

RESUMEN EJECUTIVO

Existe una serie de contaminantes inmateriales que son difíciles de combatir debido a que en la mayoría de veces las personas no están consientes de que son víctimas de sus efectos. Uno de estos contaminantes es el ruido ambiental. (Mena, 1991).

El presente trabajo es una continuación de los estudios realizados en el año 2009 por Francisco Díaz, Francisco Rubianes, Nadia Vásquez y Andrés Izurieta de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK

El objetivo general de este trabajo es: desarrollar un mapa de ruido del Distrito Metropolitano de Quito mediante la recolección de datos actuales y veraces que reflejen la realidad de la ciudad, continuando los monitoreos de los puntos establecidos en los estudios del 2009; para tal efecto se continuó aplicando la metodología para recopilar los datos de campo, luego se tabularon y analizaron los resultados en base a lo que dispone la Ordenanza 213 del Distrito Metropolitano de Quito; se establecieron los factores que influyeron en el ruido ambiental de las zonas monitoreadas; utilizando el Sistema de Información Geográfica se elaboró el mapa de ruido con los datos obtenidos en los monitoreos del 2009 y del 2010.

1. DEFINICIONES:

- 1.1. Contaminación Acústica:** Es la interferencia provoca en las actividades normales que realizamos. Es decir, no es suficiente con la presencia de altos niveles de ruido para que exista contaminación acústica, sino personas expuestas y realizando actividades incompatibles con tales niveles de ruido. (Berglund et al., 1999)
- 1.2. Decibel:** Los decibelios son una unidad de nivel que denota la relación entre dos cantidades que son proporcionales en su potencia. Es adimensional, y se utiliza para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. El decibel es utilizado para describir niveles de presión, de potencia o de intensidad sonora. (Harris, 1995; TULAS)
- 1.3. Ruido:** Se define como cualquier sonido o conjunto de sonidos calificado por quien lo percibe como molesto, desagradable o inesperado. Todo sonido inoportuno es un ruido. (Martin, 1977; CONAMA, 2009)
- 1.4. Sonido:** Alteración física en un medio que puede ser detectada por el oído humano. Es calificado por quien lo percibe como armónico y agradable. (Harris, 1995; Burneo, 2007)

2. **SONÓMETRO:**

El sonómetro es un aparato que mide el nivel de presión sonora ponderado en frecuencia y en tiempo, diseñado para responder al sonido en aproximadamente la misma manera que lo hace el oído humano. La mayoría de estos son de tamaño pequeño, poco peso y funcionan con pilas. Este aparato está conformado por un micrófono, un amplificador, filtros de ponderación y un cuadrante de lectura. (CONAMA, 2009; Harris, 1995; Meisser, 1973).

3. **MAPA DE RUIDO:**

Los mapas de ruido son registros georreferenciados de los niveles sonoros u otra información acústica pertinente, obtenidos en un área geográfica determinada, es decir, es el trazado de planos de curvas isosónicas (curvas de igual intensidad de ruido). Se los puede obtener mediante: mediciones, simulaciones, predicciones o cálculos, o en forma mixta; midiendo algunos valores y calculando otros por extrapolación e interpolación a partir de modelos matemáticos o físicos. (Coral, 2009; Miyara, 2010)

4. **ESTACIONES:**

Para la realización del Mapa de Ruido del Distrito Metropolitano de Quito se establecieron 19 estaciones de monitoreo, las mismas que se encuentran distribuidas a lo largo de la ciudad. Las estaciones correspondientes a este trabajo pertenecen a la Zona Sur del Distrito Metropolitano de Quito y estas son: El Camal, Moran Valverde, Quitumbe y Guamani.

4.1. **El Camal:**

La estación se encuentra en la Av. Adrian Navarro y José Hinostroza. Su tipo de suelo es residencial múltiple. El nivel de tráfico en este punto es medianamente alto. El principal foco de ruido se encuentra en la intersección de la calle Adrián Navarro y Andrés Pérez debido a la afluencia de tráfico

4.2. **Moran Valverde:**

Se encuentra ubicado en la Av. Morán Valverde. Su tipo de suelo es comercial múltiple. En este punto el nivel de tráfico es bastante alto. Los focos de emisión de esta zona eran principalmente los vehículos livianos, buses, busetas, tracto camiones, trole.

