



Resolución Ministerial

Lima, 04 de JUNIO del 2007

Visto: el Expediente N° 07-015290-001;

CONSIDERANDO:

Que, los Artículos 100° y 101° de la Ley N° 26842, Ley General de Salud, establece la obligación de adoptar medidas necesarias para garantizar la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores y de terceras personas en sus instalaciones o ambientes de trabajo, así como de las condiciones de higiene y seguridad que deben reunir los lugares de trabajo, encontrándose sujetas a las disposiciones que dicte la Autoridad de Salud competente, la que vigilará su cumplimiento;

Que, la Dirección General de Salud Ambiental ha elaborado el Anteproyecto de Reglamento sobre Ruido Ocupacional, el mismo que resulta conveniente poner a disposición de la opinión pública interesada, con la finalidad de recepcionar las sugerencias o recomendaciones que pudieran contribuir a su perfeccionamiento;

Con el visado del Viceministro de Salud y de la Oficina General de Asesoría Jurídica; y,

De conformidad con lo dispuesto en el literal I) del Artículo 8° de la Ley N° 27657, Ley del Ministerio de Salud;

SE RESUELVE:

Artículo Único.- Disponer que la Oficina General de Comunicaciones efectúe la publicación en el portal de Internet del Ministerio de Salud, hasta por un periodo de quince (15) días calendario, del Anteproyecto de Reglamento sobre Ruido Ocupacional.

Regístrese, comuníquese y publíquese

A large, stylized handwritten signature in black ink, appearing to read "Carlos Vallejos Sologuren".

Carlos VALLEJOS SOLOGUREN
Ministro de Salud



Magly García B.



V. Zúmarán A.



J. Calderón Y.

REGLAMENTO SOBRE RUIDO OCUPACIONAL

TÍTULO I

DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1°.- DE LA FINALIDAD.

El presente reglamento tiene por finalidad el proteger la salud auditiva y psíquica de los trabajadores que se encuentren expuestos a elevados niveles de ruido en toda actividad ocupacional y así contribuir a mejorar la calidad del entorno ambiental ocupacional, mediante la aplicación de acciones de vigilancia y control de ruido.

Artículo 2°.- DE LOS OBJETIVOS.

Los principales objetivos son los siguientes:

- a) Prevenir daños a la salud auditiva y psíquica de la población laboral expuesta a ruido.
- b) Fijar los niveles máximos permisibles de exposición a ruido ocupacional, en función al tiempo efectivo de exposición.
- c) Estandarizar el método para la toma de muestras de ruido en los establecimientos de trabajo.
- d) Establecer el procedimiento para la conservación de la capacidad auditiva de los trabajadores expuestos al agente.
- e) Establecer las acciones de Vigilancia, Supervisión y Fiscalización de ruido en las actividades ocupacionales.

Artículo 3°.- DEL ÁMBITO DE APLICACIÓN.

El presente reglamento es de aplicación a nivel nacional, en todas las actividades ocupacionales que generen ruido, cuyo nivel y tipo constituyan riesgos o dañen la salud auditiva de los trabajadores.

Artículo 4°.- DEL MARCO LEGAL

El sustento legal de la presente norma es el siguiente:

- a) Ley General de Salud N° 26842, Arts. 100° - 101°.
- b) Decreto Supremo N° 023, Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Salud, Art. 30° inciso "c".
- c) Decreto Supremo N° 009-2005-TR, Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo. Art. 9° inciso a.
- d) Decreto Supremo N° 046 -2001-EM, Reglamento de Seguridad e Higiene Minera. Art. 82.
- e) D.S. N° 29/65-DGS, Reglamento para la Apertura y Control Sanitario de Plantas Industriales, Art. 25°.

