

GUÍAS PARA EL RUIDO URBANO

Editado por

Birgitta Berglund
Thomas Lindvall
Dietrich H Schwela

Este documento de la OMS sobre *Guías para el ruido urbano* es el resultado de la reunión del grupo de trabajo de expertos llevada a cabo en Londres, Reino Unido, en abril de 1999. Se basa en el documento “*Community Noise*”, preparado para la Organización Mundial de la Salud y publicado en 1995 por la Stockholm University y el Karolinska Institute.

La traducción ha sido realizada en el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, OPS/CEPIS



Organización Mundial de la Salud, Ginebra
Cluster of Sustainable Development and Healthy Environment (SDE)
Department of the Protection of the Human Environment (PHE)
Occupational and Environment Health (OEH)

Prólogo

El ruido siempre ha sido un problema ambiental importante para el ser humano. En la antigua Roma, existían normas para controlar el ruido emitido por las ruedas de hierro de los vagones que golpeaban las piedras del pavimento y perturbaban el sueño y molestaban a los romanos. En algunas ciudades de Europa medieval no se permitía usar carruajes ni cabalgar durante la noche para asegurar el reposo de la población. Sin embargo, los problemas de ruido del pasado no se comparan con los de la sociedad moderna. Un gran número de autos transitan regularmente por nuestras ciudades y campos. Los camiones de carga pesada con motores *diesel* sin silenciadores adecuados circulan en ciudades y carreteras día y noche. Las aeronaves y trenes también contribuyen al ruido ambiental. En la industria, la maquinaria emite altos niveles de ruido y los centros de esparcimiento y juegos perturban la tranquilidad.

En comparación con otros contaminantes, el control del ruido ambiental se ha limitado por la falta de conocimiento de sus efectos sobre los seres humanos, la escasa información sobre la relación dosis-respuesta y la falta de criterios definidos. Si bien se considera que la contaminación acústica es principalmente un problema de "lujo" en los países desarrollados, no se puede pasar por alto que la exposición es a menudo mayor en los países en desarrollo debido a la deficiente planificación y construcción de los edificios. Los efectos del ruido y sus consecuencias de largo plazo sobre la salud se están generalizando. Por ello, es esencial tomar acciones para limitar y controlar la exposición al ruido ambiental. Esas acciones deben estar respaldadas por una adecuada evaluación científica de los datos disponibles sobre los efectos del ruido, en particular, la relación dosis-respuesta. Esa relación constituye la base del proceso de evaluación y gestión de riesgos.

La dimensión del problema del ruido es amplia. En la Unión Europea, alrededor de 40% de la población están expuestos al ruido del tránsito con un nivel equivalente de presión sonora que excede 55 dB(A) en el día y 20% están expuestos a más de 65 dB(A). Si se considera la exposición total al ruido del tránsito, se puede calcular que aproximadamente la mitad de los europeos vive en zonas de gran contaminación sonora. Más de 30% de la población están expuestos durante la noche a niveles de presión sonora que exceden 55 dB(A) y que les trastornan el sueño. El problema también es grave en ciudades de países en desarrollo y se debe principalmente al tránsito. Las carreteras más transitadas registran niveles de presión sonora de 75 a 80 dB(A) durante las 24 horas.

El objetivo de la OMS al preparar estas guías es consolidar el conocimiento científico sobre las consecuencias del ruido urbano en la salud y orientar a las autoridades y profesionales de salud ambiental que tratan de proteger a la población de los efectos del ruido en ambientes no industriales. En una publicación de la serie *Criterios de Salud Ambiental* se brindó orientación acerca de los efectos sobre la salud de la exposición al ruido ambiental, se evaluaron sus riesgos y se establecieron valores guía. El tema del control del ruido y protección de la salud se abordó brevemente.

En una reunión del grupo de trabajo de la WHO/EURO en Düsseldorf, Alemania, en 1992, se revisaron los criterios y valores guía para la salud y se actualizaron las guías por consenso. Los resultados esenciales de las deliberaciones del grupo de trabajo fueron publicados por la Stockholm University y el Karolinska Institute en 1995. En la reunión del grupo de trabajo de expertos convocada en abril de 1999 en Londres, Reino Unido, se ampliaron las guías para el ruido urbano

para que tuvieran una mayor cobertura y aplicación y se abordaron los aspectos de evaluación y control del ruido en mayor detalle. Este documento es el resultado de las deliberaciones consensuales del grupo de trabajo de expertos de la OMS.

Dr. Richard Helmer
Director, Department of Protection of the Human Environment
Cluster Sustainable Development and Healthy Environment

Prefacio

El ruido urbano (también denominado ruido ambiental, ruido residencial o ruido doméstico) se define como el ruido emitido por todas las fuentes a excepción de las áreas industriales. Las fuentes principales del ruido urbano son el tránsito automotor, ferroviario y aéreo, la construcción y obras públicas y el vecindario. Las principales fuentes de ruido en interiores son los sistemas de ventilación, máquinas de oficina, artefactos domésticos y vecinos. El ruido característico del vecindario proviene de locales, tales como restaurantes, cafeterías, discotecas, etc.; música en vivo o grabada; competencias deportivas (deportes motorizados), áreas de juegos, estacionamientos y animales domésticos, como el ladrido de los perros. Muchos países han reglamentado el ruido urbano del tránsito de aviones y autos, maquinaria de construcción y plantas industriales a través de normas de emisión y reglamentos para las propiedades acústicas de los edificios. Pero pocos países tienen reglamentos para el ruido urbano del vecindario, probablemente debido a la falta de métodos para definirlo y medirlo y la dificultad de controlarlo. En las grandes ciudades de todo el mundo, la población está cada vez más expuesta al ruido urbano debido a las fuentes mencionadas y sus efectos sobre la salud se consideran un problema cada vez más importante. Los efectos específicos que se deben considerar para establecer guías para el ruido urbano son la interferencia con la comunicación, pérdida de audición, trastorno del sueño, problemas cardiovasculares y psicofisiológicos, reducción del rendimiento, molestia y efectos sobre el comportamiento social.

Desde 1980, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha abordado el problema del ruido urbano. Las guías para el ruido urbano relacionadas con la salud pueden servir de base para preparar normas teniendo como referencia el manejo del ruido. Los aspectos claves del manejo del ruido incluyen las opciones para reducirlo, modelos de predicción y evaluación del control en la fuente, normas de emisión de ruidos para fuentes existentes y planificadas, evaluación de la exposición al ruido y las pruebas de cumplimiento de la exposición al ruido con las normas de emisión. En 1992, la Oficina Regional de la OMS para Europa convocó a una reunión del grupo de trabajo que estableció guías para el ruido urbano. En 1995, el Karolinska Institute de Estocolmo emitió una publicación preliminar, a solicitud de la OMS. Esa publicación ha sido la base de las *Guías para el ruido urbano* que se presentan en este documento y que se pueden aplicar en todo el mundo. La OMS convocó a una reunión del grupo de trabajo de expertos para concluir las guías en marzo de 1999 en Londres, Reino Unido.

