8	83.8
	familia	3	8.1	8.1	91.9
	niñez	3	8.1	8.1	100.0
	Total	37	100.0	100.0	

Tabla 21. Recuerdos  
Elaboración propia (abril, 2022)

Desde el plano subjetivo, el 8.1 por ciento de los entrevistados, indicó que en el Centro Histórico se producen ruidos que evocan a su niñez y a momentos en familia, los ruidos que destacan son los silbatos de los globeros, la campana de la Catedral y la marimba de los portales. El 83.8 por ciento ofreció una respuesta negativa a la pregunta planteada (Ver tabla 21).

**¿En sus visitas al Centro Histórico ha detectado un lugar o lugares donde el nivel de ruido sea mayor?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	0	6	16.2	16.2	16.2
	Paseo Bravo	2	5.4	5.4	21.6
	5 de mayo	9	24.3	24.3	45.9
	10-12 poniente	8	21.6	21.6	67.6
	Avenida Reforma	3	8.1	8.1	75.7
	Zócalo	9	24.3	24.3	100.0
	Total	37	100.0	100.0	

Tabla 22. Percepción de zonas de ruido  
Elaboración propia (abril, 2022)

Respecto a los lugares donde el nivel de ruido es mayor, el análisis de datos indica que el ruido se concentra en tres puntos geográficos: la calle 5 de Mayo, las calles 10-12 poniente y el Zócalo de la ciudad de Puebla, puntos en los que se concentra el comercio formal e informal, lo cuales de acuerdo a los entrevistados son los principales generadores de ruido en dichos espacios con un porcentaje de 32.4, seguido del ruido de personas refiriendo a risas y murmullos con 27.0 por ciento y el ruido del tráfico vehicular con 21.6 por ciento como se muestra en la tabla 23.

**¿Cuáles considera qué son las causas del índice elevado de ruido en estas zonas?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	personas	10	27.0	27.0	27.0
	ambulantes	12	32.4	32.4	59.5
	trafico	8	21.6	21.6	81.1
	otros	7	18.9	18.9	100.0
	Total	37	100.0	100.0	

Tabla 23. Causas del ruido  
Elaboración propia (abril, 2022)

**¿Cuál considera qué es la principal fuente o principales fuentes de ruido en el Centro Histórico?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	personas	3	8.1	8.1	8.1
	automóviles	21	56.8	56.8	64.9
	comercio	4	10.8	10.8	75.7
	ambulantes	9	24.3	24.3	100.0
	Total	37	100.0	100.0	

Tabla 24. Percepción de fuentes de ruido  
Elaboración propia (abril, 2022)

Desde la perspectiva general, para los entrevistados las principales fuentes de ruido en el Centro Histórico son el tráfico vehicular con 56.8 por ciento, seguido del ruido de ambulantes 24.3 por ciento (Ver tabla 24).

**¿Considera que existe algún tipo de ruido característico en el Centro Histórico**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	sí	22	59.5	59.5	59.5
	no	15	40.5	40.5	100.0
	Total	37	100.0	100.0	

Tabla 25. Percepción de ruido característico  
Elaboración propia (abril, 2022)

A la pregunta, ¿considera que existe algún tipo de ruido característico en el Centro Histórico?, el 59.5 por ciento respondió que sí y el 40.5 señaló que no considera que exista un ruido específico (Ver tabla 25).

**¿Existen ruidos característicos en el Centro Histórico?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	0	22	59.5	59.5	59.5
	vehicular	5	13.5	13.5	73.0
	personas	3	8.1	8.1	81.1
	comercio	4	10.8	10.8	91.9
	música	3	8.1	8.1	100.0
	Total	37	100.0	100.0	

Tabla 26. Percepción de tipos de ruido  
Elaboración propia (abril, 2022)

Los ruidos característicos del Centro Histórico para los entrevistados, corresponden al transporte particular y público que engloba el ruido de los motores y claxons, el comercio informal (gritos y música de ambulantes) con 10.8 por ciento, el 8.1 por ciento corresponde a los músicos callejeros y con un porcentaje similar de 8.1 se señala al ruido emanado de las personas definido como bullicio y murmullos. El 59.5 por ciento mostrado en la tabla, es el valor de respuestas invalidas (Ver tabla 26).

**¿Para usted el ruido es parte de la identidad del Centro Histórico?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	sí	17	45.9	45.9	45.9
	no	17	45.9	45.9	91.9
	no sé	3	8.1	8.1	100.0
	Total	37	100.0	100.0	

Tabla 27. Identidad sonora  
Elaboración propia (abril, 2022)

Si se considera que el ruido es parte de la identidad del Centro Histórico, las respuestas afirmativas y negativas obtuvieron el mismo porcentaje 45.9 por ciento, el 8.1 respondió que no lo saben (Ver tabla 27).

**¿Considera qué se deben tomar medidas a nivel gubernamental para la disminución del ruido en el Centro Histórico?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	respuesta	29	78.4	78.4	78.4
	no	8	21.6	21.6	100.0
	Total	37	100.0	100.0	

Tabla 28. Medidas de mitigación  
Elaboración propia (abril, 2022)

**¿Qué tipo de medidas propone para la disminución de ruido en el Centro Histórico?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	0	5	13.5	13.5	13.5
	peatonalización	2	5.4	5.4	18.9
	regularización a comercios	11	29.7	29.7	48.6
	reordenamiento transporte	11	29.7	29.7	78.4
	retiro de ambulantes	8	21.6	21.6	100.0
	Total	37	100.0	100.0	

Tabla 29. Propuestas de medidas de mitigación  
Elaboración propia (abril, 2022)

Las propuestas para la disminución de ruido incluyen, el seguimiento de una normativa ambiental que regule los índices sonoros emanados por los establecimientos comerciales, la implementación de multas por exceso de ruido de los mismos, el retiro de los vendedores ambulantes de dicho espacio, el reordenamiento del transporte, multas por uso del claxon y la mejora de la movilidad peatonal para evitar aglutinamiento de personas (Ver tablas 28 y 29).

#### 9.8.2. Análisis cualitativo a las entrevistas

En consideración de que el ruido es un fenómeno complejo, cuya comprensión y análisis va más allá de valores numéricos, y aspectos técnicos como se ha mostrado en apartados La elección de este tipo de análisis es equilibrar el trabajo de investigación ya que los aspectos técnicos del ruido hasta este punto habían dominado el trabajo, con lo cual se corría el riesgo de llevar esta investigación hasta el reduccionismo al alejarlo del enfoque holístico.