Artículo 5°.- DE LAS DEFINICIONES TÉCNICAS

Las definiciones aplicadas en el contenido del presente reglamento son las siguientes:

- 1 **Alteración auditiva.-** Es una desviación o cambio que afecta y disminuye el umbral normal de la audición, considerándose la alteración auditiva como funcional u orgánica.
- 2 **Audiometría.-** Es un método de evaluación de la capacidad auditiva de las personas.
- 3 **Contaminación Sonora.-** Presencia de niveles de ruido en ambientes exteriores a la fuente de origen, ocasionando alteraciones desde molestias hasta constituir riesgos y daños para la salud de las personas expuestas.
- 4 **Daño Auditivo Inducido por Ruido (ISO1999).-** Es una disminución del umbral auditivo, irreversible, ocasionado por la exposición a elevado nivel de ruido.
- 5 **Decibel.-** Es un valor adimensional equivalente a la décima parte de un Bell, que representa el nivel de presión sonora y se denota como dB.
- 6 **Decibel (A).-** Nivel de presión sonora, medido con el filtro de ponderación en frecuencia A, que registra el nivel de presión sonora simulando el comportamiento de oído humano. El símbolo es LpA y su unidad se expresa en dBA.
- 7 **Deficiencia Auditiva.-** Es la discapacidad originada por la alteración de la audición que afecta el eficiente desempeño de las personas en sus actividades diarias, por la dificultad en la comprensión de la comunicación oral, con presencia de bajos niveles de ruido de fondo.
- 8 **Dosímetro de Ruido.-** Instrumento electrónico utilizado para medir la dosis de ruido a las que se exponen las personas.
- 9 **Emisión Sonora.-** Nivel de presión sonora existente en un determinado lugar, originado por una fuente emisora. Su unidad de medida es el decibel, dB.
- 10 **Exposición Ocupacional por Ruido.-** Presencia de elevados niveles de ruido en el ambiente de trabajo, que pueden ocasionar daños a la salud auditiva y extra auditiva de los trabajadores.
- 11 **Frecuencia Sonora.-** Se define como el número de ondas sonoras completas por segundo y se expresa en Hertzios (Hz).
- 12 **Hipoacusia o Déficit Auditivo.-** Es una disminución de la capacidad auditiva de las personas.
- 13 **Inmisión Sonora.-** Nivel de presión sonora continua equivalente con ponderación A, que recibe el receptor en un determinado lugar, independiente a la ubicación de los focos ruidosos.
- 14 **Intensidad Sonora.-** Es la energía sonora que atraviesa por unidad de tiempo, una unidad de superficie perpendicular a la dirección de su propagación, para una onda plana.
- 15 **Límite de Ruido.-** Nivel umbral de audición cerca del cual se espera que ocasione deficiencia o incapacidad auditiva.
- 16 **Muestreo de Ruido.-** Toma de datos de los niveles de presión sonora, mediante el uso de un sonómetro o dosímetro en lugares con presencia de ruido.

- 17 **Presión sonora continua equivalente.**- Es el nivel de presión sonora que si fuera constante, el nivel ruido tendría el mismo nivel de energía durante la medición.
- 18 **Presbiacucia.**- Pérdida gradual de la audición para percibir tonos altos, asociados a la edad adulta mayor.
- 19 **Ruido Ocupacional.**- Sonido en un centro de trabajo, generado por la operación de equipos, maquinarias y/o actividad del personal, cuyo elevado nivel y tipo, puede constituir un factor de riesgo para la salud de los trabajadores.
- 20 **Ruido Continuo.**- Es aquel cuyo nivel de presión sonora permanece casi constante, con fluctuaciones inferiores o iguales a 1dB, durante un periodo de medición de un minuto.
- 21 **Ruido Fluctuante.**- Ruido que presenta fluctuaciones en el nivel de presión sonora, instantáneo y superior a 5dB, en un periodo de duración de un minuto.
- 22 **Ruido Impulso.**- Ruido que se caracteriza por presentar impactos o impulsos que originan elevaciones bruscas en el nivel de presión sonora, inferior a un segundo, con intervalos regulares o irregulares y con periodos entre pico y pico igual o superior a un segundo (ver ISO 2204 e ISO 1996-2).
- 23 **Ruido Permissible.**- Nivel de presión sonora aceptado o tolerado, que se presume no ocasiona daño permanente o temporal en los expuestos.
- 24 **Salud Auditiva.**- Es la capacidad de presentar niveles de audición de acuerdo a la edad, sin haber estado, ni estar expuesto a ruido.
- 25 **Sonido.**- Movimiento ondulatorio en medio elástico: aire, agua, y sólidos que genera vibración acústica y produce sensación auditiva.
- 26 **Sonómetro.**- Instrumento electrónico que determina la magnitud de la presión sonora, generada por una fuente.
- 27 **Trauma Acústico.**- Es una lesión de las células ciliadas de Cortí, ocasionada por la exposición a ruido de muy elevado nivel, que origina deficiencias en la comunicación sonora.
- 28 **Umbral Auditivo.**- Es la intensidad mínima de presión sonora, en la cual el trabajador percibe un tono puro para una frecuencia determinada.
- 29 **Valores Límite Permisibles (TLVs) para ruido.**- Son valores de referencia para los niveles de ruido en los ambientes de trabajo y representan condiciones en las cuales se cree, basándose en los conocimientos actuales, que los trabajadores pueden estar expuestos a un determinado nivel de ruido en una jornada diaria de 8 horas o una semanal de 40 horas, sin sufrir efectos adversos para su salud.