Las *Guías para el ruido urbano* se prepararon como una respuesta práctica a la necesidad de tomar acción frente al ruido urbano así como a la necesidad de mejorar la legislación, manejo y orientación en el nivel nacional y regional. La OMS espera que se generalice el uso de estas guías; por ello, se realizarán esfuerzos continuos para mejorar su contenido y estructura. Es importante que los usuarios de las *Guías* contribuyan con sugerencias y experiencias propias. Sírvase enviar sus observaciones y sugerencias sobre las *Guías para el ruido urbano* – Documento guía al *Department of the Protection of the Human Environment, Occupational and Environmental Health*, Organización Mundial de la Salud, Ginebra, Suiza (Fax: + 41 22-791 4123, correo electrónico: schwelad@who.int).

Reconocimientos

La Organización Mundial de la Salud agradece a todos aquellos que contribuyeron en la preparación de las *Guías para el ruido urbano*. El grupo internacional y multidisciplinario de colaboradores y revisores de las Guías se detalla en la “Lista de participantes” en el anexo 6. Se reconoce especialmente a los presidentes y a los expertos de la reunión del grupo de trabajo de la OMS realizada en Londres, Reino Unido, en marzo de 1999. Al profesor Thomas Lindvall, presidente de la reunión, a la profesora Birgitta Berglund, al Dr. John Bradley y al profesor Gerd Jansen, quienes presidieron los tres grupos de trabajo. Se agradece también a las personas que proporcionaron los antecedentes y que contribuyeron al éxito de la reunión de expertos de la OMS.

Profesora Birgitta Berglund, Stockholm University, Estocolmo, Suecia,
Bernard F. Berry, National Physical Laboratory, Teddington, Middlesex, Reino Unido,
Dr. Hans Bögli, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Berna, Suiza;
Dr. John S. Bradley, National Research Council Canada, Ottawa, Canadá;
Dr. Ming Chen, Fujian Provincial Hospital, República Popular China;
Lawrence S. Finegold, Air Force Research Laboratory, AFRL/HECA, Wright-Patterson AFB, OH, Estados Unidos;
Sr. Dominique Francois, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Dinamarca;
Profesor Guillermo L. Fuchs, Córdoba, Argentina;
Sr. Etienne Grond, Messina, Sudáfrica;
Profesor Andrew Hede, University of the Sunshine Coast, Maroochydore South, Qld., Australia;
Profesor Gerd Jansen, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Alemania;
Dr. Michinori Kabuto, National Institute for Environmental Studies, Tsukuba, Ibaraki, Japón;
Profesor Thomas Lindvall, National Institute of Environmental Medicine and Karolinska Institute, Estocolmo, Suecia;
Dra. Amanda Niskar, CDC/NCEH, Atlanta, Georgia, Estados Unidos;
Dr. Sudhakar B. Ogale, Medical College y KEM Hospital Parel, Mumbai, India;
Sra. Willy Passchier-Vermeer, TNO Prevention and Health, Leiden, Países Bajos;
Dr. Dieter Schwela, Organización Mundial de la Salud, Ginebra 27, Suiza;
Dr. Michinki So, Nihon University, Tokio, Japón;
Profesora Shirley Thompson, University of South Carolina, Columbia, Estados Unidos;
Max Thorne, National Environmental Noise Service, Rotorua, Nueva Zelanda;
Frits van den Berg, Science Shop for Physics University of Groningen, Groninga, Países Bajos;
Profesor Peter Williams, Director MARC, King’s College, Londres, Reino Unido;
Profesor Shabih Haider Zaidi, Dow Medical College, Karachi, Paquistán;

Se agradece especialmente al Ministerio del Medio Ambiente de Alemania, que financió la reunión del grupo de trabajo de expertos de la OMS en Londres, Reino Unido, en marzo de 1999 para elaborar las *Guías para el ruido urbano*

Resumen ejecutivo

1. Introducción

El ruido urbano (también denominado ruido ambiental, ruido residencial o ruido doméstico) se define como el ruido emitido por todas las fuentes a excepción de las áreas industriales. Las fuentes principales de ruido urbano son tránsito automotor, ferroviario y aéreo, la construcción y obras públicas y el vecindario. Las principales fuentes de ruido en interiores son los sistemas de ventilación, máquinas de oficina, artefactos domésticos y vecinos.

En la Unión Europea, alrededor de 40% de la población están expuestos al ruido del tránsito con un nivel equivalente de presión sonora que excede 55 dB(A) en el día y 20% están expuestos a más de 65 dB(A). Si se considera la exposición total al ruido del tránsito se puede calcular que aproximadamente la mitad de los europeos vive en zonas de gran contaminación sonora. Más de 30% de la población están expuestos durante la noche a niveles de presión sonora por encima de 55 dB(A), lo que trastorna el sueño. El problema también es grave en ciudades de países en desarrollo y se debe principalmente al tránsito. Las carreteras más transitadas registraron niveles de presión sonora de 75 a 80 dB(A) durante 24 horas.

A diferencia de otros problemas ambientales, la contaminación acústica sigue en aumento y produce un número cada vez mayor de reclamos por parte de la población. Ese incremento no es sostenible debido a las consecuencias adversas, tanto directas como acumulativas, que tiene sobre la salud. También afecta a las generaciones futuras y tiene repercusiones socioculturales, estéticas y económicas.

2. Fuentes y medición del ruido

Físicamente, no existe ninguna distinción entre sonido y ruido. El sonido es una percepción sensorial y el complejo patrón de ondas sonoras se denomina ruido, música, habla, etc. Generalmente, el ruido se define como un sonido no deseado.

La mayoría de ruidos ambientales puede describirse mediante medidas sencillas. Todas las medidas consideran la frecuencia del sonido, los niveles generales de presión sonora y la variación de esos niveles con el tiempo. La presión sonora es una medida básica de las vibraciones del aire que constituyen el sonido. Debido a que el rango de presión sonora que puede detectar el hombre es muy amplio, se mide en una escala logarítmica cuya unidad es el decibel. En consecuencia, los niveles de presión sonora no se pueden sumar ni promediar aritméticamente. Además, los niveles de sonido de la mayoría de ruidos varían con el tiempo y cuando se calculan, las fluctuaciones instantáneas de presión se deben integrar en un intervalo de tiempo.

