



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA

“MEDICIONES DE RUIDO EN DIFERENTES ETAPAS DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN EN  
EDIFICOS MAYORES A 180 M. DE ALTURA EN AVENIDA PASEO DE LA REFORMA”

TESIS  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE  
MAESTRA EN ARQUITECTURA

PRESENTA:  
ROSALI BARAJAS PERALES

TUTOR PRINCIPAL  
DR. RAÛL SALAS ESPÌNDOLA  
FACULTAD DE ARQUITECTURA

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR  
M. EN ARQ. LUCIA CONSTANZA IBARRA CRUZ  
FACULTAD DE ARQUITECTURA  
M. EN ARQ. ADRIANA DÌAZ CAAMAÑO  
FACULTAD DE ARQUITECTURA  
DR. MARCOS RODOLFO BONILLA GONZÀLEZ  
FACULTAD DE ARQUITECTURA  
DR. FERNANDO PALMA GALVÀN  
FACULTAD DE ARQUITECTURA

CIUDAD DE MÈXICO, SEPTIEMBRE 2017



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



## **QUIERO AGRADECER:**

*A mi Dios que es el sostén de mi vida y me provee de todo lo necesario para seguir en el camino que me ha puesto.*

*A todas las personas que de alguna forma u otra han ayudado y contribuido en la realización de mis estudios, en especial:*

*A mi esposo Edgar Toro y nuestros hijos Efraín y Edgar Toro Jr., por su comprensión, amor y por estar siempre a mi lado en todo momento.*

*Al Campo de Conocimiento, Investigación y Docencia, en especial al Dr. Raúl Salas Espíndola y a todos los Maestros y Doctores sinodales que apoyaron esta investigación.*

*Al Mtro. Boris Tapia por su disposición y guía en todo este trabajo.*

*A la Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal (PAOT) en especial al Ing. Jaime Hurtado, por todo el apoyo técnico que recibí para el desarrollo de la Tesis.*

*A mi madre, M. Eugenia Perales, por su apoyo y amor inigualable.*

*A mis suegros por su apoyo incondicional y comprensión.*

*Dedico esta tesis:*

*A mi esposo Edgar Toro y nuestros hijos, Efraín y Edgar Toro Jr.*

# TABLA DE CONTENIDOS

---

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	7
<b>OBJETIVOS</b> .....	11
<b>METODOLOGÍA</b> .....	13
<b>CAPÍTULO 1</b>	
1.- Marco Teórico e Histórico del Ruido en av. Paseo de la Reforma...15	
1.1.- Reseña histórica de av. Paseo de la Reforma1864-2003.....	16
1.2.- Identificación de las nuevas torres y sus usos.....	35
1.3.- Antecedentes de mediciones de Ruido en Reforma.....	45
<b>CAPÍTULO 2</b>	
2.- Identificación y clasificación de las afectaciones del ruido en la salud.....	50
2.1.- Sonido: Conceptos y Parámetros.....	51
2.2.- Cómo percibe el sonido los seres humanos.....	52
2.3.- Ruido.....	54
2.4.- Contaminación auditiva.....	58
2.5.- Efectos del Ruido en la salud.....	61
<b>CAPÍTULO 3</b>	
3.- Metodología de medición del Ruido en Reforma y comparación conforme a las normas establecidas.....	70
3.1.- Normatividad nacional.....	71
3.2.- Normatividad internacional.....	77
3.3.- Metodología de medición.....	85
3.3.1.- Descripción del sitio.....	89
3.3.2.- Problemática del sitio.....	90
3.3.3.- Ubicación del sitio.....	91

3.4.- Trabajo de campo.....	92
3.4.1.- Análisis de las fuentes fijas: etapas de construcción consideradas para la medición de niveles de ruid.	92
3.4.2.- Cuantificación y clasificación de denuncias en tema de ruido y vibraciones en Av. Paseo de la Reform.	94
3.4.3.- Puntos de Medición.....	98
3.5.- Resultados y Conclusiones obtenidas.....	134
<b>CAPÍTULO 4</b>	
4.1.- Conclusiones.....	141
4.2.-Aportaciones de prevención.....	145
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>151</b>

## INTRODUCCIÓN

La contaminación auditiva, también conocida como ruido, es un problema invisible que daña a todos los habitantes de las ciudades, principalmente ciudades grandes o sobrepobladas como la Ciudad de México, poco se sabe del daño irreversible que este contaminante causa en las personas, dado que sus efectos son casi imperceptibles, sin embargo cuando genera un daño en las personas, es improbable que tenga solución, el ruido es un contaminante que sólo se acumula dentro del oído, que no sólo causa problemas de salud como sordera o tinitus, sino que recientemente se ha demostrado que puede estar asociado a otro tipo de problemas físicos como, problemas cardiovasculares, psicológicos, emocionales, problemas en el embarazo y problemas en la fauna de ciertos lugares, entre otros.

A continuación, se mencionan algunos datos, tanto en América del Norte como en Latinoamérica incluido México, para tener un panorama general de lo que actualmente está ocurriendo con el tema del ruido.

El Departamento de Trabajo en Estados Unidos afirma que el 19.3% de los trabajadores en fábricas y empresas dedicadas al tratamiento de agua, gas y electricidad se exponen diario a niveles de ruido en promedio de 90 dB (decibeles) o más, el 34.4% a niveles por arriba de los 85dB y el 53.1% superiores a 80dB. (Suter, n.d.). Estos datos podrían ser ejemplo de lo que ocurre en este ámbito alrededor del mundo o por lo menos en países semejantes a Estados Unidos, podrían aumentar en países menos desarrollados donde los controles técnicos son menos como México y Colombia y podrían disminuir en países que se consideran punta de lanza en el tema y han llevado políticas más rigurosas como el caso de países escandinavos y Alemania, como asegura Suter en su Enciclopedia para seguridad y protección en el trabajo.

Veamos algunos datos en América Latina como el caso de Colombia en dos de sus principales ciudades, Bogotá y Medellín.

En lo que compete a Bogotá del 100% del ruido ambiental, el 40% proviene de fuentes fijas, es decir, construcciones, establecimientos mercantiles, fabricas, etc, mientras que el 60% proviene de fuentes móviles, es decir, automóviles, aviones, etc. Sin embargo, el gobierno colombiano a través de su Secretaria Distrital de Ambiente ha implementado un sistema de monitoreo de ruido aéreo con el fin de que el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial tome las medidas necesarias para actuar en caso de niveles excesivos de ruido en las zonas que no cumplan con las normas establecidas. (Ambientebogota.gov.co, n.d.)

Aunque el 40% del ruido emitido en Bogotá no está monitoreado, no es que sea menos dañino o importante, pues generalmente es un tipo de ruido más “común” al cual estamos “acostumbrados” pero que sus implicaciones en la salud suelen ser más graves, como lo veremos más adelante en la investigación.

En el último informe ambiental para el año 2013 realizado por la Contraloría General de Medellín, se señala que los puntos más ruidosos dentro de la ciudad son el Centro, la 33, Parque Lleras, Avenida Oriental, Itagüí y Bello, esto se debe a que sobrepasan los 65dB establecidos en las recomendaciones la Organización Mundial de la Salud (OMS). (Arbelaez, 2014).

El coordinador del Laboratorio de Análisis y Diseño Acústico de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) unidad Azcapotzalco, el Doctor Fausto Rodríguez Manzo, en una entrevista para una estación de radio aseguró que las construcciones que actualmente se están llevando a cabo dentro de la ciudad emiten niveles de ruido que representa un peligro de salud pública para

los ciudadanos. Señaló que es necesario que dichas obras cuenten con un Proyecto de Protección Acústica, así como con un Estudio de Impacto del Ruido, actualmente hace falta regulación en ese tema ya que debería ser obligatorio, para cualquier particular o instancia del gobierno presentar un plan para proteger las emisiones de ruido causadas por construcción, el cual busque prevenir, mitigar y restaurar como cualquier Estudio de impacto Ambiental, los daños ocasionados por la actividad humana.

Como podemos señalar, el problema del ruido afectó a la población en general de una ciudad, a pesar de que existen normas que regulan dicha contaminación y hay datos medibles al respecto, faltan propuestas de investigación respecto a la mitigación y prevención del ruido como en el caso de la Ciudad de México.

En el tema de construcción específicamente, faltan datos duros pues generalmente las mediciones se enfocan a fábricas, aeropuertos (como en el caso de Colombia o lugares que evidentemente producen ruido excesivo), sin embargo, se deja de lado el ruido habitual que daña día a día a nuestro alrededor, que si bien no es tan estridente como el despegue de un avión sí es constante, como las obras públicas y privadas de algunas zonas de la ciudad.

Es importante medir y hacer del interés público lo referente al ruido, dado que los daños a la salud son irreversibles, es un tema poco conocido para la población y por lo tanto poco conocidos sus efectos, prevención y costos económicos para los gobiernos. Es importante concientizar a la población sobre el tema, principalmente en los sectores que más contaminan en este sentido.

En México actualmente hemos visto una creciente actividad en la industria de la construcción, sobre todo en zonas en las que el gobierno de la

ciudad de México y empresas extranjeras están invirtiendo, una de esas zonas en la Avenida Paseo de la Reforma, el centro financiero y comercial actual de México

Por lo tanto, la hipótesis principal de esta investigación es “El ruido provocado por la construcción y uso de edificios sobre Av. Paseo de la Reforma causa posibles daños a la salud en habitantes de la zona.”

## **OBJETIVOS**

### **Objetivos Generales:**

Esta investigación tiene por objetivo conocer en qué medida la construcción de los nuevos edificios como en uso, en Paseo de la Reforma, provoca ruido ambiental en la zona y conocer el daño que éste provoca en las personas que habitan en las áreas colindantes a los edificios.

### **Objetivos Específicos:**

- Identificar las edificaciones en proceso de construcción mayores a 180 metros de altura.
- Conocer y analizar la cantidad de denuncias en las colonias Juárez y Cuauhtémoc en tema de ruido y vibraciones.
- Medir y analizar el ruido actual provocado por la construcción y uso de los nuevos edificios en Av. Reforma.
- Identificar una escala de afectaciones a la salud ocasionadas por ruido.
- Contribuir con una serie de aportaciones en las siguientes áreas: posibles medidas de prevención a la población, posibles medidas de mitigación en el proceso constructivo, importancia del diseño arquitectónico para la prevención, posibles medidas sancionarias.

Los métodos usados para cubrir los objetivos descritos anteriormente fueron de la siguiente manera, gabinete-campo-gabinete:

- Primeramente, se recolecto información oficial respecto al ruido a través de fuentes bibliográficas y digitales, así como se identificaron las dependencias de gobierno que son responsables del tema en la Ciudad de México.
- Una vez analizadas las normas correspondientes y vigentes con apoyo de la Procuraduría de Ambiente y Ordenamiento Territorial (PAOT) se

llevó a cabo las mediciones en campo siguiendo el método de medición descrito en la norma vigente para la Ciudad de México NADF-005-AMBT-2013.

- Finalmente, en gabinete y a través de un programa en Excel para análisis de datos, diseñado especialmente para la PAOT, se sacaron los resultados de las mediciones para su análisis y conclusiones.

## METODOLOGÍA

- Metodología de Medición: Medición del ruido a través del procedimiento señalado en la Norma oficial mexicana en tema de ruido. NADF-005-AMBT-2013.
- Selección y Tamaño de Muestra: Medición del ruido emitido por fuentes fijas en el proceso de construcción o uso de edificios mayores a 180 metros de altura.
- Procedimiento para la Recolección de Información: El procedimiento sería vía institucional a través de la Procuraduría de Ambiente y Ordenamiento Territorial (PAOT) por medio de la relación de denuncias en tema de Ruido y Vibraciones y mediciones en campo.

Para las conclusiones se hizo una evaluación interna y externa de todo el trabajo elaborado para contribuir con una serie de aportaciones finales en las siguientes áreas:

- Posibles medidas de prevención a la población.
- Posibles medidas de mitigación en el proceso constructivo.
- Importancia del diseño arquitectónico para la prevención.
- Posibles medidas sancionaría.

El documento está dividido en cuatro capítulos, en el primer capítulo se hace una breve reseña de la historia de Avenida Paseo de la Reforma, haciendo énfasis en su transformación en lo que conocemos hoy y que el ruido se hizo parte de la vida diaria de esta avenida.

En el segundo capítulo se hace una clasificación e identificación de los principales problemas a la salud que el ruido causa en los seres humanos para conocer la magnitud del problema a nivel fisiológico.

En el tercer capítulo se identifica y analiza la normatividad nacional e internacional referente al ruido en distintas ciudades, se describe el sitio, así como el trabajo de campo para las mediciones correspondientes y los resultados obtenidos. Dentro de este mismo capítulo se cuantifican y clasifican las denuncias emitidas antes la PAOT en el tema de ruido.

Finalmente, en el cuarto capítulo se exponen las conclusiones y aportaciones al tema de ruido en Avenida Paseo de la Reforma.

## ***CAPÍTULO 1***

### ***MARCO TEÓRICO E HISTÓRICO DEL RUIDO EN AV. PASEO DE LA REFORMA***

## **AVENIDA PASEO DE LA REFORMA**

### **1.1. Reseña histórica de Avenida Paseo de la Reforma 1864-2003**

En este capítulo se hace una amplia y detallada exposición de la historia de la Avenida Paseo de la Reforma, puesto que es necesario conocer cómo se formó esta importante vía, cuáles fueron sus motivos iniciales y cómo llegó a ser el centro financiero más importante de México hoy en día.



Foto 1. (Una vista del Paseo Degollado en 1870, Paseo de la Emperatriz hasta 1867, visto desde el Castillo de Chapultepec., 1870) (Aguirre Botello, 2003).

El origen del proyecto de esta avenida se remonta a épocas del Emperador Maximiliano de Habsburgo, época en la cual la estética en las ciudades era grandemente influenciada por Francia, es en esa época también cuando se funda la Administración de Servicios Públicos y se da paso al mantenimiento y reconstrucción en Chapultepec en dos lugares icónicos de ese lugar, el Bosque y su Palacio, estas acciones sirvieron de imán para atraer a las familias de altos rangos para asentarse en esta zona de la naciente ciudad. (Cervantes Sánchez, n.d.)

La ruta que en ese momento el Emperador Maximiliano de Habsburgo tenía que recorrer era una línea recta del Palacio Nacional a la Estatua Ecuestre de Carlos IV, la cual era bastante transitable la mayor parte del tiempo. (Aguirre Botello, 2003).

Después de la Estatua el paisaje de aquel México antiguo no eran más que llanos y sembradío de maíz, cebada y trigo, así como extensiones grandes de haciendas ganaderas, dichos campos carecían de caminos definidos para transitar en carruajes y llegar al Castillo de Chapultepec, por lo tanto el carro del

monarca conducía por una calle de terracería llamada Paseo Nuevo (actualmente Calle Bucareli) la cual en épocas de lluvias se convertía en una calle sumamente



fangosa y de difícil acceso, para después cruzar por todos aquellos campos y haciendas hasta llegar al Cerro del Chapulín donde hasta la fecha se encuentra el castillo, en total eran aproximadamente 6 km desde lo que actualmente conocemos como el Zócalo de la Ciudad hasta el Castillo de Chapultepec, que en esos tiempos y en carruaje se hacía poco más de una hora de camino en condiciones normales climatológicas. (Aguirre Botello, 2003).

A continuación se muestra un plano donde se resalta en azul la ruta tomada por el Emperador y el proyecto del Paseo de la Emperatriz, el cual fue propuesto principalmente por dos razones, una para acortar el tiempo de recorrido y evitar hacerlos de noche, puesto que en épocas de lluvias, como ya se mencionó antes, solía ser bastante fangoso el suelo y por otro lado los atentados en contra de la vida del monarca eran frecuentes puesto que no era del todo bien aceptado dentro del pueblo mexicano. (Aguirre Botello, 2003).

Bajo las condiciones antes mencionadas el Emperador Maximiliano se veía obligado algunas veces a pasar la noche en la ciudad, cuando era inaccesible la llegada al Castillo, esto aunado a su gusto, se dice, por convivir con mujeres ciudadinas, estas acciones por parte del Emperador eran suficiente motivo para llenar de ira y celos a la Emperatriz Carlota. (Aguirre Botello, 2003).

Ya sean razones de inaccesibilidad o gustos personales, el proyecto del Paseo fue propuesto en esta época y en honor a la Emperatriz, esta vialidad comunicaría el camino en línea recta que faltaba desde la Estatua de Carlos IV hasta el Castillo de Chapultepec, lo cual en distancia sólo redujo 350 m, pero lo importante sería que habría un camino bien definido sin variaciones de rutas y además adecuado para transitar sin importar las condiciones del clima. (Aguirre Botello, 2003).

Además de la necesidad antes mencionada por tener una vía directa, el Emperador de Habsburgo gustaba por encabezar grandes obras en las cuales

el mismo participó en la elaboración del diseño, para lo cual formó un grupo de personas que serían las encargadas junto con él de la planificación del proyecto, de esa manera se formó la Comisión de Planificación y Arte Urbano que lo conformaban “Carl Gangolf, el arquitecto



Ramón Rodríguez Arangoiti y los artistas de la Academia de San Carlos, Felipe Sojo, Miguel Noreña y Santiago Rebull” (Aguirre Botello, 2003)

En este momento es cuando se plantea por primera vez un diseño urbano para esta avenida, fue en principio un proyecto de gran magnitud e importancia pues sería la uso de la nobleza encargada directamente por el Emperador, debemos suponer que su diseño debía ser totalmente acorde a su demandante y con la influencia francesa que había en esa época debió ser un proyecto lleno de retos a vencer dentro de una ciudad naciente y alejada de todo el florecimiento de las ciudades europeas en ese momento.

En 1864 se delegó el proyecto al Ingeniero austriaco Luis Bolland Kuhmackl, quien siendo de origen europeo sus influencias más fuertes serian el Paseo de los Campos Elíseos en Paris y que entre otras cosas dentro del

diseño considero a detalle “construir un paseo de espectacular amplitud, con amplias y arboladas avenidas, glorietas y camellones y ornamentado con fuentes y esculturas, muy digno del naciente Segundo Imperio Mexicano” -

el cual no duraría mucho tiempo- “tendría dos calzadas de 9 metros de ancho y dos camellones laterales de 9 metros cada uno, que contendrían una doble fila de frondosos árboles y áreas verdes en toda su extensión”. (Aguirre Botello, 2003)

Esta imagen es una reproducción de una impresionante litografía realizada por Casimiro Castro en 1856. En ella se muestra la estatua ecuestre de Carlos IV, el Caballito, que llegó allí en 1852 marcando el inicio del Paseo de Bucareli, a la derecha aparece la plaza de toros del Paseo Nuevo y al fondo se aprecia el Acueducto y el Castillo de



Durante el primer año de construcción la obra caminaba muy rápido y a marchas forzadas, sin embargo, hasta 1866 se concluyó la primera sección del proyecto el cual el Emperador Maximiliano en honor a su esposa llamo el Paseo de la Emperatriz, como aún estaba inconclusa la obra y en realidad no conducía aun a ningún lado, se dedicó a ser una especie de patio ecuestre de la realeza y familias de elite. En ese mismo año por órdenes reales se prohíbe el acceso a toda persona del pueblo y gente a esa parte de la calzada, así como el cruce de animales, procesiones, etc., sin tener autorización del Emperador. No es de sorprender dada la naturaleza elitista de la obra, la familia real quería dejar en claro su posición frente a un pueblo que no lo aceptaba del todo bien. (Aguirre Botello, 2003)

En 1867, Napoleón III retira su ejército de México aunado a las luchas sociales y políticas encabezadas por Don Benito Juárez, lo cual termina con el fusilamiento del Emperador en Querétaro ese mismo año (Aguirre Botello, 2003) la Emperatriz por su parte meses antes ya había dejado el territorio mexicano para regresar a Europa y pedir ayuda a Napoleón III y al Papa ("Biografía de Carlota I de México", 2017) por lo tanto abandonaron su flagrante y elitista obra monumental, la cual nunca vieron terminada, el Segundo Imperio de México solo duro 3 años.

Con Don Benito Juárez en el poder en 1867 el Paseo de la Emperatriz cambio de nombre a Paseo Degollado y en 1872 quedo abierto al público en general. (Aguirre Botello, 2003).

No fue hasta que Sebastián Lerdo de Tejada fue presidente que se retomó el proyecto, comenzando con las obras de ornato y el puente para cruzar la zanja, al cual se le dio el nombre del Puente de La Teja (pues se ubicada cerca de la Hacienda de La Teja), este puente tenía 8 metros de ancho con el cual se permitió el cruce finalmente en todo lo largo de la vialidad hacia el Castillo de Chapultepec, entre otros trabajos es en esta época cuando se trazan las primeras tres glorietas de 110 metros de diámetro a partir de la Escultura Ecuestre de Carlos IV y una última de 120 metros de diámetro a la altura de lo que hoy conocemos como La Palma (Aguirre Botello, 2003).

Es justo en esta época y es importante resaltar que es cuando se le da el nombre a esta avenida justo como la conocemos hoy en día el Paseo de la Reforma, se decretó oficialmente en 1873 cuando las Leyes de Reforma promulgadas por Benito Juárez formaron parte de la constitución mexicana. (Aguirre Botello, 2003).



Esta imagen fue tomada desde la Columna de la Independencia, viendo hacia el Castillo de Chapultepec y muestra las calles laterales y centrales del Paseo de la Reforma aparentemente ya asfaltadas o en proceso de serlo. (Aguirre Botello, 2003)

A continuación, se presenta una tabla resumen con las modificaciones que a partir de 1877 y hasta 1910 que se realizaron sobre la avenida.

1877	Porfirio Díaz	Carlos Cordier	A. Escandón dona la estatua de Cristobal Colón de la glorieta de Av. Versalles
1878	Porfirio Díaz		Se inicia el desarrollo urbano, nuevas colonias denominadas Arquitectos, del Paseo y Paseo Nuevo.
1878-1880	Porfirio Díaz		Se instalan bancas de cantera y pedestales para esculturas mitológicas
1887	Porfirio Díaz	Miguel Noreña	Se inaugura la Estatua de Cuauhtémoc en la Glorieta de Insurgentes
1887	Porfirio Díaz	Francisco Sosa	Propone usar los pedestales para personajes del movimiento de Reforma
1888	Porfirio Díaz	Francisco Sosa	La propuesta es aceptada alternando personajes con jarrones esculpidos
1889	Porfirio Díaz	Gabriel Guerra	Los jarrones de bronce se funden en los talleres de Gabriel Guerra
1889	Porfirio Díaz	Alejandro Casarín	Se inauguran las estatuas de los Indios Verdes en la glorieta del Carlos IV
1889-1895	Porfirio Díaz	Gabriel Guerra	Se colocan 38 estatuas de personajes, 18 estados y el D.F., dos de cada uno.
1895	Porfirio Díaz	Gabriel Guerra	Se inauguran oficialmente las 38 estatuas con personajes de la Reforma.
1890-1900	Porfirio Díaz	Alberto Best	Primeras unidades de alumbrado público en el Paseo de la Reforma
1902	Porfirio Díaz	Ant. Rivas Mercado	Primera piedra de la Columna de la Independencia en la glorieta de Río Tiber
1902	Porfirio Díaz		Se inicia el trazo de la colonia Reforma o La Teja que con el tiempo serían las colonias Cuauhtémoc y Juárez
1900-1910	Porfirio Díaz	Ant. Rivas Mercado	Obras de ampliación, calles laterales, banquetas, guarniciones, pavimento, iluminación
1907	Porfirio Díaz	Ant. Rivas Mercado	Por hundimiento de la Columna de la Independencia se desmontan 2400 piezas de cantera
1908	Porfirio Díaz	Ant. Rivas Mercado	Trabajos de cimentación mediante pilotes de madera de 30m. de largo
1910	Porfirio Díaz	Ant. Rivas Mercado	El 16 de septiembre, Fiestas del Centenario se inaugura la Columna de la Indep.

En 1895, hasta este momento la gente estaba acostumbrada a transportarse en carruajes jalados por caballo o simplemente montando mulas, burros o cualquier animal que sirviera para ese fin, el tranvía eléctrico era el transporte más moderno y “ruidoso” de la época, sin embargo en ese año llegaron particularmente a México los vehículos automotores impulsados por gasolina (“Fundamentos de computación. Ingeniería Mecánica”, 2012), lo cual cambio no solo la manera de transportarse de las familias acaudaladas primeramente, sino la imagen urbana, y por supuesto tuvo un impacto ambiental bastante costo hasta nuestros días, empezando por el ruido emitido por los mismos.



Ahora la Estatua Ecuestre de Carlos IV, pareciera observar con admiración y asombro los característicos automóviles que rodeaban el monumento, posiblemente los inolvidables Ford modelo T. (Aguirre Botello, 2003)

No se puede dejar sin mencionar la Revolución Mexicana en 1910, lo que ocurrió en un sentido de movilidad social fue que a causa de la guerra civil librada en el interior de la Republica, la gente sobre todo de altos recursos llegara a establecerse a la ciudad, en un acto de huir de la revuelta político-social, así es que llegaron esas familias a la Avenida Paseo de la Reforma, pues aún tenía tintes de ser una vialidad afrancesada con toques reales,

además en ese momento era más seguro vivir en la ciudad que en provincia (Aguirre Botello, 2003).

A partir de ese momento la avenida tendría pequeñas modificaciones año con año o sexenio a sexenio, cerca de los años 50's los edificios más altos contaban con 20 niveles aproximadamente y se construirán edificios más opulentos como la Lotería Nacional y el Edificio Corcuera, en 1957 hubo un sismo en la ciudad el cual derrumbó algunos de los edificios de la avenida y algunos otros al reconstruirse los hicieron de menos pisos (Aguirre Botello,



Los años 50, en la que se aprecia no solo el camellón saturado de espinosos cactus, sino también las grandes losas de concreto, de 4 por 6 metros. Los dos edificios altos que aparecen al fondo, fueron reconstruidos tras el sismo de 1985 y se redujo su altura al eliminarse varios niveles. (Aguirre Botello, 2003)

A continuación otra tabla que muestra las contribuciones a la Avenida Paseo de la Reforma en los años consecutivos hasta la construcción de la Torre Mayor;

1910-1920	Revolución		Crecimiento urbano, ostentosas residencias, emigran provincianos y se vuelve un lugar seguro para vivir.
1920-1930	Alvaro Obregón		Se construye Ampliación Reforma hacia las Lomas y tiempo después hasta la carretera a Toluca
1942	Manuel Avila Camacho	Juan Fco. Olaguibel	En octubre 10 se inaugura la Fuente de Diana Cazadora frente a Chapultepec
1948-1949	Miguel Alemán Valdés	F. Casas Alemán	Se remodela el paseo, nuevo pavimento y guarniciones, nuevo alumbrado, laterales del primer tramo.
1949	Miguel Alemán Valdés	F. Casas Alemán	Se mueve la glorieta de Cuauhtémoc a la intersección Insurgentes-Reforma
1952	Miguel Alemán Valdés	Juan Fco. Olaguibel	Se inaugura la glorieta y la Fuente de Petróleos.
1964	Adolfo López Mateos	Ernesto P. Uruchurtu	Se construye la Ampliación Norte de 2.6 Km, que incluye 3 nuevas glorietas
1964	Adolfo López Mateos	Ernesto P. Uruchurtu	En noviembre 21 inauguran las estatuas faltantes de personajes de la Reforma.
1964	Adolfo López Mateos	Ernesto P. Uruchurtu	Se colocan todas las placas mostrando los nombres y datos fundamentales de los personajes de la Reforma.
1964	Adolfo López Mateos	Ignacio Asúnsolo	En noviembre 21 inauguran monumento a Cuiclahuac en la glorieta
1973	Luis Echeverría Alvarez	Juan Fco. Olaguibel	En febrero 12 inauguran monumento al Gral. San Martín en la glorieta
1976	Luis Echeverría Alvarez	Hugo Daini	En junio 26, inauguran monumento a Simón Bolívar en glorieta de Av. Violeta
1979	José López Portillo	Manuel Tolsá	Se traslada la estatua ecuestre de Carlos IV a la Plaza Tolsá frente a Minería.
1982	José López Portillo	Sergio Zaldivar G.	Se inaugura la fuente de las Regaderas en la glorieta de Mississippi
1992	Carlos Salinas de Gortari		Regresa la fuente de la Diana Cazadora a la glorieta de Mississippi
1992	Carlos Salinas de Gortari	Sebastián	Se instala la escultura del Nuevo Caballito de Sebastián
2003-2004	Vicente Fox Quezada	Andrés López Obr.	Remodelación integral del paseo desde la Fte. de Petróleos a Insurgentes

El Paseo de la Reforma, ahora en 1964, se destaca al fondo la ampliación de esta vía hacia el noreste. Igualmente arriba del lado izquierdo se aprecia la recientemente terminada unidad habitacional de Nonoalco -Tlatelolco. (Aguirre Botello, 2003)



Al final del milenio esta era la impecable imagen del Paseo de la Reforma. Observe que la vía tiene ahora 4 carriles en cada acera, uno de 3.60 m. para autobuses y 3 de 2.80 para automóviles, en lugar de 3 carriles de 4.00 m. que tenía desde 1949. (Aguirre Botello, 2003)



Hasta este momento la Avenida Paseo de la Reforma había tenido pequeñas intervenciones como cualquier otra avenida de la ciudad, sin embargo en el año 2003 empezaría una transformación radical, una transformación que aun en estos días podemos ver, la remodelación propuesta por el entonces jefe de gobierno Andrés Manuel López Obrador junto con la iniciativa privada y la inauguración de la Torre Mayor que sin duda cambió la imagen urbana de la avenida, y que entre otras cosas se hizo;

- “El traslado de la estatua del último emperador (Tlatoani) Azteca, Cuauhtémoc, a una posición que coincide con la que originalmente tuvo desde su construcción hasta el año de 1949.
- Sin previo aviso, fue substituido el ornato de las áreas verdes del camellón central por grandes pirámides de concreto, que supuestamente obligan al peatón a cruzar en las esquinas.
- Por último algo que causó gran malestar en la sociedad civil fue la construcción de un puente elevado en la ciclopista que cruza el paseo a la altura de la Fuente de Petróleos. Para la construcción de esta obra, nunca se tomó en cuenta la opinión de los vecinos, ni se escuchó su propuesta de hacerlo subterráneo” (Aguirre Botello, 2003).

Dos construcciones importantes que se dejan ver desde casi cualquier punto de la avenida, fue la Torre Mayor inaugurada en 2003, más adelante dedicamos un espacio únicamente a describir la construcción de la obra, pues fue punta de lanza de otros proyectos y dio paso a las torres que se construyeron más adelante y que son objeto de estudio de esta investigación. La segunda es la Estela de Luz que en 2010 se inauguró como parte de los festejos conmemorativos de los 200 años de la Independencia de México, la cual por cierto estuvo manchada de corrupción y malos manejos de dinero, a causa de eso no tuvo buena aceptación para muchos ciudadanos.

Actualmente es una de las avenidas más modernas y comerciales de la Ciudad de México, sin embargo existen varias preguntas que quedan en el aire después de analizar un poco la historia de la avenida ¿Cuál fue el motivo principal del gobierno para ceder esta memorable avenida a la vanguardia arquitectónica y comercial olvidándose del esplendor colonial que tuvo en su momento? ¿Por qué nadie propuso un proyecto de conservación como en el Centro Histórico de México? ¿Cuál fue el costo económico, cultural y sobre todo ecológico?



Una vez concluida la rehabilitación de 2004, así lucían los camellones centrales y las unidades de iluminación elegidas. (Aguirre Botello, 2003)

El primer gran edificio que por excelencia cambió la imagen de la avenida Paseo de la Reforma y que dio lugar a esta transformación, sin duda es la Torre Mayor inaugurada el 25 de junio del 2003, del arquitecto canadiense, Paul Reichmann y su despacho Reichmann International fueron los encargados de tan monumental obra.