4.3. **Quitumbe:**

La estación se encuentra en la Av. Quitumbe Ñan y Cóndor Ñan. Su tipo de suelo es Residencial Múltiple. El nivel de tráfico presente en este sector es alto. El nivel de ruido en la zona se ve influenciado por vehículos livianos, buses, tracto camiones

4.4. Guamani:

Se encuentra ubicado en la Av. Pedro Vicente Maldonado y Leonidas Dublés. Su tipo de suelo es residencial múltiple. El nivel de tráfico en este sector es bastante alto. Los principales focos de ruido en esta zona son los vehículos livianos, buses, tractocamiones.

5. METODOLOGÍA:

5.1. Toma de muestras para Ruido Ambiental:

Para que los datos sean representativos al ruido ambiental de la ciudad, tanto en horas de menor como en mayor tráfico vehicular, se establecen tres horarios de monitoreos:

En la mañana de 6:00 hasta 11:59

En la tarde de 12:00 hasta 17:59

En la noche de 18:00 hasta 24:00

De la misma forma, cada punto debe tener mediciones durante los siete días de la semana, y cada día los tres horarios; procurando recopilar los datos de monitoreo en días laborales y en feriados.

En cada estación se determinó un punto “cero”, a partir del cual parten cuatro ejes de 100 metros de longitud, y que van en dirección a los cuatro puntos cardinales. Cada eje se divide en cuatro cuartiles separados entre sí por 25 metros de longitud, lo que nos da 16 cuartiles en total para cada estación de muestreo.

Los monitoreos se realizaron utilizando un sonómetro Integrador, el cual, antes de comenzar con las tomas de muestras se debe calibrar dentro de sus diferentes funciones. La velocidad de monitoreo debe encontrarse en SLOW, respuesta lenta; filtro A (db A), ambiente abiertos; elegir la unidad Leq, presión Sonora Equivalente; y configurar el tiempo de integración en 1 minuto. El

No hay que olvidar que desde el punto de monitoreo no debe existir interferencias de obstáculos físicos de al menos 3m a la redonda, y que el sonómetro se debe colocar a una altura de 1.5m sobre el nivel del suelo.

5.2. Para medir Velocidades:

Se determinar una distancia de 100 m en cualquiera de los 4 puntos cardinales que se toma la medición de ruido, y con la ayuda de un cronometro se toma el tiempo que demora el vehículo en recorrer los 100 m. Se hace lo mismo con 5 vehículos. Estos datos se los recolectar cada vez que se monitoree el ruido ambiental, es decir, los valores se obtenidos serán de los 7 días de la semana en la mañana, tarde y noche de cada estación de monitoreo.