La mayor parte de sonidos ambientales está constituida por una mezcla compleja de frecuencias diferentes. La frecuencia se refiere al número de vibraciones por segundo en el aire en el cual se propaga el sonido y se mide en Hertz (Hz). Por lo general, la banda de frecuencia audible es de 20 Hz a 20.000 Hz para oyentes jóvenes con buena audición. Sin embargo, nuestros sistemas auditivos no perciben todas las frecuencias sonoras y, por ello, se usan diversos tipos de filtros o medidores de frecuencias para determinar las frecuencias que produce un ruido ambiental

específico. La ponderación A es la más usada y mide las frecuencias inferiores que son menos importantes que las frecuencias medias y altas. Tiene como objetivo estimar la respuesta de nuestro sistema auditivo a la frecuencia.

El efecto de una combinación de sucesos de ruidos está relacionado con la energía sonora combinada de esos sucesos (principio de energía constante). La suma de la energía total durante un período tiempo da como resultado un nivel equivalente a la energía sonora promedio en ese período. Así, $LA_{eq,T}$ es el nivel equivalente de la energía promedio del sonido con ponderación A en un período T. Se debe usar $LA_{eq,T}$ para medir sonidos continuos, tales como el ruido del tránsito en carreteras o ruidos industriales más o menos continuos. Sin embargo, en suceso distintivos, como son los casos: ruido de aviones o ferrocarriles, también se deben obtener medidas de sucesos individuales como el nivel máximo de ruido (LA_{max}) o el nivel de exposición al sonido (NES) con ponderación A. Los niveles de sonido ambiental que varían con el tiempo también se han representado con porcentajes.

Actualmente, se recomienda suponer que el principio de energía constante es válido para la mayoría de tipos de ruido y que una medida simple de $LA_{eq,T}$ indicará adecuadamente los efectos esperados del ruido. Cuando el ruido consta de un número pequeño de eventos discretos, el nivel máximo (LA_{max}) es el mejor indicador del trastorno del sueño y otras actividades. Sin embargo, en la mayoría de casos, el nivel de exposición al sonido con ponderación A (NES) proporciona una medida más uniforme de los eventos individuales de ruido porque integra el evento de ruido completo. Cuando se combinan los valores de $LA_{eq,T}$ del día y la noche, a menudo se suman los valores de la noche. Esos valores intentan reflejar la mayor sensibilidad a la molestia que se espera en la noche, pero no protegen a la población de los trastornos del sueño.

Si no existe una razón para usar otras medidas, se recomienda usar $LA_{eq,T}$ para evaluar los ruidos ambientales continuos. También se recomienda usar adicionalmente LA_{max} o NES si el ruido está compuesto por un número reducido de eventos discretos. Esas medidas simples tienen limitaciones pero también muchas ventajas prácticas, incluida la economía y los beneficios de un enfoque estandarizado.

3. Efectos adversos del ruido sobre la salud

Las consecuencias de la contaminación acústica para la salud se describen en el capítulo 3 de las guías bajo diversos títulos según sus efectos específicos: deficiencia auditiva causada por el ruido; interferencia en la comunicación oral; trastorno del sueño y reposo; efectos psicofisiológicos, sobre la salud mental y el rendimiento; efectos sobre el comportamiento; e interferencia en actividades. También considera los grupos vulnerables y los efectos combinados de fuentes mixtas de ruido.

Efectos sobre la audición. La deficiencia auditiva se define como un incremento en el umbral de audición que puede estar acompañada de zumbido de oídos. La deficiencia auditiva causada por ruido se produce predominantemente en una banda de frecuencia de 3 000 a 6 000 Hz; el efecto más grande ocurre a 4 000 Hz. Pero si el $LA_{eq,8h}$ y el tiempo de exposición aumentan, la deficiencia auditiva puede ocurrir inclusive en frecuencias tan bajas como de 2 000 Hz. Sin embargo, no se espera que ocurra en niveles de $LA_{eq,8h}$ de 75 dB(A) o menos, aun cuando la exposición al ruido ocupacional sea prolongada.

En el nivel mundial, la deficiencia auditiva es el riesgo ocupacional irreversible más frecuente y se calcula que 120 millones de personas tienen problemas auditivos. En países en desarrollo, no sólo el ruido ocupacional sino también el ruido ambiental es un factor de riesgo para la creciente deficiencia auditiva. El daño en la audición también se puede deber a ciertas enfermedades, algunos productos químicos industriales, medicamentos ototóxicos, golpes en la cabeza, accidentes y factores hereditarios. El deterioro de la audición también se asocia al proceso de envejecimiento (presbiacusia).

El grado de deficiencia auditiva en poblaciones expuestas al ruido ocupacional depende del valor de $LA_{eq,8h}$, número de años de exposición al ruido y la sensibilidad del individuo. La propensión a la deficiencia se da por igual en hombres y mujeres. Se espera que el ruido ambiental y de áreas recreativas con un $LA_{eq,24h}$ de 70 dB(A) o menos no cause deficiencias auditivas, incluso después de una exposición durante toda una vida. El límite permisible de ruido para adultos expuestos al ruido ocupacional es de 140 dB y se estima que el mismo límite se aplica al ruido ambiental y de áreas recreativas. Sin embargo, en el caso de niños que usan juguetes ruidosos, la presión sonora máxima nunca debiera exceder de 120 dB. Para el ruido de disparos con niveles de $LA_{eq,24h}$ por encima de 80 dB(A), puede haber un mayor riesgo de deficiencia auditiva.

La principal consecuencia social de la deficiencia auditiva es la incapacidad para escuchar lo que se habla en la conversación cotidiana. Esto se considera una limitación social grave, incluso los valores mínimos de deficiencia auditiva (10 dB en una frecuencia de 2 000 y 4 000 Hz y en ambos oídos) pueden perjudicar la comprensión del habla.

El ruido interfiere en la comunicación oral. La mayor parte de energía acústica del habla está en la banda de frecuencia de 100 a 6 000 Hz y la señal más constante es de 300 a 3 000 Hz. La interferencia en el habla es básicamente un proceso de enmascaramiento, en el cual el ruido simultáneo impide la comprensión. El ruido ambiental también puede enmascarar otras señales acústicas importantes para la vida cotidiana, tales como el timbre de la puerta o del teléfono, la alarma de los relojes despertadores o contra incendios, otras señales de advertencia y la música.

La dificultad para entender la conversación cotidiana está influenciada por el nivel del habla, la pronunciación, la distancia entre el hablante y el oyente, las características del ruido circundante, la agudeza auditiva y el nivel de atención. En interiores, la comunicación se ve afectada por las características de reverberación de la habitación. El tiempo de reverberación de más de un 1 segundo produce una pérdida en la discriminación del habla y hace que la percepción sea más difícil. Para que los oyentes con audición normal entiendan una oración completa, la relación de la señal en relación con el ruido (es decir, la diferencia entre el nivel del habla y el nivel del ruido que interfiere) debe ser al menos 15 dB(A). Debido a que el nivel de presión sonora de la comunicación normal es de aproximadamente 50 dB(A), el ruido con niveles de 35 dB(A) o más interfiere en la comunicación oral en habitaciones más pequeñas. Para grupos vulnerables se requiere niveles de fondo menores y se recomienda un tiempo de reverberación por debajo de 0,6 segundos para una adecuada comprensión del habla, incluso en un ambiente tranquilo.