El análisis cualitativo consistió en la metodología de tablas de correspondencia propuesta por Bunge (1979), en las cuales se colocó la información recabada, con la finalidad de responder preguntas referentes al fenómeno a investigar y cómo están relacionadas sus partes.

La propuesta de análisis, consiste en la creación de una “tabla general (TG)”, con un tópico principal a analizar, de acuerdo a las necesidades del investigador.

De la TG, se desprenden tablas con categorías secundarias las cuales evidencian conceptos más específicos sobre el tema.

En el caso de esta investigación, la TG, parte de conceptos relacionados con el ruido como dato de valor subjetivo para el sujeto.

El color en las tablas indica puntos relevantes de analizar; el azul indica elementos sensaciones y/o apreciaciones de los sujetos, el color rosa resalta elementos fijos del paisaje urbano con peso simbólico para los individuos, el color salmón resalta fuentes de ruido móviles con valor sonoro y el color aqua, resalta las causas del objeto de estudio.

Todas las tablas se contienen dentro de un marco, que indica que todas están relacionadas dentro de una lógica de causa y efecto (Ver imagen 31).

Ruido	Fuente	Evoca	Sensación placentera
Agua fuentes	Fuentes decorativas	Recuerdos	paz
Silbido	carritos de camotes	Remiten a la niñez	alegría
Sin definir	Actividades recreativas/lúdicas		
Música callejera	Marimba Músicos callejeros Organillero	Paseos previos	tranquilidad
Viento a través de las copas	Árboles		

Ruido característico en el Centro Histórico		
Fuente	Ruido	
Transporte	motores	
	claxons	
Músicos callejera	Cantos instrumentos	
Personas	voces	Bullicio
		Murmullo
Comercio informal	Vendedores ambulantes	

Configuración espacial acumulación de ruido por zonas		
Aspecto urbano	Causa	Fuente
Calles estrechas	Apropiación del espacio	Comercio
Incorrecta movilidad	Número de personas	
Exceso de transporte	Incorrecta Planeación vial	

Principales fuentes de ruido en el Centro Histórico		
Personas	Transporte	Vendedores ambulantes

Principales causas del ruido		
Falta de regulación	Vial Peatonal Comercial	Incorrecta planeación

Imagen 31. Gran tabla  
Elaboración propia (noviembre,2021)

Respecto a los resultados del objetivo tres, en colaboración con Federico Miraya, profesor de la Universidad de Linus en Argentina, y con base en los resultados obtenidos en la fase de

experimentación, se señala, que no es posible generar una cantidad significativa de energía a partir del ruido. Si bien, la creación de un dispositivo capaz de realizar la conversión de ruido en electricidad, es posible ésta resulta energéticamente ineficiente.

El uso de los sensores piezoeléctricos, para recrear el proceso electromagnético, así como cualquier otro método de conversión o transducción, en la teoría logran convertir hasta el total de la energía acústica que reciben, pero en la práctica convierten menos. Si bien los transductores piezoeléctricos tienen menos pérdidas, tienen dos problemas que relativizan esa ventaja, y es que hay una importante desadaptación de impedancia acústica, por lo que la mayor parte de la energía que reciben es reflejada, y por otro lado tienen una fuerte desadaptación eléctrica. Por lo cual se requerirían transformadores y allí aparecerían las pérdidas térmicas por efecto Joule (Miraya. F.,2022).

## **X. Discusión**

A pesar de que la Real Academia de la Lengua, define al ruido como conjunto de sonidos molestos, esta investigación defiende que ruido es un concepto meramente subjetivo, que se encuentra en función de valoraciones creadas por el oyente. Se señala que cada sujeto expuesto a un espectro sonoro, considerará si para este es ruido o no, dependiendo el grado de molestia a nivel auditivo-físico, con base en el nivel de exposición, cercanía de la fuente de ruido, características biológicas del sujeto, como edad y salud auditiva.

Al igual que Shefer (1979), en este trabajo se señala que, el ruido es capaz de transformarse y modificarse a través de elementos del entorno físico o bien por construcciones abstractas, desde esta perspectiva, el ruido deja de ser un espectro molesto, y se convierte en un elemento urbano, cargado de significaciones para los oyentes, recreando, una imagen sonora idealizada dentro de un plano físico.

Se determinó que el espacio físico, es ante todo un espacio público, un lugar de convergencia sonora, que requiere de enfoque estructural orientado a la construcción multidimensional del paisaje urbano sostenible (Briceño, Owen y Contreras, 2011).

Shafer (1979), sostiene que la producción sonora del espacio, se encuentra en función de sus posibilidades materiales, refiriéndose a que en el espacio físico existen materiales que producen un repertorio de sonidos con resonancias específicas cuando son tocados por agentes activos, seres humanos, viento o agua, planteamiento que en este trabajo se considera a discusión, en consideración de que elementos naturales como el agua o el viento por si mismos, generan ruidos, los cuales se modifican, al entrar en contacto con elementos estructurales del paisaje urbano.

Para Reza (1999), los ruidos provenientes de la naturaleza, no se deben considerar como ruidos, ya que, para la autora, el ruido, solamente es ruido cuando proviene de fuentes antropogénicas. En esta investigación, el ruido se diferencia en ruido natural y ruido artificial.

El ambiente sonoro del Centro de la ciudad de Puebla, se compone de ambas categorías de ruido, donde predomina el ruido artificial, los cuales en conjunto, establecen los parámetros en decibels necesarios para la transformación del ruido en energía.

De acuerdo, al Instituto Tecnológico de Massachusetts (2013), la transformación de ruido en electricidad, requiere una cantidad obscena de ruido, dentro de este planteamiento no propone valores de electricidad convertida. En este trabajo de investigación, se plantea que la cantidad requerida es de 74 decibels, cantidad máxima de exposición humana al ruido, para generar 0.24 volts de energía corriente.

