

## ESTUDIO DEL IMPACTO DEL RUIDO POR TRÁFICO VEHICULAR EN LAS DELEGACIONES Y BARRIOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO: EL CASO DE LA DELEGACIÓN AZCAPOTZALCO

PACS 43.50, 43.50.Lj, 43.50.Qp, 43.50.Rq, 43.50.Sr, 43.55

**Fausto E. Rodríguez Manzo, Elisa Garay Vargas, Laura A. Lancón Rivera**

Laboratorio de Análisis y Diseño Acústico, Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, División de Ciencias y Artes para el Diseño, Departamento de Procesos y Técnicas. Av. San Pablo 180 Edificio S 1º piso, Col. Reynosa Tamaulipas, CP 02200, Azcapotzalco, México, Distrito Federal. Teléfono (52) (55) 5318 9181, ladac@correo.azc.uam.mx

### ABSTRACT

This study is a detailed exploration of the various districts and neighborhoods which make up the metropolis and was derived from the first noise map developed for the Mexico City Metropolitan Area. This paper studies the area of Azcapotzalco district – a very traditional neighborhood located in the north of the city. This analysis pursues a detailed approach to studying the impact of road traffic noise by including data such as land use, sensitive urban facilities and the population affected.

### RESUMEN

Derivado del Primer Mapa de Ruido de la Zona Metropolitana del Valle de México (PMRZM), se ha llevado a cabo una exploración detallada de los diversos distritos y barrios que conforman la metrópoli, incluyendo datos como el uso del suelo, el equipamiento urbano sensible y la población afectada. Este tipo de análisis, persigue un conocimiento mucho más efectivo del impacto del ruido por tráfico vehicular en la población de una zona determinada de la ciudad de México, en este caso se trata de Azcapotzalco, un barrio muy tradicional, situado al norte de la ciudad.

### INTRODUCCIÓN

A partir de la realización del Primer Mapa de Ruido para la Zona Metropolitana del Valle de México (PMRZM), el grupo del Laboratorio de Análisis y Diseño Acústico (LADAc) de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco (UAM-A) de la Ciudad de México, detectó la necesidad de crear instrumentos que incluyeran mayor información acerca del impacto real que los niveles de ruido por tráfico vehicular ejercen sobre distintos aspectos como son: la población, los usos del suelo y el equipamiento urbano sensible, así como la necesidad de obtener información para un mayor detalle que refleje situaciones reales a nivel de distritos.

Este trabajo se enfoca al área de la Delegación Azcapotzalco, una de las 16 que conforman el Distrito Federal y que se ubica al norte del mismo (Figura 1). Este distrito de importancia histórica, cultural, social y económica tiene una población de más de 400,000 habitantes e incluye una de las zonas industriales con mayor actividad del Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

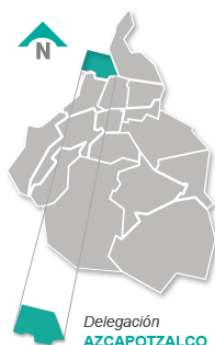


Figura 1. Ubicación de la Delegación Azcapotzalco.  
(<http://www.df.gob.mx/index.php/delegaciones/78-delegaciones/69-azcapotzalco>)

## ASPECTOS URBANOS DE LA DELEGACIÓN AZCAPOTZALCO

### Antecedentes Históricos

Azcapotzalco (del Náhuatl *Azcatl*: hormiga, *Potzalli*: montículo y *Co*: hormiguero) literalmente *en el hormiguero*, se remonta a la época prehispánica donde el pueblo de los Tepanecas se ubicó desde 1428 hasta la llegada de los españoles. Posteriormente se estableció ahí la orden de los Dominicos, los cuales ubicaron sus templos sobre los centros ceremoniales de esta cultura, de tal forma que existen una infinidad de capillas dentro del territorio de la delegación. Por otro lado un dato histórico relevante es que en el atrio del actual Ex Convento Dominicó y Parroquia de los Santos Apóstoles Felipe y Santiago en el Centro Histórico de Azcapotzalco, se llevó a cabo la última batalla de la independencia de México en 1821 [1].



