



## NIVEL DE RUIDO EN LA CIUDAD DE PANAMÁ

Villarreal, Y.<sup>1</sup>, Castillo, M. de los A.<sup>2</sup>, Muñoz, A.<sup>1</sup>, Toral, J.<sup>1</sup>, Flores, E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Física, FCNET, Universidad de Panamá.

<sup>2</sup> Planeta Panamá Consultores.

### RESUMEN

En este trabajo se estudian los niveles sonoros en un sector del área urbana de la Ciudad de Panamá (5,0 km<sup>2</sup>), que concentra gran cantidad de centros hospitalarios, educativos, habitacionales y religiosos. Se midieron los niveles sonoros y sus frecuencias en 100 puntos durante un año. Además, se realizaron encuestas a los transeúntes para determinar su percepción sobre el ruido. Se pudo comprobar que el área de estudio está expuesto desde las 7:00 de la mañana hasta las 9:00 de la noche, durante todo el año, a un valor promedio de 74 dBA.

### PALABRAS CLAVES

Contaminación, acústica, ruido, nivel sonoro, frecuencia, Ciudad de Panamá.

### INTRODUCCIÓN

El ruido es el contaminante más común, y puede definirse como el conjunto de fenómenos vibratorios aéreos, percibidos e integrados por el sistema auditivo, que provocan en el ser humano, bajo ciertas condiciones, una reacción de rechazo en forma de molestia, fatiga o lesión [1]. En un sentido más amplio, ruido es todo sonido percibido no deseado por el receptor [2].

En general, el campo de audición del hombre está comprendido entre 20 Hz y 20 000 Hz. Cada frecuencia tiene su propio umbral de audición. El umbral del dolor o nivel sonoro cuya intensidad produce dolor esta alrededor de los 120 dBA [3].

En la Unión Europea se ha estimado una pérdida anual del 0,2% del producto interno bruto en cada uno de los países que la conforman, que debido a las consecuencias del ruido (enfermedades, tardanzas y ausencias de los trabajadores, baja eficiencia, etc.) [4]. Si proyectamos, conservadoramente, esta estimación a Panamá, estaríamos perdiendo anualmente cerca de 10 millones de balboas.

Este estudio busca determinar los principales focos de ruido en un sector de la Ciudad de Panamá, para así elaborar un mapa de isolíneas de intensidad acústica. Además, se determinan las frecuencias típicas de los ruidos más intensos. A través de una encuesta se indaga sobre la percepción y molestias que sienten los transeúntes a consecuencia del ruido. Por último, se presentan recomendaciones para disminuir los niveles de contaminación acústica en la ciudad de Panamá.

## **MÉTODO EXPERIMENTAL**

Para este estudio se escogió una de las áreas de alta concentración de hospitales, escuelas, edificios de apartamentos e iglesias de la Ciudad de Panamá. En este sector se seleccionaron 100 puntos de medición en forma de rejilla (ver Fig. 1).

### **MEDICIÓN DE NIVELES SONOROS**

Los niveles sonoros se midieron utilizando un sonómetro portátil marca Radio Shack Cat N° 33-2055, con filtro de atenuación A y respuesta lenta. Las medidas se realizaron en tres horarios del día: 6:00 a.m. – 7:00 a.m. (mañana), 12:00m – 1:00 p.m. (tarde) y de 9:00 p.m. – 10:00 p.m. (noche), en los 100 puntos seleccionados. El tiempo de medición fue de 3 minutos en cada ocasión, obteniéndose el valor promedio, el valor máximo y el valor mínimo del nivel sonoro.

El protocolo de medición se hizo utilizando la normativa internacional de la Organización Mundial de la Salud (O.M.S.). El trabajo experimental, se dividió en tres partes: medición de los niveles sonoros, medición de las frecuencias y aplicación de la encuesta.

La información recopilada se superpuso sobre el mapa del área en estudio; y mediante el método de interpolación de alta resolución (kriging) se generaron las isolíneas de nivel sonoro, utilizando el programa Surfer 7.



Se escogieron cuatro lugares estratégicamente ubicados en las principales avenidas. Ellos fueron: el Hospital de la Caja de Seguro Social Dr. Arnulfo Arias Madrid (H.C.S.S.), la Iglesia del Carmen, el Centro Médico Nacional y el Hospital del Niño. En cada uno de estos lugares se midieron, en un día en particular, los niveles sonoros durante 24 horas. Además, en los 7 días de la semana de la que forma parte el día seleccionado, se midieron los niveles sonoros en la mañana, la tarde y la noche.