Algunas ideas que destacan la polémica de esta Torre es que nació junto con el Tratado de Libre Comercio de América del Norte lo cual fue símbolo de unión por parte de México a una economía mundial cada vez más globalizada. Para algunos es una muestra de que inversionistas extranjeros confían en México para depositar su dinero. Definitivamente marcó tendencia en cuanto a la construcción, no sólo por su altura si no por ser el primer edificio inteligente y seguro del país, sin duda fue ejemplo a seguir durante los siguientes años. Dio paso a una forma diferente y vanguardista en el negocio de renta de oficinas de grandes empresas. Para muchos es sinónimo de renacimiento de la Av. Paseo de la Reforma puesto que le dio nuevos bríos a la vialidad, quitando definitivamente el ambiente porfiriano y abrió brecha a la pura vanguardia mundial (Fuentes Vivar, 2013).



A partir de ese momento la imagen de la avenida que se había mantenido intacta casi 40 años, dio un giro de 180 grados y detonó una transformación en cadena que con la unión del gobierno y la industria inmobiliaria el mismo año de su inauguración, consolidó dicha transformación que hasta la fecha podemos ver frente a nuestros ojos.

A continuación se enlistan algunos de los trabajos que se llevaron a cabo en el corredor que impulsaron con más fuerza el cambio de imagen

urbana, se mencionarán varias áreas no sólo construcciones de altura.

1. **Alumbrado Público:** Se colocaron tres diferentes tipos de alumbrado llamado LT-1, LT-2 y LT-3. (Corredor Turístico Financiero Reforma-Centro Histórico, n.d.)



Imagen. (Corredor Turístico Financiero Reforma-Centro Histórico, n.d.)



Imagen. (Corredor Turístico Financiero Reforma-Centro Histórico, n.d.)

2.- **Áreas Verdes:** Para las áreas con vegetación se consideró, geometría regular para esas áreas, resaltar las glorietas con vegetación de colores llamativos, así como también los árboles a lo largo de la avenida (Corredor Turístico Financiero Reforma-Centro Histórico, n.d.)

3.- **Mobiliario Urbano:** El mobiliario urbano fue una mezcla de varios tipos, incluyendo estilo porfiriano y actual, entre esos trabajos se encuentran la colocación de 1000 bancas precoladas de diseño modular del mismo material y color que el piso, se restauraron 37 bancan porfirianas hechas de cantera, 1,300 bolardos para zonas peatonales (Corredor Turístico Financiero Reforma-Centro Histórico, n.d.) Entre otros trabajos se encuentran;

“Colocación de 300 papeleras, 71 semáforos vehiculares nuevos y 24 peatonales; se instalaron 21 elementos de señalización vial, 55 de señalización peatonal y 40 de nomenclatura. Se colocaron 28 muebles urbanos para expendios de periódicos y billetes de lotería y 72 cabinas telefónicas.” (Corredor Turístico Financiero Reforma-Centro Histórico, n.d.)



Imagen. (Corredor Turístico Financiero Reforma-Centro Histórico, n.d.)

**4.- Pavimento en arroyo vehicular:** EN cuanto al pavimento justo en el tramo comprendido para esta investigación, es decir, entre la calle Lieja y Bucareli se cambió el pavimento de los pasos laterales con un asfalto de última tecnología, el cual no se deforma y su resistencia, así como su duración son altas. En los carriles centrales se dejó como base el asfalto existente y encima se coló concreto hidráulico reforzado con fibra metálica (Corredor Turístico Financiero Reforma-Centro Histórico, n.d.)

**5.- Pavimentos en banquetas y camellones:** En estas áreas de la Av. Paseo de la Reforma se sustituyó las losetas de 30x30 rojizas por placas prefabricadas con adiciones de mármol de 90x90, lo cual le dio una sensación de amplitud y limpieza a las banquetas y camellones (Corredor Turístico Financiero Reforma-Centro Histórico, n.d.)



Imagen. (Corredor Turístico Financiero Reforma-Centro Histórico, n.d.)

Una de las remodelaciones que más llamó la atención y fue notable, es el camellón central con piezas precoladas prefabricadas piramidalmente con vegetación incluida, para lo cual se retiraron 116 árboles que fueron trasplantados a algunos parques de la misma delegación Cuauhtémoc, tal cual se estipuló en el Estudio de Impacto Ambiental (Corredor Turístico Financiero Reforma-Centro Histórico, n.d.)



Imagen. (Corredor Turístico Financiero Reforma-Centro Histórico, n.d.)

6.- **Señalización:** En cuanto a la señalización se dio prioridad a todo lo relacionado con las zonas turísticas y en el mismo alumbrado público se colocaron elementos en los cuales pudieran colocarse más señalización (Corredor Turístico Financiero Reforma-Centro Histórico, n.d.)

7.- **Proyectos especiales de monumentos:** A lo largo de la avenida y de los trabajos de remodelación se llevaron a cabo tres proyectos denominados especiales, ellos fueron; la restauración y mejoramiento de su entorno del Monumento a Cuauhtémoc y del Ángel de la Independencia, así como incentivos por parte del gobierno para que empresas particulares realizaran 21 proyectos inmobiliarios que actualmente están dispuestos a lo largo de la avenida, entre calle Lieja y Bucareli, de los cuales cinco de ellos fueron considerados para esta investigación pues sólo se tomaron en cuenta edificios

mayores a 180 metros de altura (Corredor Turístico Financiero Reforma-Centro Histórico, n.d.)

A continuación se enlistan cada uno de ellos:

<b>Paseo de la Reforma</b>	<b>Colonia</b>	<b>Proyecto</b>	<b>Inversión (mdd) <sup>81</sup></b>
20	Juárez	Performa	n/d
27	Tabacalera	Residencial Reforma 27	n/d
69	Tabacalera	Embassy Suites	23.0
76	Juárez	Torre Santander	100.0
77	Tabacalera	Residencial Suites	37.9
90	Juárez	Reforma 90	100.0
115	Tabacalera	Senado de la República	154.5
180	Juárez	Punta Reforma	170.0
208	Juárez	Hotel Holiday Express	13.9
222	Juárez	Reforma 222	200.0
243	Cuauhtémoc	Reforma 243	52.8
250	Juárez	Reforma 250	n/d
276	Juárez	Hotel Marriot City	17.2
284	Juárez	Torre Magenta Reforma	32.4
296	Juárez	Torre Reforma Latino	50.0
334	Juárez	Hotel City Express Reforma	12.0
342	Juárez	Torre Ángel	63.7
347	Cuauhtémoc	Torre HSBC	150.0
412	Juárez	Torre 412	n/d
432	Juárez	Reforma 432	n/d
439	Cuauhtémoc	Saint Regis Residence	61.0
483	Cuauhtémoc	Torre Reforma	100.0
505	Cuauhtémoc	Torre Mayor	320.0
506/510	Juárez	Torre BBVA Bancomer	900.0
509	Cuauhtémoc	Torre Punto Chapultepec	900.0

Imagen. (Corredor Turístico Financiero Reforma-Centro Histórico, n.d.)

Estas edificaciones antes mencionadas se construyeron y muchas de ellas siguen en construcción, sobre terrenos subsidiados y abandonados, de igual manera se favoreció la inversión en la remodelación de edificios abandonados a lo largo de la avenida, es decir todos estos trabajos tanto de obra nueva como de remodelaciones y restauración, representan unos \$2, 508.5 millones de dólares en total (Corredor Turístico Financiero Reforma-Centro Histórico, n.d.).



Fuente: (Aguirre Botello, 2003)

## **1.2. IDENTIFICACIÓN DE LAS NUEVAS TORRES Y SUS USOS EN AV. PASEO DE LA REFORMA.**

Actualmente a la Avenida Paseo de la Reforma se le ha dado un uso comercial y financiero como en ningún otro momento de la historia de la Ciudad, sin embargo, no siempre fue así y es necesario saber cómo llegó a ser la cuna de rascacielos y obras monumentales que le dan la imagen que actualmente conocemos.

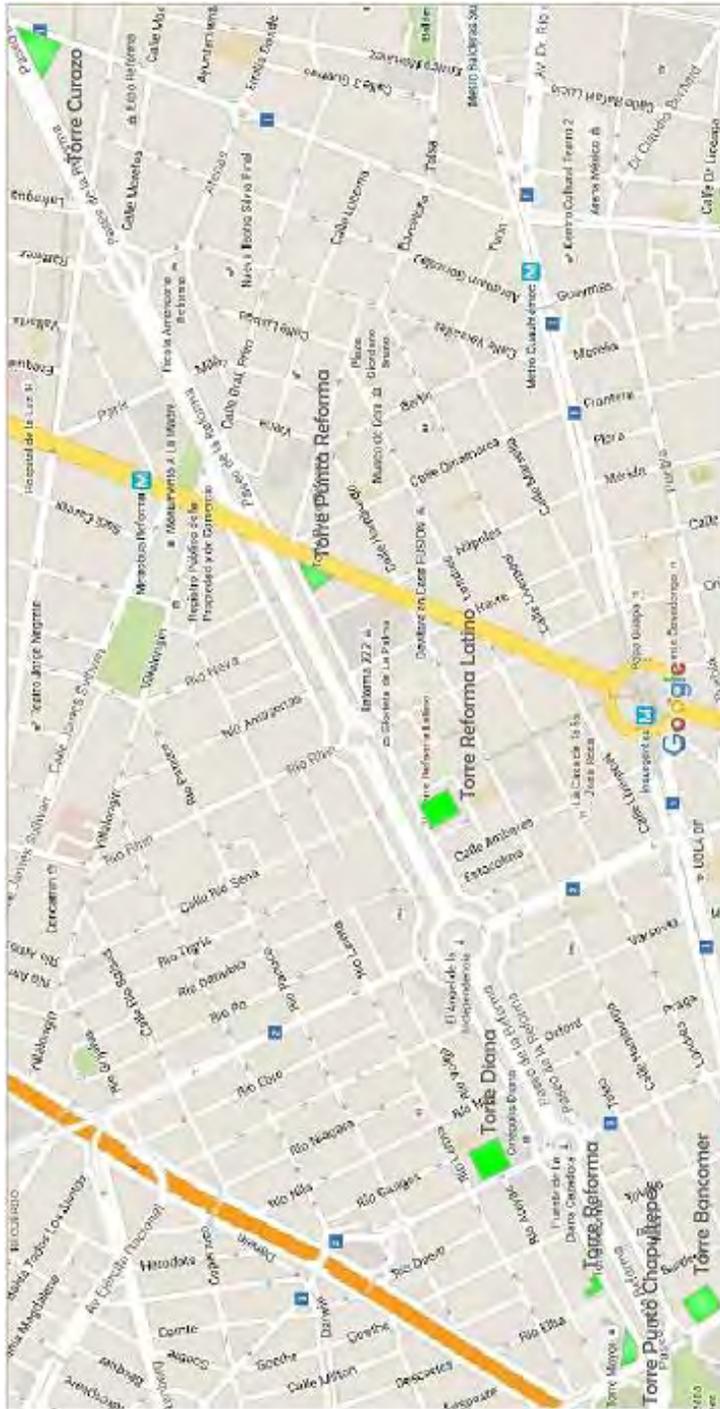
Esta vialidad pasó de ser en sus principios como se detalla en la reseña histórica de este mismo capítulo, de uso exclusivamente habitacional a financiero y comercial a lo largo del tiempo, entre esos edificios se encuentran, la Embajada de Estados Unidos, la Bolsa Mexicana de Valores, el Mercado Bursátil, entre otras sedes importantes principalmente bancarias (Paseo de la Reforma nuevos proyectos de clase mundial, 2016).

Sin embargo no siempre fue así, entre las décadas de los años 70, 80 y 90 hubo un abandono en esta avenida puesto que la inseguridad proveniente principalmente del Centro Histórico, obligó a muchos corporativos a emigrar a Polanco, Santa Fe y Lomas de Chapultepec, y durante muchos años los edificios de ahí eran de uso exclusivo del gobierno de la ciudad (Paseo de la Reforma nuevos proyectos de clase mundial, 2016).

Tras algunos intentos del gobierno mexicano por bajar los índices de delincuencia en la zona y reactivar la economía, tras el Informe Giuliani -que no es más que una estrategia por parte de un asesor extranjero que tuvo como objetivo principal terminar con la inseguridad de la zona- el gobierno impulsó la inversión inmobiliaria a través de cuatro fases del tal informe (Paseo de la Reforma nuevos proyectos de clase mundial, 2016).

A continuación mencionaremos cinco nuevas torres sobre Avenida Reforma, algunas en proceso de construcción, otras ya en uso actualmente, que no sólo han cambiado la imagen urbana de esta zona de la ciudad, sino que han desencadenado una serie de cambios entre ellos la aportación de

Contaminación Auditiva desde su proceso de construcción hasta su uso que más adelante mediremos y compararemos conforme a las normas mexicanas establecidas, así como su afectación a la salud.



## MAPA BASE DE UBICACIÓN DE TORRES

## ***TORRE BANCOMER***

Los despachos encargados de esta obra fueron, el despacho mexicano Legorreta+Legorreta y Rogers Stirk Harbour + Partners, es la sede del banco BBVA Bancomer a nivel Latinoamérica, se proyectó para 4,500 empleados aproximadamente y un estacionamiento para 3,500 vehículos, su altura tomando en cuenta sus dos antenas es de 235 metros en 50 pisos (UNAM | Facultad de Arquitectura, 2017).



***Foto: Autor***

## **TORRE PUNTO CHAPULTEPEC**

El despacho KMD Architects es quien está a cargo de esta torre, justo al lado izquierdo de la Torre Mayor, se proyectó para uso habitacional, hotel y oficinas, repartidos en 59 niveles con un total de 238 metros de altura (UNAM | Facultad de Arquitectura, 2017).



**Foto: Autor**



**Foto: Autor**



**Foto: Autor**



**Foto: Autor**

## ***TORRE REFORMA***

Esta torre se encuentra en trabajos finales, tiene una ocupación actual del 60%, pues aún están trabajando en los últimos niveles, sin embargo los primeros niveles ya están en uso, tiene 57 pisos en 244 metros de altura, su uso es habitacional y renta de oficinas (UNAM | Facultad de Arquitectura, 2017)



***Fotos: Autor***

## ***TORRE REFORMA LATINO***

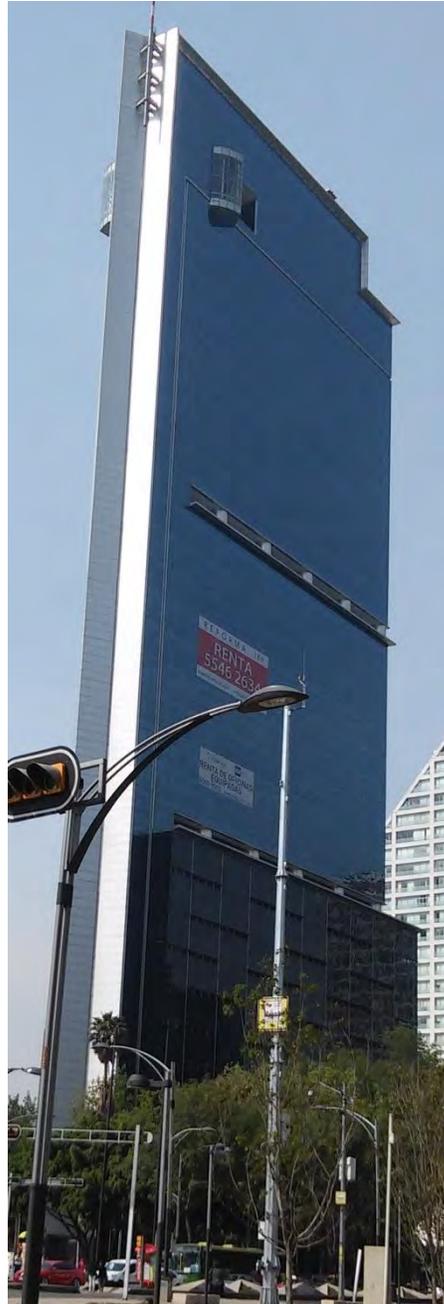
Esta torre se finalizó en 2015 a cargo del despacho Landa Arquitectos, tiene 44 niveles y 179 metros de altura, se construyó en lo que antiguamente se conocía como el Cine Latino de ahí su nombre, este edificio es para uso exclusivo de oficinas (UNAM | Facultad de Arquitectura, 2017).



***Fotos: Autor***

## ***TORRE PUNTA REFORMA***

Este proyecto se inició desde 2008 sin embargo, estuvo parado el proyecto hasta el año 2010 cuando la firma ZVA retomó y finalizó el proyecto, tiene 37 pisos en 185 metros de altura (UNAM | Facultad de Arquitectura, 2017)



***Foto: Autor***

## ***TORRE CUARZO***

Esta torre en realidad son dos torres, que cuentan en su interior con oficinas, restaurantes, y un hotel, además de un gran estacionamiento, la primer torre de ellas cuenta con 27 niveles en 110 metros de altura y la segunda tiene 40 niveles en 180 metros de altura, el despacho responsable es Richard Meier and Partners, estas torres actualmente se encuentran en etapa de acabados (UNAM | Facultad de Arquitectura, 2017)



**Foto: Autor**



**Fotos: Autor**



Las torres anteriormente mencionadas son los inmuebles en donde está investigación se centra, ya que por el número de torres construidas, la cercanía entre ellas, su magnitud y uso, son focos de ruido muy importantes que en los últimos años ha causado molestias en los vecinos aledaños, estas molestias se demuestran en la cantidad de denuncias por tema de ruido y vibraciones ante la PAOT ( Procuraduría de Ambiente y Ordenamiento Territorial ) y que en capítulos sucesivos expondremos y analizaremos.

El tema del ruido es un tipo de contaminación que por su naturaleza no tiene efectos visibles, tangibles ni acumulativos en el ambiente sin embargo, causa daños irreversibles en la salud de quienes están expuestos a niveles altos de ruido por tiempos prolongados o continuos.

### ***1.3 ANTECEDENTES DE MEDICIONES DEL RUIDO EN AVENIDA PASEO DE LA REFORMA.***

Es importante enfatizar que hablar de antecedentes de mediciones de ruido como tal, es difícil puesto que la medición del ruido es un tema que ha ido tomando fuerza con el tiempo y que sólo existen registros en los últimos 5 años aproximadamente y en muy pocas instancias que podemos considerar oficiales, por ello es que para efectos de esta investigación se consideran antecedentes de ruido los cambios urbanos que implican cambios radicales en la actividad de dicha avenida o que por su naturaleza agregaron este contaminante a la ciudad.

Un primer antecedente lo tenemos en 1895 cuando llegan a México los vehículos automotores utilizando gasolina, antes de este acontecimiento no se oían en las calles y avenidas más que caballos y carruajes jalados también por animales, este se considera el primer antecedente de ruido que cambió el ambiente auditivo urbano de la avenida y que sin duda ha ido en aumento y ha permanecido hasta nuestros días ("Fundamentos de computación. Ingeniería Mecánica", 2012).

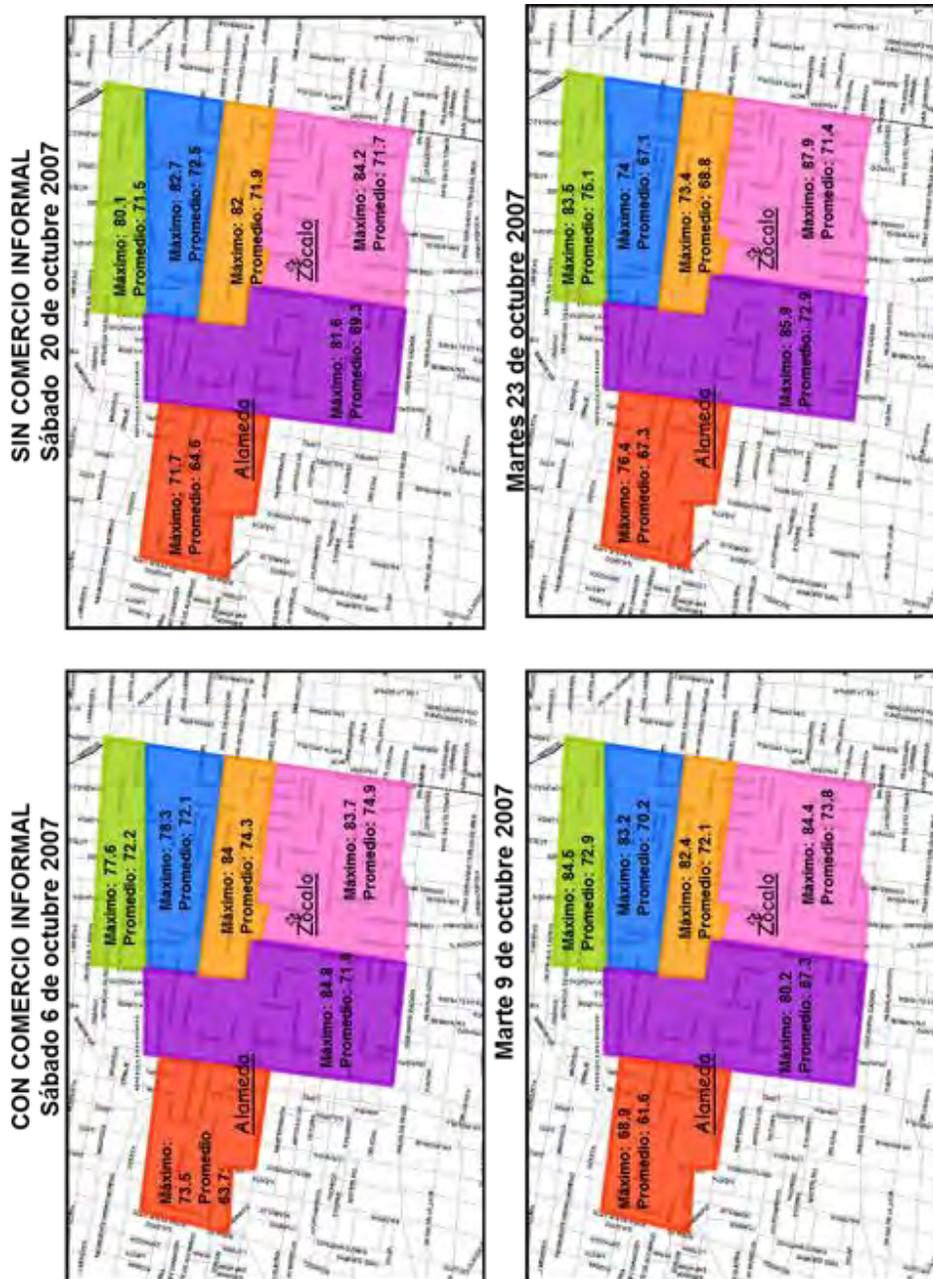
A partir de ese momento el ruido en esta avenida llegó para quedarse, y hasta el día de hoy ha ido en incremento por varias razones como, el crecimiento natural de la ciudad, el crecimiento demográfico, la llegada de grandes corporativos a la Ciudad de México, y la transformación que de manera natural, dada por el crecimiento económico del país, ha suscitado incrementos en transporte público, edificaciones y por supuesto vehículos automotores.

Después de ese acontecimiento y hasta la fecha sólo existen dos antecedentes oficiales conocidos para vislumbrar en cifras reales el problema del ruido en la zona de Av. Paseo de la Reforma.

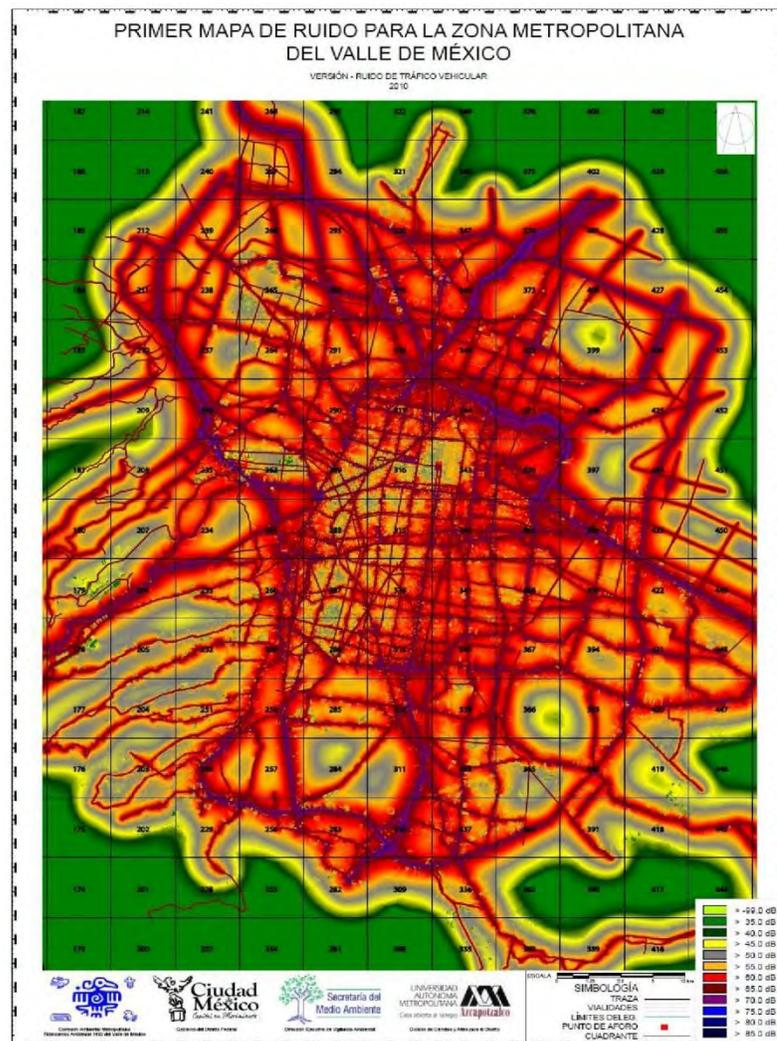
El primero de ellos fue una toma de mediciones hechas por la Procuraduría Ambiental y de Ordenamiento Territorial (PAOT) como respuesta a una serie de denuncias hechas por personas en el Centro Histórico a causa de un establecimiento que emitía altos niveles de ruido en la zona, después de varias denuncias y quejas ciudadanas dicha Procuraduría decidió hacer un riguroso estudio de Ruido en la zona del centro de la ciudad (Procuraduría Ambiental y de Ordenamiento Territorial, 2007)

Cabe mencionar que dentro del informe final, existen resultados de unas encuestas hechas a ciudadanos de la zona, en donde refleja entre otras cosas que una razón por la que las personas no vivirían en Centro de la ciudad es precisamente por la contaminación auditiva que prevalece en ese punto, estos resultados se encuentran en el Informe Final del Proyecto de Investigación y Sondeo de Opinión que tuvo como finalidad precisar políticas con miras a cancelar o mejorar el espacio público en el Centro Histórico, dichos resultados de la medición de ruido también sirvieron para la realización de la Recomendación 7/2007 de dicha Procuraduría (Procuraduría Ambiental y de Ordenamiento Territorial, 2007)

El estudio de medición anteriormente mencionado y el cual se anexa al final de la investigación, es uno de los antecedentes de medición de ruido más cercanos al sitio de estudio de Av. Paseo de la Reforma, el cual sirvió como primer acercamiento a la metodología que se llevó a cabo para las mediciones futuras.



El segundo antecedente es el primer mapa de ruido de la Ciudad de México elaborado por el Laboratorio de Análisis y Diseño Acústico de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) Azcapotzalco en 2010 sin embargo, es un mapa de ruido vehicular lo cual significa una metodología distinta a la empleada para fuentes fijas, no obstante resulta un antecedente previo en cuanto a mediciones de ruido se refieren en la zona de estudio que compete a esta investigación. A continuación se muestra el mapa antes mencionado.



(M. en D. Fausto E. Rodríguez Manzo, 2011)

Desde hace siete años aproximadamente no se habían realizado trabajos de mediciones en el tema de ruido en Av. Paseo de la Reforma, y en ninguno de los casos se hicieron mediciones de fuentes fijas, como es el caso de esta investigación.

La Secretaria de Medio Ambiente define las fuentes fijas de la siguiente manera;

*“Las fuentes fijas o fuentes emisoras son aquellas fuentes ubicadas dentro del territorio del Distrito Federal, en los términos de la Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal; así como los bienes inmuebles en general cuya maquinaria, equipo, instrumentos, herramienta, artefactos o instalaciones que se encuentren en ellos, o por las obras o actividades que en ellos se realicen, produzcan de forma continua o discontinua emisiones sonoras. (SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE, 2014)”*

Según la definición anterior de fuentes fijas, la industria de la construcción entra dentro de este rubro para su medición, es de interés para esta investigación el proceso de construcción empleado para edificios mayores a 180 metros de altura, dadas las características de los mismos, pues actualmente este tipo de edificios esta emboga, dada la expansión y crecimiento en vertical que tienen las ciudades como la de México en todo el mundo.

Justo en este tipo de construcción la industria hace un despliegue de toda clase de maquinaria pesada, herramientas, maniobras, etc, pues se requiere de un gran número de procesos y trabajos para erigir edificios mayores a 40 niveles, lo cual por su naturaleza crea fuertes emisiones de ruido al ambiente y por lo tanto posibles daños a la salud tanto de trabajadores de la construcción, empleados de empresas aledañas y habitantes cercanos a las obras. En el siguiente capítulo expondremos lo referentes a la fisiología del aparato auditivo, así como las afectaciones a la salud, causada por ruido.

## ***CAPITULO 2***

# ***IDENTIFICACION Y CLASIFICACION DE LAS AFECTACIONES DEL RUIDO EN LA SALUD EN AV. PASEO DE LA REFORMA***

## **2.1. SONIDO: CONCEPTOS Y PARAMETROS**

Para entender mejor el tema de ruido es imperante conocer su origen, parámetros de medición y los daños que este ocasiona al oído, por ello es que en este capítulo nos enfocaremos a exponer todos los conceptos y lineamientos que debemos seguir para después centrarnos en el ruido específicamente.

A continuación la autora Pescador Orozco define el sonido y sus características de la siguiente manera;

“El **sonido** es un fenómeno físico, el cual consiste en la propagación de ondas sonoras en un medio, ya sea en un gas, líquido o sólido. Particularmente la velocidad del sonido está en función de la densidad del medio (...) como el espacio exterior, las ondas no serán capaces de viajar, en ese caso el fenómeno del sonido será inexistente.

**Foco o fuente:** Es la parte emisora del sonido.

El sonido puede definirse en términos de las frecuencias que determinan su tono y calidad, junto con las amplitudes que determinan su intensidad.

**Frecuencia:** Es una magnitud de medición que se utiliza para un fenómeno periódico. Esta se define como el número de repeticiones en un determinado tiempo y, de acuerdo al Sistema Internacional de Unidades (SI), la frecuencia se mide en hercios (Hz). En una onda sonora es el número de veces u oscilaciones en un segundo.

**Tono:** Se refiere a la cualidad de la sensación sonora que permite al oído humano distinguir entre un sonido grave o bajo, de otro agudo o alto. El tono se eleva al aumentar la frecuencia.