Figura 2. Municipalidad de Azcapotzalco de 1899.  
([w2.siap.sagarpa.gob.mx/mapoteca/](http://w2.siap.sagarpa.gob.mx/mapoteca/))

Con estos antecedentes se puede entender que el centro histórico de esta localidad reviste de una importancia primordial para los pobladores del mismo, siendo este un centro de reunión significativo desde el punto de vista social, comercial y cultural. Alrededor de él se ubican todavía, según la Secretaría de Desarrollo y Vivienda (SEDUVI) [2], 14 pueblos, 11 barrios tradicionales y 62 colonias. El desarrollo urbano moderno la alcanzó a principios del siglo XX con el trazo de la Avenida Centenario, hoy Avenida Azcapotzalco, que conectaba al pueblo de Tacuba con la municipalidad de Azcapotzalco, esta vialidad estaba pavimentada, con iluminación eléctrica y posteriormente por ella circulaban tranvías. En el mapa de la Figura 2 se observan los pueblos mencionados anteriormente, así como el camino en línea recta que los unía y las múltiples vías férreas que para aquel entonces ahí existían.

Para el año de 1929 se crean las primeras industrias en la colonia Vallejo, base del desarrollo industrial futuro de la Delegación, a finales de los años 30 se instala la Refinería “18 de Marzo”, después de la expropiación petrolera de 1938, y en 1944 se establece la zona industrial de Vallejo, la estación de ferrocarriles de carga de Pantaco y el rastro de Ferrería (matadero), encontrándose actualmente éste último ya en desuso. En 1974 se estableció la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, uno de los centros educativos de mayor importancia de la ciudad.

### Situación Actual

El área de la Delegación Azcapotzalco es de 33.4 km<sup>2</sup>, de la cual más de 7 km<sup>2</sup> corresponden a uso de suelo industrial que representa más de la quinta parte del territorio de la delegación y el 40% del suelo industrial del Distrito Federal. El área destinada a equipamiento urbano es de más de 5 km<sup>2</sup> (15.5 %), el área habitacional de más de 14 km<sup>2</sup> (42.12 %), el área de espacios abiertos casi 1 km<sup>2</sup> (2.9 %) y áreas con usos mixtos casi 6 km<sup>2</sup> (17.78 %) [3]. En la Figura 3 se observa la traza de la delegación y las diferentes zonas en las que se divide.

Debido a la importancia que la zona industrial de la delegación de Azcapotzalco representa para un sector de la población trabajadora de la ZMVM, ésta se ha convertido en uno de los principales destinos de la movilidad de la población hacia la zona norte del Distrito Federal. Aunado a ello, también se suman espacios de equipamiento a nivel de la metrópoli como la ya mencionada Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, el Hospital General de la Raza y la Terminal “El Rosario” del Sistema Colectivo Metro.

El sistema vial (Figura 4) que se organiza en la Delegación Azcapotzalco se conforma por un conjunto de ejes viales en el sentido oriente-poniente que son los ejes 5 Norte (Deportivo Reynosa), 4 Norte (Azcapotzalco La Villa), 3 Norte (Calzada Camarones), 2 Norte (Eulalia Guzmán) y de norte-sur el eje 1 Poniente (Calzada Vallejo), además de avenidas principales como son: Av. Ceylan, Av. Granjas, Tezozomoc, Las Armas, Av. 5 de Mayo, Heliopolis y Cuitlahuac, y una vía de acceso controlado, Aquiles Serdán-Parque Vía, que atraviesa la delegación del sur al norponiente. Este conjunto de vialidades suman una extensión aproximada de 100 km.



Figura 3. Delegación Azcapotzalco en la actualidad. ([www.googlemaps.com](http://www.googlemaps.com))



Figura 4. Vialidades principales en la Delegación Azcapotzalco.