En concordancia con los trabajos de Zhou y Tu (2020), sobre Noise Harvesting, se menciona que el ruido gaussiano blanco, es el ruido predominante en los entornos abiertos, información que coincide con el entorno acústico del Centro Histórico de la ciudad de Puebla, compuesto de tres ruidos: estable, impulsivo y tono puro, de los cuales predomina el ruido estable, el cual cuenta con características acústicas, similares, al ruido gaussiano (Ver anexo 1).

Se demostró que mediante la utilización de piezosensores, es posible la transformación del ruido en electricidad, sin embargo, al igual que Zhou y Tu (2020), se señala que se deben desarrollar materiales piezoeléctricos con mayor efecto de conversión electromecánica para lograr la maximización del rendimiento.

La creación de un dispositivo capaz de convertir el ruido en electricidad, desde la perspectiva de esta investigación se ciñe al concepto y directrices de las denominadas ecotecias o tecnologías verdes, las cuales de acuerdo a los estudios realizados en el ámbito rural y zonas de marginación en la República Mexicana por Tagle y Herrera (2018), indican que existe un interés moderado en la implementación de tecnologías verdes en el país. Añaden que éstas se centran, en la cosecha de agua de lluvia, calentadores solares, paneles solares, baños secos,

huertos y corrales de traspatio, biofiltros, cisternas de ferrocemento, estufas ecológicas o fogones. No se mencionan ecotecnias relacionadas con la generación de electricidad a través del ruido o del uso de piezosensores. La generación de energía eléctrica mediante el uso de piezosensores, mostró mejores resultados, con un índice mayor de volts, al someter los sensores a una deformación por presión, en vez de una deformación por vibración acústica.

En esta investigación, se señala que la contaminación acústica en el Centro Histórico de la ciudad de Puebla, resulta un fenómeno poco estudiado en la relación ciudad-ambiente, aseveración que coincide con Cohen (2017), quien enfatiza la falta de políticas gubernamentales en el manejo y gestión de la saturación acústica urbana. En consideración de que el ruido es un fenómeno complejo, producto de factores que involucran diversos actores sociales, siendo el principal, el gobierno estatal, representado por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

## **XI. Conclusiones**

En esta investigación se determinó, que el ruido, es un fenómeno multidimensional, categorización, que subyace en premisa de Epstein (1998). La perspectiva de la multidimensión en el análisis del ruido, otorgó diferentes perspectivas del modelo espectral del ruido; bajo esta categoría, el ruido no se concibe como conjunto de sonidos molestos; sino como la unificación de sonidos medioambientales, que permiten apreciar la sonoridad del Centro Histórico de la ciudad de Puebla, bajo parámetros físicos, subjetivos, sociales y espaciales.

Se establecieron, cuatro dimensiones de análisis del ruido; la dimensión uno (d1), identificó al ruido como fenómeno perteneciente a la rama de la física, la dimensión dos (d2), categorizó al ruido como un fenómeno auditivo, en la dimensión tres (d3) se le otorgaron valores de interpretación y en la dimensión cuatro (d4), el ruido se concibió como configurador del espacio urbano.

El estudio dimensional, otorgó la posibilidad de entender al ruido como un fenómeno, complejo, no aislado de la realidad social. Es así que se identificó al Centro Histórico como un punto de convergencia entre un espacio físico y un estado intangible, de representaciones sonoras.

Las representaciones sonoras, se crean a partir del imaginario sonoro, con un conjunto de ruidos cotidianos, que configuran el espacio físico, y que dejan un registro sonoro en la mente de quienes visitan dentro de dicho espacio.

Bajo esta premisa, en conjunto al análisis realizado a las dimensiones dos, tres y cuatro del ruido, se indica que el ruido proveniente de las prácticas socioeconómicas del Centro

Histórico de la ciudad de Puebla, no determinan la identidad sonora de sus visitantes, en su lugar existe una creación de un imaginario sonoro.

En el comportamiento social, existe un estado de idealización “de lo que debería ser la sonoridad del espacio del Centro Histórico”. Subyace en los significados históricos, antecedentes familiares y la expectativa por parte de quienes visitan o transitan por este espacio.

El ruido es un fenómeno inherente a la vida urbana, un elemento estructurante de la percepción de los territorios, bajo esta condición, el lugar resultara a menudo un amplificador de los sonidos de la vida, sus alegrías, festejos y tristezas, transformando radicalmente la organización, las funciones y los usos del espacio.

Desde esta perspectiva los sonidos revelan, no sólo cierto nivel auditivo sino también *el tempo*, producto de la historia personal y grupal, que constituye un referente sonoro de la dinámica urbana.

Un paisaje sonoro, corresponde a sonidos propios de la cultura del lugar, aceptables socialmente y, especialmente, orientados hacia el usuario. Sin embargo, en el caso del Centro Histórico de la ciudad de Puebla, estos sonidos se pierden en la vorágine de los ruidos del comercio y del tráfico vehicular, evidenciando una pérdida del patrimonio sonoro de uno de los lugares más representativos de la ciudad. Sobresalen, los ruidos generados por vendedores ambulantes, globeros, cilindrerros, promotores de diversas marcas, y actualmente también las llamadas nenis, grupo comercial informal surgido como repercusión de la pandemia por Covid 19.

Se identificó un patrón sonoro del Centro Histórico de la ciudad, con sonidos artificiales que corresponden a la interacción entre diversos materiales y procesos existentes en el diseño urbano, la acumulación de ruido en determinados espacios, o el incremento de ruidos naturales, en las áreas verdes, así como los instrumentos musicales o los vehículos.

Se detectó que las prácticas culturales que mayor ruido generan en el Centro Histórico, se calendarizan a los meses de verano de junio hasta septiembre, y comprenden, la Noche de

museos, el Festival Internacional de Puebla, con visitas a museos, obras de teatro al aire libre, conciertos gratuitos y venta de libros, y las actividades propias de fechas especiales como el recorrido de ofrendas en el mes de noviembre, actividades navideñas como encendido de luces y las actividades correspondientes de la llamada Semana Santa, tradicionalmente estas prácticas se acompañan de verbenas y de música, elementos que imprimen identidad sonora a cada celebración. De estas los conciertos, generan mayor cantidad de ruido, dependiendo del tipo de música, número de instrumentos y de asistentes, llegan a alcanzar hasta 140 decibels, mientras que los músicos callejeros generan 100 decibelios.