TÍTULO II

DE LOS VALORES LÍMITE PERMISIBLES

Artículo 6°.- Valores Límite Permisibles (TLVs)

- a. Constituyen valores de referencia.
- b. No representan una barrera definida de separación entre los niveles acústicos seguros y peligrosos.

- c. Los límites que se indican han sido establecidos para prevenir la pérdida de la audición a frecuencias elevadas, tales como entre 3,000 y 5,000 Hz
- d. Se establecen para su aplicación exclusiva en la práctica de la acústica ocupacional y no se debe aplicar para hacer estudios de ruido ambiental.
- e. Los valores de TLVs para ruido, no protegen a todos los trabajadores de los efectos adversos a la exposición a éste agente.

Para la Metodología del muestreo se tomará en cuenta los principios de instituciones internacionales técnicas y científicas de actualidad como la American Conference of Governmental Industrial Hygienists, ACGIH; International Organization for Standardization, ISO; International Electrotechnical Commission, IEC; y el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene de los Trabajadores, INSHT de España. Asimismo se adopta el principio de prevención que se establece en el título preliminar del Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo, aprobado por Decreto Supremo N° 009 -2005-TR.

Artículo 7°.- Niveles de Ruido Permissible.

Los niveles límite de ruido permisible en toda actividad donde se desarrolla labor de servicio o actividad productiva, se establece en 85 dBA para una jornada laboral de 8 horas diarias, tal como figura en el Anexo N° 01.

Artículo 8°.- Exposiciones Varias a Ruido

Cuando la exposición diaria a ruido se compone de dos o más periodos de exposición a distintos niveles de presión sonora equivalente continuo A, $L_{Aeq} \geq 80$ dB, se debe tener en consideración el efecto global, en lugar del efecto individual de cada periodo. Se determina mediante la siguiente expresión:

$$\text{Dosis} = \sum_{i=1}^n C_i / T_i$$

Si el resultado fuese mayor que la unidad, entonces se debe considerar que la exposición global sobrepasa el valor límite del TLV, para el tiempo de referencia.

Donde:

C_i : Tiempo total de la exposición, a un nivel específico de ruido L_{Aeq} registrado.

T_i : Tiempo permitido (TLV), de exposición al mismo L_{Aeq} hallado.

La sumatoria de estos valores de la relación C_n/T_n , también es denominada Dosis de ruido.

La dosis diaria máxima de ruido será 1 (100%).

TÍTULO III

PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA DE MUESTRAS

Artículo 9°.- Instrumento

Para mediciones directas de niveles de presión sonora L_p , de ruido continuo, se utilizarán sonómetros que se ajusten como mínimo, a las prescripciones establecidas en la norma IEC 651-1996 clase 2 ó 1.

Para mediciones directas de los niveles sonoro continuo equivalente A, $L_{Aeq,T}$ de ruido intermitente y fluctuante se utilizarán sonómetros integradores-promediadores que cumplan como mínimo la norma antes mencionada ó la IEC 804 -1996 clase 2 ó 1.