**Amplitud:** Es la distancia máxima entre el punto más alejado de una onda y el punto de equilibrio o medio.

**Intensidad:** Se define como la cantidad de energía (potencia sonora) transferida por una onda sonora por unidad de área normal a la dirección de propagación. Está relacionado con la amplitud de la onda sonora y con la cantidad de energía transportada. Desde un punto de vista subjetivo, indica si el sonido es fuerte o débil.” (Pescador Osorio, 2013)

## 2.2. COMO PERSIBE LOS SERES HUMANOS EL SONIDO

El sonido es percibido por nuestro oído en donde se codifica para llevar después información al cerebro, debemos recordar que el oído tiene dos funciones principales, el equilibrio y percibir el sonido, como mejor nos expone Ramos Hernández;

“Los seres humanos percibimos el sonido a través de uno de los cinco sentidos que es el oído. El oído es un órgano sensorial que posee mecanoreceptores altamente especializados, algunos de los cuales tienen como función la recepción de ondas sonoras y otros proporcionan el sentido del equilibrio. El oído humano se divide en tres partes: oído externo, oído medio y oído interno.” (Ramos Hernández, 2014)

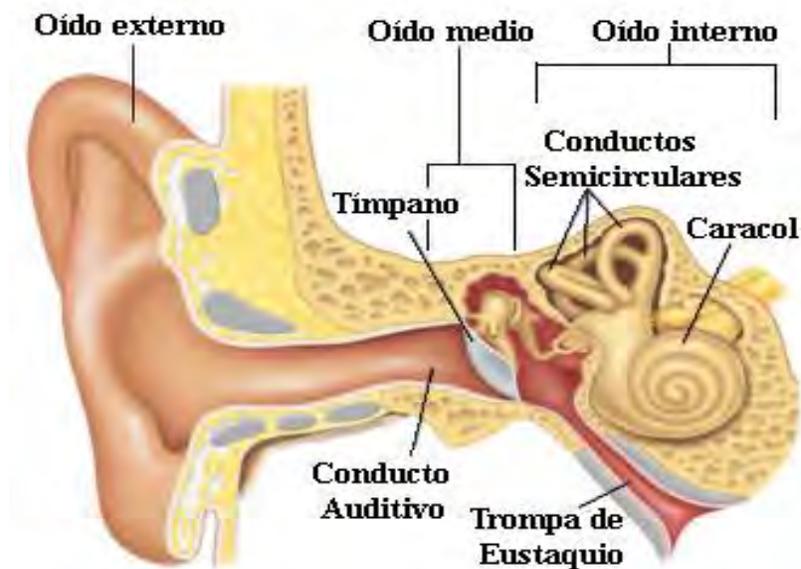


Fig. 2. (Estructura del oído, 2011)

Los sonidos que oímos son resultado de un cambio de presión entre el ambiente en el que vivimos y el oído interno, ya que ambos se encuentran en la misma presión, por ello cualquier variación por mínima que esta sea el oído la detecta a través de la cóclea y lo percibimos como sonido, la cóclea también es la encargada de mandar la información al cerebro a través de un proceso llamado transducción auditiva (Pescador Osorio, 2013).

Los humanos solo podemos oír ondas sonoras entre 20 y 20,000 Hz, como nos muestra la siguiente figura.

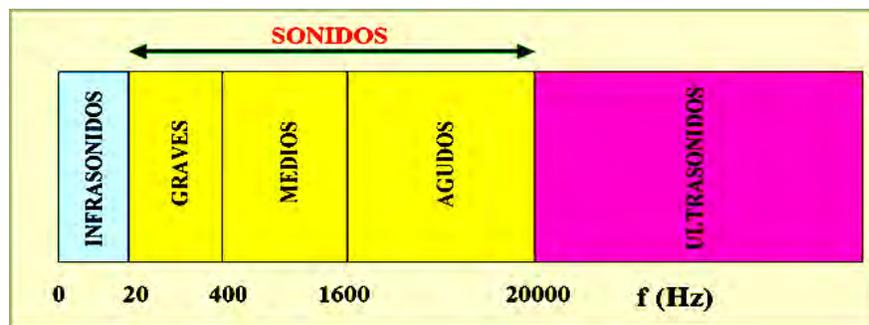


Fig. 3.(Suances in Rock, 2014)

La segunda función y no menos importante del oído es el sentido de equilibrio y que poco se habla de él, sin embargo cuando llega a tener alguna afectación en esta área, las consecuencias podrían ser graves como el hecho de padecer vértigo en algunos casos, Ramos Hernández nos ofrece una explicación más detallada de esta función del oído;

“El equilibrio es el reflejo de una serie de reflejos complejos, mediante los cuales el ser humano es capaz de mantener su postura corporal con respecto a la gravedad e inercia, además le permite percibir su entorno y conocer su posición dentro del espacio. El sistema o aparato vestibular, situado en el oído interno, es el encargado del equilibrio, consta de dos

partes, los órganos otolíticos, que incluyen el sáculo y el utrículo y los canales semicirculares que se proyectan en tres planos, anterior, posterior y lateral. Como función principal tienen la de proporcionar información al sistema nervioso sobre la posición y movimientos de la cabeza, para así mantener adecuadamente el equilibrio. Los receptores del equilibrio en el oído son las células ciliadas especializadas, cada una contiene de 20 a 50 extensiones piliformes.” (Ramos Hernandez, 2014).

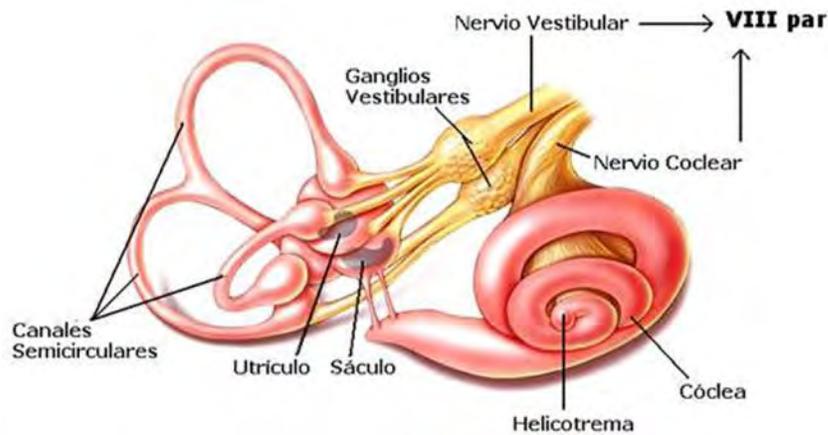


Fig. 4 (Persona y Sociedad II, 2013)

### 2.3. RUIDO

Hemos visto cómo percibe el sonido los humanos, a través de un órgano muy sensible, sin embargo este órgano cuando es expuesto a niveles de sonido altos puede tener daños puesto que su sensibilidad es alta.

El sonido se convierte en ruido en el momento que es molesto y perjudique a quienes lo escuchan, sin embargo aquí entra una cuestión muy subjetiva, ya que el umbral del dolor en cada persona es diferente así como su tolerancia para ciertos sonidos, entonces lo que algunas personas puedan definir como ruido podría no serlo para otras, sin embargo algunos sonidos son definidos en la mayoría de las personas como ruido, algunos casos son el despegue de un avión o la explosión de un cohete (Pescador Osorio, 2013)

El ruido es definido como contaminantes de las ciudades actuales, sin embargo tiene características muy particulares que difieren en mucho con los otros tipos de contaminantes que conocemos, a continuación se mencionan algunas de esas características (Pescador Osorio, 2013)

- “El ruido es el contaminante más barato
- Es de los más fáciles de producir y su emisión requiere muy poca energía
- Debido a sus características físicas es complejo de medir y cuantificar
- No deja residuos
- No tiene un efecto acumulativo en el medio ambiente
- Sí tiene un efecto acumulativo en el hombre
- No se propaga mediante los sistemas naturales, como sería el caso del aire contaminado que se mueve por la acción del viento.
- Se percibe por un solo sentido, lo cual hace subestimar su efecto.
- Se caracteriza por ser una contaminación localizada, por lo tanto afecta a un entorno limitado a la proximidad de la fuente sonora.
- A diferencia de otros contaminantes es frecuente considerar el ruido como un mal inevitable y como el resultado del desarrollo y del progreso.” (Pescador Osorio, 2013)

Conociendo las características del ruido como contaminante y como habíamos mencionado en un principio, es subjetivo definir el ruido en todas las personas, para ello y para su medición se considera el decibelio como unidad de medición del ruido y a través del cual se establecen los parámetros para definir el ruido con mayor precisión, en seguida se señala su definición;

“**El decibelio (dB)** es una unidad que se utiliza para medir la intensidad del sonido y otras magnitudes físicas. Un decibelio es la décima parte de un belio (B), unidad que recibe su nombre por Graham Bell, el inventor del teléfono. Su escala logarítmica es adecuada para representar el espectro auditivo del ser humano.” (Pescador Osorio, 2013)

“El **decibelio del nivel de presión sonora (dB SPL)** toma como referencia el menor nivel de presión sonora que el oído humano medio puede detectar. El menor sonido audible para el ser humano es típicamente 0 dB SPL (umbral de audición). En la práctica, «dB» a menudo significa «dB SPL».”(Pescador Osorio, 2013)

La diferencia entre niveles sonoros es siempre logarítmica, esto significa que la diferencia entre sus resultados no siempre la diferencia aritmética normal que conocemos, es decir, en un ejemplo donde el nivel sonoro sea de 65 dB y un grito es de 80 dB. La diferencia es de 15 dB, pero el grito es 30 veces más intenso. Además del nivel de sonido el tiempo de exposición es muy importante y para tener un parámetro generalmente se consideran 8 horas que son el tiempo laborable en México. (Pescador Osorio, 2013)

La fórmula general para tener un daño auditivo es la siguiente:

### DAÑO AUDITIVO= NIVEL DE RUIDO + TIEMPO DE EXPOSICION

A continuación se presenta una tabla que muestra los decibeles generados por algunas fuentes comunes dentro de una ciudad como la de México:

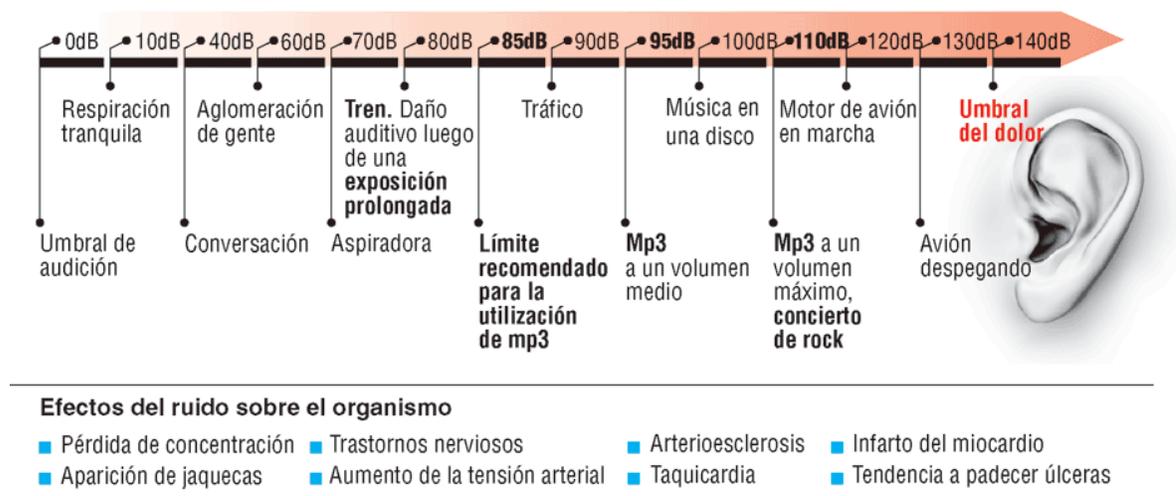


Fig. 4. ("Alertan sobre el daño en los oídos de auriculares", 2011)

El ruido se puede clasificar en varios tipos dependiendo de sus características, sin embargo los más comunes dentro de las ciudades son los siguientes:

**“Ruido ambiental:** Se define como el ruido asociado a un ambiente determinado, el cual se compone de fuentes próximas y lejanas. Estas corresponden con el espacio ambiental como la flora, fauna y toda fuente que no impacte de manera significativa en la zona.

**Ruido continuo:** Se caracteriza por tener un nivel constante de presión sonora durante el periodo de estudio. Un ejemplo de este caso es el ruido generado por un motor eléctrico.

**Ruido intermitente:** Se caracteriza por tener caídas bruscas hasta el nivel ambiente de forma intermitente, volviéndose a alcanzar el nivel superior en repetidas ocasiones. Para considerar un ruido como intermitente es necesario que el nivel superior se mantenga por más de un segundo antes de volver a tener una caída en el nivel. Como ejemplo de este caso se considera el accionar de un taladro.

**Ruido de impacto:** Se caracteriza por una elevación brusca de ruido en el periodo de estudio. Para ser considerado un ruido de impacto es necesario que la elevación del nivel se produzca en un tiempo inferior a 35 milisegundos y esta mantenga una duración no más de 500 milisegundos. Por ejemplo, el martilleo que requiere el hincado de pilotes para su colocación es un ruido de impacto.” (Pescador Osorio, 2013)

## **2.4. CONTAMINACION AUDITIVA**

El ruido es considerado un contaminante actualmente puesto que daña el ambiente y por tanto a los seres vivos de su hábitat, diferentes organismos alrededor del mundo han tomado decisiones y acuerdos para mitigar los daños provocados por dicho contaminante. Uno de estos organismos es la Unión Europea que en temas de Medio Ambiente ha influenciado a México para tomar medidas respectivamente.

La contaminación, según esta definición, “es el desgaste del resultado de la presencia de elementos dañinos o el incremento excesivo de ciertos elementos que son parte del medio ambiente. Los elementos que provocan la alteración del medio ambiente se designan contaminantes y llegan a encontrarse en el aire, agua y cielo.” (Peña Losano, 2015). El ruido es un tipo de contaminante que afecta sobre todos a las grandes ciudades y que pocas veces se toma en cuenta para su estudio, daños al ser humano y mitigación.

La emisión de ruido excesivo que afecta la sociedad en una ciudad no solo daña el oído, sino la calidad de vida dentro de ella y a diferencia de la contaminación visual, los daños que la contaminación sonora tiene al acumularse son irreversible pues pueden ser de tipo fisiológicos y psicológicos (Ugarte Alba y Mosqueda Matos, 2016).

Organizaciones en todo el mundo que se dedican a contrarrestar el efecto del impacto ambiental sobre nuestro planeta, instan a los gobiernos a tomar medidas más estrictas para combatir el efecto que esté tiene sobre los seres humanos. La Unión Europea a través de su Comisión Europea emiten acuerdos y recomendaciones a los países que la conforman, los cuales no siempre son parte geográfica de Europa, sino que como México suelen adoptar o apoyar sus resoluciones para elevar la calidad de vida de la población en diferentes áreas. (European Union website, the official EU website - European Commission, 2016)

La Asociación Estratégica por ejemplo, se formó a partir del año 2000 como parte de los esfuerzos que se han tenido entre la UE y México, como resultado del interés común en dar solución a muchos de los problemas de cohesión social, justicia y problemas de medio ambiente, a través de esta asociación el dialogo en este tipo de temas puede ser más profundo y llegar a soluciones más coherentes con el ámbito social nacional. (European Union website, the official EU website - European Commission, 2016)

Los temas a tratar por parte de la Asociación se dividen en cuatro rubros:

1. “**Temas políticos** , como el multilateralismo, democracia, Derechos Humanos, Estado de Derecho, diálogo cultural, América Latina, integración regional.
2. **Temas de seguridad** , como la lucha contra el terrorismo, crimen organizado, narcotráfico y trata de personas.
3. **Temas medioambientales** , como cambio climático, desastres naturales, lucha en contra de la sobre explotación de recursos marinos. (Es en este rubro donde se han emitido una serie de acuerdos trascendentales para la toma de decisiones en el tema de contaminación acústica.)
4. **Temas Socio Económicos** , como la política de desarrollo, inversión y responsabilidad social, innovación y derechos de propiedad intelectual, mercados abiertos, políticas sociales, derecho a un trabajo decente y seguridad social, migración, pobreza, estabilidad macro-financiera , buena gobernanza en el área fiscal, seguridad energética, sustentabilidad y mayor eficacia y por último precios de alimentos.” (Eeas.europa.eu, 2016)

Por lo anterior la UE es un referente universal en donde se apoya esta investigación para fines de consulta puesto que considerar los acuerdos emitidos por la UE es considerar el punto de vista y aceptación de 28 países europeos los cuales son punta de lanza en temas globales como el cambio climático y todas sus implicaciones, aun mas, es considerar las soluciones que estos países toman y han implementado para disminuir los efectos sobre la

población, así como su conocimiento sobre estos mismos temas y dada la relación bilateral que México tiene con la UE es preciso tomarla en cuenta para fines científicos.

### ***Actividades de construcción que generan ruido***

Los libros verdes son documentos emitidos por la Comisión Europea donde se publican distintas recomendaciones, enmiendas, fallos, debates, etc., de temas que en ella se discuten. (Ec.europa.eu, 2016)

En el Libro Verde publicado el 4 de noviembre de 1996 se señala que cerca del 20% de los habitantes de Europa occidental, es decir, cerca de 80 millones de habitantes, se exponen diariamente a niveles de ruido considerados peligrosos para los expertos derivados de la actividad industrial, recreativa y de tránsito. (Eur-lex.europa.eu, 2016).

En México entre los años 2012 y 2014 la industria de la construcción ocupó el primer lugar en el PIB nacional a pesar de que en 2013 reflejó un descenso, no fue suficiente para que dejara su primer lugar a nivel nacional, en segundo lugar la industria Inmobiliaria figuraba ese mismo año, en donde el 52% lo representó el sector privado y el 48% el sector público (Agencia de Gestión Urbana de la Ciudad de México, 2014).

Algunas de las principales fuentes de ruido generadas por actividades propias de construcción son las siguientes:

- Martillos rompedores
- Revolvedoras
- Excavadoras
- Pilotadoras
- Compresores
- Bombas

- Trabajos de terminación
- Bailarinas
- Gruas, etc.

Para poder determinar que efectivamente esta actividad humana genera ruido es necesario en principio fijar algunos conceptos y parámetros, tales como: sonido, medición del sonido y decibeles. Así como determinar en qué momento un sonido se convierte en ruido y afecta al ser humano.

## ***2.5 EFECTOS DEL RUIDO EN LA SALUD***

Aunque muchas veces no lo percibimos al estar expuestos a niveles de ruido elevados podemos tener daños dentro del oído, sin embargo como estos daños no son visibles y no son incapacitantes de manera inmediata, se suele pasar por alto sin atender la molestia o síntoma hasta que el daño ya es irreversible, en este apartado veremos algunos de los daños causados por ruido y que resultan más comunes de lo que se cree.

El ruido se considera nocivo para el ser humano ya que destruye células del oído interno lo que causa con el tiempo pérdida temporal de la audición y en ocasiones llega a ser permanente, los efectos del ruido en ciudades como la de México hoy en día son considerados como problemas de salud pública. (Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, 1976). Como lo detalla Sandoval Villegas;

El ruido no solo afecta al órgano que lo percibe, si no a los sistemas que están conectados a él, estos daños pueden ser “Auditivos” y “No auditivos”. Los daños auditivos son todos aquellos que perjudican el órgano físico como tal o por el desgaste del mismo, y los daños “no auditivos” son todos aquellos que se relacionan o son provocados directamente por ruido como, irritabilidad, daño psicológico, desconcentración, entre otros (Sandoval Villegas, 2003).

En la siguiente tabla se dividen estos dos tipos de daños:

<b>Daños auditivos (traumáticos)</b>	<b>Daños no auditivos (no traumáticos)</b>	<b>Daños en el Sistema Vestibular</b>
Hipoacusia (pérdida parcial de la capacidad auditiva, unilateral o bilateral)	Perturbación del sueño	Vértigo (ilusión de movimiento)
Tinnitus (trastorno auditivo donde se presenta un ruido sin fuente de sonido externo, por exposición a sonidos altos)	Estrés	Desbalance (pérdida del sentido de gravedad y ubicación corporal)
Otalgia (dolor de oído)	Fatiga	
Sordera	Falta de rendimiento	

(Ramos Hernández, 2014).

Dentro de los daños auditivos traumáticos, la hipoacusia es la más común en las personas expuestas a ruido constante, a continuación se muestra una tabla de los diferentes niveles de hipoacusia, los decibeles que la generan y finalmente algunos síntomas perceptibles con los cuales podemos autoevaluarnos y conocer si tenemos algún grado de hipoacusia.

<b>Grado de hipoacusia</b>	<b>Umbral de audición</b>	<b>Déficit auditivo</b>
Audición normal	0-25dB	
Hipoacusia leve	25-40dB	Dificultad en la conversación en voz baja o a distancia.
Hipoacusia moderada	40-55dB	Conversación posible a 1 o 1,5 metros.
Hipoacusia marcada	55-70dB	Requiere conversación en voz alta
Hipoacusia severa	70-90dB	Voz alta y a 30 cm.
Hipoacusia profunda	>90dB	Escucha sonidos muy fuertes, pero no puede utilizar los sonidos como medio de comunicación.

("Efectos y normativa", 2017)

Otro tipo de daños que provoca el ruido se han ido descubriendo a través del tiempo, como la relación con enfermedades cardiovasculares, que en 1987 el Ex Cirujano del Servicio de Sanidad Pública en Estados Unidos explicó de la siguiente manera “la tensión aumenta la secreción de adrenalina, la cual a su vez aumenta la secreción de ácidos grasos en el torrente sanguíneo, lo que va asociado con un aumento de colesterol” (Sandoval Villegas, 2003). Las vibraciones provocadas por el ruido que recorren huesos y músculos dentro del cuerpo favorecen algunas enfermedades del corazón y posibles infartos. (Sandoval Villegas, 2003).

Personas que sufren de alteraciones en el sistema circulatorio o cardíacos, son propensos a empeorar con el tiempo si se exponen continuamente al ruido, ya que la tensión en la sangre aumenta con la exposición al ruido por un tiempo prolongado después de que la fuente emisora del ruido ha cesado y el regreso a la normalidad es paulatino. (Sandoval Villegas, 2003).

Una investigación publicada en *Environmental Health Perspective* (Perspectivas de Salud Medioambiental) tres por ciento de las muertes por enfermedades del corazón, son causadas por exposición al ruido a largo plazo en Europa cada año. (Holzman, 2014)

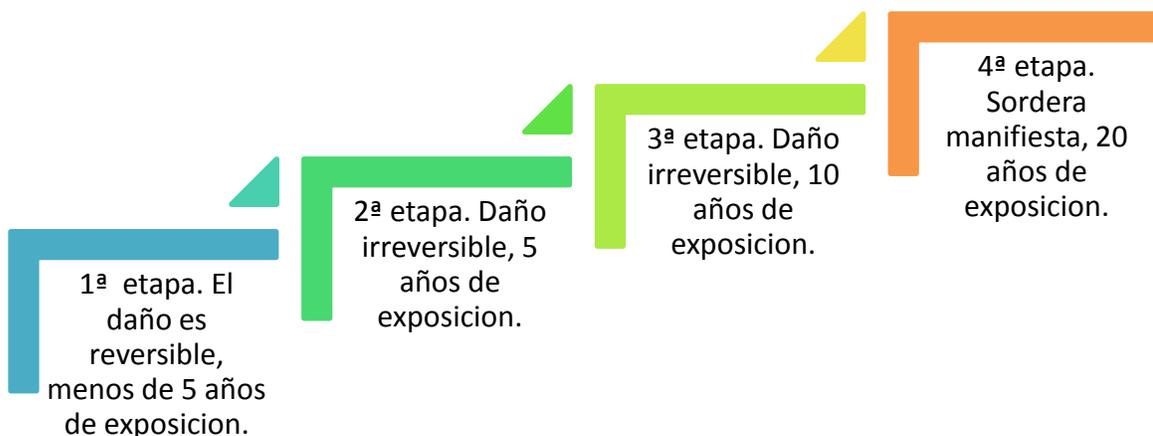
*“Una de las maneras clave (en que el ruido afecta el corazón) es mediante la elevación de las hormonas del estrés como el cortisol, la adrenalina y la noradrenalina, que, con el tiempo, puede conducir a la presión arterial alta, el accidente cerebrovascular y la insuficiencia cardíaca. Una revisión de la investigación mostró que “la excitación asociada con la exposición al ruido durante la noche aumentaba las concentraciones de estas hormonas en sangre y saliva, incluso durante el sueño”. (Holzman, 2014)*

El impacto puede ser significativo. Entre las mujeres que se consideran sensibles al ruido, la exposición crónica al ruido aumenta el riesgo de mortalidad cardiovascular en un 80 por ciento. (Holzman, 2014)

De igual manera está relacionado con problemas estomacales la exposición a niveles de ruido por encima de los 80 dB puesto que provocan contracciones estomacales cuando la exposición al ruido es corta, sin embargo en exposición prolongadas puede causar problemas intestinales o incluso úlceras (Sandoval Villegas, 2003).

Los problemas ocasionados por ruido, también llamados trauma acústico van evolucionando conforme las personas se exponen al ruido, lo cual tiene relación directa, como ya se mencionó antes con el nivel de ruido y el tiempo de exposición, en el siguiente esquema se muestran las etapas de la evolución del trauma acústico;

### Etapas de evolución del trauma acústico



Fuente: (Sandoval Villegas, 2003)

En la primera etapa el daño es reversible, siendo la única etapa en la que el daño se puede revertir, puesto que solo existe un cansancio de las células ciliadas del órgano de Corti, como respuesta a una estimulación provocada por sonido. A partir de la segunda etapa el daño es irreversible ya que el daño causa cambios fisiopatológicos en donde las células ciliadas se empiezan a destruir, sin embargo aún en esta etapa el daño se puede considerar mínimo pues la zona afectada aun es circunscrita a la cóclea, es decir, no se daña propiamente. En la tercera etapa además de que el daño es irreversible, empieza a ver destrucción de células ciliadas dentro y fuera de la zona de la cóclea lo que ocasiona un daño más severo. La cuarta etapa es la etapa denominada de sordera manifiesta, según la Escuela Francesa de Audiología, cerca de los 20 años de exposición y como su nombre lo dice es evidente la falta de audición correcta por parte del paciente ya que ha sido afectado todo el órgano de Corti lo que se refleja en la falta de audición propia y por lo tanto cambios en el lenguaje de la persona (Sandoval Villegas, 2003).

Por supuesto que existen factores variables en la determinación del daño causado en el oído, como se señala, Sandoval Villegas (2003);

- Los caracteres físicos del sonido
- El tiempo de exposición
- Características de la exposición y tipo de sonido
- La susceptibilidad individual
- El uso de equipo de protección auditiva adecuado
- Nivel de presión sonora
- Edad

Como señalado hasta ahora la pérdida de audición inducida ruido puede tener varios factores para definir si el daño es leve o grave, sin embargo existen sonidos intensos o “impulsivos” los cuales son ruidos extremadamente fuertes e inesperados que al instante causan daño severo incluso pérdida total de audición al instante o bien por su continuidad (como el caso del ruido generado por obras de construcción) el daño puede ser el mismo. (NIDCD, 2017)

Existe una regla general para evitar el daño en la audición, las cuales son; evitar ruidos demasiado tiempo, demasiado cercanos o altos, puesto que como ya lo mencionamos las células ciliadas del ser humano una vez dañadas no se vuelven a generar como en el caso de los pájaros o anfibios por ejemplo. (NIDCD, 2017)

Investigaciones recientes del Instituto Nacional de la Sordera y Otros Trastornos de la Comunicación en Estados Unidos (NIDCD, por sus siglas en inglés) sugieren que la pérdida de audición temporal, la cual desaparece entre 16 y 48 horas después de haber sido dañado el oído medio, por ejemplo alguna explosión, puede ocasionar daños residuales a largo plazo. (NIDCD, 2017)

Igualmente los investigadores del NIDCD han podido identificar muchos de los genes importantes que intervienen en el desarrollo y funcionamiento de las células ciliadas lo cual podría ayudar y ser clave para el tratamiento de pérdida de audición en un futuro cercano. De igual manera están enfocados en estudiar más a las células de apoyo las cuales sirven de protección a las células ciliadas en el momento de detectar un ruido fuerte. (NIDCD, 2017)

Por otro lado el tinnitus del cual también ya hemos hablado antes, no es una enfermedad como se cree comúnmente, sino un síntoma del sistema auditivo que nos alerta de que algo está mal dentro del oído. (NIDCD, 2017)

Los miembros de las fuerzas armadas por ejemplo entre otras actividades como la construcción también, pueden desarrollar tinnitus si la onda expansiva presiona el cráneo y daña el tejido cerebral en las áreas que ayudan a procesar el sonido, de hecho, es una de las discapacidades más comunes que está relacionada con la actividad militar entre los veteranos que regresan de Irak y Afganistán. (NIDCD, 2017)

La juventud el día de hoy está expuesta a pérdida de audición precoz por el uso excesivo de audífonos, a continuación algunos datos de investigaciones recientes alrededor del mundo incluido México que nos muestran que existen

altas probabilidades que jóvenes usen aparatos auditivos en edades más tempranas que generaciones pasadas.

*“Existen más de 43 millones de jóvenes de entre 12 y 35 años con discapacidades auditivas en todo el mundo. En los países de ingresos medios y altos, casi el 50 % de los jóvenes de entre 12 y 35 años escuchan sus dispositivos electrónicos (MP3, teléfonos móviles y otros) a niveles inseguros. Cerca de un 40 % de estos mismos jóvenes están expuestos potencialmente a niveles excesivos de ruido en discotecas, bares y eventos deportivos, según revela el estudio”. (20minutos.es - Últimas Noticias, 2017)*

*“En México entre el 20 y 30% de los adultos sufren de disminución del sentido auditivo, según cifras del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), algunos de estos casos corresponden a problemas no detectados desde la infancia, otros debido al desgaste natural de este sentido y en la población que se encuentra entre los 16 y 40 años es debido al uso constante de teléfonos celulares y audífonos”. (Janet T. Le hablas, 2017)*

*“Alrededor de un tercio de los adolescentes y jóvenes de hasta 18 años sufre de tinnitus. “Si esta generación continúa exponiéndose a niveles muy altos de ruido, probablemente tendrá pérdida de audición para cuando tenga 30 o 40 años”, sentencia Tanit Ganz Sánchez, otorrinolaringóloga y académica de la Universidad de São Paulo”. (Tiempo, 2017)*

De hecho, un estudio llevado a cabo por Deafness Research UK, una organización inglesa dedicada al estudio de los efectos del ruido, indicó que los jóvenes, los mayores usuarios de las tecnologías del sonido, corren el riesgo de quedarse sordos 30 años antes que las generaciones anteriores. (Tiempo, 2017)

Finalmente es preciso mencionar a grandes rasgos los costos económicos que el Ruido tiene sobre la economía de un país, en Estados Unidos por ejemplo, un estudio reveló que una disminución del ruido de 5 decibeles reduciría la hipertensión en un 1,4 por ciento y enfermedades cardiovasculares

en un 1,8 por ciento. El beneficio económico anual se estimó en 3.900 millones de dólares. (Holzman, 2014)

No se conocen investigaciones recientes en México enfocadas a la estimación del costo económico del Ruido en el país, por lo cual no hay datos duros que nos den una idea de cuánto le cuesta al gobierno la emisión constante de Ruido sobre la salud de la población, sobre todo en zonas laborales o de vivienda.

Sin embargo, a continuación se cita unos breves resultados del costo económico por Ruido que repercute sobre la vivienda en Bogotá:

*“El estudio calculó la ganancia de bienestar por la disminución en los niveles de ruido ocasionado por el tráfico aéreo del aeropuerto El Dorado. Las variables explicativas del precio de las viviendas fueron: la suma ponderada de la distribución espacial de los precios de las viviendas, el área total del terreno, el número de alcobas, el tipo de vivienda, el tiempo de acceso a un centro comercial, el tiempo de acceso a un parque y el nivel de ruido y tráfico aéreo. De acuerdo con los resultados, los signos de las variables explicativas fueron los esperados, es decir, la relación entre el precio de la vivienda y los metros cuadrados, y el número de alcobas, fue directa. De igual manera, cuando los niveles de ruido aumentan el precio disminuye, y viceversa. (Correa, Osorio & Patiño, 2011)*

*La disposición a pagar, por m<sup>2</sup>, por disminución de un decibel en el ruido, cuando se está en niveles de ruido promedio de 70.04dB, es de \$6.333 (valores del año 1998). Ahora, la disposición a pagar por m<sup>2</sup> por disminución de un decibel, cuando se está en niveles de ruido promedio de 55 dB, es de \$8.065 (valores del año 1998). De otro lado, los beneficios totales por persona por m<sup>2</sup> son de \$107.000 por cada propiedad. Si se toma el área promedio de la propiedad en 93.2 m<sup>2</sup>, los beneficios ascienden a \$9'970.000. De la estimación y especificación de los precios hedónicos de la vivienda, se puede observar que el precio de esta crece al disminuir el nivel de ruido. Así, la persona está*

*dispuesta a pagar cada vez más por una reducción adicional de esta externalidad.” (Correa, Osorio & Patiño, 2011)*

Richard L. Neitzel De la Escuela de Salud Pública de la Universidad de Michigan menciona lo siguiente:

*“La mayor parte de Europa occidental está muy por delante de los EE.UU. en la comprensión de la exposición del ruido de la gente. En los Estados Unidos los datos más recientes sobre la exposición al ruido que tenemos son casi 40 años”, mientras que en Europa tienen requisitos para mapear y entender quién está expuesto al ruido y tienen requisitos para hacer algo al respecto. En los Estados Unidos simplemente lo vemos como un subproducto necesario de la tecnología que usamos”. (Holzman, 2014)*

Como se señala en las citas textuales antes mencionadas, el ruido es un factor determinante al momento de elegir donde vivir, pues nadie quiere vivir en zonas ruidosas, por otro lado, el ruido es un mal necesario en ciudades como la de México pues es sinónimo de avance y progreso lo cual cuesta año con año dinero tanto al gobierno como a la población en general por los daños causados por este contaminante.