Los festejos religiosos, llegan a alcanzar más de los 100 decibels, aunque el índice varía de acuerdo al tipo de celebración, lugar (espacio físico), y número de asistentes, los ruidos que engloban son voces, cantos, y música. De igual manera, los índices de ruido que producen las verbenas varía al tipo de celebración, lugar (espacio físico), número de puestos, número de visitantes, así como mercancías y servicios ofertados. Se identificó que ferias itinerantes exceden el rango de los 120 decibels.

Respecto a las actividades cotidianas que se llevan a cabo en el Centro Histórico, de lunes a viernes existe un ruido constante de 60 hasta los 100 decibels, durante el periodo comprendido de las 10:00 a.m hasta las 20:00 hrs. Se detectó aumento del ruido vehicular durante el intervalo comprendido de 9:00 am a las 10:00 de la mañana, por la tarde de las 13:00 horas hasta las 20:00 incrementándose aún más el ruido los días sábados y domingos, debido al aumento de la movilidad.

El sector restaurantero se determinó como el mayor generador de ruido en la zona de los Portales, proveniente de pláticas y risas de los comensales (70 decibels) y a las voces del personal (80 decibels) que invitan a comer en sus establecimientos.

Con lo expuesto y de acuerdo a la legislación mexicana, se determinó que el ruido generado en el Centro Histórico de la ciudad de Puebla, se considera como ambiente ruidoso hasta el grado de intolerable.

A pesar de que el ruido generado en las denominadas Zonas críticas de ruido es excesivo, la conversión del espectro sonoro en electricidad, no es posible, debido a que la ciudad de Puebla, tiene características espaciales que provocan la dispersión del ruido, refiriendo estas características a la traza urbana, ubicación geográfica.

También existen elementos de absorción del ruido como los elementos arquitectónicos y las zonas verdes.

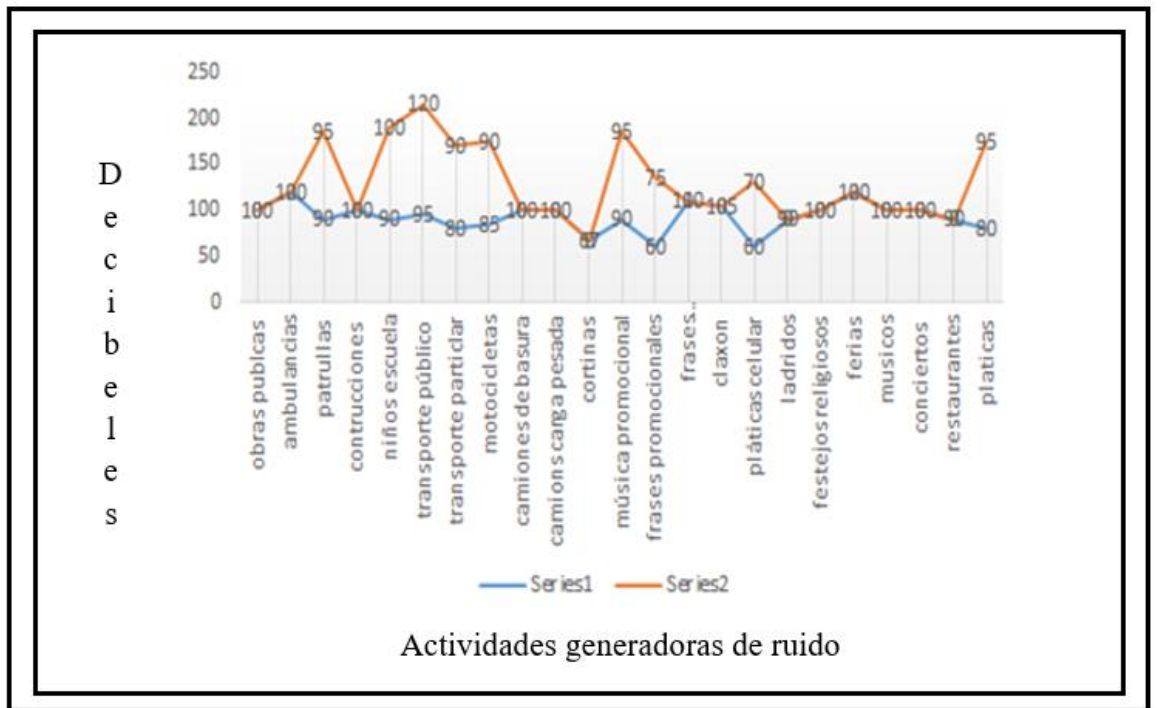
Son estos factores que imposibilitan una concentración de ruido, que reducen el impacto de la onda sonora necesaria para el funcionamiento de los piezosensores o transductores eléctricos.

Es importante recordar que el ruido, es un contaminante ambiental, que si bien no es acumulativo ni deja residuos, sus efectos nocivos a la salud humana abarcan desde daños físicos hasta psicológicos.

El ruido no es fenómeno aislado, es producto de una incorrecta interacción del hombre con su entorno; la falta de planeación urbana, falta de legislación, el crecimiento exponencial de la población a nivel mundial, así como de la invasión de los espacios, ha ocasionado no solo la generación de ruido sino también la modificación de los ambientes sonoros puros, condicionando a la audición humana a la exposición de ruidos artificiales y con esto, a un nuevo entendimiento de su realidad.

## XII. Anexos

Anexo 1. Gráfica Comportamiento del ruido



La gráfica muestra el comportamiento del ruido ambiental del Centro Histórico de la ciudad de Puebla, a partir de su medición en decibelios.

Se denota la presencia de un espectro acústico continuo y estable (series 1), en un rango de 80 a 100 decibelios, con picos esporádicos de máxima sonoridad del denominado ruido impulsivo (series 2).