## EL MAPA DE RUIDO DE LA DELEGACIÓN AZCAPOTZALCO

Partiendo del PMRZM, se ha iniciado una actualización del mismo por delegaciones, generando así mapas específicos para cada una de ellas. Al mapa de la Delegación Azcapotzalco se le integró información adicional a las vialidades, además de los usos de suelo con el equipamiento y servicios incluidos, y la población. De esta forma se obtiene un mayor detalle del impacto del ruido sobre la población y la afectación en áreas sensibles.

### Actualización de vialidades

Con objeto de complementar la información existente proveniente del PMRZM se realizó un levantamiento detallado de los semáforos y pasos a desnivel de las vialidades principales, ejes viales y de acceso controlado. El total de elementos nuevos que se integraron es de 146 semáforos y seis pasos a desnivel (Figura 5).

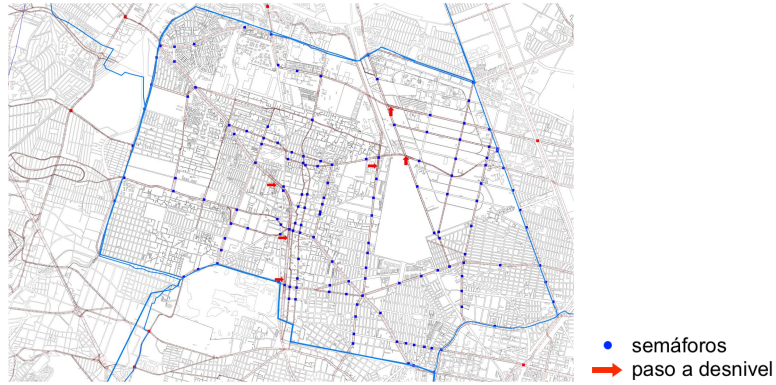


Figura 5. Integración de semáforos y pasos a desnivel.

### Integración de datos de población

La población de Azcapotzalco en el censo de 2010, según el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) [4] es de 414,711 habitantes. Como primer paso se generó un mapa de densidad de población, integrado por los datos del censo antes mencionado, para cada edificio/manzana en un total de 4,300 bloques aproximadamente. El mapa de la Figura 6 muestra la concentración de los habitantes en la delegación, donde los colores más saturados sobrepasan los 45 habitantes por edificio/manzana, los colores con saturación intermedia oscilan entre 15 y 44 habitantes por edificio/manzana y los colores menos saturados muestran una densidad de menos de 15 habitantes por edificio/manzana. Los puntos de mayor saturación corresponde a unidades habitacionales o multifamiliares en su mayoría, ya que mas del 40% de la población de Azcapotzalco vive en este tipo de complejos [3].

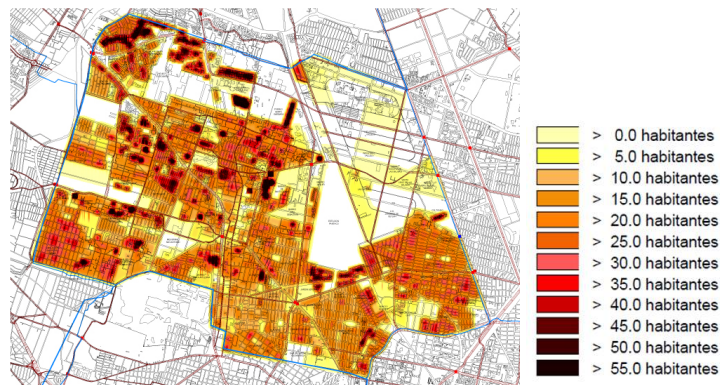


Figura 6. Densidad de población de la Delegación Azcapotzalco

### Integración de usos del suelo

El mapa de ruido se complementó con los usos del suelo que se obtuvieron de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda (SEDUVI) [2], es decir, se trata de información proveniente de un plan de desarrollo a la que se le incluyó el equipamiento y los servicios que posteriormente sirvieron para realizar la evaluación de edificios en todas las zonas conforme a los niveles máximos recomendables. En la Figura 7 se muestran los usos del suelo para la Delegación Azcapotzalco.