Para ser más precisos y conocer el daño ocasionado por ruido, las lecturas del nivel de ruido al cual se está exponiendo en determinada situación o lugar nos pueden ayudar a tener una idea del daño ocasionado, en el siguiente capítulo se describe la metodología de medición hecha en Av. Paseo de la Reforma, dentro y alrededor de cinco edificios en distintas etapas de construcción así como trabajos de obra sobre la vía pública de la línea 7 del Metrobus. De tal manera con los resultados obtenidos se podrá ser más preciso en cuanto al daño causado en las personas expuestas al ruido en dicha avenida.

## ***CAPITULO 3***

# ***METODOLOGIA DE MEDICIÓN DEL RUIDO EN AV. AVENIDA PASEO DE LA REFORMA Y SU COMPARACIÓN CONFORME A LAS NORMAS ESTABLECIDAS***

### **3.1. *NORMATIVIDAD NACIONAL***

A causa de los efectos en la salud que puede llegar a ocasionar la contaminación acústica, es necesario que los gobiernos de naciones en donde este tipo de daño afecta a la mayoría de su población dado que tienen ciudades en crecimiento o ciudad grandes establecidas, tomen decisiones al respecto y construyan una serie de políticas y normas que ayuden a mitigar el daño causado o al menos sobrellevarlo de la mejor manera posible.

Como hemos mencionado en el capítulo anterior, los daños en el oído a causa del ruido en la ciudad son muchas veces asintomáticos y cuando existen síntomas o molestias el daño puede ser irreversible.

Por ello este capítulo se enfoca a exponer la normatividad y políticas que existen alrededor de este tema para preservar la salud de la población y de igual manera nos dan indicadores, parámetros y métodos para realizar las mediciones que haremos en un futuro y poder analizarlas.

La Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) es la dependencia del gobierno encargada de emitir las Normas Oficiales en materia de protección al Medio Ambiente. Actualmente existen cuatro Normas oficiales mexicanas en materia de ruido, una de ellas establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición, lo cual compete a esta investigación, la NADF-005-AMBT-2013 (Anexo 1).

Sin embargo mencionaremos otras normas, leyes, políticas o decretos que atañen a esta investigación por brindar datos importantes, parámetros o información precisa para un mejor estudio del tema. De igual manera haremos mención de algunas normas internacionales sobre el mismo tema con el fin de medir el nivel en el que México se encuentra respecto al conocimiento y aborde en temas de contaminación acústica emitida por fuentes fijas como edificaciones de gran altura y sus efectos en la salud de la población.

## ***Constitución Mexicana***

Primeramente en nuestra constitución el artículo 4º decreta que “Toda persona tiene derecho a la protección de la salud. La Ley definirá las bases y modalidades para el acceso a los servicios de salud y establecerá la concurrencia de la Federación y las entidades federativas en materia de salubridad general, conforme a lo que dispone la fracción XVI del artículo 73 de esta Constitución.” (Adicionado mediante Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 03 de febrero de 1983)

Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.” (Reformado mediante Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 8 de febrero de 2012)” (Gobierno de México, 1917).

En la última reforma en 2012 se enfatiza el derecho a un medio ambiente sano para el bienestar de todos y señala que el deterioro ambiental genera una responsabilidad para quien lo provoque, esto debe ser considerado por parte de las constructoras que actualmente y en un futuro pretenden seguir con el desarrollo de sus actividades, en este punto habría que considerar en otro apartado las medidas de mitigación en cuanto ruido generado por las mismas.

De igual manera en el artículo 27 constitucional decreta que “La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de

planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; para el fraccionamiento de los latifundios; para disponer, en los términos de la ley reglamentaria, la organización y explotación colectiva de los ejidos y comunidades; para el desarrollo de la pequeña propiedad rural; para el fomento de la agricultura, de la ganadería, de la silvicultura y de las demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad.” (Reformado mediante Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 6 de enero de 1992)” (Gobierno de México, 1917).

Lo importante del artículo citado anteriormente es el de resaltar que el gobierno debe velar por el interés y bien público antes que el de la iniciativa privada para beneficio de la población, en materia de densificación territorial, este artículo resulta importante para esta investigación ya que en el siguiente apartado aterrizaremos el problema de la contaminación acústica generada por edificios de gran altura, en una de las avenidas más importantes de la Ciudad de México, la avenida Paseo de la Reforma, alrededor de la cual en los últimos años se ha visto un acelerado crecimiento de edificaciones de gran altura lo cual resulta contradictorio con el artículo mencionado anteriormente y de lo cual profundizaremos en su momento.

## ***LEY AMBIENTAL DE PROTECCION A LA TIERRA EN EL DISTRITO FEDERAL***

### ***“SECCIÓN V DE LA CONTAMINACIÓN TÉRMICA, VISUAL Y LA GENERADA POR RUIDO, OLORES, VAPORES Y FUENTES LUMINOSAS***

ARTÍCULO 151.- Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica, lumínica, gases, olores y vapores, así como la contaminación visual que rebasen las normas oficiales mexicanas y las normas ambientales para el Distrito Federal correspondientes. La Secretaría, en coordinación con las demarcaciones territoriales del

Distrito Federal, adoptará las medidas necesarias para cumplir estas disposiciones, e impondrán las sanciones necesarias en caso de incumplimiento. Los propietarios de fuentes que generen cualquiera de estos contaminantes, están obligados a instalar mecanismos para recuperación y disminución de vapores, olores, ruido, energía y gases o a retirar los elementos que generan contaminación visual.” (Asamblea Legislativa del Distrito Federal, 2000)

(ADICIONADO, G.O. 31 DE MAYO DE 2012) Corresponde a la Secretaría, en coordinación con las autoridades competentes, la realización de campañas intensivas de información y orientación en materia de emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica, lumínica, gases, olores y vapores, así como la contaminación visual.” (Asamblea Legislativa del Distrito Federal, 2000)

## ***NORMAS OFICIALES MEXICANAS***

Como lo mencionamos anteriormente la **NADF-005-AMBT-2013** (Anexo 1) es la norma mexicana encargada de establecer los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

En esta norma dirigida a la pequeña, mediana y gran industria, establece definiciones, así como la metodología exacta para la medición y cálculo del nivel sonora de fuentes fijas, metodología que seguiremos más adelante para medir el nivel sonoro de Avenida Reforma.

En resumen se marcan los niveles sonoros máximos en ponderación A (y los horarios en los que están permitidos, los cuales son los siguientes:

- ✓ **De 6:00 a 20:00 – 65 dB (A)**
- ✓ **De 20:00 a 6:00 – 62 dB (A)**

La sanción al incumplimiento de esta norma esta descrito en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, que mencionaremos en seguida, la encargada de vigilar el cumplimiento de esta ley es la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 1988), menciona en su capítulo VIII, artículo 155, lo referente al ruido, mencionando lo siguiente; “queda prohibido las emisiones de ruido en cuanto rebasen los limiten máximo permitidos en las Normas Oficiales Mexicanas para el ser humano según la Secretaria de Salud.” (Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente).

En caso de construcciones de obras o instalaciones las empresas constructoras responsables deberán llevar a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tal contaminación en el equilibrio ecológico y el ambiente.

Las sanciones al incumplimiento de la Norma Oficial Mexicana, están descritas en el capítulo IV Sanciones Administrativas, artículo 171 de la misma Ley y son las siguientes entre otras:

- “Multa por el equivalente de treinta a cincuenta mil días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal al momento de imponer la sanción.
- Clausura temporal o definitiva, total o parcial.
- Arresto administrativo hasta por 36 horas.
- El decomiso de los instrumentos, ejemplares, productos o subproductos directamente relacionados con infracciones relativas a recursos forestales, especies de flora y fauna silvestre o recursos genéticos, conforme a lo previsto en la presente Ley.
- La suspensión o revocación de las concesiones, licencias, permisos o autorizaciones correspondientes.

- En caso de reincidencia, el monto de la multa podrá ser hasta por tres veces el monto originalmente impuesto, así como la clausura definitiva.”

Existen otras cuatro Normas Oficiales Mexicanas que involucran nuestro tema de estudio y que solo mencionaremos para darlas a conocer de manera general puesto que son referentes muy importantes para el análisis que se hará más adelante.

- NORMA MEXICANA DGN-AA-40-1976 “Clasificación de ruidos”
- NORMA MEXICANA DGN-AA-43-1977 “Nivel sonoro emitido por fuentes fijas”
- NORMA MEXICANA NOM-AA-62-1978 “Acustica-Determinacion de los niveles de ruido ambiental”.-
- NORMA MEXICANA NMX-AA-59-1978 “Sonómetros de precisión”

Hasta aquí se exponen la normatividad y reglamentación vigente en nuestro país para regular el tema del Ruido, dentro de las cuales se encuentran sus definiciones, metodologías de medición y sanciones, en el siguiente apartado se exponen algunas normas oficiales a nivel internacional para después poder hacer una comparación con países en diversas circunstancias a las de México, de esa manera podremos tener un panorama diverso del tema del Ruido alrededor del mundo.

### **3.2. NORMAS INTERNACIONALES**

Con el fin de enriquecer esta investigación, resulta importante considerar y exponer los avances en otros países en materia de ruido como contaminante para la población. Además se exponen con la intención de medir en una gráfica el lugar que ocupa México en materia de políticas contra el ruido producido por fuentes fijas.

Se quiso tomar en cuenta una gama representativa de países diferentes a México y similares en cuanto a su nivel de desarrollo social, urbano, etc, se consideraron países de primer mundo, subdesarrollados y países de tercer mundo. Estos son los países y organizaciones de los cuales se exponen sus normas oficiales:

- Latinoamérica: Bolivia, Costa Rica, Colombia, Chile y México
- América del norte: Estados Unidos
- Europa: Suiza y Noruega
- Asia: Singapur, Tokio
- Organización Mundial de la Salud (OMS)
- Unión Europea (UE)

Los países anteriormente seleccionados, fueron elegidos por ser países que se encuentran dentro de listas de países sustentables a nivel mundial o son influyentes en cuanto a políticas públicas en materia de medio ambiente, por ello es que se considera importante exponerlos en esta investigación, para dar a conocer lo que este tipo de países está haciendo en esta materia y cómo podemos aprender de ellos para mejorar las políticas públicas mexicanas en este rubro.

Las siguientes tablas muestran los niveles de ruido permitidos en cada uno de los países señalados y se subrayan las zonas que corresponden al mismo uso de suelo que Av. Paseo de la Reforma o su equivalente para tener una comparativa más rápida.

## COLOMBIA

### NIVELES MÁXIMOS DE RUIDO PERMISIBLES SEGÚN USO DEL SUELO

TIPO DE ZONA SEGÚN USO	NIVEL DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE NPS eq [dB(A)]	
	DE 06H00 A 20H00	DE 20H00 A 06H00
Zona Residencial	65	45
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	75	75
Zona Tranquilidad	45	45

(Casas Garcia, Betancur-Vargas and Montaña-Erazo, 2015)

## CHILE

### NIVELES MÁXIMOS DE RUIDO PERMISIBLES SEGÚN USO DEL SUELO

TIPO DE ZONA SEGÚN USO	NIVEL DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE NPS eq [dB(A)]	
	DE 07H00 A 21H00	DE 21H00 A 07H00
Zona Residencial	55	45
Zona Comercial	60	50
Zona Industrial Inofensiva	65	55
Zona Industrial Molesta	70	60

(Seminario de Ruido UAM Azcapotzalco, 2016)

## BOLIVIA

### NIVELES MÁXIMOS DE RUIDO PERMISIBLES SEGÚN USO DEL SUELO

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

(Presidencia de la Republica, n.d.)

## COSTA RICA

Según el reglamento N° 28718-S.

Ubicación Fuente	Zonas Receptoras							
	Residencial (1)		Comercial		Industrial		Tranquilidad (2)	
	D	N	D	N	D	N	D	N
Zona residencial	65	45	65	55	70	60	50	45
Zona comercial	65	45	65	55	75	65	50	45
Zona industrial	65	45	70	65	75	75	50	45

(1) Incluye centros educativos y servicios a la comunidad.

(2) Incluye Hospitales, Clínicas, Hospitales de Salud Mental, Tribunales de Justicia.

(Gobierno de la República de Costa Rica, 2000)

## ESTADOS UNIDOS-MONTGOMERY

### Maximum Sound Pressure Levels (dB)

Maximum Allowable Noise Levels in Montgomery County		
	Daytime: Weekdays: 7am - 9pm; Weekends & Holidays: 9am - 9pm	Nighttime: Weekdays: 9pm - 7am; Weekends & Holidays: 9pm - 9am
Non-Residential	67 dBA	62 dBA
Residential	65 dBA	55 dBA

(Montgomerycountymd.gov, n.d.)

## SUIZA

### Daytime Exposure Limit Values (06-22 hours), expressed as Lrt

Sensitivity level (Art. 43)	Planning value Lr in dB(A)		Impact threshold Lr in dB(A)		Alarm value Lr in dB(A)	
	Day	Night	Day	Night	Day	Night
I	53	43	55	45	65	60
II	57	47	60	50	70	65
III	60	50	65	55	70	65
IV	65	55	70	60	75	70

(Council, 2016)

## SINGAPUR

### Maximum Permissible Noise Levels for Construction Work Commenced on or after 1er October 2007

#### Monday to Saturday

Types of affected buildings	7am-7pm	7pm-10pm	10pm-7am
a) Hospital, school, institution of higher learning, homes for aged sick, etc.	60 dBA (Leq 12 hrs)	50 dBA (Leq 12 hrs)	
	75 dBA (Leq 12 hrs)	55 dBA (Leq 12 hrs)	
b) Residential building located less than 150 mtrs from the construction site.	75 dBA (Leq 12 hrs)	65 dBA (Leq 12 hrs)	55 dBA (Leq 12 hrs)
	90 dBA (Leq 12 hrs)	70 dBA (Leq 12 hrs)	55 dBA (Leq 12 hrs)
c) Buildings other than those in (a) and (b) above.	75 dBA (Leq 12 hrs)	65 dBA (Leq 12 hrs)	
	90 dBA (Leq 12 hrs)	70 dBA (Leq 12 hrs)	

## Sundays and Public Holidays

Types of affected buildings	7am-7pm	7pm-10pm	10pm-7am
a) Hospital, school, institution of higher learning, homes for aged sick, etc.	60 dBA (Leq 12 hrs)	50 dBA (Leq 12 hrs)	
	75 dBA (Leq 12 hrs)	55 dBA (Leq 12 hrs)	
b) Residential building located less than 150 mtrs from the construction site.	75 dBA (Leq 12 hrs)		
	75 dBA (Leq 12 hrs)	55 dBA (Leq 12 hrs)	
c) Buildings other than those in (a) and (b) above.	75 dBA (Leq 12 hrs)	65 dBA (Leq 12 hrs)	
	90 dBA (Leq 12 hrs)	70 dBA (Leq 12 hrs)	

## TOKIO

1. Regulatory Standards for Noise Emitted from Specified Factories (Summary)				
TimeArea	Daytime	Morning Evening	Nighttime	Applicable Areas
I	45 - 50 dB	40 - 45 dB	40 - 45 dB	Areas where maintenance of quiet is particularly needed to preserve a good living environment.
II	50 - 60 dB	45 - 50 dB	40 - 50 dB	Areas where quiet is needed for as they are used for residential purposes.

<b>III</b>	60 - 65 dB	55 - 65 dB	50 - 55 dB	Areas used for commercial and industrial as well as residential purposes where there is a need to preserve the living environment of local residents.
<b>IV</b>	65 - 70 dB	60 - 70 dB	55 - 65 dB	Areas mainly serving industrial purposes which are in need of measures to prevent the living environment of local residents from deteriorating.

Note: Noise level shall be measured at the boundary line of the specified factory.

(<https://www.env.go.jp/en/laws/air/noise/ap.html>)

### **ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD (OMS)**

<b>Límite</b>	<b>Situación en la que se aplica</b>
50 - 55 dBA $L_{eq}$	Exteriores de día
40 - 50 dBA $L_{eq}$	Exteriores de noche

### **UNION EUROPEA (UE)**

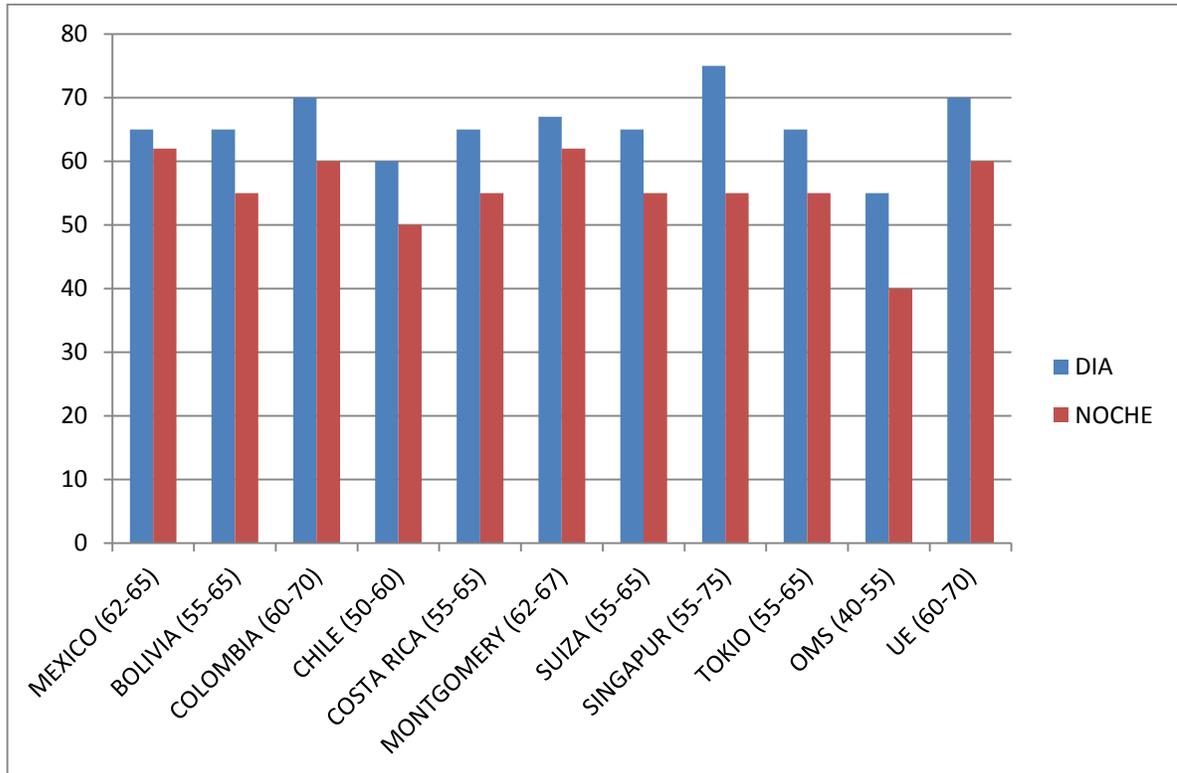
#### **LÍMITES MÁXIMOS DE RUIDO PERMISIBLES SEGÚN USO DEL SUELO**

<b>TIPO DE ZONA SEGÚN USO DE SUELO</b>	<b>LÍMITES DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE NPS eq [dB(A)]</b>	
	<b>DE 06H00 A 20H00</b>	<b>DE 20H00 A 06H00</b>
Zona hospitalaria y educativa	55	45
Zona Residencial	60	50
Zona Residencial mixta	65	55
Zona Comercial	65	55
<b>Zona Comercial mixta</b>	<b>70</b>	<b>60</b>
Zona Industrial	75	65
Zonas de Preservación de Hábitat	60	50

(NORMA TÉCNICA QUE ESTABLECE LOS LÍMITES PERMISIBLES DE RUIDO AMBIENTE PARA FUENTES FIJAS Y FUENTES MÓVILES)

## Resumen de los niveles máximos en día y noche en distintos países

### NIVELES MAXIMOS DE RUIDO (DIA-NOCHE)



Fuente: Autor

La grafica anterior se realizó con el fin de medir el nivel en el que México se encuentra en cuanto a los niveles máximos y mínimos de ruido establecidos alrededor del mundo.

Comparando a México con ciudades parecidas en cuanto a mancha urbana, actividad urbana y densificación, se puede equiparar con ciudades como Singapur, en este caso México se encuentra en una posición media en cuanto a niveles permitidos, sin embargo la norma mexicana, no especifica los niveles máximos establecidos según los diferentes usos de suelo, los niveles establecidos siendo estos (62 dB – 65 dB) son menos a 70 dB, lo que nos indica teóricamente que no existe daño auditivo para la población, excepto en Singapur que rebasa los 70dB establecidos, según la siguiente tabla de la OMS.

<b>Ambiente específico</b>	<b>LA eq (dBA)</b>	<b>Base de tiempo (h)</b>	<b>LAFmax (dBA)</b>	<b>Efecto sobre la salud</b>
Exteriores de zona de vivienda	55	16		Molestia
Interior de vivienda	35	16		Interferencia con la comunicación
Interior de dormitorios	30	8	45	Interrupción del sueño
Exterior dormitorios	45	8	60	Molestia
Interior de aulas escolares y preescolar	35	Durante las clases		Perturbación de la comunicación
Áreas industriales, comerciales y de tránsito, interior y exterior	70	24	110	Deterioro auditivo

Fuente: (ANDALUCIA, n.d.)

Sin embargo esta información se analizara y se hará un comparativo en el siguiente capítulo con los resultados obtenidos de las mediciones hechas en la zona de estudio que describiremos en el siguiente apartado, puesto que la cantidad de demandas a causa del ruido por parte de la población de esta zona de la Ciudad de México pueden ser un indicador que nos advierta que no se están respetando los niveles máximos de ruido permitidos.

### **3.3. METODOLOGIA DE MEDICION**

En la **NORMA AMBIENTAL PARA EL DISTRITO FEDERAL NADF-005-AMBT-2013**, se especifican los límites de nivel sonoro vigente en la Ciudad de México para quienes a través de fuentes fijas emitan ruido al ambiente de la ciudad (Secretaría del Medio Ambiente, 2014). Para efectos de esta investigación y para las mediciones hechas se contó con el apoyo de la Procuraduría Ambiental y de Ordenamiento territorial (PAOT) la cual presto equipo, apoyo técnico por parte de gente experta en el tema y mediciones, así como la supervisión de que las mediciones se hicieran conforme a la norma, y finalmente se obtuvo apoyo para el análisis y procesamiento de la información a través del sistema ocupado por la misma Procuraduría.

De la norma anteriormente referida se describe la siguiente metodología de medición, la cual se utilizará como guía para medir el ruido en Avenida Paseo de la Reforma, específicamente en las zonas aledañas a las torres nuevas construidas y/o en construcción.

**Especificaciones del equipo** necesario para las mediciones ("Norma Oficial para el Distrito Federal NADF-005-AMBT-2013", 2014):

- Un sonómetro de precisión.
- Un calibrador acústico, clase 1.
- Tripode
- Medidor de distancia
- Pantalla contra viento para micrófono
- Cable de extensión para microfono

**Procedimiento de actividades** conforme a la norma establecida para medir niveles de ruido es la siguiente ("Norma Oficial para el Distrito Federal NADF-005-AMBT-2013", 2014):

- 1.- Un reconocimiento inicial
- 2.- Una medición de campo
- 3.- Un procesamiento de datos de medición
- 4.- Elaboración de un informe de medición.

El **reconocimiento inicial** es muy importante dado que en él se identifican las zonas críticas de emisión de ruido y se definen el punto de referencia y los puntos adicionales para la medición ("Norma Oficial para el Distrito Federal NADF-005-AMBT-2013", 2014).

La **medición de campo**. Según la norma establecida para la medición, primeramente se deben calibrarse todos y cada uno de los equipos utilizados para la medición principalmente el sonómetro u algún otro equipo de precisión que se llegue a utilizar, en el caso de la medición elaborad ("Norma Oficial para el Distrito Federal NADF-005-AMBT-2013", 2014).

Como las mediciones se hicieron con apoyo de la PAOT como se mencionó anteriormente, la calibración de los sonómetros empleados se realiza cada 6 meses en laboratorios especiales puesto que la calibración es confiable cien por ciento.

*Tiempo de medición:* El tiempo de medición total para cada zona medida es de 12 minutos, repartidos en todos los puntos de referencia y adicionales, considerando no menos de 3 minutos ininterrumpidos en cada uno de los puntos. ("Norma Oficial para el Distrito Federal NADF-005-AMBT-2013", 2014). Para mayor detalle de los tiempos de medición para cada punto se anexa la norma oficial vigente.

Cuando no es posible tener más de un punto además del punto de referencia, la medición se hace en una sola toma de 12 minutos ininterrumpidos lo cual se especifica en el informe final ("Norma Oficial para el Distrito Federal NADF-005-AMBT-2013", 2014). Este fue el caso de la Torre Reforma Latino.

El **procesamiento de datos de medición** “es una serie de cálculos en gabinete en donde a través de fórmulas preestablecidas se calculan las correcciones a las mediciones hechas en campo.” (“Norma Oficial para el Distrito Federal NADF-005-AMBT-2013”, 2014). En el caso de la presente investigación, el procesamiento de los datos fue hecho a través de un programa elaborado en Excel especialmente para la PAOT.

A continuación se describen algunas consideraciones técnicas que de manera automática están implícitas en el programa de Excel antes mencionado;

*“Componentes de bajas frecuencias.* El valor de corrección por presencia de componentes de bajas frecuencias se determinará conforme a los valores del Nivel equivalente medido con la red de ponderación A (NeqA) y el Nivel equivalente medido con la red de ponderación C (NeqC), determinados durante la medición.

*Componentes impulsivas.* El valor de corrección por presencia de componentes impulsivas se determinará conforme a los valores del Nivel sonoro impulsivo (Ni) y el nivel equivalente medido con la red de ponderación A (NeqA), determinados durante la medición.

*Nivel de fuente emisora corregido (NFEC).* Una vez determinados los valores de corrección (Kt, Kf y Ki) se procederá a compensar el Nefe.” (“Norma Oficial para el Distrito Federal NADF-005-AMBT-2013”, 2014)

El **informe general de medición**, se elabora por cada uno de los puntos medidos, en este caso por una de las Torres medidas, el cual debe contener mínimamente los siguientes datos descritos en la norma oficial vigente:

*“Información general*

- Denominación o Razón social;
- Nombre del propietario o representante legal, en su caso;
- Domicilio;
- El giro o actividad;

- Horario de funcionamiento
- Turnos de operación, en su caso;
- Características de operación normales;
- Características extraordinarias, en su caso;
- La relación y descripción de los equipos, maquinaria, procesos y actividades relacionados con las emisiones sonoras;
- Descripción de la denuncia ciudadana, cuando sea el caso.

*Plano de ubicación.*

El informe deberá incluir un plano o croquis:

- La ubicación exacta, incluyendo su orientación geográfica;
- Los inmuebles colindantes y los sitios relacionados con la queja o denuncia, cuando exista;
- Calles y avenidas colindantes, en su caso;
- Ubicación e identificación clara de los equipos y maquinaria pertenecientes a la fuente emisora;
- La ubicación de los puntos de medición, debidamente identificados.

*Equipo de medición.* El informe deberá incluir:

- Marca, modelo y número de serie del equipo.

*Mediciones.* El informe deberá incluir las mediciones, con la siguiente información:

- Fecha y hora;
- Nombre del responsable;
- El tiempo de medición, en cada punto;
- El valor del NeqA, N50, NeqC y Ni en cada punto, y el Nrf;
- Los espectros de frecuencia de las mediciones.

### **3.3.1. DESCRIPCION DEL SITIO**

En este apartado se hará una breve descripción acerca de las características físicas y climáticas del lugar, como por ejemplo: localización de la zona de estudio, ubicación de cada una de las fuentes fijas y toda aquella información que sea relevante. De igual manera se explicara la problemática del sitio y el estudio de medición propiamente que se realizó.

Determinar la zona de estudio fue una labor en la que se requirió de distintas fuentes de información, desde la lectura de artículos y periódicos como experiencias personales en la zona. El análisis de las dimensiones en cuanto a altura de las torres que se iban medir fue de gran ayuda para determinar las edificaciones específicas que se tomarían en cuenta para el estudio. El reconocimiento del sitio fue una actividad ardua y muy importante, ya que en este se identificaron tanto la ubicación de cada edificio como el nivel de complejidad para cada uno de los puntos de medición.

Como ya se ha mencionado a lo largo de esta investigación el Sitio es Avenida Paseos de la Reforma, en el tramo que corresponde de la Calle Lieja hasta la calle Bucareli en ambos sentidos, las colonias que cubre la avenida, al norte es la Col. Cuauhtémoc y hacia el sur la Col. Juárez, ambas en la Delegación Cuauhtémoc.

El sitio se caracteriza principalmente por su giro comercial y de oficinas más importante de la Ciudad de México, sobre esta avenida se encuentran establecidas empresas y oficinas tales como, La Embajada de Estados Unidos, el Banco Bursátil, varios hoteles, y oficinas matrices de Bancos como Bancomer, plazas comerciales, se encuentra el Ángel de la Independencia el cual es un sitio icono en México que da lugar a muchos movimientos sociales como protestas, marchas y festejos de futbol, entre otros.

### 3.3.2. PROBLEMÁTICA DEL SITIO

El estudio nace a partir de la inconformidad de algunas familias ubicadas en torno a Av. Reforma, debido a las constantes emisiones de ruido provocado por la construcción constante de edificaciones sobre la avenida.

Con el objetivo de estudiar el problema y profundizar más en la problemática de la zona fue necesario adentrarse a más de un reconocimiento del sitio de manera presencial e investigar en distintas fuentes escritas la razón por la cual de unos años para acá existe un boom de la construcción sobre esta avenida.

Cabe mencionar que durante el estudio en gabinete y sitio, se identificaron otro tipo de factores que alteran la vida diaria de las personas, tales como: excesivo tránsito vehicular, comercio ambulante, constantes manifestaciones, pero el factor que más altera la vida de las personas en esta zona es la gran cantidad de establecimientos dedicados al esparcimiento tales como restaurantes, bares y clubs nocturnos.

El siguiente punto a analizar fue la hora de mayor emisión de ruido en la zona, tal información se idéntico con el reconocimiento inicial en sitio de 10 am a 6pm, lo que nos permitió encontrar una tendencia de mayor emisión de ruido dentro de ese horario de 1pm a 4pm.

En general este sitio está inmerso en varias problemáticas urbanas y de estilo de vida, ya que como se mencionó anteriormente la vida nocturna ahí a partir de los jueves a la madrugada del domingo, hace de este lugar una zona sumamente ruidosa y con serios problemas de tránsito, estacionamiento vehicular, circulación segura de bicicletas, distribución y maniobras de productos por parte de proveedores los cuales tienen que distribuir una gran cantidad de comercio en la zona, entre otros.