La incapacidad para comprender el habla genera problemas personales y cambios en la conducta. Los grupos particularmente vulnerables a las interferencias auditivas son los ancianos,

los niños que están en el proceso de adquisición de la lengua y de la lectura y los individuos no familiarizados con el lenguaje que están escuchando.

Efectos sobre el sueño. El ruido ambiental produce trastornos del sueño importantes. Puede causar efectos primarios durante el sueño y efectos secundarios que se pueden observar al día siguiente. El sueño ininterrumpido es un prerrequisito para el buen funcionamiento fisiológico y mental. Los efectos primarios del trastorno del sueño son dificultad para conciliar el sueño, interrupción del sueño, alteración en la profundidad del sueño, cambios en la presión arterial y en la frecuencia cardíaca, incremento del pulso, vasoconstricción, variación en la respiración, arritmia cardíaca y mayores movimientos corporales. La diferencia entre los niveles de sonido de un ruido y los niveles de sonido de fondo, en lugar del nivel de ruido absoluto, puede determinar la probabilidad de reacción. La probabilidad de ser despertado aumenta con el número de eventos de ruido por noche. Los efectos secundarios o posteriores en la mañana o día(s) siguiente(s) son percepción de menor calidad del sueño, fatiga, depresión y reducción del rendimiento.

Para descansar apropiadamente, el nivel de sonido equivalente no debe exceder 30 dB(A) para el ruido continuo de fondo y se debe evitar el ruido individual por encima de 45 dB(A). Para fijar límites de exposición al ruido durante la noche, se debe tener en cuenta la intermitencia del ruido. Esto se puede lograr al medir el número de eventos de ruido y diferenciar entre el nivel de sonido máximo y el nivel de sonido de fondo. También se debe prestar atención especial a las fuentes de ruido en un ambiente con bajos niveles de sonido de fondo; combinaciones de ruido y vibraciones y fuentes de ruido con componentes de baja frecuencia.

Efectos sobre las funciones fisiológicas. La exposición al ruido puede tener un impacto permanente sobre las funciones fisiológicas de los trabajadores y personas que viven cerca de aeropuertos, industrias y calles ruidosas. Después de una exposición prolongada, los individuos susceptibles pueden desarrollar efectos permanentes, como hipertensión y cardiopatía asociadas con la exposición a altos niveles de sonido. La magnitud y duración de los efectos se determinan en parte por las características individuales, estilo de vida y condiciones ambientales. Los sonidos también provocan respuestas reflejo, en particular cuando son poco familiares y aparecen súbitamente.

La presión arterial y el riesgo de hipertensión suelen incrementarse en los trabajadores expuestos a altos niveles de ruido industrial durante 5 a 30 años. Una exposición de largo plazo al ruido del tráfico con valores de $LA_{eq,24h}$ de 65-70 dB(A) también puede tener efectos cardiovasculares. Si bien las asociaciones son débiles, el efecto es más fuerte en el caso de cardiopatía isquémica que en hipertensión. Esos pequeños incrementos de riesgo son importantes debido a la gran cantidad de personas expuestas.

Efectos sobre la salud mental. El ruido ambiental no causa directamente enfermedades mentales, pero se presume que puede acelerar e intensificar el desarrollo de trastornos mentales latentes. La exposición a altos niveles de ruido ocupacional se ha asociado con el desarrollo de neurosis, pero los resultados de la relación entre ruido ambiental y efectos sobre la salud mental todavía no son concluyentes. No obstante, los estudios sobre el uso de medicamentos, tales como tranquilizantes y pastillas para dormir, síntomas psiquiátricos y tasas de internamientos en hospitales psiquiátricos, sugieren que el ruido urbano puede tener efectos adversos sobre la salud mental.

Efectos sobre el rendimiento. Se ha demostrado que el ruido puede perjudicar el rendimiento de los procesos cognitivos, principalmente en trabajadores y niños. Si bien un incremento provocado del ruido puede mejorar el rendimiento en tareas sencillas de corto plazo, el rendimiento cognoscitivo se deteriora sustancialmente en tareas más complejas. Entre los efectos cognoscitivos más afectados por el ruido se encuentran la lectura, la atención, la solución de problemas y la memorización. El ruido también puede actuar como estímulo de distracción y el ruido súbito puede producir un efecto desestabilizante como resultado de una respuesta ante una alarma.

La exposición al ruido también afecta negativamente el rendimiento. En las escuelas alrededor de los aeropuertos, los niños expuestos crónicamente al ruido de aviones tienen problemas en la adquisición y comprensión de la lectura, en la persistencia para completar rompecabezas difíciles y en la capacidad de motivación. Se debe reconocer que algunas de las estrategias de adaptación al ruido de aviones y el esfuerzo necesario para desempeñar adecuadamente una tarea tienen su precio. Los niños que viven en áreas más ruidosas presentan alteraciones en el sistema nervioso simpático, lo que se manifiesta en mayores niveles de la hormona del estrés y presión sanguínea más elevada en estado de reposo. El ruido también puede producir deficiencias y errores en el trabajo y algunos accidentes pueden indicar un rendimiento deficiente.

Efectos sociales y sobre la conducta. La molestia del ruido. El ruido puede producir varios efectos sociales y conductuales, así como molestia. Esos efectos a menudo son complejos, sutiles e indirectos y son resultado de la interacción de diversas variables no auditivas. El efecto del ruido urbano sobre la molestia se puede evaluar con cuestionarios o estudios del trastorno de actividades específicas. Sin embargo, se debe reconocer que niveles similares de ruido de tránsito o de la industria causan diferentes grados de molestia. Esto se debe a que la molestia en las personas varía no sólo con las características del ruido, incluida la fuente del ruido, sino que depende en gran medida de muchos factores no acústicos de naturaleza social, psicológica o económica. La correlación entre la exposición al ruido y la molestia general es mucho mayor en un grupo que en un individuo. El ruido por encima de 80 dB(A) también puede reducir la actitud cooperativa y aumentar la actitud agresiva. Asimismo, se cree que la exposición continua a ruidos de alto nivel puede incrementar la susceptibilidad de los escolares a sentimientos de desamparo.

