



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**“ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL POR
RUIDO GENERADO POR LA OPERACIÓN DEL
CIRCUITO EXTERIOR MEXIQUENSE EN TORNO A
LA GAZA 33”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :

PESCADOR OSORIO LEONARDO



**DIRECTOR DE TESIS:
M.I. CRISTIAN EMMANUEL GONZÁLEZ REYES**

Ciudad Universitaria, México, D.F., mayo de 2013



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.



**DIVISIÓN DE INGENIERÍAS CIVIL Y GEOMÁTICA
COMITÉ DE TITULACIÓN
FING/DICyG/SEAC/UTIT/029/13**

Señor
LEONARDO PESCADOR OSORIO
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor M.I. CRISTIAN EMMANUEL GONZÁLEZ REYES, que aprobó este Comité, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

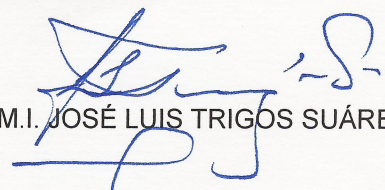
"ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL POR RUIDO GENERADO POR LA OPERACIÓN DEL CIRCUITO EXTERIOR MEXIQUENSE EN TORNO A LA GAZA 33"

- INTRODUCCIÓN
- I. MARCO TEÓRICO
- II. METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y ANÁLISIS DEL RUIDO
- III. NORMATIVIDAD
- IV. DESCRIPCIÓN DEL SITIO
- V. TRABAJO DE CAMPO
- VI. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS
- VII. CONCLUSIONES
- BIBLIOGRAFÍA
- ANEXOS

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cd. Universitaria a 15 de febrero del 2013.
EL PRESIDENTE


M.I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ

JLTS/MTH*gar.

Dedicatoria

A mi abuela, en paz descanse,

Mtra. María Teresa Rubio Rico

A mis padres,

Dr. Alfonso Pescador Rubio

Mtra. Josefina Osorio Cuevas

Agradecimientos

Agradezco:

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por abrirme las puertas de esta gran prestigiada universidad y brindarme la oportunidad de desarrollar una carrera universitaria.

A la Facultad de Ingeniería, junto a toda la comunidad que lo representa, docentes y alumnado, por ser parte de esta grandiosa y maravillosa etapa de mi vida. Que con su enseñanza y ayuda, formaron en mí un profesional y mejor ser humano.

Al M.I. Cristian Emmanuel González Reyes, por brindarme la oportunidad de participar en este proyecto, enseñanzas, consejo y sincera amistad.

A mi abuela, Mtra. María Teresa Rubio Rico, en paz descanse, por abrirme desde un inicio las puertas de su hogar. Siempre recordaré sus palabras de aliento y amor.

A mis padres y hermanos, con todo mi cariño y afecto por estar siempre a mi lado apoyándome.

A mis tíos Gustavo Pescador y Xiuhquentzin Guadarrama, que me abrieron las puertas de su hogar y me permitieron ser parte de su familia durante mi estancia en la universidad.

A mis amigos y compañeros, en especial a José Julián Mendoza Martínez, Mario Navarrete Ayala y Juan Carlos Sánchez Ayala por su ayuda y cooperación en la realización del trabajo.

Gracias

Contenido

Introducción.....	6
Objetivo general.....	7
Objetivos particulares	7
1. Marco Teórico	8
1.1. Definición de sonido	9
1.1.1. Propiedades del Sonido.....	9
1.1.2. Percepción humana del sonido.....	14
1.2. Definición de ruido.....	15
1.3. Características del Ruido	16
1.4. El decibelio.....	16
1.5. Control del Ruido	18
1.5.1. Tipos de Ruido.....	19
1.5.2. Fuentes del ruido	19
1.5.3. Técnicas de control de ruido.....	21
1.6. Niveles sonoros y su medida	23
1.7. Contaminación acústica y sus efectos en la salud	27
1.7.1. Efectos auditivos.....	28
1.7.2. Efectos no auditivos.....	29
2. Metodología para la medición y análisis del ruido	31
2.1. Metodologías para el estudio del ruido.....	32
2.2. Instrumentos de Medicación	34
2.3. Tiempos e intervalos	37
2.4. Puntos de Medición.....	38
3. Normatividad	40
3.1. Normatividad Nacional	41
3.2. Normatividad Internacional.....	44
3.2.1. Límites de la OMS	44
3.2.2. Normatividad de las Comunidades Europeas.....	45

3.2.3.	Limites OCDE	47
3.2.4.	Normatividad de Estados Unidos.....	47
3.2.5.	Normatividad Japonesa	48
3.2.6.	Normatividad Finlandesa	49
3.2.7.	Normatividad Francesa.....	50
3.2.8.	Normatividad Chilena	51
3.2.9.	Normatividad Española.....	52
4.	Descripción del sitio	53
4.1.	Problemática del sitio	54
4.2.	Ubicación y Localización	58
5.	Trabajo de Campo	61
5.1.	Análisis del aforo vehicular.....	62
5.2.	Puntos de medición y generación de isófonas	70
5.2.1.	Instrumentación	70
5.2.2.	Distribución de los puntos de medición	71
5.2.3.	Plan de Trabajo	72
5.2.4.	Muestreo.....	73
5.2.5.	Resultados obtenidos y generación de isófonas	74
6.	Análisis y evaluación de resultados	84
6.1.	Comparativa de los índices estadísticos obtenidos contra la normatividad nacional e internacional	85
7.	Conclusiones.....	89
	Bibliografía	92
	Anexos	94
	Puntos de Medicion	94
	Índice de Tablas	106
	Índice de Figuras	107
	Índice de Gráficas.....	108

Introducción

El presente trabajo se fundamenta en la inconformidad de la población en torno a la gaza 33 del Circuito Exterior Mexiquense (CEM), misma que ha manifestado que los niveles de ruido provocados por la operación no son satisfactorios.

Si bien es sabido que una autopista por su naturaleza es generadora de ruido, será necesario que, durante el diseño y operación de la autopista, se consideren medidas de mitigación a los impactos generados, tal que el ruido que incide en zona habitada se encuentre por debajo de los límites máximos permisibles establecidos en la normatividad nacional correspondiente. Durante el reconocimiento en sitio se observaron medidas de mitigación al ruido generado, esto es, barreras de concreto con altura, espesor y profundidad variable.

Durante los trabajos de campo para la medición de ruido se analizaron las condiciones del sonido generado el CEM en la zona de interés, ubicando puntos de medición en fachadas cercanas y puntos posteriores a las mismas.

Los capítulos I, II y III establecen las bases teóricas para la realización del proyecto, conceptos básicos, fórmulas, normatividad nacional e internacional, metodologías de medición. Así como también, información relacionada con estudios realizados con anterioridad.

Los capítulos siguientes, IV y V muestran la labor realizada en campo, además de una breve descripción del sitio en cuanto a sus condiciones físicas y la problemática de la zona. Se describe todo el trabajo de campo; análisis estadísticos del aforo vehicular y el muestreo de los puntos establecidos para la medición del ruido en la zona de estudio.

En el capítulo VI convergen, tanto la base teórica como lo realizado en campo, dando fin al estudio realizado y haciendo un análisis de los resultados obtenidos comparándolos con lo establecido en las normas nacionales e internacionales.

Objetivo general

Por medio de metodologías establecidas para la medición de ruido determinar el impacto ambiental debido a la operación del Circuito Exterior Mexiquense, particularmente en torno a la Gza 33. Asimismo, se hará uso del conocimiento teórico y recursos disponibles para determinar, de la forma más eficientemente posible, las zonas de afectación y el nivel de impacto ejercido en éstas.

Objetivos particulares

- Determinar la hora de día y el día de la semana de mayor afluencia vehicular de los camiones de carga conforme a los estudio de aforo vehicular proporcionado por la empresa CONMEX.
- De acuerdo a las condiciones geográficas de la zona de estudio, instrumentación y tiempo disponible, realizar el análisis de la mayor cantidad de puntos posibles.
- Para cada punto de medición considerado obtener los índices estadísticos $L_{máx}$, $L_{mín}$, L_{90} , L_{50} , L_{10} , L_1 y L_{eq} .
- Con base en las mediciones realizadas generar las isófonas correspondientes para cada uno de los índices estadísticos, haciendo las comparaciones correspondientes con las normas nacionales e internacionales.
- Identificar las zonas de mayor impacto ambiental por ruido provocado por la operación de la autopista.
- Identificar los componentes de la autopista, dentro de la zona de estudio, que emiten la mayor cantidad de ruido.
- Concluir y recomendar acerca de la eficiencia de los métodos de mitigación contra el ruido considerados por el constructor y operador del CEM.

1. Marco Teórico

1.1. Definición de sonido

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, entre más denso es un fluido mayor será la velocidad alcanzada por la onda, por lo que, si nos encontramos en un medio completamente vacío, como el espacio exterior, las ondas no serán capaces de viajar, en ese caso el fenómeno del sonido será inexistente.

Entiéndase como foco o fuente como la parte emisora del sonido, es decir, donde tienen origen las ondas sonoras.

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

- *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.
- *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”, a esto se le denomina sonoridad.

1.1.1. Propiedades del Sonido

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 honor a Heinrich Rudolf Hertz. En una onda sonora es el número de veces u oscilaciones en un segundo.

Periodo

El periodo o longitud de onda de un sonido se define como la distancia perpendicular entre dos frentes de onda que tienen la misma fase. Esta longitud es la misma distancia que la recorrida por la onda sonora en un ciclo completo de vibración. La longitud de onda que se designa mediante la letra griega lambda “ λ ”, está relacionada con la frecuencia y la velocidad del sonido.

$$\lambda f = c \quad (1.1)$$

Donde:

$c =$ Velocidad del sonido

$f =$ frecuencia (Hz)

$\lambda =$ longitud de onda

Amplitud

La amplitud se define como el valor máximo que adquiere una variable en un fenómeno oscilatorio. En otras palabras, es la distancia máxima entre el punto más alejado de una onda y el punto de equilibrio o medio.

La figura 1.1 muestra los conceptos de frecuencia, amplitud y periodo de las ondas sonoras.

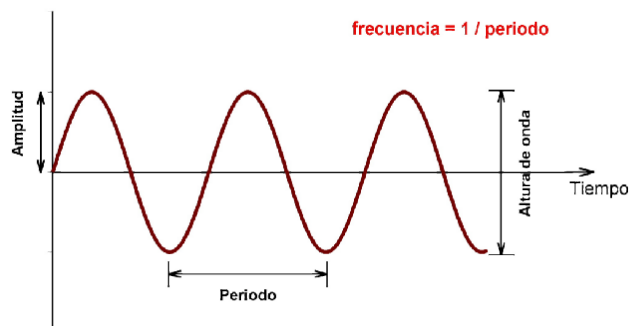


Figura 1. 1 Propiedades de las ondas sonoras

Presión sonora

La presión sonora se define como la cantidad de energía acústica por unidad de superficie. Esta se encuentra en función de la potencia sonora de la fuente, de la distancia de la misma y de las características acústicas del espacio que lo rodea.

Si consideramos un punto fijo en el espacio, este se encontrará a una presión estática igual a la atmosférica ρ_0 . Ahora bien, si se considera una fuente de sonido a cierta distancia del punto fijo, las ondas sonoras sumarán una presión ρ . La expresión para calcular la presión total en el punto es:

$$\rho_0 + \rho \sin(2\pi f)t \quad (1.2)$$

Donde:

$\rho_0 = \text{presión atmosférica, } N/m^2$

$\rho = \text{presión, } N/m^2$

$f = \text{frecuencia, } Hz$

$t = \text{tiempo, } s$

La presión acústica que es capaz de percibir una persona joven en condiciones físicas saludables, oscila entre 20 N/m^2 y $2 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$. El *nivel de presión sonora*, L_p medido en decibelios, corresponde a una presión sonora ρ , la cual se define como:

$$L_p = 10 \log_{10} \left(\frac{\rho}{\rho_0} \right)^2 \quad (1.3)$$

Donde:

$\rho_0 = \text{presión atmosférica, } N/m^2$

$\rho = \text{presión, } N/m^2$

La figura 1.2 muestra la equivalencia entre la presión sonora medida en micropascales y la presión sonora medida en decibelios. Adicionalmente muestra el nivel de presión acústica y la presión sonora típica de algunas fuentes

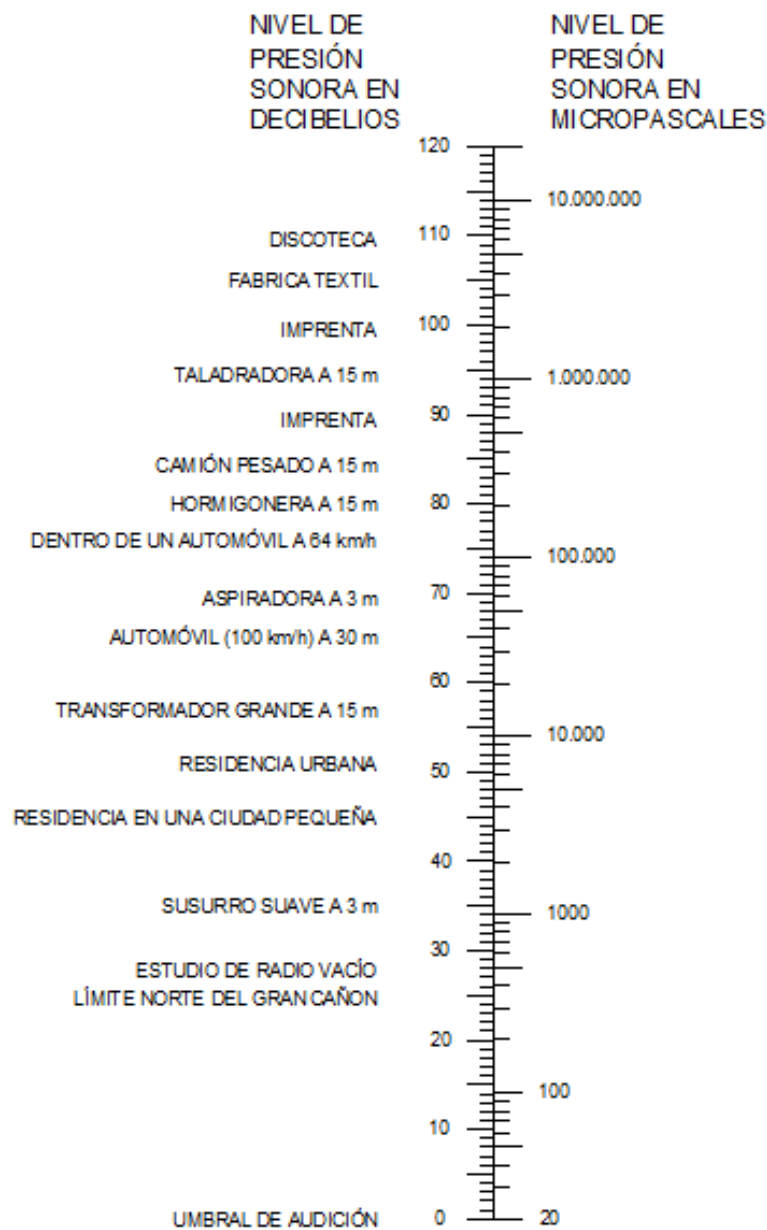


Figura 1. 2 Relación entre presión sonora medida μPa y Nivel de >Presión Acústica medido en dB.
Tomado del Manual de Medidas Acústicas y Control del Ruido. Cyril M. Harris.

Potencia sonora

La potencia sonora se define como la cantidad de energía acústica que emite una fuente por unidad de tiempo. Esta se expresa en vatios. La tabla 1.1 hace referencia a distintas fuentes de sonido, expresadas en decibelios.

El nivel de potencia sonora, L_w , de una fuente, en decibelios, se obtiene mediante la expresión:

$$L_w = 10 \log_{10} \left(\frac{W}{W_0} \right) \quad (1.4)$$

Donde:

W = potencia de la fuente de ruido en vatios, W

W_0 = potencia de referencia en vatios, $10^{-12}W$

Tabla 1. 1 Niveles de potencia sonora de distintas fuentes

Potencia, vatios (W)	Nivel de potencia sonora, dB re 1 pW	Fuente
10^8	200	Motor de un cohete
10^4	160	Motor de un avión turbojet
10^3	150	
10^2	140	Aeroplano ligero en crucero
10	130	
1	120	
0,1	110	Tractor oruga 150 hp
0,01	100	Motor eléctrico 100 hp, 2600rpm
0,001	90	
0,0001	80	Aspiradora
0,00001	70	Gaita escocesa
0,000001	60	
0,0000001	50	
0,00000001	40	Habla susurrada
0,000000001	30	
0,0000000001	20	Salida de aire (0,1m ²), 1m/s

Intensidad sonora

La intensidad sonora $I \left(\frac{W}{m^2} \right)$ se define como la cantidad de energía acústica que pasa a través de la unidad de superficie perpendicular a la dirección de propagación por unidad. Luego la intensidad del sonido en dirección radial es igual a

$$I = \frac{W}{S} \quad (1.5)$$

Donde:

$W =$ potencia de la fuente de ruido en vatios, W

$S =$ superficie del área, $4\pi r_0^2$

El nivel de intensidad del sonido, L_I , en decibelios es igual a 10 veces la razón entre la intensidad de un sonido I y la intensidad de referencia I_0 .

$$L_I = 10 \log_{10} \left(\frac{I}{I_0} \right) \quad (1.6)$$

Donde:

$I =$ Intensidad de un sonido, W/m^2

$I_0 =$ intensidad sonora de referencia, $10^{-12} W/m^2$

1.1.2. Percepción humana del sonido

El humano puede percibir el sonido mediante uno de sus cinco sentidos, el oído. Debido a ello el sonido es un fenómeno de gran importancia en nuestra vida diaria, tanto así que es indispensable para la comunicación humana y actividades de placer o recreativas, como por ejemplo: la música, el deporte, el teatro, el cine, entre muchas más.

Cabe resaltar que la sensación de sonido es producida por pequeñas fluctuaciones de presión en el oído, esto es posible ya que el entorno en el que vivimos y la parte interna de nuestro oído se encuentran a la misma presión, si en

dado caso, este equilibrio se viera alterado por alguna mínima fluctuación de presión, nuestro sistema es capaz de percibirlo como un sonido.

La presión atmosférica a nivel del mar y a cero grados centígrados es aproximadamente 10^5 Pascales, en estas condiciones cualquier fluctuación de presión originará en consecuencia ondas sonoras. Estas fluctuaciones de presión pueden ser causadas por distintas fuentes, desde el movimiento de un pequeño insecto hasta las turbinas de un avión o mayor aun el motor de un cohete.

El rango auditivo humano oscila entre los 20 Hz y 20 KHz. Es importante resaltar que el oído humano no percibe el sonido en una tendencia lineal, sino logarítmica. En otras palabras, no es lo mismo percibir en magnitud, un incremento de 20 Hz a 30 Hz que de 1,000 Hz a 1,010 Hz. Es muy práctico y útil considerar 1kHz como la media del rango auditivo humano, como se muestra en la tabla 1.2.

Tabla 1. 2 Rango auditivo humano

Frecuencia en Hz		
20	1,000	20,000
Baja	Media	Alta

1.2. Definición de ruido

El ruido es un sonido no deseado. Esta definición tiene una componente de apreciación subjetiva por parte del receptor, es decir, lo que para alguien es un sonido placentero para otro podría significar ensordecedor, desagradable y/o molesto. Por citar un ejemplo: la música, es un tema en el que se difiere bastante, esto debido a que cada persona tiene gustos y preferencias particulares, características que terminan definiendo si un sonido es ruido o no. Sin embargo, existen casos en los que indudablemente, para cualquier persona, cierto sonido representa un ruido, tal es el caso del generado por una construcción o por el tránsito de una autopista.

1.3. Características del Ruido

El ruido presenta características que difieren a las presentadas por otros contaminantes, las cuales se presentan a continuación:

- 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. Tal caso, no sucede con el agua, con la que, por ejemplo, podemos percibir su contaminación mediante el olfato, el tacto, el gusto y la visión.
- 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.

1.4. El decibelio

El decibelio (dB) es una magnitud relativa o una relación entre dos cantidades que son proporcionales a la potencia; el número de decibelios es diez veces el logaritmo (de base 10) de esta relación.

El Belio tiene sus orígenes en la década de 1920, surgió de la necesidad de definir una unidad que fuera representativa de la reducción o atenuación en la potencia obtenida a la salida de una línea telefónica con respecto a la entrada. Un belio, nombrado así por Alexander Graham Bell, es la relación R , dada por:

$$\log_{10} R = 1 \quad (1.7)$$

Donde R es la razón de energía, potencia o intensidad. Despejando R de la ecuación 1.7, se tiene:

$$R = 10^1 = 10 \quad (1.8)$$

Ahora bien, esta relación es muy amplia, por lo que comúnmente se utiliza la décima parte del belio, es decir el decibelio.

$$\log_{10} r = 0.1 \quad (1.9)$$

Realizando un despeje, de la misma forma que en la ecuación 1.7, se tiene:

$$r = 10^{0.1} = 1.26 \quad (1.10)$$

Así, el decibelio representa la relación entre dos números igual a 1.26. Sin embargo, para cualquier sonido se debe indicar el filtro de ponderación de frecuencia empleado. La ponderación de frecuencia en un sonómetro altera las características de la respuesta de frecuencia. A continuación se describe cada uno de estos:

Curva A (dB_A). Mide la respuesta del oído ante un sonido de intensidad baja. Es la más semejante a la percepción humana. Por lo mismo, es la ponderación ideal en casos del análisis del impacto por ruido, ya que sirve para establecer el nivel de contaminación acústica y el riesgo que sufre el ser humano al ser expuesto a la misma.

Curva B (dB_B). Mide la respuesta del oído humano ante sonidos de intensidades medias.

Curva C (dB_C). Mide la respuesta del oído humano ante sonidos de intensidades altas. También es una de las más utilizadas para estudios de contaminación acústica.

Curva D (dB_D). Comúnmente es utilizada para estudiar el nivel de ruido generado por los aviones.

Curva U (dB_U). Es utilizada para medir ultrasonidos, no audibles por los humanos.

Además, también existe la ponderación temporal que se clasifica de acuerdo a la velocidad con que son tomadas las muestras, estas ponderaciones se mencionan a continuación:

Lento (slow, S). Valor promedio eficaz de aproximadamente un segundo.

Rápido (fast, F). Valor promedio eficaz por 125 milisegundos. Son más efectivos ante las fluctuaciones de las ondas sonoras.

Por impulso (impulse, I). Valor promedio eficaz por 35 milisegundos. Mide la respuesta del oído humano ante sonidos de corta duración.

1.5. Control del Ruido

Con base en consideraciones económicas y operativas, el control de ruido se define como la tecnología para obtener un ruido ambiental aceptable.

El ruido ambiental se define como el ruido asociado con 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.

El ruido es un fenómeno que impacta significativamente en la vida diaria del hombre, por ello, es necesario tomar las medidas necesarias para un control adecuado. Esto no significa únicamente atacar el problema, sino involucra una correcta planeación, un estudio detallado, tanto del origen del problema como de las características de zona de afectación. Para poder implementar medidas de control contra el ruido se debe contar con la suficiente preparación técnica y tecnológica, así como también de la solvencia económica.

Tanto la capacidad técnica como económica serán fundamentales para un estudio de ruido. Estos reflejarán, en gran medida, la precisión de los resultados. Por lo que serán determinantes para establecer las medidas de mitigación necesarias.

Cuando es posible identificar un problema de ruido, ya sea existente o durante la etapa de planeación de un proyecto de ingeniería, es primordial conocer las características físicas de ruido (de acuerdo a su continuidad y el tipo de fuente), de ello dependerá la medida de control a implementar. Es fundamental, para una implementación correcta de una medida de control, tener claros ciertos conceptos, como la diferencia entre el fenómeno de absorción y aislamiento, mismos que se rigen por distintas leyes y por consiguiente exigirán distintos materiales para su control; un buen absorbente por lo general es un mal aislante y viceversa.

1.5.1. Tipos de Ruido

Es posible caracterizar el ruido de acuerdo a su continuidad o constancia durante el tiempo. A continuación se describe la clasificación de ruido y sus características

Ruido continuo: Se caracteriza por mantener 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 un ejemplo de este caso se tiene el accionar de un taladro.

Ruido de Impacto: Se caracteriza por una elevación brusca de ruido en el periodo de estudio. Para ser considerado como 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 total de no más de 500 milisegundos. Por ejemplo: en el hincado de pilotes, el martilleo que se requiere para la colocación de estos genera un ruido de impacto.

1.5.2. Fuentes del ruido

Ruido de tránsito

El ruido ocasionado por el tránsito vehicular es uno de los contaminantes acústicos más comunes en la actualidad. Factores como el peso bruto vehicular y

el incremento en la potencia en los motores determinan, en mayor medida, el nivel de ruido generado. También existen otros factores que influyen en la emisión de ruido a una menor medida, tal como la naturaleza de la vía de tránsito, si es de concreto asfáltico o hidráulico, o en casos de zonas menos desarrolladas caminos empedrados. El ancho o altura de los edificios linderos influye grandemente en los niveles de ruido que se puedan alcanzar.

Los niveles del ruido de tránsito son del orden de: 100-110 dB(A), para un avión de transporte volando bajo; 80-90 dB(A) a unos 10 m de un tren de pasajeros y 85-90 dB(A) en una calle de tránsito intenso.

Ruido de oficina

El ruido de oficina puede considerarse como un problema interno, ya que no afecta a terceros como una autopista o industria. Generalmente en edificios de oficinas las fuentes generadoras de ruido son los aparatos como computadoras, impresoras, teléfonos y demás artefactos necesarios para las labores habituales de oficina. Las conversaciones entre trabajadores también son otra fuente importante a considerar.

Los niveles admisibles para un adecuado ambiente laboral deberán ser aquellos que aseguren la posibilidad del trabajo intelectual, y la facilidad de contaminación.

Ruido de fábrica

Los ruidos producidos por una fábrica se encuentran estrechamente relacionados a los tipos de ruido: continuos, intermitente y de impacto. Los niveles de ruido generado por cualquier actividad comercial, como el de una fábrica, estarán completamente ligados a la actividad que en ésta se realice. Por ejemplo, el caso de un operador que está trabajando con una máquina automática durante ocho horas podría identificarse como un ruido continuo, o bien un caso diferente, como el martilleo, es un claro ejemplo del ruido de impacto.

Cualquier industria generadora de ruido deberá contar con las medidas adecuadas de protección, tanto las zonas aledañas como a los trabajadores de la misma, apeguándose a las normas nacionales e internacionales que la regulen.

1.5.3. Técnicas de control de ruido

De acuerdo a (Cyril M. Harris, 1995) establece tres categorías para el control del ruido: el primero es el control de ruido en la fuente, el segundo es el control de ruido en la vía de transmisión y tercero es el uso de medidas protectoras contra el ruido en el receptor.

La forma de emplear cada método de mitigación contra el ruido, ya sea solo uno o cualquier posible combinación de estos, dependerá únicamente de las condiciones físicas, de la disminución necesaria de ruido requerido, y de las consideraciones económicas y operativas. Como en todo proyecto, siempre es necesario hacer una evaluación costo-beneficio de las distintas soluciones planteadas, para de esta forma disminuir el impacto generado por la emisión de ruido al menor costo posible.

1. Control de ruido en la fuente

Una forma de controlar el ruido en la fuente, es reduciendo la amplitud de las fuerzas que en resumen son la causa de la generación de ruido. Esto se logra implementando un equilibrio de masas rotatorias o aislando los componentes vibratorios de la fuente. Otra forma sería reduciendo el movimiento de los componentes que vibran, confinándolos en materiales que amortigüen este efecto.

Otra técnica, muy eficaz, que no involucra la necesidad de alterar las condiciones físicas del entorno de la fuente, es cambiando el procedimiento habitual del funcionamiento de la misma, por ejemplo, en zonas cercanas a una fábrica suele reducirse la actividad nocturna, ya que es más perceptible el ruido en las noches, debido a que el ruido ambiental disminuye y las personas se encuentran descansando.

2. Control de ruido en la vía de transmisión

Control el ruido en el entorno que se transmite, es otra técnica para reducir la energía comunicada al receptor. Esto puede lograrse de varias maneras:

Emplazamiento: Esto se logra distanciando, en la medida de lo posible, la fuente y el receptor. Debido a que una fuente no emite ondas sonoras uniformemente en

todas sus direcciones, es posible localizar un punto donde el impacto sea lo menos perceptible posible.

Disposición de la edificación: En edificios, es posible, cuando se tiene una correcta planeación; estableciendo los espacios de silencio (habitaciones) lo más alejado posible de la o las fuentes de ruido. Esto puede significar en un futuro evitar medidas de mitigación de ruido en zonas afectadas y con ello considerables gastos extras.

Barreras: Las barreras al aire libre son muy eficaces cuando son de gran tamaño o altura en comparación con la longitud de onda del sonido. Generalmente, estas son colocadas a 45 grados con respecto a la horizontal, con el objetivo de reflejar las ondas sonoras al firmamento.

Cerramientos: El uso de cerramientos alrededor de una fuente o receptor, puede lograr reducciones considerables de ruido.

Absorción: La absorción está considerada como una de las medidas más eficaces para contrarrestar niveles altos de ruido. Esta medida consiste en utilizar materiales acústicos en muros, suelo y techos, con el objetivo de absorber la energía acústica.

Desajuste: Esta medida consiste en mitigar el flujo de energía acústica mediante discontinuidades en la estructura. Esto se logra, por ejemplo, creando dentro de la misma estructura un hueco que se extiende desde las zapatas hasta el tejado.

3. Medidas protectoras en el receptor

Cuando las medidas anteriores no son suficientes para un correcto control del ruido, pueden emplearse las siguientes medidas en el receptor:

Aparatos de protección del oído: Consta de dispositivos como tapones, auriculares y cascos; generalmente son utilizados en ambientes industriales como una medida económica.

Cabinas: Son espaciamientos, mejor conocidos como cabinas o cerramientos parciales, con los que se provee de alojamiento a la exposición al ruido. Es una gran opción cuando no se cuentan con los recursos necesarios para mitigar el ruido en la vía de transmisión.

Programas de conservación de la audición y formación: Consta de un plan sistemático implantado para proteger la audición de los empleados del daño debido a exposiciones del ruido nocivo en el lugar de trabajo.

Control de la exposición: Cuando, bajo determinadas circunstancias no es posible disminuir las emisiones por ruido a niveles apropiados para un periodo laboral habitual, es posible utilizar una técnica de control del ruido basada en una rotación de personal, de manera tal, que las asignaciones de trabajo en áreas de ruido intenso lo sean para un periodo limitado.

1.6. Niveles sonoros y su medida

Cyril M. Harris, en su libro Manual de Medidas Acústicas y Control del Ruido define:

“El nivel de presión sonora equivalente con ponderación de frecuencia para un intervalo de tiempo especificado es el nivel de un ruido estable que corresponde al promedio (integral) en el tiempo de la presión sonora al cuadrado con ponderación de frecuencia producida por fuentes de sonido estables, fluctuantes, intermitentes, irregulares o impulsivos en el mismo intervalo de tiempo”.