### 3.3.3. UBICACIÓN DEL SITIO

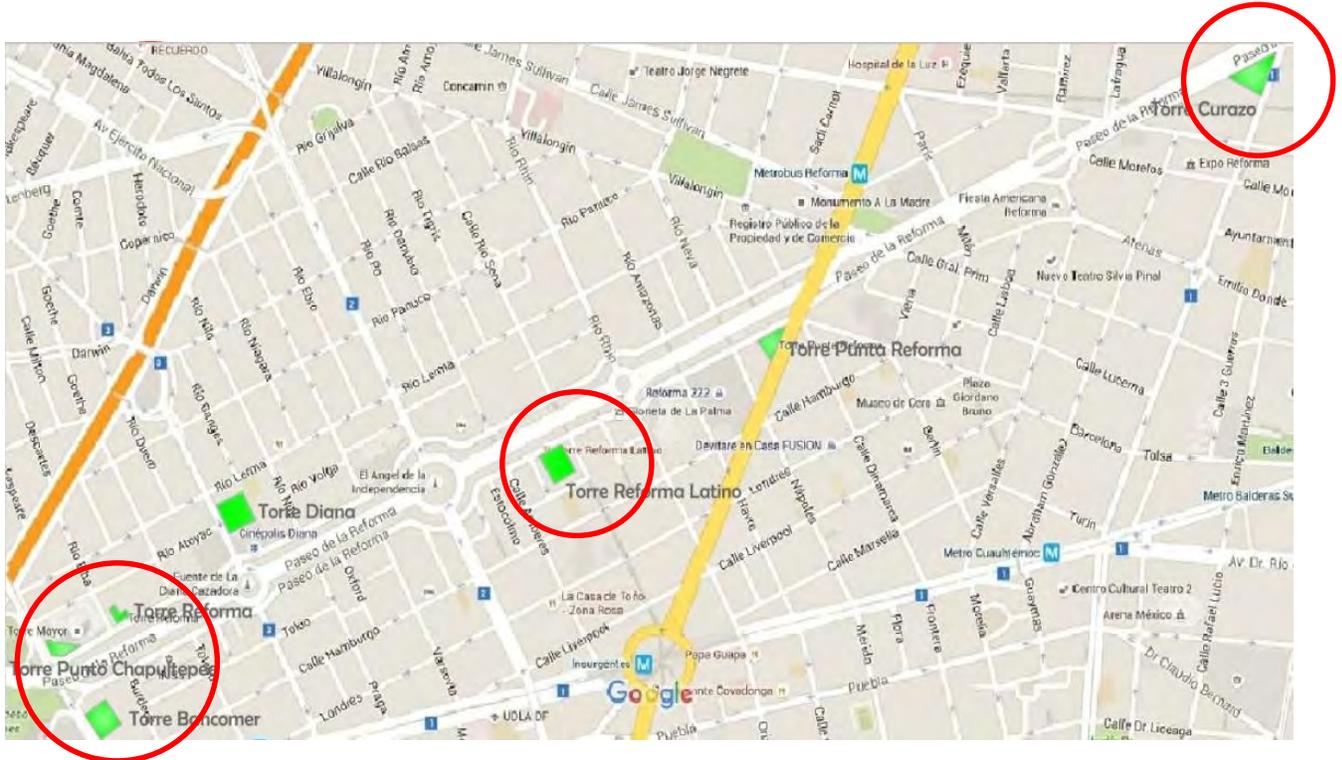
El Paseo de la Reforma es la avenida más importante y emblemática de la Ciudad de México. En sus aproximadamente 14.7 km de largo, corre desde el poniente, en la zona de Cuajimalpa y Santa Fe, pasando por las Lomas de Chapultepec, Polanco y el Bosque de Chapultepec hacia el centro, hasta alcanzar la Zona Rosa y la colonia Juárez, el Centro Histórico y al norte, Tlatelolco y el inicio de las calzadas de Guadalupe y Misterios.

Desde la primera década de los años dos mil, su trazo se extiende entre el entronque de la Avenida Constituyentes, la Carretera Federal No. 15D México -Toluca, Autopista México – Toluca 134D y la Prolongación del Paseo de la Reforma, hasta su encuentro con el Eje 2 Norte en la llamada Glorieta de Peralvillo antes denominada Garita de Peralvillo. (Es.wikipedia.org, 2017)



(Aguirre Botello, 2003)

La sección que comprende este estudio se localiza en el tramo que corresponde a la Antigua Diana (ya no existe) o calle Lieja al Caballito, a lo largo de este tramo es donde se localizan actualmente las torres a medir mayores a 180 metros de altura y que a continuación se marcan en color verde y se encierran en un círculo.



(Fuente: Autor)

### 3.4. TRABAJO DE CAMPO

#### 3.4.1. ANALISIS DE LAS FUENTES FIJAS: ETAPAS DE CONSTRUCCION CONSIDERADAS PARA LA MEDICION DE NIVELES DE RUIDO.

Las etapas de construcción en las cuales se encontraban los edificios desde el momento del reconocimiento del sitio hasta la toma de las mediciones fue variable en todos ellos, puesto que son obras que se iniciaron en su

totalidad en distinto tiempo, sin embargo, para la fecha de las mediciones estas son las etapas en las cuales se encontraban los edificios:

Torre	Etapa de construcción al momento de las mediciones
Punto Chapultepec	Trabajos obra negra
Reforma	Trabajos de acabados
Reforma Latino	En uso
Obra Metrobus	Trabajos iniciales

De las torres que por su altura cubren el requisito de ser torres mayores a 180 metros de altura, dos de ellas la Torre Bancomer y la Torre Punta Reforma, al estar en uso fue imposible tener acceso a las personas correspondientes para brindar la autorización correspondiente para hacer las mediciones, por lo que se descartaron de los trabajos de campo.

Una de las Torres Cuarzo, que igualmente cumplió con la altura fue descartada por las personas de la PAOT, dado que al encontrarse en trabajos finales de acabados, no se hayo al momento del recorrido inicial puntos de referencia críticos para la toma de niveles de ruido. Sin embargo y muy a favor de esta investigación, en ese momento tenía pocos días de haberse iniciado las obras de la línea 7 del Metrobus, la cual se pretende que transite a lo largo de Av. Paseo de la Reforma, en el momento de las mediciones se pudieron tomar lectura de los niveles de ruido emitidos por dos retroexcavadores que en ese momento estaban rompiendo el asfalto de la avenida justo en frente de la Torre Cuarzo, por lo que ese punto se integró de manera espontánea a la investigación.

### 3.4.2. CUANTIFICACION Y CLASIFICACION DE DENUNCIAS EN TEMA DE RUIDO Y VIBRACIONES EN AV. PASEO DE LA REFORMA

Se tomaron en cuenta las denuncias ciudadanas emitidas ante la PAOT en tema de Ruido y vibraciones de los últimos años. Casi el 40 por ciento de las denuncias ciudadanas en la capital –sobre todo de quienes radican en condominios– son por problemas de ruido, según la Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial (PAOT) de la Ciudad de México (CDMX).

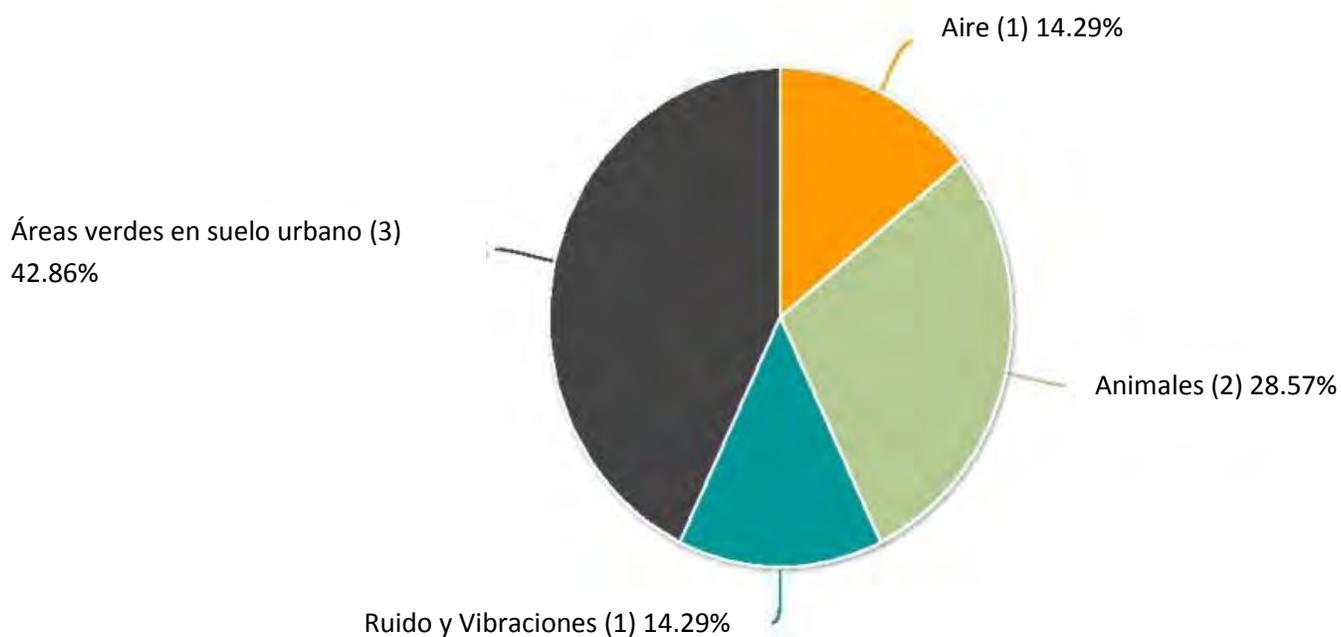


Fuente: PAOT

En la gráfica de barras anterior podemos ver que desde el 2002 que inicio labores la PAOT y se tienen registros de denuncias en la delegación Cuauhtémoc, se aprecia una tendencia al aumento de denuncias gradual, aumentando en promedio 34 denuncias por año, por varios motivos en el tema de Ruido y Vibraciones, este aumento gradual se debe a razones lógicas como el aumento de la población en la delegación, el conocimiento cada vez mayor de denunciar ante la PAOT, por mencionar algunas, sin embargo se nota visiblemente el incremento de denuncias del 2012 al 2013 de 241 denuncias de diferencia, es decir hubo un incremento de aproximadamente siete veces con respecto a la tendencia que se había manejado desde el 2002.

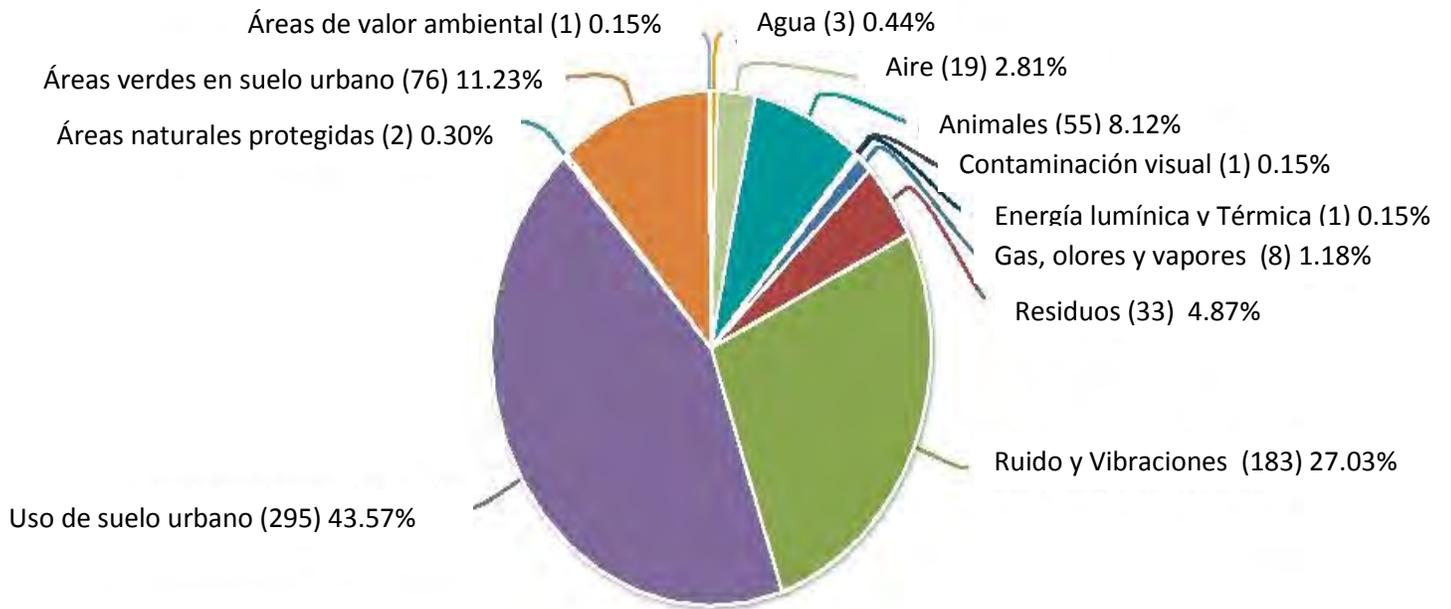
En las siguientes dos graficas de pastel podemos observar la distribución por tema de las denuncias hechas en 2002 y 2013 donde se presenta el incremento desproporcionado.

### DENUNCIAS POR TEMA RECIBIDAS EN 2002

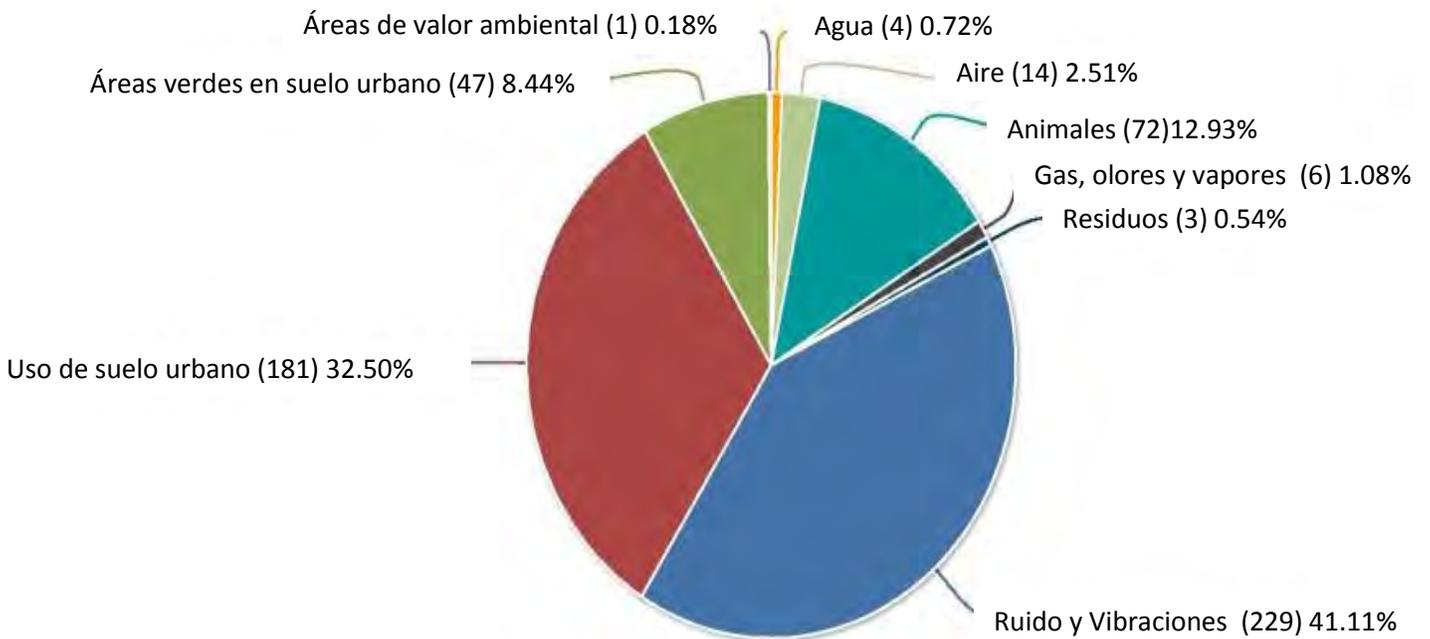


Fuente: PAOT

### DENUNCIAS POR TEMA RECIBIDAS EN 2013



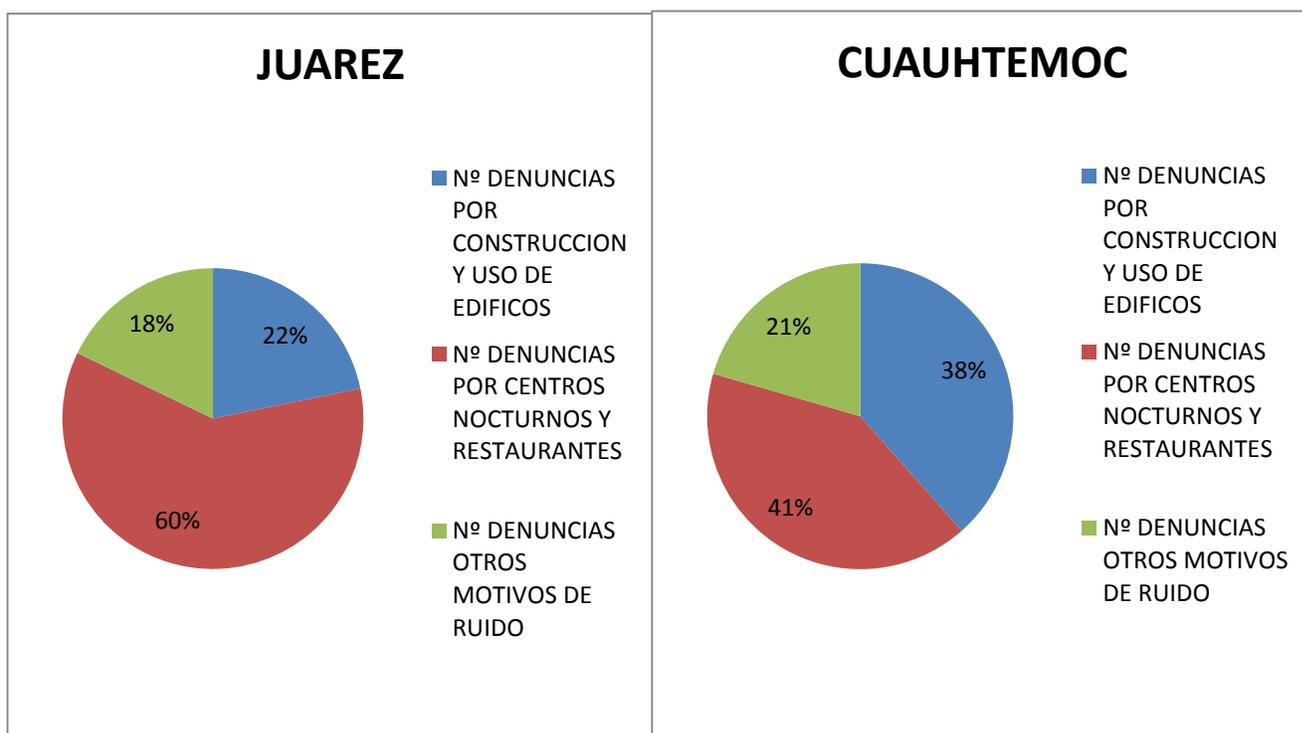
### DENUNCIAS POR TEMA RECIBIDAS EN 2016



Podemos observar que el 43.57% del total de las denuncias hechas en 2013, corresponden al tema de Ruido y Vibraciones en toda la delegación, sin embargo este tema engloba todo tipo de motivos tales como, ruido ocasionado por centros nocturnos, construcción, movilidad, fiestas en casa habitación, extractores, etc.

Por ese motivo se solicitó a la PAOT un listado de los motivos de las denuncias hechas desde el 2002 al 2016 en el tema de Ruido y Vibraciones para de esa manera saber a través de una gráfica, las denuncias hechas solo por motivos de construcción de obras en vía pública y uso de edificios, en las colonias Juárez y Cuauhtémoc, que es nuestra zona de estudio.

En el siguiente cuadro y grafica podemos ver:



Fuente: Autor

Como es de notarse en las gráficas anteriores las denuncias por Ruido y Vibraciones ocasionadas por la construcción tienen el segundo lugar después de Centros Nocturnos y restaurantes, lo cual nos da un indicador del problema que resulta a los habitantes de la zona esta actividad.

### **3.4.3. PUNTOS DE MEDICIÓN: PLAN DE TRABAJO, INSTRUMENTACION, DISTRIBUCION DE LOS PUNTOS DE MEDICION, RESULTADOS OBTENIDOS.**

Hasta ahora tenemos en claro que la industria de la construcción sobre la Avenida Paseo de la Reforma y sus zonas aledañas resulta molesta para los habitantes de la zona, sin embargo para poder determinar con exactitud las fuentes fijas a medir se tuvo que recorrer la zona e identificar edificios mayores a 180 metros de altura en diferentes procesos de construcción, puesto que actualmente existe una tendencia en construir edificios de esas magnitudes en los centros financieros de las ciudades, y México no es la excepción, para poder tener un parámetro comparativo que nos pudiera arrojar resultados en cada una de las partes del proceso, desde la etapa de excavación y cimentación hasta el uso de estos edificios.

#### **Plan de Trabajo**

Para poder armar un plan de trabajo adecuado, se tuvo que pedir apoyo de la PAOT que es la Procuraduría Ambiental y de Ordenamiento Territorial de la CDMX, quienes además de ser expertos en el tema y se dedican a recibir las denuncias y darles seguimiento en este tema, son quienes podían proporcionarnos el equipo adecuado y profesional para hacer las mediciones correspondientes.

Primeramente se solicitó autorización y apoyo de la PAOT, una vez obtenida se hizo un desglose de trabajo el cual fue el siguiente:

## PROGRAMA DE MEDICIONES

FECHA/HORA	MEDICIÓN PROGRAMADA
Martes 07 de febrero 17/10am	Torre Bancomer Torre Punto Chapultepec Torre Reforma
Miércoles 07 de marzo 17/10am	Torre Diana Torre Reforma Latino Torre Cuarzo Torre Punta Reforma

### INSTRUMENTACIÓN

Para la medición de emisiones sonoras, conforme a la presente Norma, se deberá utilizar el siguiente equipo de medición, mismo que deberá cumplir con lo dispuesto en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. (SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE), (2014):

- Sonómetro.
- Calibrador acústico, clase 1.
- Trípode.
- Medidor de distancia.
- Pantalla contra viento para micrófono.
- Cable de extensión para micrófono.

Sin embargo mediante la PAOT fue posible contar con el siguiente equipo:

- Sonómetro: Marca Norsonic, modelo Nor 140, N° de serie 1405241
- Trípode

- No se conto con medidor a distancia ni con pantalla contra viento para micrófono, ni con cable de extensión para micrófono puesto que no fue necesario.
- En cuanto al calibrador, tampoco se conto con uno puesto que la PAOT calibra sus equipos constantemente dado el uso constante que tienen, dado que el equipo que nos proporcionaron ya estaba debidamente calibrado.

## **DISTRIBUCION DE LOS PUNTOS DE MEDICION**

Para poder determinar los puntos de medición de cada torre primeramente se hizo un recorrido alrededor de las torres para poder identificar el proceso de construcción en el que estaban y poder clasificarlas, en este caso el resultado fue el siguiente:

- ✓ Torre Punto Chapultepec: Inicios de etapa de colocación de superestructura de acero y entrepisos de acero.
- ✓ Torre Reforma y Torre Cuarzo: Etapa de acabados
- ✓ Torre Bancomer, Torre Reforma Latino y Torre Punta Reforma: Etapa de uso

Después de clasificar las torres en sus etapas de construcción, se prosiguió a solicitar autorización para tomar las mediciones de ruido dentro de las mismas de sus cuartos de máquinas, plantas de luz extractores, etc, las torres en uso son tres, de las cuales solo tuvimos respuesta de autorización en la Torre Reforma Latino en la cual se midió el cuarto de bombas, en las otras dos torres, Torre Bancomer y Torre Punta Reforma no obtuvimos respuesta de autorización de medición por lo que se tuvieron que descartar del proyecto de investigación.

Ya teniendo las autorizaciones pertinentes el día martes 07 de febrero del 2017 en una primera visita de medición al sitio obtuvimos mediciones de Torre Punta Chapultepec y Torre Reforma, la primera de ellas en la primera etapa de colocación de superestructura y la segunda en etapa de acabados.

En la segunda visita de medición el día martes 07 de marzo del 2017, se obtuvieron mediciones del cuarto de bombas de la Torre Reforma Latino, en el caso de Torre Cuarzo la cual está en etapa de acabados en sus últimos niveles, aplicando el procedimiento en la Norma Ambiental, no se hayo en el momento de la visita ruido considerable de medir, por lo que la gente de la PAOT determino que no se podrían hacer mediciones de ruido emitidas por la fuente fija, sin embargo en frente de Torre Cuarzo en el momento de la visita se estaban empezando las obras de excavación para la línea de metrobus que correrá a lo largo de Avenida Reforma, en el momento de la visita pudimos coincidir con maquinaria pesada en uso, las cuales rompían el asfalto de la avenida como parte de los trabajos iniciales del proyecto de metrobus, por ese motivo pudimos medir el ruido provocado por este tipo de maquinaria tan común dentro del proceso de construcción de la mayoría de las obras de gran magnitud.

En todos y cada una de las torres el procedimiento de medición y distribución de los puntos fue el siguiente:

- 1.- Recorrido inicial identificando las fuentes que más ruido emitan al ambiente, el cual se identifica como Punto de Referencia.
- 2.- Identificación de los puntos adicionales de 2 a 3 puntos adicionales en cada Torre, dependiendo las condiciones del lugar a medir, dividiendo los tiempos de la lectura no menores a 12 minutos en total en cada torre.

3.- Toma de lectura con el sonómetro prendido y colocado a no más de 30 cm de distancia de la fuente emisora y a una altura de 1.20 metros sobre el trípode, según la norma.

4.- Toma de fotografías



Foto: Punto de medición Torre Punto Chapultepec, punto de referencia, medición de un Generador de Energía.



Foto: Punto de medición Torre Reforma, punto de referencia, medición de esmeriles.

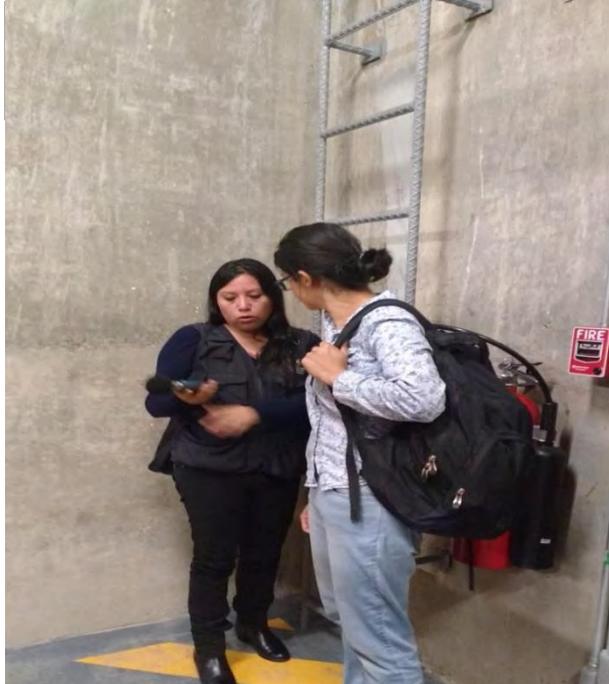


Foto: Punto de medición Torre Reforma Latino, punto de referencia, cuarto de bombas.

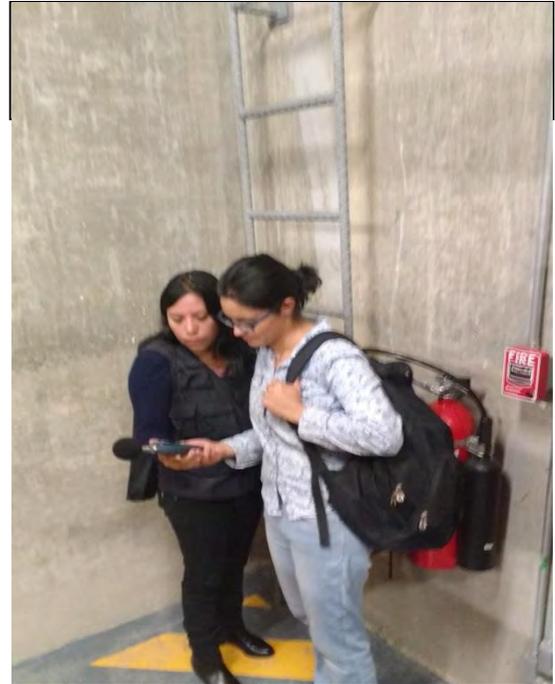


Foto: Punto de medición Torre Reforma Latino, punto de referencia, cuarto de bombas.



Foto: Punto de medición Maquinaria pesada en funcionamiento, frente a Torre Cuarzo.



Foto: Punto de medición Maquinaria pesada en funcionamiento, frente a Torre Cuarzo.

Durante el trabajo de campo se presentaron limitantes que no permitieron poder hacer las mediciones en todas las torres originalmente consideradas, puesto que son torres que ya están en uso y de giro privado, por lo que se dificultó tener contacto directo con los responsables de mantenimiento o del área correspondiente. Y en el caso de la Torre Cuarzo no se hayo ruido considerable de medir por lo que se descartó esa torre también.

La cantidad de torres medidas al terminar el trabajo de campo fueron tres, una inclusión de dos maquinarias tipo retroexcavadoras, una omisión (Torre Cuarzo) y dos torres descartadas.

Algunas complicaciones al momento de las mediciones y que vale la pena mencionarlas son las siguientes:

- Ruido de fondo no propio de la fuente fija que se media, por ejemplo, música de comercio ambulante, ambulancias, patrullas, principalmente.
- En el caso de la Torre Reforma la medición fue hecha a más de 30 cm de la fuente emisora, la cual eran esmeriles, porque se encontraban trabajando en el techo lo cual dificultó el acceso a la fuente a menos de 30 cm.
- Lo que más dificultó la toma de medición con éxito fue la autorización para la medición por parte de las Torres aun las que seguían en obra, ya que desconfiaban de la intención de las mediciones pues algunas de ellas ya han tenido notificaciones de denuncias por ruido.

Finalmente, al término de cada medición se obtuvo información en el sonómetro misma que en gabinete genero el informe final de medición, el cual se realiza a través de una hoja de Excel misma que pertenece a la PAOT y en la cual se vacían todos los datos obtenidos, para generar resultados a través de fórmulas preestablecidas con la finalidad de arrojar la cantidad de decibeles excedidos por la fuente fija.

Cabe aclarar que se realizaron todas las mediciones con forme a la norma ambiental establecida para medir fuentes fijas en la Ciudad de México.