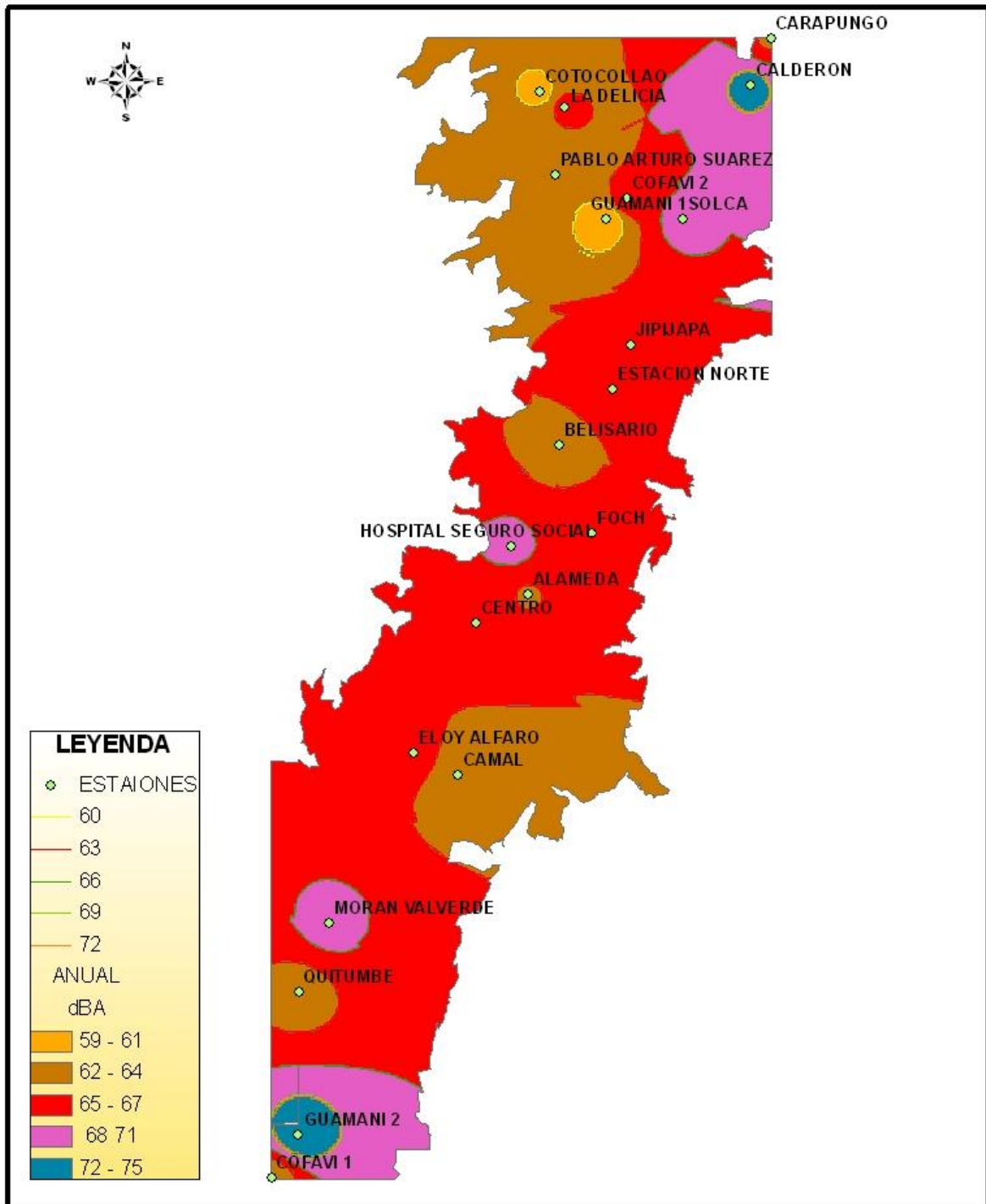
5.3. Para tomar el Número de Carros:

Sobre la misma vía que se midió la velocidad de los vehículos, se debe contar la cantidad de carros livianos y pesados que circulen (motos son considerados livianos) en un lapso de 5min por cronometro, y con la ayuda de un contador se recolecta la

cantidad de vehículos livianos y pesados que pasan por el punto cero. Obtener los datos cada vez que se monitoree el ruido ambiental.

6. MAPA DE RUIDO:

MAPA ANUAL



7. MODELO DE PREDICCIÓN DE TRÁFICO RODADO:

Los modelos propuestos en este trabajo son el modelo de Sánchez y el Modelo de Cortn.

7.1. Sánchez:

El nivel de emisión de referencia LRE se calcula a 25 metros del centro de la calzada. La ecuación del modelo de emisión es el siguiente:

$$LRE = 35,1 + 10 \cdot \log(Q_1 + 8 \cdot Q_p) + C_{vel} + C_{pav} \quad (dBA)$$

Donde:

Q_1 = flujo de vehículos ligeros por hora

Q_p = flujo de vehículos pesados por hora

C_{vel} = corrección por velocidad de circulación de los diferentes vehículos.