Ahora bien, con lo anterior se entiende que, para una medición con valores de ruido variables durante un determinado tiempo, le corresponde o es igual, a un sonido constante en el mismo tiempo considerado. En otras palabras, si un determinado punto se ve afectado por distintos valores de ruido durante cierto intervalo de tiempo, se puede considerar que el valor promedio obtenido afecta a dicho punto de una manera constante en el mismo intervalo de tiempo. De esta forma, el nivel sonoro equivalente (L_{eq} o $L_{Aeq, 1hr}$) durante un intervalo de tiempo (T) se obtiene mediante la fórmula 1.11

$$L_{eq} = 10 \log_{10} \left\{ \left[\frac{1}{T} \int_{t_2}^{t_1} P_A^2(t) dt \right] / P_o^2 \right\} \quad (1.11)$$

Donde:

$P_A^2(t)$; es el cuadrado de la presión sonora instantanea con ponderación A. en Pa

P_o^2 ; es el cuadrado de la presión sonora de referencia normalizada de 20 micropascales

Nivel sonoro continuo equivalente de 1 hora (L_{1h} o $L_{Aeq, 1h}$) es el promedio del nivel medido durante el tiempo de 1 hora, en decibelios, se determina con la fórmula 1.12

$$L_{1h} = 10 \log_{10} \left\{ \left[\frac{1}{3600} \int_0^{3600} P_A^2(t) dt \right] / P_o^2 \right\} \quad (1.12)$$

Nivel sonoro continuo equivalente de 8 horas (L_{8h} o $L_{Aeq, 8h}$) usado comúnmente para determinar el nivel sonoro en lugares de trabajo como oficinas, hospitales, escuelas, etc., durante 8 horas continuas, en decibelios, se determina con la fórmula 1.13.

$$L_{8h} = 10 \log_{10} \left\{ \left[\frac{1}{28800} \int_0^{28800} P_A^2(t) dt \right] / P_o^2 \right\} \quad (1.13)$$

En dado caso que se cuente con los niveles sonoros equivalentes de cada una de las 8 horas correspondientes, podrá calcularse el nivel sonoro continuo equivalente de 8 horas, en decibelios con la fórmula 1.14.

$$L_{eq} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{8} \sum_{i=1}^8 10^{0,1L_{1h}(i)} \right] \quad (1.14)$$

Nivel sonoro diurno (DL) es el nivel sonoro equivalente medido para 15 horas diurnas, de las 07:00 horas hasta las 22:00 horas. El nivel sonoro diurno L_d puede ser medido directamente durante las 15 horas continuas con un sonómetro integrador, o en su caso si se cuenta con los niveles sonoros equivalentes de las horas correspondientes se puede hacer uso de la fórmula 1.15 para la obtención del mismo, en decibelios.

$$L_d = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{15} \sum_{0800}^{2200} 10^{0,1L_{1h}(i)} \right] \quad (1.15)$$

Nivel sonoro vespertino (EL) es el nivel sonoro equivalente de las tres horas correspondientes a la tarde-noche, de las 19:00 horas hasta las 22:00 horas. El nivel sonoro vespertino L_{ev} puede obtenerse a partir de la fórmula 1.16, en decibelios.

$$L_{ev} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{3} \sum_{2000}^{2200} 10^{0,1L_{1h}(i)} \right] \quad (1.16)$$

Nivel sonoro nocturno (NL) es el nivel sonoro equivalente a las 9 horas nocturnas, estas horas corresponde al calendario de 24 horas del día, divididas en dos intervalos: el primero de las 00:00 horas hasta las 07:00 horas, y el segundo de las 23:00 horas hasta las 24:00 horas. El nivel sonoro nocturno L_n puede obtenerse a partir de la fórmula 1.17, en decibelios.

$$L_n = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{9} \sum_{0100}^{0700} 10^{0,1L_{1h}(i)} + \frac{1}{3} \sum_{2300}^{2400} 10^{0,1L_{1h}(i)} \right] \quad (1.17)$$

Nivel sonoro de 24 horas (24HL) es el nivel sonoro equivalente de las 24 horas continuas del día (L_{24} o $L_{Aeq, 24h}$), sin corrección alguna. La medición se realiza desde la medianoche a la medianoche y para su cálculo puede utilizarse la fórmula 1.18, en decibelios.

$$L_{24} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{3} \sum_{2000}^{2200} 10^{0,1L_{1h}(i)} \right] \quad (1.18)$$

El 24HL también puede obtenerse a partir de los niveles sonoros diurno y nocturno correspondientes al mismo día, dicha forma se expresa en la fórmula 1.19, en decibelios.

$$L_{24} = 10 \log_{10} \left\{ \left(\frac{1}{24} \right) [(15 * 10^{0,1L_d}) + (9 * 10^{0,1L_n})] \right\} \quad (1.19)$$

Nivel equivalente del ruido comunitario o también conocido como *nivel sonoro día-tarde-noche* fue desarrollado en el estado de California, EUA. Con el propósito de evaluar y analizar el ruido en las comunidades. El nivel equivalente del ruido comunitario (CNEL), con ponderación A, se determina a partir de sumar 5 dB(A) a los niveles vespertinos y 10 dB(A) a los niveles nocturnos. El CNEL (L_{den}) puede determinarse a partir de la fórmula 1.20, en decibelios.

$$L_n = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{24} \left\{ \sum_{0100}^{0700} 10^{0,1(L_{1h}(i)+10)} + \sum_{0800}^{1900} 10^{0,1L_{1h}(i)} + \sum_{2000}^{2200} 10^{0,1(L_{1h}(i)+5)} + \sum_{2300}^{2400} 10^{0,1(L_{1h}(i)+10)} \right\} \right] \quad (1.20)$$

Nivel sonoro corregido día-noche (DNL) es el nivel sonoro para las 24 horas del día, agregando un factor de corrección de +10 dB(A) para los niveles sonoros de las nueve horas nocturnas. El DNL puede obtenerse a partir de la fórmula 1.21 en decibelios.

$$L_n = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{24} \left\{ \sum_{0100}^{0700} 10^{0,1(L_{1h}(i)+10)} + \sum_{0800}^{2200} 10^{0,1L_{1h}(i)} + \sum_{2300}^{2400} 10^{0,1(L_{1h}(i)+10)} \right\} \right] \quad (1.21)$$

1.7. Contaminación acústica y sus efectos en la salud

La LGEEPA, en su artículo 3, apartado VII, establece como contaminante:

“Toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural”

El aire es un recurso primordial para la vida en el planeta e influyente en la calidad de vida de las personas. Cabe resaltar que sólidos y gases no son los únicos contaminantes del aire, sino también lo es el ruido. De esta forma, el exceso de sonido (ruido) que altera las condiciones normales del ambiente en determinada zona se le denomina contaminación acústica.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) reconoce que el ruido debe ser tratado como una amenaza al bienestar humano. Es cierto que en los últimos años el tema de contaminación acústica ha venido tomando fuerza, pero así también los estudios en materia de contaminación ambiental por ruido, tanto así, que según estudios realizados por organismos competentes y certificados, 130.000.000 habitantes de sus países miembros, se encuentran con nivel sonoro superior a 65 decibelios (dB), límite aceptado por la OMS y otros 300.000.000 residen en zonas de incomodidad acústica entre 55-65 dB.

Estudios realizados en países europeos muestran que la energía sonora total emitida a la atmósfera tiene sus principales fuentes en el transporte terrestre y un ligero porcentaje lugares como aeropuertos, bares, industrias, restaurantes, etc., tal y como se muestra en la figura 1.3.

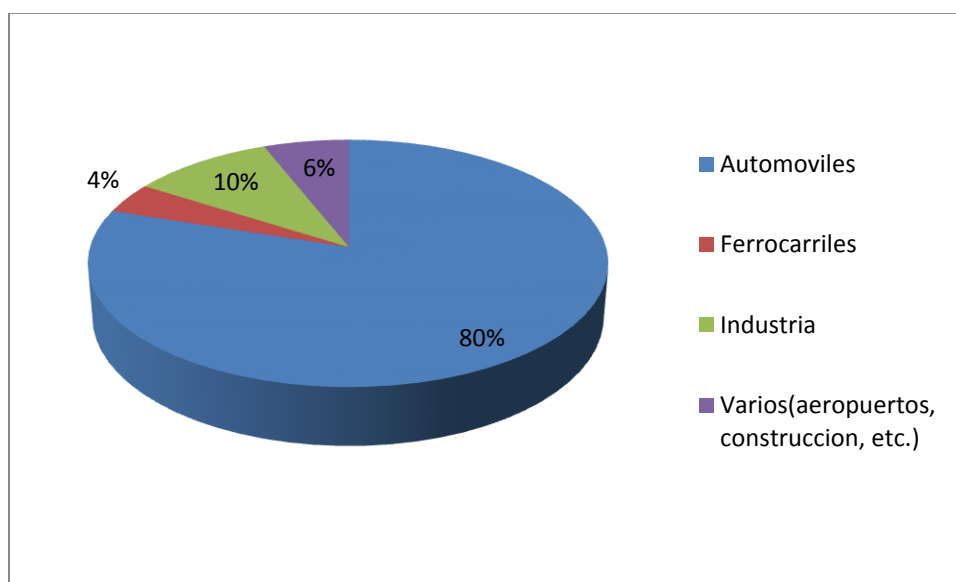


Figura 1. 3 Porcentajes de energía total emitida a la atmósfera

La OMS ha identificado ciertos efectos sobre la salud humana, los cuales se muestran a continuación divididos en dos grupos, el primero de ellos identificado por tener consecuencias sobre el órgano auditivo y el segundo sobre consecuencias que no involucre dicho órgano.

1.7.1. Efectos auditivos

Pérdida temporal

La pérdida temporal es consecuencia de la exposición a niveles intensos de ruido por cierto periodo, lo que lleva a pérdida de sensibilidad auditiva. Este efecto en el

órgano auditivo se caracteriza por ser reversible y de inmediata recuperación, es decir, toma determinado tiempo recuperar los niveles óptimos de audición. Por ejemplo, cuando una persona se encuentra en algún establecimiento público donde existe más de una fuente de sonido y estas a su vez presentan niveles altos, se experimenta una sensación de sordera al salir de dicho establecimiento. Generalmente el tiempo que tarda uno en recuperar la sensibilidad auditiva depende del individuo y del nivel sonoro al que estuvo expuesto.

Perdida permanente

Generalmente la pérdida permanente de audición se debe a la exposición continua de ruidos intensos, sin permitir que el oído se recupere. En consecuencia las células ciliares se debilitan y mueren, provocando una necrosis de los elementos generadores de la señal que va al cerebro.

La pérdida permanente de audición está en función de los niveles de ruido a los que se está expuesto y la duración del mismo. Efecto que es permanente y no se recuperará jamás.

Trauma de Menier y acúfenos

Tanto el trauma de menier y los acufenos son dos fenómenos relacionados con el daño en el nervio auditivo. El primero de ellos consiste en la perdida de equilibrio de la persona afectada, mientras que la segunda provoca ruidos inexistentes; percibidos en forma de pitidos o tonos puros a cualquier hora del día o de la noche, llegando a ser tan intensos que despiertan a las personas o no les permiten dormir

1.7.2. Efectos no auditivos

Perturbación del sueño

Comúnmente la causa que más perjudica el sueño es el ruido generado por la operación del transporte. Según el Instituto Mexicano del Transporte, en su publicación técnica No 154, “*Estudio piloto del ruido, caso Querétaro*”, estudios demuestran que los efectos del ruido sobre el sueño parecen aumentar a medida que los niveles de ruido sobrepasan un L_{eq} de 35 db(A); la probabilidad de que los

sujetos fueran despertados por un nivel sonoro máximo de 40 dB(A) fue de 5 %, mismo que aumentó al 30% con 70 dB(A).

Estrés

El estrés es una forma de defensa del organismo, el cual se transmite por medio del sistema nervioso vegetativo debido a la exposición a ciertos estímulos, siendo uno de ellos el ruido. Generalmente, cuando la exposición al estímulo es transitoria, el sistema vuelve a la normalidad pasando unos minutos. Se ha estudiado que si dicha estimulación es persistente, pueden producirse alteraciones permanentes en los sistemas neurosensoriales, circulatorios, endocrino, sensorial y digestivo.

Fatiga

La fatiga es considerada por la OMS como una enfermedad neurológica grave. Afectando de manera progresiva el sistema inmunitario, el neurológico, cardiovascular y el endocrino.

La tensión adicional que el ruido ejerce sobre el organismo puede causar la aparición de fatiga en forma directa o indirecta al irrumpir con el sueño.

Rendimiento

Está comprobado que el ruido puede afectar de manera positiva o negativa el rendimiento en ciertas actividades del ser humano. La exposición al ruido produce una mezcla de efectos positivos y negativos sobre el desempeño de tareas y puede afectar negativamente las tareas que requieran una labor de memorización y de resolución de problemas; sin embargo, cuando el ruido actúa únicamente en la etapa de cálculo, mejora el rendimiento.

2. Metodología para la medición y análisis del ruido

La evaluación de los niveles de ruido producidos por la operación del transporte en una carretera puede llevarse a cabo para dos objetivos: medición y previsión.

Los métodos de previsión se basan en el conocimiento de las teorías de emisión y propagación del sonido, éstas permiten calcular los niveles de ruido a través de la simulación de situaciones reales o predecibles, mediante modelos matemáticos o físicos. Mismos que no serán considerados debido a que son métodos que involucran procedimientos con instrumentos y software sofisticados, lo que se traduce en mayor disponibilidad de recursos económicos. Cabe mencionar que, desde el punto de vista técnico, los métodos de previsión son mejores para determinar los niveles sonoros producidos por una carretera.

Los métodos de medición consisten en la toma de lecturas de ruido directas en sitio, con algún instrumento como el decibelímetro o también llamado sonómetro. Cabe aclarar que estos aparatos solo proporcionan información acerca de una situación determinada por una serie de condiciones específicas del entorno físico y del momento en que se toman las medidas; esto debido a que el tránsito vehicular y las condiciones atmosféricas varían con el tiempo.

Existen métodos de medición utilizados para determinar las características acústicas específicas de los materiales de las fachadas. La capacidad fonoaislante y fonoabsorbente de los materiales se calculan mediante ensayos realizados en cámaras sin resonancia, ya que las mediciones en campo abierto no han resultado ser eficaces y sus resultados son poco precisos.

2.1. Metodologías para el estudio del ruido

Los estudios destinados a disminuir la propagación del ruido producido por una autopista se realizan fundamentalmente con los siguientes propósitos:

- Comparar las variaciones del ruido en tiempo y espacio.
- Comparar los niveles de ruido antes y después de la construcción de una autopista.
- Estimar la eficacia de las medidas aplicadas, con el objeto de mitigar el ruido.
- Determinar los niveles de ruido en una zona para la identificación de situaciones no deseadas.

Cualquier tipo de medición, ya sea de ruido o de cualquier fenómeno o ente físico, estará altamente influenciada por la precisión. Por ello es importante enfatizar en los siguientes cuatro factores, mismos que determinarán, en gran medida, la precisión de la medición.

- *La instrumentación empleada.* Con el debido mantenimiento y la correcta calibración, se obtendrá una mayor precisión en la instrumentación, por lo que habrá menores incertidumbres en el resultado obtenido
- *Las características del foco medido.* Las características del foco medido serán determinantes, tanto en la precisión como en el método de medición a aplicar. Un foco continuo y uniforme será fácil de medir; sin embargo un foco discontinuo llevará ligada la incertidumbre del resultado, además también de exigir tiempos de medición más extensos.
- *La propagación del sonido.* En este caso la incertidumbre se puede valorar cuando existen condiciones en las que la propagación es más uniforme, esto sucede cuando las condiciones meteorológicas, viento y gradiente térmico con el suelo, garantizan que los rayos sonoros se propagarán formando una curva hacia abajo, es decir, condiciones equivalentes a la dirección a favor del viento.
- *Numero de mediciones.* Es un factor que actúa en contra de la incertidumbre; disminuyendo la incertidumbre al aumentar el número de mediciones.

Ahora bien, se pueden distinguir, de acuerdo al grado de precisión, tres tipos de mediciones:

- *Mediciones orientativas.* Se definen como aquellas en las cuales la incertidumbre del resultado se encuentra siempre superior a ± 5 dB, por lo que su representatividad es mínima y sólo sirve para orientar o tener una idea aproximada de los niveles de ruido reales.
- *Monitoreo.* Consta de mediciones de larga duración mediante el uso de sistemas de medición continua; unidos a sistemas de monitoreo de las condiciones meteorológicas, tales como dirección y velocidad del viento o

gradiente térmico, etc., permitiendo efectuar mediciones de incertidumbre controlada.

- *Mediciones bajo condiciones controladas.* Son aquellas en las cuales se utiliza instrumentación de precisión requerida y bajo ciertas condiciones como: focos continuos, propagación del sonido uniforme y un número de mediciones suficientes, durante intervalos representativos del foco y con la duración necesaria (Generalmente tiempos no menores a 10 minutos), todo esto con el fin de obtener una muestra representativa de la realidad. En estas condiciones es posible obtener incertidumbres que oscilan entre 3 y 5 dB en función de la distancia.

Es importante llevar un seguimiento continuo y controlado durante las mediciones del ruido para garantizar la precisión y fiabilidad de las mediciones. A continuación se mencionan algunas precauciones para garantizar esto:

- Tener un mantenimiento apropiado de los instrumentos de medición, de ser posible una vez por año.
- Calibrar los instrumentos antes y después de su uso.
- Registrar las condiciones meteorológicas durante las mediciones (velocidad del viento, humedad, etc.) para aceptar o rechazar los resultados.
- Evitar mediciones bajo condiciones excepcionales, tales como la lluvia y el viento, debido a que pueden alterar los resultados hasta en 10 dB(A).
- Se recomienda que las mediciones no se realicen si la velocidad del viento en el micrófono excede los 5 m/s (18 km/h).
- La superficie del pavimento debe estar seca.

2.2. Instrumentos de Medicación

Los índices más comúnmente usados para la evaluación del ruido generado por la operación de una autopista son el Nivel de Presión Sonoro Continuo Equivalente (Leq) y los índices estadísticos que a continuación se describen.

$L_{m\acute{a}x}$

Indica el valor o el conjunto de valores máximos registrados durante el periodo de medición. Este valor solo ocurre en un instante durante la medición.

$L_{\min}$

Al igual que el $L_{\max}$ este representa el valor más bajo registrado durante la medición de ruido. Este nivel de ruido puede considerarse como el ruido de fondo o ruido ambiente.

L_{50}

Este valor indica el nivel de ruido máximo de la mitad de las mediciones realizadas, ordenadas en forma decreciente. Este valor es un indicativo de la dispersión de las mediciones. Si el valor L_{50} es muy cercano a los valores límite ($L_{\min}$ y $L_{\max}$), significa que el ruido en la zona es homogéneo y que se presentan pocos picos o valles en la medición de ruido. Sin embargo puede decirse que si el valor es muy cercano a un solo límite, por ejemplo al $L_{\min}$, significa que una gran cantidad de ruido en la zona es bajo.

L_{90}

Este valor indica el nivel de ruido máximo del noventa por ciento de los valores medidos ordenados en forma decreciente. Este valor es indicativo del valor límite de la mayoría de los datos. Un valor bajo de L_{90} indica que el ruido en la zona es bajo y homogéneo, con poco ruido súbito.

L_{10}

Indica el valor límite que tienen el 10% de los primeros valores de medición ordenados de forma decreciente. Este valor ofrece información valiosa, por ejemplo si éste es muy cercano al L_{50} y $L_{\max}$, entonces quiere decir que la mayor cantidad de valores son altos.

L_1

Es el valor máximo que tiene el uno por ciento del total de los valores medidos, ordenados de forma decreciente, usualmente es muy cercano o igual al valor $L_{\max}$.

El ruido es un fenómeno variable a lo largo del tiempo; aun cuando este se perciba de una manera uniforme existen variaciones pequeñas. Por lo que los instrumentos de medición más útiles son aquellos con sistemas preparados para una medición continua de L_{eq} . El instrumento comúnmente más conocido es el sonómetro.

En nuestro país los sonómetros se clasifican principalmente en dos clases según su precisión:

- Sonómetros para uso general
- Sonómetros de precisión

Dentro de la normatividad nacional son los sonómetros de precisión los que deben utilizarse para la determinación del ruido generado por las autopistas. Tal y como lo regulan las normas NMX-AA-047-1977 y la NMX-AA-059-1978. A continuación se describen las características generales y los componentes básicos necesarios de un sonómetro de precisión según las normas mencionadas.

Composición del sonómetro de precisión

- *Micrófono.* Consta básicamente de un sensor que mide pequeñas variaciones de presión referenciado a la presión atmosférica.
- *Amplificador.* Dispositivo electrónico el cual permite elevar la potencia de una señal electromagnética.
- *Redes de ponderación.* Consta de mallas electrónicas que permiten sopesar una señal electromagnética con valores fijos especificados, de acuerdo con la frecuencia de la señal.
- *Atenuador.* Dispositivo electrónico que permite reducir la potencia de una señal electromagnética.
- *Instrumento indicador.* Dispositivo que transforma una señal electromagnética en un giro mecánico de una aguja, que se desplaza angularmente con resistencia controlable sobre una caratula graduada.

Características del sonómetro de precisión

- El sonómetro debe abarcar el ámbito de frecuencia de 10 a 20,000 Hz.
- Debe incluir al menos una de las redes de ponderación A, B y C.
- El micrófono debe ser del tipo omnidireccional, su sensibilidad no debe exceder en más de +/- 0.5 dB para una variación del 10% de la presión estática.

-
- El instrumento indicador debe seguir la ley cuadrática, graduarse en divisiones de 1dB y contar con la opción de integración rápida y lenta.
 - El fabricante debe especificar el ámbito de temperatura para el cual la calibración de todo aparato, incluyendo el micrófono, no es afectada en más de 0.5 dB y si es mayor, debe especificar las correcciones que deben aplicarse.
 - El fabricante debe especificar el ámbito de humedad dentro del cual debe operar el aparato incluyendo el micrófono, cualquier efecto ocasionado por la humedad relativa 0 y 90% debe ser menor de 0.5 dB.
 - El amplificador debe poseer una capacidad de potencia de cuando menos 12 dB mayor que la correspondiente a la lectura máxima del instrumento indicador.

2.3. Tiempos e intervalos

Los niveles de ruido producidos por la operación de una carretera varían espacial y cronológicamente, por lo que es necesario emplear técnicas de muestreo estadístico con el objetivo de obtener la información precisa del impacto generado por la autopista.

Tanto los intervalos como la duración de las mediciones se establecen a partir de los objetivos perseguidos y de las características de la afluencia vehicular. En el ámbito internacional, organizaciones oficiales marcan determinadas tendencias para con éstas determinar los periodos de medición, las cuales se enumeran a continuación:

- Encontrar las horas de mayor tránsito y medir para obtener el valor medio de ese periodo.
- Medir durante el tiempo correspondiente al paso de al menos un cierto número de vehículos ligeros y/o pesados y considerar los resultados obtenidos como la energía sonora característica de la carretera.
- Medir durante largos períodos (más de 24 horas)

Para los tiempos de medición no existe algún límite establecido; sin embargo, en otros países se han establecido intervalos de tiempo de medición mínimos, mismos que dependen del propósito de la evaluación. A continuación se mencionan los más representativos:

-

-
- *NORDEST (Dinamarca, Noruega, Finlandia y Suecia).* Mejor conocido como el método de medición nórdico recomienda un periodo mínimo de 15 minutos o de al menos 500 vehículos circulando durante el día.
 - *E.U.A.* Se consideran periodos de 15 minutos de tiempo en la hora de más ruido; no obstante, se consideran lapsos más grandes en caso de no tener identificada la hora de mayor aforo vehicular.
 - *Austria.* Los tiempos de medición dependen principalmente de la distribución del tránsito, siendo el periodo característico de 30 minutos.
 - *Holanda.* Consideran un periodo mínimo de 10 minutos o el paso de 100 vehículos.
 - *Japón.* Para condiciones típicas de ruido se realizan mediciones cuando menos en cada uno de los siguientes periodos: mañana, mediodía, tarde y noche.

En los casos que no se tenga la distribución de circulación, será necesario realizar mediciones de hasta 24 horas continuas para evaluar correctamente los niveles de ruido diurno y nocturno; si se conocen los datos de circulación, es posible reducir el periodo hasta un mínimo de 15 minutos.

2.4. Puntos de Medición

El número y posición de los puntos de medición necesarios para identificar el impacto por ruido ambiental, en fijada zona de estudio, estará determinado por el tipo de medición a realizar.

Existen dos criterios de selección de los puntos de medición:

- Seleccionar puntos en donde sea probable que el ruido pueda perturbar a la población.
- Seleccionar los puntos que sean representativos de las diferentes situaciones y condiciones de la zona.

Cabe aclarar que los puntos importantes no son necesariamente aquellos que presentan niveles de ruido altos, sino los puntos donde se presenta la mayor afectación hacia la población.

Es importante realizar las mediciones a 1.5 metros sobre el nivel del eje de la carretera y a 7.5 metros del hombro, tal y como se muestra en la figura 2.1

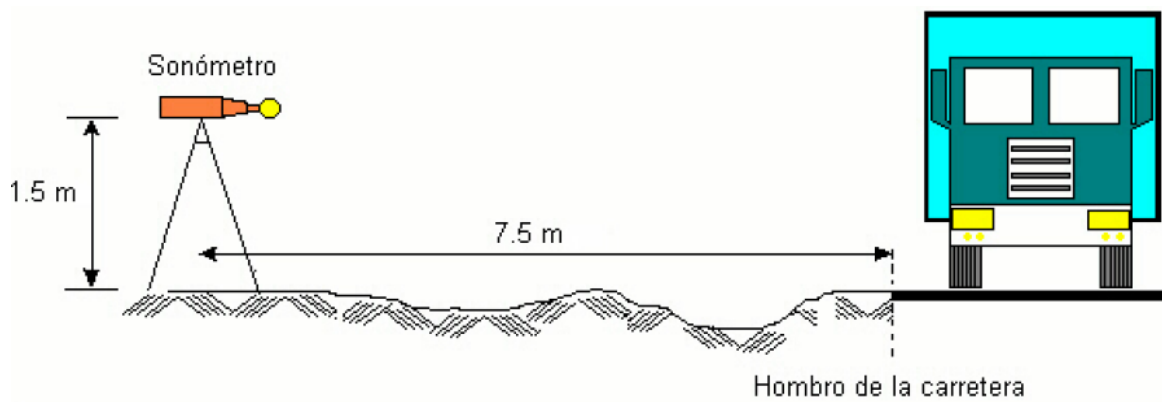


Figura 2. 1 Especificaciones de medición por ruido de una carretera. Tomado de la publicación técnica No. 154 del IMT

En la práctica se recomienda dividir la zona en sectores homogéneos, en donde la emisión del ruido pueda considerarse constante. Sin embargo, existen factores que pudieran complicar esto, tales como: condiciones geométricas de la carretera, relieve de la zona y posicionamiento de los puntos de medición. Por ello, es recomendable generar la mayor cantidad de divisiones posibles, ya que, entre mayor número de sectores se establezcan, menor incertidumbre existirá.

3. Normatividad

3.1. Normatividad Nacional

En 1982 se creó en México, el primer reglamento para la protección del medio ambiente contra la contaminación originada por la emisión de ruido, mismo que tiene por objeto:

“Proveer, en la esfera administrativa, al cumplimiento de la Ley Federal de Protección al Ambiente, en lo que se refiere a emisión contaminante de ruido proveniente de fuentes artificiales.”

A partir de 1994 este reglamento fue actualizado y rediseñado con nuevas normas para el control del ruido, con las limitaciones en función del peso vehicular, escape y motor.

Estas normas indican los niveles máximos permisibles de emisión de ruido, mismas que se encuentran clasificadas en función del tipo de fuente, ya sea fija o móvil.

Entiéndase por fuentes fijas, todo tipo de industria, máquinas con motores de combustión, terminales y bases de autobuses y ferrocarriles, aeropuertos, clubes cinegéticos y polígonos de tiro; ferias, tianguis, circos y otras semejantes. Y, como fuentes móviles, aviones, helicópteros, ferrocarriles, tranvías, tractocamiones, autobuses integrales, camiones, automóviles, motocicletas, embarcaciones, equipo y maquinaria con motores de combustión.

Las Normas Oficiales Mexicanas en materia de protección ambiental, particularmente en el control de emisiones de ruido con vigencia en la actualidad, se describen a continuación:

La norma oficial mexicana que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de los vehículos automotores nuevos en planta y su método de medición es:

NOM-079-SEMARNAT-1994

Esta norma establece, en función de su peso bruto vehicular, los límites máximos permisibles expresados en dB(A), los cuales se muestran en la tabla 3.1.

Tabla 3. 1 Límites máximos permisibles de acuerdo a la NOM-079-SEMARNAT-1994

Peso Bruto Vehicular (kg)	Límites Máximos Permisibles dB(A)
Hasta 3,000	79
Entre 3,000 y 10,000	81
Más de 10,000	84

La norma oficial mexicana que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición es:

NOM-080-SEMARNAT-1994

Esta norma establece, en función de su peso bruto vehicular, los límites máximos permisibles expresados en dB(A), para automóviles, camionetas, camiones y tractocamiones en la tabla 3.2, y para motocicletas y triciclos motorizados en la tabla 3.3.

Tabla 3. 2 Límites máximos permisibles de acuerdo a la NOM-080-SEMARNAT-1994

Peso Bruto Vehicular (kg)	Límites Máximos Permisibles dB(A)
Hasta 3,000	86
Entre 3,000 y 10,000	92
Más de 10,000	99

Tabla 3. 3 Límites máximos permisibles de acuerdo a la NOM-080-SEMARNAT-1994

Desplazamiento del Motor en cm ³	Límites Máximos Permisibles dB(A)
Hasta 449	86
De 450 en adelante	92

La norma oficial mexicana que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición es:

NOM-081-SEMARNAT-1994

Esta norma establece, en función de las 24 horas del día, los límites máximos permisibles expresados en dB(A), los cuales se muestran en la tabla 3.4.

Tabla 3. 4 Límites máximos permisibles de acuerdo a la NOM-081-SEMARNAT-1994

Horario (hr)	Límites Máximos Permisibles dB(A)
6:00-22:00	68
22:00-6:00	65

La norma oficial mexicana que establece establecer los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las motocicletas y triciclos motorizados nuevos en planta y su método de medición es:

NOM-082-SEMARNAT-1995

Esta norma establece, en función de la capacidad de desplazamiento del motor medido en cm^3 , los límites máximos permisibles expresados en dB(A), los cuales se muestran en la tabla 3.5.

Tabla 3. 5 Límites máximos permisibles de acuerdo a la NOM-082-SEMARNAT-1995

Desplazamiento del Motor en cm^3	Límites Máximos Permisibles dB(A)
Hasta 449	86
De 450 en adelante	89

Las normas anteriores muestran los límites máximos permisibles de fuentes fijas y móviles, ya sea desde el escape o a una determinada distancia, en circulación o en planta, así como también sus métodos de medición. Sin embargo, en México aún no existe ninguna norma que regule los límites máximos de ruido emitidos por la operación del transporte en la infraestructura carretera.

Tal caso no es el mismo en el ámbito internacional, gran variedad de países desarrollados ya han generado e implementado estas normas y continúan haciendo estudios para mejorar las ya existentes.

3.2. Normatividad Internacional

3.2.1. Límites de la OMS

La Organización Mundial de la Salud en organización conjunta con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, ha recomendado valores límites de emisión de ruido en función del lugar y hora de exposición, basándose en los efectos que el ruido tiene sobre la salud humana. Dichos valores se encuentran respaldados por investigaciones realizadas por diversos países y organizaciones. La Tabla 3.6 muestra los límites recomendados por la Organización Mundial de la Salud.

Tabla 3. 6 Límites recomendados por la OMS

Tipo de Ambiente	L_{eq} dB(A)
Laboral	75
Doméstico, auditorio, aula	45
Dormitorio	35
Exterior Diurno	55
Exterior Nocturno	45

3.2.2. Normatividad de las Comunidades Europeas

La Comisión de las Comunidades Europeas en su informe al Parlamento Europeo y al Consejo, establece las medidas comunitarias vigentes en relación con las fuentes de ruido ambiental, esto de conformidad con el apartado 1 del artículo 10 de la Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.

Cabe destacar que en la Comunidad de la Unión Europea (CUE) las normas actuales incluyen a todos los modos de transporte e industrias y, para cada uno de estos, se cuenta con normas específicas de regulación. A diferencia de lo que sucede en nuestro país, las normas nacionales se encuentran sujetas, en el caso de fuente móvil, al peso bruto del vehículo y a la capacidad de desplazamiento del motor. Por otro lado, para fuentes fijas, únicamente en función de las 24 horas diarias.

En las normas de la CUE toman a consideración factores importantes como las características físicas de los vehículos, la función que desempeñan y el entorno en el que es utilizado.

En el informe, en materia de ruido por tráfico rodado, se establece que esta es una de las principales fuentes de ruido ambiental, particularmente en las zonas urbanas.

En lo que respecta a los antecedentes de la legislación europea, en materia de impacto ambiental por ruido; las primeras normas sobre el tránsito de vehículos se crean en 1970 con la Directiva 70/157/CEE. En relación a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros sobre el nivel sonoro admisible y el dispositivo de escape de los vehículos de motor.

La misma se ha modificado varias veces posteriormente para revisar y hacer más estrictos los límites de ruido como parte del marco europeo de homologación de los vehículos de motor.

Los límites ahora vigentes figuran en la tabla 3.7, la cual muestra los límites máximos permisibles de vehículos motorizados de cuatro ruedas como mínimo expresados en dB(A), en función del uso particular o comercial del vehículo.

