

## 1 RESUMEN EJECUTIVO

Observando la problemática que se encuentra inmersa la capital del Ecuador, respecto al ruido ambiental y la pobre información disponible, un grupo de cuatro investigadores universitarios, tomo cartas en el asunto dispuestos a mejorar la situación; decidieron realizar el monitoreo de ruido ambiental durante 5 meses en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), con el afán de seguir una línea de información constante a través de los años, que den una idea clara, precisa y actual del contaminante, determinando los puntos con mayor concentración de ruido, logrando obtener una representación gráfica de la problemática y así llegar a las posibles soluciones. El DMQ fue sectorizado en cuatro zonas, siendo la zona Centro Norte la correspondiente para esta investigación.

La información ha sido tabulada, comparada y agrupada junto con otras investigaciones del mismo lineamiento, realizadas por estudiantes de la Universidad Internacional SEK de la Facultad de Ciencias Ambientales en el año 2009. Así los resultados fueron: interpretados, procesados y presentados de forma gráfica, en tablas, y mapas de ruido ambiental, para un mejor entendimiento del lector.

Actualmente la utilización de modelos matemáticos es de mucha ayuda para observar los comportamientos de los aspectos estudiados. Este estudio no podría ser la excepción, por lo que se aplicó modelos matemáticos de dos autores, en función del ruido vehicular que transita por la zona monitoreada, los cuales ayudaron a corroborar la información de campo y precisar la veracidad de los valores teóricos para su aplicación en la ciudad.

## 2 DEFINICIONES:

### 2.1 MEDIO AMBIENTE

“Es el conjunto de elementos físicos, químicos, biológicos y de factores sociales capaces de causar efectos directos o indirectos, a corto o a largo plazo, sobre los seres

vivientes y las actividades humanas” (Definición dada por el Comité Internacional de la Lengua Francesa en la Conferencia de Estocolmo) (*Tarrio, 1993*).

## 2.2 SONIDO

El sonido es un tipo de onda que se propaga únicamente en presencia de un medio que haga de soporte de la perturbación.

La intensidad del sonido percibido, está relacionada con la intensidad de la onda sonora correspondiente, también llamada intensidad acústica (*Harris, 1977*).

## 2.3 NIVEL DE PRESIÓN SONORA CONTINUO EQUIVALENTE (NPSeq)

“Es aquel nivel de presión sonora constante, expresado en decibelios A [dB(A)], que en el mismo intervalo de tiempo, contiene la misma energía total que el ruido medido” (*Coral, 2009*).

## 2.4 RUIDO

Se considera al ruido como un sonido no deseado que puede afectar en forma negativa la salud y el bienestar de individuos o poblaciones.

El sonido es, desde el punto de vista físico, una alteración mecánica que se propaga en forma de movimientos ondulatorios a través del aire y de otros medios elásticos o mecánicos como el agua o el acero.

Un ruido total asociado con un determinado entorno se denomina RUIDO AMBIENTAL (*Harris, 1977*).

## 2.5 SONÓMETRO

Es un instrumento de medida que sirve para determinar niveles de presión sonora o el nivel de ruido que existe en un determinado lugar y en un momento dado. La unidad con la que trabaja el sonómetro es el decibelio.

### 3 ESTACIONES DE MONITOREO

Las estaciones elegidas para este trabajo son una herencia de las investigaciones realizadas en el año 2009 por estudiantes de la UISEK. Siendo agrupadas a conveniencia de los actuales investigadores, se procederá a detallar algunos factores que pueden afectar en la cantidad de ruido ambiental como importantes referencias para la ubicación de la estación.

#### 3.1 ESTACIÓN SOLCA

Se encuentra en las calles: Gral. Eloy Alfaro y De Los Pinos.

Posee un tipo de suelo: EQUIPAMIENTO Y PROTECCIÓN

Límite máximo permisible día: 45 dB(A)

Límite máximo permisible noche: 35 dB(A)

El sector de Solca se ve influenciado por los vehículos de carga pesada. ESTACIÓN

#### 3.2 COFAVI

CALLES: AV. Galo Plaza Lasso y Nicolás Orteta.