Para la medición de niveles Pico de ruido impulsivo, los sonómetros deben tener ponderación frecuencial C y característica "Impulse" como mínimo, conforme a la norma IEC 651-1996 clase 2 ó 1.

Se debe usar dosímetro para medir la exposición diaria de ruido en puestos de trabajo, y el nivel diario equivalente $L_{Aeq,T}$ de ruido, de cualquier tipo que absorbe el personal expuesto en un periodo de tiempo, si los resultados del monitoreo utilizando el sonómetro convencional antes señalado, presentará variaciones superiores a 2 dB.

El dosímetro debe cumplir con las prescripciones establecidas en la norma IEC 252 1993 ó 804-1994 con relación a la directividad y ponderación frecuencial A para los instrumentos clase 2.

El margen de linealidad del dosímetro y su capacidad para la efectiva integración de todo tipo de ruido, incluido los de impulso, deben ser como mínimo equivalente a los fijados en la norma IEC 804-1985 para los sonómetros integradores - promediadores clase 2.

Los instrumentos deberán cumplir con las siguientes condiciones:

a) **Estado de Conservación y accesorios**

El instrumento debe estar en buen estado de conservación, operativo, contar con batería y así mismo el micrófono debe tener cubierta protectora esférica de poliuretano contra viento.

b) **Certificado de Calibración**

Los sonómetros y dosímetros que se utilicen deben estar debidamente calibrados por instituciones académicas o técnicas autorizadas por INDECOPI o por otro organismo nacional o internacional. La vigencia máxima del certificado de calibración es 01 año.

c) **Calibración de Campo**

Se deben calibrar los equipos utilizando un calibrador acústico al inicio y al final de la medición, que como mínimo cumpla la norma IEC 942:1988 clase 1, con frecuencias de 94, 114, 250 ó 1000 Hz. Si se encontrase una diferencia de ± 1 dB entre la calibración inicial y final, se deben descartar los resultados de las mediciones.

Artículo 10°.- Del Procedimiento para la medición del ruido.

- a) Antes de iniciar la medición de ruido, se debe hacer el reconocimiento del lugar o lugares de estudio, a fin de conocer las condiciones de operación, ciclos de trabajo, tipos de ruido e identificar la fuente o fuentes generadoras.
- b) Coloque el micrófono del sonómetro orientado a la fuente de ruido y a la altura del oído del trabajador, a una distancia aproximada de 10 centímetros. Hacer mediciones en ambos oídos y registrar el mayor valor. En ausencia del trabajador, ubique el micrófono a la altura donde estaría la cabeza del evaluado.
- c) Para determinar la dosis de ruido, se deben tomar muestras como mínimo del 80% de la jornada laboral. Para oficios distintos hacer mediciones a todas las personas expuestas.
- d) Para determinar el nivel de ruido se deben tomar muestras representativas en los puestos y lugares de trabajo, durante la jornada laboral, teniendo en cuenta la información obtenida en el reconocimiento.
- e) Medir el nivel de ruido en cada punto, hasta que el valor registrado en el sonómetro, se estabilice. En actividades homogéneas, la cantidad de puntos será una muestra estadística de 10% y con un límite de confianza de 90%.
- f) Para determinar el nivel de ruido en actividades variables se deben hacer mediciones utilizando el dosímetro o sonómetro integrador promediador, que cubra como mínimo el 80% de la jornada laboral.
- g) En ruidos continuos, se deben tomar dos mediciones por punto y en diferentes periodos de tiempo. Si los resultados fuesen iguales o presenten diferencias menores a 0.5dBA se aceptan; si esta diferencia fuese menor de 2dB, se deben realizar 3 mediciones por punto y reportar el promedio aritmético y, si las diferencias fuesen superiores a 2dBA se deben realizar mediciones con dosímetro.
- h) En ruidos fluctuantes e intermitentes se deben hacer mediciones utilizando un dosímetro o sonómetro integrador promediador, que cubra como mínimo el 80% de la jornada laboral.