Tabla 3. 7 Límites máximos permisibles de acuerdo a la Comisión de la Unión Europea

Tipo de vehículo de motor	Valor Límite dB(A)
Vehículos destinados al transporte de personas y con nueve asientos como máximo incluido el asiento del conductor	74
Vehículos destinados al transporte de personas, con más de nueve asientos incluido el asiento del conductor, una masa máxima autorizada de más de 3,5 toneladas y: - una potencia del motor inferior a 150 kW - una potencia del motor de 150 kW o más	78 80
Vehículos destinados al transporte de personas, con más de nueve asientos incluido el asiento del conductor, y vehículos destinados al transporte de mercancías: - con una masa máxima autorizada que no supere las dos toneladas - con una masa máxima autorizada de entre 2 y 3,5 toneladas	76 77
Vehículos destinados al transporte de mercancías, con una masa máxima autorizada superior a 3,5 toneladas y: - potencia del motor inferior a 75 kW - potencia del motor de 75 kW o más, hasta 150 kW - potencia del motor de 150 kW o más	77 78 80

En la actualidad, Dentro de la legislación europea, se cuenta con límites vigentes para vehículos de menos de cuatro ruedas. La Tabla 3.8 muestra los límites máximos permisibles de los vehículos de motor de dos y tres ruedas, expresados en dB(A) en función de la velocidad y la capacidad de desplazamiento del motor medido en cm^3 .

Tabla 3. 8 Límites máximos permisibles de acuerdo a la Comisión de la Unión Europea

Tipo de vehículo	Valor límite dB(A)
Vehículos de motor de dos ruedas - ciclomotores (velocidad) = 25 km/h > 25 km/h ciclomotores de tres ruedas	66 71 76
Motocicletas (capacidad del motor) = 80 cm^3 > 80 cm^3 , = 175 cm^3 > 167 cm^3	75 77 80
Motocicletas de tres ruedas	80

Los límites anteriores muestran niveles únicamente desde una fuente móvil. Por otro lado, para la operación de una infraestructura carretera, la Comisión de la Unión Europea establece como límites, mismos que aseguran una protección satisfactoria a las personas expuestas al ruido, los mostrados en la Tabla 3.9.

Tabla 3. 9 Límites máximos permisibles de acuerdo a la Comisión de la Unión Europea

L _{eq} . Límites en fachadas			
L _{eq} (día) dB(A)		L _{eq} (noche) dB(A)	
Carretera nueva	Carretera existente	Carretera nueva	Carretera existente
57/68	65/70	47/58	57/62

3.2.3. Límites OCDE

La Organización de Cooperación y Desarrollo Económico, propone algunas indicaciones generales relativas a los límites aceptables de ruido a mediano plazo, los cuales mantienen cierta coherencia con respecto a los propuestos por la Comisión de la Unión Europea. La Tabla 3.10 muestra dichos valores.

Tabla 3. 10 Límites máximos permisibles de acuerdo a la OCDE

L _{eq} . Límites en fachadas			
L _{eq} (día) dB(A)		L _{eq} (noche) dB(A)	
Carretera nueva	Carretera existente	Carretera nueva	Carretera existente
60 +/-5	65 +/-5	50-55	55-60

3.2.4. Normatividad de Estados Unidos

La FHWA (Federal Highway Administration) es una división del Departamento de Transporte de los Estados Unidos que se especializa en el transporte carretero. Esta división estableció un criterio de mitigación ante el ruido llamado NAC (Noise Abatement Criteria), el cual establece los límites de emisión de ruido de acuerdo a

la zona en la que se considere construir la carretera, caracterizando las zonas de acuerdo a la actividad que en éstas se realiza. La Tabla 3.11 muestra los límites en cada una de las zonas con su respectivo índice de referencia L_{eq} y el L_{10} del periodo considerados.

Tabla 3. 11 Muestra los límites máximos permisibles de acuerdo a la FHWA

Zona	$L_{eq}(h)$	$L_{10}(h)$	Punto de evaluación
A	57	60	Exterior
B	67	70	Exterior
C	67	70	Exterior
D	52	55	Interior
E	72	75	Exterior
F	-	-	-
G	-	-	-

Donde:

- Zona A.- Zonas en donde la tranquilidad y calma es extraordinariamente importante, misma que sirve a una necesidad publica; donde preservar estas cualidades es esencial para la zona. Algunos ejemplos son: monasterios, zonas de oración, anfiteatro.
- Zona B.- Zonas con criterio residencial. Por ejemplo: Casa familiar.
- Zona C.- Urbanizaciones y actividades no incluidas en las categorías A o B.
- Zona D.- Zonas no residenciales que podrían ser sensibles al aumento del nivel por ruido.
- Zona E.- Es el criterio para las zonas exteriores de moteles, hoteles, oficinas y cualquier otra no incluida en las categorías A, B, C y D.
- Zona F.- Esta categoría incluye aquellas zonas que no son sensibles o afectadas por el ruido. Por ello, no se cuenta con algún límite en la tabla anterior.
- Zona G.- Incluye a zonas no desarrolladas

3.2.5. Normatividad Japonesa

La normatividad de Japón utiliza un criterio similar al de los Estados Unidos. Esta incluye una clasificación de las zonas en las cuales se ha de proyectar la vía de comunicación conforme a la actividad que se desarrolle en la zona, con la peculiaridad de que se toma en cuenta el número de carriles de la misma; criterio no compatible con ninguna otra legislación. Cabe mencionar que el índice de referencia, en este caso, es el L_{50} , y que se manejan tres periodos de medición:

día, mañana-tarde y noche. La Tabla 3.12 muestra los límites establecidos en Japón.

Tabla 3. 12 Límites máximos permisibles de acuerdo a la legislación Japonesa

Clasificación del área	Periodo de Tiempo		
	Día	Mañana, Tarde	Noche
Zona A cerca de carreteras de 2 carriles	< 55 dB(A)	< 50 dB(A)	< 45 dB(A)
Zona A cerca de carreteras de 3 o más carriles	< 60 dB(A)	< 55 dB(A)	< 50 dB(A)
Zona B cerca de carreteras de 1 o 2 carriles	< 65 dB(A)	< 60 dB(A)	< 55 dB(A)
Zona B cerca de carreteras de 2 o más carriles	< 65 dB(A)	< 65 dB(A)	< 60 dB(A)

Donde:

- Zona A.- Zonas residenciales
- Zona B.- Zonas de servicio público

3.2.6. Normatividad Finlandesa

La Legislación Finlandesa, en materia de ruido, tiene su inicio en el año 1987, la norma distingue dos periodos de medición de ruido: el diurno y el nocturno. El índice de referencia utilizado es el L_{eq} del periodo considerado.

Tabla 3. 13 Límites máximos permisibles exteriores de acuerdo a la legislación Finlandesa

Área	Valores límite en exteriores (L_{eq})	
	Diurno (7 hr - 22 hr)	Nocturno (22 hr - 7 hr)
Áreas existentes de tipo residencial, servicios públicos y recreativos	55 dB(A)	50 dB(A)
Áreas nuevas tipo residencial, servicios públicos y recreativos	55 dB(A)	45 dB(A)
Áreas vacacionales, recreativas naturales y similares	45 dB(A)	40 dB(A)

Tabla 3. 14 Límites máximos permisibles interiores de acuerdo a la legislación Finlandesa

Área	Valores límite en interiores (L_{eq})	
	Diurno (7 hr - 22 hr)	Nocturno (22 hr - 7 hr)
Residencial, hospitales y hoteles	33 dB(A)	30 dB(A)
Escuelas, salas de reuniones	35 dB(A)	No definido
Oficinas, servicios comerciales	45 dB(A)	No definido

La misma caracteriza las áreas de acuerdo a la función que en ésta se realice, para establecer los límites por ruido que dicha área puede exponerse, tanto para las zonas externas como internas. La Tabla 3.13 muestra los límites al exterior del área establecidos en Finlandia, mientras que, la Tabla 3.14 muestra los límites interiores.

3.2.7. Normatividad Francesa

La Ley No 92-1444 regula la contaminación por ruido. Dicha norma distingue dos periodos de medición: el diurno y el nocturno. El índice de referencia utilizado es el L_{eq} del periodo considerado. La Tabla 3. 15 muestra cada categoría con sus respectivos límites establecidos por la Legislación Francesa.

Tabla 3. 15 Límites máximos permisibles de acuerdo a la legislación Francesa

Uso y naturaleza de los edificios	Diurno, L_{eq} (6 hr - 22 hr)	Nocturno, L_{eq} (22 hr - 6 hr)
Establecimiento de sanitarios y de acción social	60 dB(A)	55 dB(A)
Establecimientos de enseñanza (con exclusión de talleres ruidosos y locales deportivos)	60 dB(A)	No definido
Viviendas en zonas de ambiente sonoro moderado	60 dB(A)	55 dB(A)
Otras viviendas	65 dB(A)	60 dB(A)
Locales de oficina en zonas de ambiente sonoro moderados	65 dB(A)	No definido

3.2.8. Normatividad Chilena

Dentro del decreto supremo No. 146 del *Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República de Chile* se establece la *Norma de Emisión de Ruidos Molestos Generados por Fuentes Fijas*. Esta contiene definiciones usadas en la acústica, límites de ruido máximo permisibles, instrumentos de medición, procedimientos de medición y vigencia.

En esta norma se distinguen dos periodos de medición: el diurno y el nocturno. El índice de referencia utilizado es el L_{eq} para el periodo considerado. Los límites por emisión de ruido se asignan de acuerdo al uso de la zona. La Tablas 3.17 muestra dichos valores.

Tabla 3. 16 Límites máximos permisibles de acuerdo a la legislación Chilena

Zona	Valores límite, L_{eq}	
	Diurno (7 hr - 21 hr)	Nocturno (21 hr - 7 hr)
I	55 dB(A)	45 dB(A)
II	60 dB(A)	50 dB(A)
III	65 dB(A)	55 dB(A)
IV	70 dB(A)	70 dB(A)

Donde:

Zona I.- Zonas de uso habitacional y de servicios a escala vecinal.

Zona II.- Zonas correspondientes a la zona I y además se permiten servicios a escala comunal y/o regional.

Zona III.- Zonas correspondientes a la zona II y además se permite industria inofensiva

Zona IV.- Zonas que corresponden a un uso industrial, con industria inofensiva y/o molesta.

3.2.9. Normatividad Española

En España la Ley de Protección contra la contaminación acústica es la encargada de regular todo lo referente a contaminación por emisión por ruido, en esta se incluyen clasificaciones de acuerdo a su uso en siete áreas acústicas, un catálogo de actividades potencialmente contaminadoras por ruidos y vibraciones y las formas de abatimiento en aquellas situaciones actuales que no cumplan con lo especificado en esta ley.

Sin embargo, en España no existe una Ley como tal en la que se establezcan límites máximos permisibles por emisión por ruido debido a la operación de una carretera. La Dirección General de Carreteras labora como si las hubiera, por lo que en colaboración con el Ministerio de Medio Ambiente establecieron niveles máximos de emisión por ruido basados en información documentada proveniente de países europeos. La Tabla 3.16 muestra dichos valores.

Tabla 3. 17 Límites máximos permisibles de acuerdo a la legislación Española

Zona	Valores límite, L_{eq}	
	Diurno (8 hr - 23 hr)	Nocturno (23 hr - 8 hr)
Zona residenciales	65 dB(A)	55 dB(A)
Zonas hospitalarias	55 dB(A)	45 dB(A)
Zonas comerciales e industriales	75 dB(A)	75 dB(A)

4. Descripción del sitio

En este capítulo se hará una breve descripción acerca de las características físicas y climáticas del lugar, como por ejemplo: ubicación y localización de la zona de estudio, tamaño de la población afectada, temperatura media anual, relieve de la zona y toda aquella información que pueda ser relevante. Asimismo, se explicará la problemática del sitio y el estudio que se realizó previamente y que dio origen a los límites de la zona de estudio.

Determinar la zona de estudio fue una labor en la que se requirió de distintas fuentes de información y trabajo arduo. El análisis del aforo vehicular fue de gran ayuda para determinar el día y las horas de mayor afluencia vehicular. El reconocimiento en sitio fue una actividad breve pero importante, ya que en este se identificaron, tanto la ubicación como el nivel de complejidad en la medición de cada punto.

Sin embargo, la información antes mencionada no era suficiente para tener un amplio conocimiento acerca de los límites de la zona de estudio. Por eso fue necesario realizar un estudio adicional, con el objeto de ampliar la visión acerca de la problemática del sitio y con esto la determinación de la zona de estudio; de esta forma se llegó a la conclusión de que la aplicación de encuestas a familias afectadas sería la mejor forma de resolver este problema.

4.1. Problemática del sitio

Como se sabe, el estudio nace a partir de la inconformidad de las familias ubicadas en torno al retorno situado en el CEM, debido a las constantes emisiones de ruido por la operación de la autopista.

Con el objetivo de estudiar el problema y profundizar más en la problemática de la zona, fue necesario aplicar una encuesta a una parte de la población. Esta no solo permitió conocer los puntos antes mencionados, sino también las diferentes inquietudes y puntos de vista de la población acerca del problema, información que permitió ubicar el estudio hacia los puntos y zonas de interés.

La encuesta que a continuación se muestra fue realizada con el propósito de ser lo más concreta posible y de forma tal, que permitiera obtener la mayor cantidad de información útil posible.

Cabe mencionar que durante las encuestas también se identificaron otros factores que afectaban la vida diaria de las personas, tales como: olores molestos y constantes vibraciones en la zona, este último se podía ver reflejado con grietas y fisuras en las viviendas.

Encuesta

Encuestador: _____

Fecha: _____

Nombre: _____

Domicilio: _____

1. *¿Qué tan molesto es el ruido alrededor de su entorno?*

Bajo () Medio () Alto ()

2. *¿En qué momento cree usted que se presenta el mayor ruido, en el día o en la noche y su hora correspondiente?*

3. *¿Qué tipo de vehículo considera usted es el que produce mayor ruido?*

Automóviles () Motos () Camiones de Carga ()

4. *¿Existe algún otro ruido molesto, que no sea el producido por el Circuito Exterior Mexiquense; en caso de ser afirmativa la respuesta mencionar la fuente*

5. *¿Ha identificado qué parte del circuito es la que genera la mayor cantidad de ruido en torno a su domicilio?*

Si NO ¿cuál? _____

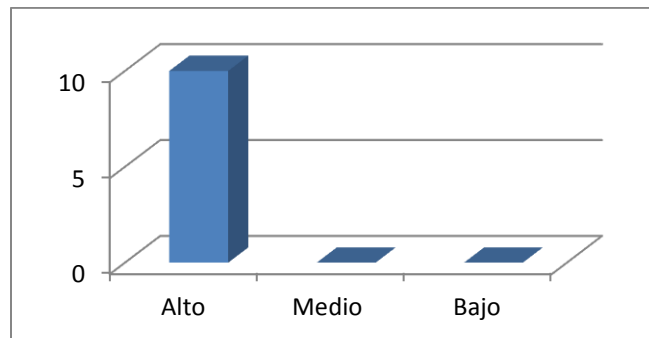
6. *¿Está usted conforme con las medidas de mitigación del ruido propuestas por el diseñador y operador del Circuito Exterior Mexiquense?*

En total se realizaron 10 encuestas distribuidas equitativamente en la zona de estudio (ver figura 4.3), dividiendo en el mismo número de encuestas, tanto en la parte norte como en la parte sur.

La gráfica 4.1. muestra los resultados de la pregunta 1, mostrando la perspectiva de la población acerca de la magnitud del ruido en torno a sus respectivos domicilios. En el eje vertical se muestra el número de encuestados y en el eje horizontal la perspectiva de cada encuestado.

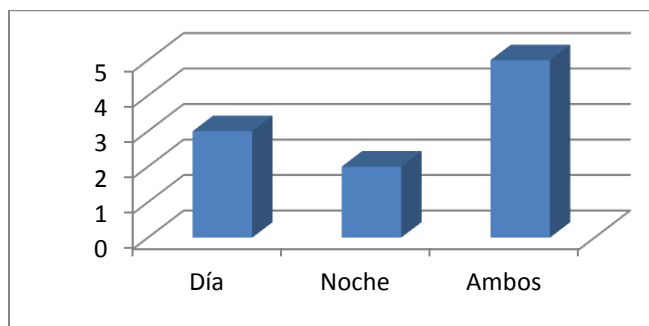
Como se puede observar en la gráfica 4.1 el 100% de los encuestados opina que la magnitud del ruido es alta, tanto que está afectando las actividades y salud de la población.

Gráfica 4. 1 Resultados de la encuesta, pregunta 1



La pregunta número 2 es de interés, en esta se puede apreciar la perspectiva de la población acerca del momento del día en el que se presenta el mayor ruido. Al encuestado se le ofrecieron tres posibles opciones: el día, la noche y ambos. La gráfica 4.2 muestra estos resultados.

Gráfica 4. 2 Resultados de la encuesta, pregunta 2



En el caso de la pregunta 2 se puede observar que la mayoría de la población cree que el ruido más alto se produce tanto en el día como de noche, información que podría no ser muy valiosa, ya que no proporciona ningún indicio de en qué momento la autopista emite mayor ruido. Ahora bien, si solo consideramos el día y la noche como posibles opciones, se tiene que en el día se presenta mayor ruido. A esto se puede agregar un factor a considerar en contra de la noche. Durante la

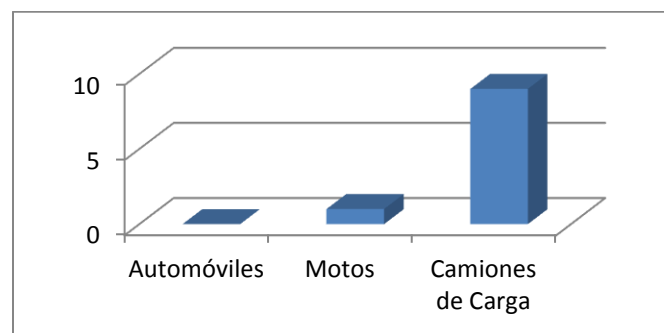
noche las personas perciben con más facilidad el ruido, debido a que se encuentran en un estado de descanso y el ruido ambiental disminuye.

Con la información hasta ahora obtenida, se confirma que la mayor cantidad de ruido se produce durante el día

El siguiente punto a analizar fue la hora de mayor emisión de ruido, tal información no fue posible identificar debido a que las respuestas fueron muy diversas, lo que no permitió encontrar ninguna tendencia en la información recabada.

La gráfica 4.3 muestra la información correspondiente a la pregunta número 3, en esta se muestra la perspectiva de la población acerca de la fuente móvil con mayor emisión de ruido. En el eje horizontal se muestran las tres principales fuentes de ruido: automóviles, motocicletas y camiones de carga, mientras que en el eje vertical el número de encuestados.

Gráfica 4. 3 Resultados de la encuesta, pregunta 3



Es claro que el 90% de la población considera que la principal fuente móvil de ruido son los camiones de carga. Sin embargo, durante el trabajo de campo se observó que las motocicletas, en efecto, significan también fuentes considerables de ruido; con la diferencia de que aportan un porcentaje menor de afluencia vehicular que los camiones de carga.

La pregunta número 4 tiene el propósito de obtener información adicional que no estuviera relacionada con la emisión por ruido del CEM. En general no se obtuvo nada relevante de la misma, excepto por algunos comentarios acerca del ruido producido por las torres eléctricas ubicadas en el centro de la zona de estudio, que en general no causan inconformidad.

La pregunta número 5 sirve de referencia para colocar los puntos de muestreo en zonas estratégicas. Esta información proporcionó dos zonas importantes: la

primera de ellas ya conocida resultó ser el retorno o mejor conocido como la “pera”, mientras la segunda resultó ser la pendiente negativa de la autopista ubicada metros adelante de la salida del retorno; información que no sería fácil de identificar sin la ayuda de las encuestas.

Las medidas de mitigación (muros de contención) contra la emisión por ruido colocadas alrededor del retorno de la autopista, según la información obtenida a partir de la pregunta número 6, son ineficientes. La totalidad de la población considera como insuficientes las medidas tomadas para contrarrestar los efectos sonoros producidos por la operación de la autopista.

4.2. Ubicación y Localización

Cuautitlán Izcalli es un municipio de los 124 que integran el Estado de México. Se ubica en la zona del Valle de México y forma parte de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Cuenta con una superficie de 109.9 km² y representa el 0.5% de la superficie del Estado de México. Se localiza en las coordenadas 19° 40' 50" N y 99° 12' 25" O. La población del municipio es de aproximadamente 500 mil habitantes; con una densidad de población de 4 531.58 hab/km².

Cuenta con clima tipificado como templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media, que se presenta en un 30.6% de la superficie territorial y templado subhúmedo con lluvias en verano de menor humedad en un 69.4% de la superficie. Se presenta una temperatura promedio propia del clima templado subhúmedo, cuya variación máxima alcanza los 27.8 grados centígrados, y como mínima de 5 grados centígrados. La temperatura media anual es de 16 grados centígrados.

La zona de estudio se ubica en el municipio de Cuautitlán Izcalli, entre la autopista México-Querétaro y Avenida Paseo del Alba, particularmente a los alrededores de la Gaza 33 del CEM, tal y como se muestra en las figuras 4.1 y 4.2.



Figura 4. 1 Ubicación de la zona de estudio dentro del estado de Cuautitlán Izcalli

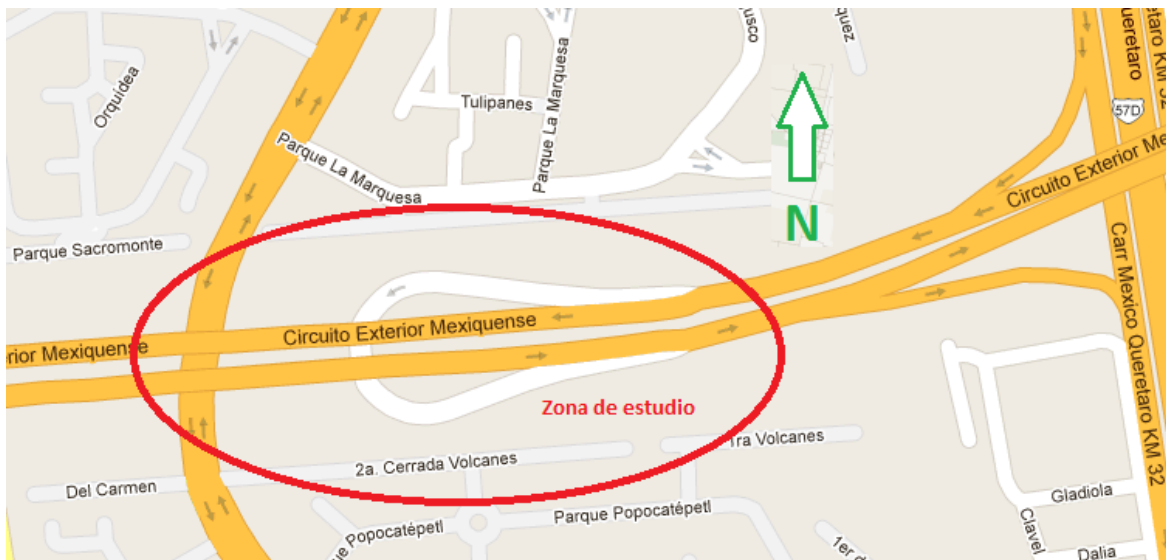


Figura 4. 2 Zona de estudio

La zona de estudio se determinó a partir de los resultados de las encuestas realizadas y, en mayor medida, del análisis del aforo vehicular. En la figura 4.3 se muestra en color rojo el contorno de la zona de estudio y en color azul el contorno de la zona de afectación (lado izquierdo (zona norte) y lado derecho (zona sur)).



Figura 4. 3 Delimitación de la zona de estudio y zona de afectación

5. Trabajo de Campo

5.1. Análisis del aforo vehicular

Para poder identificar los impactos más severos a la población se decidió determinar los instantes en los que se presentan las condiciones adversas. En ese sentido, y dado que se contaba con un estudio previo del tránsito de vehículos en la zona de estudio, se decidió hacer un análisis de los datos numéricos otorgados por CONMEX para así indagar el día de la semana y la hora en la que se presenta la mayor cantidad de vehículos de carga en tránsito en la zona de estudio.

Con base en la información obtenida de la empresa CONMEX, en específico el aforo vehicular de los meses de abril, mayo y junio del 2012 de la zona de interés, fue posible, mediante un análisis mensual y semanal, determinar el día de mayor afluencia vehicular, así como la hora de mayor circulación. Dicha información es valiosa para el desarrollo del presente estudio, ya que, dado que se puede hacer una relación directa entre la cantidad de vehículos pesados que circulan con el nivel de ruido generado, dicha información fija los instantes de análisis de los niveles máximos de ruido.

Ahora bien, partiendo de la consideración de que el nivel de ruido está en función del peso vehicular, sin considerar las motocicletas, se tomaron en cuenta únicamente los vehículos de carga C2 a C9.

Cabe destacar que en el caso de las motocicletas el análisis realizado fue más directo, midiendo los niveles de ruido generados y un aforo personalizado para poder inferir los niveles de ruido generados por este tipo de vehículos.

El análisis del aforo vehicular consta de tres etapas: la primera es un análisis mensual mediante la agrupación de la información de cada mes representada en una gráfica, identificando así un patrón inicial.

La segunda etapa consiste en una búsqueda de sesgo por tamaño de la muestra considerando un tamaño más pequeño, agrupando la información semanal.

La tercera etapa es un análisis exhaustivo, en el que se consideró cada día con su valor correspondiente. A continuación se describe con mayor detalle cada etapa.

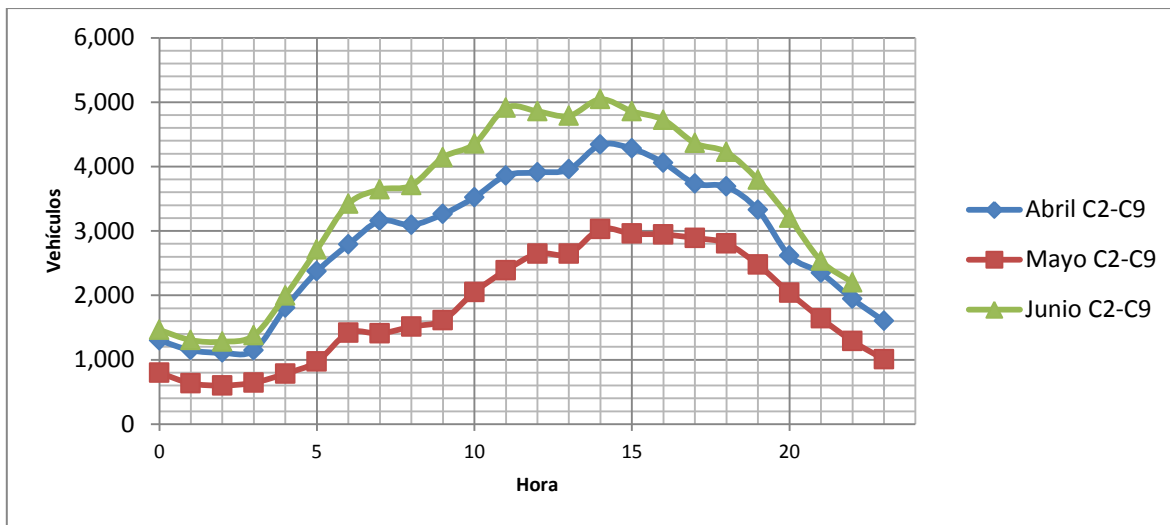
Etapa 1: Análisis Mensual

La información otorgada por CONMEX consiste en el número de vehículos que transitaron cada hora, clasificando el tipo de vehículo, cada día de los meses abril, mayo y junio.

Para poder identificar la hora de mayor tránsito, en principio se graficó la suma de vehículos de interés (C2 a C9) que circularon en cada hora del día. Es decir, que cada punto en la gráfica 5.1 representa el total de vehículos que circularon en dicho mes en el transcurso de la hora correspondiente.

A partir de este análisis se pudo identificar un patrón inicial, ya que las tres curvas tienen un máximo de vehículos que transitaron entre las 13:00 h y 14:00 h

Gráfica 5. 1 Total de afluencia vehicular durante los meses de Abril, Mayo y Junio del 2012



Si bien la conclusión del análisis mensual constituye un aporte, no es información significativa y contundente, ya que aunque exista un máximo común alrededor de las 13:00h, este máximo no es constante, es decir, cada día del mes tiene un máximo distinto.

Identificar el día del mes con mayor tránsito vehicular significaría un análisis anual para definir un patrón, y ya que no se cuenta con la información más que de tres meses, dicho análisis no se realizó. Sin embargo existe un ciclo más pequeño susceptible de analizarse, el semanal. Este análisis permitirá identificar patrones repetitivos de cada siete días, que a juicio personal serán constantes durante todo el año.

Etapas 2: Análisis semanal

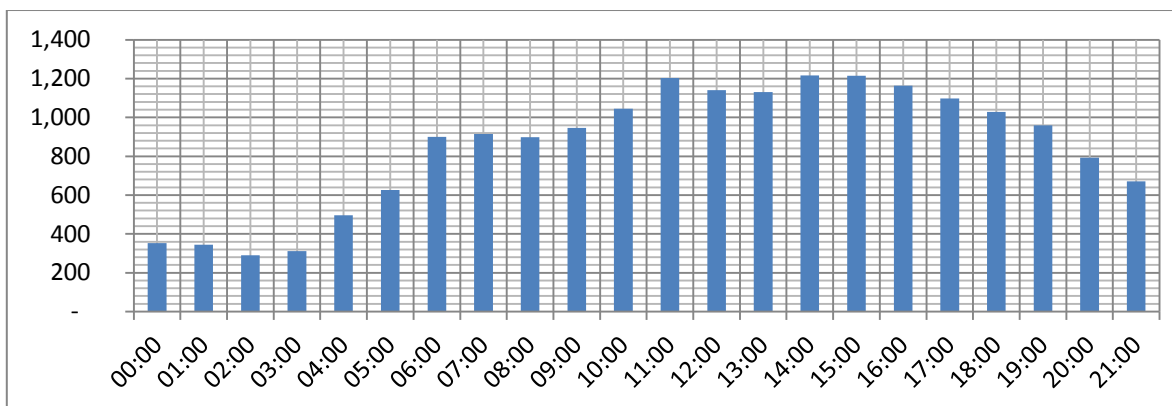
Una forma de identificar sesgos en la muestra considerada es disminuir el tamaño de la misma.

De forma arbitraria se seleccionó el mes de junio. El análisis de la información fue igual para los tres meses.

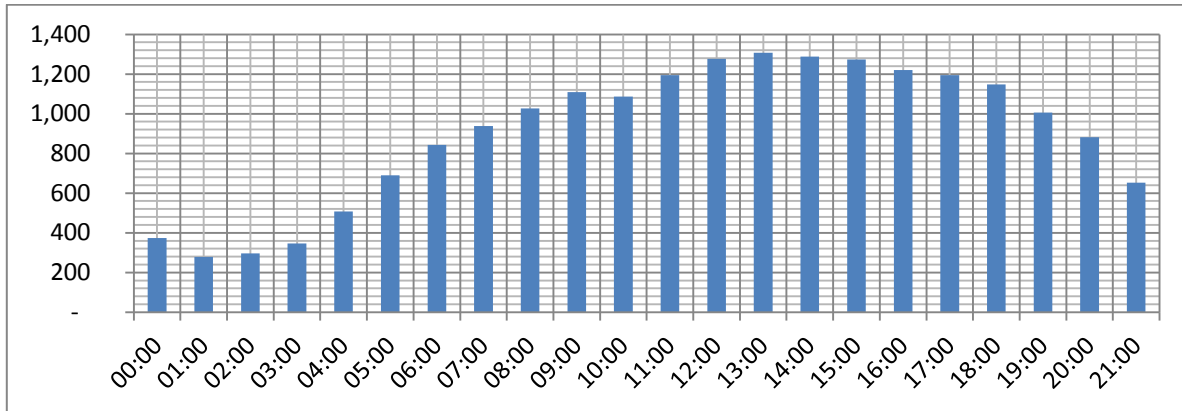
Ya que el mes de junio tiene treinta días, solamente se pueden formar cuatro semanas completas, dando un total de 28 días en consideración, dejando dos días sin cabida. Se optó por recorrer las cuatro semanas hacia el día treinta, dejando libres los días uno y dos del mes con la intención de que formaran parte de la última semana del mes anterior.

Las gráficas 5.2 y 5.3 muestran el comportamiento del tránsito de vehículos de carga en la primera y última semana del mes de junio y, como se puede observar, aunque la muestra sea más pequeña, se conserva el patrón identificado en el análisis mensual.

Gráfica 5. 2 Aforo vehicular primera semana de Junio.



Gráfica 5. 3 Aforo vehicular cuarta semana de Junio.