## XIV. Bibliografía

- Acusticaintegral.(2020). *¿Qué es la reverberación acústica?*  
<https://www.acusticaintegral.com/14225/que-es-la-reverberacion/>
- Acustica web.( 2010). *Green Noise convierte el ruido en energía*. Recuperado de:  
<https://www.acusticaweb.com/innovacion/blog/innovaci/green-noise-convierte-el-ruido-en-energ.html>
- Amable Álvarez, Isabel, Méndez Martínez, Jesús, Delgado Pérez, Lenia, Acebo Figueroa, Fernando, de Armas Mestre, Joanna, & Rivero Llop, Marta Lidia. (2017). *Contaminación ambiental por ruido*. Revista Médica Electrónica, 39(3), 640-649. Recuperado en 10 de octubre de 2020, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1684-18242017000300024&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242017000300024&lng=es&tlng=es).
- ArchDaily, (2013) *"Soundscaper" transforma el ruido urbano en energía*[Blog] Recuperado de : <https://www.archdaily.mx/mx/02-249426/soundscaper-busca-transformar-el-ruido-urbano-en-energia>
- Beléndez, Augusto. (2008). *La unificación de luz, electricidad y magnetismo: la "síntesis electromagnética" de Maxwell*. Revista Brasileira de Ensino de Física, 30(2), 2601.1-2601.20. <https://doi.org/10.1590/S1806-11172008000200012>
- Boletín UNAM (2015). *Desarrollan en la UNAM cosechador de energía que genera electricidad a partir del ruido*. [Blog].Recuperado de: [https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2015\\_154.html](https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2015_154.html)
- Cabrera.C., Puente. S., Yen Shun.W., Kelly R. (2014). *Electromagnetismo*. <https://sites.google.com/a/udlanet.ec/electromagnetismo300845/parlante>

cedex (2016). *La física del ruido*. <https://sicaweb.cedex.es/docs/documentacion/Conceptos-Basicos-del-ruido-ambiental.pdf>

De Gortari Ludlow.(2016). *La representación cartográfica de los sonidos*. Los espacios públicos de la ciudad de México. [http://ri.iberio.mx/bitstream/handle/iberio/1406/DGLJ\\_Art\\_01.pdf?sequence=1](http://ri.iberio.mx/bitstream/handle/iberio/1406/DGLJ_Art_01.pdf?sequence=1)

Diario Oficial de la Federación. (1994). *ACUERDO por el que se modifica el numeral 5.4 de la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994*, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición. Recuperado de: [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle\\_popup.php?codigo=5324105](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5324105)

Diario Oficial de la Federación.( 1994). *NORMA Oficial Mexicana NOM-081-ECOL-1994*, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición. Recuperado de: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69216.pdf>

Garzón.O.J., Camacho.R.F.(2018). *Obtención de energía eléctrica a partir del sonido por medio de un resonador de membrana*. [Tesis de licenciatura]. Pontificia Universidad Javeriana. Colombia. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/40934/Texto%20Final%20Oficial%20Trabajo%20de%20gradopdf.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

HowStuffWorks.(s/a). *What is green noise and how could we use it?* <https://science.howstuffworks.com/environmental/green-science/green-noise.htm#:~:text=Last%20year%2C%20a%20design%20by,and%20streams%20of%20automobile%20traffic.>

Ingeniería Mecafénix.(2018). *Sensor piezoeléctrico (efecto piezoeléctrico)*. <https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/sensor-piezoelectrico/>

NORMA Oficial Mexicana.(1979). *Acústica- Determinación de los niveles de ruido ambiental*. Diario Oficial de la Federación. [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4828986&fecha=02/08/1979](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4828986&fecha=02/08/1979)

Ministerio para la Transición Ecológica del Gobierno de España .(2019). *Conceptos básicos del ruido ambiental*. Recuperado de: <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/contaminacion-acustica/conceptos-basicos-ruido-ambiental/>

MIT School of Engineering.( 2011). *Can sound be converted to useful energy?* <https://engineering.mit.edu/engage/ask-an-engineer/can-sound-be-converted-to-useful-energy/>

- Repetto, C.E., Roatta, A., & Welte, R.J.. (2014). *Medición de frecuencias de resonancia, factor de pérdida y módulo de Young dinámico de varillas empotradas*. Revista Brasileira de Ensino de Física, 36(1), 1-8. <https://dx.doi.org/10.1590/S1806-11172014000100014>
- Itchart, Laura Prácticas culturales / Laura Itchart y Juan Ignacio Donati ([https://www.unaj.edu.ar/wp-content/uploads/2017/02/Practicas\\_culturales\\_2014.pdf](https://www.unaj.edu.ar/wp-content/uploads/2017/02/Practicas_culturales_2014.pdf)) con colaboración de Lucía Calvi ... [et.al.]. - 3a ed. - Florencio Varela : Universidad Nacional Arturo Jauretche, [https://www.unaj.edu.ar/wp-content/uploads/2017/02/Practicas\\_culturales\\_2014.pdf](https://www.unaj.edu.ar/wp-content/uploads/2017/02/Practicas_culturales_2014.pdf)
- Pedro Alzuru.2018. *El paisaje sonoro urbano*. <https://redivep.com/sitio/wp-content/uploads/2018/02/EL-PAISAJE-SONORO-URBANO.pdf>
- weatherspark.(2021). *El clima y el tiempo promedio en todo el año en Puebla*. <https://es.weatherspark.com/y/2214/Clima-promedio-en-Puebla-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o#Sections-Temperature>

## XV. Literatura consultada

Alfie Cohen, Miriam, & Salinas Castillo, Osvaldo. (2017). *Ruido en la ciudad. Contaminación auditiva y ciudad caminable. Estudios demográficos y urbanos*, 32(1), 65-96. Recuperado en 10 de enero de 2021, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0186-72102017000100065&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-72102017000100065&lng=es&tlng=es).

Álvarez-Castañón, Lorena del Carmen, & Tagle-Zamora, Daniel. (2019). *Transferencia de ecotecnologías y su adopción social en localidades vulnerables: una metodología para valorar su viabilidad*. CienciaUAT, 13(2), 83-99. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v13i2.1121>

Asociación Nacional de Industriales de Honduras. (2014). *Calidad de la energía eléctrica*. [http://www.andi.hn/wp-content/uploads/2014/11/3-Calidad-de-la-Energ+%C2%A1a\\_sn.pdf](http://www.andi.hn/wp-content/uploads/2014/11/3-Calidad-de-la-Energ+%C2%A1a_sn.pdf)

AIP Advances 10, 035033 (2020) Submitted: 06 December 2019 . Accepted: 04 March 2020 . Published Online: 31 March 2020 <https://doi.org/10.1063/1.5141478>