En el punto ubicado en los predios del Hospital de la Caja del Seguro Social se midieron los niveles sonoros una vez al mes, en el transcurso de doce meses, durante la mañana, la tarde y la noche, para así tener una referencia de las variaciones del ruido durante un año.

#### **MEDICIÓN DE FRECUENCIA**

Los espectros de frecuencia se midieron utilizando un programa especializado denominado Spectra Plus, instalado en una computadora portátil con un micrófono. Se seleccionaron 25 puntos de medición, en el área de estudio. Las medidas se realizaron en tres momentos del día (mañana, tarde y noche), con una duración de tres minutos cada una.

#### **ENCUESTA REALIZADA A LOS TRANSEÚNTES DEL ÁREA DE ESTUDIO**

Se aplicaron 300 encuestas a los transeúntes del área de estudio. Estas encuestas fueron distribuidas de tal manera que tres de ellas estuvieran en las cercanías de cada uno de los 100 puntos seleccionados. Los datos fueron analizados estadísticamente, para tener una cuantificación de las molestias.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **NIVEL SONORO**

En el Hospital de la Caja del Seguro Social, el día 21 de junio de 2001, se determinó que los valores más altos del nivel sonoro estaban comprendidos entre 6:00 horas y las 21:00 horas. Mientras que sus niveles más bajos estaban entre las 22:00 horas y las 5:00 horas. El nivel sonoro día-noche o nivel sonoro equivalente a 24 horas fue de 78 dBA (Fig. 2). Los resultados obtenidos en la semana del 18 al 24 de junio, y las pruebas estadísticas (ANOVA) realizadas, revelan que no hay diferencias significativas en el comportamiento de los niveles sonoros

en los siete días de la semana (Fig. 3). De igual forma, las pruebas estadísticas realizadas a los resultados obtenidos durante el año de estudio revelan que los niveles sonoros se mantienen prácticamente sin cambios significativos durante todo el año (Fig. 4). En términos generales, podemos señalar que este lugar está expuesto durante todo el año, desde las 6:00 de la mañana hasta las 10:00 de la noche, a un promedio 78 dBA.

En la Iglesia del Carmen, el día 21 de septiembre de 2001, se determinó que los valores más altos del nivel sonoro estaban comprendidos entre las 7:00 horas y las 24 horas. En tanto que sus valores más bajos estaban entre las 1:00 horas y las 5:00 horas. El nivel sonoro día-noche fue de 76 dBA. Las mediciones realizadas durante la semana del 17 al 23 de septiembre, y las pruebas estadísticas realizadas, revelan que no hay diferencias significativas en el comportamiento de los niveles sonoros en los siete días de la semana.

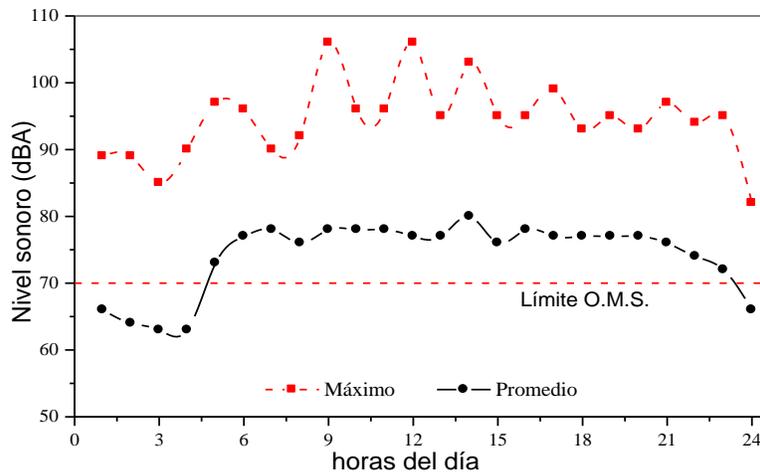


Fig. 2 Nivel sonoro en la H.C.S.S., el 21 junio de 2001.