La tabla 5.1 muestra el total de vehículos de carga que circularon en las cuatro semanas completas del mes de junio. Se resalta en color amarillo las horas pico. Se aprecia un rezago una hora antes de la hora pico en la cuarta semana y se corrobora la tendencia marcada desde un inicio en las otras tres semanas.

Cabe resaltar que las horas próximas a la de máximo aforo (12:00 a 13:00 y 14:00 a 15:00), se encuentran muy cercanas al valor máximo de aforo en su respectiva semana. Por ejemplo, en la semana uno, de las 14:00 a las 15:00 solamente hay tres vehículos de diferencia. En otros casos la diferencia es mayor, sin embargo para fines prácticos se consideran iguales.

Tabla 5. 1 Distribución semanal del aforo vehicular de Junio

Aforo Semana/hora				
	1 semana	2 semana	3 semana	4 semana
Junio/2012	3-9	10-16	17-23	24-30
22:00	524	551	570	536
23:00	449	365	413	476
00:00	352	305	391	373
01:00	345	304	307	278
02:00	290	306	308	296
03:00	311	320	316	347
04:00	496	478	457	508
05:00	627	658	621	690
06:00	900	862	767	843
07:00	914	933	916	938
08:00	899	959	967	1,026
09:00	946	989	1,158	1,109
10:00	1,045	1,081	1,130	1,087
11:00	1,203	1,198	1,200	1,195
12:00	1,141	1,188	1,223	1,276
13:00	1,130	1,167	1,119	1,308
14:00	1,217	1,220	1,273	1,288
15:00	1,214	1,153	1,203	1,273
16:00	1,163	1,097	1,220	1,220
17:00	1,097	1,060	1,094	1,195
18:00	1,029	1,070	1,129	1,148
19:00	959	946	976	1,006
20:00	793	766	808	882
21:00	670	661	616	652

Etapas 3: Análisis diario

Este análisis tiene el objetivo de determinar el día de la semana que presenta mayor tránsito vehicular. Se optó por realizar dos procedimientos, esto con la intención de dar mayor sustento a los resultados obtenidos.

Entonces, se obtuvo por cada día del mes el valor máximo de aforo, identificando la hora en que se presentó. La tabla 5.2 muestra, para cada semana del mes de junio, tanto la hora como el valor de máximo aforo de cada día de la semana.

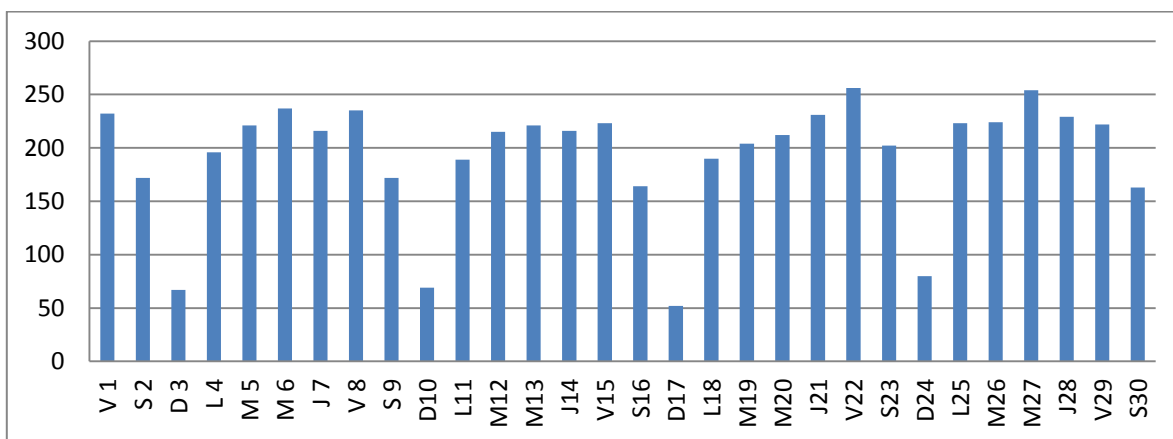
Tabla 5. 2 Aforos máximos diarios

Junio/2012						
Domingo	Día		3	10	17	24
	Hr.Máx.aforo		21:00	21:00	14:00	09:00
	Aforo/Hr.Máx.aforo		67	69	52	80
Lunes	Día		4	11	18	25
	Hr.Máx.aforo		14:00	15:00	11:00	15:00
	Aforo/Hr.Máx.aforo		196	189	190	223
Martes	Día		5	12	19	26
	Hr.Máx.aforo		15:00	12:00	18:00	13:00
	Aforo/Hr.Máx.aforo		221	215	204	224
Miércoles	Día		6	13	20	27
	Hr.Máx.aforo		11:00	13:00	12:00	15:00
	Aforo/Hr.Máx.aforo		237	221	212	254
Jueves	Día		7	14	21	28
	Hr.Máx.aforo		12:00	12:00	16:00	13:00
	Aforo/Hr.Máx.aforo		216	216	231	229
Viernes	Día	1	8	15	22	29
	Hr.Máx.aforo	15:00	15:00	14:00	14:00	16:00
	Aforo/Hr.Máx.aforo	232	235	223	256	222
Sábado	Día	2	9	16	23	30
	Hr.Máx.aforo	14:00	11:00	14:00	10:00	12:00
	Aforo/Hr.Máx.aforo	172	172	164	202	163

De la tabla 5.2 se puede obtener información valiosa, en principio se evidencia que los viernes se presenta el mayor aforo. Con respecto al miércoles puede considerarse como el segundo de mayor aforo. Por otro lado de los tres datos resaltados en día viernes, dos de ellos marcan un máximo aforo de las 14:00 a las 15:00 h, y uno de 13:00 a las 14:00 h.

Con base en la información de la tabla 5.2 se construyó la gráfica 5.4, en la cual se identifica el comportamiento de los aforos máximos diarios durante el mes. Cabe aclarar que en el eje de las abscisas la nomenclatura utilizada es la primera letra del día junto al número del día del mes correspondiente, por otro lado en el eje de las ordenadas tenemos el número de vehículos de carga.

Gráfica 5. 4 Distribución de los aforos máximos diarios



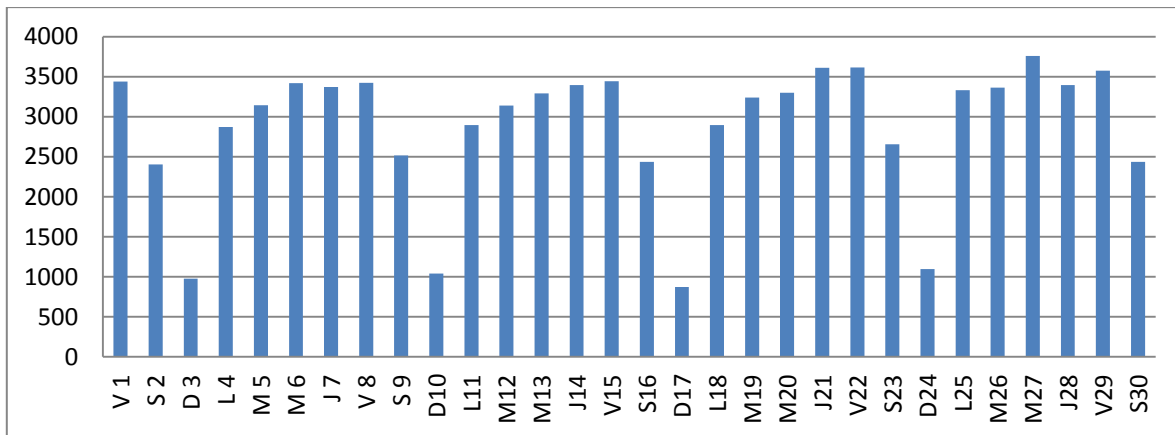
Por otra parte, para corroborar la información del análisis anterior, se consideraron los aforos totales por día, es decir, se consideró la cantidad total de vehículos de carga que transitaron durante todo el día. La tabla 5.3 muestra el resumen de la información.

Con dicho análisis se concluye contundentemente que el viernes predomina sobre el miércoles, en comparación con la tabla 5.2. De una forma similar que la gráfica 5.4, se formó la gráfica 5.5 pero con el total del aforo diario durante el mes de Junio.

Tabla 5. 3 Aforo total diario de Junio

Aforo total diario					
		1 semana	2 semana	3 semana	4 semana
jun-11		3~9	10~16	17~23	24~30
Domingo		977	1,040	872	1,096
Lunes		2,872	2,895	2,895	3,332
Martes		3,141	3,140	3,239	3,361
Miércoles		3,417	3,290	3,297	3,757
Jueves		3,371	3,396	3,609	3,395
Viernes	3439	3,421	3,442	3,613	3,574
Sábado	2403	2,515	2,434	2,657	2,435
Total:	5,842	19,714	19,637	20,182	20,950

Gráfica 5. 5 Distribución de los aforos totales diarios de Junio



En este caso se ve un amplio dominio de las tres primeras semanas en el día viernes, siendo nuevamente la cuarta semana la que no tiende a comportarse de la misma forma que las demás.

Con base en el análisis se concluye que el día y la hora más convenientes para la medición del impacto ambiental por niveles altos de ruido son los viernes de las 13:00 a las 14:00 h, sin dejar de considerar los horarios de 12:00 a 13:00 h y de 14:00 a 15:00, mismos en los que el nivel de ruido es prácticamente el mismo que en la hora de máxima afluencia vehicular.

Con dicha conclusión, se prosiguió a fijar los puntos suficientes y distribuidos de forma homogénea para llevar a cabo la determinación de isófonas.

5.2. Puntos de medición y generación de isófonas

5.2.1. Instrumentación

La distribución de los puntos de medición estuvo, en gran medida, determinada por los recursos y el tiempo de medición disponible. La instrumentación de trabajo con la que se contó fue la siguiente:

- 1 estación total
- 2 sonómetros
- 2 tripies
- 3 flexómetros
- 1 brújula
- 1 GPS (*Global positioning system*)

Tabla 5. 4 Ficha técnica del sonómetro utilizado



Pantalla	LCD de 3-1/2 dígitos (cuenta 2000)
Tasa de actualización de la pantalla	0.5 segundos
Micrófono	Tipo condensador Electret 0.5"
Amplitud de banda de medición	31.5Hz a 8kHz
Alcance dinámico	55dB
Escala de medición	35 a 130 dB (Baja: 35 a 100; Alta: 65 a 130 dB)
Compensación de frecuencia	A' y 'C'
Estándares aplicables	IEC-651 & ANSI S1.4 Tipo 2
Precisión/resolución	.+/- 1.5 dB / 0.1dB
Tiempo máximo de retención de amortiguamiento	<1 dB / 3 min
Tiempo de respuesta	Rápido: 125 ms / Lento: 1 segundo
Revisión integral de calibración	1KHz onda sinusoidal interna @ 94 dB
Salida análoga de CA	0.65VAC rms (Escala completa); 600Ω impedancia de salida
Salida análoga de DA	10mVDC / dB; 100Ω impedancia de salida (aprox.)
Energía	Batería de 9V (006P o 6F22)
Vida útil de la batería	50 horas típicas
Temperatura de operación	0 a 40°C (32 a 104°F)
Humedad de operación	10 a 90% RH
Dimensiones/peso	240x68x25mm (9.45x2.68x1") /210g (6.75oz)

Para poder determinar el impacto ambiental por ruido en la población de interés se fijaron 36 puntos en torno al sitio de estudio. La distribución de los mismos obedeció a que la población del sur aquejaba mayor ruido en esta zona; información que puede corroborarse observando las condiciones del relieve, ya que la zona de afectación sur se encuentra por debajo del nivel de la zona de afectación de la zona norte (obsérvese figura 4.3), obstaculizándose en menor medida la propagación de ondas sonoras hacia la parte sur. Por ello se decidió distribuir los puntos de medición en un 60% hacia la zona sur. La figura 5.1 muestra una mejor perspectiva de lo planteado.



Si bien podría llegar a pensarse que lo ideal es indagar los niveles de ruido en el margen de la vía, el objetivo de este estudio es conocer el impacto en la zona habitada, por ello la medición de ruido se determinó después de las medidas de mitigación consideradas por el diseñador y el operador de la Autopista.

La distribución de puntos de medición de niveles de ruido permitirá establecer la eficiencia de las barreras que actualmente sirven para la disminución de ruido.

La normatividad aplicable establece límites máximos permisibles en las fachadas orientadas a la vía de comunicación en cuestión, razón por la cual los puntos 1 a 8 y 16 a 26 se establecieron en las fachadas que cumplen con estas características.

Los puntos 9 a 15 se establecieron inmediatamente después de la primera fila de casas en la zona norte, particularmente sobre la privada de la marquesa 1,2 y 3. De igual forma los puntos 27 a 36 se establecieron en la parte sur, sobre cerrada de los volcanes 1,2 y 3.

Las coordenadas de estos puntos fueron obtenidos con la ayuda del software Google Earth; información muy valiosa que sirvió de referencia para, con ayuda de un GPS, posicionar de forma más precisa los sonómetros durante la medición.

5.2.3. Plan de Trabajo

Gracias al análisis del aforo vehicular se determinó como hora de medición de 13:00 a las 14:00 en los días viernes; agregando a esto, los recursos disponibles, capacidad técnica y personal disponible, fue posible realizar un plan de trabajo, el cual se muestra en la tabla 5.5.

Tabla 5. 5 Programa de Trabajo

Tarea	Comienzo	Fin	Duración	Enero	01-feb-13	08-feb-13	15-feb-13	22-feb-13
Estudio del sitio	07/01/2013	31/01/2013	19 días					
Muestreo puntos 1-12	12:00	15:00	3 hr					
Muestreo puntos 13-24	12:00	15:00	3 hr					
Muestreo puntos 25-36	12:00	15:00	3 hr					

Debido a que el tiempo de medición de una hora no fue suficiente para abarcar los 36 puntos prestablecidos en las cuatro semanas, se decidió hacer uso de los horarios 12:00-13:00 y 14:00-15:00, los cuales se confirmaron como de posible uso, en caso de requerirlo, en el análisis del aforo vehicular.

5.2.4. Muestreo

Para la determinación de las características sonoras en cada uno de los puntos establecidos en la zona de estudio, el equipo de trabajo optó por el uso de medidores digitales de sonido marca UEI, modelo DSM 100, mismo que tiene una precisión de $\pm 1.5\text{dB}$ y una resolución de 0.1dB .

Para homogenizar la altura, dar estabilidad y tener un mejor manejo del sonómetro el equipo de trabajo optó por el uso de un tripié. Este se colocó sobre los 36 puntos de medición a una altura de 1.5m del terreno. Cabe destacar que el micrófono siempre estuvo orientado hacia la carretera de forma perpendicular al eje de la misma, tal como lo muestra la figura 5.2.

Cada uno de los puntos de medición fue georeferenciado mediante el uso de una estación total con GPS. La coordenada geográfica se ubicó en el programa Google Earth. La figura 2.3 muestra la ubicación de los puntos de medición ubicados en el programa Google Earth.



Figura 5. 2 Punto de medición georeferenciado (izquierda) y posicionamiento del sonómetro (derecha)

En cada uno de los puntos considerados se midió el nivel de ruido (L_{eq} de 1.5 s) que ocurría a cada 10 segundos durante un período de 15 minutos. En el apartado de anexos se muestran los L_{eq} (1.5s) de cada uno de los puntos durante el período de medición.

Con base en los resultados obtenidos en cada punto de medición fue posible determinar un valor representativo en cada punto. Dicho valor es el L_{eq} (15 min). Este valor equivale al nivel de ruido constante que ejercerían los 90 valores obtenidos.

Para poder establecer el impacto ambiental por ruido en la zona de estudio se optó por la determinación de siete parámetros representativos, esto en cada uno de los puntos de interés. Dichos parámetros son: L_{eq} , L_1 , L_{10} , L_{50} , L_{90} , $L_{máx}$, L_{min} . La normatividad nacional e internacional establece límites máximos permisibles a cumplir para fuentes fijas o para la operación de carreteras en función de dichos valores. Además estos ofrecen información cualitativa de la distribución del ruido generado en la zona de estudio.

5.2.5. Resultados obtenidos y generación de isófonas

Durante el trabajo de campo se presentaron complicaciones e inconvenientes. Lo que resultó en no poder concluir las mediciones de los puntos en su totalidad y en la precisión deseada.

La cantidad de puntos realizados al concluir el trabajo de campo fue de 35 de un total de 36 planteados inicialmente (punto omitido No. 20).

Algunas de las complicaciones que se presentaron durante el desarrollo del trabajo son:

- Ruidos externos a la operación del circuito exterior mexiquense, como por ejemplo: animales, música, vehículos no relacionados con la autopista, etc.
- Algunos puntos de medición se encontraban sobre la vía de circulación de los fraccionamientos, lo que ocasionó que en algunas ocasiones se moviera el sonómetro para permitir el tránsito vehicular.
- Lo que mayormente dificultaba la medición de los puntos fue la accesibilidad a cada una de las casas para ingresar al patio trasero y colocar el sonómetro lo más cercano a la fachada.

-
- Debido a diferentes circunstancias como: tiempos de medición muy restringidos, pérdida excesiva de tiempo en gestionar el acceso a las casas y aunado a esto, encontrar la ubicación más exacta de los puntos, no se logró realizar la totalidad de las mediciones. Lo que resultó en la necesidad de agregar un viernes más al programa de trabajo con la intención de completar la medición.

Finalmente, al final de cada medición se obtuvo la coordenada precisa con ayuda del dispositivo GPS; misma que se pueden apreciar en la figura 5.3. Sus respectivas coordenadas finales y valores expresados en dB(A) en la tabla 5.6.

Cabe aclarar que, se realizaron casi todos los puntos, con la mejor precisión y exactitud posible de acuerdo a los recursos disponibles.

Para poder proyectar los valores obtenidos a zonas cercanas es posible, por medio de modelos matemáticos, dibujar líneas de igual intensidad de ruido en la zona de estudio. Teniendo así no solo información puntual sino de los alrededores. Dicha zona es dividida por líneas de igual intensidad llamadas “isófonas”

Para la generación de isófonas se utilizó el software SURFER, mismo que utiliza una interfaz gráfica que permite colocar, sobre un mapa de fondo, información inferida a partir de datos referidos a un sistema coordenado.

Las isófonas se sobrepusieron en una foto aérea de la zona, misma que fue obtenida con ayuda del programa Google Earth. El resultado es valioso para calificar la influencia del ruido generado por la operación de la carretera en toda la zona de estudio. Las figuras 5.4 a 5.9 muestran las isófonas generadas con SURFER.

Distribución final de los puntos de medición



Figura 5. 3 Distribución final de los puntos de medición

Tabla 5. 6 Puntos de medición con sus respectivas coordenadas finales y valores expresados en dB(A)

Punto No.	Coordenadas UTM		L_{eq}	L_1	L_{10}	L_{50}	L_{90}	$L_{m\acute{a}x}$	$L_{m\acute{i}n}$
	x	y							
1	479285.41	2171251.75	60.53	69.00	66.25	62.55	60.88	69.00	51.70
2	479254.23	2171246.38	59.55	72.40	66.55	61.77	59.93	72.40	51.30
3	479206.12	2171250.39	59.88	71.60	66.66	62.18	60.27	71.60	49.80
4	479158.91	2171248.92	57.80	67.00	64.86	60.10	58.19	67.00	47.60
5	479123.61	2171244.2	61.44	72.90	68.32	63.77	61.85	72.90	49.20
6	479075.43	2171242.87	64.94	80.60	73.60	67.59	65.36	80.60	52.10
7	479036.65	2171237.83	57.06	64.40	62.48	59.15	57.43	64.40	49.60
8	478996.48	2171231.43	57.96	67.00	64.39	60.20	58.33	67.00	49.00
9	479012.99	2171259.5	53.61	62.60	59.62	55.71	53.95	62.60	47.20
10	479056.04	2171265.64	54.39	66.50	62.40	56.93	54.80	66.50	43.70
11	479095.25	2171271.69	49.51	59.00	55.24	51.51	49.86	59.00	41.70
12	479145.82	2171276.08	51.58	64.00	57.99	53.70	51.93	64.00	44.50
13	479188.6	2171277.7	50.22	59.20	55.97	52.36	50.58	59.20	41.20
14	479231.6	2171279.62	55.46	67.70	62.78	57.84	55.86	67.70	43.90
15	479271.92	2171280.73	53.32	62.70	59.11	55.60	53.70	62.70	44.80
16	479002.01	2171113.01	51.96	61.00	57.44	53.79	52.28	61.00	45.90
17	479029.54	2171117.18	60.48	65.90	63.12	59.36	57.64	65.90	50.40
18	479056.49	2171114.36	61.38	68.50	65.39	61.17	59.30	68.50	50.90
19	479083.56	2171116.38	60.48	71.00	67.66	63.03	60.89	71.00	49.40
21	479118.4	2171128.22	63.54	78.00	72.78	66.48	63.99	78.00	41.80
22	479159.65	2171131.93	57.36	69.90	65.82	60.10	57.79	69.90	45.00
23	479205.41	2171128.06	59.41	71.10	66.70	61.79	59.81	71.10	49.20
24	479235.19	2171129.12	56.64	69.10	64.11	59.26	57.07	69.10	44.60
25	479274.61	2171135.46	58.08	67.00	65.50	60.53	58.47	67.00	47.80
26	479301.92	2171136.87	59.09	71.30	66.52	61.35	59.45	71.30	51.40
27	479013.45	2171088.54	53.63	61.50	58.00	55.25	53.92	61.50	48.20
28	479043.7	2171092.75	57.12	69.90	63.77	59.41	57.51	69.90	47.60
29	479073.96	2171095.84	55.93	66.70	62.99	58.18	56.30	66.70	48.50
30	479105.6	2171099.48	55.82	72.20	64.19	58.48	56.25	72.20	43.10
31	479133.01	2171099.25	58.51	73.00	66.63	61.11	58.92	73.00	42.00
32	479164.65	2171099.94	54.88	65.50	63.04	57.55	55.30	65.50	42.60
33	479194.25	2171099.91	57.37	69.70	65.21	59.94	57.78	69.70	46.90
34	479224.22	2171102.02	55.97	70.90	63.73	58.56	56.39	70.90	36.90
35	479254.001	2171110.001	50.55	59.20	56.64	52.47	50.87	59.20	44.70
36	479289.001	2171109.001	50.17	59.70	56.80	52.26	50.51	59.70	44.30

L_{min}

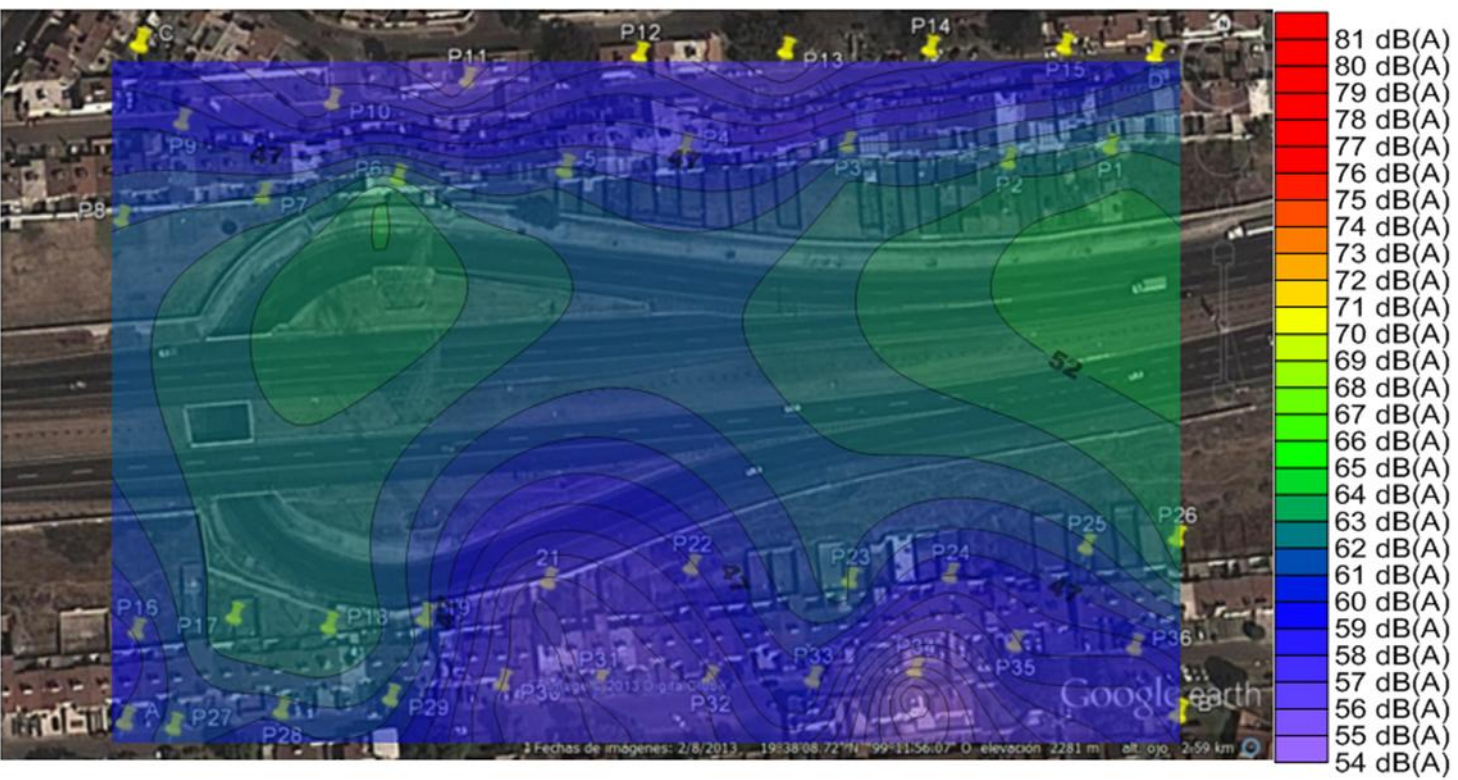


Figura 5. 4 Isófonas de L_{min} generadas en la hora de mayor impacto por la operación del Circuito Exterior Mexiquense

~ 78 ~

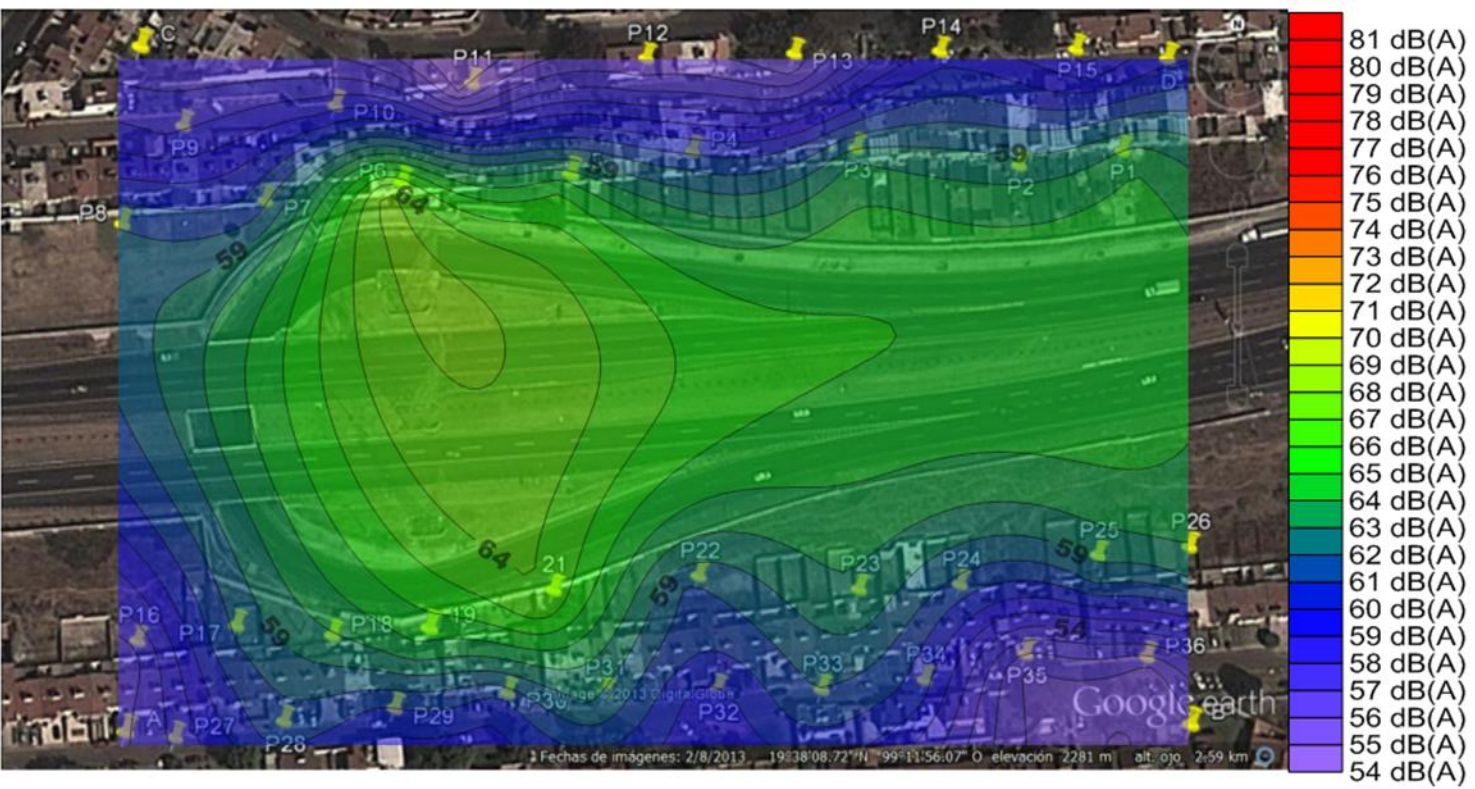


Figura 5. 5 Isófonas de L₉₀ generadas en la hora de mayor impacto por la operación del Circuito Exterior Mexiquense

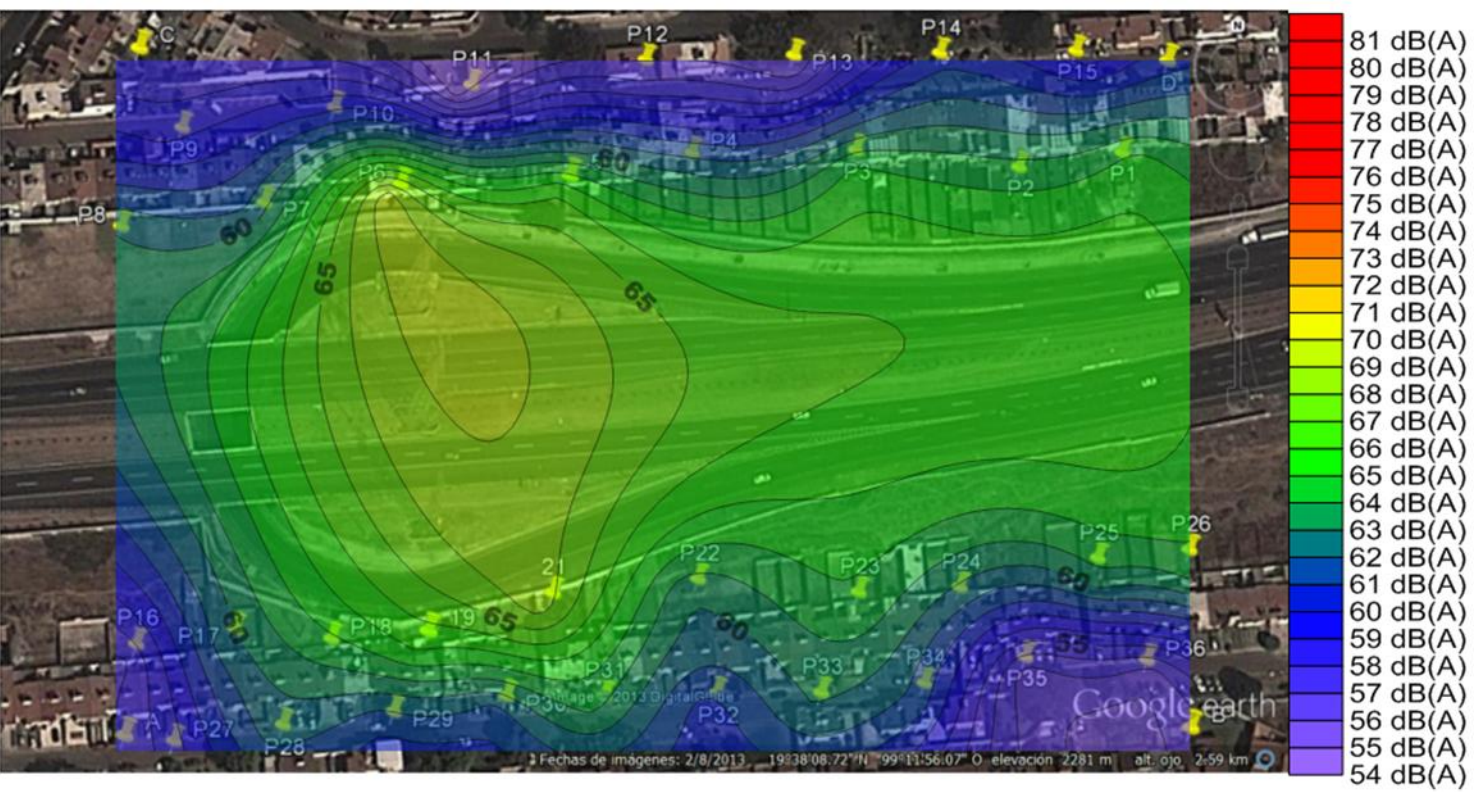


Figura 5. 6 Isófonas de L₅₀ generadas en la hora de mayor impacto por la operación del Circuito Exterior Mexiquense