- Aina D. LÓPEZ YÁÑEZ (O 2017) *Sociología de la Cultura*  
<https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-30185/Sociolog%C3%ADa%20de%20la%20cultura%20C.%20Audiovisual%202017-18.pdf>
- Anzaldo.C.(2017). *Expansión urbana y sustentabilidad de las ciudades.*  
<https://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1012/275/1/EXPANSI%C3%93N%20URBANA%20Y%20SUSTENTABILIDAD%20DE%20LAS%20CIUDADES%20-%20CarlosAnzaldo%20-%20DENSIDAD%20DIVERSIDAD%20Y%20POLICENTRISMO..pdf>
- Bachiller. R.(2015). 1865. *Las ecuaciones de Maxwell transforman el mundo.*  
<https://www.elmundo.es/ciencia/2015/10/12/56127100e2704e14638b4598.html#:~:text=En%201865%2C%20el%20f%C3%ADsico%20escoc%C3%A9s,de%20radio%20y%20a%20las%20radiocomunicaciones.>
- Becerril Tinoco, Citlalli Aidee. (2019). *Análisis multidimensional en la implementación de ecotecnia: Reflexiones teórico-prácticas.* Economía, sociedad y territorio, 19(59), 1275-1280. <https://doi.org/10.22136/est20191393>
- BlogSEAS.(2011). *Cosecha de Energía Energy Harvesting.*  
[https://www.seas.es/blog/automatizacion/cosecha-de-energia-energy-harvesting/#:~:text=La%20cosecha%20de%20energ%C3%ADa%20\(Energy,utilizar%20de%20una%20manera%20sencilla](https://www.seas.es/blog/automatizacion/cosecha-de-energia-energy-harvesting/#:~:text=La%20cosecha%20de%20energ%C3%ADa%20(Energy,utilizar%20de%20una%20manera%20sencilla)
- Briceño-Ávila.M.(2018). *Paisaje urbano y espacio público como expresión de la vida cotidiana.* Revista de Arquitectura (Bogotá), 20(2), 10-19. doi: <http://dx.doi.org/10.14718/RevArq.2018.20.2.1562>.  
<http://www.scielo.org.co/pdf/rarq/v20n2/2357-626X-rarq-20-02-10.pdf>
- Brown del Rivero.A.(2011). *Electricidad, características y opciones de reforma para México.* *Análisis Económico*,XXVI(61),153-173.[Fecha de Consulta] 10 de octubre de 2020].ISSN:0185-3937. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=413/41318401010>
- Bunge.M. (1979). *La ciencia. Su método y su filosofía.*  
[https://users.dcc.uchile.cl/~cgutierrez/cursos/INV/bunge\\_ciencia.pdf](https://users.dcc.uchile.cl/~cgutierrez/cursos/INV/bunge_ciencia.pdf)
- Brüel & Kjør Company. (2021). *La afecta de la meteorología a las medidas de ruido.* [página corporativa]. <https://www.bksv.com/es/knowledge/blog/sound/noise-measurement-weather>

Cachón Guillén, Vladimir. (2013). *Las analogías en la formulación de la teoría electromagnética de la luz de Maxwell. En-claves del pensamiento*, 7(14), 11-33. Recuperado en 19 de octubre de 2020, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-879X2013000200001&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-879X2013000200001&lng=es&tlng=es).

CATALÁN-VÁZQUEZ, Minerva, & JARILLO-SOTO, Edgar C.. (2010). *Paradigmas de investigación aplicados al estudio de la percepción pública de la contaminación del aire. Revista internacional de contaminación ambiental*, 26(2), 165-178. Recuperado en 03 de noviembre de 2020, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-49992010000200007&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992010000200007&lng=es&tlng=es).

Construmatica. (s/f). *Electromagnetismo*. <https://www.construmatica.com/construpedia/Electromagnetismo>

Comisión Federal de Electricidad (2019 – 2020). *Tarifas*. <https://portal-cfe.com.mx/tarifas-cfe-vigentes/#tarifa-domestica-de-alto-consumo-dac>

DOMÍNGUEZ RUIZ, ANA LIDIA MAGDALENA (2015). *El poder vinculante del sonido. La construcción de la identidad y la diferencia en el espacio sonoro*. *Alteridades*, 25(50),95-104.[fecha de Consulta 3 de Febrero de 2022]. ISSN: 0188-7017. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74743764008>

El Sol de Puebla. (2019).*Estas son las zonas con más ruido en Puebla capital*. <https://www.elsoldepuebla.com.mx/local/estas-son-las-zonas-con-mas-ruido-en-puebla-capital-4587606.html>

EPEC.(s/f).*Gray y la conductividad eléctrica*. <https://web.epec.com.ar/docs/educativo/institucional/fichagray.pdf>

EPEC, (s/f). *La historia de la electricidad*. <https://web.epec.com.ar/docs/educativo/institucional/historia.pdf>

Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.(2011).*Ruido*.[https://esc-web-dev.s3.amazonaws.com/staging/documents/7863\\_ruido.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAWFY3NGTFNDEDHBJGJ&Signature=BNzYGCY11FdvYW4qgLv7eaoZVbA%3D&Expires=160472667](https://esc-web-dev.s3.amazonaws.com/staging/documents/7863_ruido.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAWFY3NGTFNDEDHBJGJ&Signature=BNzYGCY11FdvYW4qgLv7eaoZVbA%3D&Expires=160472667)

Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. (2011). *Conceptos Generales de Ruido*. [https://esc-web-dev.s3.amazonaws.com/staging/documents/116\\_2\\_ruido.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAWFY3NGTFNDEDHBJGJ&Signature=NXG4SODN5Hh38BhPHMTfjeTKCdM%3D&Expires=1604727146](https://esc-web-dev.s3.amazonaws.com/staging/documents/116_2_ruido.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAWFY3NGTFNDEDHBJGJ&Signature=NXG4SODN5Hh38BhPHMTfjeTKCdM%3D&Expires=1604727146)