A continuación se presenta el informe final de cada medición de acuerdo a la norma:

## TORRE PUNTO CHAPULTEPEC

ESTUDIO DE EMISIONES SONORAS							
NORMA AMBIENTAL PARA EL DISTRITO FEDERAL NADF-005-AMBT-2013							
Datos de la Fuente Emisora							
Nombre / Razón Social:		Torre Punto Chapultepec					
Responsable:		Arq. Moises Sanchez Gomez					
Domicilio: Calle:		Avenida Paseo de la Reforma					
No. Ext:		509		No. Int.:			
Colonia:		Cuahtemoc					
Delegación:		Cuahtemoc				CP: 06500	
Tel.:					eMail.:		
Giro o actividad:		Obra en construccion					
Horario de operación:		De: Lunes a viernes de 08:00 a 18:00 horas					
		Sabados de 8:00 a 13:00 horas					
Turnos de operación:		Único: <input checked="" type="checkbox"/>		Diurno, de:		A:	
				Vespertino, de:		A:	
				Nocturno, de:		A:	

Datos de los responsables de la medición							
Personal PAOT		SAMUEL PALACIOS ROJI					
		MARISOL ALBARRÁN MARTÍNEZ					
		ROSALI BARAJAS PERALES					
Equipo de medición: Sónometro				Equipo de calibración acústico			
Marca:	Modelo:	No. de Serie:	Tipo	Marca:	Modelo:	No. de Serie:	Tipo
Norsonic	Nor140	1405241	1	Norsonic	AS	1405241	1251

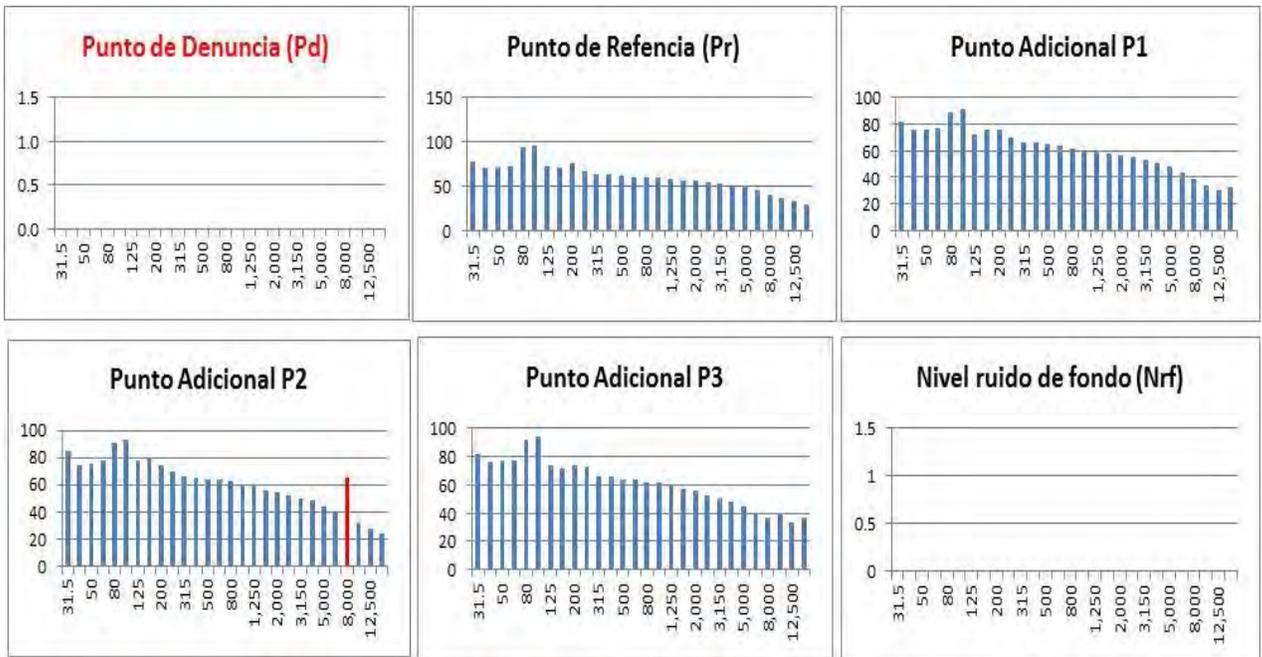
Características de la medición			
Fecha de realización de la medición:		07/02/2017	
Hora de inicio de la medición:		11:00	
Hora de termino de la medición:		12:05	
Registro de la señal de calibración al inicio de la medición		114	
Registro de la señal de calibración al final de la medición		114	
		NADF-005-AMBT-2013	
		Horario	
		Limite permitido emisión	
		DE 6:00 A 20:00 HORAS	
		65 dB(A)	
		DE 20:00 A 6:00 HORAS	
		62 dB(A)	

Datos obtenidos de la medición							
Mediciones en cada punto:							
	<b>Puntos de medición</b>	<b>Pd</b>	<b>Pr</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>Nrf</b>
	<b>Medición de fuente</b>	$N_{Aeq}$	78.4	76.2	77.7	77.4	
		$N_{A50}$	78.3	75.8	77.4	77.1	
		$N_{Ceq}$	97.9	94.5	96.6	96.5	
	<b>Ruido de fondo</b>	$N_{Aeq}$					
		$N_{A50}$					
		$N_{A90}$	65.2	62.3	59.1	64.2	
	<b>Impulsivo</b>	$N_{iA}$	78.6	76.6	78.4	77.8	
<b>Límite máximo permisible según horario de la medición =</b>						<b>65</b>	<b>dB(A)</b>

MEDICIONES (Continuación)							
<b>Valores para cálculos</b>				<b>Nivel efectivo de la fuente emisora, Nefe:</b>			
<b>Nfe :</b>	78.40	dB					
<b>Nrf :</b>	65.20	dB					
<b><math>N_{Aeq}</math> :</b>	78.40	dB					
<b><math>N_{Ceq}</math> :</b>	97.90	dB					
<b>Ni:</b>	78.60	dB					
				$Nefe = 10 \log [10^{(Nfe/10)} - 10^{(Nrf/10)}]$			
				<b>Nefe=</b>	<b>78.19</b>	<b>dB</b>	<b>Nfe-Nrf= 13.20</b>

Mediciones del espectro de frecuencia en cada punto:

Frec. [Hz]	Resultados para cada punto						Pd	Pr	P1	P2	P3	Nrf
	Pd	Pr	P1	P2	P3	Nrf						
31.5		77.4	82.1	85.2	81.8							
40		71.5	75.4	75.2	75.9	0.0	-2.5	-3.7	-5.5	-3.5	0.0	
50		70.6	76.1	76.2	77.1	0.0	-1.5	0.1	-0.8	0.6	0.0	
63		72.6	76.5	78.8	77.1	0.0	-9.3	-6.2	-5.0	-7.3	0.0	
80		93.1	89.3	91.4	91.6	0.0	8.9	5.1	5.1	6.0	0.0	
100		95.7	91.9	93.9	94.1	0.0	13.2	10.9	9.1	11.6	0.0	
125		72.0	72.8	78.3	73.4	0.0	-11.5	-11.1	-9.0	-9.5	0.0	
160		71.3	75.9	80.7	71.8	0.0	-2.6	1.7	4.1	-1.9	0.0	
200		75.8	75.6	75.0	73.9	0.0	6.6	2.6	-0.3	1.6	0.0	
250		67.1	70.0	69.8	72.9	0.0	-2.7	-0.9	-1.4	3.0	0.0	
315		63.7	66.2	67.4	65.9	0.0	-1.5	-1.6	-0.5	-3.3	0.0	
400		63.3	65.7	66.1	65.5	0.0	0.5	0.3	0.4	0.8	0.0	
500		61.9	64.6	64.0	63.6	0.0	-0.1	0.0	-1.0	-0.9	0.0	
630		60.6	63.5	63.9	63.4	0.0	-0.4	0.3	0.3	0.6	0.0	
800		60.1	61.9	63.3	62.0	0.0	0.3	-0.2	0.8	-0.3	0.0	
1,000		59.1	60.7	61.0	61.3	0.0	0.1	-0.1	-0.3	0.8	0.0	
1,250		57.9	59.8	59.4	59.0	0.0	-0.1	0.4	0.5	-0.3	0.0	
1,600		56.8	58.0	56.8	57.3	0.0	-0.2	-0.3	-0.7	0.1	0.0	
2,000		56.0	56.8	55.6	55.4	0.0	0.3	0.3	0.8	0.5	0.0	
2,500		54.7	55.0	52.9	52.5	0.0	0.3	0.1	-0.1	-0.4	0.0	
3,150		52.8	53.0	50.3	50.4	0.0	-0.4	0.0	-0.5	0.1	0.0	
4,000		51.6	51.0	48.7	48.0	0.0	0.6	0.5	1.1	0.7	0.0	
5,000		49.2	48.0	44.9	44.2	0.0	1.0	0.7	0.4	-0.1	0.0	
6,300		44.9	43.6	40.3	40.6	0.0	0.1	0.2	-15.2	0.3	0.0	
8,000		40.3	38.8	66.0	36.5	0.0	-0.2	-0.3	29.6	-3.6	0.0	
10,000		36.0	34.5	32.6	39.5	0.0	-0.3	-0.3	-14.7	4.4	0.0	
12,500		32.4	30.9	28.5	33.8	0.0	-0.4	-2.6	-0.1	-4.3	0.0	
16,000		29.5	32.5	24.6	36.6							
Valores máximos	0.0	95.7	91.9			0.0	13.2	10.9	29.6	11.6	0.0	



<b>Corrección del nivel efectivo de la fuente emisora Nefe:</b>							
<b>Por presencia de componentes tonales emergentes (Kt)</b>				<b>31.5 a 125</b>	<b>160 a 400</b>	<b>&gt; 500</b>	<b>Unidad</b>
	Nivel de la componente tonal emergente	Nf =	93.9	80.7	66.0		<b>dB</b>
	Banda de 1/3 de octava =		100	160	8000		<b>Hz</b>
	Nivel de la banda anterior =		91.4	78.3	40.3		<b>dB</b>
	Nivel de la banda después =		78.3	75.0	32.6		<b>dB</b>
	Promedio de los niveles anteriores	Ns =	84.9	76.7	36.5		<b>dB</b>
		$\delta =$	<b>9.1</b>	<b>4.1</b>	<b>29.6</b>		<b>dB</b>
		$K_{t,j} =$	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>6</b>		<b>dB</b>
		$K_t =$	<b>6</b>				<b>dB</b>
<b>Por componentes de bajas frecuencias (Kf):</b>							
		$\delta =$	<b>19.50</b>				<b>dB</b>
		$K_f =$	<b>6</b>				<b>dB</b>
<b>Por componentes impulsivas:</b>							
		$\delta =$	<b>0.20</b>				<b>dB</b>
		$K_i =$	<b>0</b>				<b>dB</b>
<b>NIVEL DE FUENTE EMISORA CORREGIDO (NFEC)</b>							
<b><math>NFEC = N_{efe} + (K_t + K_f + K_i)</math></b>							
		<b>NFEC =</b>	<b>87.19</b>				<b>dB(A)</b>

### Conclusiones

**Primera.** La torre Punto Chapultepec, con domicilio en Avenida Paseo de la Reforma N° 509, Col. Cuauhtemoc, Del. Cuauhtemoc C.P.: 06500, Ciudad de México, constituye una "fuente emisora" que en las condiciones de operación presentes durante la visita en que se practicaron las mediciones acústicas, transmite un nivel sonoro al punto de denuncia de 87.19 dB(A).

**Segunda.** Considerando el valor del nivel sonoro referido en la Conclusión Primera, se acredita que la "fuente emisora" en las condiciones de operación encontradas durante la medición acústica, EXCEDE el límite máximo permisible de emisión de 65.0 dB(A) para el horario de las 06:00 horas a las 20:00 horas, establecido en la *Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-005-AMBT-2013, que establece las condiciones de medición y los límites máximos permisibles de emisiones sonoras, que deberán cumplir los responsables de fuentes emisoras ubicadas en el Distrito Federal.*

### Observaciones

1. Al momento de la visita obra y maquinaria se encontró funcionado y con la autorización del arquitecto responsable, el personal actuante hizo las mediciones correspondientes al "punto de referencia".

2. El equipo potencialmente generador de emisiones sonoras lo conforma un generador de energía, cortadoras de metal, esmeril angular, taladro de base, pulidora recta y herramientas manuales.

3. El procesamiento electrónico de los datos obtenidos con las mediciones acústicas, determinó que existen componentes tonales **emergentes (Kt)** en función de  $\partial = Nf - Ns = 9.1$ , correspondiendo una corrección conforme al criterio siguiente: a partir de la banda de 20 y hasta 125 Hz, si  $8 < \partial < 12$  se corrigen 3 dB; asimismo, se identificaron componentes de baja frecuencia (Kf) en función de  $\partial = NeqC - NeqA(dB) = 19.50$ , teniendo una corrección conforme a lo siguiente: si  $\partial \geq 15$  se corrigen 6 dB; no existen componentes impulsivas (Ki). Por lo que una vez determinados los valores de corrección se procedió a compensar el "Nivel efectivo de fuente emisora" (Nefe) conforme a la siguiente expresión:  $NFEC = Nefe + [(Kt + Kf + Ki)] \leq 9$ ; por lo tanto,  $NFEC = 78.19 + [(3+6+0) \leq 9] = NFEC = 78.19 + 9.00 \text{ dB} = 87.19 \text{ dB (A)}$  ver valor referido en la Conclusión Primera. Para detalles, ver la sección "Corrección del nivel efectivo de la fuente emisora Nefe" del presente estudio. Este resultado es válido, sí, y solo si se mantienen las mismas condiciones de operación en que se realizó la medición sonora.

**Equipos potencialmente ruidosos de la "fuente emisora"**



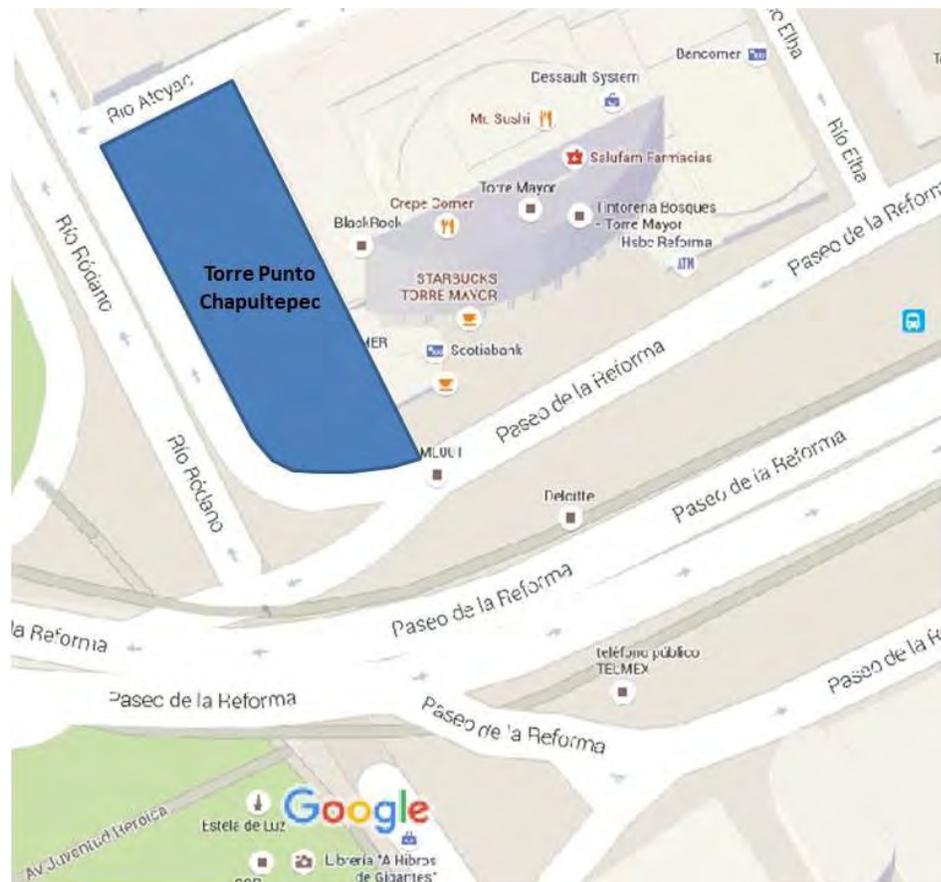
**Formuló**

**Revisó**

**Arq. Rosali Barajas Perales**

**Ing. Jaime Hurtado Gómez**

*Nota: El presente estudio se emite por duplicado.*



Croquis de localización Torre Punto Chapultepec

**ESTUDIO DE EMISIONES SONORAS**  
**NORMA AMBIENTAL PARA EL DISTRITO FEDERAL NADF-005-AMBT-**  
**2013**

**Datos de la Fuente Emisora**

Nombre / Razón Social: **TORRE REFORMA**

Responsable: **Ing. Luis Hernandez**

Domicilio: Calle: **Avenida Paseo de la Reforma**

No. Ext: **483** No. Int.: \_\_\_\_\_

Colonia: **Cauhtemoc**

Delegación: **Cauhtemoc** CP: **06500**

Tel.: \_\_\_\_\_ eMail.: \_\_\_\_\_

Giro o actividad: **Renta de oficinas y residencias**  
**En uso primeros niveles, 60% de avance**

Horario de operación: De: **Lunes a sábado de 08:00 a 18:00 horas**

Turnos de operación:

Único:

Diurno, de: \_\_\_\_\_ A: \_\_\_\_\_

Vespertino, de: \_\_\_\_\_ A: \_\_\_\_\_

Nocturno, de: \_\_\_\_\_ A: \_\_\_\_\_

## TORRE REFORMA

ESTUDIO DE EMISIONES SONORAS							
NORMA AMBIENTAL PARA EL DISTRITO FEDERAL NADF-005-AMBT-2013							
Datos de la Fuente Emisora							
Nombre / Razón Social:		<b>TORRE REFORMA</b>					
Responsable:		<b>Ing. Luis Hernandez</b>					
Domicilio: Calle:		<b>Avenida Paseo de la Reforma</b>					
No. Ext:		<b>483</b>		No. Int.:			
Colonia:		<b>Cuauhtemoc</b>					
Delegación:		<b>Cuauhtemoc</b>				CP: <b>06500</b>	
Tel.:				eMail.:			
Giro o actividad:		<b>Renta de oficinas y residencias</b>					
		<b>En uso primeros niveles, 60% de avance</b>					
Horario de operación:		De: <b>Lunes a sábado de 08:00 a 18:00 horas</b>					
Turnos de operación:		Único: <input type="checkbox"/>		Diurno, de: _____		A: _____	
				Vespertino, de: _____		A: _____	
				Nocturno, de: _____		A: _____	

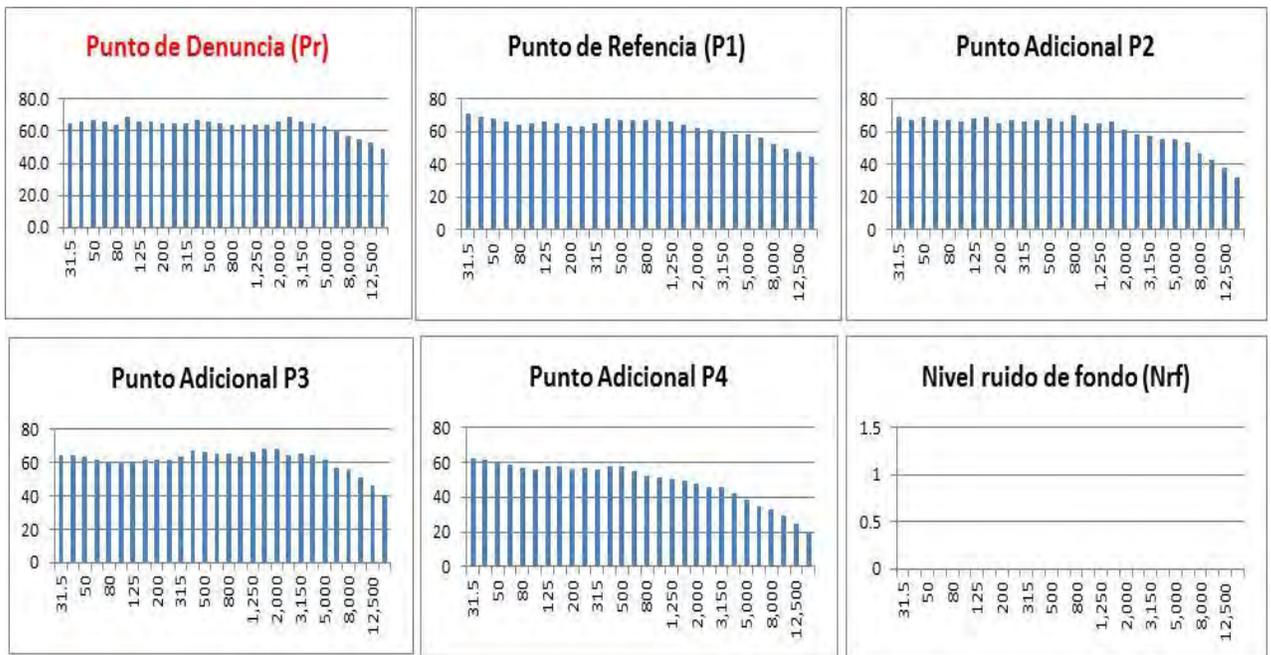
Datos de los responsables de la medición							
<b>Personal PAOT</b>	<b>SAMUEL PALACIOS ROJI</b>						
	<b>MARISOL ALBARRAN MARTINEZ</b>						
	<b>ROSALI BARAJAS PERALES</b>						
Equipo de medición: Sónometro				Equipo de calibración acústico			
Marca:	Modelo:	No. de Serie:	Tipo	Marca:	Modelo:	No. de Serie:	Tipo
Norsonic	Nor140	1405241	1	Norsonic	Nor 140	33567	1251

Características de la medición			
Fecha de realización de la medición:	07/02/2017	NADF-005-AMBT-2013	
Hora de inicio de la medición:	12:20		
Hora de término de la medición:	12:40	Horario	Límite permitido emisión
Registro de la señal de calibración al inicio de la medición	114	DE 6:00 A 20:00 HORAS	65 dB(A)
Registro de la señal de calibración al final de la medición	114	DE 20:00 A 6:00 HORAS	62 dB(A)

Datos obtenidos de la medición							
Mediciones en cada punto:							
	Puntos de medición	Pr	P1	P2	P3	P4	Nrf
Medición de fuente	N <sub>Aeq</sub>	76.6	75.4	75.0	76.9	62.2	
	N <sub>A50</sub>	75.7	71.1	70.8	76.4	59.5	
	N <sub>Ceq</sub>	79.0	79.2	79.5	78.1	69.7	
Ruido de fondo	N <sub>Aeq</sub>						
	N <sub>A50</sub>						
	N <sub>A90</sub>	66.2	67.1	62.5	65.1	57.1	
Impulsivo	N <sub>iA</sub>	79.2	77.1	76.6	78.7	67.5	
Límite máximo permisible según horario de la medición =						65	dB(A)

MEDICIONES (Continuación)							
Valores para cálculos			Nivel efectivo de la fuente emisora, Nefe:				
Nfe :	76.90	dB	$N_{efe} = 10 \log [10^{(N_{fe}/10)} - 10^{(N_{rf}/10)}]$				
Nrf :	67.10	dB					
N <sub>Aeq</sub> :	76.90	dB					
N <sub>Ceq</sub> :	79.50	dB					
Ni:	79.20	dB					
			Nefe=	76.42	dB	Nfe-Nrf= 9.80	

Mediciones del espectro de frecuencia en cada punto:													
Frec. [Hz]	Resultados para cada punto						Pr	P1	P2	P3	P4		
	Pr	P1	P2	P3	P4	Nrf							
31.5	64.9	71.1	69.3	64.0	62.5								
40	65.8	69.0	66.7	64.5	61.2		0.0	-0.8	-2.4	0.9	-0.2		
50	66.6	68.5	68.9	63.2	60.3		0.7	1.1	2.3	0.4	0.4		
63	66.0	65.8	66.6	61.1	58.6		0.8	-0.7	-1.2	-0.6	-0.1		
80	63.7	64.4	66.7	60.1	57.2		-3.5	-1.0	0.4	-0.4	0.2		
100	68.4	65.1	66.0	59.8	55.5		3.8	-0.1	-1.3	-0.4	-1.8		
125	65.6	65.9	68.0	60.3	57.4		-1.6	0.9	0.3	-0.2	0.7		
160	65.9	64.9	69.4	61.1	57.9		0.6	0.4	2.8	0.1	1.3		
200	65.1	63.1	65.3	61.8	55.9		-0.3	-1.2	-2.8	0.7	-1.3		
250	64.9	63.6	66.7	61.1	56.5		-0.1	-0.6	1.0	-1.4	0.5		
315	64.9	65.2	66.2	63.1	56.2		-0.8	-0.6	-0.9	-1.3	-0.9		
400	66.5	68.0	67.5	67.7	57.7		1.3	1.7	0.4	3.0	0.5		
500	65.5	67.5	68.0	66.3	58.1		-0.2	0.0	1.2	-0.5	1.6		
630	64.9	67.1	66.1	65.8	55.4		0.3	-0.3	-2.7	-0.2	0.4		
800	63.7	67.2	69.6	65.7	52.0		-0.6	0.3	3.8	0.9	-1.3		
1,000	63.7	66.7	65.6	63.8	51.2		-0.4	0.1	-1.9	-2.3	0.2		
1,250	64.4	66.0	65.4	66.4	50.0		0.5	0.6	-0.5	0.5	-0.4		
1,600	64.1	64.1	66.3	68.1	49.5		-1.2	-0.1	3.2	0.6	0.5		
2,000	66.1	62.4	60.8	68.6	48.0		-0.3	-0.4	-1.8	2.2	0.3		
2,500	68.6	61.4	58.8	64.7	45.9		2.4	0.1	-0.1	-2.1	-0.9		
3,150	66.2	60.3	57.0	65.1	45.5		-0.5	0.3	0.0	0.6	1.5		
4,000	64.8	58.7	55.3	64.3	42.2		0.1	-0.5	-0.9	1.0	0.5		
5,000	63.1	58.2	55.3	61.6	38.0		0.8	0.6	1.1	0.9	-0.5		
6,300	59.8	56.5	53.2	57.1	34.8		-0.1	1.3	2.0	-1.4	-0.6		
8,000	56.7	52.2	47.1	55.4	32.8		-0.7	-0.7	-1.1	1.4	0.6		
10,000	55.0	49.3	43.1	51.0	29.6		0.3	-0.6	0.6	0.5	1.1		
12,500	52.6	47.5	37.8	45.7	24.3		0.6	0.5	0.4	-0.2	-0.7		
16,000	48.9	44.6	31.7	40.8	20.3								
Valores máximos	68.6	71.1	69.6			0.0	3.8	1.7	3.8	3.0	1.6		



**Corrección del nivel efectivo de la fuente emisora Nefe:**

<b>Por presencia de componentes tonales emergentes (Kt)</b>		<b>31.5 a 125</b>	<b>160 a 400</b>	<b>&gt; 500</b>	<b>Unidad</b>
Nivel de la componente tonal emergente	Nf=	68.4	66.5	68.6	dB
Banda de 1/3 de octava =		100	400	2500	Hz
Nivel de la banda anterior =		63.7	64.9	66.1	dB
Nivel de la banda después =		65.6	65.5	66.2	dB
Promedio de los niveles anteriores	Ns=	64.7	65.2	66.2	dB
	$\delta =$	3.8	1.3	2.4	dB
	$K_{tj} =$	0	0	0	dB
	$K_t =$	0			dB

**Por componentes de bajas frecuencias (Kf):**

$\delta =$	2.60	dB
$K_f =$	0	dB

**Por componentes impulsivas:**

$\delta =$	2.30	dB
$K_i =$	0	dB

**NIVEL DE FUENTE EMISORA CORREGIDO (NFEC)**

$$NFEC = Nefe + (K_t + K_f + K_i)$$

**NFEC= 76.42 dB(A)**

#### **Conclusiones**

**Primera.** La obra de la Torre Reforma, con giro de renta de oficinas y residencias con domicilio en Avenida Paseo de la Reforma N° 483, Col. Cuauhtemoc, Delegación Cuauhtemoc, C.P. 06500, Ciudad de México, constituye una "fuente emisora" que en las condiciones de operación presentes durante la visita en que se practicaron las mediciones acústicas, transmite un nivel sonoro al punto de denuncia de 76,42 dB(A).

**Segunda.** Considerando el valor del nivel sonoro referido en la Conclusión Primera, se acredita que la "fuente emisora" en las condiciones de operación encontradas durante la medición acústica, EXCEDE el límite máximo permisible de emisión de 65.0 dB(A) para el horario de las 06:00 horas a las 20:00 horas, establecido en la *Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-005-AMBT-2013, que establece las condiciones de medición y los límites máximos permisibles de emisiones sonoras, que deberán cumplir los responsables de fuentes emisoras ubicadas en el Distrito Federal*.

#### **Observaciones**

1. Al momento de la visita los trabajos de obra y acabados se encontraron funcionando y con la autorización del supervisor de obra, el personal actuante ingresó al lugar donde en ese momento se llevaban a cabo trabajos de la misma obra con esmeriles en un lugar que se extendía hacia el exterior de la banqueta; esta persona indicó el lugar donde se nos autorizó hacer las mediciones. Posteriormente el personal actuante, se dirigió lo más cerca posible de la fuente emisora y se constató que la maquinaria y equipo estuvieran funcionando con la finalidad de proceder a realizar las mediciones correspondientes.

2. El equipo potencialmente generador de emisiones sonoras lo conforma un, esmeril angular, y herramientas manuales.

3. El procesamiento electrónico de los datos obtenidos con las mediciones acústicas, determinó que no existen componentes tonales emergentes (Kt); asimismo, no se identificaron componentes de baja frecuencia (Kf); ni existen componentes impulsivos (Ki). Por lo que una vez determinado que no existe una corrección del nivel efectivo de la fuente emisora (NEFE) se obtuvo un valor igual a 76,42 dB (A), valor referido en la Conclusión Primera. Para detalles, ver la sección "Corrección del nivel efectivo de la fuente emisora Nefe" del presente estudio. Este resultado es válido, sí, y solo si se mantienen las mismas condiciones de operación en que se realizó la medición sonora.

4. Es importante acotar que durante la medición en el punto de referencia, se dio paso a una pequeña manifestación de personas caminando sobre Río Elba hacia la avenida Reforma, lo cual provocó una ligera alteración en el Ruido de Fondo registrado en el sonómetro.