~ 80 ~

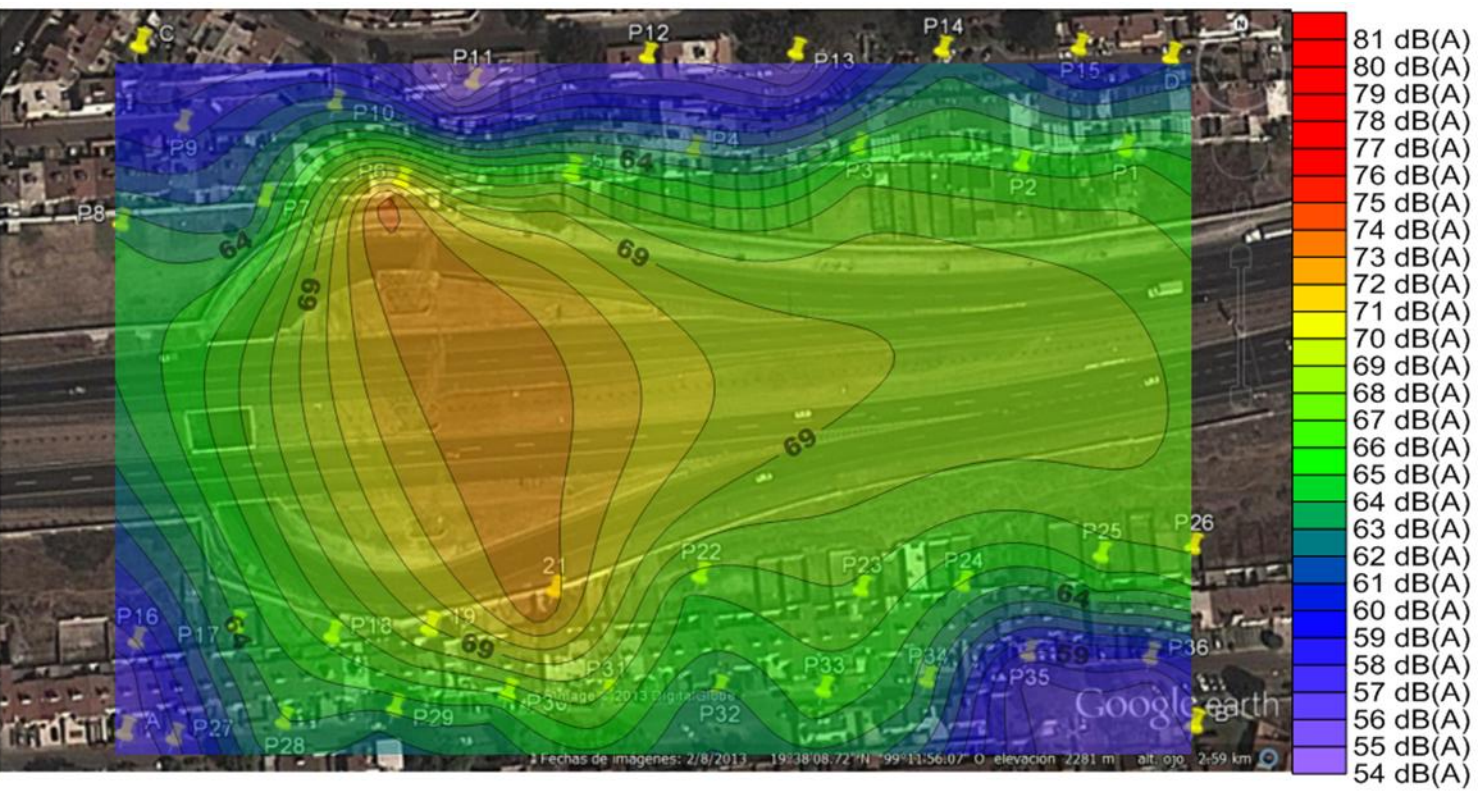


Figura 5. 7 Isófonas de L₁₀ generadas en la hora de mayor impacto por la operación del Circuito Exterior Mexiquense

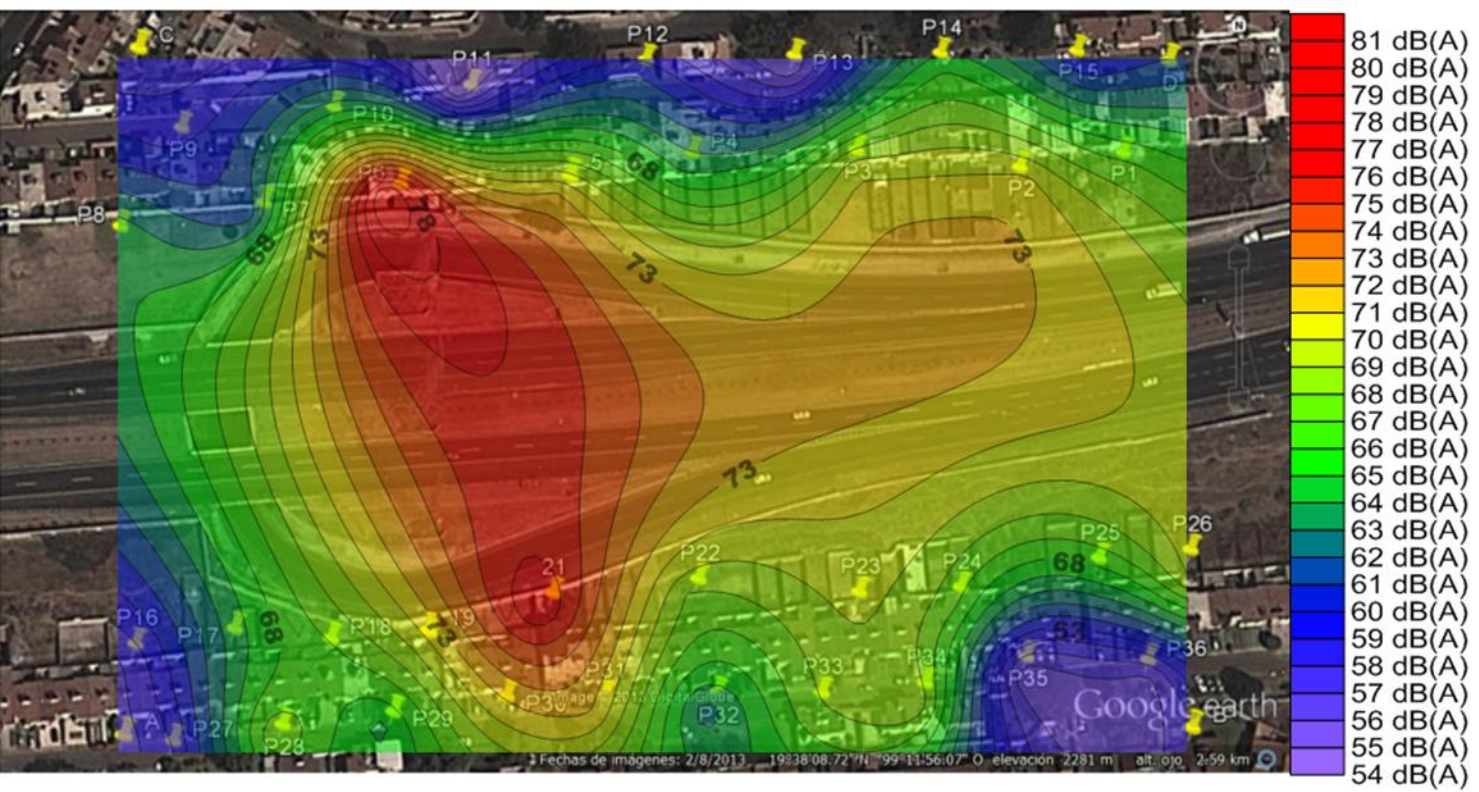


Figura 5. 8 Isófonas de L_{10} generadas en la hora de mayor impacto por la operación del Circuito Exterior Mexiquense

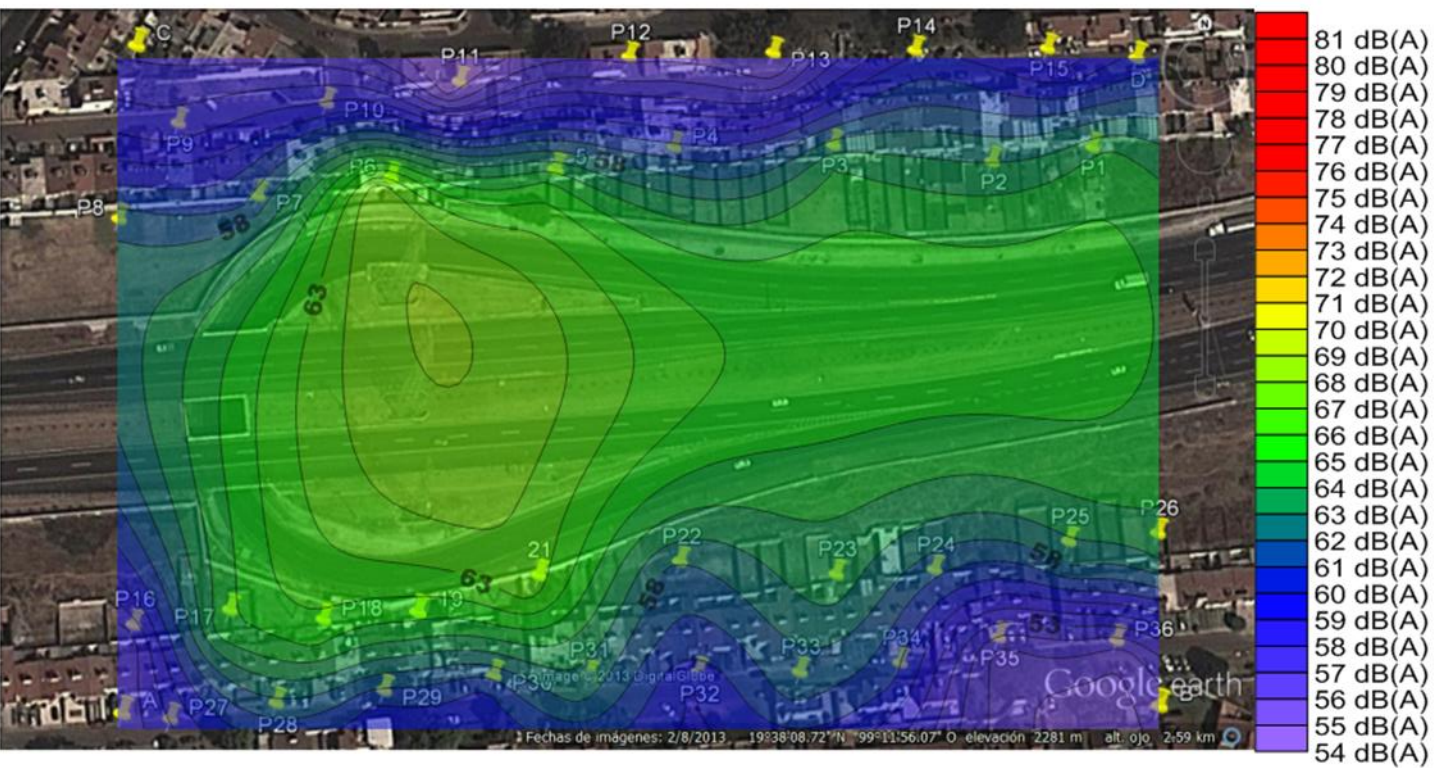


Figura 5. 9 Isófonas de L_{eq} generadas en la hora de mayor impacto por la operación del Circuito Exterior Mexiquense

6. Análisis y evaluación de resultados

6.1. Comparativa de los índices estadísticos obtenidos contra la normatividad nacional e internacional

Para poder identificar la presencia de impacto ambiental por la emisión de ruido por la operación del CEM en torno a la gaza 33, es necesario comparar los resultados obtenidos del cálculo del nivel equivalente (L_{eq}) con la Normatividad aplicable. Como ya se no existe en México un documento normativo que establezca los límites máximos permisibles que puede producir una carretera en operación en zona urbana, por dicho motivo es que los resultados obtenidos durante el trabajo de campo se compararon con la Norma NOM-081-SEMARNAT-1994, misma que establece los límites máximo permisibles para la emisión de ruido por fuentes fijas.

Adicional a la comparación hecha con los límites nacionales, se compararon los resultados con los principales límites internacionales en función de los índices estadísticos, con el objetivo de contar con la mayor cantidad de elementos de juicio para emitir una conclusión al respecto.

La tabla 6.1 muestra los límites máximos permisibles de cada una de las normativas nacionales e internacionales con las que se compararon los resultados obtenidos, además muestra un juicio acerca del cumplimiento de dichos niveles.

De esta forma fue posible realizar una evaluación final; colocando una columna al final de tabla 6.1, mostrando en porcentaje, el cumplimiento global de la normatividad mundial. Asimismo, se muestra en el último renglón de la tabla 6.1, el nivel del cumplimiento de la normatividad con respecto a cada país.

Tabla 6. 1 Cumplimiento de la normatividad nacional e internacional de los niveles de ruido generados por la operación del CEM en torno a la gaza 33

Punto	L _{MÁX}	Leq	L ₁	L ₁₀	L ₅₀	L ₉₀	L _{MIN}	México Leq ≤ 68 dB(A)	USA Leq ≤ 67 dB(A)	USA L ₁₀ ≤ 70 dB(A)	OCDE Leq ≤ 60 (+/-5) dB(A)	CUE Leq ≤ 57- 68 dB(A)	Japón L ₅₀ ≤ 60 dB(A)	Finlandia Leq ≤ 55 dB(A)	Francia Leq ≤ 60 dB(A)	Española Leq ≤ 65 dB(A)	Chile Leq ≤ 55 dB(A)	Cumplimiento Global de la Normatividad Mundial
1	69.00	60.53	69.00	66.25	62.55	60.88	51.70	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x	✓	x	60%
2	72.40	59.55	72.40	66.55	61.77	59.93	51.30	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	x	70%
3	71.60	59.88	71.60	66.66	62.18	60.27	49.80	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	x	70%
4	67.00	57.80	67.00	64.86	60.10	58.19	47.60	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	x	70%
5	72.90	61.44	72.90	68.32	63.77	61.85	49.20	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x	✓	x	60%
6	80.60	64.94	80.60	73.60	67.59	65.36	52.10	✓	✓	x	✓	✓	x	x	x	✓	x	50%
7	64.40	57.06	64.40	62.48	59.15	57.43	49.60	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	80%
8	67.00	57.96	67.00	64.39	60.20	58.33	49.00	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	x	70%
9	62.60	53.61	62.60	59.62	55.71	53.95	47.20	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	100%
10	66.50	54.39	66.50	62.40	56.93	54.80	43.70	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	100%
11	59.00	49.51	59.00	55.24	51.51	49.86	41.70	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	100%
12	64.00	51.58	64.00	57.99	53.70	51.93	44.50	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	100%
13	59.20	50.22	59.20	55.97	52.36	50.58	41.20	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	100%
14	67.70	55.46	67.70	62.78	57.84	55.86	43.90	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	80%
15	62.70	53.32	62.70	59.11	55.60	53.70	44.80	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	100%
16	61.00	51.96	61.00	57.44	53.79	52.28	45.90	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	100%
17	65.90	60.48	65.90	63.12	59.36	57.64	50.40	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	x	70%
18	68.50	61.38	68.50	65.39	61.17	59.30	50.90	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x	✓	x	60%
19	71.00	60.48	71.00	67.66	63.03	60.89	49.40	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x	✓	x	60%
21	78.00	63.54	78.00	72.78	66.48	63.99	41.80	✓	✓	x	✓	✓	x	x	x	✓	x	50%
22	69.90	57.36	69.90	65.82	60.10	57.79	45.00	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	x	70%
23	71.10	59.41	71.10	66.70	61.79	59.81	49.20	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	x	70%
24	69.10	56.64	69.10	64.11	59.26	57.07	44.60	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	80%
25	67.00	58.08	67.00	65.50	60.53	58.47	47.80	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	x	70%
26	71.30	59.09	71.30	66.52	61.35	59.45	51.40	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	x	70%
27	61.50	53.63	61.50	58.00	55.25	53.92	48.20	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	80%
28	69.90	57.12	69.90	63.77	59.41	57.51	47.60	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	80%
29	66.70	55.93	66.70	62.99	58.18	56.30	48.50	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	80%
30	72.20	55.82	72.20	64.19	58.48	56.25	43.10	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	80%
31	73.00	58.51	73.00	66.63	61.11	58.92	42.00	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	x	70%
32	65.50	54.88	65.50	63.04	57.55	55.30	42.60	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	100%
33	69.70	57.37	69.70	65.21	59.94	57.78	46.90	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	80%
34	70.90	55.97	70.90	63.73	58.56	56.39	36.90	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	80%
35	59.20	50.55	59.20	56.64	52.47	50.87	44.70	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	100%
36	59.70	50.17	59.70	56.80	52.26	50.51	44.30	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	100%
Cumplimiento de la Normatividad por Región								100%	100%	94%	100%	100%	57%	29%	80%	100%	29%	

En el ámbito nacional, con ayuda de la tabla 6.1, es posible concluir que ningún valor excede la Norma NOM-081-SEMARNAT-1994. Se sabe que el punto de comparación es el L_{eq} , índice que representa el promedio del nivel medido durante 15 minutos. Sin embargo, particularmente en la generación de las isolineas creadas con base en los índices estadísticos, fue posible identificar, que existen picos en el transcurso del día en los cuales sí se rebasan los límites establecidos por la norma.

Internacionalmente las normas son más rigoristas; característica que se puede reflejar en los resultados. Presentándose niveles por encima de los límites establecidos por organizaciones y países alrededor del mundo. Como se aprecia en la tabla 6.1, los casos más críticos se obtuvieron comparando los resultados con las normas de Finlandia y Chile, ambos con un 29% de cumplimiento de los 35 puntos evaluados.

En la figura 6.1 se muestra una representación visual de los porcentajes del cumplimiento de las normas con respecto a México, E.U.A. (L_{eq}), E.U.A. (L_{10}), OCDE, CUE, Japón, Finlandia, Francia, España y Chile.

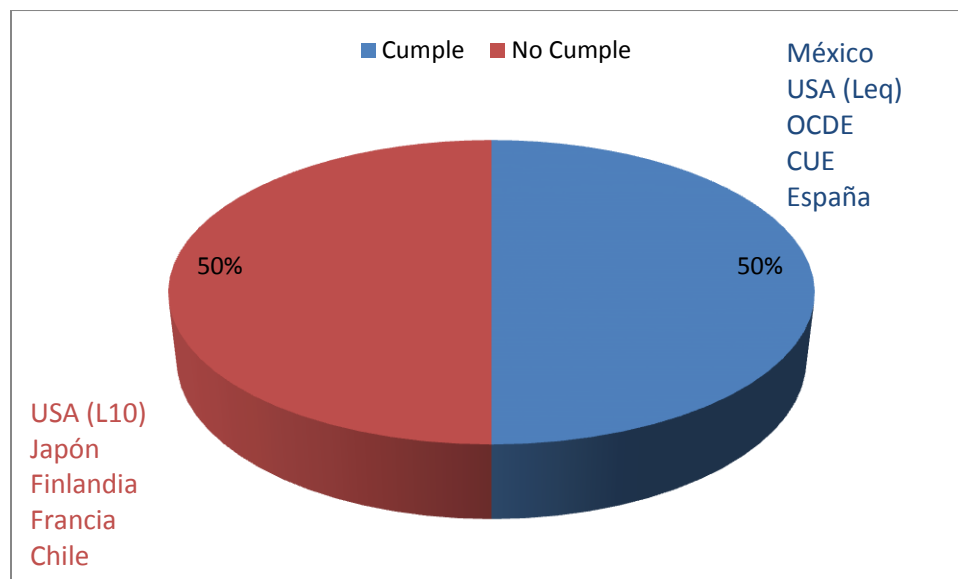


Figura 6. 1 Cumplimiento de la normatividad por región

Ahora bien, en la última columna de la tabla 6.1, se evalúan de una forma global los índices estadísticos en función de la normatividad mundial existente. Así se pueden identificar los únicos puntos que se mantuvieron por debajo del nivel de los límites establecidos por cada organización o nación. Dichos resultados se presentan en la figura 6.2.

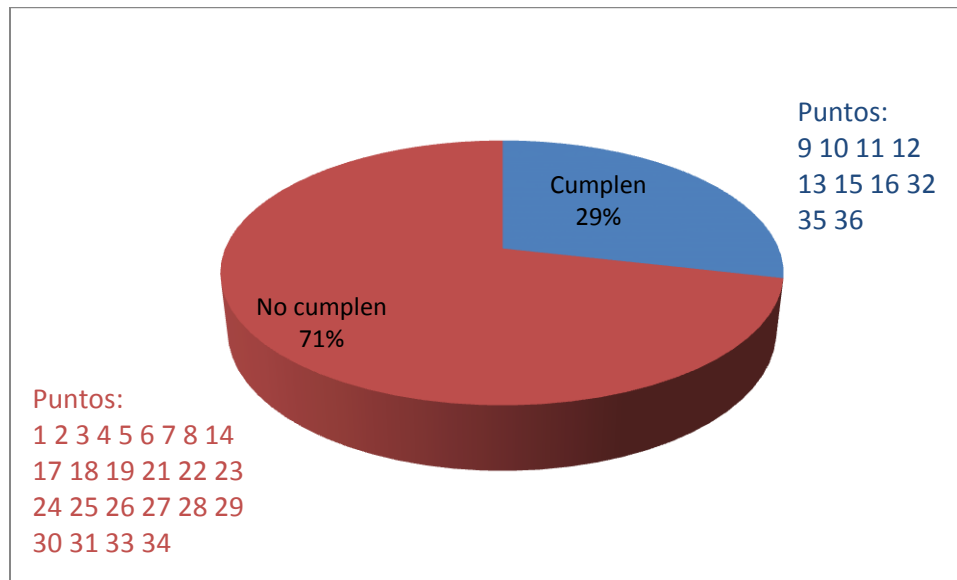


Figura 6. 2 Cumplimiento de los 35 puntos medidos

7. Conclusiones

El control de ruido es un tema que actualmente ha tomado fuerza, a pesar de esto, a nivel mundial, son pocos los países que cuentan con límites máximos permisibles para la operación de una autopista. Pese a esto, con la poca información disponible, fue posible elaborar un juicio al respecto de la operación del CEM.

Se determinó, a partir de la información del aforo vehicular en la zona de estudio, el día de la semana y la hora de mayor afluencia vehicular en la zona de estudio.

El día y la hora de mayor afluencia vehicular es el viernes, en un horario de 13:00h a 14:00h, mismo periodo en el cual se efectuó, durante cinco semanas, la medición del ruido en distintos puntos establecidos.

Para poder identificar el impacto ambiental por ruido generado en la zona, se distribuyó la medición del mismo con la ubicación de 36 puntos (se omitió el punto 20 debido a causas ya antes mencionadas), colocados de forma equidistante, mismos en los que se efectuó la determinación del ruido equivalente los viernes de 13:00h a 14:00h en un período de 15 minutos.

El ruido generado en la zona de estudio es mayor en dos áreas. La primera corresponde con la zona cercana al punto de máximo frenado de los vehículos que utilizan el retorno antes de iniciar la curva, justo en donde la velocidad y la distancia entre el vehículo y la zona urbana es la menor. Aquellos vehículos de carga que retornan, frenan con motor, disminuyendo la velocidad, pero al mismo tiempo se acercan a la zona habitada, esto provoca que el ruido en la zona urbana se incremente. Por otro lado, en la zona sur existe un área en la cual el ruido se incrementa, esta corresponde con el punto en el cual se solicita más potencia del motor para poder avanzar sobre la pendiente del retorno.

La población afectada comentó que el ruido es mayor durante el período nocturno, sin embargo, esta aseveración no pudo comprobarse, ya que la afluencia vehicular es mayor durante el periodo diurno y el ruido de fondo es constante y menor a 45 dB (A). Cabe destacar que en cualquier lugar la sensación de ruido aumenta en el período nocturno, esto se debe a que el ruido de fondo (ruido ambiental) disminuye y, dado que el cuerpo se prepara para el descanso, existe una mayor sensibilidad al ruido existente.

Con base en la medición hecha en los 35 puntos se obtuvo de cada uno el L_{eq} , L_1 , L_{10} , L_{50} , L_{90} , $L_{máx}$, L_{min} .

Al observar la figura 5.4 se puede determinar que el ruido de fondo (ruido ambiental) de la zona urbana oscila entre 42 dB(A) y 50 dB(A).

Con base en la figura 5.8 se puede concluir que la zona urbana está sometida a ruidos máximos con intensidades que oscilan entre 60 dB(A) y 78 dB(A). Al menos dos predios de la zona de estudio están sometidos a intensidad máximas de 78 dB(A).

Observando la figura 5.9 se puede determinar que el ruido equivalente, al que está sometida la población establecida en la zona de estudio, oscila entre 51dB(A) y 64 dB(A). Al comparar esta medición con la normatividad nacional, se puede concluir que no se rebasan los límites máximos permisibles, por lo tanto, no existe un incumplimiento jurídico.

Las isófonas de L_{90} muestran que la distribución del ruido es muy cercana al L_{eq} , por lo que se puede afirmar que la mayor cantidad del tiempo, el ruido no rebasa los límites máximos permisibles establecidos en la normatividad nacional. Además, esto indica que los ruidos altos son súbitos y se presentan en un tiempo muy pequeño.

Con base en la comparación del ruido medido con el calculado se puede concluir que el ruido en la zona sí es alto, no excede los límites nacionales, sin embargo, si se comparan los resultados con los límites establecidos en países desarrollados, como Japón, se puede decir que el 40% de los puntos medidos no cumplen con los límites máximos correspondientes. Si los puntos fueran evaluados con la normatividad Finlandesa el 70% de los puntos no cumplen con dicha normatividad. Esto nos indica, en principio, que las normas mexicanas son muy permisivas, además de que realmente sí existe un ruido muy alto en la zona de estudio.

El diseñador CEM en torno a la gaza 33 sí consideró, dentro de su proyecto ejecutivo, medidas de mitigación al ruido provocado por la operación, tal que el ruido generado por la operación no excediera los límites establecidos en la Legislación Nacional.

Puede observarse que en fechas recientes algunos de los predios ubicados en la zona de estudio han modificado sus linderos, aumentando su superficie y acercándose a la autopista, lo que antes era zona de amortiguamiento ahora se encuentra cercado y en algunos casos fincado, hecho que somete a la población a un ruido mayor que el considerado durante el diseño del CEM.

Bibliografía

1. Cyril M. Harris (1995). Manual de Medidas Acústicas y Control del Ruido. Madrid: Mc Graw Hill
2. Behart, Alberto (1994). El ruido y su control. México, DF: Trillas
3. Kish, Leslie (1965). Muestreo de encuestas. México, DF: Trillas
4. M.J. Crocker y A.J. Price (1975). Noise and Noise Control. Volume I. Florida: CRC Press
5. Scott D. Snyder (2000). Active Noise Control Primer. Nueva York: AIP Press
6. Comisión de las Comunidades Europeas (2004, 10 marzo). Informe al Parlamento Europeo y al Consejo sobre las medidas comunitarias vigentes en relación con las fuentes de ruido ambiental, de conformidad con el apartado 1 del artículo 10 de la Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental. {en línea}. Disponible en:
<http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+REPORT+A7-2012-0171+0+DOC+XML+V0//ES>
7. World Health Organization (2009). Night Noise Guidelines for Europe. Copenhagen, Dinamarca: Scherfigsvej 8
8. U.S. Department of Transportation, FHWA (2010, diciembre). Highway Traffic Noise: Analysis and Abatement Guidance. {en línea}. Disponible en:
http://www.fhwa.dot.gov/environment/noise/regulations_and_guidance/analysis_and_abatement_guidance/revguidance.pdf
9. Secretaria de Comunicaciones y Transportes, Instituto Mexicano del Transporte (2000). Impacto generado por la Infraestructura carretera. Estudio piloto del ruido, caso Querétaro. {en línea} Publicación Técnica No. 154. Disponible en:
<http://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt154.pdf>

-
10. Escuela Colombiana de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Industrial (2007). Niveles de ruido, protocolo. {en línea}. Disponible en:
<http://copernico.escuelaing.edu.co/lpinilla/www/protocols/HYSI/PROTOCOLO%20DE%20RUIDO1.pdf>
 11. Diario Oficial de la Federación (1995, 13 enero). Norma Oficial Mexicana NOMA-079-SEMARNAT-1994- {en línea}. Disponible en:
http://www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/Pages/nom_ruido.aspx
 12. Diario Oficial de la Federación (1995, 13 enero). Norma Oficial Mexicana NOMA-080-SEMARNAT-1994- {en línea}. Disponible en:
http://www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/Pages/nom_ruido.aspx
 13. Diario Oficial de la Federación (1995, 13 enero). Norma Oficial Mexicana NOMA-081-SEMARNAT-1994- {en línea}. Disponible en:
http://www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/Pages/nom_ruido.aspx
 14. Diario Oficial de la Federación (1995, 16 enero). Norma Oficial Mexicana NOM-082-SEMARNAT-1994. {en línea}. Disponible en:
http://www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/Pages/nom_ruido.aspx
 15. Diario Oficial de la Federación (1992, 6 noviembre). Norma Mexicana NMX-AA-59-1978. Acústica - Sonómetros de precisión. {en línea}. Disponible en:
<http://legismex.mty.itesm.mx/normas/aa/aa059.pdf>

Anexos

Puntos de Medicion

Punto: 1

#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)
1	00:00:10	58.5	21	00:03:30	58.6	41	00:06:50	59.4	61	00:10:10	61.3	81	00:13:30	55.9
2	00:00:20	55.7	22	00:03:40	55.6	42	00:07:00	51.7	62	00:10:20	57.0	82	00:13:40	55.0
3	00:00:30	56.4	23	00:03:50	60.4	43	00:07:10	68.2	63	00:10:30	56.2	83	00:13:50	56.5
4	00:00:40	58.5	24	00:04:00	62.9	44	00:07:20	64.5	64	00:10:40	55.6	84	00:14:00	55.6
5	00:00:50	58.4	25	00:04:10	69.0	45	00:07:30	62.6	65	00:10:50	55.5	85	00:14:10	57.3
6	00:01:00	60.9	26	00:04:20	63.5	46	00:07:40	56.9	66	00:11:00	56.8	86	00:14:20	66.0
7	00:01:10	61.1	27	00:04:30	61.4	47	00:07:50	61.2	67	00:11:10	58.9	87	00:14:30	53.4
8	00:01:20	58.8	28	00:04:40	60.1	48	00:08:00	58.3	68	00:11:20	58.3	88	00:14:40	55.9
9	00:01:30	63.8	29	00:04:50	59.8	49	00:08:10	57.4	69	00:11:30	64.8	89	00:14:50	56.3
10	00:01:40	60.0	30	00:05:00	59.8	50	00:08:20	56.2	70	00:11:40	64.0	90	00:15:00	55.4
11	00:01:50	58.3	31	00:05:10	67.2	51	00:08:30	58.4	71	00:11:50	65.4	91		
12	00:02:00	59.9	32	00:05:20	58.2	52	00:08:40	54.4	72	00:12:00	61.1	92		
13	00:02:10	56.9	33	00:05:30	57.0	53	00:08:50	59.2	73	00:12:10	57.7	93		
14	00:02:20	59.1	34	00:05:40	61.3	54	00:09:00	55.9	74	00:12:20	53.9	94		
15	00:02:30	59.1	35	00:05:50	56.3	55	00:09:10	56.5	75	00:12:30	56.0	95		
16	00:02:40	60.3	36	00:06:00	59.9	56	00:09:20	63.7	76	00:12:40	57.1	96		
17	00:02:50	62.9	37	00:06:10	59.2	57	00:09:30	56.1	77	00:12:50	58.9	97		
18	00:03:00	58.3	38	00:06:20	58.5	58	00:09:40	57.1	78	00:13:00	55.8	98		
19	00:03:10	62.9	39	00:06:30	60.7	59	00:09:50	60.1	79	00:13:10	56.8	99		
20	00:03:20	57.4	40	00:06:40	62.6	60	00:10:00	57.8	80	00:13:20	58.0	100		