- Enrique Leff (2006). *Aventuras de la Epistemología Ambiental: de la articulación de ciencias al diálogo de saberes* <http://www.ceapedi.com.ar/imagenes/biblioteca/libreria/299.pdf>
- Federación de Enseñanza de Andalucía.(2011). *Tipos de esfuerzos físicos*. <https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd8567.pdf>
- Flores.Z. (s/f).3 *Definición y ejemplos de Procesos Estocásticos*. [https://www.fcfm.buap.mx/jzacarias/cursos/procesos/apuntes/apun3c\\_pe.pdf](https://www.fcfm.buap.mx/jzacarias/cursos/procesos/apuntes/apun3c_pe.pdf)
- Foro Histórico de las Telecomunicaciones. (2019). OERSTED, Hans Christian. <https://forohistorico.coit.es/index.php/personajes/personajes-internacionales/item/oersted-hans-christian>
- Fundación Conama.(2017).*Gestión y mejora de la calidad acústica del ambiente urbano*[http://www.conama11.vsf.es/conama10/download/files/conama2014/GTs%202014/10\\_final.pdf](http://www.conama11.vsf.es/conama10/download/files/conama2014/GTs%202014/10_final.pdf)
- García.Ángel .F (s/f). *Teorías modernas del campo electromagnético*. [http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/\\_elecsmagnet/historia/historia3.html](http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/_elecsmagnet/historia/historia3.html)
- García.Ma. I. (s/f). *Antecedentes históricos de la Electricidad* <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa3/n9/m11.html#refe1>
- Giménez, G. (1997). *Materiales para una teoría de las Identidades Sociales*. Instituto de Investigaciones Sociales, México: UNAM. Acceso en 29 de Agosto, 2009, en <http://www.gimenez.com.mx/index.html>
- González García, Clara Martha, & González García, Silvia Isabel. (2008). Un enfoque para la evaluación del funcionamiento familiar. *Revista Mexicana de Orientación Educativa*, 6(15), 2-7. Recuperado em 25 de maio de 2022, de [http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1665-75272008000200002&lng=pt&tlng=es](http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-75272008000200002&lng=pt&tlng=es).
- Guísar. L.E. (2009). *Bioarquitectura*. [Tesis de licenciatura]. [http://caterina.udlap.mx/udla/tales/documentos/lar/guisar\\_b\\_le/apendiceB.pdf](http://caterina.udlap.mx/udla/tales/documentos/lar/guisar_b_le/apendiceB.pdf)
- Hernández.R.,Mendoza.C.P.,(2018).*Metodología de la investigación. La rutas cuantitativas, cualitativa y mixta*.McGraw-Hill Interamericana editores.[Impreso en México].ISBN:978-1-4562-6096-5
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. ( 2018 ). *¿En qué unidades se mide el ruido?*.Recuperado de: <https://www.insst.es/-/en-que-unidades-se-mide-el-ruido-iluminet>

- Jaramillo.A., González. A., Betancur.C.,Correa.M., (2009). *Estudio comparativo entre las mediciones de ruido ambiental urbano a 1,5 m y 4 m de altura sobre el nivel del piso en la ciudad de Medellín,Antioquia* – Colombia. Dyna, Año 76, Nro. 157, pp. 71-79. Medellín, Marzo de 2009. ISSN 0012-7353. <http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v76n157/a07v76n157.pdf>
- Junta de Andalucía.,Unión Europea.,*Observatorio de Medioambiente y salud de Andalucía. (2001).Ruido y Salud.* Depósito Legal GR 2669-2011 ISBN 978-84-694-5930-0.Recuperado de:[https://www.diba.cat/c/document\\_library/get\\_file?uuid=72b1d2fd-c5e5-4751-b071-8822dfdfdded&groupId=7294824](https://www.diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=72b1d2fd-c5e5-4751-b071-8822dfdfdded&groupId=7294824)
- La Anunciata Ikerketa Mintegia.(s/f).*Mucho ruido y pocas leyes.* <http://www.laanunciataikerketa.com/trabajos/muchoruido/clases.pdf>
- Lezama, José Luis, & Domínguez, Judith. (2006). *Medio ambiente y sustentabilidad urbana.* Papeles de población, 12(49), 153-176. Recuperado en 10 de enero de 2021, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-74252006000300007&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-74252006000300007&lng=es&tlng=es).
- Línea Verde-Smart City Módulo VIII: *El Ruido* <http://www.lineaverdemunicipal.com/Guias-buenas-practicas-ambientales/es/c-ruidos-contaminacion-acustica.pdf>
- López Bernal, Oswaldo (2004). *La sustentabilidad urbana.* Revista Bitácora Urbano Territorial, 1(8),8-14.[fecha de Consulta 18 de Enero de 2021]. ISSN: 0124-7913. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=748/74800801>
- Llancaqueo, Alfonso, Caballero, M<sup>a</sup> Concesa, & Moreira, Marco Antonio. (2003). *El aprendizaje del concepto de campo en física: una investigación exploratoria a luz de la teoría de Vergnaud.* Revista Brasileira de Ensino de Física, 25(4), 399-417. <https://doi.org/10.1590/S1806-11172003000400011>
- Llosas Albuern, Yolanda, & Pardo Gómez, Jorge, & Mulet Hing, Mónica, & Silva Cutiño, Jorge (2009). *ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE EL RUIDO INDUSTRIAL COMO UNA FORMA DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL.* Tecnología Química, XXIX(2),5-9.[fecha de Consulta 11 de Octubre de 2020]. ISSN: 0041-8420. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=4455/445543759001>
- Maldonado, Juan Mayr. (2009). *Ciudades y contaminación ambiental.* Revista de Ingeniería, (30), 66-71. Retrieved January 11, 2021, from [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-49932009000200009&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-49932009000200009&lng=en&tlng=es).