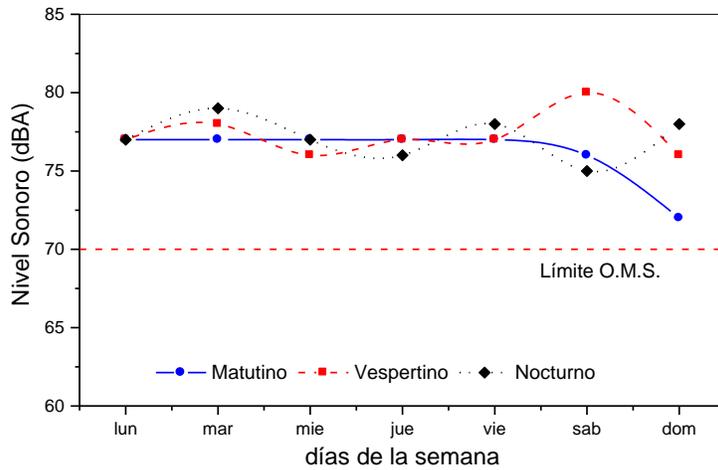


Fig. 3. Niveles sonoros en el H.C.S.S., semana del 18 al 24 del junio de 2001.

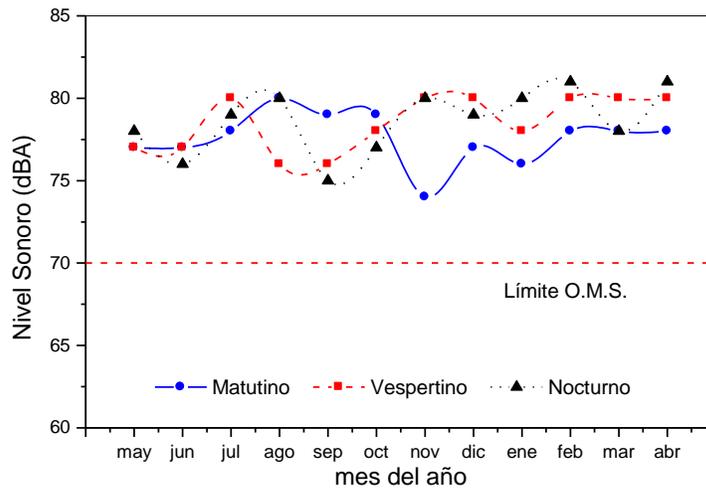


Fig. 4. Niveles sonoros en el H.C.S.S., un año (mayo 2001 - abril 2002).

En el Hospital del Niño, el día 22 de abril de 2002, se determinó que los valores más altos del nivel sonoro estaban comprendidos entre las 6:00 horas y las 21 horas. Mientras que sus niveles más bajos estaban entre las 22:00 horas y las 5:00 horas. El nivel sonoro día-noche fue

de 74 dBA. Los resultados obtenidos en la semana del 22 al 28 de abril, y las pruebas estadísticas, revelan que hay un significativo aumento del nivel sonoro en horas de la tarde durante la semana.

En el Centro Médico Nacional, el día 10 de diciembre de 2001, se determinó que los valores más altos del nivel sonoro estaban comprendidos entre las 7:00 horas y las 19:00 horas. En tanto que los niveles más bajos estaban entre las 20:00 horas y las 6:00 horas. El nivel sonoro día-noche fue de 72 dBA. Las mediciones realizadas durante la semana del 10 al 16 de diciembre, y las pruebas estadística, revelan que no hay variaciones significativas en el nivel sonoro durante los días de esta semana.

En la figura 1 se muestran las isolíneas de nivel sonoro, en horas de la tarde, superpuestas al mapa del área de estudio. En las Figuras 5, 6 y 7 se presentan los mapas de superficie de los niveles sonoros promedios del área de estudio en la Ciudad de Panamá. Para el origen de coordenadas se escogió el puente vehicular ubicado entre la vía Transístmica y la vía Ricardo J. Alfaro, y las unidades están en metros. En la mañana, el nivel sonoro promedio más alto (88 dBA) se registra en la entrada principal de la Universidad de Panamá. El segundo lugar de mayor nivel sonoro promedio en este periodo del día se detectó en la Calle 44 Oeste (Templo Hossana), correspondiendo a 81 dBA.