Tipo de uso del suelo: ZONA RESIDENCIAL MULTIPLE

Límite máximo permisible día: 55 dB(A)

Límite máximo permisible noche: 45 dB(A)

#### 3.3 ESTACIÓN JIPIJAPA

CALLES: AV. RÍO COCA E ISLA GENOVESA

Tipo de uso del suelo: ZONA RESIDENCIAL MULTIPLE

Límite máximo permisible día: 55 dB(A)

Límite máximo permisible noche: 45 dB(A)

Nivel de tráfico: Alto tráfico liviano, especialmente en horas pico sobre la Av. Río Coca, circulación de buses con baja frecuencia entre unidades.

#### 3.4 ESTACIÓN NORTE

CALLES: AV. AMAZONAS Y ALFONSO PEREIRA

Tipo de uso del suelo: ZONA COMERCIAL

Límite máximo permisible día: 60 dB(A)

Límite máximo permisible noche: 50 dB(A)

Nivel de tráfico: Alta, con gran cantidad de vehículos sobre la principal (Av. Amazonas) y la transversal (Alfonso Pereira). Gran circulación de buses sobre la principal.

### **3.5 ESTACIÓN BELISARIO**

CALLES: Calle Rumipamba y Manuela Sáenz

Tipo de uso del suelo: EQUIPAMIENTO Y PROTECCIÓN

Límite máximo permisible día: 45 dB(A)

Límite máximo permisible noche: 35 dB(A)

Nivel de tráfico:

Bajo, con casi nula presencia de vehículos pesados o buses.

## **4 METODOLOGÍA:**

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.

Para medir Velocidades:

Se determinará 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 cronómetro se toma el tiempo que demora el vehículo en recorrer los 100 m. Se hace lo mismo con 5 vehículos. Estos datos se los recolectará cada vez que se monitoree el ruido ambiental, es decir, los valores obtenidos serán de los 7 días de la semana en la mañana, tarde y noche de cada estación de monitoreo.

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 cronómetro, 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.

## 5 MODELO DE PREDICCIÓN DE TRÁFICO RODADO:

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

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 <sub>vel</sub> (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 <sub>pav</sub> (dBA)
Asfalto liso	-0,5
Asfalto rugoso	0
Hormigón	1,5
Adoquinado	4

(Álvarez. et al, 2008)

Cortn:

En este modelo, el índice descriptor del nivel sonoro es el percentil L<sub>10</sub> a 1 hora.

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

Donde:

Q<sub>1</sub> = Número de vehículos ligeros por hora.

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

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

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)

## 6 CONCLUSIONES

La principal fuente de contaminación de ruido ambiental son los vehículos al acelerar y forzar los motores.

Ninguna de las estaciones se encuentra dentro de los parámetros máximos establecidos por la Ordenanza 213 ni el TULAS.

El modelo matemático de Cortn es el que más se adapta a la realidad de la ciudad de Quito.

La estación más ruidosa, de las del sector centro norte, es Solca.

La estación menos ruidosa, de las del sector centro norte, es Belisario.

Comparando los datos de esta investigación respecto a los realizados en el 2009, tenemos una similitud en cada uno de las mediciones variando únicamente en la estación Cofavi donde la diferencia es de 9.3 dB (A), por lo que se puede decir que el ruido en las estaciones estudiados se ha mantenido constante en el lapso de un año.

### 6.1 ESTACIÓN SOLCA

El parentesco de los datos, es por el horario en el que se realizó el monitoreo de la mañana, muy próximo al medio día, horario donde se comenzaba el monitoreo de la tarde.

Solca tiene una gran circulación de vehículos pesados, por lo que el ruido se ve aumentado de una forma drástica al pasar frente al sonómetro.