**Equipos potencialmente ruidosos de la "fuente emisora"**



**Formuló**

**Revisó**

**Arq. Rosali Barajas Perales**

**Ing. Jaime Hurtado Gómez**

*Nota: El presente estudio se emite por duplicado.*



*Croquis de localización Torre Reforma*

## **TORRE REFORMA LATINO**

<b>ESTUDIO DE EMISIONES SONORAS</b>							
<b>NORMA AMBIENTAL PARA EL DISTRITO FEDERAL NADF-005-AMBT-2013</b>							

Datos de la Fuente Emisora							
Nombre / Razón Social:		<b>Torre Reforma Latino</b>					
Responsable:		<b>Lic. Monica Rodriguez</b>					
Domicilio: Calle:		<b>Avenida Paseo de la Reforma</b>					
No. Ext:		<b>296</b>		No. Int.:			
Colonia:		<b>Juarez</b>					
Delegación:		<b>Cuahtemoc</b>				CP: <b>6600</b>	
Tel.:				eMail.:			
Giro o actividad:		<b>Renta de oficinas</b>					
Horario de operación:		De: <b>Lunes a Viernes de 8:00 a 18:00 horas.</b>					
Turnos de operación:		Unico: <input type="checkbox"/>		Diurno, de:		A: <input type="checkbox"/>	
				Vespertino, de:		A: <input type="checkbox"/>	
				Nocturno, de:		A: <input type="checkbox"/>	

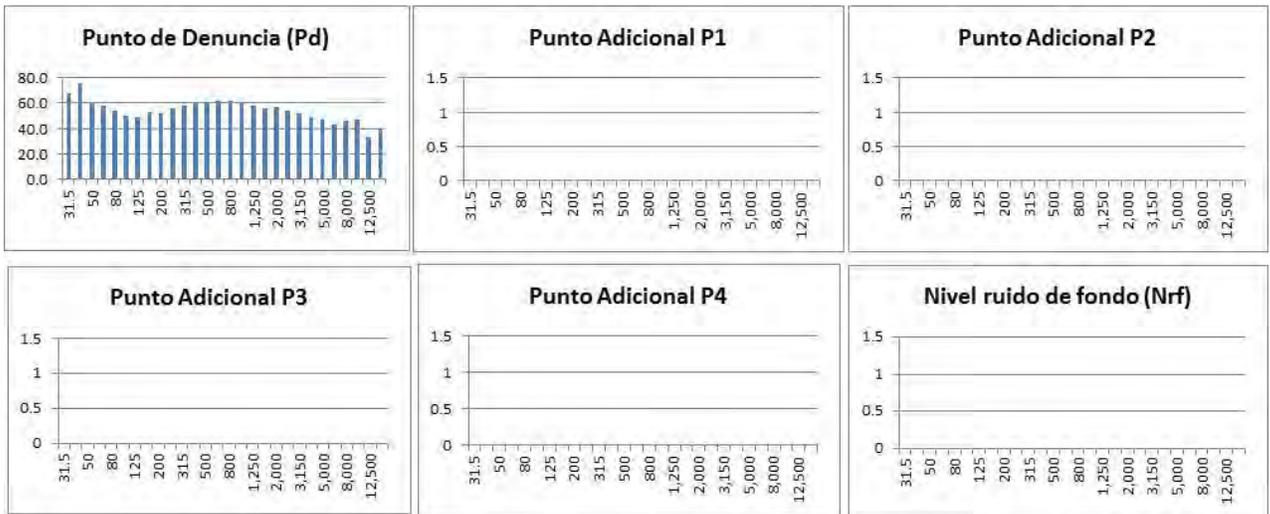
Datos de los responsables de la medición							
<b>Personal PAOT</b>	<b>Biol. Nancy Gonzalez Castellanos</b>						
	<b>Biol. David Consuelo Rodriguez</b>						
	<b>Arq. Rosali Barajas Perales</b>						
<b>Equipo de medición: Sónometro</b>				<b>Equipo de calibración acústico</b>			
Marca:	Modelo:	No. de Serie:	Tipo	Marca:	Modelo:	No. de Serie:	Tipo

Características de la medición			
Fecha de realización de la medición:	07-mar-17	<b>NADF-005-AMBT-2013</b>	
Hora de inicio de la medición:	11:00		
Hora de termino de la medición:	11:30	<b>Horario</b>	<b>Limite permitido recepción</b>
Registro de la señal de calibración al inicio de la medición	114	<b>DE 6:00 A 20:00 HORAS</b>	<b>63 dB(A)</b>

Datos obtenidos de la medición							
<b>Mediciones en cada punto:</b>							
	<b>Puntos de medición</b>	<b>Pr</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>Nrf</b>
	<b>Medición de fuente</b>	$N_{Aeq}$	68.5				
		$N_{A50}$	68.1				
		$N_{Ceq}$	75.7				
	<b>Ruido de fondo</b>	$N_{Aeq}$					
		$N_{A50}$					
		$N_{A90}$	67.5				
	<b>Impulsivo</b>	$N_{iA}$	69.7				

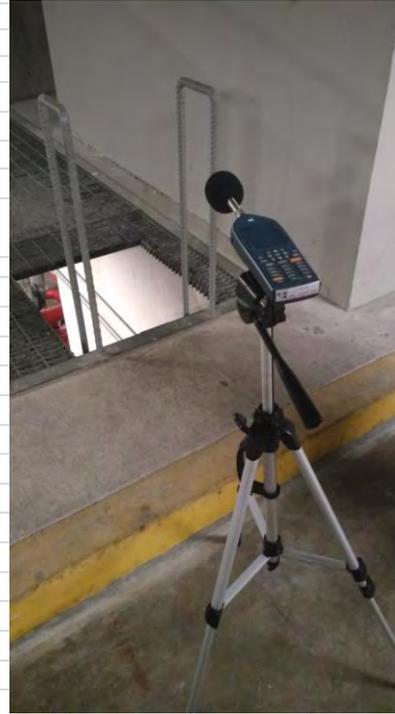
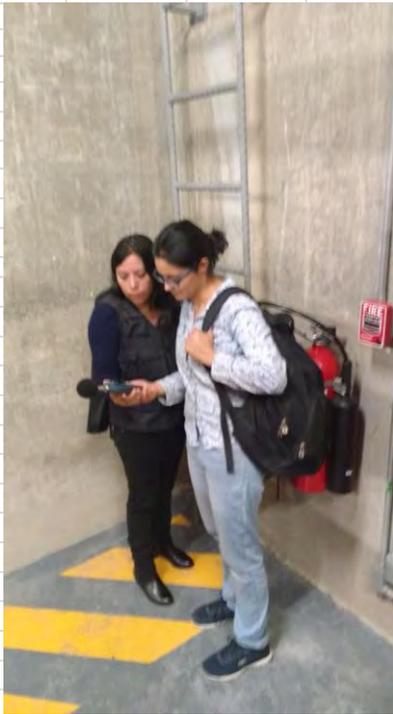
MEDICIONES (Continuación)							
<b>Valores para cálculos</b>				<b>Nivel efectivo de la fuente emisora, Nefe:</b>			
<b>Nfe :</b>	68.50	dB					
<b>Nrf :</b>	67.50	dB					
<b><math>N_{Aeq}</math> :</b>	68.50	dB					
<b><math>N_{Ceq}</math> :</b>	75.70	dB					
				$Nefe = 10 \log [10^{(Nfe/10)} - 10^{(Nrf/10)}]$			

Mediciones del espectro de frecuencia en cada punto:											
Frec. [Hz]	Resultados para cada punto						Pd	P1	P2	P3	P4
	Pd	P1	P2	P3	P4	Nrf					
31.5	67.7										
40	75.7					11.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
50	60.0					-6.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
63	57.6					0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
80	53.7					-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
100	50.1					-1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
125	49.0					-2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
160	53.1					2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
200	51.9					-2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
250	56.3					1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
315	58.4					-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
400	60.7					1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
500	60.8					-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
630	61.6					0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
800	61.5					0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1,000	60.0					0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1,250	57.8					-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1,600	56.3					-0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2,000	56.6					1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2,500	54.1					-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3,150	52.1					0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4,000	49.3					-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5,000	47.5					1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6,300	43.3					-3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8,000	46.2					1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10,000	46.9					7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12,500	33.7					-9.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16,000	39.3										



<b>Corrección del nivel efectivo de la fuente emisora Nefe:</b>					
<b>Por presencia de componentes tonales emergentes (Kt)</b>					
		<b>20 a 125</b>	<b>160 a 400</b>	<b>&gt; 500</b>	<b>Unidad</b>
Nivel de la componente tonal emergente	Nf =	63.0	50.8	37.5	dB
Banda de 1/3 de octava =		50	160	2500	Hz
Nivel de la banda anterior =		56.7	49.0	38.4	dB
Nivel de la banda después =		54.5	45.6	33.1	dB
Promedio de los niveles anteriores	Ns =	55.6	47.3	35.75	dB
	$\delta =$	7.4	3.5	1.75	dB
	$K_{t,i} =$	0	0	0	dB
	$K_t =$	0			dB
<b>Por componentes de bajas frecuencias (Kf):</b>					
	$\delta =$	7.20			dB
	$K_f =$	0			dB
<b>Por componentes impulsivas:</b>					
	$\delta =$	1.20			dB
	$K_i =$	0			dB
<b>NIVEL DE FUENTE EMISORA CORREGIDO (NFEC)</b>					
$NFEC = Nefe + (K_t + K_f + K_i)$					
	<b>NFEC =</b>	No aplica			dB(A)

<b>Conclusiones</b>									
<p><b>Primera.</b> La Torre Reforma Latino con giro de renta de oficinas, ubicado en Avenida Paseo de la Reforma N° 296, Col. Juarez, Del. Cuauhtemoc, C.P. 06600, Delegación Cuauhtemoc, Ciudad de México, constituye una "fuente emisora" que en las condiciones de operación presentes durante la visita en que se practicaron las mediciones acústicas, transmite al "punto de referencia" un nivel sonoro corregido total que no rebasa el nivel máximo permitido en la norma, por lo que al sistema no le fue posible llevar a cabo el desarrollo de las formulas correspondientes para este caso.</p>									
<p><b>Segunda.</b> Considerando el valor del nivel sonoro referido en la Conclusión Primera, se acredita que la "fuente emisora" en las condiciones de operación encontradas durante la medición acústica, EXCEDE el "límite máximo permisible de recepción" de 60.0 dB(A) para el horario de las 20:00 horas a las 06:00 horas, establecido en la <i>Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-005-AMBT-2013, que establece las condiciones de medición y los límites máximos permisibles de emisiones sonoras, que deberán cumplir los responsables de fuentes emisoras ubicadas en el Distrito Federal</i> .</p>									
<p><b>Tercera.</b> El incumplimiento con el límite máximo permisible de emisiones sonoras a que se refiere la Conclusión Segunda, está en contravención del artículo 123 de la Ley Ambiental del Protección a la Tierra en el Distrito Federal, y el responsable de la generación de</p>									
<b>Observaciones</b>									
<p>1. Con la autorización de la persona responsable se realizó la medición del nivel sonoro estableciendo solo el punto de referencia (Pr) , en el cuarto de bombas de la torre. Durante la medición sonora el cuarto de bombas o "fuente emisora" se encontró en funcionamiento, apreciando que las emisiones sonoras son generadas por los motores que impulsan el agua hacia los primeros 30 niveles, y se ubica en la planta sotano a 15 metros por debajo del nivel de banquetta, por lo que no colinda con ningun otro establecimiento aledaño ni espacio</p>									



**Formuló**

**Revisó**

**Arq. Rosali Barajas Perales**

**Ing. Jaime Hurtado Gómez**



*Croquis de localización Torre Reforma Latino*

### **Retroexcavadoras hidráulicas frente a Torre Cuarzo**

**ESTUDIO DE EMISIONES SONORAS**  
**NORMA AMBIENTAL PARA EL DISTRITO FEDERAL NADF-005-AMBT-2013**

Datos de la Fuente Emisora			
Nombre / Razón Social:	Retroexcavadoras hidraulicas		
Responsable:			
Domicilio: Calle:	Avenida Paseo de la Reforma		
No. Ext:	1	No. Int.:	
Colonia:	Tabacalera		
Delegación:	Cuauhtemoc	CP:	6030
Tel.:		eMail.:	
Giro o actividad:	Rompimiento de carpeta asfáltica		
Horario de operación:	De: Lunes a Viernes de 8:00 a 18:00 horas		
	Sabados 8:00 am a 13:00 horas		
Turnos de operación:	Único:	Diurno, de:	A:
		Vespertino, de:	A:
		Nocturno, de:	A:

Datos de los responsables de la medición	
Personal PAOT	Biol. Nancy González Castellanos
	Biol. David Consuelo Rodriguez
	Arq. Rosali Barajas Perales

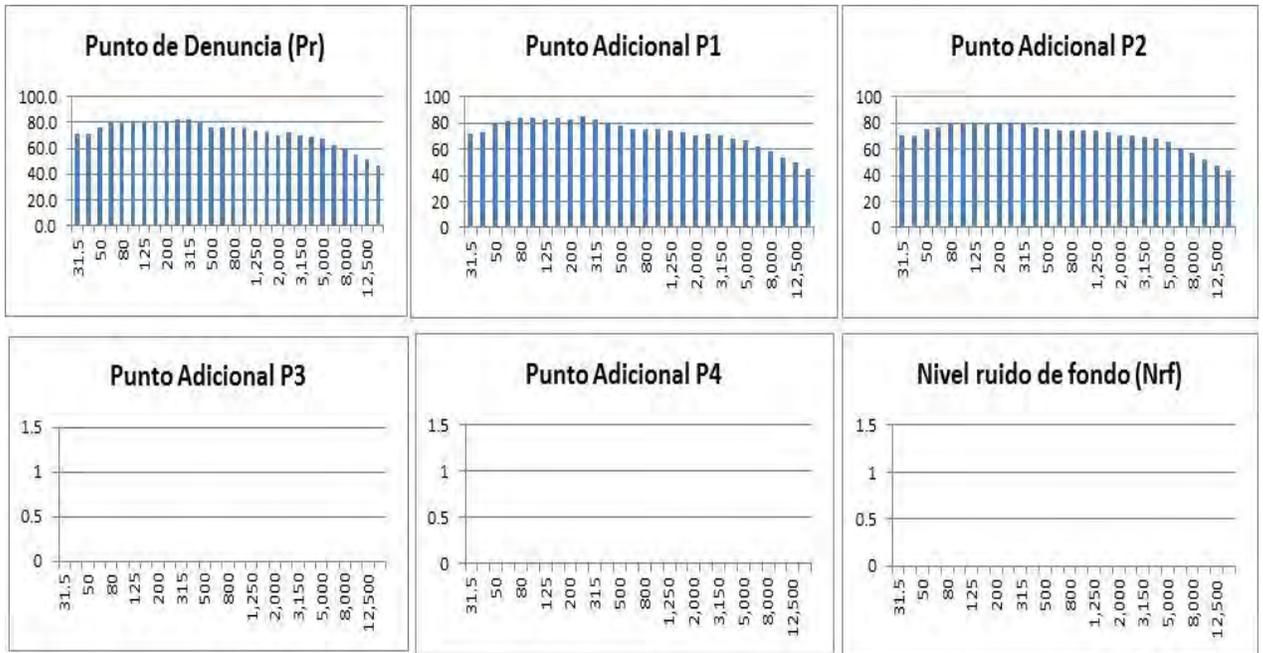
Equipo de medición: Sónometro				Equipo de calibración acústico			
Marca:	Modelo:	No. de Serie:	Tipo	Marca:	Modelo:	No. de Serie:	Tipo
Norsonic	Nor140	1406456	1	Norsonic	AS	33568	1251

Características de la medición			
Fecha de realización de la medición:	07-mar-17	NADF-005-AMBT-2013	
Hora de inicio de la medición:	12:00		
Hora de termino de la medición:	12:30	Horario	Limite permitido recepción
Registro de la señal de calibración al inicio de la medición	114	DE 6:00 A 20:00 HORAS	63 dB(A)
Registro de la señal de calibración al final de la medición	114	DE 20:00 A 6:00 HORAS	60 dB(A)

Datos obtenidos de la medición							
Mediciones en cada punto:							
	Puntos de medición	Pr	P1	P2	P3	P4	Nrf
Medición de fuente	N <sub>Aeq</sub>	85.5	85.8	83.9			
	N <sub>AS0</sub>	83.1	84.3	82.0			
	N <sub>Ceq</sub>	91.5	93.3	89.6			
Ruido de fondo	N <sub>Aeq</sub>						
	N <sub>AS0</sub>						
	N <sub>A90</sub>	74.0	74.3	73.1			
Impulsivo	N <sub>iA</sub>	88.9	89.6	87.5			
Límite máximo permisible según horario de la medición =						60	dB(A)

MEDICIONES (Continuación)							
Valores para cálculos			Nivel efectivo de la fuente emisora, Nefe:				
Nfe:	85.80	dB	$Nefe = 10 \log [10^{(Nfe/10)} - 10^{(Nrf/10)}]$				
Nrf:	74.30	dB					
N <sub>Aeq</sub> :	85.80	dB					
N <sub>Ceq</sub> :	93.30	dB					
Ni:	89.60	dB					
			Nefe=	85.48	dB	Nfe-Nrf= 11.50	

Mediciones del espectro de frecuencia en cada punto:													
Frec. [Hz]	Resultados para cada punto						Pr	P1	P2	P3	P4		
	Pr	P1	P2	P3	P4	Nrf							
31.5	70.9	71.7	70.1										
40	71.3	73.2	70.0				-2.0	-2.4	-2.5	0.0	0.0		
50	75.7	79.5	74.9				0.2	2.3	1.9	0.0	0.0		
63	79.8	81.1	76.0				1.8	-0.6	-1.3	0.0	0.0		
80	80.3	83.8	79.6				0.1	1.3	2.3	0.0	0.0		
100	80.6	84.0	78.7				-0.1	0.6	-0.9	0.0	0.0		
125	81.1	83.1	79.6				0.3	-1.1	0.6	0.0	0.0		
160	81.0	84.3	79.3				-0.2	1.3	-0.3	0.0	0.0		
200	81.3	83.0	79.6				-0.2	-1.4	-0.2	0.0	0.0		
250	82.0	84.5	80.3				0.3	1.6	0.9	0.0	0.0		
315	82.0	82.8	79.2				0.8	0.2	0.8	0.0	0.0		
400	80.3	80.7	76.5				1.0	0.7	-0.6	0.0	0.0		
500	76.6	77.3	74.9				-1.7	-0.8	-0.1	0.0	0.0		
630	76.2	75.5	73.6				0.0	-0.8	-0.7	0.0	0.0		
800	75.8	75.3	73.7				-0.4	0.0	-0.1	0.0	0.0		
1,000	76.2	75.0	74.0				1.5	0.2	-0.2	0.0	0.0		
1,250	73.7	74.4	74.7				-0.7	0.7	1.5	0.0	0.0		
1,600	72.6	72.5	72.5				0.5	-0.1	0.0	0.0	0.0		
2,000	70.4	70.8	70.3				-1.8	-1.3	-1.2	0.0	0.0		
2,500	71.9	71.7	70.4				1.6	1.2	0.9	0.0	0.0		
3,150	70.3	70.2	68.8				-0.1	0.1	-0.4	0.0	0.0		
4,000	68.9	68.4	67.9				0.1	-0.1	0.5	0.0	0.0		
5,000	67.3	66.8	66.1				1.6	1.6	1.6	0.0	0.0		
6,300	62.5	62.1	61.0				-0.9	-0.6	-0.6	0.0	0.0		
8,000	59.5	58.7	57.2				0.8	0.8	0.6	0.0	0.0		
10,000	54.9	53.7	52.3				-0.4	-0.3	-0.2	0.0	0.0		
12,500	51.0	49.3	47.8				0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0		
16,000	46.9	45.1	43.3										
Valores máximos	82.0	84.5	80.3	0.0	0.0	0.0	1.8	2.3	2.3	0.0	0.0		



<b>Corrección del nivel efectivo de la fuente emisora Nefe:</b>					
<b>Por presencia de componentes tonales emergentes (Kt)</b>		<b>20 a 125</b>	<b>160 a 400</b>	<b>&gt; 500</b>	<b>Unidad</b>
Nivel de la componente tonal emergente Nf =		79.5	84.5	66.8	<b>dB</b>
Banda de 1/3 de octava =		50	250	5000	<b>Hz</b>
Nivel de la banda anterior =		73.2	83.0	68.4	<b>dB</b>
Nivel de la banda después =		81.1	82.8	62.1	<b>dB</b>
Promedio de los niveles anteriores Ns =		77.2	82.9	65.25	<b>dB</b>
$\delta =$		<b>2.3</b>	<b>1.6</b>	<b>1.55</b>	<b>dB</b>
$K_{t,i} =$		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>dB</b>
$K_t =$		<b>0</b>			<b>dB</b>
<b>Por componentes de bajas frecuencias (Kf):</b>					
$\delta =$		<b>7.50</b>			<b>dB</b>
$K_f =$		<b>0</b>			<b>dB</b>
<b>Por componentes impulsivas:</b>					
$\delta =$		<b>3.80</b>			<b>dB</b>
$K_i =$		<b>0</b>			<b>dB</b>
<b>NIVEL DE FUENTE EMISORA CORREGIDO (NFEC)</b>					
$NFEC = Nefe + (K_t + K_f + K_i)$					
$NFEC =$		<b>85.48</b>			<b>dB(A)</b>

**Conclusiones**

**Primera.** La actividad de maquinaria pesada en funcionamiento, ubicado en Avenida Paseo de la Reforma N°1, Col. Tabacalera, Del. Cuauhtemoc, C.P. 06030, Ciudad de México, constituye una "fuente emisora" que en las condiciones de operación presentes durante la visita en que se practicaron las mediciones acústicas, transmite un nivel sonoro corregido total al "punto de denuncia" de 85.48 dB(A).

**Segunda.** Considerando el valor del nivel sonoro referido en la Conclusión Primera, se acredita que la "fuente emisora" en las condiciones de operación encontradas durante la medición acústica, EXCEDE el "límite máximo permisible de recepción" de 60.0 dB(A) para el horario de las 20:00 horas a las 06:00 horas, establecido en la *Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-005-AMBT-2013, que establece las condiciones de medición y los límites máximos permisibles de emisiones sonoras, que deberán cumplir los responsables de fuentes emisoras ubicadas en el Distrito Federal.*

**Tercera.** El incumplimiento con el límite máximo permisible de emisiones sonoras a que se refiere la Conclusión Segunda, está en contravención del artículo 123 de la Ley Ambiental del Protección a la Tierra en el Distrito Federal, y el responsable de la generación de dichas emisiones está obligado a cumplir con lo dispuesto por el artículo 151 de la misma ley.

**Observaciones**

1. Estando el equipo de medición en el recorrido de reconocimiento en Torre Cuarzo, nos percatamos que la Torre Cuarzo no tenía emisiones de ruido considerables de medir, sin embargo en frente de la torre se llevaban a cabo en ese momento los trabajos iniciales de la línea 7 del metrobus que corre de Indios Verdes y La Villa a Auditorio y Periferico sobre Paseo de la Reforma, estos trabajos se llevaban a cabo por medio de dos retroexcavadoras que rompían el asfalto sobre la Avenida, en ese momento se decidió medir los trabajos de la maquinaria en sustitución de Torre Cuarzo.

2 El análisis del espectro de frecuencias permitió determinar que no se encontró la presencia de componentes tonales emergentes (Kt), componentes de bajas frecuencias (Kf), ni componentes impulsivas (Ki). Para detalles, ver la sección "Corrección del nivel efectivo de fuente emisora Nefe" del presente documento.



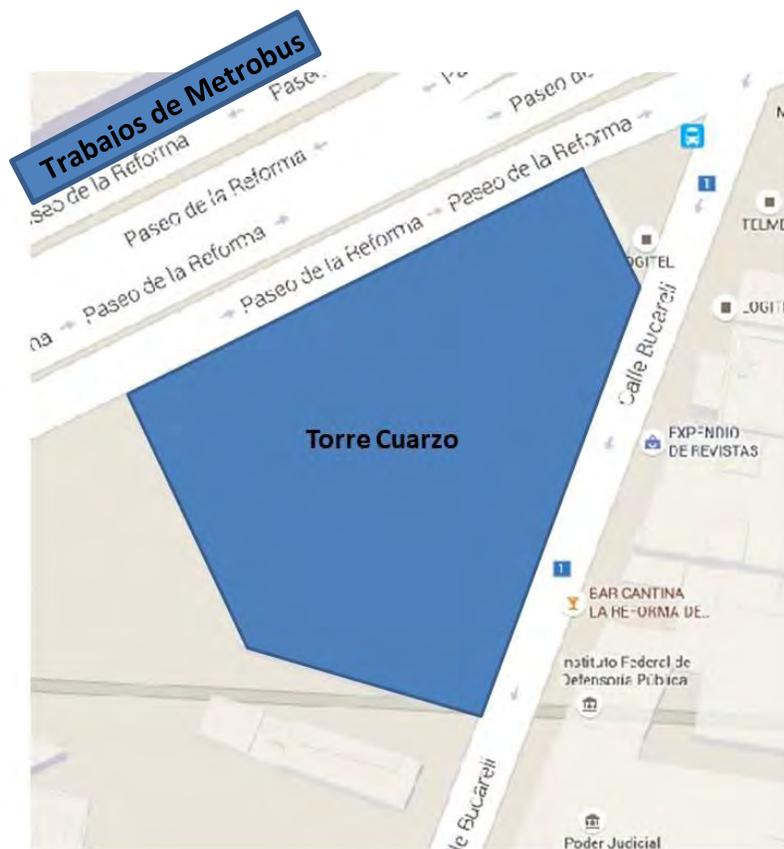
**Formuló**

**Revisó**

**Biól. Martha Nancy González Castellanos**

**Ing. Jaime Hurtado Gómez**

*Nota: El presente estudio se emite por duplicado.*



*Ubicación de Torre Cuarzo y trabajos de iniciales de línea 7 del metrobus*

### 3.5. RESULTADOS Y CONCLUSIONES OBTENIDOS

La evaluación de los resultados se hará mostrando una tabla comparativa para poner en perspectiva las mediciones hechas y sus resultados en contraste con la normatividad mundial y su cumplimiento.

Se consideró la normatividad nacional e internacional de los países antes mostrados.

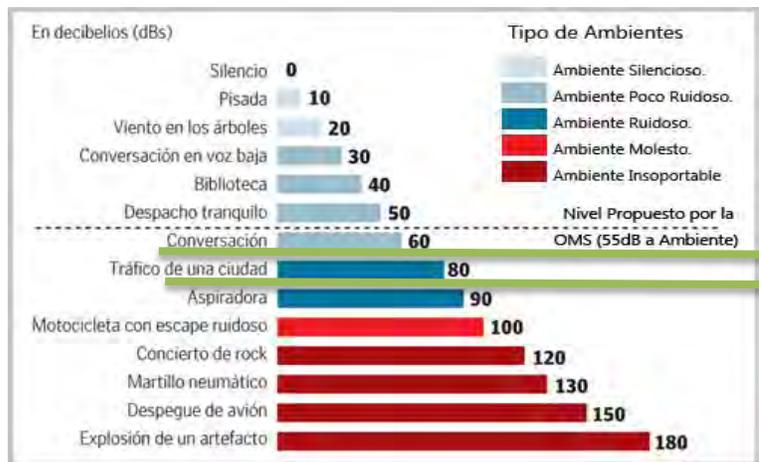
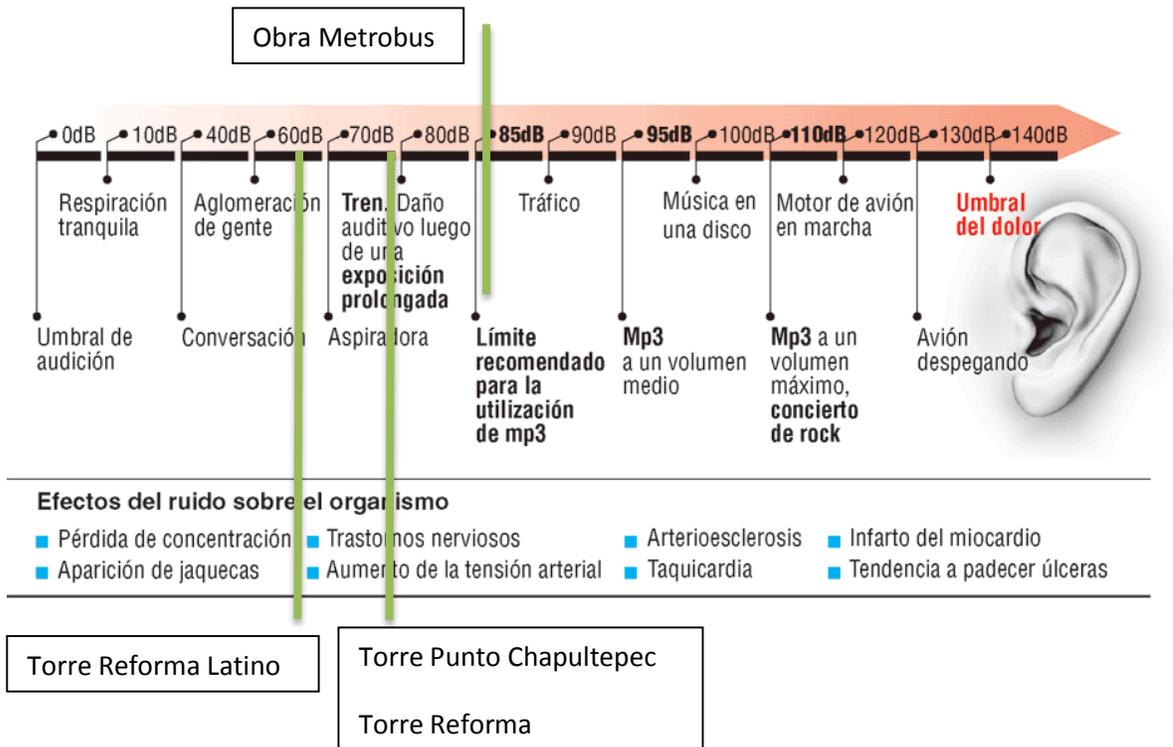
Torre	Lmax (dB)	México (65dB)	Bolivia (65dB)	Costa Rica (65dB)	Montgomery (67dB)	Suiza (65dB)	Singapur (75dB)	Tokio (65dB)	OMS (55dB)	UE (70dB)
Punto Chapultepec	78.19	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Reforma	76.42	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Reforma Latino	67.50	X	X	X	X	X	✓	X	X	✓
Obra Metrobus	85.48	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Como podemos observar en la tabla solo la Torre Reforma Latino no excede los límites máximos permitidos para el día en Singapur y la Unión Europea, y rebasa por muy poco el límite en Montgomery, todos los demás puntos medidos rebasan los límites máximos permitidos, esto probablemente se debe a que mucha de la normatividad entre ellas la de México, no considera para la industria de la construcción límites más flexibles o elevados, es decir, los límites se establecen de manera general sin considerar el tipo de actividad que se está realizando.

Ninguna de las obras se encuentra dentro de los límites establecidos en las distintas ciudades, esto se debe a que la normatividad para cada ciudad establece límites generales, lo cual es un reflejo de la falta de conocimiento del tema primeramente, lo que muestra que no se están tomando las

consideraciones pertinentes para monitorear más de cerca, como el caso del aeropuerto en Colombia, mencionado al principio de la investigación, y crear políticas públicas propias de este tipo de actividades dentro de las ciudades, las cuales afectan la salud de la población, tanto de trabajadores de la construcción como de los habitantes de la zona cercana.

Con los resultados obtenidos y la tabla de daños mostrada en el capítulo 2 referente a los daños a la salud provocadas por ruido (Fig. 4.) de esta investigación, podemos darnos una noción de la percepción ambiental en tema de ruido que probablemente tengan las personas expuestas a los resultado de las mediciones actualmente en Av. Paseo de la Reforma.



(Grafica Niveles de Ruido,2017)

Como se ve en la imagen anterior, es muy probable que las personas perciben el ambiente de esos puntos sobre Av. Paseo de la Reforma, poco ruidoso o ruidoso, sin embargo la percepción humana no nos ofrece datos duros con los cuales medir si existe algún daño serio dentro del afectado, por ello la siguiente tabla obtenida de las memorias estadísticas del IMSS en 2016, confirma que el oído es el principal afectado dentro de las enfermedades de trabajo, no son personas que forzosamente vivan o trabajen en Av. Paseo de la Reforma, sin embargo nos deja claro que la Hipoacusia (que como se menciona en el capítulo 2 de esta tesis y donde se explica más a detalle a que se refiere) es la primer enfermedad de trabajo registrada en hombres dentro del IMSS.

### Enfermedades de trabajo, según naturaleza de la lesión (1), 2011-2016

Naturaleza de la Lesión	2011		2012		2013		2014		2015		2016	
	Número (2)	%	Número	%								
Total	4 105	100.0	4 853	100.0	6 364	100.0	8 301	100.0	12 009	100.0	12 622	100.0
Hipoacusias	1 341	32.7	1 333	27.5	1 489	23.4	1 636	19.7	1 790	14.9	1 873	14.8
Dorsopatías	124	3.0	199	4.1	424	6.7	740	8.9	1 242	10.3	1 663	13.2
Enfermedad del Ojo y sus anexos	35	0.9	66	1.4	174	2.7	507	6.1	993	8.3	1 364	10.8
Neumooniosis	792	19.3	768	15.8	914	14.4	859	10.3	1 106	9.2	1 017	8.1
Intoxicaciones	33	0.8	59	1.2	143	2.2	388	4.7	917	7.6	876	6.9
Otras Entesop	123	3.0	227	4.7	369	5.8	472	5.7	651	5.4	700	5.5

	atías													
	Síndrome del túnel Carpiano	147	3.6	225	4.6	336	5.3	418	5.0	540	4.5	636	5.0	
	Dermatitis de contacto	123	3.0	191	3.9	242	3.8	418	5.0	568	4.7	580	4.6	
	Lesiones del Hombro	110	2.7	210	4.3	281	4.4	398	4.8	516	4.3	503	4.0	
	Tenosinovitis de Estiloides Radial de (Quervain)	140	3.4	207	4.3	256	4.0	291	3.5	432	3.6	422	3.3	
	Afecciones respiratorias debidas a la inhalación de gases, humos, vapores y sustancias químicas	239	5.8	195	4.0	201	3.2	378	4.6	362	3.0	378	3.0	
	Otras Sinovitis, Tenosinovitis y Bursitis	144	3.5	241	5.0	227	3.6	284	3.4	341	2.8	349	2.8	
	Enfermedades infecciosas y parasitarias	42	1.0	67	1.4	283	4.4	124	1.5	217	1.8	229	1.8	
	Epicondilitis	44	1.1	66	1.4	102	1.6	137	1.7	159	1.3	184	1.5	
	Trastornos mentales y del	31	0.8	34	0.7	91	1.4	95	1.1	140	1.2	168	1.3	

comportamiento																	
Artrosis	25	0.6		28	0.6		45	0.7		53	0.6		110	0.9		150	1.2
Enfermedad por Descompresión	2	0.0		3	0.1		33	0.5		122	1.5		139	1.2		108	0.9
Enfermedad vascular periférica	22	0.5		14	0.3		51	0.8		50	0.6		51	0.4		76	0.6
Cáncer ocupacional	3	0.1		6	0.1		15	0.2		15	0.2		32	0.3		35	0.3
Asma	11	0.3		13	0.3		10	0.2		31	0.4		39	0.3		30	0.2
Varios de frecuencia menor	574	14.0		701	14.4		678	10.7		885	10.7		1 664	13.9		1 281	10.1

Fuente: Memorias estadísticas IMSS, 2016

Es de resaltar el punto de la obra el Metrobus, notablemente es la medición más alta en los resultados y la que causa mayores daños auditivos en comparación con las tablas antes mencionadas, sin embargo en la Ciudad de México en los últimos años se han intervenido en gran manera distintas avenidas importantes para dar paso al Metrobus, que si bien es necesario quisiéramos subrayar en esta investigación el impacto ambiental en cuanto a Ruido se refiere.