Se han observado reacciones más fuertes cuando el ruido está acompañado de vibraciones y componentes de baja frecuencia o impulsos, como un disparo. Las reacciones temporales más fuertes ocurren cuando la exposición aumenta con el tiempo, en comparación con una exposición constante. En la mayoría de casos, $LA_{eq,24h}$ y L_{dn} son aproximaciones aceptables de la exposición al ruido relacionada con la molestia. Sin embargo, es necesario evaluar individualmente todos los parámetros del componente en las investigaciones de exposición al ruido, al menos en los casos complejos. No existe consenso sobre un modelo para la molestia total debido a la combinación de fuentes de ruido ambiental.

Efectos combinados del ruido de fuentes mixtas sobre la salud. Muchos ambientes acústicos constan de sonidos provenientes de más de una fuente; es decir, existen fuentes mixtas y es común la combinación de efectos. Por ejemplo, el ruido puede interferir la comunicación oral durante el día y perturbar el sueño durante la noche.

Estas condiciones se aplican sin duda a zonas residenciales con alta contaminación por el ruido. Por consiguiente, es importante considerar todos los efectos del ruido sobre la salud durante las 24 horas y aplicar el principio preventivo para el desarrollo sostenible.

Subgrupos vulnerables. Cuando se recomiendan reglamentos sobre ruidos o de protección contra ruidos, se deben considerar los subgrupos vulnerables de la población. En cada subgrupo, se deben considerar los diferentes efectos del ruido, sus ambientes y modos de vida específicos. Ejemplos de subgrupos vulnerables son las personas con enfermedades o problemas médicos específicos (por ejemplo, hipertensión); los internados en hospitales o convalecientes en casa; los individuos que realizan tareas cognitivas complejas; ciegos; sordos, fetos, bebés, niños pequeños y ancianos en general. Las personas con problemas de audición son las más afectadas en lo que se refiere a la interferencia en la comunicación oral. La sordera leve en la banda sonora de alta frecuencia puede causar problemas con la percepción del habla en un ambiente ruidoso. La gran mayoría de la población pertenece al subgrupo vulnerable a interferencias en la comunicación oral.

4. Valores guía

En el capítulo 4 se presentan valores guía para efectos específicos del ruido en la salud y en ambientes específicos.

Efectos específicos sobre la salud

Interferencia en la percepción del habla. Gran parte de la población es susceptible a interferencias en la comunicación oral y pertenece a un subgrupo vulnerable. Los más sensibles son los ancianos y las personas con problemas de audición. Incluso las deficiencias auditivas leves en la banda de alta frecuencia pueden causar problemas con la percepción del habla en un ambiente ruidoso. A partir de los 40 años, la capacidad de las personas para interpretar mensajes orales difíciles con poca redundancia lingüística se deteriora en comparación con personas de 20 a 30 años. También se ha demostrado que los altos niveles de ruido y una mayor reverberación tienen más efectos sobre los niños (que aún no han completado la adquisición del lenguaje), que sobre los adultos jóvenes.

Cuando se escuchan mensajes complicados (en la escuela, en lengua extranjera o en una conversación telefónica), la razón de la señal en comparación con el ruido debe ser al menos de 15 dB con un nivel de voz de 50 dB(A). Ese nivel de ruido corresponde en promedio a un nivel casual de voz en hombres y mujeres ubicados a un metro de distancia. En consecuencia, para una percepción clara del habla, el nivel de ruido de fondo no debe ser mayor de 35 dB(A). En aulas o salas de conferencias, donde la percepción del habla es de gran importancia, o para grupos sensibles, los niveles de ruido de fondo deben ser los más bajos posibles. El tiempo de reverberación de menos de 1 segundo también es necesario para una buena comunicación oral en habitaciones más pequeñas. Para grupos sensibles, como los ancianos, se recomienda un tiempo de reverberación por debajo de 0,6 segundos para una adecuada comunicación oral, incluso en un ambiente tranquilo.

Deficiencia auditiva. El ruido que genera deficiencias auditivas no está restringido a situaciones ocupacionales. En los conciertos al aire libre, discotecas, deportes motorizados y de

tiro, altavoces o actividades recreativas también se dan altos niveles de ruido. Otras fuentes importantes son los audífonos, así como los juguetes y fuegos artificiales que emiten ruido de impulso. La norma ISO de 1999 presenta un método para calcular la deficiencia auditiva provocada por el ruido en poblaciones expuestas a todo tipo de ruido (continuo, intermitente, de impulso) durante las horas de trabajo. Ese método también se debería usar para calcular la deficiencia auditiva causada por la exposición a ruidos ambientales y de actividades y recreativas. La norma ISO de 1999 implica que la exposición de largo plazo a niveles de ruido de LAeq,24h de hasta 70 dB(A) no producirá deficiencias auditivas. Para evitar la pérdida de audición debido a la exposición a ruidos de impulso, las presiones sonoras máximas nunca deben exceder de 140 dB para adultos y de 120 dB para niños.

Trastornos del sueño. Los efectos cuantificables del ruido sobre el sueño se inician a partir de LAeq de 30 dB(A). Sin embargo, mientras más intenso sea el ruido de fondo, mayor será su efecto sobre el sueño. Los grupos sensibles incluyen principalmente a los ancianos, trabajadores por turnos, personas con trastornos físicos o mentales y otros individuos con dificultades para conciliar el sueño.

El trastorno del sueño debido a sucesos de ruido intermitente aumenta con el nivel máximo de ruido. Incluso si el nivel total de ruido equivalente es bastante bajo, unos pocos sucesos de ruido con un alto nivel de presión sonora máxima afectará el sueño. Por ende, para evitar trastornos del sueño, las normas para el ruido urbano se deben expresar en función del nivel sonoro equivalente del ruido, de los niveles máximos de ruido y del número de sucesos de ruido. Se debe observar que el ruido de baja frecuencia, por ejemplo, de los sistemas de ventilación, puede perturbar el reposo y sueño aun en niveles bajos de presión sonora.

Cuando el ruido es continuo, el nivel de presión sonora equivalente no debe exceder 30 dB(A) en interiores, si se desea evitar efectos negativos sobre el sueño. Incluso para el ruido con una gran proporción de sonidos de baja frecuencia, se recomienda un valor guía inferior. Cuando el ruido de fondo es bajo, el ruido por encima de 45 dB LAmax debe ser limitado y para las personas sensibles se prefiere un límite mucho menor. Se cree que la mitigación del ruido en la primera parte de la noche es un medio efectivo para ayudar a las personas a conciliar el sueño. Se debe señalar que el efecto del ruido depende en parte de la naturaleza de la fuente. Un caso especial son los recién nacidos que están en incubadoras, para quienes el ruido puede causar trastornos de sueño y otros efectos sobre la salud.