TÍTULO IV

DE LAS OBLIGACIONES DE LAS PARTES

Artículo 11°.- DEL EMPLEADOR

Como acción preventiva, todo empleador está obligado a ordenar anualmente la realización de las siguientes actividades como mínimo:

- a) Evaluación del ambiente y puestos de trabajo que presenten elevados niveles de ruido.
- b) Examen de audiometría liminar al personal expuesto a elevados niveles de ruido próximo o superior al TLV utilizándose audiómetros manuales o automáticos en buen estado y calibrados, conforme a la norma ISO 6189-1983. "Acoustics - Pure tone air conduction threshold audiometry for hearing conservation purposes" e IEC 645-1 del año 1992, respectivamente.
- c) Entrega de implementos de protección conforme se establece en el literal c del Art. 13° de la presente disposición.
- d) Presentar a la autoridad de salud y de trabajo cuando lo solicite, informaciones sobre las actividades de prevención y control del factor de riesgo por ruido que efectúa.
- e) Informar al personal los resultados de las actividades efectuadas que se mencionan en los literales a) y b).
- f) Impartir charlas al personal semestralmente, sobre el riesgo por ruido al que se hallan expuestos y la forma como deben protegerse.

Artículo 12°.- DEL TRABAJADOR

Es responsabilidad del trabajador:

- a) Cumplir las medidas y acciones que se formulen, para la prevención de riesgo por exposición a ruido.
- b) Utilizar durante toda la jornada de trabajo, los implementos de protección auditiva que se le proporcione conforme al nivel de exposición.

Artículo 13°.- DE LAS MEDIDAS DE CONTROL.

Si los niveles de ruido superasen los TLVs, el empleador está obligado a efectuar acciones de control principalmente en la fuente y secundariamente en la vía de transmisión, conforme al siguiente orden de prioridad:

a. **En la fuente generadora:**

El control en la fuente se puede llevar a cabo mediante los siguientes procedimientos y/o combinación de los mismos:

- i. Especificación de los niveles máximos para maquinarias y equipo en la etapa de adquisición (solicitar información al proveedor sobre el nivel ruido que genera).
- ii. Cambio o modificación del proceso.
- iii. Disminuir la superficie de emisión sonora o modificar su diseño.
- iv. Evitar el ruido aerodinámico originado por la distorsión de la presión sonora, por cambios de caudal aire.
- v. Aislamiento o control de la vibración generada por los equipos y maquinarias, para impedir o atenuar la propagación.

b. **En la vía de transmisión:**

Los procedimientos aplicables buscan disminuir las condiciones de transmisión y la propagación de la onda sonora entre la fuente y el receptor:

- i. Acondicionamiento acústico de superficies reflectoras, para disminuir la energía de las ondas directa y reflejada.
 - ii. Aislamiento mediante pantallas o barreras acústicas para atenuar la transmisión de la onda sonora del emisor al receptor.
 - iii. Encerramiento de la fuente, mediante el uso de chaquetas elaboradas con material aislante, no inflamable, absorbentes del sonido, en función de la frecuencia y con características apropiadas de masa por unidad de área.
 - iv. Aislamiento del receptor o trabajador en espacios tipo cabinas acústicas, acondicionadas como alternativa cuando no se puede aplicar lo indicado en el punto iii.
- c. **En la persona expuesta:**
Se aplicará esta medida cuando los procedimientos de control mencionados en a y b, no atenúen la exposición.
Para este fin, el empleador debe proporcionar al personal, protectores auditivos individuales para disminuir el nivel sonoro continuo equivalente A, L_{Aeq} a fin de que el nivel efectivo audible tenga un valor igual o menor al TLV.
- i. Los protectores auditivos individuales pueden ser del tipo tapón (intraaurales) o del tipo orejera para recubrir la oreja o pabellón auditivo, ambos conforme a la norma internacional y renovados periódicamente de acuerdo al deterioro por el uso.
La efectividad de cada uno de ellos, varía con la frecuencia del ruido.
 - ii. Dependiendo de la exposición del trabajador a la presión sonora continua equivalente A, L_{Aeq} se establecen las siguientes obligaciones:
 - a. Si fuese superior a 85 dB, el uso de protectores auditivo es obligatorio; el ambiente debe estar señalizado y el personal informado del riesgo al que se hallan expuesto
 - b. Entre 80 y 85 dB, se deben suministrar protectores auditivos a los trabajadores que lo soliciten.
 - iii. Limitar el tiempo de exposición en el ambiente ruidoso, rotándolo a otros lugares con menor nivel de ruido.
 - iv. Limitar la cantidad de trabajadores expuestos si fuese posible.