El nivel sonoro promedio mínimo, en horas de la mañana, se registró en la Calle 44 Este (Templo Talmud Torah Har Sina), correspondiendo a 54 dBA, seguido de 55 dBA en la Calle Juan A. Duque (predios del edificio Torre la Cresta).

En el horario comprendido entre las 12:00 y 13:00 horas, el nivel sonoro promedio máximo (85 dBA) fue captado en la Vía España (los predios del edificio del IFARHU), ver Figuras 1 y 6. El segundo lugar de mayor nivel sonoro promedio fue de 81 dBA, en la entrada principal de la Universidad de Panamá.

El nivel sonoro promedio mínimo, en horas del mediodía, se captó en la Avenida 4ª. Sur (Colegio Nacional de Abogados), correspondiendo a 60 dBA, seguido de 62 dBA en la Calle 43 Este (Funeraria la Auxiliadora).

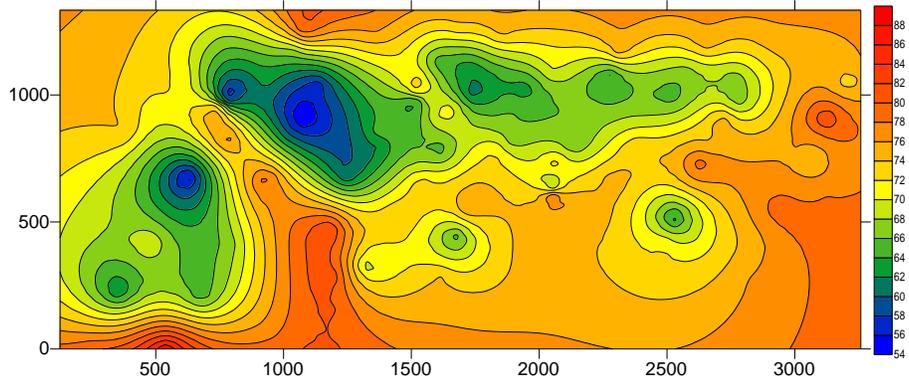


Fig. 5. Niveles sonoros promedios medidos durante la mañana.

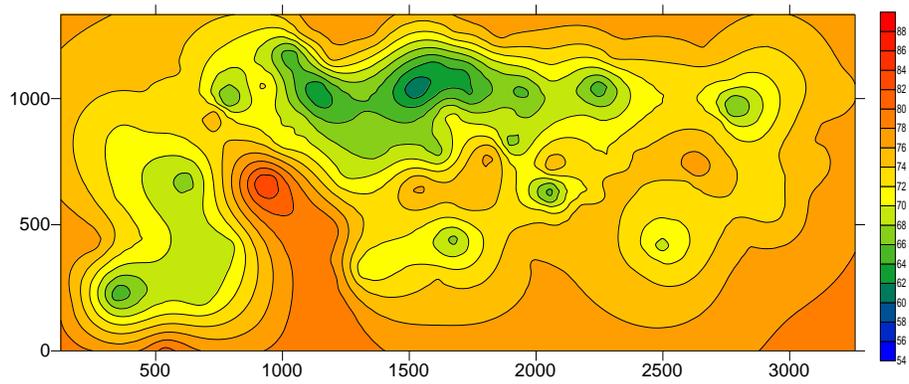


Fig. 6. Niveles sonoros promedios medidos durante la tarde.

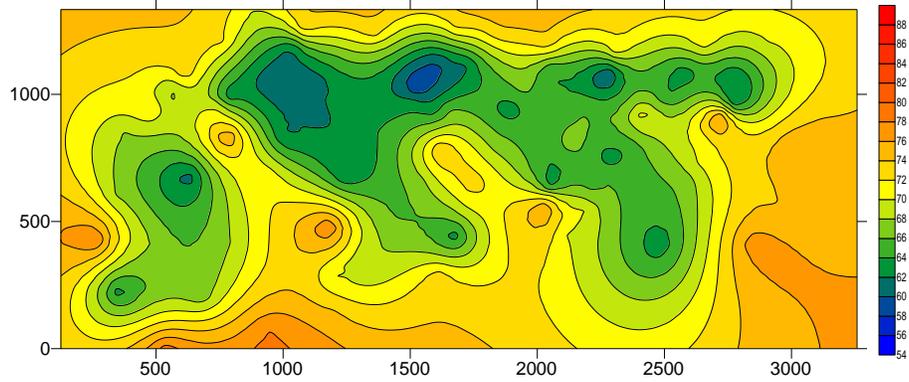


Fig. 7. Niveles sonoros promedios medidos durante la noche.