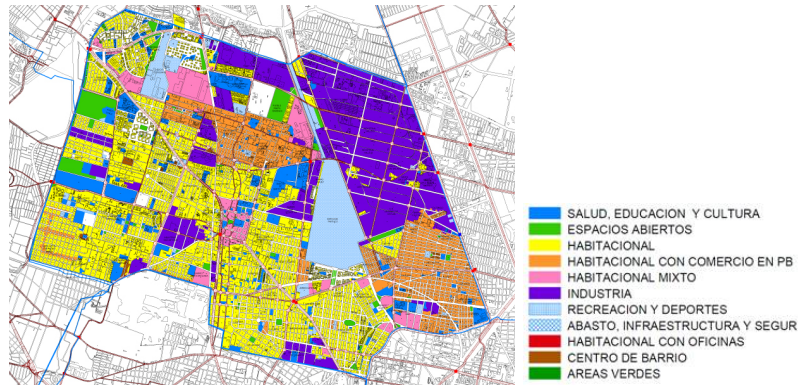


Figura 7. Usos de suelo de la Delegación Azcapotzalco.

## CÁLCULO DEL MAPA DE RUIDO DE LA DELEGACIÓN AZCAPOTZALCO

Una vez integrada toda la información mostrada anteriormente, se realizó el cálculo del mapa de ruido con puntos de medición en una retícula de 10 x 10 m, siguiendo el criterio utilizado en el PMRZM, generando así una buena resolución para el análisis de la delegación.

En una comparación entre los mapas de ruido obtenidos para la Delegación Azcapotzalco, el primero proveniente del PMRZM y el segundo actualizado con la información antes mencionada, muestra a simple vista que las diferencias no son significativas, sin embargo en un acercamiento, estos resultados gráficos revelan que el impacto de penetración del ruido es distinto, debido a la información agregada de semáforos y pasos a desnivel. En las siguientes imágenes Figura 8 y 9 se muestra el mapa de ruido anterior y el actualizado, y en las imágenes de las Figuras 10 y 11, se despliega un acercamiento en un cruce de vialidades donde se agregaron semáforos y pasos a desnivel.

Es importante destacar que las diferencias aunque mínimas, cuando se hace un estudio de los niveles de ruido que impactan directamente en las fachadas de los edificios adyacentes a las vialidades, las pequeñas diferencias resaltan en el caso de los edificios cercanos a los semáforos, donde el ruido se incrementa.

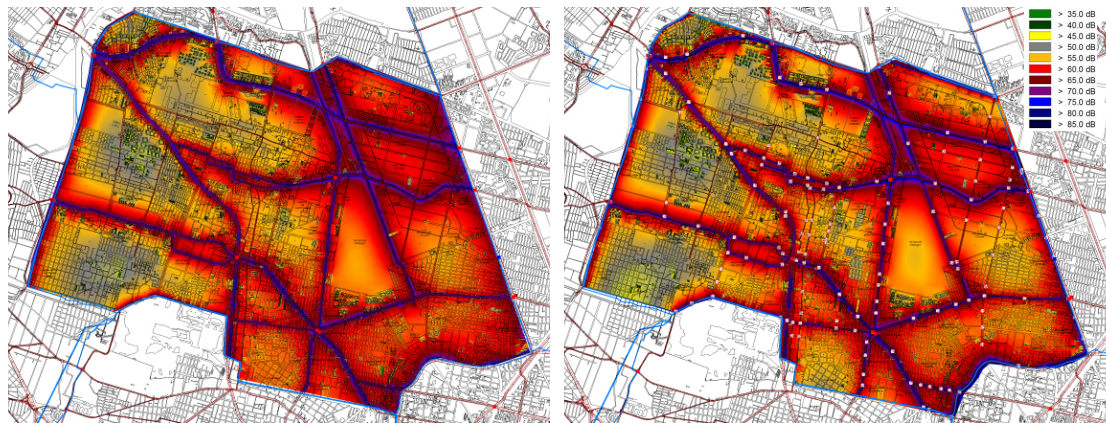


Figura 8. Mapa de ruido anterior.