En la Tabla 1 se presentan las correcciones por velocidad que se deben tomar en cuenta:

Velocidad (km / h)	C_{vel} (dBA)
<50	0
60	1
70	2
80	3
90	4

En la siguiente tabla se muestra la corrección por pavimento, en donde se considera el tipo de calzada presente y su influencia en los niveles de emisión de la fuente:

Tipo de Pavimento	C_{pav} (dBA)
Asfalto liso	-0,5
Asfalto rugoso	0
Hormigón	1,5
Adoquinado	4

(Álvarez. et al, 2008)

7.1.1. Cortn:

En este modelo, el índice descriptor del nivel sonoro es el percentil L_{10} a 1 hora.

$$L_{básico} = 42,2 + 10 \cdot \log(Q_1) + C_{vel} + C_{low} \quad (dBA)$$

Donde:

Q_1 = Número de vehículos ligeros por hora.

La corrección para otra velocidad y tráfico compuesto viene dada por:

$$C_{vst} = 33 \cdot \log\left(V + 40 + \frac{500}{V}\right) + 10 \cdot \log\left(1 + 5 \cdot \frac{P}{V}\right) - 68,8$$

Donde:

V = velocidad del flujo de tráfico en km/h.

P = proporción de vehículos pesados en %.

Este modelo adiciona un ajuste al considerar un flujo de vehículos bajo y distancia pequeña entre la fuente y el receptor. Se califica como flujo bajo al inferior a 200 vehículos por hora.

$$C_{low} = -16,6 \cdot \log\left(\frac{30}{d'}\right) \cdot \log^2\left(\frac{Q_1}{200}\right)$$

Donde:

d' es la distancia directa desde la fuente al receptor.

(Álvarez. et al, 2008; Arana. Et al, 2000)

8. **CONCLUSIONES:**

- γ Se puede concluir que los niveles de ruido en la zona sur de Quito son considerablemente altos, y que en ninguna de las estaciones monitoreadas se cumple con lo establecido en la Normativa Ecuatoriana; las principales fuentes de ruido en esta zona son los vehículos livianos, buses, tracto camiones, uso excesivo del claxon, por los habitantes y personas que circulaban por las zonas monitoreadas. Además, estos niveles de ruido pueden traer consecuencias de salud a la población quiteña, siendo alguno de ellos ya evidentes, como la creciente irritabilidad y el aumento de estrés en los ciudadanos.
- γ Como se pudo observar en el mapa quimestral, la estación de Guamani es la estación más ruidosa de la ciudad de Quito, alcanzando valores máximos de hasta 76 dBA, siendo su principal fuente de ruido la circulación constante de vehículos livianos y pesados.
- γ La estación de Quitumbe presenta niveles de ruido con un máximo de 67,9 dBA, siendo su principal fuente de ruido la circulación de vehículos livianos, trole y buses provinciales e interprovinciales.
- γ Como se mencionó, el uso de suelo de la estación Moran Valverde es comercial mixta, debido a la existencia de la fábrica EDESA. Sin embargo, se puede concluir que los niveles de ruido en este sector es principalmente influenciado por la circulación de vehículos pesados y livianos, dando como valor mínimo monitoreado en la zona 69,4 dBA; mientras que el ruido de fondo tomado en esta

estación fue de 53,9 dBA, considerando que la fábrica estaba en constante funcionamiento a la hora que se tomó dicha medición.

γ En la estación el Camal, el valor máximo monitoreado fue de 66,3 dBA, siendo las principales fuentes de ruido la circulación de vehículos livianos, circulación de las personas y ladridos de perros. Por otro lado, hay que considerar la existencia del Hospital de la zona, que a pesar de que se encuentra en el lado menos ruidoso de la estación, el ruido de los alrededores influye en el nivel de ruido necesario para la tranquilidad requerido por los pacientes.

γ Los valores de fondo medido en cada estación son inferiores a los valores obtenidos durante los monitoreos en los diferentes horarios.

En la estación El Camal el promedio de valor de fondo obtenido fue de 45,5 dB A, siendo 45 dB A el máximo establecidos por la normativa para el horario de la noche. Esta diferencia se da debido a que el punto cero de la estación se encuentra cerca al Hospital Municipal Materno Infantil San José de Sur, por lo que existe movimiento de personas y vehículos livianos.