Entre las 9:00 p.m. y las 10:00 p.m., el nivel sonoro promedio más alto (79 dBA) fue captado en la entrada principal de la Universidad de Panamá. Mientras que el segundo nivel sonoro más alto fue captado en la Calle 44 Oeste (Templo Hossana), correspondiendo a 78 dBA.

El nivel sonoro promedio mínimo, en horas de la noche, se captó en la Avenida 4<sup>a</sup>. Sur (Colegio Nacional de Abogados), correspondiendo a 58 dBA. El segundo nivel sonoro más bajo fue medido en la Avenida 5<sup>a</sup>. Sur (detrás de la Embajada de E.U.A.), correspondiendo a 60 dBA.

#### FRECUENCIAS DEL RUIDO

De los resultados de la medición de las frecuencias en los 25 puntos dentro del área de estudio, en los tres momentos del día, se obtuvieron los valores de frecuencia que corresponden a los picos de mayor nivel sonoro. A través de un análisis estadístico de varianza, se determinó que no hay diferencias significativas entre las frecuencias sonoras asociados a los picos de mayor nivel, captados durante la mañana, la tarde y la noche. El valor más bajo de frecuencia asociado a los picos de nivel sonoro fue de 54 Hz, mientras que el valor más alto de frecuencia fue de 226 Hz. El valor promedio de las frecuencias asociadas a los picos de nivel sonoro más elevados, medidas en todos los puntos durante los tres periodos del día, fue de 83 Hz.

#### ENCUESTA

Se realizó la encuesta a una población de 300 transeúntes del área de estudio. La edad de los encuestados se distribuye de la siguiente manera: menos de 20 años 18 %, entre 20 y 39 años 40 %, entre 40 y 60 años 29 % y mayores de 60 años 13 %.

El 44 % de las personas encuestadas señalan que uno de los ruidos más molestos es ocasionado por el tráfico rodado (troneras, bocinas, alarmas, etc.). El 25% lo atribuye a equipos de sonido y televisión. Un 13%, lo relaciona con reparaciones de calles y construcciones, pero igualmente consideran esto necesario. Las personas que sienten molestias por el ruido proveniente de cantinas y bares representan el 8 %. El 7 % señalaron sentir molestias por el ruido ocasionado por los vendedores ambulantes. El 2% expresaron que les molesta los camiones recolectores de basura y el 1% de los encuestados les molesta los gritos y llantos de los niños.

Para el 41% de los encuestados, la intensidad sonora se hace más molesta de las 12:00 horas hasta 18:00 horas. El 19 % asegura sentir más molestias de las 6:00 horas hasta 12:00 horas. El 13 % de los transeúntes manifestaron sentir mayor molestia sonora de las 18:00 horas hasta las 24:00 horas. Por otro lado, sólo el 10 % de los encuestados manifestaron mayores molestias de las 24:00 horas a las 6:00 horas. Mientras que el 13 % expresó percibir ruidos no deseados durante todo el día.

Del total de los encuestados, sólo un 4 % expresó no sentir ningún tipo de molestia por el ruido existente. No está demás recordar que a partir de exposiciones a niveles de 80 dBA aparece la fatiga auditiva, ocasionando una disminución de la agudeza auditiva, y lo que hace creer al individuo que se ha habituado al ruido [1].

El 16 % de las personas encuestadas manifestaron tener familiares con problemas de salud debido al ruido, mientras que un 5 % no están seguras. En otro sentido, el 34 % de los encuestados manifestaron desconocer los daños que causa el ruido a la salud. Por último, el 65 % piensan que es una pérdida de tiempo el presentar quejas por algo que no se les va a prestar atención.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Los niveles sonoros promedios de mayor valor se midieron de 6:00 a 7:00 de la mañana en los predios de la Universidad de Panamá, correspondiendo a 88 dBA. Los niveles sonoros promedios de menor valor se midieron, durante este mismo horario, en los alrededores del Templo Talmud Rorah Har Sina, siendo este valor de 54 dBA.