TÍTULO V

DE LA VIGILANCIA, SUPERVISIÓN Y FISCALIZACIÓN

Artículo 14°.- DE LA VIGILANCIA.

Las Direcciones Regionales de Salud, DIRESAs y las Direcciones de Salud, a través de las Direcciones Ejecutivas de Salud, DESAs, efectuarán la vigilancia sobre la aplicación de este Reglamento en sus respectivas jurisdicciones a nivel nacional, en todos los establecimientos laborales donde se generen ruido, e implementarán un sistema de información al respecto.

Por reincidencia en cualquier caso:

- Clausura temporal del establecimiento hasta por tres (3) meses.
- Clausura definitiva del establecimiento.

Artículo 19°.- DEL CRITERIO PARA CALIFICAR INFRACCIONES E IMPONER SANCIONES

La autoridad administrativa cuando califique infracciones e imponga sanciones, debe hacerlo observando la debida proporción entre los daños ocasionados por el infractor y la sanción a imponer en aplicación del principio de razonabilidad, establecido en la Ley N° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General; debiendo tenerse en cuenta la condición de reincidencia del infractor.

Se considerará reincidente al infractor que habiendo sido sancionado por resolución de la DIRESA, DISA ó DESA, cometiere una nueva infracción del mismo tipo dentro de los dos (2) años siguientes a la expedición de dicha resolución.

DISPOSICIONES FINALES Y TRANSITORIAS

Primera.- De la Modificación y Complementación del Reglamento

La Dirección General de Salud Ambiental, DIGESA a través de la Dirección de Salud Ocupacional del Ministerio de Salud, podrá dictar mediante resoluciones directorales, disposiciones destinadas a facilitar la implementación de los procedimientos para la medición de ruido ocupacional previstos en el presente reglamento. Asimismo esta Dirección podrá resolver controversias que se presenten con relación al tema.

La DIGESA revisará periódicamente el Reglamento y propondrá su actualización cuando considere necesario, la que oficializará mediante Resolución Ministerial.

Segunda.- De la Vigencia

El presente reglamento entrará en vigencia a partir del día siguiente de su publicación en el diario oficial El Peruano.

Tercera.- Plazos para la Implementación del Reglamento

Para fines de implementación, se otorgan los siguientes plazos:

- **Evaluación de ruido ocupacional**, 6 meses después de la publicación, el estudio debe ser realizado a través de una consultora registrada en el sector a la que pertenece la actividad laboral.
- **Actividad de Control**, 18 meses después de la vigencia del reglamento.

BIBLIOGRAFÍA

- ◆ ISO 1999:1990 (E) Second edition 1990-01-15. Suiza, Acoustic – Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment. INDECOPI Centro de Información y Documentación. pag. 1-8.
- ◆ Science Group 2005, 2005 TLVs and BEIs. ACGIH WORLDWIDE Signature Publication USA, Vol. I. pag. 106 -110.
- ◆ López Camargo, J.M. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, Ruido, Reglamento Técnico para Ruido en Ambientes de Trabajo. pag. 1-66. España, 2002.
- ◆ **Sistema de Normas de Protección e Higiene del Trabajo**, Ruido – Requisitos Generales Higiénico Sanitarios, 1980. República de Cuba.
- ◆ **D.S N° 594/99**, Ministerio de Salud - Chile. Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo. 2000.
- ◆ **NTP 284**: "Audiometría tonal liminar: exploraciones previas y vía aérea". Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. 1991. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
- ◆ **NOM – 011 – STPS – 2001**, "Condiciones de Seguridad e Higiene en los Centros de Trabajo donde se genere ruido". 2002. Mexico.
- ◆ **Ministerio de Energía y Minas**, Sub Sector Minería "Guía Ambiental para el Manejo de Problemas de Ruido en la Industria Minera", Vol XV, Dirección General de Asuntos Ambientales. Perú.