Se encuentra fuera de los parámetros máximos permisibles por la ley para ruido ambiental en los dos horarios.

El ruido se ve aumentado por la acción que produce el semáforo y las pendientes de las avenidas en los automotores.

La velocidad a la que circulan los automotores, hacen que el ruido aumente notablemente.

La existencia de construcciones con maquinaria pesada en la parte norte de la Av. Eloy Alfaro, produce un incremento al ruido notable.

El tráfico aéreo se vuelve casi imperceptible por la cantidad de ruido ambiental producido especialmente por camiones.

La calidad del pavimento hace que se produzca una mayor cantidad de ruido de lo normal, al pasar de los vehículos.

El ruido de fondo en cada una de las estaciones, no excede la norma, exceptuando Estación Solca, con un excedente de 9 dB (A) sobre el límite dictado por la ley.

## **6.2 ESTACIÓN COFAVI.**

La igualdad de los datos en los tres horarios del día se debe a que la única fuente generadora de ruido importante es la Av. Galo Plaza y el ruido en esta vía es constante en intensidad en casi todo el día variando por pocos decibeles de una hora a otra.

La calle transversal Nicolás Orteta, en el transcurso del día, casi no posee flujo vehicular, siendo casi una constante.

La gran afluencia de gente a pie y en vehículos a los distintos establecimientos de la estación, son los principales causantes de ruido, especialmente en la parada de buses.

El tráfico aéreo es casi nulo ya que el ruido de los aviones al aterrizar se disipa en las pantallas del aeropuerto y las edificaciones del alrededor, siendo casi imperceptible el sonido del avión.

La calidad de pavimento está en buenas condiciones, pero al ser del tipo rugoso con la fricción que producen los carros, especialmente a altas velocidades, aumenta el ruido.

El ruido de fondo, no excede la norma.

## **6.3 ESTACIÓN JIPIJAPA.**

La concentración de automotores livianos en horas pico hacen que los niveles de ruido aumenten.

La cantidad de semáforos en el sector provocan que los vehículos realicen más esfuerzo incrementando el ruido.

La existencia de tráfico aéreo es notoria, ya que los aviones pasan sobre el sector para llegar al aeropuerto, esto provoca un incremento en los dB.

Los niveles de pendiente son nulos o casi nulos, ayudando a que el ruido no incremente.



Las condiciones del pavimento son muy buenas, pero al ser de tipo rugoso, el ruido se ve incrementado con la velocidad de los vehículos.

El sector a parte de los vehículos pose más focos de emisión de ruido, estos afectan principalmente al ruido de fondo.

Al ser una zona residencial, la presencia de mascotas es notable, las mismas que causan mayor cantidad de ruido que un carro pasando sobre la vía.

El ruido de fondo, no excede la norma.

#### **6.4 ESTACIÓN NORTE**

El tráfico es el principal foco de contaminación de ruido.

El sobre vuelo de los aviones incrementa en ruido en la estación.

Los negocios y oficinas presentes provocan que exista una gran cantidad de gente caminando, la misma que provoca incrementos en el ruido.

Los fines de semana, especialmente en la noche, se ve incrementado el flujo vehicular por los centros de diversión que se encuentran en el sector, a los cuales se dirigen grupos considerables de automóviles.

Las condiciones del pavimento son muy buenas, pero al ser de tipo rugoso, el ruido se ve incrementado con la velocidad de los vehículos.

El ruido de fondo, no excede la norma.

#### **6.5 ESTACIÓN BELISARIO**

Es una zona residencial donde su mayor fuente de ruido es la avenida América.

Los comercios ambulantes como el gas, la compran-venta de chatarra e incluso el recolector de basura así como los pocos vehículos que pasan, son los principales focos directos de ruido.

La presencia de mascotas en el sector es casi nula por lo que no es una fuente de ruido.

El tráfico aéreo es casi imperceptible.

La pendiente de la vía principal causa el aumento de ruido ambiental de la zona.

El ruido de fondo, no excede la norma.