En la Morán Valverde el valor de fondo medido fue de 53,9 dB A, siendo el máximo permisible para la noche 55 dB A. A pesar de que cumple con la norma ambiental, el valor obtenido es elevado y cercano al límite permisible, esto se debe al funcionamiento del Trole durante las 24 horas en esta estación, habiendo así gran afluencia de personas; sin olvidar el funcionamiento de la fábrica localizada cerca de la estación monitoreada.

En la estación Quitumbe el nivel de fondo obtenido fue de 46,8 dB A, dicho valor sobrepasa los 45 dB A establecidos por la normativa para el horario de la noche. Esto se debe a la circulación de vehículos, en su mayoría livianos.

En Guamani el valor de fondo medido es de 58,9 sobrepasando el límite permisible de 45 dB A en la noche. El principal motivo para que se exceda la ley en esta estación es por la circulación de vehículos livianos y pesados, como buses interprovinciales, tracto camiones, volquetas.

γ Las velocidades medidas en el campo no sobrepasan los 50 km/h en todas las estaciones. En El Camal este efecto se da debido a que es una zona por donde circula bastante gente. En las estaciones Moran Valverde, Quitumbe y Guamani la causa de las bajas velocidades es por la existencia de un semáforo al inicio de los 100 m y por una elevada densidad del tráfico.

γ Las estaciones de El Camal, y Guamani al ser zonas residenciales mixtas el ruido ambiental se ve influenciado por otras fuentes de ruido como ladridos de perros, circulación de la gente, distribuidores de gases, uso excesivo de pito y comerciantes de la zona; mientras que en la Moran Valverde y en Quitumbe una fuente adicional de ruido, que genera variaciones mínimas en las mediciones, es la circulación de la gente por la zona monitoreada.

- γ La metodología utilizada en los monitoreos fue la correcta, debido a que al tomar 5 mediciones en cada punto de la estación pasando 5 minutos se pudo obtener valores representativos, ya que algunas veces se obtenían mediciones cuando la afluencia de tráfico era considerable lo que subía las mediciones y otras veces no circulaban autos o su número era mínimo.

- γ De los modelos de predicción de tráfico rodado desarrollados en el presente trabajo, se puede concluir que el más idóneo a ser utilizado y el que mejor se adapta a las condiciones del Distrito Metropolitano es el Modelo de Cortn ya que presenta porcentajes de error inferiores a los de Sánchez.

- γ En la estación El Camal los niveles de presión sonora calculados mediante los modelos de Sánchez y Cortn son inferiores a los valores obtenidos en los monitoreos con el sonómetro, y presentan porcentaje de errores de 6,9 y 1,2 respectivamente.
En la estación Moran Valverde los valores obtenidos mediante el modelo de Sánchez son inferiores a los obtenidos por los monitoreos presentando un porcentaje de error de 3,3; mientras que los valores calculados con el modelo de Cortn son superiores a los valores obtenidos durante los monitoreos, con un porcentaje de error de 2,21
En la estación Quitumbe se repite el mismo efecto de la estación Moran Valverde obteniendo porcentajes de error de 3,8 para Sánchez y de 1,9 para Cortn.
En la estación Guamani los valores obtenidos mediante los modelos son inferiores, en ambos casos, a los valores medidos con el sonómetro en el campo; presentando errores de 10,8 para Sánchez y 5,7 para Cortn.

- γ En las estaciones Guamani y El Camal los modelos de Sánchez y Cortn presentan valores inferiores a los obtenidos durante el quimestre de monitoreo debido a que las fuentes adicionales de ruido en estas zonas son constantes y de gran influencia en el ruido ambiental.
En las estaciones de Quitumbe y Morán Valverde el modelo de Cortn, que se ajusta más a la realidad de la ciudad, presenta valores superiores a los monitoereados durante el quimestre debido a la presencia de un número elevado de vehículos pesados y livianos en esta zona, considerando que la circulación de los vehículos en ambas estaciones es la fuente principal y más influyente en el ruido ambiental.