Figura 9. Mapa de ruido actualizado.

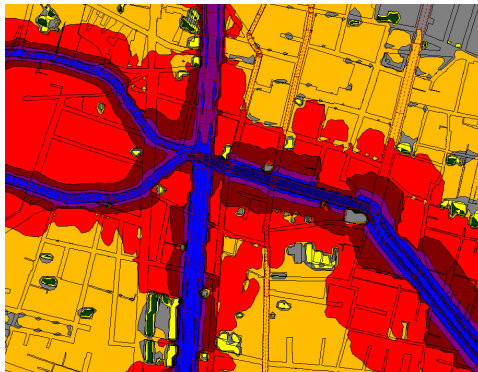


Figura 10. Cruce de vialidades en el mapa de ruido anterior.

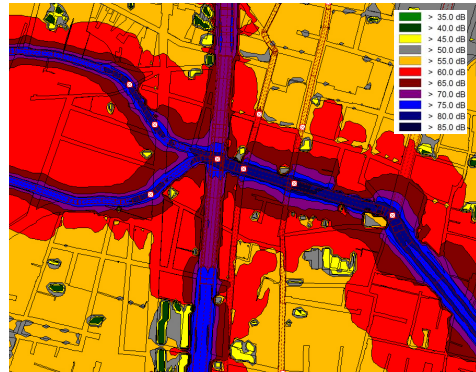


Figura 11. Cruce de vialidades en el mapa de ruido actual.

Como parte del análisis del mapa de ruido de la Delegación Azcapotzalco, se llevó a cabo el cálculo de la población potencialmente afectada por ruido del tráfico vehicular, aunque al tratarse de un análisis de niveles sonoros diurnos, teóricamente la población podría no estar presente en sus viviendas.

Para el cálculo de la población afectada se utilizó el método VBEB, integrado al software utilizado para este propósito, ya que se trata de una zona urbana que no tiene edificios altos, pero cuenta con una alta densidad de construcción. Aunado a esto este método no sobreestima los valores cuando se utilizan solamente las vialidades principales [5], como es el caso. Brambilla [6] menciona que el método es más adecuado cuando se tiene un mayor detalle de los datos de población y para este estudio se asignó a cada una de las manzanas/edificio el número de habitantes correspondiente al censo de 2010.

Los resultados que se obtuvieron de este cálculo se presentan en la Tabla 1 y la Figura 12, donde se muestran los totales de población afectada y el porcentaje con respecto al total de la Delegación de Azcapotzalco.

dBA	Población	%
<50	82,234	19.83
50-55	142,996	34.48
55-60	108,562	26.18
60-65	40,211	9.70
65-70	16,097	3.88
70-75	9,710	2.34
>75	14,901	3.59

Tabla 1. Población afectada por ruido de tráfico vehicular.

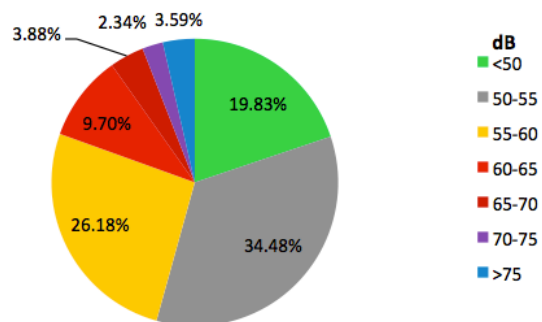


Figura 12. Porcentaje de población afectada por ruido del tráfico vehicular.