Adquisición de la lectura. La exposición crónica al ruido durante la primera infancia puede dificultar la adquisición de la lectura y reducir la motivación. Las pruebas indican que mientras mayor sea la exposición, mayor será el daño. Existe una reciente preocupación por los cambios físico y fisiológicos concomitantes (presión arterial y nivel de la hormona del estrés). Todavía no existe información suficiente sobre esos efectos como para establecer valores guía específicos. Sin embargo, está claro que las guarderías infantiles y las escuelas no deben estar cerca de fuentes de ruido significativas, como las carreteras, aeropuertos y fábricas.

Molestia. La capacidad de un ruido para provocar molestia depende de sus características físicas, incluido el nivel de presión sonora, espectro y variaciones de esas propiedades con el tiempo. Durante el día, pocas personas se sienten altamente perturbadas por niveles de LAeq por debajo de 55 dB(A), y pocas se sienten moderadamente perturbadas con niveles de LAeq por

debajo de 50 dB(A). Los niveles de sonido durante la tarde y la noche deben ser 5 a 10 dB menos que durante el día. El ruido con componentes de baja frecuencia requiere valores guía inferiores. Para el ruido intermitente, se debe considerar el nivel máximo de presión sonora y el número de sucesos de ruido. Las guías o medidas para reducir el ruido también deben tomar en cuenta las actividades residenciales al aire libre

Comportamiento social. Los efectos del ruido ambiental se pueden determinar al evaluar su interferencia en el comportamiento social y otras actividades. Los ruidos urbanos que interfieren el descanso y la recreación parecen ser los más importantes. Existen pruebas consistentes de que el ruido por encima de 80 dB(A) reduce la actitud cooperativa y que el ruido fuerte también aumenta el comportamiento agresivo en individuos predispuestos a la agresividad. También existe la preocupación de que los altos niveles de ruido crónico contribuyan a sentimientos de desamparo entre los escolares. Se requiere mayor investigación para elaborar guías sobre este tema y sobre los efectos cardiovasculares y mentales.

Ambientes específicos

La medición del ruido basada únicamente en la suma de energía expresada con la medida convencional equivalente, LA_{eq} , no es suficiente para caracterizar los diferentes tipos de ruido. También es importante medir los valores máximos de la fluctuación del ruido, de preferencia, combinados con una medida del número de sucesos de ruido. Si el ruido incluye una gran proporción de componentes de baja frecuencia, se requerirán valores por debajo de los valores guía. Cuando hay componentes de baja frecuencia, las medidas de ruido basadas en la ponderación A son inapropiadas. La diferencia entre dB(C) y dB(A) brindará información acerca de la presencia de componentes de baja frecuencia en el ruido, pero si la diferencia es de más de 10 dB, se recomienda realizar un análisis de frecuencia del ruido. Se debe tener presente que una gran proporción de componentes de baja frecuencia en el ruido puede incrementar considerablemente los efectos adversos sobre la salud.

Viviendas. Los efectos del ruido en la vivienda son trastorno del sueño, molestias e interferencia en la conversación. En los dormitorios, el efecto crítico es el trastorno del sueño. Los valores guía para dormitorios son 30 dB LA_{eq} para el ruido continuo y 45 dB L_{Amax} para sucesos de ruido únicos. Los niveles inferiores de ruido pueden ser molestos según la naturaleza de la fuente. Durante la noche, los niveles de sonido en exteriores a un metro de las fachadas de las casas no deben exceder 45 dB LA_{eq} para que las personas puedan dormir con las ventanas abiertas. Ese valor se obtuvo al suponer que la reducción del ruido exterior al pasar al interior por una ventana abierta es de 15 dB. Para conversar sin interferencia en interiores durante el día, el nivel del ruido no debe ser mayor de 35 dB LA_{eq} . El nivel máximo de presión sonora se debe medir con el medidor de presión sonora fijado en “Fast”.

Para proteger a la mayoría de las personas de ruidos muy molestos durante el día, el nivel de sonido exterior proveniente del ruido continuo no debe exceder 55 dB LA_{eq} en balcones, terrazas y áreas exteriores. Durante el día, el nivel de ruido moderadamente molesto no debe exceder 50 dB LA_{eq} . Cuando resulte práctico y factible, el nivel más bajo de sonido en exteriores se debe considerar como el nivel máximo de sonido aconsejable para un nuevo evento.

Escuelas y centros preescolares. En las escuelas, los efectos críticos del ruido son la interferencia en la comunicación oral, disturbios en el análisis de información (por ejemplo en la comprensión y adquisición de lectura), comunicación de mensajes y molestias. Para poder oír y comprender los mensajes orales en el salón de clase, el nivel de sonido de fondo no debe ser mayor de 35 dB LAeq durante las clases. Para los niños con deficiencia auditiva, se puede requerir incluso un nivel de sonido inferior. El tiempo de reverberación en el salón de clase debe ser de 0,6 segundos y de preferencia, inferior para niños con deficiencia auditiva. En las salas de reuniones y cafeterías escolares, el tiempo de reverberación debe ser de menos de 1 segundo. En los campos de juego, el nivel de sonido del ruido de fuentes externas no debe exceder 55 dB LAeq, el mismo valor dado para áreas residenciales exteriores durante el día.

Para los centros preescolares se aplican los mismos efectos críticos y valores guía de las escuelas. Durante las horas de descanso en dormitorios de centros preescolares se deben aplicar los valores guía para dormitorios de viviendas.

Hospitales. Para la mayoría de espacios de los hospitales, los efectos críticos son trastorno del sueño, molestia e interferencia en la comunicación oral, incluidas las señales de alarma. El L_{Amax} de sucesos de sonido durante la noche no debe exceder 40 dB(A) en interiores. Para los pabellones de hospitales, el valor guía en interiores es de 40 dB L_{Amax} durante la noche. Durante el día y la tarde, el valor guía en interiores es de 30 dB LAeq. El nivel máximo se debe medir con el medidor de presión sonora fijado en “Fast”.

Debido a que los pacientes tienen menor capacidad para enfrentar el estrés, el nivel LAeq no debe ser mayor de 35 dB en la mayoría de habitaciones donde se trata y revisa a los pacientes. Se debe prestar atención a los niveles de sonido en las unidades de cuidados intensivos y en las salas de operaciones. Las incubadoras con sonidos en el interior pueden generar problemas de salud a los recién nacidos, incluidos trastorno del sueño y deficiencia auditiva. Se requiere mayor investigación para establecer valores guía de sonido en incubadoras.

Ceremonias, festivales y eventos recreativos. En muchos países se realizan ceremonias, festivales y eventos regulares para celebrar ciertos acontecimientos. Por lo general, esos sucesos producen sonidos fuertes, incluida la música y sonidos de impulso. Existe preocupación respecto al efecto de la música fuerte y sonidos de impulso en los jóvenes que asisten frecuentemente a conciertos, discotecas, salas de video, cines, parques de diversión y eventos al aire libre. En esos eventos, el nivel de sonido generalmente sobrepasa los 100 dB LAeq. Esa exposición podría generar deficiencia auditiva significativa después de asistencias frecuentes.