Punto: 2

#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)
1	00:00:10	60	21	00:03:30	57.2	41	00:06:50	55.9	61	00:10:10	51.5	81	00:13:30	59.2
2	00:00:20	64.2	22	00:03:40	56.2	42	00:07:00	53.9	62	00:10:20	56.7	82	00:13:40	59.8
3	00:00:30	63.4	23	00:03:50	56.3	43	00:07:10	55.6	63	00:10:30	59.9	83	00:13:50	51.3
4	00:00:40	60.8	24	00:04:00	52	44	00:07:20	58.5	64	00:10:40	63.7	84	00:14:00	56.5
5	00:00:50	57.4	25	00:04:10	58.9	45	00:07:30	61.9	65	00:10:50	55.9	85	00:14:10	58.7
6	00:01:00	59.2	26	00:04:20	72.4	46	00:07:40	55.2	66	00:11:00	59.5	86	00:14:20	57.5
7	00:01:10	59.8	27	00:04:30	58.8	47	00:07:50	52.9	67	00:11:10	54.2	87	00:14:30	55.6
8	00:01:20	56.1	28	00:04:40	56.5	48	00:08:00	55.9	68	00:11:20	61.3	88	00:14:40	58.6
9	00:01:30	54.3	29	00:04:50	65.1	49	00:08:10	55	69	00:11:30	57.5	89	00:14:50	59
10	00:01:40	57.5	30	00:05:00	57.7	50	00:08:20	53.1	70	00:11:40	58.6	90	00:15:00	54.9
11	00:01:50	56.2	31	00:05:10	56	51	00:08:30	55	71	00:11:50	54.9	91		
12	00:02:00	56.3	32	00:05:20	65.8	52	00:08:40	54.3	72	00:12:00	52.8	92		
13	00:02:10	55.9	33	00:05:30	52.2	53	00:08:50	57.6	73	00:12:10	53.5	93		
14	00:02:20	67	34	00:05:40	55.8	54	00:09:00	53.9	74	00:12:20	56.2	94		
15	00:02:30	62.5	35	00:05:50	54.4	55	00:09:10	56	75	00:12:30	52.7	95		
16	00:02:40	57.2	36	00:06:00	56.4	56	00:09:20	53.2	76	00:12:40	55.6	96		
17	00:02:50	64.9	37	00:06:10	59.8	57	00:09:30	51.7	77	00:12:50	54.2	97		
18	00:03:00	57.7	38	00:06:20	54.9	58	00:09:40	57.9	78	00:13:00	57.2	98		
19	00:03:10	57.1	39	00:06:30	55.2	59	00:09:50	61.7	79	00:13:10	58.3	99		
20	00:03:20	63.6	40	00:06:40	56	60	00:10:00	53.2	80	00:13:20	55.4	100		

Punto: **3**

#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)
1	00:00:10	57.5	21	00:03:30	55.5	41	00:06:50	54.5	61	00:10:10	60.9	81	00:13:30	54.0
2	00:00:20	54.6	22	00:03:40	63.9	42	00:07:00	55.4	62	00:10:20	60.9	82	00:13:40	58.0
3	00:00:30	56.2	23	00:03:50	61.6	43	00:07:10	61.5	63	00:10:30	71.6	83	00:13:50	60.6
4	00:00:40	57.2	24	00:04:00	57.9	44	00:07:20	53.6	64	00:10:40	63.1	84	00:14:00	54.0
5	00:00:50	58.3	25	00:04:10	62.7	45	00:07:30	52.0	65	00:10:50	58.9	85	00:14:10	63.1
6	00:01:00	57.4	26	00:04:20	60.3	46	00:07:40	57.2	66	00:11:00	63.6	86	00:14:20	56.6
7	00:01:10	60.7	27	00:04:30	57.8	47	00:07:50	65.8	67	00:11:10	67.7	87	00:14:30	55.8
8	00:01:20	55.8	28	00:04:40	54.0	48	00:08:00	50.5	68	00:11:20	60.0	88	00:14:40	52.0
9	00:01:30	54.3	29	00:04:50	51.3	49	00:08:10	55.1	69	00:11:30	57.6	89	00:14:50	53.7
10	00:01:40	56.2	30	00:05:00	54.0	50	00:08:20	61.0	70	00:11:40	53.6	90	00:15:00	53.2
11	00:01:50	58.6	31	00:05:10	53.6	51	00:08:30	57.8	71	00:11:50	56.0	91		
12	00:02:00	57.0	32	00:05:20	52.6	52	00:08:40	56.9	72	00:12:00	58.9	92		
13	00:02:10	54.0	33	00:05:30	58.2	53	00:08:50	61.3	73	00:12:10	66.5	93		
14	00:02:20	52.5	34	00:05:40	53.1	54	00:09:00	52.0	74	00:12:20	54.7	94		
15	00:02:30	56.2	35	00:05:50	49.8	55	00:09:10	56.5	75	00:12:30	60.2	95		
16	00:02:40	53.9	36	00:06:00	52.6	56	00:09:20	55.5	76	00:12:40	64.5	96		
17	00:02:50	54.5	37	00:06:10	54.9	57	00:09:30	57.4	77	00:12:50	57.4	97		
18	00:03:00	56.4	38	00:06:20	56.8	58	00:09:40	60.8	78	00:13:00	59.9	98		
19	00:03:10	56.0	39	00:06:30	58.8	59	00:09:50	65.4	79	00:13:10	56.8	99		
20	00:03:20	54.1	40	00:06:40	54.6	60	00:10:00	58.2	80	00:13:20	57.2	100		

Punto: **4**

#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)
1	00:00:10	52.7	21	00:03:30	57.1	41	00:06:50	59.1	61	00:10:10	54.8	81	00:13:30	56.5
2	00:00:20	53.8	22	00:03:40	54.2	42	00:07:00	58.7	62	00:10:20	53.1	82	00:13:40	55.5
3	00:00:30	51.5	23	00:03:50	54.9	43	00:07:10	51.6	63	00:10:30	60.2	83	00:13:50	50.1
4	00:00:40	50.8	24	00:04:00	54.1	44	00:07:20	55.2	64	00:10:40	54.4	84	00:14:00	53.5
5	00:00:50	58.7	25	00:04:10	53.6	45	00:07:30	53.1	65	00:10:50	66.7	85	00:14:10	54.8
6	00:01:00	55.8	26	00:04:20	56.7	46	00:07:40	50.7	66	00:11:00	65.6	86	00:14:20	52.2
7	00:01:10	51.0	27	00:04:30	50.0	47	00:07:50	54.7	67	00:11:10	63.5	87	00:14:30	55.3
8	00:01:20	51.7	28	00:04:40	51.3	48	00:08:00	61.3	68	00:11:20	64.5	88	00:14:40	51.0
9	00:01:30	47.6	29	00:04:50	51.2	49	00:08:10	62.4	69	00:11:30	58.3	89	00:14:50	56.1
10	00:01:40	49.6	30	00:05:00	51.6	50	00:08:20	53.8	70	00:11:40	53.6	90	00:15:00	53.8
11	00:01:50	52.8	31	00:05:10	57.2	51	00:08:30	51.1	71	00:11:50	50.2	91		
12	00:02:00	53.7	32	00:05:20	54.7	52	00:08:40	51.7	72	00:12:00	53.8	92		
13	00:02:10	50.0	33	00:05:30	53.7	53	00:08:50	52.6	73	00:12:10	56.4	93		
14	00:02:20	57.4	34	00:05:40	55.6	54	00:09:00	54.3	74	00:12:20	62.3	94		
15	00:02:30	55.9	35	00:05:50	57.4	55	00:09:10	55.1	75	00:12:30	55.5	95		
16	00:02:40	52.6	36	00:06:00	55.8	56	00:09:20	56.6	76	00:12:40	54.4	96		
17	00:02:50	50.2	37	00:06:10	55.1	57	00:09:30	66.4	77	00:12:50	60.3	97		
18	00:03:00	49.2	38	00:06:20	56.1	58	00:09:40	56.5	78	00:13:00	55.1	98		
19	00:03:10	49.6	39	00:06:30	56.4	59	00:09:50	57.9	79	00:13:10	52.4	99		
20	00:03:20	51.4	40	00:06:40	60.1	60	00:10:00	67.0	80	00:13:20	56.3	100		

Punto: **5**

#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)
1	00:00:10	70	21	00:03:30	58.3	41	00:06:50	57.3	61	00:10:10	58.1	81	00:13:30	55.9
2	00:00:20	72.9	22	00:03:40	66	42	00:07:00	67.2	62	00:10:20	60.9	82	00:13:40	55.4
3	00:00:30	58.5	23	00:03:50	57.3	43	00:07:10	65.2	63	00:10:30	57.5	83	00:13:50	58.1
4	00:00:40	68.3	24	00:04:00	55.6	44	00:07:20	53	64	00:10:40	58.2	84	00:14:00	61.4
5	00:00:50	61.6	25	00:04:10	61.3	45	00:07:30	61.2	65	00:10:50	60.4	85	00:14:10	62.8
6	00:01:00	60.8	26	00:04:20	54.8	46	00:07:40	55.5	66	00:11:00	66.9	86	00:14:20	60.8
7	00:01:10	53.9	27	00:04:30	61.5	47	00:07:50	58.7	67	00:11:10	60.3	87	00:14:30	50.4
8	00:01:20	59.1	28	00:04:40	52.3	48	00:08:00	62.8	68	00:11:20	61	88	00:14:40	53
9	00:01:30	55.8	29	00:04:50	55.5	49	00:08:10	59.8	69	00:11:30	55.2	89	00:14:50	49.2
10	00:01:40	50.5	30	00:05:00	55.6	50	00:08:20	57.8	70	00:11:40	58.3	90	00:15:00	51.5
11	00:01:50	54.4	31	00:05:10	53.3	51	00:08:30	61.1	71	00:11:50	57.4	91		
12	00:02:00	63.7	32	00:05:20	57	52	00:08:40	57.9	72	00:12:00	56.3	92		
13	00:02:10	66.6	33	00:05:30	60.2	53	00:08:50	55.8	73	00:12:10	61.1	93		
14	00:02:20	58.2	34	00:05:40	54.1	54	00:09:00	61.7	74	00:12:20	60.8	94		
15	00:02:30	54.1	35	00:05:50	63.2	55	00:09:10	59.6	75	00:12:30	55.5	95		
16	00:02:40	56.2	36	00:06:00	60.6	56	00:09:20	58.2	76	00:12:40	57.6	96		
17	00:02:50	64.3	37	00:06:10	55.3	57	00:09:30	57.8	77	00:12:50	56.9	97		
18	00:03:00	65.7	38	00:06:20	57.7	58	00:09:40	59.2	78	00:13:00	56.4	98		
19	00:03:10	57.9	39	00:06:30	54.4	59	00:09:50	60.9	79	00:13:10	60.3	99		
20	00:03:20	60	40	00:06:40	62.4	60	00:10:00	54.2	80	00:13:20	61.8	100		

Punto: 6

#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)
1	00:00:10	62.6	21	00:03:30	56	41	00:06:50	57.8	61	00:10:10	57.4	81	00:13:30	60.7
2	00:00:20	61.3	22	00:03:40	57.1	42	00:07:00	61.1	62	00:10:20	59	82	00:13:40	57
3	00:00:30	65.3	23	00:03:50	60.2	43	00:07:10	56.4	63	00:10:30	61.4	83	00:13:50	56.2
4	00:00:40	63.9	24	00:04:00	66.3	44	00:07:20	54.2	64	00:10:40	60.5	84	00:14:00	55.6
5	00:00:50	62.7	25	00:04:10	57.1	45	00:07:30	60.9	65	00:10:50	58.2	85	00:14:10	71.6
6	00:01:00	59.1	26	00:04:20	58.8	46	00:07:40	57.6	66	00:11:00	80.6	86	00:14:20	61
7	00:01:10	56.1	27	00:04:30	55.5	47	00:07:50	59.2	67	00:11:10	72.5	87	00:14:30	61.2
8	00:01:20	60.7	28	00:04:40	60.3	48	00:08:00	57.3	68	00:11:20	63.8	88	00:14:40	73
9	00:01:30	56.8	29	00:04:50	59.6	49	00:08:10	52.5	69	00:11:30	58.6	89	00:14:50	61.2
10	00:01:40	52.5	30	00:05:00	58.9	50	00:08:20	57.8	70	00:11:40	52.4	90	00:15:00	58.3
11	00:01:50	59.7	31	00:05:10	65.6	51	00:08:30	59.9	71	00:11:50	61.1	91		
12	00:02:00	54.2	32	00:05:20	62.3	52	00:08:40	55.1	72	00:12:00	57.5	92		
13	00:02:10	62.2	33	00:05:30	59.9	53	00:08:50	63.2	73	00:12:10	59.9	93		
14	00:02:20	55.9	34	00:05:40	58.7	54	00:09:00	68.3	74	00:12:20	59.5	94		
15	00:02:30	54.8	35	00:05:50	56.2	55	00:09:10	61.7	75	00:12:30	60.9	95		
16	00:02:40	56.2	36	00:06:00	59.7	56	00:09:20	58.3	76	00:12:40	54.9	96		
17	00:02:50	56.2	37	00:06:10	52.1	57	00:09:30	61.3	77	00:12:50	56.2	97		
18	00:03:00	64	38	00:06:20	63.8	58	00:09:40	58.5	78	00:13:00	72.2	98		
19	00:03:10	59.8	39	00:06:30	64	59	00:09:50	55.8	79	00:13:10	69.5	99		
20	00:03:20	56.7	40	00:06:40	61.7	60	00:10:00	58.7	80	00:13:20	62.4	100		

Punto: 7

#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)
1	00:00:10	52.9	21	00:03:30	53.4	41	00:06:50	59.8	61	00:10:10	54.0	81	00:13:30	61.5
2	00:00:20	55.8	22	00:03:40	51.9	42	00:07:00	55	62	00:10:20	54.9	82	00:13:40	49.7
3	00:00:30	54.4	23	00:03:50	53.5	43	00:07:10	61	63	00:10:30	52.9	83	00:13:50	51.5
4	00:00:40	57.2	24	00:04:00	58	44	00:07:20	57.8	64	00:10:40	53.1	84	00:14:00	54.9
5	00:00:50	53.4	25	00:04:10	56.1	45	00:07:30	58.7	65	00:10:50	54.3	85	00:14:10	57.7
6	00:01:00	49.9	26	00:04:20	58.7	46	00:07:40	57	66	00:11:00	52.8	86	00:14:20	57.2
7	00:01:10	52.2	27	00:04:30	56	47	00:07:50	60.3	67	00:11:10	53.8	87	00:14:30	55.6
8	00:01:20	50	28	00:04:40	52.7	48	00:08:00	61.9	68	00:11:20	57.8	88	00:14:40	50.1
9	00:01:30	51.2	29	00:04:50	53.1	49	00:08:10	56.4	69	00:11:30	55.7	89	00:14:50	60
10	00:01:40	51.9	30	00:05:00	51.7	50	00:08:20	57.8	70	00:11:40	55.5	90	00:15:00	50.9
11	00:01:50	52.6	31	00:05:10	51.1	51	00:08:30	58.2	71	00:11:50	64.2	91		
12	00:02:00	60.6	32	00:05:20	54.5	52	00:08:40	50.8	72	00:12:00	60.1	92		
13	00:02:10	58.9	33	00:05:30	54.8	53	00:08:50	55.4	73	00:12:10	55.7	93		
14	00:02:20	57.6	34	00:05:40	56.1	54	00:09:00	64.4	74	00:12:20	55.5	94		
15	00:02:30	60.5	35	00:05:50	55.8	55	00:09:10	58.9	75	00:12:30	55.4	95		
16	00:02:40	61.0	36	00:06:00	55.3	56	00:09:20	50.9	76	00:12:40	60.4	96		
17	00:02:50	55.6	37	00:06:10	61.7	57	00:09:30	49.6	77	00:12:50	56.1	97		
18	00:03:00	54.1	38	00:06:20	52.7	58	00:09:40	50	78	00:13:00	63.3	98		
19	00:03:10	52	39	00:06:30	52.9	59	00:09:50	54.1	79	00:13:10	61	99		
20	00:03:20	51.7	40	00:06:40	54.3	60	00:10:00	55.3	80	00:13:20	55.4	100		

Punto: 8

#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)
1	00:00:10	52.0	21	00:03:30	54.8	41	00:06:50	63.5	61	00:10:10	58	81	00:13:30	55.9
2	00:00:20	57.6	22	00:03:40	61.0	42	00:07:00	56.9	62	00:10:20	58.1	82	00:13:40	55.5
3	00:00:30	54.1	23	00:03:50	65.1	43	00:07:10	59.7	63	00:10:30	60.1	83	00:13:50	55
4	00:00:40	60.0	24	00:04:00	54.1	44	00:07:20	56.7	64	00:10:40	56	84	00:14:00	55.3
5	00:00:50	53.6	25	00:04:10	53.1	45	00:07:30	62	65	00:10:50	54.8	85	00:14:10	67
6	00:01:00	60.0	26	00:04:20	52.4	46	00:07:40	57.8	66	00:11:00	54.8	86	00:14:20	53.9
7	00:01:10	54.1	27	00:04:30	54.1	47	00:07:50	60	67	00:11:10	57.9	87	00:14:30	52.2
8	00:01:20	55.9	28	00:04:40	52.9	48	00:08:00	50.8	68	00:11:20	60.8	88	00:14:40	53.2
9	00:01:30	55.4	29	00:04:50	54.6	49	00:08:10	66	69	00:11:30	63.1	89	00:14:50	52.5
10	00:01:40	53.0	30	00:05:00	52.4	50	00:08:20	67.1	70	00:11:40	52.9	90	00:15:00	52.7
11	00:01:50	51.3	31	00:05:10	52.1	51	00:08:30	54.6	71	00:11:50	54.1	91		
12	00:02:00	52.8	32	00:05:20	53.5	52	00:08:40	57.7	72	00:12:00	53.3	92		
13	00:02:10	56.8	33	00:05:30	52.6	53	00:08:50	55.7	73	00:12:10	56.8	93		
14	00:02:20	52.5	34	00:05:40	55.6	54	00:09:00	50.7	74	00:12:20	56.9	94		
15	00:02:30	52.4	35	00:05:50	56.4	55	00:09:10	64	75	00:12:30	49	95		
16	00:02:40	51.8	36	00:06:00	55.9	56	00:09:20	52	76	00:12:40	52.2	96		
17	00:02:50	57.3	37	00:06:10	54.7	57	00:09:30	51.3	77	00:12:50	51.4	97		
18	00:03:00	51.1	38	00:06:20	54.6	58	00:09:40	54.2	78	00:13:00	51.2	98		
19	00:03:10	50.9	39	00:06:30	64.0	59	00:09:50	55.6	79	00:13:10	54.6	99		
20	00:03:20	50.4	40	00:06:40	60.7	60	00:10:00	56.7	80	00:13:20	58.7	100		

Punto: 9

#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)
1	00:00:10	52.7	21	00:03:30	48.7	41	00:06:50	49.0	61	00:10:10	56.2	81	00:13:30	49.4
2	00:00:20	51.4	22	00:03:40	48.8	42	00:07:00	50.6	62	00:10:20	56.9	82	00:13:40	50.0
3	00:00:30	54.5	23	00:03:50	49.8	43	00:07:10	52.0	63	00:10:30	56.2	83	00:13:50	55.9
4	00:00:40	56.8	24	00:04:00	47.2	44	00:07:20	52.1	64	00:10:40	53.1	84	00:14:00	52.5
5	00:00:50	53.5	25	00:04:10	47.8	45	00:07:30	52.8	65	00:10:50	54.5	85	00:14:10	52.7
6	00:01:00	48.7	26	00:04:20	47.8	46	00:07:40	50.9	66	00:11:00	54.7	86	00:14:20	50.7
7	00:01:10	51.7	27	00:04:30	48.9	47	00:07:50	51.4	67	00:11:10	51.9	87	00:14:30	48.4
8	00:01:20	48.2	28	00:04:40	47.6	48	00:08:00	51.3	68	00:11:20	51.2	88	00:14:40	53.5
9	00:01:30	49.6	29	00:04:50	48.9	49	00:08:10	60.7	69	00:11:30	51.5	89	00:14:50	49.8
10	00:01:40	48.3	30	00:05:00	49.7	50	00:08:20	55.7	70	00:11:40	41.8	90	00:15:00	48.7
11	00:01:50	52.5	31	00:05:10	62.6	51	00:08:30	52.3	71	00:11:50	50.0	91		
12	00:02:00	51.0	32	00:05:20	54.4	52	00:08:40	49.3	72	00:12:00	49.2	92		
13	00:02:10	49.7	33	00:05:30	53.6	53	00:08:50	49.6	73	00:12:10	47.8	93		
14	00:02:20	48.2	34	00:05:40	53.3	54	00:09:00	49.4	74	00:12:20	51.5	94		
15	00:02:30	49.0	35	00:05:50	50.0	55	00:09:10	52.1	75	00:12:30	50.8	95		
16	00:02:40	49.6	36	00:06:00	56.8	56	00:09:20	49.4	76	00:12:40	48.5	96		
17	00:02:50	50.7	37	00:06:10	51.5	57	00:09:30	50.8	77	00:12:50	49.4	97		
18	00:03:00	49.1	38	00:06:20	56.6	58	00:09:40	53.2	78	00:13:00	51.5	98		
19	00:03:10	50.4	39	00:06:30	62.0	59	00:09:50	53.1	79	00:13:10	49.7	99		
20	00:03:20	52.4	40	00:06:40	51.0	60	00:10:00	56.0	80	00:13:20	53.6	100		

Punto: 10

#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)
1	00:00:10	53.1	21	00:03:30	59.0	41	00:06:50	47.8	61	00:10:10	47.1	81	00:13:30	46.6
2	00:00:20	45.6	22	00:03:40	48.6	42	00:07:00	48.3	62	00:10:20	44.9	82	00:13:40	49.2
3	00:00:30	50.5	23	00:03:50	54.6	43	00:07:10	48.8	63	00:10:30	45.7	83	00:13:50	49.7
4	00:00:40	51.0	24	00:04:00	54.3	44	00:07:20	49.6	64	00:10:40	46.6	84	00:14:00	48.9
5	00:00:50	49.7	25	00:04:10	53.6	45	00:07:30	47.1	65	00:10:50	47.0	85	00:14:10	51.1
6	00:01:00	47.9	26	00:04:20	52.6	46	00:07:40	49.4	66	00:11:00	57.1	86	00:14:20	49.7
7	00:01:10	56.9	27	00:04:30	57	47	00:07:50	57	67	00:11:10	57.8	87	00:14:30	46.6
8	00:01:20	46.0	28	00:04:40	51	48	00:08:00	52.1	68	00:11:20	49.2	88	00:14:40	48.1
9	00:01:30	49.9	29	00:04:50	46.3	49	00:08:10	48	69	00:11:30	52.1	89	00:14:50	44.8
10	00:01:40	46.8	30	00:05:00	57	50	00:08:20	50.3	70	00:11:40	65.6	90	00:15:00	43.7
11	00:01:50	46.3	31	00:05:10	49.2	51	00:08:30	46.4	71	00:11:50	55.9	91		
12	00:02:00	50.0	32	00:05:20	49.7	52	00:08:40	48.1	72	00:12:00	60.1	92		
13	00:02:10	67.7	33	00:05:30	49.6	53	00:08:50	52.4	73	00:12:10	46.0	93		
14	00:02:20	56.6	34	00:05:40	48.3	54	00:09:00	57.5	74	00:12:20	66.5	94		
15	00:02:30	46.9	35	00:05:50	49.9	55	00:09:10	53.4	75	00:12:30	51.4	95		
16	00:02:40	45.0	36	00:06:00	48.7	56	00:09:20	55.9	76	00:12:40	57.0	96		
17	00:02:50	45.6	37	00:06:10	57.3	57	00:09:30	52.9	77	00:12:50	51.4	97		
18	00:03:00	44.7	38	00:06:20	49.7	58	00:09:40	46.3	78	00:13:00	52.4	98		
19	00:03:10	47.2	39	00:06:30	50.2	59	00:09:50	45.5	79	00:13:10	56.8	99		
20	00:03:20	54.1	40	00:06:40	47.9	60	00:10:00	49.7	80	00:13:20	56.9	100		

Punto: 11

#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)
1	00:00:10	48.4	21	00:03:30	44.8	41	00:06:50	52.4	61	00:10:10	53.8	81	00:13:30	44.9
2	00:00:20	48.4	22	00:03:40	50.7	42	00:07:00	48.0	62	00:10:20	47.2	82	00:13:40	44.7
3	00:00:30	46.1	23	00:03:50	44.1	43	00:07:10	43.8	63	00:10:30	47.6	83	00:13:50	48.7
4	00:00:40	46.5	24	00:04:00	43.5	44	00:07:20	46.9	64	00:10:40	53.8	84	00:14:00	48.1
5	00:00:50	48.8	25	00:04:10	46.3	45	00:07:30	48.2	65	00:10:50	59.0	85	00:14:10	46.4
6	00:01:00	43.7	26	00:04:20	53.2	46	00:07:40	47.7	66	00:11:00	56.0	86	00:14:20	44.5
7	00:01:10	46.2	27	00:04:30	53.4	47	00:07:50	46.0	67	00:11:10	50.8	87	00:14:30	48.5
8	00:01:20	48.8	28	00:04:40	56.6	48	00:08:00	48.5	68	00:11:20	46.8	88	00:14:40	47.7
9	00:01:30	49.1	29	00:04:50	50.5	49	00:08:10	46.1	69	00:11:30	46.7	89	00:14:50	46.8
10	00:01:40	46.7	30	00:05:00	47.4	50	00:08:20	47.5	70	00:11:40	47.8	90	00:15:00	44.3
11	00:01:50	44.5	31	00:05:10	46.0	51	00:08:30	44.3	71	00:11:50	46.8	91		
12	00:02:00	48.8	32	00:05:20	51.5	52	00:08:40	46.2	72	00:12:00	48.0	92		
13	00:02:10	46.5	33	00:05:30	44.0	53	00:08:50	46.1	73	00:12:10	46.6	93		
14	00:02:20	46.7	34	00:05:40	44.3	54	00:09:00	45.7	74	00:12:20	48.6	94		
15	00:02:30	51.1	35	00:05:50	47.0	55	00:09:10	44.8	75	00:12:30	47.8	95		
16	00:02:40	51.7	36	00:06:00	41.7	56	00:09:20	43.6	76	00:12:40	49.7	96		
17	00:02:50	52.8	37	00:06:10	44.4	57	00:09:30	50.5	77	00:12:50	48.3	97		
18	00:03:00	48.8	38	00:06:20	47.1	58	00:09:40	49.3	78	00:13:00	51.5	98		
19	00:03:10	44.8	39	00:06:30	47.9	59	00:09:50	48.7	79	00:13:10	54.3	99		
20	00:03:20	44.5	40	00:06:40	51.4	60	00:10:00	51.5	80	00:13:20	49.3	100		

Punto: 12

#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)
1	00:00:10	46.4	21	00:03:30	46.3	41	00:06:50	50.1	61	00:10:10	49.2	81	00:13:30	49.3
2	00:00:20	45.9	22	00:03:40	51	42	00:07:00	52.2	62	00:10:20	49.3	82	00:13:40	50.1
3	00:00:30	46	23	00:03:50	49.9	43	00:07:10	47.5	63	00:10:30	45.7	83	00:13:50	51.5
4	00:00:40	50.9	24	00:04:00	45.4	44	00:07:20	49.3	64	00:10:40	44.7	84	00:14:00	50.3
5	00:00:50	47.3	25	00:04:10	46.3	45	00:07:30	49.7	65	00:10:50	49.5	85	00:14:10	52.4
6	00:01:00	59	26	00:04:20	47.6	46	00:07:40	47.0	66	00:11:00	48.3	86	00:14:20	53.4
7	00:01:10	46.6	27	00:04:30	45.7	47	00:07:50	47.1	67	00:11:10	49.0	87	00:14:30	52.3
8	00:01:20	47.7	28	00:04:40	47.1	48	00:08:00	46.2	68	00:11:20	51.1	88	00:14:40	50.1
9	00:01:30	51.3	29	00:04:50	46.7	49	00:08:10	49.0	69	00:11:30	51.6	89	00:14:50	52.4
10	00:01:40	47.2	30	00:05:00	46.3	50	00:08:20	49.0	70	00:11:40	49.1	90	00:15:00	50.1
11	00:01:50	53.4	31	00:05:10	48.2	51	00:08:30	49.4	71	00:11:50	49.0	91		
12	00:02:00	46	32	00:05:20	51.4	52	00:08:40	50.6	72	00:12:00	47.9	92		
13	00:02:10	46.9	33	00:05:30	53.0	53	00:08:50	54.4	73	00:12:10	46.7	93		
14	00:02:20	49.2	34	00:05:40	50.3	54	00:09:00	52.3	74	00:12:20	47.1	94		
15	00:02:30	54.7	35	00:05:50	46.5	55	00:09:10	48.3	75	00:12:30	50	95		
16	00:02:40	51.2	36	00:06:00	46.3	56	00:09:20	56.9	76	00:12:40	50.8	96		
17	00:02:50	52.9	37	00:06:10	46.5	57	00:09:30	53.9	77	00:12:50	53.6	97		
18	00:03:00	49.1	38	00:06:20	45.9	58	00:09:40	57.1	78	00:13:00	54.3	98		
19	00:03:10	51.5	39	00:06:30	49.4	59	00:09:50	52.2	79	00:13:10	52.7	99		
20	00:03:20	64	40	00:06:40	49.3	60	00:10:00	47.1	80	00:13:20	49.1	100		

Punto: 13

#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)
1	00:00:10	54.5	21	00:03:30	47.9	41	00:06:50	45.3	61	00:10:10	48.3	81	00:13:30	44.8
2	00:00:20	52.0	22	00:03:40	48.8	42	00:07:00	43.9	62	00:10:20	49.9	82	00:13:40	51.5
3	00:00:30	51.4	23	00:03:50	48.1	43	00:07:10	43.0	63	00:10:30	46.1	83	00:13:50	53.9
4	00:00:40	53.9	24	00:04:00	56.8	44	00:07:20	44.7	64	00:10:40	47.1	84	00:14:00	49.8
5	00:00:50	51.6	25	00:04:10	44.2	45	00:07:30	47.6	65	00:10:50	46.1	85	00:14:10	48.1
6	00:01:00	49.3	26	00:04:20	54.4	46	00:07:40	51.7	66	00:11:00	52.2	86	00:14:20	46.2
7	00:01:10	50.5	27	00:04:30	43.7	47	00:07:50	49.1	67	00:11:10	54.0	87	00:14:30	45.8
8	00:01:20	50.6	28	00:04:40	46.5	48	00:08:00	46.1	68	00:11:20	59.2	88	00:14:40	46.6
9	00:01:30	50.1	29	00:04:50	48.2	49	00:08:10	44.4	69	00:11:30	53.5	89	00:14:50	49.2
10	00:01:40	51.0	30	00:05:00	45.7	50	00:08:20	44.5	70	00:11:40	55.1	90	00:15:00	53.2
11	00:01:50	51.3	31	00:05:10	45.4	51	00:08:30	45.8	71	00:11:50	47.1	91		
12	00:02:00	52.8	32	00:05:20	44.2	52	00:08:40	47.2	72	00:12:00	47.1	92		
13	00:02:10	50.2	33	00:05:30	45.2	53	00:08:50	48.5	73	00:12:10	46.1	93		
14	00:02:20	48.5	34	00:05:40	57.7	54	00:09:00	47.5	74	00:12:20	44.9	94		
15	00:02:30	52.8	35	00:05:50	45.0	55	00:09:10	46.1	75	00:12:30	49.0	95		
16	00:02:40	49.2	36	00:06:00	56.5	56	00:09:20	50.5	76	00:12:40	47.4	96		
17	00:02:50	47.2	37	00:06:10	49.9	57	00:09:30	46.8	77	00:12:50	44.2	97		
18	00:03:00	54.5	38	00:06:20	44.9	58	00:09:40	48.6	78	00:13:00	47.3	98		
19	00:03:10	48.0	39	00:06:30	45.2	59	00:09:50	49.4	79	00:13:10	43.5	99		
20	00:03:20	43.8	40	00:06:40	46.3	60	00:10:00	45.0	80	00:13:20	41.2	100		