Al analizar la tabla se observa que existe casi un 6% de la población de Azcapotzalco que está potencialmente expuesta a más de 70 dBA, esto es: 24,611 habitantes. De acuerdo a lo especificado por la WG-AEN [7], esta población se encuentra en una situación en donde el ambiente sonoro los perturba y cuyos efectos en la salud a mediano y largo plazo son significativos. El 3.88% de la población se encuentra en una situación de ruido que los molesta (65-70 dBA), el 9.70% se encuentra en un ambiente con niveles de ruido altos (60-65 dBA), el 26.18% se encuentra en un ambiente tolerable (55-60 dBA) y el resto de la población que representa un 54.31% del total se encuentra en un ambiente aceptable en donde el ruido no es considerado intrusivo.

También se realizó un análisis del equipamiento urbano sensible al ruido, como el caso de los hospitales, clínicas, escuelas, museos, casas culturales, bibliotecas y templos. A partir de una evaluación de los edificios y en relación al nivel máximo de ruido recomendable de acuerdo al uso del suelo que ocupan, se determinó cuales tenían mayores niveles de ruido en sus fachadas y por lo tanto una afectación a la población dentro de ellos.

Para clasificar los edificios antes mencionados, éstos se dividieron en tres grupos: salud, educación y cultura. Por el carácter de ellos, los niveles sonoros recomendables se equipararon con los espacios de tranquilidad, que según Singh [8] son de 50 dBA en el día y 40 en la noche. En la Tabla 2 se muestra el número total de los edificios para cada tipo de equipamiento y el número de edificios afectados, así como el porcentaje que representan con respecto al total de todos los edificios. Se agrega además un gráfico que muestra lo aquí expuesto (Figura 13).

Equipamiento – Áreas sensibles	Nivel máximo recomendable (dBA)	Niveles de ruido encontrados (dBA)	Total de edificios	Edificios afectados	% sobre el total
Salud	día – noche 50 – 40	min – max 59 – 88	123	64	34.97
Educación			14	8	4.37
Cultura			46	19	10.38
<b>Total</b>			<b>183</b>	<b>91</b>	<b>49.73</b>

Tabla 2. Edificios afectados por ruido de tráfico vehicular.

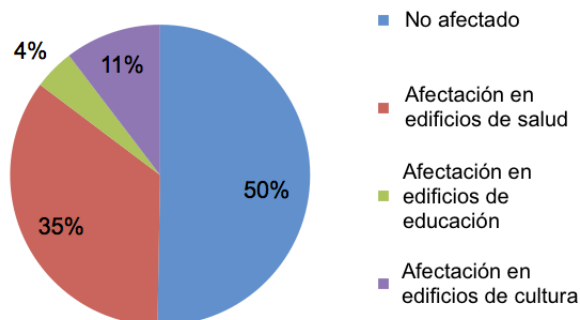


Figura 13. Gráfica resumen de la afectación por ruido en edificios sensibles.

El resultado de este análisis mostró que el 50% del equipamiento urbano de este tipo de la delegación se encuentra afectado por ruido con niveles que oscilan entre los 59 y 88 dBA. Hay que tomar en cuenta que solamente se modelaron y calcularon vialidades principales, así que muchos de los edificios que se encuentran sobre vialidades secundarias no reflejan una afectación en este análisis.

## CONCLUSIONES

Se ha iniciado un programa para un diagnóstico detallado del problema de ruido por tráfico vehicular en la Ciudad de México a partir del análisis de las 16 delegaciones del Distrito Federal. La primera fase se ha centrado en la Delegación Azcapotzalco donde en una primera etapa se ingresaron los datos de población, semáforos, pasos a desnivel y usos de suelo de la delegación, con los cuales se realizó el cálculo del mapa de ruido de esta demarcación, todavía basado en el impacto que las vialidades primarias, las de acceso controlado y los ejes viales tienen. La población afectada se evaluó por medio del método de VBEB y además se revisaron los edificios sensibles al ruido pertenecientes a equipamiento de salud, educación y cultura.