En esos locales se debe reglamentar la exposición ocupacional de los empleados y como mínimo, se deben aplicar las mismas normas a los clientes. Los clientes no deben estar expuestos a niveles de sonido por encima de 100 dB LAeq durante un período de cuatro horas más de cuatro veces al año. Para evitar la deficiencia auditiva aguda, el L_{Amax} siempre debe estar por debajo de 110 dB.

Audífonos. Para evitar deficiencias auditivas provocadas por música a través de audífonos en adultos y niños, el nivel de sonido equivalente durante 24 horas no debe exceder 70 dB(A). Eso implica que para una exposición diaria de una hora, el nivel LAeq no debe ser mayor de 85 dB(A).

Para evitar deficiencias auditiva agudas, el LA_{max} siempre debe estar por debajo de 110 dB(A). Las exposiciones se expresan con el nivel de sonido equivalente en el campo libre.

Juguetes, fuegos artificiales y armas de fuego. Para evitar un daño mecánico agudo en el oído interno provocado por sonidos de impulso de juguetes, fuegos artificiales y armas de fuego, los adultos nunca deben estar expuestos a niveles de presión sonora de más de 140 dB(lin). Para los niños cuando juegan, la presión sonora máxima producida por los juguetes no debe exceder 120 dB(lin), medida cerca del oído (100 mm). Para evitar deficiencias auditivas agudas, el LA_{max} siempre debe estar por debajo de 110 dB(A).

Parques y áreas de conservación. Se deben preservar las áreas exteriores tranquilas y mantener una proporción baja de señal en relación con el ruido.

El cuadro 1 presenta los valores guía de la OMS ordenados por ambientes específicos y efectos críticos sobre la salud. Los valores guía consideran los efectos adversos sobre la salud identificados para el ambiente específico. Como efecto adverso del ruido se considera a cualquier deficiencia temporal o de largo plazo del funcionamiento físico, psicológico o social relacionada con la exposición al ruido. Para cada efecto sobre la salud, se establecieron límites específicos del ruido con el nivel más bajo que produce un efecto negativo sobre la salud (esto es, el efecto crítico sobre la salud). Si bien los valores guía se refieren a los niveles de sonido que afectan al receptor más expuesto a los ambientes mencionados, se pueden aplicar a la población en general. El tiempo para LA_{eq} durante el día y la noche es de 12 a 16 horas y de 8 horas, respectivamente. No se establece el tiempo para la tarde, pero generalmente el valor guía debe ser de 5 a 10 dB menos que en el día. Se recomiendan otros marcos de tiempo para escuelas, centros preescolares y campos de juegos, según la actividad.

No es suficiente caracterizar el ambiente de ruido en función de medidas o índices de ruido basados en la suma de energía (por ejemplo, LA_{eq}), ya que los diversos efectos críticos sobre la salud requieren diferentes descripciones. Asimismo, es importante mostrar los valores máximos de la fluctuación del ruido, de preferencia, combinado con el número de sucesos de ruido. También se requiere caracterizar por separado la exposición al ruido durante la noche. En interiores, el tiempo de reverberación también es un factor importante para medir la interferencia en la comunicación oral. Si el ruido incluye gran parte de componentes de baja frecuencia, se deben aplicar valores guía inferiores. Como complemento a los valores guía presentados en el cuadro 1, se deben tomar precauciones para los grupos vulnerables y para cierto tipo de ruido (por ejemplo, componentes de baja frecuencia, ruido de fondo bajo).

5. Manejo del ruido

El capítulo 5 trata sobre el manejo del ruido e incluye estrategias y prioridades para manejar niveles de ruido en interiores, políticas y legislación sobre el ruido, impacto del ruido ambiental y cumplimiento de los reglamentos.

Los objetivos fundamentales del manejo del ruido son desarrollar criterios para deducir los niveles seguros de exposición y promover la evaluación y control del ruido como parte de los programas de salud ambiental. Esas metas básicas deben guiar las políticas internacionales y nacionales para el manejo del ruido. La Agenda 21 de las Naciones Unidas apoya principios de

manejo ambiental sobre los cuales se pueden basar las políticas de gobierno, incluidas las políticas de manejo de ruidos: el principio de precaución, el principio "el que contamina paga" y el de prevención de ruidos. En todos los casos, el ruido se debe reducir al nivel más bajo posible en una situación dada. Si la salud pública está en riesgo se deben tomar medidas de protección aún si no hubiera evidencia científica completa. Los responsables de la fuente de ruido deben asumir los costos totales asociados con la contaminación sonora (incluido el monitoreo, manejo, reducción y supervisión). Cuando sea posible, se deben tomar medidas para reducir el ruido en la fuente.

Se requiere un marco legal para el manejo de ruidos. Generalmente, las normas nacionales se pueden basar en normas internacionales, tales como estas *Guías para el ruido urbano* o documentos sobre criterios nacionales, que consideran la relación dosis-respuesta para los efectos del ruido sobre la salud humana. Las normas nacionales toman en cuenta los factores tecnológicos, sociales, económicos y políticos dentro del país. También se debe implementar un programa de reducción de ruidos para alcanzar niveles óptimos de protección de la salud en el largo plazo.

Otros componentes de un plan de manejo de ruidos incluyen el monitoreo de los niveles de ruido, la elaboración de mapas y modelos de exposición al ruido, enfoques para el control del ruido (tales como medidas de mitigación y prevención) y evaluación de las opciones de control. Muchos de los problemas asociados con los altos niveles de ruido se pueden prevenir con costos bajos si los gobiernos desarrollan e implementan una estrategia integral para ambientes interiores conjuntamente con los interesados en los niveles económicos y sociales. Los gobiernos deben establecer un "Plan nacional para el ruido sostenible en ambientes interiores" para que se aplique a las edificaciones nuevas y existentes.

Las prioridades reales del manejo racional del ruido serán diferentes en cada país. Las prioridades dependerán de los riesgos a la salud que se quieran evitar y en la identificación de las fuentes de ruido más importantes. Los países han adoptado una variedad de enfoques para el control del ruido a través de diferentes políticas y reglamentos. Algunos se mencionan en el capítulo 5 y en el apéndice 2 como ejemplos. Es evidente que las normas de emisión de ruido no han sido suficientes y que la tendencia de la contaminación sonora no es sostenible.

El análisis del impacto del ruido ambiental es fundamental para el manejo del ruido. Dicho análisis se debe realizar antes de implementar cualquier proyecto que pudiera aumentar significativamente el nivel de ruido ambiental en una comunidad (por lo general, mayor que 5 dB). El análisis debe incluir una descripción básica del ambiente de ruido existente; el nivel esperado de ruido de la nueva fuente; una evaluación de los efectos adversos sobre la salud; una estimación de la población en riesgo; un cálculo de la relación exposición-respuesta; una evaluación de riesgos y su aceptabilidad; y un análisis de costo-beneficio.