Punto: 14

#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)
1	00:00:10	63.7	21	00:03:30	60.3	41	00:06:50	46.6	61	00:10:10	55.1	81	00:13:30	46.3
2	00:00:20	67.7	22	00:03:40	49.2	42	00:07:00	49.4	62	00:10:20	54.6	82	00:13:40	50.7
3	00:00:30	62.5	23	00:03:50	50.8	43	00:07:10	50.1	63	00:10:30	53.1	83	00:13:50	55.7
4	00:00:40	61.2	24	00:04:00	50.4	44	00:07:20	48.4	64	00:10:40	56.4	84	00:14:00	50.5
5	00:00:50	61.4	25	00:04:10	53.6	45	00:07:30	48.8	65	00:10:50	50.2	85	00:14:10	49.3
6	00:01:00	60	26	00:04:20	50.3	46	00:07:40	50.7	66	00:11:00	57.4	86	00:14:20	51.7
7	00:01:10	52.2	27	00:04:30	53.6	47	00:07:50	51.4	67	00:11:10	53.2	87	00:14:30	51.4
8	00:01:20	52	28	00:04:40	54.7	48	00:08:00	49.6	68	00:11:20	51.6	88	00:14:40	54.3
9	00:01:30	51.7	29	00:04:50	56.5	49	00:08:10	49.7	69	00:11:30	61.2	89	00:14:50	53.6
10	00:01:40	55	30	00:05:00	50.9	50	00:08:20	49.1	70	00:11:40	54.8	90	00:15:00	50.5
11	00:01:50	59	31	00:05:10	48.3	51	00:08:30	49.4	71	00:11:50	54.2	91		
12	00:02:00	58.4	32	00:05:20	51.8	52	00:08:40	50	72	00:12:00	51.6	92		
13	00:02:10	56.3	33	00:05:30	57.6	53	00:08:50	57.1	73	00:12:10	56.6	93		
14	00:02:20	56.3	34	00:05:40	51.1	54	00:09:00	51.3	74	00:12:20	43.9	94		
15	00:02:30	48.5	35	00:05:50	46.9	55	00:09:10	57.4	75	00:12:30	50.2	95		
16	00:02:40	52.5	36	00:06:00	52.4	56	00:09:20	54.3	76	00:12:40	49.3	96		
17	00:02:50	49.8	37	00:06:10	49.6	57	00:09:30	51.7	77	00:12:50	50.9	97		
18	00:03:00	49.6	38	00:06:20	43.2	58	00:09:40	49.7	78	00:13:00	48.9	98		
19	00:03:10	52	39	00:06:30	44.6	59	00:09:50	52.7	79	00:13:10	51.9	99		
20	00:03:20	54.4	40	00:06:40	49.4	60	00:10:00	54.6	80	00:13:20	50.3	100		

Punto: 15

#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)
1	00:00:10	52.3	21	00:03:30	56.4	41	00:06:50	47.0	61	00:10:10	48.5	81	00:13:30	50.8
2	00:00:20	57.1	22	00:03:40	55.5	42	00:07:00	45.0	62	00:10:20	54.5	82	00:13:40	46.2
3	00:00:30	56.7	23	00:03:50	46.7	43	00:07:10	46.4	63	00:10:30	53.2	83	00:13:50	44.8
4	00:00:40	54.3	24	00:04:00	46.9	44	00:07:20	48.5	64	00:10:40	47.9	84	00:14:00	46.0
5	00:00:50	55.3	25	00:04:10	47.7	45	00:07:30	47.3	65	00:10:50	52.9	85	00:14:10	48.4
6	00:01:00	62.7	26	00:04:20	50.2	46	00:07:40	50.4	66	00:11:00	51.2	86	00:14:20	47.5
7	00:01:10	61.2	27	00:04:30	51.6	47	00:07:50	47.0	67	00:11:10	53.5	87	00:14:30	47.4
8	00:01:20	53.5	28	00:04:40	47.4	48	00:08:00	49.3	68	00:11:20	53.6	88	00:14:40	49.7
9	00:01:30	48.8	29	00:04:50	48.8	49	00:08:10	49.7	69	00:11:30	56.6	89	00:14:50	48.3
10	00:01:40	51.7	30	00:05:00	50.6	50	00:08:20	50.1	70	00:11:40	52.0	90	00:15:00	54.1
11	00:01:50	54.9	31	00:05:10	49.2	51	00:08:30	50.1	71	00:11:50	52.6	91		
12	00:02:00	54.3	32	00:05:20	52.1	52	00:08:40	49.0	72	00:12:00	55.7	92		
13	00:02:10	56.2	33	00:05:30	48.4	53	00:08:50	52.9	73	00:12:10	56.0	93		
14	00:02:20	68.3	34	00:05:40	47.7	54	00:09:00	49.7	74	00:12:20	50.2	94		
15	00:02:30	57.9	35	00:05:50	48.3	55	00:09:10	48.9	75	00:12:30	60.2	95		
16	00:02:40	55.9	36	00:06:00	52.7	56	00:09:20	49.7	76	00:12:40	55.8	96		
17	00:02:50	52.1	37	00:06:10	52.3	57	00:09:30	53.5	77	00:12:50	46.5	97		
18	00:03:00	55.9	38	00:06:20	46.3	58	00:09:40	53.4	78	00:13:00	46.5	98		
19	00:03:10	57.2	39	00:06:30	47.1	59	00:09:50	48.2	79	00:13:10	46.8	99		
20	00:03:20	57.8	40	00:06:40	48.5	60	00:10:00	49.0	80	00:13:20	46.2	100		

Punto: 16

#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)
1	00:00:10	47.3	21	00:03:30	48.2	41	00:06:50	51.9	61	00:10:10	54.1	81	00:13:30	46
2	00:00:20	51.1	22	00:03:40	59.1	42	00:07:00	52.6	62	00:10:20	52.5	82	00:13:40	52
3	00:00:30	51	23	00:03:50	52.7	43	00:07:10	51.3	63	00:10:30	51.9	83	00:13:50	49.5
4	00:00:40	49.5	24	00:04:00	56.9	44	00:07:20	49.5	64	00:10:40	47.9	84	00:14:00	52.1
5	00:00:50	51.8	25	00:04:10	53.3	45	00:07:30	47.7	65	00:10:50	46.9	85	00:14:10	47.5
6	00:01:00	50.6	26	00:04:20	56.9	46	00:07:40	48.5	66	00:11:00	47.9	86	00:14:20	47.5
7	00:01:10	51.6	27	00:04:30	54.5	47	00:07:50	51.4	67	00:11:10	53.7	87	00:14:30	47.1
8	00:01:20	53.7	28	00:04:40	50.3	48	00:08:00	47.7	68	00:11:20	51.2	88	00:14:40	46.1
9	00:01:30	53.5	29	00:04:50	52.1	49	00:08:10	52.1	69	00:11:30	49.5	89	00:14:50	51.2
10	00:01:40	51.9	30	00:05:00	56.3	50	00:08:20	44.1	70	00:11:40	53	90	00:15:00	46.1
11	00:01:50	48.2	31	00:05:10	47.4	51	00:08:30	50.9	71	00:11:50	51.3	91		
12	00:02:00	49.5	32	00:05:20	45.9	52	00:08:40	50	72	00:12:00	51.2	92		
13	00:02:10	50	33	00:05:30	46.5	53	00:08:50	48.5	73	00:12:10	48.3	93		
14	00:02:20	53	34	00:05:40	46.4	54	00:09:00	56.1	74	00:12:20	48.1	94		
15	00:02:30	46.2	35	00:05:50	50.1	55	00:09:10	45	75	00:12:30	47.5	95		
16	00:02:40	61.6	36	00:06:00	50.1	56	00:09:20	55	76	00:12:40	58.2	96		
17	00:02:50	50	37	00:06:10	50.2	57	00:09:30	48	77	00:12:50	81.3	97		
18	00:03:00	49.8	38	00:06:20	49.1	58	00:09:40	49.7	78	00:13:00	52.2	98		
19	00:03:10	49.8	39	00:06:30	52.7	59	00:09:50	53	79	00:13:10	49	99		
20	00:03:20	57.9	40	00:06:40	51.6	60	00:10:00	50.4	80	00:13:20	52.7	100		

Punto: 17

#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)
1	00:00:10	60	21	00:03:30	56.5	41	00:06:50	57.1	61	00:10:10	58.9	81	00:13:30	54.0
2	00:00:20	59.8	22	00:03:40	54.9	42	00:07:00	60.3	62	00:10:20	56.1	82	00:13:40	56.0
3	00:00:30	57	23	00:03:50	52.1	43	00:07:10	61	63	00:10:30	64.5	83	00:13:50	57.7
4	00:00:40	60	24	00:04:00	53.7	44	00:07:20	55.4	64	00:10:40	55.3	84	00:14:00	54.5
5	00:00:50	55	25	00:04:10	51.4	45	00:07:30	54.1	65	00:10:50	67.6	85	00:14:10	58.9
6	00:01:00	52.6	26	00:04:20	52	46	00:07:40	53.8	66	00:11:00	66.4	86	00:14:20	51.0
7	00:01:10	51.3	27	00:04:30	56.2	47	00:07:50	51.8	67	00:11:10	57	87	00:14:30	56.7
8	00:01:20	65.1	28	00:04:40	55	48	00:08:00	56.2	68	00:11:20	61	88	00:14:40	57.8
9	00:01:30	59.9	29	00:04:50	51.4	49	00:08:10	53.2	69	00:11:30	54.7	89	00:14:50	60.9
10	00:01:40	64.6	30	00:05:00	55.9	50	00:08:20	55.5	70	00:11:40	55.2	90	00:15:00	52.8
11	00:01:50	55.2	31	00:05:10	57.7	51	00:08:30	55.4	71	00:11:50	58.9	91		
12	00:02:00	53.7	32	00:05:20	55.1	52	00:08:40	57.8	72	00:12:00	56.6	92		
13	00:02:10	53.4	33	00:05:30	57.4	53	00:08:50	62.8	73	00:12:10	53.9	93		
14	00:02:20	51.4	34	00:05:40	57.1	54	00:09:00	58.4	74	00:12:20	53.7	94		
15	00:02:30	51.9	35	00:05:50	52.5	55	00:09:10	55	75	00:12:30	52.8	95		
16	00:02:40	51.4	36	00:06:00	59.2	56	00:09:20	61.4	76	00:12:40	59.5	96		
17	00:02:50	53.1	37	00:06:10	52	57	00:09:30	59.2	77	00:12:50	57.8	97		
18	00:03:00	55.4	38	00:06:20	53.7	58	00:09:40	53.2	78	00:13:00	54.3	98		
19	00:03:10	54.2	39	00:06:30	56.9	59	00:09:50	55.4	79	00:13:10	51.9	99		
20	00:03:20	51.8	40	00:06:40	50.4	60	00:10:00	56.3	80	00:13:20	57.2	100		

Punto: 18

#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)
1	00:00:10	57.9	21	00:03:30	54.1	41	00:06:50	54.6	61	00:10:10	54.8	81	00:13:30	53.7
2	00:00:20	58.5	22	00:03:40	60.3	42	00:07:00	57.6	62	00:10:20	52.6	82	00:13:40	60.5
3	00:00:30	59.4	23	00:03:50	59.3	43	00:07:10	65.5	63	00:10:30	57	83	00:13:50	58.2
4	00:00:40	61.9	24	00:04:00	56.5	44	00:07:20	61	64	00:10:40	54.7	84	00:14:00	57.1
5	00:00:50	60.1	25	00:04:10	53.5	45	00:07:30	56.8	65	00:10:50	55.9	85	00:14:10	56.9
6	00:01:00	60.7	26	00:04:20	57.6	46	00:07:40	60.4	66	00:11:00	62.4	86	00:14:20	57.9
7	00:01:10	60.9	27	00:04:30	58.8	47	00:07:50	61	67	00:11:10	66	87	00:14:30	59.2
8	00:01:20	54.5	28	00:04:40	54.7	48	00:08:00	53.7	68	00:11:20	52.8	88	00:14:40	56.4
9	00:01:30	63.4	29	00:04:50	51.6	49	00:08:10	53.9	69	00:11:30	57.5	89	00:14:50	57.6
10	00:01:40	59.7	30	00:05:00	50.9	50	00:08:20	52.4	70	00:11:40	54.3	90	00:15:00	57.3
11	00:01:50	59.8	31	00:05:10	54.2	51	00:08:30	56.8	71	00:11:50	57.3	91		
12	00:02:00	56.7	32	00:05:20	56.8	52	00:08:40	53.9	72	00:12:00	59.8	92		
13	00:02:10	57.3	33	00:05:30	60.9	53	00:08:50	54.6	73	00:12:10	54.6	93		
14	00:02:20	59.4	34	00:05:40	54.9	54	00:09:00	53	74	00:12:20	59	94		
15	00:02:30	59.6	35	00:05:50	61.1	55	00:09:10	54.9	75	00:12:30	54.8	95		
16	00:02:40	59.7	36	00:06:00	54	56	00:09:20	51.9	76	00:12:40	52.1	96		
17	00:02:50	52.6	37	00:06:10	55.4	57	00:09:30	54.6	77	00:12:50	52.9	97		
18	00:03:00	57.9	38	00:06:20	58.3	58	00:09:40	51.9	78	00:13:00	53.3	98		
19	00:03:10	67.9	39	00:06:30	68	59	00:09:50	60.4	79	00:13:10	52.8	99		
20	00:03:20	56.4	40	00:06:40	57.3	60	00:10:00	54.3	80	00:13:20	55.9	100		

Punto: 19

#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)
1	00:00:10	56.6	21	00:03:30	63.6	41	00:06:50	53.6	61	00:10:10	53.6	81	00:13:30	70.2
2	00:00:20	58.7	22	00:03:40	59.2	42	00:07:00	58.9	62	00:10:20	56.2	82	00:13:40	69.9
3	00:00:30	64.7	23	00:03:50	54.5	43	00:07:10	52	63	00:10:30	53.9	83	00:13:50	58.7
4	00:00:40	61.7	24	00:04:00	62.1	44	00:07:20	50.8	64	00:10:40	53.5	84	00:14:00	63.7
5	00:00:50	57.4	25	00:04:10	64.7	45	00:07:30	58.3	65	00:10:50	50.9	85	00:14:10	62.9
6	00:01:00	71	26	00:04:20	62.7	46	00:07:40	52.7	66	00:11:00	51.4	86	00:14:20	56
7	00:01:10	62.4	27	00:04:30	55	47	00:07:50	54	67	00:11:10	51.1	87	00:14:30	53.6
8	00:01:20	60.4	28	00:04:40	52.7	48	00:08:00	55.3	68	00:11:20	51.6	88	00:14:40	59.8
9	00:01:30	61	29	00:04:50	54	49	00:08:10	56.2	69	00:11:30	53.1	89	00:14:50	61.5
10	00:01:40	58.7	30	00:05:00	51.8	50	00:08:20	56.9	70	00:11:40	53.4	90	00:15:00	66.7
11	00:01:50	63.5	31	00:05:10	52.6	51	00:08:30	54.2	71	00:11:50	52.2	91		
12	00:02:00	59.2	32	00:05:20	58	52	00:08:40	55.3	72	00:12:00	50.7	92		
13	00:02:10	60.6	33	00:05:30	59.7	53	00:08:50	51.3	73	00:12:10	49.4	93		
14	00:02:20	57	34	00:05:40	59.6	54	00:09:00	58.3	74	00:12:20	55	94		
15	00:02:30	55.2	35	00:05:50	58.5	55	00:09:10	58.3	75	00:12:30	56	95		
16	00:02:40	53.8	36	00:06:00	52.3	56	00:09:20	52.4	76	00:12:40	58.4	96		
17	00:02:50	56.1	37	00:06:10	51.8	57	00:09:30	59.5	77	00:12:50	62.6	97		
18	00:03:00	59	38	00:06:20	50.9	58	00:09:40	63.3	78	00:13:00	52.6	98		
19	00:03:10	54.4	39	00:06:30	51.2	59	00:09:50	66.5	79	00:13:10	61.5	99		
20	00:03:20	55.9	40	00:06:40	49.5	60	00:10:00	55.9	80	00:13:20	62.8	100		

Punto: 21

#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)
1	00:00:10	44.9	21	00:03:30	46.2	41	00:06:50	49.3	61	00:10:10	52.8	81	00:13:30	47.6
2	00:00:20	50.5	22	00:03:40	47.7	42	00:07:00	47.6	62	00:10:20	49.4	82	00:13:40	48.9
3	00:00:30	54.4	23	00:03:50	49.6	43	00:07:10	49.2	63	00:10:30	48.7	83	00:13:50	57.7
4	00:00:40	49.1	24	00:04:00	51.2	44	00:07:20	50.1	64	00:10:40	46.2	84	00:14:00	51.2
5	00:00:50	45.6	25	00:04:10	54.4	45	00:07:30	46.2	65	00:10:50	52.6	85	00:14:10	54.9
6	00:01:00	52.3	26	00:04:20	68.8	46	00:07:40	52.5	66	00:11:00	57.6	86	00:14:20	52.2
7	00:01:10	49.8	27	00:04:30	71	47	00:07:50	64.8	67	00:11:10	51.4	87	00:14:30	50.6
8	00:01:20	48.3	28	00:04:40	52.6	48	00:08:00	57.9	68	00:11:20	62.9	88	00:14:40	71.6
9	00:01:30	51.1	29	00:04:50	61.5	49	00:08:10	46.9	69	00:11:30	74.5	89	00:14:50	59.9
10	00:01:40	77	30	00:05:00	58.7	50	00:08:20	48.8	70	00:11:40	63.1	90	00:15:00	61.2
11	00:01:50	44.3	31	00:05:10	52.8	51	00:08:30	56.5	71	00:11:50	50.2	91		
12	00:02:00	50	32	00:05:20	59.3	52	00:08:40	68.3	72	00:12:00	54.3	92		
13	00:02:10	51.1	33	00:05:30	65.6	53	00:08:50	56.2	73	00:12:10	62.1	93		
14	00:02:20	50.6	34	00:05:40	54.5	54	00:09:00	47.5	74	00:12:20	74.3	94		
15	00:02:30	48.8	35	00:05:50	44.5	55	00:09:10	50.1	75	00:12:30	49.1	95		
16	00:02:40	52.1	36	00:06:00	41.8	56	00:09:20	55.2	76	00:12:40	50.7	96		
17	00:02:50	64.4	37	00:06:10	43	57	00:09:30	56.3	77	00:12:50	48.8	97		
18	00:03:00	78	38	00:06:20	45.7	58	00:09:40	61.2	78	00:13:00	50.3	98		
19	00:03:10	61.5	39	00:06:30	59.6	59	00:09:50	63.3	79	00:13:10	46.2	99		
20	00:03:20	52.3	40	00:06:40	56.8	60	00:10:00	68.7	80	00:13:20	50.6	100		

Punto: 22

#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)
1	00:00:10	46.6	21	00:03:30	48.3	41	00:06:50	45.8	61	00:10:10	47.7	81	00:13:30	47.1
2	00:00:20	53.3	22	00:03:40	47.5	42	00:07:00	46	62	00:10:20	59.3	82	00:13:40	52.3
3	00:00:30	51.7	23	00:03:50	52.9	43	00:07:10	46.9	63	00:10:30	52.1	83	00:13:50	61.4
4	00:00:40	54.9	24	00:04:00	57.7	44	00:07:20	45.8	64	00:10:40	49.5	84	00:14:00	48.9
5	00:00:50	46.3	25	00:04:10	56.3	45	00:07:30	56	65	00:10:50	50.4	85	00:14:10	55
6	00:01:00	46.4	26	00:04:20	59.2	46	00:07:40	52.1	66	00:11:00	48.3	86	00:14:20	52.8
7	00:01:10	48.2	27	00:04:30	50	47	00:07:50	48.6	67	00:11:10	52.2	87	00:14:30	60
8	00:01:20	49.3	28	00:04:40	48.3	48	00:08:00	46.2	68	00:11:20	48.7	88	00:14:40	58.7
9	00:01:30	48.8	29	00:04:50	45.5	49	00:08:10	47.9	69	00:11:30	47.6	89	00:14:50	68.9
10	00:01:40	49.9	30	00:05:00	47	50	00:08:20	54.6	70	00:11:40	62.4	90	00:15:00	48.9
11	00:01:50	45	31	00:05:10	68.2	51	00:08:30	50.2	71	00:11:50	45.9	91		
12	00:02:00	58.3	32	00:05:20	56.3	52	00:08:40	48.1	72	00:12:00	49.9	92		
13	00:02:10	69.9	33	00:05:30	55.1	53	00:08:50	50.4	73	00:12:10	53.1	93		
14	00:02:20	58.6	34	00:05:40	50.3	54	00:09:00	53.9	74	00:12:20	55	94		
15	00:02:30	49	35	00:05:50	53.8	55	00:09:10	59.9	75	00:12:30	59.3	95		
16	00:02:40	51.5	36	00:06:00	47.3	56	00:09:20	57.9	76	00:12:40	50.4	96		
17	00:02:50	52.4	37	00:06:10	49.9	57	00:09:30	55.8	77	00:12:50	64.9	97		
18	00:03:00	47.5	38	00:06:20	50.3	58	00:09:40	66.3	78	00:13:00	49.6	98		
19	00:03:10	46.1	39	00:06:30	52.7	59	00:09:50	51.1	79	00:13:10	56.2	99		
20	00:03:20	48.7	40	00:06:40	47.2	60	00:10:00	50.8	80	00:13:20	45.7	100		

Punto: 23

#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)
1	00:00:10	57.2	21	00:03:30	52.1	41	00:06:50	52.7	61	00:10:10	58.4	81	00:13:30	50.3
2	00:00:20	65.5	22	00:03:40	54.0	42	00:07:00	50.4	62	00:10:20	54.6	82	00:13:40	55.4
3	00:00:30	54.9	23	00:03:50	54.7	43	00:07:10	53.0	63	00:10:30	71.1	83	00:13:50	50.3
4	00:00:40	54.2	24	00:04:00	53.0	44	00:07:20	62.0	64	00:10:40	55.7	84	00:14:00	58.3
5	00:00:50	56.4	25	00:04:10	58.8	45	00:07:30	69.9	65	00:10:50	53.2	85	00:14:10	55.9
6	00:01:00	56.8	26	00:04:20	58.8	46	00:07:40	54.6	66	00:11:00	57.7	86	00:14:20	55.3
7	00:01:10	56.0	27	00:04:30	54.3	47	00:07:50	57.7	67	00:11:10	56.7	87	00:14:30	54.2
8	00:01:20	59.2	28	00:04:40	53.5	48	00:08:00	61.4	68	00:11:20	58.7	88	00:14:40	56.4
9	00:01:30	51.5	29	00:04:50	51.2	49	00:08:10	65.3	69	00:11:30	57.9	89	00:14:50	57.6
10	00:01:40	50.4	30	00:05:00	60.5	50	00:08:20	56.3	70	00:11:40	58.2	90	00:15:00	56.7
11	00:01:50	61.2	31	00:05:10	54.3	51	00:08:30	61.6	71	00:11:50	57.4	91		
12	00:02:00	54.0	32	00:05:20	57.1	52	00:08:40	60.8	72	00:12:00	55.9	92		
13	00:02:10	54.5	33	00:05:30	58.6	53	00:08:50	65.5	73	00:12:10	57.6	93		
14	00:02:20	55.6	34	00:05:40	56.5	54	00:09:00	57.5	74	00:12:20	50.8	94		
15	00:02:30	54.0	35	00:05:50	59.6	55	00:09:10	55.5	75	00:12:30	51.1	95		
16	00:02:40	56.7	36	00:06:00	54.9	56	00:09:20	59.4	76	00:12:40	50.9	96		
17	00:02:50	54.3	37	00:06:10	55.0	57	00:09:30	61.3	77	00:12:50	54.6	97		
18	00:03:00	66.5	38	00:06:20	55.4	58	00:09:40	63.7	78	00:13:00	54.6	98		
19	00:03:10	55.6	39	00:06:30	50.0	59	00:09:50	53.7	79	00:13:10	52.2	99		
20	00:03:20	54.0	40	00:06:40	49.2	60	00:10:00	52.8	80	00:13:20	51.3	100		

Punto: 24

#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)
1	00:00:10	57.9	21	00:03:30	48.5	41	00:06:50	61.5	61	00:10:10	58.7	81	00:13:30	52.1
2	00:00:20	65.3	22	00:03:40	53.1	42	00:07:00	59.3	62	00:10:20	62.5	82	00:13:40	44.6
3	00:00:30	58.3	23	00:03:50	47.4	43	00:07:10	62.5	63	00:10:30	69.1	83	00:13:50	48.5
4	00:00:40	55.9	24	00:04:00	51.9	44	00:07:20	49.5	64	00:10:40	59.2	84	00:14:00	46
5	00:00:50	56.5	25	00:04:10	52.4	45	00:07:30	53.2	65	00:10:50	61.3	85	00:14:10	52.5
6	00:01:00	50.1	26	00:04:20	49.7	46	00:07:40	51	66	00:11:00	58.7	86	00:14:20	50.3
7	00:01:10	50.8	27	00:04:30	57	47	00:07:50	51.5	67	00:11:10	55.5	87	00:14:30	49
8	00:01:20	51.2	28	00:04:40	47.8	48	00:08:00	51.8	68	00:11:20	52	88	00:14:40	50.1
9	00:01:30	56.5	29	00:04:50	46.2	49	00:08:10	47.2	69	00:11:30	49.9	89	00:14:50	49
10	00:01:40	65	30	00:05:00	45.8	50	00:08:20	49.6	70	00:11:40	48.7	90	00:15:00	48.4
11	00:01:50	52	31	00:05:10	49.7	51	00:08:30	58.3	71	00:11:50	51.4	91		
12	00:02:00	53.1	32	00:05:20	46.3	52	00:08:40	62.1	72	00:12:00	50.8	92		
13	00:02:10	48.7	33	00:05:30	48.1	53	00:08:50	59.4	73	00:12:10	46.2	93		
14	00:02:20	49.3	34	00:05:40	46.2	54	00:09:00	49.1	74	00:12:20	51.6	94		
15	00:02:30	46.6	35	00:05:50	51.5	55	00:09:10	55.4	75	00:12:30	45.7	95		
16	00:02:40	59.7	36	00:06:00	48.3	56	00:09:20	58.1	76	00:12:40	46.8	96		
17	00:02:50	52.1	37	00:06:10	50.4	57	00:09:30	52	77	00:12:50	52.4	97		
18	00:03:00	49.3	38	00:06:20	54.6	58	00:09:40	49.3	78	00:13:00	59.3	98		
19	00:03:10	45.1	39	00:06:30	49.2	59	00:09:50	54.2	79	00:13:10	64.5	99		
20	00:03:20	53	40	00:06:40	58.4	60	00:10:00	49.8	80	00:13:20	58	100		

Punto: 25

#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)
1	00:00:10	56.3	21	00:03:30	53.4	41	00:06:50	55.5	61	00:10:10	50.5	81	00:13:30	56
2	00:00:20	57	22	00:03:40	51.8	42	00:07:00	55.4	62	00:10:20	53.3	82	00:13:40	57
3	00:00:30	57.1	23	00:03:50	53	43	00:07:10	52.9	63	00:10:30	53.9	83	00:13:50	56.6
4	00:00:40	54.7	24	00:04:00	54.6	44	00:07:20	57.8	64	00:10:40	53.3	84	00:14:00	56.9
5	00:00:50	53.4	25	00:04:10	53.9	45	00:07:30	54.7	65	00:10:50	53.4	85	00:14:10	55.3
6	00:01:00	57.2	26	00:04:20	56.5	46	00:07:40	55.3	66	00:11:00	54.2	86	00:14:20	55.2
7	00:01:10	51.2	27	00:04:30	54.7	47	00:07:50	54.3	67	00:11:10	67	87	00:14:30	57.1
8	00:01:20	49.6	28	00:04:40	52.4	48	00:08:00	50.1	68	00:11:20	56.9	88	00:14:40	54.1
9	00:01:30	50.4	29	00:04:50	56.5	49	00:08:10	51.5	69	00:11:30	67	89	00:14:50	55.2
10	00:01:40	51	30	00:05:00	66.5	50	00:08:20	54.3	70	00:11:40	65.6	90	00:15:00	50.5
11	00:01:50	50.6	31	00:05:10	53.6	51	00:08:30	54.8	71	00:11:50	63.6	91		
12	00:02:00	49.8	32	00:05:20	51.2	52	00:08:40	57.2	72	00:12:00	63.4	92		
13	00:02:10	57.3	33	00:05:30	53.9	53	00:08:50	57.9	73	00:12:10	61.2	93		
14	00:02:20	51.1	34	00:05:40	53	54	00:09:00	53.4	74	00:12:20	62	94		
15	00:02:30	57.3	35	00:05:50	54.9	55	00:09:10	57	75	00:12:30	67.2	95		
16	00:02:40	49.4	36	00:06:00	54.9	56	00:09:20	57.1	76	00:12:40	67.5	96		
17	00:02:50	49.5	37	00:06:10	54	57	00:09:30	50.7	77	00:12:50	61.6	97		
18	00:03:00	49.6	38	00:06:20	53.9	58	00:09:40	50.9	78	00:13:00	62	98		
19	00:03:10	47.8	39	00:06:30	57.5	59	00:09:50	50.6	79	00:13:10	54.4	99		
20	00:03:20	50.6	40	00:06:40	51.9	60	00:10:00	56.2	80	00:13:20	56.4	100		

Punto: 26

#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)
1	00:00:10	55.5	21	00:03:30	53.2	41	00:06:50	56.7	61	00:10:10	59.4	81	00:13:30	56.5
2	00:00:20	53.4	22	00:03:40	54.6	42	00:07:00	57.8	62	00:10:20	61.5	82	00:13:40	58.6
3	00:00:30	53.7	23	00:03:50	54.9	43	00:07:10	62.9	63	00:10:30	58.4	83	00:13:50	58.5
4	00:00:40	51.4	24	00:04:00	53.4	44	00:07:20	61.6	64	00:10:40	54.2	84	00:14:00	56.9
5	00:00:50	51.5	25	00:04:10	54.8	45	00:07:30	59.6	65	00:10:50	55.3	85	00:14:10	58.9
6	00:01:00	53.3	26	00:04:20	54	46	00:07:40	59.9	66	00:11:00	55	86	00:14:20	60.7
7	00:01:10	66.8	27	00:04:30	51.9	47	00:07:50	55.9	67	00:11:10	54	87	00:14:30	55.4
8	00:01:20	56.6	28	00:04:40	53.6	48	00:08:00	55.3	68	00:11:20	55.8	88	00:14:40	57.1
9	00:01:30	58.3	29	00:04:50	54.1	49	00:08:10	54.7	69	00:11:30	56.8	89	00:14:50	54.6
10	00:01:40	57.6	30	00:05:00	55.9	50	00:08:20	53.3	70	00:11:40	55.5	90	00:15:00	55.9
11	00:01:50	56.2	31	00:05:10	55	51	00:08:30	53.2	71	00:11:50	53.1	91		
12	00:02:00	54.8	32	00:05:20	68.4	52	00:08:40	53.5	72	00:12:00	53.4	92		
13	00:02:10	58.2	33	00:05:30	67.9	53	00:08:50	55	73	00:12:10	56.4	93		
14	00:02:20	52.8	34	00:05:40	71.3	54	00:09:00	54.2	74	00:12:20	57	94		
15	00:02:30	52.9	35	00:05:50	64.2	55	00:09:10	53.5	75	00:12:30	56.2	95		
16	00:02:40	54.5	36	00:06:00	55.3	56	00:09:20	55.2	76	00:12:40	54.4	96		
17	00:02:50	58.3	37	00:06:10	53.1	57	00:09:30	54.3	77	00:12:50	54.1	97		
18	00:03:00	56.6	38	00:06:20	53	58	00:09:40	55.4	78	00:13:00	57.9	98		
19	00:03:10	55.6	39	00:06:30	52.9	59	00:09:50	57.6	79	00:13:10	62	99		
20	00:03:20	53.4	40	00:06:40	55.6	60	00:10:00	59.9	80	00:13:20	51.8	100		