Aunque se contó con datos de población, la cual se relaciona con los usos del suelo habitacional, ésta debe considerarse relativa, ya que el impacto sonoro corresponde al periodo diurno, cuando la población está fuera de sus viviendas. Los resultados del análisis VBEB muestran que el 6% de la población de la Delegación Azcapotzalco se encuentra expuesta a niveles sonoros altos. También se encontró que la afectación en el equipamiento sensible al

ruido es muy alta, siendo que el 50% de los edificios de salud, educación y cultura presentan niveles de ruido de más de 59 dBA. En resumen se considera que la delegación Azcapotzalco se encuentra expuesta al ruido por tráfico vehicular proveniente de sus vialidades principales, pero los datos arrojados requieren complementarse para conocer el impacto de todas las fuentes de ruido por tráfico vehicular significativas, no obtenidas ni modeladas aún.

La información que los mapas de ruido a nivel delegación brindan, requiere de una mayor resolución en términos de ir cubriendo con más detalle cada una de las zonas de las mismas, y uno de los aspectos importantes es considerar todas las vialidades que realmente impactan en las zonas y que generalmente en los mapas de las metrópolis no aparecen completas.

Cuando hablamos de población afectada por ruido por tráfico vehicular, la referencia es hacia grandes áreas tomando en cuenta aquella población que presumiblemente se ve impactada por este fenómeno, sin embargo, el ciudadano común cuando revisa este tipo de información no la relaciona con su entorno inmediato y el ruido como se sabe impacta directamente a las personas.

Este análisis ha mostrado que incorporando una mayor cantidad de datos es posible obtener resultados más significativos, pero estos se siguen quedando en un nivel de información accesible solo a autoridades y especialistas. Las personas requieren de información que esté más relacionada con su realidad cotidiana, por ello es importante que se considere la realización de mapas de ruido a menor escala con fuentes de ruido locales como los comercios, los vehículos, los vecinos, las tradiciones y las construcciones, entre otros.

La Ciudad de México cuenta ya con un primer mapa de ruido, se están generando también mapas a nivel de delegaciones y aquí se ha presentado el de Azcapotzalco, que de su análisis ha evidenciado la necesidad de que se haga un estudio detallado para cada una de ellas, ya que el ruido ambiental proveniente del tráfico vehicular está impactando de forma importante.

Como colofón es importante insistir que todo este esfuerzo no debe quedarse solamente en el nivel especializado, sino que debe ser de la mayor utilidad posible tanto para las autoridades, como para los especialistas y para la población en general. Es en este sentido que el grupo de trabajo involucrado está ahora dirigiendo sus esfuerzos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- [1] Delegación Azcapotzalco – [www.azcapotzalco.df.gob.mx](http://www.azcapotzalco.df.gob.mx)
- [2] Secretaría de Desarrollo y Vivienda (SEDUVI) – [www.seduvi.gob.mx](http://www.seduvi.gob.mx)
- [3] [www.azcapotzalco.df.gob.mx/pagina\\_azcapo/informacion/publico/transparencia/pdf/pdd.pdf](http://www.azcapotzalco.df.gob.mx/pagina_azcapo/informacion/publico/transparencia/pdf/pdd.pdf)
- [4] [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)
- [5] “Science for Environment Policy”, European Commission DG Environment News Alert Service, edited by SCU, The University of the West of England, Bristol.  
[http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/index_en.htm)
- [6] Brambilla, G., Noise Mapping in the EU, CRC Press, Taylor & Francis Group, Estados Unidos.
- [7] WG-AEN, 2008. Presenting Noise Mapping Information to the Public, A Position Paper of the European Environment Agency Working Group on the Assessment of Exposure to Noise.
- [8] Singh, Narendra y Davar, S.C. Noise Pollution Sources, Effects and Control, J. Hum. Ecol., 16(3), 2004.