Páginas Webs consultadas:

1. José Damián Mellado Ramírez, Propagación de las Ondas Sonoras, Introducción a los Conceptos Fundamentales de la Acústica.
http://batchelor.uc3m.es/liama/apuntes_acustica.pdf, Fecha de visita, 24 de Agosto 2006
2. Mailxmail, Reflexión, Refracción y Difracción del sonido, Curso Práctico de Ruido
<http://www.mailxmail.com/curso/vida/practicosonido/capitulo5.htm>, Fecha de visita, 2 de Octubre de 2006.
3. Estrucplan, Ruido y Vibraciones, Capítulo XIII, Decreto N° 351/1979 República de Argentina <http://www.estrucplan.com.ar/Legislacion/Nacion/Decretos/Dec00351-79/>. Fecha de visita, 10 de Octubre 2006.

ANEXO N° 01

VALORES LÍMITE PERMISIBLES TLVs ¹ PARA RUIDO OCUPACIONAL		
TIEMPO <expresión>	TIEMPO <de exposición por día>	TLVs <dBA>
HORAS	24	80
	16	82
	8	85
	4	88
	2	91
	1	94
MINUTOS	30	97
	15	100
	7.50 ²	103
	3.75 ²	106
	1.88 ²	109
	0.94 ²	112
SEGUNDOS	28.12	115
	14.06	118
	7.03	121
	3.52	124
	0.88	130
	0.44	133

Leyenda :

¹ No debe haber exposiciones a ruido continuo, intermitente o de impacto superior de un nivel pico C ponderado de 140 dB.

² Limitado por la fuente de ruido, no por control administrativo. Se recomienda utilizar un dosímetro o sonómetro integrador para sonidos superiores a 120 decibeles.

A N E X O N° 02

A. DE LAS ECUACIONES

Las ecuaciones en que se sustenta el contenido del presente reglamento son las siguientes:

1 Intensidad Sonora:

La intensidad sonora se expresa por:

$$I = \frac{p_{rms}^2}{\rho_0 c_0}$$

Donde:

I : Intensidad sonora

p_{rms} : Presión eficaz para ondas sinusoidales

rms : Raíz media cuadrática de la presión sonora

$\rho_0 c_0$: Impedancia acústica

$$p_{rms} = \frac{p_0^*}{\sqrt{2}}$$

Donde

p_0^* : Es el valor máximo o amplitud de la presión sonora

p_{rms} : Presión eficaz para ondas sinusoidales

Un valor típico de la impedancia acústica es $\rho_0 c_0 = 413 \text{ Kg/m}^2 \cdot \text{s}$ para el aire a condiciones de temperatura y presión ambiental.

2 Nivel de Presión Sonora (L_p):

Es el nivel de presión sonora expresado en decibeles y usando la ecuación:

$$L_p = 10 \lg (p/p_0)^2$$

Donde :

p : Es la presión de sonido, en Pascales (Pa),

p_0 : Es la presión sonora de referencia, cuyo valor es $20 \mu\text{Pa}$, en concordancia con la norma ISO 1683.

3 **Nivel de Presión Sonora con Ponderación A (L_{pA})**

El nivel de presión sonora expresada en decibeles el cual se determina usando la ponderación en frecuencia A decibeles (ver IEC 651), se expresa por la ecuación:

$$L_{pA} = 10 \lg (p_A / p_0)^2$$

Donde p_A es la presión sonora ponderada A, en Pascales.

4 **Exposición Sonora Ponderada ($E_{A,T}$)**

Es la integral respecto al tiempo del cuadrado del nivel de presión ponderada A en un periodo de tiempo especificado, T, expresado en Pascales al cuadrado - segundos ($\text{Pa}^2 \cdot \text{s}$).