- Martínez.B.(2020). *Tecnologías para el control de ruidos molestos*. <https://vitalis.net/contaminacion-sonora/tecnologias-para-el-control-de-ruidos-molestos/>
- Miranda Rosales, Verónica, & Jiménez Sánchez, Pedro Leobardo (2011). *SUSTENTABILIDAD URBANA PLANTEAMIENTOS TEORICOS Y CONCEPTUALES*. Quivera. Revista de Estudios Territoriales, 13(1),180-196.[fecha de Consulta 18 de Enero de 2021]. ISSN: 1405-8626. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=401/40118420011>
- Molina.N.P. (2005). *¿Qué es el estado del arte?*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5599263>
- Oswald.Ú. (2016). *Seguridad, disponibilidad y sustentabilidad energética en México*. Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales | Universidad Nacional Autónoma de México Nueva Época, Año lxii, núm. 230 | mayo-agosto de 2017 | pp. 155-196 | ISSN-2448-492X
- Poveda Ramos, Gabriel (2003). *La electricidad antes de Faraday*. Parte 1. Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia, (30),130-147.[fecha de Consulta 18 de Octubre de 2020]. ISSN: 0120-6230. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=430/43003013>
- Ramírez González, Alberto, & Domínguez Calle, Efraín Antonio. (2011). *EL RUIDO VEHICULAR URBANO: PROBLEMÁTICA AGOBIANTE DE LOS PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO*. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 35(137), 509-530. Retrieved January 11, 2021, from [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0370-39082011000400009&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-39082011000400009&lng=en&tlng=es).
- Ramos. C. A. (2015). *Los paradigmas de la investigación científicas*. [http://www.unife.edu.pe/publicaciones/revistas/psicologia/2015\\_1/Carlos\\_Ramos.pdf](http://www.unife.edu.pe/publicaciones/revistas/psicologia/2015_1/Carlos_Ramos.pdf)
- Rodríguez Bertheau, Andrea María, Martínez Varona, Miriam, Martínez Rodríguez, Ileana, Fundora Hernández, Hermes, & Guzmán Armenteros, Tania. (2011). *Desarrollo tecnológico, impacto sobre el medio ambiente y la salud*. Revista Cubana de Higiene y Epidemiología, 49(2), 308-319. Recuperado en 11 de enero de 2021, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-30032011000200016&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032011000200016&lng=es&tlng=es).
- Rodríguez Manzo, Fausto E., & Juárez González, Leticia. (2020). *Exploración cualitativa sobre el ruido ambiental urbano en la Ciudad de México. Estudios demográficos y urbanos*, 35(3), 803-838. Epub 22 de diciembre de 2020. <https://doi.org/10.24201/edu.v35i3.1934>

- Rodríguez.J.L.(1989). *Concepto de identidad personal*. [tesis digital]  
[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/mocl/rodriguez\\_s\\_jl/capitulo1.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mocl/rodriguez_s_jl/capitulo1.pdf)
- Ruido Verde: *convertir el sonido en electricidad* (2013). Recuperado de: Energías Alternas  
<https://www.iluminet.com/ruido-verde-convertir-sonido-electricidad/>
- Sagredo. M<sup>a</sup>.S.(2006). el paisaje sonoro: “una experiencia basada en la percepción del entorno acústico cotidiano”. [Biblioteca Virtual]. <http://www.cervantesvirtual.com/obra/el-paisaje-sonoro-una-experiencia-basada-en-la-percepcion-del-entorno-acustico-cotidiano/>
- Sampieri, R., Fernández.C., Baptista., (2014), *Metodología de la Investigación*.  
[http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicio\\_n.compressed.pdf](http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicio_n.compressed.pdf)
- sites.google.(s/f). *03Equipos y transductores electroacusticos .El micrófono*  
<https://sites.google.com/site/1demayocfgmtelecostanimir/home/telecomunicaciones/megafonia-y-sonorizacion/equipos-y-transductores-electroacusticos-el-microfono>
- sites.google.com.(s/f).Electromagnetismo.  
<https://sites.google.com/a/udlanet.ec/electromagnetismo300845/parlante>
- Toledo Jofré, María Isabel. (2012). *Sobre la construcción identitaria. Atenea (Concepción)*, (506), 43-56. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-04622012000200004>
- Universidad de Córdoba. (2018). *Micrófonos*.  
<http://www.uco.es/RiesgosLaborales/fisicoyquimico/ruidos/images/view/41-Mic%C3%B3fonos>
- Universidad de Colima. (2001). *Norma Oficial Mexicana nom-011-stps-2001, condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido*. Recuperado de:<https://www.uco.mx/content/cms/13/file/NOM/NOM-011-STPS-2001.pdf>
- Universidad Politécnica de Cartagena. (s/f).TEMA 5. *Procesos estocásticos*.  
[http://www.dmae.upct.es/~mcruiz/Telem06/Teoria/apuntes\\_procesos.pdf](http://www.dmae.upct.es/~mcruiz/Telem06/Teoria/apuntes_procesos.pdf)
- Universidad del país Vasco. (2003). *Transductores*.  
<http://www.ehu.eus/acustica/espanol/electricidad/transes/transes.html>
- Vera, N. J. A. & Valenzuela, M. J. E. (2012). *El concepto de identidad como recurso para el estudio de transiciones*. *Psicología & Sociedade*, 24(2), 272-282.
- Villalba, José Manuel, Ferreira, Luciana, Arribas, Enrique, Nájera, Alberto, & Beléndez, Augusto. (2015). *Estudio experimental de la inducción electromagnética entre dos bobinas: Dependencia con la corriente eléctrica*. *Revista Brasileira de Ensino de*

Física, 37(1), 1313. Epub March 30, 2015. <https://dx.doi.org/10.1590/S1806-11173711697>

Villarroel González, Carlos. (2008). *INGENIERÍA ELECTROMAGNÉTICA MODERNA*. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, 16(especial), 2-3. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052008000400001>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía.(2018). *Primera encuesta nacional sobre consumo de energéticos en viviendas particulares (ENCEVI)* <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2018/EstSociodemo/ENCEVI2018.pdf>

Unicef.(2012).*The State of the World's Children 2012: Children in an Urban World* <https://www.unicef.org/spanish/sowc2012/pdfs/SOWC-2012-Definiciones.pdf>

Rodríguez Díaz, Susana (2012). CONSUMISMO Y SOCIEDAD: UNA VISIÓN CRÍTICA DEL HOMO CONSUMENS. *Nómadas. Critical Journal of Social and Juridical Sciences*, 34(2), .[fecha de Consulta 12 de Febrero de 2022]. ISSN: 1578-6730. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=18126057019>

Unión Europea.(2012). *Definición de Tecnologías Ambientales en Tecnologías ambientales* [https://www.eoi.es/wiki/index.php/Definici%C3%B3n\\_de\\_Tecnolog%C3%ADas\\_Ambientales\\_en\\_Tecnolog%C3%ADas\\_ambientales](https://www.eoi.es/wiki/index.php/Definici%C3%B3n_de_Tecnolog%C3%ADas_Ambientales_en_Tecnolog%C3%ADas_ambientales)