Como ya se señaló los niveles de ruido emitidos por la operación de maquinaria pesada en la vía asignada al Metrobus llega los 85 decibeles lo cual ya representa un peligro tanto para trabajadores como vecinos de la zona, así lo muestra la siguiente tabla:

Grado de hipoacusia y repercusión en la comunicación		
Grado de hipoacusia	Umbral de audición	Déficit auditivo
Audición normal	0-25dB	
Hipoacusia leve	25-40dB	Dificultad en la conversación en voz baja o a distancia.
Hipoacusia moderada	40-55dB	Conversación posible a 1 o 1,5 metros.
Hipoacusia marcada	55-70dB	Requiere conversación en voz alta
Hipoacusia severa	70-90dB	Voz alta y a 30 cm.
Hipoacusia profunda	>90dB	Escucha sonidos muy fuertes, pero no puede utilizar los sonidos como medio de comunicación.

No solo el ruido es el único impacto que ha tenido este tipo de obras sino es un conjunto de anomalías que tiene y que ahora se ha empezado a manifestar la sociedad a través de grupo de profesionistas como es el caso de esta línea y que en seguida expondremos:

El 14 de junio de este año, en Wradio, estación de radio local dentro de la ciudad de México, el presidente de la Academia Mexicana de Derecho Ambiental manifestó que un juez había determinado la suspensión de la obra de la línea 7 del Metrobus, la cual pasa sobre Avenida. Paseo de la Reforma, entre otras declaraciones mencionadas contra dicha obra están:

- En general hay poca información pública a cerca de la obra de la línea 7 del Metrobus.
- La manifestación de impacto ambiental es carente de acciones de mitigación.
- Se manifiesta que 640 árboles serán talados, sin embargo no se describe la restitución de dichos árboles.
- No se convocó a un debate o consulta ciudadana para evaluar la viabilidad de la obra, aun cuando la Ley Ambiental así lo exige cuando las obras son de gran trascendencia para la ciudadanía.
- Falta de descripción de protección a los monumentos históricos en Av. Paseo de la Reforma y Calzada de los Misterios.

- Inconformidad de asociaciones de vecinos en colonias aledañas

Por lo anterior entre otras cosas, un grupo de abogados antepuso a un juez un amparo contra la obra de la línea 7 del Metrobus, los responsables de la obra presentaron documentación insuficiente a consideración del juez, finalmente se decidió la suspensión definitiva de la obra hasta que se presente el impacto ambiental adecuado y demás requisitos solicitados por el juez.

Sin duda la industria de la construcción es una necesidad vital para el crecimiento de las ciudad no solo emergentes sino para las desarrolladas, no se puede erradicar la actividad de la ciudad y tampoco se puede disminuir la cantidad de ruido emitido por maquinaria pesada puesto que es su naturaleza de funcionamiento, por lo tanto lo único que queda es tomar medidas de mitigación o prevención del ruido desde el lado de la ciudadanía.

Finalmente se pretende cerrar este capítulo con esta tabla que expone los niveles sonoros a los cuales nos exponemos en estas avenidas de la Ciudad de México, como otros ejemplos que reflejan el peligro latente que pueden ser para la población de su alrededor.

Exposición a ruido al circular en avenidas de la zona metropolitana		
Avenida	Promedio dB	Máximo dB
Zaragoza	80.2	111.1
Ermita	79.0	99.1
Eje Central	78.2	101
Politécnico	77.9	100.8
Cuautepec	83.8	101.0
Consulado	80.0	105
Insurgentes	83.0	95.8
Vía Morelos	91.2	105.5

(Peralta, 1998)

## ***CAPITULO 4***

### ***CONCLUSIONES Y APORTACIONES AL TEMA DE RUIDO PARA SU PREVENCIÓN***

#### 4.1. CONCLUSIONES

El rumbo que está tomando la transformación de la ciudad actualmente, es la conclusión principal de esta investigación, pues podemos ver cómo los procesos de desarrollo que impulsan el progreso, son los mismos que dañan nuestro ambiente entonces, por ejemplo la llegada del automóvil a la Ciudad en 1895 fue un parte aguas en el daño al medio ambiente, sin embargo en el momento nadie vislumbro el costo que este tendría, lo mismo ocurre con la densificación de la ciudad, la cual aparentemente es un reflejo de progreso y avance tecnológico, sin embargo hoy en día poco vislumbramos las consecuencias que pueda tener en un futuro y que hoy en día ya estamos empezando a conocer.

El tema de Ruido si bien ha avanzado en su investigación en últimas décadas, también es cierto que queda un largo trecho por recorrer, puesto que es aún un tema poco conocido para la población de las ciudades aglomeradas, desconocen sobre todo el daño que causa a la salud y desconocen de igual manera las medidas de prevención que pueden tomar.

Por otro lado las ciudades como México, las llamadas subdesarrolladas, están en un auge de modernización de las mismas, para no quedar fuera de la competencia en vanguardia a nivel mundial, esto hace que la industria de la construcción tenga cabida en los centros financieros principalmente, lo que lleva a la construcción de plazas comerciales, rascacielos, edificios de estacionamientos, oficinas, en fin, todo que convenga para el crecimiento de estas ciudades.

Es ahí donde el ruido aumenta de manera considerable en todo este desarrollo, ya que no se piensa en él como una consecuencia del crecimiento, dado que la contaminación auditiva no se acumula, no se ve, y desaparece a los pocos segundos de ser emitida, sin embargo crece con la aglomeración de las personas y cada día se genera nuevo ruido y sus consecuencias son daños permanentes para el oído tanto del ser humano como de animales.

Esta investigación nos muestra la transformación de la avenida más importante en la Ciudad de México, su importancia radica en que es actualmente el Centro financiero de la ciudad y en ella coexisten un mundo de actividades comerciales principalmente, en este caso se estudió desde el tema del Ruido provocado por la industria de la construcción y se compararon los resultados de mediciones hechas con otras ciudades y países del mundo para constatar lo siguiente:

- ✓ Redefinir la norma ambiental vigente, pues la política hecha en tema de ruido no solo en México sino en algunas partes del mundo, generaliza los decibeles permitidos en exterior tanto de día como de noche, lo cual no permite a la industria de la construcción llevar a cabo su actividad sin ser acreedores alguna sanción, puesto que los decibeles establecidos en la norma oficial son demasiado bajos por lo menos en los máximos permitidos para el día, pues 65 decibeles apenas es un poco más alto que los emitidos en una conversación a volumen normal, por lo tanto es muy fácil superar la norma establecida lo cual no deja cabida a actividades al aire libre durante del día sin violar dicha política.
- ✓ En las normas emitidas, no se consideran apartados para mitigación o prevención de ruido para la población.
- ✓ El diseño arquitectónico en edificios es de suma importancia ya que un mal diseño en cuanto a zonificación de cuartos de máquinas puede ser motivo de multas y sanciones en tema de ruido en el futuro.
- ✓ A la fecha no se conoce algún programa por parte del gobierno de la Ciudad de México encausado a generar conciencia en la población del daño auditivo generado por el ruido en la ciudad.
- ✓ El rumbo que estamos tomando como ciudad en pleno desarrollo hacia la vanguardia se vislumbra preocupante en temas ambientales sobre todo, desde la densificación, escases de agua, contaminación atmosférica, contaminación auditiva, entre otras, por ello es que es necesario primeramente hacernos conscientes del problema, divulgar información a la población desde varios escenarios y sumar esfuerzos.

## **Expectativas**

Como parte de las conclusiones se señalan algunas tendencias o expectativas que puede tener el tema de Ruido en la Ciudad de México, algunas de ellos son:

### **Caso 1;**

Mas investigación en el tema desde diferentes perspectivas, como la economía, profundizar más desde el punto de vista de la salud pública, y definitivamente la divulgación del conocimiento a toda la población, pues primeramente hay que dar a conocer temas de este tipo que dañan a la población, para hacernos conscientes y poder entonces exigir al gobierno medidas de prevención y consideraciones para la población al momento de dar licencia para la construcción no solo de torres de altura sino de cualquier edificación que conlleve emisiones de ruido altas.

### **Caso 2;**

Un mal escenario en el caso de no atender la investigación y divulgación de este conocimiento es el de continuar como ciudadanos exponiéndonos a niveles de ruido altos (sobre todo en zonas laborales donde en promedio la gente permanece ocho horas al día) lo que nos detonaría en el peor de los casos en enfermedades cardiovasculares, y en casos menos severos en pérdidas de la audición temporal.

### **Caso 3;**

Si como población no se atiende este problema, se seguirán dando licencias de construcción una tras otra sin exigir a las empresas constructoras que tomen en serio el problema de sus emisiones de ruido, lo cual actualmente se ampara con una licencia especial, sin embargo eso no resuelve el problema del daño a la salud.

## Caso 4;

Finalmente la tendencia mayor de continuar en esta misma línea, es vivir en una ciudad sumamente ruidosa no solo por emisiones de fuentes fijas sino con el aumento del principal contaminante auditivo que es el tránsito vehicular, todo esto sumado haría de las zonas laborales principalmente, lugares intranquilos, estresantes y peligrosos para la salud no solo física si no psicológica de cada persona.

### **1.2. APORTACIONES DE PREVENCIÓN**

En México hasta el momento se ignora como mitigar el ruido ya que en las fuentes oficiales de gobierno consultadas, es decir, en las políticas que regulan el tema de ruido, no especifican medidas de mitigación o prevención en espacios habitables, laborales y escolares, pero existen recomendaciones de naciones más desarrolladas en este tema que se pueden adoptar.

Las denuncias por este motivo en la Ciudad de México, reflejan que las molestias que causan a los ciudadanos son importantes de tomar en cuenta para su investigación, mitigación y empezar a plantear soluciones a largo plazo.

En esta parte final se expondrán algunas medidas de mitigación hechas en otros países que han empezado a considerar el ruido inclusive como un problema de salud pública, también se incluyen propuestas personales:

#### ***UNION EUROPEA***

La UE por su parte recomienda tres acciones principalmente:

- ✓ Políticas alineadas con las últimas investigaciones en tema de ruido
- ✓ Medidas para reducir el origen del ruido o fuentes emisoras
- ✓ Aumentar el análisis de diseño de las ciudades

(Parlamento de la Unión Europea, 2013)

Sin duda otra recomendación hecha desde un principio a fabricas e industrias que por su naturaleza emiten ruido, es la elaboración de programas que apoyen la adquisición de maquinaria, procesos y equipo que produzcan bajos niveles de ruido, así como el detalle de su mantenimiento y vigilancia en el control y cumplimiento de los programas. En 1985 la Unión Europea publicó un listado de maquinaria y equipo para diferentes industrias que cumplía con el principio de pocas emisiones de ruido. (Suter, n.d.).

Lo anterior ha cambiado obligado en gran manera a los fabricantes de dicha maquinaria y equipo a considerar seriamente en sus diseños y operación la poca emisión de ruido, ya que a partir de la publicación de dicha normativa dentro de la UE, todo aquel proveedor que quiera vender maquinaria y equipo en cualquier tipo de industria deberá cumplir con estas exigencias (Suter, n.d.).

## ***MEXICO***

Actualmente existen empresas poco conocidas dedicadas a la reducción de ruido en México, se especializan en la tecnología y la consultoría acústica, solucionan todo tipo de problemas de ruido y vibraciones en los sectores de la industria, construcción y medio ambiente.

Algunas de los problemas que solucionan este tipo de empresas son:

- ✓ En vez de corregir problemas de emanaciones de ruido se enfocan en prevenirlos.
- ✓ Trabajos de aislamiento acústico y mantenimiento
- ✓ Problemas de ruido bien diagnosticados
- ✓ Emisiones de ruido y vibraciones enfocadas a la reducción
- ✓ Ofrecen propuestas de sistemas acústicos adecuados al problema
- ✓ Fabricación de productos y sistemas que reducen los niveles de ruido
- ✓ Informes de mediciones de ruido y vibraciones
- ✓ Mejorar la acústica de un lugar

- ✓ Algunas inclusive se dedican a la enseñanza de la acústica o capacitación para empleados ("Inerco Acústica México - Soluciones acústicas a medida", 2017)

Algunas de estas empresas son:

- Grupo INERCO
- SGS
- Aislacustic. Ingeniería Acústica

### ***EI INSTITUTO NACIONAL DE SORDERA Y COMUNICACIÓN, EUA.***

Este Instituto patrocina la *campaña "El mundo es ruidoso. Proteja la audición de sus hijos" (It's a Noisy Planet. Protect Their Hearing)*, una campaña nacional de educación pública para concienciar a los padres de preadolescentes sobre las causas y la prevención de la pérdida de audición inducida por el ruido. Con esta información, los padres, maestros, enfermeras escolares y otros adultos pueden invitar a los niños a que adopten hábitos de audición saludables. (NIDCD, 2017)

### ***VALENCIA***

En Valencia por ejemplo el gobierno determino que los trabajos de construcción sobre vía publica fueran en la noche y solo en días laborables, esto con la finalidad de no incomodar o interrumpir el descanso a las personas en fines de semana, con esta medida se espera mejorar la calidad de vida en preve. Otra medida que tomaron es de informar a los vecinos los horarios y días que en los que se realizaran trabajos de vía publica en caso de ser necesario realizarlos en el día. (Sau, 2015)

## **ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS)**

La Organización Mundial de la Salud, ha publicado una serie de recomendaciones dirigidas a diferentes sectores de la población, en seguida se mencionan algunos de ellos;

### **A la población**

A las personas en general que a diario se exponen a niveles de ruido no solo altos si no constantes, la recomendación es usar dispositivos de uso personal que reduzcan o aíslen el ruido ambiental, como por ejemplo;

- “Utilizando tapones para los oídos.
- Utilizando cascos o auriculares que se ajusten bien y, de ser posible, que aíslen del ruido del entorno.
- Respetando los niveles seguros de exposición al ruido.
- Limitar el tiempo que dedicado a actividades ruidosas
- Hacer breves descansos auditivos.
- Alejarse de los ruidos fuertes.
- Limitar el tiempo diario de utilización de los dispositivos de audio personales: a menos de una hora al día contribuye enormemente a reducir la exposición al sonido.
- Prestar atención a las señales de advertencia de pérdida de audición
- Haga revisiones auditivas periódicas”

(Organización Mundial de la Salud, 2015)

### **A los responsables**

En cuanto a los responsables de establecimientos mercantiles desde restaurantes, bares, centros nocturnos, salas de conciertos y últimamente gimnasios, y similares, se recomienda primeramente monitoriar los niveles de ruido a todo momento en los establecimientos, ofrecer a las personas que frecuenten el lugar protectores contra el ruido así como información del peligro de exponerse a niveles de ruido altos y sus consecuencias, de ser posible

incluir salas de relajación sonora dentro del establecimiento para de esa manera garantizar la reducción del riesgo por ruido (Organización Mundial de la Salud, 2015).

## **A los gobiernos**

La recomendación hacia los gobiernos es en resumen la información a su población, la cual incluya el peligro de la exposición a altos niveles de ruido, consecuencias como la pérdida auditiva y medidas de prevención. Se invita a hacer uso de los medios masivos de comunicación para realizar campañas inclinadas a este tema sobre todo en los sectores más expuestos a este problema como los adolescentes y jóvenes ya que son estos los que frecuentan más establecimientos y conciertos donde se excede muy fácilmente los niveles de ruido permitidos (Organización Mundial de la Salud, 2015).

Finalmente y bajo la experiencia que me ha dado la realización de esta investigación, este último párrafo está dedicado a los arquitectos y demás profesionistas dedicados a la construcción de cualquier tipo de edificación. Un diseño minucioso y riguroso en cuanto a la disposición en la zonificación de cuartos de máquinas, equipos, etc., puede reducir de manera significativa las emisiones de ruido emitidas al medio ambiente, así como enfatizar los acabados en cuanto aislamiento acústico o elementos de reducción de sonido podrían contribuir a evitar el peligro eminente.

Tomar en serio el problema de ruido es sin duda el primer paso que todos debemos tomar para empezar un cambio verdadero y reflejarlo en nuestro medio ambiente.

*La audición es una facultad muy valiosa. Daños auditivos provocados por el ruido excesivo son irreversibles. La pérdida de audición merma la calidad de vida general de las personas afectadas y aumenta el costo de la atención sanitaria para la sociedad. La pérdida de audición provocada por el ruido es prevenible- así que, cuida tu audición.*

## BIBLIOGRAFIA

1. Peña Losano, J. (2015). *Contaminacion acustica y su influencia en la comunidad del colegio fiscal Enrique Gil Gilbert de la ciudad de Guayaquil*. Licenciatura. Universidad de Guayaquil.
2. European Union website, pagina oficial EU website - European Commission. (2016). *Qué es la UE - European Union website, the official EU website - European Commission*. [en línea] Disponible en: [https://europa.eu/european-union/about-eu/eu-in-brief\\_es](https://europa.eu/european-union/about-eu/eu-in-brief_es) [Accessed 8 Aug. 2016].
3. Ugarte Alba, W. and Mosqueda Matos, D. (2016). *Algunas consideraciones teoricas sobre la educacion ambiental acustica*. [online] Edusol.cug.co.cu. Disponible en: [http://edusol.cug.co.cu/index.php/EduSol/article/viewFile/406/pdf\\_270](http://edusol.cug.co.cu/index.php/EduSol/article/viewFile/406/pdf_270) [Accessed 8 Aug. 2016].
4. Eeas.europa.eu. (2016). *La Asociación Estratégica*. [online] Disponible en: [http://eeas.europa.eu/delegations/mexico/eu\\_mexico/political\\_relations/strategic\\_partnership/index\\_es.htm](http://eeas.europa.eu/delegations/mexico/eu_mexico/political_relations/strategic_partnership/index_es.htm) [Accessed 8 Aug. 2016].
5. Ec.europa.eu. (2016). *Libros Verdes - Comisión Europea*. [online] Disponible en: [http://ec.europa.eu/green-papers/index\\_es.htm](http://ec.europa.eu/green-papers/index_es.htm) [Accessed 8 Aug. 2016].
6. Eur-lex.europa.eu. (2016). *EUR-Lex - I21224 - EN - EUR-Lex*. [online] Disponible en: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=URISERV%3AI21224> [Accessed 8 Aug. 2016].
7. Agencia de Gestion Urbana de la Ciudad de Mexico, (2014). *La Ciudad de Mexico, primer lugar dentro de la industria de la construccion en el pais: CMICDF*. Mexico: Excelsior.
8. Pescador Osorio, L. (2013). *Analisis del impacto ambiental por ruido generado por la operacion del circuito exterior mexiquense en torno a la Gaza 33*. Licenciatura. Universidad Nacional Autonoma de Mexico. (Pag. 9-10)

9. Ramos Hernandez, I. (2014). *Análisis del oído como parte fundamental en el diagnóstico en ortodoncia y en ortopedia craneofacial*. licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México.
10. Ec.europa.eu. (n.d.). *Glosario: Decibelio*. [online] Disponible en: <http://ec.europa.eu/health/opinions/es/perdida-audicion-reproductores-musica-mp3/glosario/def/decibelio.htm> [Acceso 8 Ago. 2016].
11. Secretaría de Desarrollo Social, (1994). *NORMA Oficial Mexicana NOM-081-ECOL-1994*.
12. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, (1976). *NMX-AA-040-1976 "CLASIFICACION DE RUIDOS"*. [online] Disponible en: <http://www.spabc.gob.mx/views/files/tmp/NMX-AA-040-1976.pdf> [Acceso 10 Ago. 2016].
13. Sandoval Villegas, L. (2003). *Detección de factores de riesgo y exposición al ruido en los trabajadores de una empresa de impresión y encuadernación*. Especialización. Universidad Nacional Autónoma de México.
14. Gobierno de México, (1917). *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*. México.
15. SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE, (2014). *NORMA AMBIENTAL PARA EL DISTRITO FEDERAL NADF-005-AMBT-2013*. MÉXICO: GACETA OFICIAL DEL DISTRITO FEDERAL.
16. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, (1988). *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. México: Secretaría de Servicios Parlamentarios, p.71.
17. Presidencia de la República, (n.d.). *Límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles, y para vibraciones*. Bolivia.
18. Gobierno de la República de Costa Rica, (2000). *Reglamento para el control de contaminación por ruido*. Costa Rica: Gaceta 155.

19. Council, T. (2016). *Exposure Limit Values*. [online] Available at: <https://www.admin.ch/opc/en/classified-compilation/19860372/201601010000/814.41.pdf> [Accessed 31 Mar. 2017].
20. Ecoportal.net. (2003). *Nuevo Indice De Sustentabilidad Ambiental Mundial - Ecoportal.net*. [online] Disponible en: [http://www.ecoportal.net/Eco-Noticias/Nuevo\\_Indice\\_De\\_Sustentabilidad\\_Ambiental\\_Mundial](http://www.ecoportal.net/Eco-Noticias/Nuevo_Indice_De_Sustentabilidad_Ambiental_Mundial) [Acceso 7 Sep. 2016].
21. ANDALUCIA, J. (n.d.). *Ruido y Salud*. Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía. Andalucía: Union Europea, p.17.
22. Cervantes Sanchez, E. (n.d.). *El desarrollo de la Ciudad de Mexico*. 1st ed. [ebook] p.6. Disponible en: <https://www.yumpu.com/es/document/view/14182123/el-desarrollo-de-la-ciudad-de-mexico-enrique-cervantes-sanchez> [Acceso 27 Sep. 2016].
23. Aguirre Botello, M. (2003). *El Paseo de la Reforma 1864-2015 Ciudad de México*. 1st ed. [ebook] Mexico. Disponible en: <http://www.mexicomaxico.org/Reforma/reforma.htm> [Acceso 27 Sep. 2016].
24. Davis, Diane E. *El factor Giuliani: delincuencia, la "cero tolerancia" en el trabajo policiaco y la transformación de la esfera pública en el centro de la ciudad de México*. Estudios Sociológicos, vol. XXV, núm. 75, septiembre-diciembre, 2007, pp. 639-681 El Colegio de México, A.C. Distrito Federal, México
25. Fuentes Vivar, R. (2013). 10º Aniversario. El Rascacielos mas respetado. *Mundo Ejecutivo*.
26. Fumero, M. (2013). *COMO SINGAPUR RESOLVIÓ EL PROBLEMA DE LA DELINCUENCIA*. [online] Unidos Contra la Apostasía. Disponible en: <https://contralaapostasia.com/2013/03/17/como-singapur-resolvio-el-problema-de-la-delincuencia/> [Acceso 4 Oct. 2016].
27. BBC Mundo. (2013). *Por qué hay tan pocos crímenes en Islandia* - BBC Mundo. [online] Disponible en: [http://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/05/130526\\_islandia\\_crmenes\\_raros\\_armas\\_lav](http://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/05/130526_islandia_crmenes_raros_armas_lav) [Acceso 4 Oct. 2016].
28. Nuñez, R. (2012). *Uruguay, el país más seguro de América latina agobiado por la inseguridad ciudadana*. [online] Infolatam. Disponible en:

<http://www.infolatam.com/2012/05/24/uruguay-el-pais-mas-seguro-de-america-latina-agobiado-por-la-inseguridad-ciudadana/> [Acceso 4 Oct. 2016].

29. Americaeconomia.com. (2015). *Policía española capacita a uruguay en el combate de nueva delincuencia*. [online] Disponible en: <http://www.americaeconomia.com/politica-sociedad/politica/policia-espanola-capacita-uruguay-en-el-combate-de-nueva-delincuencia> [Acceso 4 Oct. 2016].
30. Arteaga, J. and Arteaga, J. (2015). *6 problemas ambientales y sociales que colapsarán al DF* - Forbes Mexico. [online] Forbes Mexico. Disponible en: <http://www.forbes.com.mx/6-problemas-ambientales-y-sociales-que-colapsaran-al-df/#gs.m6hABgU> [Acceso 4 Oct. 2016].
31. Guzman, F. (2016). *Ruido, motivo de 70% de denuncias en la capital* | gaceta Digital UNAM. [online] Gaceta.unam.mx. Disponible en: <http://www.gaceta.unam.mx/20160512/ruido-motivo-de-70-de-denuncias-en-la-capital/> [Acceso 4 Oct. 2016].
32. Procuraduría Ambiental y de Ordenamiento Territorial, (2007). *Medición de Ruido en el primer cuadro del Centro Histórico de la Ciudad de México*. [online] México: PAOT. Available at: <http://centro.paot.org.mx/index.php/publicaciones-paot/16-estudios-tecnicos/288-ruido-primer-cuadro-centro-historico> [Accessed 16 Mar. 2017].
33. Montgomerycountymd.gov. (n.d.). *Noise Control - Montgomery County Department of Environmental Protection*. [online] Available at: <https://www.montgomerycountymd.gov/DEP/contact/noise.html> [Accessed 3 Apr. 2017].
34. Suter, A. (n.d.). Riesgos Generales. Ruido. In: *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*, 1st ed. pp.47.8.
35. Sau, p. (2015). *Nuevas medidas contra la contaminación acústica en Valencia*. [online] Aislacustic Ingeniería Acústica. Available at: <http://aislacustic.com/medidas-contr-contaminacion-acustica-valencia/> [Accessed 4 Apr. 2017].
36. Asamblea Legislativa del Distrito Federal, (2000). *Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal*. México, p.105.
37. Casas Garcia, O., Betancur-Vargas, C. and Montaña-Eraza, J. (2015). *Revisión de la normatividad para el ruido acustico en Colombia y su aplicacion*.

- Ingeniería y Tecnología. [online] Colombia: Entramado, p.268. Available at: <http://www.redalyc.org/pdf/2654/265440664019.pdf> [Accessed 12 Jun. 2017].
38. Ambientebogota.gov.co. (n.d.). *Ruido - Secretaria Distrital de Ambiente*. [online] Available at: <http://ambientebogota.gov.co/ruido> [Accessed 12 Jun. 2017].
39. Arbelaez, M. (2014). *Contaminación Auditiva, el Ruido en Medellín*. [online] Medellín. Available at: [http://www.elmundo.com/portal/noticias/territorio/contaminacion\\_auditiva\\_el\\_ruido\\_de\\_medellin.php#.WT8qD5Lytdg](http://www.elmundo.com/portal/noticias/territorio/contaminacion_auditiva_el_ruido_de_medellin.php#.WT8qD5Lytdg) [Accessed 12 Jun. 2017].
40. UNAM | Facultad de Arquitectura. (2017). *10 nuevos rascacielos que cambiarán el paisaje en la Ciudad de México*. [online] Available at: <http://arquitectura.unam.mx/noticias/10-nuevos-rascacielos-que-cambiaran-el-paisaje-en-la-ciudad-de-mexico> [Accessed 13 Jun. 2017].
41. Corredor Turístico Financiero Reforma-Centro Histórico. (n.d.). [ebook] Mexico, pp.110-117,133. Available at: [http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/491/A6\\_CAP3.pdf?sequence=6](http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/491/A6_CAP3.pdf?sequence=6) [Accessed 13 Jun. 2017].
42. Peralta, J. (1998). El Ruido en la Ciudad de Mexico. *Ciencias* 50, 63. Retrieved from <http://www.revistaciencias.unam.mx/images/stories/Articles/50/CNS05008.pdf>
43. Fundamentos de computación. Ingeniería Mecánica. (2012). *Historia del automóvil en Mexico*. Retrieved from <http://realboneone001.blogspot.mx/>
44. Parlamento de la Unión Europea. (2013). Unión Europea. Retrieved from <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32013D1386>
45. *Inerco Acústica México - Soluciones acústicas a medida*. (2017). *Inercoacustica.com.mx*. Retrieved 17 June 2017, from <http://www.inercoacustica.com.mx/>
46. NIDCD. (2017). *Pérdida de audición inducida por el ruido*. [online] Available at: <https://www.nidcd.nih.gov/es/espanol/perdida-de-audicion-inducida-por-el-ruido> [Accessed 16 Aug. 2017].
47. 20minutos.es - Últimas Noticias. (2017). *La OMS alerta: 1.100 millones de jóvenes pueden sufrir pérdidas de audición por los auriculares* - 20minutos.es.

[online] Available at: <http://www.20minutos.es/noticia/2390240/0/audicion-oms/oido-jovenes/decibelios/> [Accessed 16 Aug. 2017].

48. Tiempo, C. (2017). *Los audífonos disparan la sordera precoz en los jóvenes*. [online] El Tiempo. Available at: <http://www.eltiempo.com/vida/salud/audifonos-disparan-sordera-precoz-en-los-jovenes-30904> [Accessed 16 Aug. 2017].
49. Mercola, D. (2017). *The Effects of Noise Pollution to Your Health*. [online] Mercola.com. Available at: <http://articles.mercola.com/sites/articles/archive/2015/06/20/noise-pollution.aspx> [Accessed 21 Aug. 2017].
50. Holzman, D. (2014). Fighting Noise Pollution: A Public Health Strategy. *Environmental Health Perspectives*, 122(2), pp.A58-A58.

## FIGURAS

1. Fig. 1. Mis clases de musica, (2011). *Componentes del sonidos*. [imagen] Disponible en: <http://misclasesdemusica.blogspot.mx/2011/10/tema-1-el-sonido-y-el-silencio-6-parte.html> [Acceso 8 Aug. 2016].
2. Fig. 2. Estructura del oido. (2011). [imagen] Disponible en: <http://www.eloido.com/estructura-del-oido/> [Acceso 8 Aug. 2016].
3. Fig 3. Suances in Rock, (2014). *Frecuencias que percibe el oido humano*. [imagen] Disponible en: [http://oskargalendemusic.blogspot.mx/2014\\_10\\_01\\_archive.html](http://oskargalendemusic.blogspot.mx/2014_10_01_archive.html) [Acceso 8 Ago. 2016].
4. Fig. 4. Grupo C.E.A, (2015). *Ruido y audifonos*. [imagen] Disponible en: <http://www.ceasanvicente.com/noticias/> [Acceso 8 Ago. 2016].
5. Fig. 5. Persona y Sociedad II, (2013). *Organo Vestibular o del Equilibrio*. [imagen] Disponible en: [http://educacioninicialunprg.blogspot.mx/2013\\_06\\_01\\_archive.html](http://educacioninicialunprg.blogspot.mx/2013_06_01_archive.html) [Acceso 20 Ago. 2016].
6. Imagen Mapa. M. en D. Fausto E. Rodriguez Manzo, (2011). *Primer mapa de ruido para la Zona Metropolitana del Valle de México. Versión Ruido de trafico vehicular*. [image] Available at: <http://www.azc.uam.mx/privado/difusion/adjuntos/MAPA%20DE%20RUIDO%20ANEXO1.pdf> [Accessed 16 Mar. 2017].