El manejo de ruidos debe:

1. Monitorear la exposición de los seres humanos al ruido.
2. Mitigar la inmisión en ambientes de ruido y no sólo las emisiones de fuentes de ruido. Se debe considerar lo siguiente:
 - ambientes específicos, tales como escuelas, campos de juegos, viviendas, hospitales.
 - ambientes con fuentes múltiples de ruido o que puedan amplificar los efectos del ruido.
 - períodos sensibles como las tardes, noches y días feriados.
 - grupos de alto riesgo, como los niños y personas con deficiencia auditiva.

Cuadro 1 : Valores guía para el ruido urbano en ambientes específicos

| Ambiente Específico | Efecto(s) crítico(s) sobre la salud | L_{Aeq} [dB(A)] | Tiempo [horas] | L_{max fast} [dB] |
|--|---|--------------------------------|-----------------------|----------------------------------|
| Exteriores | Molestia grave en el día y al anochecer | 55 | 16 | - |
| | Molestia moderada en el día y al anochecer | 50 | 16 | - |
| Interior de la vivienda, dormitorios | Interferencia en la comunicación oral y molestia moderada en el día y al anochecer | 35 | 16 | |
| | Trastorno del sueño durante la noche | 30 | 8 | 45 |
| Fuera de los dormitorios | Trastorno del sueño, ventana abierta (valores en exteriores) | 45 | 8 | 60 |
| Salas de clase e interior de centros preescolares | Interferencia en la comunicación oral, disturbio en el análisis de información y comunicación del mensaje | 35 | Durante clases | - |
| Dormitorios de centros preescolares, interiores | Trastorno del sueño | 30 | Durante el descanso | 45 |
| Escuelas, áreas exteriores de juego | Molestia (fuente externa) | 55 | Durante el juego | - |
| Hospitales, pabellones, interiores | Trastorno del sueño durante la noche | 30 | 8 | 40 |
| | Trastorno del sueño durante el día y al anochecer | 30 | 16 | - |
| Hospitales, salas de tratamiento, interiores | Interferencia en el descanso y la recuperación | #1 | | |
| Áreas industriales, comerciales y de tránsito, interiores y exteriores | Deficiencia auditiva | 70 | 24 | 110 |
| Ceremonias, festivales y eventos de entretenimiento | Deficiencia auditiva (patrones: < 5 veces/año) | 100 | 4 | 110 |
| Discursos públicos, interiores y exteriores | Deficiencia auditiva | 85 | 1 | 110 |
| Música y otros sonidos a través de audífonos o parlantes | Deficiencia auditiva (valor de campo libre) | 85 #4 | 1 | 110 |
| Sonidos de impulso de juguetes, fuegos artificiales y armas | Deficiencia auditiva (adultos) | - | - | 140 #2 |
| | Deficiencia auditiva (niños) | - | - | 120 #2 |
| Exteriores de parques de diversión y áreas de conservación | Interrupción de la tranquilidad | #3 | | |

#1: Lo más bajo posible.

#2: Presión sonora máxima (no LAF, máx) medida a 100 mm del oído.

#3: Se debe preservar la tranquilidad de los parques y áreas de conservación y se debe mantener baja la relación entre el ruido intruso y el sonido natural de fondo.

#4: Con audífonos, adaptado a valores de campo libre.

3. Considerar las consecuencias del ruido cuando se planifican sistemas de transporte y usos del terreno.
4. Introducir sistemas de vigilancia para los efectos adversos sobre la salud relacionados con el ruido.
5. Evaluar la efectividad de las políticas sobre el ruido en la reducción de la exposición y efectos adversos sobre la salud, y en el mejoramiento de ambientes libres de ruido (“soundscapes”).
6. Adoptar estas *Guías para el ruido urbano* como metas intermediarias para mejorar la salud humana.
7. Adoptar medidas preventivas para el desarrollo sostenible de los ambientes acústicos.

Conclusiones y recomendaciones

En el capítulo 6 se discute la implementación de las guías, el trabajo realizado por la OMS sobre el ruido y se identifican las necesidades de investigación.

Implementación. Para implementar las guías se recomienda lo siguiente:

- proteger a la población del ruido urbano y considerarlo como parte integral de su política de protección ambiental;
- implementar planes de acción con objetivos de corto, mediano y largo plazo para reducir los niveles de ruido;
- adoptar las *Guías de salud para el ruido urbano* como metas de largo plazo;
- incluir el ruido como un tema de salud pública importante en la evaluación del impacto ambiental;
- establecer una legislación para reducir los niveles de ruido;
- aplicar la legislación existente;
- los municipios deben elaborar planes de reducción de ruidos;
- la efectividad en función de los costos y los análisis de costo-beneficio se deben considerar como instrumentos potenciales de las decisiones gerenciales importantes;
- apoyar proyectos de investigación de políticas.

Trabajo futuro. El grupo de trabajo de expertos presentó varias sugerencias para el trabajo futuro de la OMS en el campo del ruido urbano. La OMS debería:

- proporcionar liderazgo y dirección técnica en la definición de futuras prioridades de investigación del ruido;
- organizar talleres sobre cómo aplicar las guías;
- liderar y coordinar los esfuerzos internacionales para desarrollar técnicas de diseño de ambientes libres de ruido (“soundscapes”);
- brindar liderazgo para que los programas evalúen la efectividad de las políticas y reglamentos de ruido relacionados con la salud;
- proporcionar liderazgo y orientación técnica para desarrollar metodologías adecuadas para los planes de los efectos sobre la salud y el ambiente;

- promover la investigación sobre la exposición al ruido como un indicador del deterioro ambiental (por ejemplo, manchas negras en ciudades);
- proporcionar liderazgo y apoyo técnico y asesorar a los países en el desarrollo de políticas sobre el ruido y manejo de ruidos.

Investigación y desarrollo. Un paso importante para incrementar la conciencia del público y de los responsables de tomar decisiones es concentrarse en las variables que tienen consecuencias económicas. Eso significa que la investigación debe considerar no sólo la relación dosis-respuesta ante los diferentes niveles de sonido, sino también las variables políticamente pertinentes, tales como las restricciones sociales provocadas por el ruido; la reducción de la productividad; menor rendimiento en el aprendizaje; ausentismo laboral y escolar; mayor uso de medicamentos; y accidentes.

En los apéndices 1 al 6 se presentan las referencias bibliográficas; los ejemplos de situaciones de ruido en las regiones (África, América, Mediterráneo Oriental, Sudeste Asiático, Pacífico Occidental); un glosario; la lista de siglas; y la lista de participantes de la reunión de expertos.