Punto: 27

#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)
1	00:00:10	52.2	21	00:03:30	56.1	41	00:06:50	52.2	61	00:10:10	51.5	81	00:13:30	48.7
2	00:00:20	51.8	22	00:03:40	51.2	42	00:07:00	50.5	62	00:10:20	53.1	82	00:13:40	50.4
3	00:00:30	59.8	23	00:03:50	50	43	00:07:10	52.5	63	00:10:30	54.4	83	00:13:50	57.2
4	00:00:40	49.9	24	00:04:00	51.8	44	00:07:20	52.7	64	00:10:40	56.1	84	00:14:00	55.3
5	00:00:50	50.6	25	00:04:10	50.6	45	00:07:30	51.9	65	00:10:50	53.2	85	00:14:10	50.3
6	00:01:00	50.8	26	00:04:20	51.2	46	00:07:40	54	66	00:11:00	53.3	86	00:14:20	51.2
7	00:01:10	51.9	27	00:04:30	51	47	00:07:50	52.2	67	00:11:10	58.2	87	00:14:30	52.9
8	00:01:20	64.4	28	00:04:40	49.3	48	00:08:00	48.7	68	00:11:20	55.1	88	00:14:40	55.8
9	00:01:30	53.9	29	00:04:50	50.3	49	00:08:10	48.2	69	00:11:30	56.2	89	00:14:50	51.6
10	00:01:40	54.3	30	00:05:00	51.6	50	00:08:20	50.3	70	00:11:40	51	90	00:15:00	49.7
11	00:01:50	52.1	31	00:05:10	53.2	51	00:08:30	54.2	71	00:11:50	53.6	91		
12	00:02:00	53	32	00:05:20	50.8	52	00:08:40	51.6	72	00:12:00	57.9	92		
13	00:02:10	56.1	33	00:05:30	54.7	53	00:08:50	57.8	73	00:12:10	53.3	93		
14	00:02:20	52.4	34	00:05:40	54.8	54	00:09:00	52.4	74	00:12:20	56.6	94		
15	00:02:30	53.2	35	00:05:50	54.4	55	00:09:10	64.4	75	00:12:30	52.4	95		
16	00:02:40	51.1	36	00:06:00	52.1	56	00:09:20	55	76	00:12:40	50.2	96		
17	00:02:50	53.1	37	00:06:10	51.1	57	00:09:30	53.9	77	00:12:50	50.8	97		
18	00:03:00	54.2	38	00:06:20	51.5	58	00:09:40	54	78	00:13:00	53.9	98		
19	00:03:10	48.7	39	00:06:30	52.3	59	00:09:50	51.3	79	00:13:10	54.3	99		
20	00:03:20	52.1	40	00:06:40	61.5	60	00:10:00	50	80	00:13:20	51.5	100		

Punto: 28

#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)
1	00:00:10	52.5	21	00:03:30	49.2	41	00:06:50	54.7	61	00:10:10	53.5	81	00:13:30	55.5
2	00:00:20	51.6	22	00:03:40	51.5	42	00:07:00	55.2	62	00:10:20	52.5	82	00:13:40	54.7
3	00:00:30	51.5	23	00:03:50	54.3	43	00:07:10	56.8	63	00:10:30	58.4	83	00:13:50	51.2
4	00:00:40	61.3	24	00:04:00	53.2	44	00:07:20	58.5	64	00:10:40	48.3	84	00:14:00	53.8
5	00:00:50	53.7	25	00:04:10	55.8	45	00:07:30	59.5	65	00:10:50	49.8	85	00:14:10	55.3
6	00:01:00	52.7	26	00:04:20	56.1	46	00:07:40	54.1	66	00:11:00	52.9	86	00:14:20	52.4
7	00:01:10	49.9	27	00:04:30	63.3	47	00:07:50	52.3	67	00:11:10	51.1	87	00:14:30	60.7
8	00:01:20	51.2	28	00:04:40	49.9	48	00:08:00	55.4	68	00:11:20	52.6	88	00:14:40	56.8
9	00:01:30	48.8	29	00:04:50	62.5	49	00:08:10	52.8	69	00:11:30	56.2	89	00:14:50	53.3
10	00:01:40	43.6	30	00:05:00	55.3	50	00:08:20	49.9	70	00:11:40	53.3	90	00:15:00	51.9
11	00:01:50	50	31	00:05:10	53.8	51	00:08:30	52.4	71	00:11:50	51.2	91		
12	00:02:00	51.5	32	00:05:20	50.8	52	00:08:40	57.2	72	00:12:00	61.9	92		
13	00:02:10	60.1	33	00:05:30	59.3	53	00:08:50	52	73	00:12:10	58.8	93		
14	00:02:20	57.6	34	00:05:40	51.9	54	00:09:00	54.8	74	00:12:20	59.6	94		
15	00:02:30	54.3	35	00:05:50	49	55	00:09:10	59.9	75	00:12:30	61.5	95		
16	00:02:40	53.7	36	00:06:00	57.2	56	00:09:20	54.8	76	00:12:40	55	96		
17	00:02:50	55.3	37	00:06:10	56.5	57	00:09:30	55.6	77	00:12:50	51.6	97		
18	00:03:00	58.7	38	00:06:20	57	58	00:09:40	60.8	78	00:13:00	53.5	98		
19	00:03:10	61.5	39	00:06:30	59.4	59	00:09:50	60	79	00:13:10	49.1	99		
20	00:03:20	69.9	40	00:06:40	53.6	60	00:10:00	51.4	80	00:13:20	52.7	100		

Punto: 29

#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)
1	00:00:10	55.4	21	00:03:30	50.1	41	00:06:50	54.6	61	00:10:10	63.4	81	00:13:30	52.5
2	00:00:20	57.2	22	00:03:40	48.5	42	00:07:00	50.1	62	00:10:20	59.2	82	00:13:40	50
3	00:00:30	54.2	23	00:03:50	50.5	43	00:07:10	49.9	63	00:10:30	64.2	83	00:13:50	48.8
4	00:00:40	52.8	24	00:04:00	51.8	44	00:07:20	50.6	64	00:10:40	61.5	84	00:14:00	49.2
5	00:00:50	51.2	25	00:04:10	51.6	45	00:07:30	50.5	65	00:10:50	58.7	85	00:14:10	51.8
6	00:01:00	52.2	26	00:04:20	55.6	46	00:07:40	51.7	66	00:11:00	52.1	86	00:14:20	56
7	00:01:10	48.5	27	00:04:30	48.6	47	00:07:50	57.5	67	00:11:10	55.7	87	00:14:30	49.9
8	00:01:20	52.8	28	00:04:40	52.2	48	00:08:00	51.1	68	00:11:20	53.7	88	00:14:40	51.2
9	00:01:30	64.4	29	00:04:50	56.3	49	00:08:10	54.2	69	00:11:30	53.9	89	00:14:50	66.7
10	00:01:40	52.6	30	00:05:00	49.8	50	00:08:20	52.2	70	00:11:40	56.6	90	00:15:00	62.9
11	00:01:50	50.4	31	00:05:10	51.4	51	00:08:30	55.2	71	00:11:50	53.3	91		
12	00:02:00	51.8	32	00:05:20	54.3	52	00:08:40	50.2	72	00:12:00	58.1	92		
13	00:02:10	56.3	33	00:05:30	50.7	53	00:08:50	54.3	73	00:12:10	53.1	93		
14	00:02:20	50.3	34	00:05:40	58.1	54	00:09:00	57.9	74	00:12:20	52.3	94		
15	00:02:30	53.9	35	00:05:50	49.9	55	00:09:10	53.1	75	00:12:30	53.1	95		
16	00:02:40	53.2	36	00:06:00	48.7	56	00:09:20	55.5	76	00:12:40	52.8	96		
17	00:02:50	51.3	37	00:06:10	52.1	57	00:09:30	55	77	00:12:50	52.3	97		
18	00:03:00	50.2	38	00:06:20	49.3	58	00:09:40	53.3	78	00:13:00	53.1	98		
19	00:03:10	53.2	39	00:06:30	49.4	59	00:09:50	62.3	79	00:13:10	55.2	99		
20	00:03:20	49.5	40	00:06:40	59.7	60	00:10:00	62.5	80	00:13:20	52.8	100		

Punto: 30

#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)
1	00:00:10	48.3	21	00:03:30	49.6	41	00:06:50	51.3	61	00:10:10	52.9	81	00:13:30	51.8
2	00:00:20	49.5	22	00:03:40	49.1	42	00:07:00	47.5	62	00:10:20	55.5	82	00:13:40	53.3
3	00:00:30	46.5	23	00:03:50	53.0	43	00:07:10	50.3	63	00:10:30	49.7	83	00:13:50	49.0
4	00:00:40	55.3	24	00:04:00	44.7	44	00:07:20	44.0	64	00:10:40	55.5	84	00:14:00	58.2
5	00:00:50	58.8	25	00:04:10	54.2	45	00:07:30	44.6	65	00:10:50	49.4	85	00:14:10	57.6
6	00:01:00	59.7	26	00:04:20	43.1	46	00:07:40	50.8	66	00:11:00	48.9	86	00:14:20	58.9
7	00:01:10	51.3	27	00:04:30	47.4	47	00:07:50	51.5	67	00:11:10	48.7	87	00:14:30	51.4
8	00:01:20	56.6	28	00:04:40	47.9	48	00:08:00	49.4	68	00:11:20	46.7	88	00:14:40	48.4
9	00:01:30	53.5	29	00:04:50	57.7	49	00:08:10	49.1	69	00:11:30	48.5	89	00:14:50	50.5
10	00:01:40	55.0	30	00:05:00	54.8	50	00:08:20	48.6	70	00:11:40	55.8	90	00:15:00	47.7
11	00:01:50	72.2	31	00:05:10	58.8	51	00:08:30	48.2	71	00:11:50	56.9	91		
12	00:02:00	59.9	32	00:05:20	51.9	52	00:08:40	46.4	72	00:12:00	54.0	92		
13	00:02:10	61.9	33	00:05:30	46.8	53	00:08:50	50.5	73	00:12:10	50.0	93		
14	00:02:20	50.7	34	00:05:40	43.4	54	00:09:00	46.7	74	00:12:20	46.1	94		
15	00:02:30	51.9	35	00:05:50	48.5	55	00:09:10	46.1	75	00:12:30	53.2	95		
16	00:02:40	46.1	36	00:06:00	53.8	56	00:09:20	52.6	76	00:12:40	57.2	96		
17	00:02:50	43.5	37	00:06:10	44.6	57	00:09:30	56.0	77	00:12:50	47.0	97		
18	00:03:00	45.6	38	00:06:20	50.9	58	00:09:40	57.7	78	00:13:00	50.9	98		
19	00:03:10	51.7	39	00:06:30	45.5	59	00:09:50	48.8	79	00:13:10	46.3	99		
20	00:03:20	44.2	40	00:06:40	52.1	60	00:10:00	53.4	80	00:13:20	52.4	100		

Punto: 31

#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)
1	00:00:10	51.0	21	00:03:30	54.6	41	00:06:50	50.1	61	00:10:10	59.5	81	00:13:30	51.1
2	00:00:20	59	22	00:03:40	57.4	42	00:07:00	47.1	62	00:10:20	70.3	82	00:13:40	50.6
3	00:00:30	54.1	23	00:03:50	59.6	43	00:07:10	47.8	63	00:10:30	53.5	83	00:13:50	49.9
4	00:00:40	42	24	00:04:00	59.3	44	00:07:20	50.6	64	00:10:40	50.5	84	00:14:00	50.6
5	00:00:50	54.6	25	00:04:10	59.6	45	00:07:30	54.8	65	00:10:50	53.4	85	00:14:10	54.4
6	00:01:00	60.4	26	00:04:20	59.4	46	00:07:40	50.8	66	00:11:00	55.9	86	00:14:20	50.4
7	00:01:10	50.2	27	00:04:30	59.8	47	00:07:50	55.5	67	00:11:10	54.1	87	00:14:30	56.3
8	00:01:20	63.6	28	00:04:40	60.4	48	00:08:00	49.4	68	00:11:20	52.3	88	00:14:40	51.4
9	00:01:30	55.4	29	00:04:50	58.3	49	00:08:10	49.0	69	00:11:30	51.1	89	00:14:50	52.1
10	00:01:40	54.4	30	00:05:00	57.4	50	00:08:20	51.7	70	00:11:40	52.0	90	00:15:00	52.6
11	00:01:50	51.4	31	00:05:10	61.3	51	00:08:30	49.0	71	00:11:50	51.3	91		54.4
12	00:02:00	56.8	32	00:05:20	59.2	52	00:08:40	49.4	72	00:12:00	54.8	92		72.3
13	00:02:10	52.3	33	00:05:30	57.8	53	00:08:50	52.7	73	00:12:10	51.4	93		52.1
14	00:02:20	51.1	34	00:05:40	54.2	54	00:09:00	50.1	74	00:12:20	55.8	94		65
15	00:02:30	56.1	35	00:05:50	56.0	55	00:09:10	50.5	75	00:12:30	55.2	95		51.4
16	00:02:40	55.4	36	00:06:00	64.2	56	00:09:20	51.5	76	00:12:40	52.6	96		52.5
17	00:02:50	73.4	37	00:06:10	51.4	57	00:09:30	48.4	77	00:12:50	55.1	97		47.6
18	00:03:00	59.7	38	00:06:20	52.1	58	00:09:40	52.4	78	00:13:00	50.6	98		46.9
19	00:03:10	58.1	39	00:06:30	51.0	59	00:09:50	51.0	79	00:13:10	51.2	99		48.2
20	00:03:20	60.2	40	00:06:40	50.0	60	00:10:00	56.5	80	00:13:20	51.6	100		51.4

Punto: 32

#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)
1	00:00:10	51.2	21	00:03:30	48.7	41	00:06:50	63.0	61	00:10:10	63.3	81	00:13:30	43.2
2	00:00:20	57.0	22	00:03:40	51.7	42	00:07:00	64.1	62	00:10:20	54.2	82	00:13:40	42.6
3	00:00:30	64.5	23	00:03:50	50.2	43	00:07:10	42.6	63	00:10:30	61.3	83	00:13:50	46.9
4	00:00:40	48.2	24	00:04:00	60.3	44	00:07:20	53.7	64	00:10:40	49.0	84	00:14:00	44.9
5	00:00:50	51.4	25	00:04:10	47.0	45	00:07:30	49.6	65	00:10:50	48.9	85	00:14:10	43.6
6	00:01:00	60.2	26	00:04:20	45.1	46	00:07:40	49.5	66	00:11:00	58.0	86	00:14:20	45.2
7	00:01:10	58.0	27	00:04:30	53.4	47	00:07:50	54.7	67	00:11:10	46.0	87	00:14:30	44.8
8	00:01:20	45.3	28	00:04:40	50.3	48	00:08:00	51.4	68	00:11:20	44.0	88	00:14:40	49.1
9	00:01:30	49.0	29	00:04:50	54.9	49	00:08:10	55.3	69	00:11:30	45.4	89	00:14:50	48.8
10	00:01:40	46.1	30	00:05:00	48.2	50	00:08:20	48.8	70	00:11:40	44.9	90	00:15:00	50.5
11	00:01:50	44.2	31	00:05:10	50.1	51	00:08:30	47.4	71	00:11:50	45.1	91		
12	00:02:00	48.2	32	00:05:20	55.2	52	00:08:40	48.3	72	00:12:00	44.0	92		
13	00:02:10	48.2	33	00:05:30	48.2	53	00:08:50	48.9	73	00:12:10	44.6	93		
14	00:02:20	47.5	34	00:05:40	45.9	54	00:09:00	44.6	74	00:12:20	46.6	94		
15	00:02:30	51.2	35	00:05:50	45.5	55	00:09:10	52.4	75	00:12:30	46.1	95		
16	00:02:40	51.5	36	00:06:00	62.0	56	00:09:20	51.5	76	00:12:40	43.8	96		
17	00:02:50	47.5	37	00:06:10	65.5	57	00:09:30	50.0	77	00:12:50	46.2	97		
18	00:03:00	47.8	38	00:06:20	49.3	58	00:09:40	50.3	78	00:13:00	45.9	98		
19	00:03:10	52.0	39	00:06:30	47.3	59	00:09:50	58.0	79	00:13:10	43.7	99		
20	00:03:20	46.1	40	00:06:40	50.6	60	00:10:00	53.3	80	00:13:20	46.6	100		

Punto: 33

#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)
1	00:00:10	51.4	21	00:03:30	51.9	41	00:06:50	51.0	61	00:10:10	54.7	81	00:13:30	48.1
2	00:00:20	49.9	22	00:03:40	51.6	42	00:07:00	50.5	62	00:10:20	48.6	82	00:13:40	44.2
3	00:00:30	55.5	23	00:03:50	54.4	43	00:07:10	50.1	63	00:10:30	60	83	00:13:50	54
4	00:00:40	50.4	24	00:04:00	56.3	44	00:07:20	49.2	64	00:10:40	55.2	84	00:14:00	48.3
5	00:00:50	52.0	25	00:04:10	52.5	45	00:07:30	54.2	65	00:10:50	52	85	00:14:10	55
6	00:01:00	49.8	26	00:04:20	52.6	46	00:07:40	51.4	66	00:11:00	49	86	00:14:20	49.7
7	00:01:10	51.6	27	00:04:30	48.3	47	00:07:50	47.9	67	00:11:10	49.6	87	00:14:30	49.8
8	00:01:20	60.5	28	00:04:40	48.3	48	00:08:00	52.4	68	00:11:20	51.6	88	00:14:40	48.6
9	00:01:30	54.2	29	00:04:50	56.7	49	00:08:10	52.4	69	00:11:30	47.6	89	00:14:50	46.9
10	00:01:40	59.0	30	00:05:00	54.7	50	00:08:20	51.5	70	00:11:40	53.4	90	00:15:00	51.2
11	00:01:50	51.2	31	00:05:10	48.2	51	00:08:30	52.2	71	00:11:50	49.8	91		
12	00:02:00	53.5	32	00:05:20	57.1	52	00:08:40	55.5	72	00:12:00	49.5	92		
13	00:02:10	69.7	33	00:05:30	51.6	53	00:08:50	56.8	73	00:12:10	49.6	93		
14	00:02:20	67	34	00:05:40	52.9	54	00:09:00	60	74	00:12:20	51.4	94		
15	00:02:30	60.7	35	00:05:50	52.1	55	00:09:10	62	75	00:12:30	52.6	95		
16	00:02:40	58.8	36	00:06:00	56.3	56	00:09:20	56.9	76	00:12:40	51.2	96		
17	00:02:50	59.5	37	00:06:10	54.5	57	00:09:30	51.2	77	00:12:50	60.2	97		
18	00:03:00	52.5	38	00:06:20	54.2	58	00:09:40	52.5	78	00:13:00	50.5	98		
19	00:03:10	53.1	39	00:06:30	51.6	59	00:09:50	63.4	79	00:13:10	50.7	99		
20	00:03:20	60.1	40	00:06:40	49.7	60	00:10:00	52.4	80	00:13:20	49.0	100		

Punto: 34

#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)
1	00:00:10	55.6	21	00:03:30	51.6	41	00:06:50	51.3	61	00:10:10	54.2	81	00:13:30	48.6
2	00:00:20	53.1	22	00:03:40	56.1	42	00:07:00	52.6	62	00:10:20	57.5	82	00:13:40	46.0
3	00:00:30	49.8	23	00:03:50	45.5	43	00:07:10	50.3	63	00:10:30	50.4	83	00:13:50	50.7
4	00:00:40	57.1	24	00:04:00	53.3	44	00:07:20	51.2	64	00:10:40	42.9	84	00:14:00	36.9
5	00:00:50	56.8	25	00:04:10	50.6	45	00:07:30	48.6	65	00:10:50	48.7	85	00:14:10	46.6
6	00:01:00	52.2	26	00:04:20	52.2	46	00:07:40	46.4	66	00:11:00	50.8	86	00:14:20	48.8
7	00:01:10	55.5	27	00:04:30	51.8	47	00:07:50	55.5	67	00:11:10	49.0	87	00:14:30	46.3
8	00:01:20	54.0	28	00:04:40	53.3	48	00:08:00	51.5	68	00:11:20	51.3	88	00:14:40	48.1
9	00:01:30	55.1	29	00:04:50	56.3	49	00:08:10	56.4	69	00:11:30	47.1	89	00:14:50	46.6
10	00:01:40	48.1	30	00:05:00	52.6	50	00:08:20	58.2	70	00:11:40	48.8	90	00:15:00	52.0
11	00:01:50	43.5	31	00:05:10	47.2	51	00:08:30	56.9	71	00:11:50	49.4	91		
12	00:02:00	45.4	32	00:05:20	48.9	52	00:08:40	57.1	72	00:12:00	46.9	92		
13	00:02:10	53.9	33	00:05:30	50.3	53	00:08:50	60.3	73	00:12:10	47.0	93		
14	00:02:20	55.2	34	00:05:40	47.5	54	00:09:00	36.9	74	00:12:20	47.7	94		
15	00:02:30	51.0	35	00:05:50	43.7	55	00:09:10	30.9	75	00:12:30	48.4	95		
16	00:02:40	56.8	36	00:06:00	58.4	56	00:09:20	65.4	76	00:12:40	49.2	96		
17	00:02:50	55.6	37	00:06:10	45.5	57	00:09:30	51.7	77	00:12:50	53.9	97		
18	00:03:00	59.7	38	00:06:20	53.3	58	00:09:40	60.4	78	00:13:00	53.0	98		
19	00:03:10	54.5	39	00:06:30	49.6	59	00:09:50	53.1	79	00:13:10	54.5	99		
20	00:03:20	54.8	40	00:06:40	45.8	60	00:10:00	48.2	80	00:13:20	50.4	100		

Punto: 35

#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)
1	00:00:10	55.1	21	00:03:30	49.9	41	00:06:50	46.9	61	00:10:10	56.5	81	00:13:30	49.4
2	00:00:20	45.4	22	00:03:40	52.6	42	00:07:00	46.9	62	00:10:20	50.6	82	00:13:40	48.3
3	00:00:30	45.8	23	00:03:50	52.1	43	00:07:10	46.7	63	00:10:30	50.8	83	00:13:50	47.0
4	00:00:40	49.8	24	00:04:00	49.1	44	00:07:20	46.1	64	00:10:40	50.6	84	00:14:00	47.5
5	00:00:50	51	25	00:04:10	49.8	45	00:07:30	58.3	65	00:10:50	53.2	85	00:14:10	47.1
6	00:01:00	51.7	26	00:04:20	47.9	46	00:07:40	49.4	66	00:11:00	52.5	86	00:14:20	47.4
7	00:01:10	49.8	27	00:04:30	47.7	47	00:07:50	50.5	67	00:11:10	49.3	87	00:14:30	45.5
8	00:01:20	46.5	28	00:04:40	47.4	48	00:08:00	59.2	68	00:11:20	47.2	88	00:14:40	48.7
9	00:01:30	46.4	29	00:04:50	47.3	49	00:08:10	57.8	69	00:11:30	46.7	89	00:14:50	54.4
10	00:01:40	48.4	30	00:05:00	48.7	50	00:08:20	33.9	70	00:11:40	50.7	90	00:15:00	55.7
11	00:01:50	45.0	31	00:05:10	46.2	51	00:08:30	52.4	71	00:11:50	47.2	91		
12	00:02:00	44.7	32	00:05:20	47.9	52	00:08:40	78.1	72	00:12:00	46.0	92		
13	00:02:10	45.2	33	00:05:30	50.5	53	00:08:50	48.1	73	00:12:10	48.5	93		
14	00:02:20	46.4	34	00:05:40	48.5	54	00:09:00	46.2	74	00:12:20	46.4	94		
15	00:02:30	45.5	35	00:05:50	47.3	55	00:09:10	47.4	75	00:12:30	49.4	95		
16	00:02:40	51.3	36	00:06:00	46.7	56	00:09:20	50.5	76	00:12:40	49.7	96		
17	00:02:50	47.6	37	00:06:10	47.0	57	00:09:30	48.6	77	00:12:50	48.9	97		
18	00:03:00	48.4	38	00:06:20	46.3	58	00:09:40	50.2	78	00:13:00	42.4	98		
19	00:03:10	47.0	39	00:06:30	46.5	59	00:09:50	48.4	79	00:13:10	48.8	99		
20	00:03:20	46.6	40	00:06:40	46.9	60	00:10:00	58.5	80	00:13:20	49.1	100		

Punto: 36

#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)	#	Tiempo(s)	L(dB)
1	00:00:10	53.5	21	00:03:30	46.8	41	00:06:50	46.1	61	00:10:10	45.4	81	00:13:30	48.7
2	00:00:20	55.2	22	00:03:40	45.5	42	00:07:00	45.1	62	00:10:20	49.9	82	00:13:40	48.5
3	00:00:30	51.0	23	00:03:50	47.4	43	00:07:10	44.4	63	00:10:30	46.5	83	00:13:50	48.9
4	00:00:40	48.9	24	00:04:00	44.7	44	00:07:20	43.6	64	00:10:40	46.2	84	00:14:00	47.3
5	00:00:50	51.4	25	00:04:10	49.4	45	00:07:30	44.7	65	00:10:50	48.3	85	00:14:10	46.8
6	00:01:00	45.8	26	00:04:20	47.8	46	00:07:40	43.2	66	00:11:00	52.3	86	00:14:20	48.2
7	00:01:10	50.9	27	00:04:30	50.0	47	00:07:50	45.8	67	00:11:10	59.5	87	00:14:30	47.6
8	00:01:20	46.6	28	00:04:40	50.5	48	00:08:00	44.8	68	00:11:20	48.0	88	00:14:40	47.6
9	00:01:30	45.8	29	00:04:50	50.2	49	00:08:10	48.1	69	00:11:30	48.5	89	00:14:50	46.2
10	00:01:40	46.5	30	00:05:00	48.9	50	00:08:20	44.3	70	00:11:40	49.4	90	00:15:00	49.4
11	00:01:50	46.9	31	00:05:10	47.9	51	00:08:30	53.8	71	00:11:50	49.1	91		
12	00:02:00	54.3	32	00:05:20	45.8	52	00:08:40	56.0	72	00:12:00	54.0	92		
13	00:02:10	53.6	33	00:05:30	45.1	53	00:08:50	49.3	73	00:12:10	47.4	93		
14	00:02:20	48.1	34	00:05:40	45.2	54	00:09:00	58.0	74	00:12:20	50.9	94		
15	00:02:30	44.8	35	00:05:50	45.3	55	00:09:10	58.7	75	00:12:30	46.5	95		
16	00:02:40	48.5	36	00:06:00	46.8	56	00:09:20	50.5	76	00:12:40	48.8	96		
17	00:02:50	45.6	37	00:06:10	46.6	57	00:09:30	50.2	77	00:12:50	44.7	97		
18	00:03:00	45.2	38	00:06:20	46.9	58	00:09:40	47.3	78	00:13:00	45.6	98		
19	00:03:10	48.8	39	00:06:30	47.1	59	00:09:50	46.1	79	00:13:10	47.6	99		
20	00:03:20	46.7	40	00:06:40	48.8	60	00:10:00	44.8	80	00:13:20	47.0	100		

Índice de Tablas

<i>Tabla 1. 1 Niveles de potencia sonora de distintas fuentes.....</i>	<i>13</i>
<i>Tabla 1. 2 Rango auditivo humano.....</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 3. 1 Límites máximos permisibles de acuerdo a la NOM-079-SEMARNAT-1994</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 3. 2 Límites máximos permisibles de acuerdo a la NOM-080-SEMARNAT-1994</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 3. 3 Límites máximos permisibles de acuerdo a la NOM-080-SEMARNAT-1994</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 3. 4 Límites máximos permisibles de acuerdo a la NOM-081-SEMARNAT-1994</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 3. 5 Límites máximos permisibles de acuerdo a la NOM-082-SEMARNAT-1995</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 3. 6 Límites recomendados por la OMS</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 3. 7 Límites máximos permisibles de acuerdo a la Comisión de la Unión Europea.....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 3. 8 Límites máximos permisibles de acuerdo a la Comisión de la Unión Europea.....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 3. 9 Límites máximos permisibles de acuerdo a la Comisión de la Unión Europea.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 3. 10 Límites máximos permisibles de acuerdo a la OCDE.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 3. 11 Muestra los límites máximos permisibles de acuerdo a la FHWA.....</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 3. 12 Límites máximos permisibles de acuerdo a la legislación Japonesa</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 3. 13 Límites máximos permisibles exteriores de acuerdo a la legislación Finlandesa.....</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 3. 14 Límites máximos permisibles interiores de acuerdo a la legislación Finlandesa.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 3. 15 Límites máximos permisibles de acuerdo a la legislación Francesa.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 3. 16 Límites máximos permisibles de acuerdo a la legislación Chilena</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 3. 17 Límites máximos permisibles de acuerdo a la legislación Española</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 5. 1 Distribución semanal del aforo vehicular de Junio</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 5. 2 Aforos máximos diarios</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 5. 3 Aforo total diario de Junio</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 5. 4 Ficha técnica del sonómetro utilizado</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 5. 5 Programa de Trabajo.....</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 5. 6 Puntos de medición con sus respectivas coordenadas finales y valores expresados en dB(A)</i>	<i>77</i>
<i>Tabla 6. 1 Cumplimiento de la normatividad nacional e internacional de los niveles de ruido generados por la operación del CEM en torno a la gaza 33.....</i>	<i>86</i>

Índice de Figuras

<i>Figura 1. 1 Propiedades de las ondas sonoras.....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 1. 2 Relación entre presión sonora medida μPa y Nivel de >Presión Acústica medido en dB. Tomado del Manual de Medidas Acústicas y Control del Ruido. Cyril M. Harris.</i>	<i>12</i>
<i>Figura 1. 3 Porcentajes de energía total emitida a la atmósfera</i>	<i>28</i>
<i>Figura 2. 1 Especificaciones de medición por ruido de una carretera. Tomado de la publicación técnica No. 154 del IMT.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 4. 1 Ubicación de la zona de estudio dentro del estado de Cuautitlán Izcalli.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 4. 2 Zona de estudio</i>	<i>59</i>
<i>Figura 4. 3 Delimitación de la zona de estudio y zona de afectación</i>	<i>60</i>
<i>Figura 5. 1 Ubicación de puntos de medición en la zona de estudio</i>	<i>71</i>
<i>Figura 5. 2 Punto de medición georeferenciado (izquierda) y posicionamiento del sonómetro (derecha)</i>	<i>73</i>
<i>Figura 5. 3 Distribución final de los puntos de medición</i>	<i>76</i>
<i>Figura 5. 4 Isófonas de $L_{\min}$ generadas en la hora de mayor impacto por la operación del Circuito Exterior Mexiquense</i>	<i>78</i>
<i>Figura 5. 5 Isófonas de L_{90} generadas en la hora de mayor impacto por la operación del Circuito Exterior Mexiquense</i>	<i>79</i>
<i>Figura 5. 6 Isófonas de L_{50} generadas en la hora de mayor impacto por la operación del Circuito Exterior Mexiquense</i>	<i>80</i>
<i>Figura 5. 7 Isófonas de L_{10} generadas en la hora de mayor impacto por la operación del Circuito Exterior Mexiquense</i>	<i>81</i>
<i>Figura 5. 8 Isófonas de L_{10} generadas en la hora de mayor impacto por la operación del Circuito Exterior Mexiquense</i>	<i>82</i>
<i>Figura 5. 9 Isófonas de L_{eq} generadas en la hora de mayor impacto por la operación del Circuito Exterior Mexiquense</i>	<i>83</i>
<i>Figura 6. 1 Cumplimiento de la normatividad por región.....</i>	<i>87</i>
<i>Figura 6. 2 Cumplimiento de los 35 puntos medidos.....</i>	<i>88</i>

Índice de Gráficas

<i>Gráfica 4. 1 Resultados de la encuesta, pregunta 1</i>	<i>56</i>
<i>Gráfica 4. 2 Resultados de la encuesta, pregunta 2</i>	<i>56</i>
<i>Gráfica 4. 3 Resultados de la encuesta, pregunta 3</i>	<i>57</i>
<i>Gráfica 5. 1 Total de afluencia vehicular durante los meses de Abril, Mayo y Junio del 2012</i>	<i>63</i>
<i>Gráfica 5. 2 Aforo vehicular primera semana de Junio.....</i>	<i>64</i>
<i>Gráfica 5. 3 Aforo vehicular cuarta semana de Junio.</i>	<i>65</i>
<i>Gráfica 5. 4 Distribución de los aforos máximos diarios.....</i>	<i>68</i>
<i>Gráfica 5. 5 Distribución de los aforos totales diarios de Junio</i>	<i>69</i>