La exposición sonora ponderada A esta dada por la siguiente ecuación:

$$E_{A,T} = \int_{t_1}^{t_2} p_A^2(t) dt$$

Donde :

$p_A(t)$, es la presión sonora instantánea ponderada A de la señal sonora integrada en un periodo de tiempo T que empieza en t_1 y finaliza en t_2 .

El periodo T, se mide en segundos, generalmente elegido para cubrir todo un día de exposición laboral a ruido (usualmente 8 h ó 28 800 s), o en un periodo largo que debe ser especificado, por ejemplo en un trabajo semanal.

5 **El Nivel de Exposición Sonora, ($LE_{A,T}$)**

Se expresa en decibeles y se calcula aplicando la siguiente ecuación:

$$LE_{A,T} = 10 \lg (E_{A,T} / E_0)$$

Donde :

$E_0 = 4 \times 10^{-10} \text{ Pa}^2 \cdot \text{s}$, de ISO 1996-1 y IEC 672-2 -2002.

El nivel nominal normalizado de exposición a ruido en 8 horas de trabajo diario, $LEX, 8h$, se obtiene con $E_0 = 1,15 \times 10^{-9} \text{ Pa}^2 \cdot \text{s}$ y es 44,5 dB menor que $LE_{A,T}$.

6 **Exposición Sonora Ponderada Diaria ($E_{A,D}$)**

El total de la exposición sonora ponderada A en 24 horas diaria, se expresa en Pascales al cuadrado por segundo ($\text{Pa}^2 \cdot \text{s}$).

Si se desea tomar en cuenta significativas exposiciones no ocupacionales, el valor total de la exposición sonora ponderada A es obtenida por la suma de las componentes de las exposiciones ocupacionales y no ocupacional.

7 **Nivel Sónico Continuo Equivalente A, (L_{Aeq,T})**

Es el Nivel de presión sonora fluctuante en un determinado periodo de tiempo T y se calcula de acuerdo a la siguiente expresión:

$$L_{Aeq,T} = 10 \lg \left[1 / (t_2 - t_1) \int_{t_1}^{t_2} [(p_A^2(t) / p_o^2)] dt \right]$$

Donde :

t₂ - t₁: Es el periodo que se utiliza para calcular directamente L_{Aeq,T}, el que debe ser escogido para obtener resultados representativos del periodo.

Para ruido continuo, sin variación de nivel, L_{Aeq} es numéricamente igual al L_{pA}.

8 **Nivel de Exposición a Ruido referido a una Jornada de 8 h diarias, L_{EX,8h}**

El nivel en decibeles está dado por la siguiente ecuación:

$$L_{EX,8h} = L_{Aeq,Te} + 10 \lg (T_e/T_o)$$

Donde :

Te: Duración efectiva de la jornada diaria.

To: Es el periodo de referencia, 8 h.

Si la duración efectiva de la jornada diaria de trabajo Te, no excede o supera 8h, L_{EX,8h} es numéricamente igual a la ecuación L_{Aeq,8h}.

El nivel de exposición a ruido referido para una jornada diaria de 8h L_{EX,8h} en decibeles puede ser calculado de la exposición sonora ponderada A, E_{A,Te}, en Pascal al cuadrado por segundo (Pa².s), usando la siguiente fórmula:

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \frac{E_{A,Te}}{1.15 \times 10^{-5}}$$

Si se desea promediar por ejemplo la exposición a "n" días, del nivel de exposición a ruido referido para una jornada de 8 horas diarias (L_{EX,8h}), para exposiciones semanales se debe considerar el promedio del valor de L_{EX,8h} en decibeles y para todo el periodo se puede calcular de los valores diarios de L_{EX,8h} usando la siguiente fórmula:

$$\bar{L}_{EX,8h} = 10 \lg \left[1/n \sum_{i=1}^n 10^{0.1(L_{EX,8h})_i} \right]$$

El valor de k se elige de acuerdo al propósito del proceso promedio requerido:

- Será igual a "n" si se busca un valor promedio.
- Éste será un número convencional de arreglo, si la exposición es o será estandarizada a un número nominal de días (por ejemplo, $k=5$ conducirá a un nivel diario de exposición referido a ruido para una semana nominal de 5 días con 8 horas diarias de trabajo).