Los niveles sonoros medidos en la parada de autobuses del Hospital de la Caja de Seguro Social durante el año de estudio se mantuvieron en términos promedio en 78 dBA, nivel sonoro que rebasa las normativa de la Organización Mundial de Salud que recomienda 70 dBA como nivel máximo para el tráfico [4].

En términos promedios, el área de estudio de la Ciudad de Panamá está expuesta desde las 7:00 de la mañana hasta las 9:00 de la noche a 74 dBA; situación ésta que pone de manifiesto el alto grado de contaminación por ruido al que estamos sometidos. Durante las horas

del medio día se tienen los mayores niveles, mientras que en la noche el valor promedio de los niveles sonoros son los más bajos.

Los Centros Educativos, Religiosos y de Salud existentes en el área de estudio están expuestos a elevados niveles de contaminación sonora durante los siete días de la semana, situación que afecta la concentración, salud y el normal desenvolvimiento de las personas que allí se encuentran rutinariamente.

La evolución de los niveles sonoros, el rango de las frecuencias medidas (83 Hz está en el rango de frecuencia del ruido de las ciudades) y la encuesta realizada indican que la mayor fuente de ruido y molestia es debido al tránsito rodante [5].

Se hace necesario revisar los reglamentos actuales concernientes a la contaminación acústica, para ajustarlos de acuerdo a las normas internacionales en beneficio de la comunidad [6]. Se debe instruir y concienciar a la población, en especial a la niñez y juventud, sobre los efectos que causa el ruido a la salud.

Se deben evaluar los centros educativos, hospitalarios y de trabajo con el fin de mantenerlos, en la medida de lo posible, dentro de los márgenes permitidos para los niveles sonoros. Es obligante exigir a los propietarios de automóviles, autobuses y camiones, el mantenimiento que asegure el buen estado de sus componentes mecánicos. De igual forma, es necesario regular el tiempo de activación de las alarmas sonoras contra robo en automóviles, viviendas y comercios.

En función que el tránsito rodante es la mayor fuente de ruido en nuestras calles, una de las formas de reducir la población de automóviles, y así disminuir la contaminación acústica y del aire, y a la vez mejorar la eficiencia y comodidad del transporte público, es la construcción de un tren subterráneo.

Como comentario final de este trabajo, deseamos señalar que el Reglamento Técnico del Ministerio de Comercio e Industria de Panamá, DGNTI-Copanit 44-2000 (Higiene y Seguridad en Ambientes de Trabajo donde se Genere Ruido), nos parece extremadamente flexible. Por ejemplo, señala que un trabajador puede estar expuesto a 100 dBA una hora al día, durante 220 días al año.

## **ABSTRACT**

This paper studies the sound levels in a sector of the urban area of the city of Panama (5,0 km<sup>2</sup>), where a great number of hospitals, educational facilities, residential and religious centers are concentrated. The sound levels and their frequencies were measured at 100 points during one year. Surveys were also conducted with pedestrians in order to determine their noise perception. We were able to verify that the area under study is exposed during the entire year to an average value of 74 dBA from 7:00 in the morning to 9:00 at night.

## **KEYWORDS**

Contamination, acoustics, noise, sound level, frequency, City of Panama.

## **REFERENCIAS**

Querol, I.N. (1994). Manual De Mesurament I Avaluació del sorroll. Generalitat de Catalunya, Departament de Medi Ambient, Barcelona.

Sociedad Española de Acústica (1990). El ruido en la Ciudad, Gestión y Control, Madrid.

Harris, C.M. (1995). Manual de Medidas Acústicas y Control del Ruido. Editorial McGraw Hill, Madrid.

Recuero, M. (2000). Ingeniería Acústica. Editorial Paraninfo, México.

Berglund, B., T. Lindvall & D. Schwela. (2000). "Guidelines for Community Noise". Organización Mundial de la Salud.

Castillo, M. de los A. (1997). Propuesta de Política de Control de Ruido Ambiental para Países de Grado Medio de Desarrollo Industrial: Aplicación a Panamá. Tesis de Maestría, Universidad Politécnica de Catalunya. España.

Reglamento Técnico DGNTI-Copanit 44-2000 Higiene y Seguridad en Ambientes de Trabajo donde se Genere Ruido. Gaceta Oficial N° 24,163. Panamá.

*Recibido abril del 2003, aceptado mayo del 2003.*