

GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LA ILUMINANCIA Y LUMINANCIA EN NEGATOSCOPIOS

EDITOR RESPONSABLE:

Florín Moreno.
Jefe Sección Seguridad en el Trabajo

REVISOR:

José Espinosa Robles.
Jefe Subdepartamento Seguridad y Tecnologías en el Trabajo

D024-PR-500-02-001

Versión 1.0
Marzo, 2015

Para citar el presente documento:

Para citar el presente documento:

Instituto de Salud Pública de Chile, "Guía para la Evaluación de la Iluminancia y Luminancia en Negatoscopios".

Primera versión 2015. Disponible en: <http://www.ispch.cl/saludocupacional>, en publicaciones de referencia.

Consultas o comentarios: Sección OIRS del Instituto de Salud Pública de Chile, www.ispch.cl.

GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LA ILUMINANCIA Y LUMINANCIA EN NEGATOSCOPIOS

1. ANTECEDENTES

La observación de radiografías a contraluz en trabajadores expuestos a sílice, requiere de una iluminación muy intensa y de gran uniformidad para poder visualizar los detalles impresos en las imágenes radiográficas, además de lograr un equilibrio lumínico entre la pantalla y su entorno, con la intención de evitar reflejos indeseados.

Por lo anterior y conscientes de la importancia de que este tipo de lectura radiográfica sea de calidad desde el punto de vista médico, es que el Instituto de Salud Pública de Chile, a través de su Departamento Salud Ocupacional y específicamente de la Sección de Seguridad en el Trabajo, ha elaborado la presente guía que establece orientaciones para la cuantificación de la iluminancia y luminancia en negatoscopios.

2. OBJETIVOS

Proporcionar una herramienta metodológica que permita cuantificar la iluminancia y luminancia en negatoscopios.

3. ALCANCE

3.1. Teórico

Cuantificación de la iluminancia y luminancia de los negatoscopios utilizados para lectura radiográfica¹.

3.2. Población Objetivo

Trabajadores en proceso de evaluación médico legal y/o incluidos en programas de vigilancia producto de su exposición a sílice en sus lugares de trabajo.

3.3. Población Usaria

Profesionales que efectúan la instalación, mantenimiento y evaluación de negatoscopios en centros donde se efectúa lectura radiográfica de trabajadores expuestos a sílice en sus lugares de trabajo.

4. MARCO LEGAL

- Ley N° 19937 de 2004, Ministerio de Salud (MINSAL)
- Decreto Supremo N° 1.222/96 del MINSAL
- Decreto Supremo N° 594/99 del MINSAL.

5. DESARROLLO

5.1. Generalidades

La herramienta presentada en este documento, se compone de dos etapas, las cuales se describen a continuación:

- a) La primera etapa entrega las directrices para la realización de la inspección visual a realizar en forma previa a la evaluación de iluminancia y luminancia.
- b) La segunda etapa describe la metodología para cuantificar la luminancia (nivel y uniformidad de ésta) en negatoscopios, junto con la cuantificación de la iluminancia ambiental circundante a éste.

¹ Se excluye de este documento la evaluación de pantallas de computadores y las mamografías.

Una descripción detallada de las dos etapas señaladas, se presenta en los puntos 5.1.1 y 5.1.2 de la presente guía.

5.1.1. Inspección Visual Inicial

Cada negatoscopio debe ser identificado a través de una ficha que indicará las características básicas de éste (marca, modelo, número de serie y/o inventario, antigüedad, situación operacional, etc.).

En forma complementaria a lo señalado en el párrafo anterior, la ficha deberá considerar un ítem de “observaciones” en el cual la persona a cargo de realizar la inspección visual² deberá explicitar aspectos como existencia o no de regulador de flujo luminoso, falta de limpieza si hubiese, color de tubos, existencia de vibraciones mecánicas o fluctuaciones en la intensidad del flujo luminoso, fallas de partidores o ballast defectuosos, así como la calidad superficial de la placa del negatoscopio además del tipo de iluminación ambiental (para fines de existencia de efectos estroboscópicos) entre otros aspectos que el evaluador considere que incidirán en la calidad de la lectura a efectuar en éste.

NOTA: Si como producto de la aplicación de la inspección visual se concluye que el negatoscopio no reúne las condiciones mínimas de funcionamiento, el evaluador podrá recomendar medidas inmediatas (como cambio de lámparas o reemplazo de partes entre otras) de forma de ser aplicadas en forma previa a la cuantificación de la iluminancia y luminancia del negatoscopio.

Adicionalmente a lo señalado anteriormente, se recomienda que se efectúe una verificación de las condiciones encontradas inicialmente al menos una vez por año por parte de personal de mantención.

Una propuesta de ficha de inspección visual se presenta en el Anexo 1 del presente documento.

2 Por motivos prácticos, la persona que realice la inspección visual inicial deberá ser el mismo profesional a cargo de la cuantificación de la iluminancia y luminancia del negatoscopio en particular.

5.1.2. Metodología

5.1.2.1. Instrumentación

Se debe hacer uso de un Fotómetro medidor que permita tanto la cuantificación de la iluminancia (en Lux) como de la luminancia (en cd/m²) en forma directa³.

Según recomendaciones internacionales⁴, el fotómetro debe ser calibrado anualmente tomando en consideración valores colorimétricos estándar obtenidos de una fuente luminosa trazable⁵.

En cuanto a las mantenciones del instrumento, se deben considerar las recomendaciones específicas dadas por los fabricantes en esta materia.

5.1.2.2. Evaluación de la Luminancia

5.1.2.2.1. Nivel

Esta evaluación cuantitativa se considera esencial. Su apreciación es instrumental y debe ser realizada al momento de adquirir el negatoscopio y luego realizar mediciones en forma anual y/o tras cambios de lámparas fluorescentes.

El nivel de luminancia se estima de la siguiente forma:

- a) Como primera instancia, antes de hacer cualquier medición, se debe verificar la limpieza dentro y fuera del negatoscopio (es posible encontrar acumulación de polvo que puede afectar los resultados de la medición).
- b) Se deben encender el negatoscopio con 15 minutos de antelación a la medición.
- c) Medir la luminancia (cd/m²) en contacto con la superficie difusora en el centro del negatoscopio (intersección diagonales de éste) hasta

3 En el caso de contar con un fotómetro que sólo entregue en forma directa valores en Lux, será de responsabilidad del evaluador efectuar las correcciones necesarias para transformar a cd/m² según fotómetro utilizado.

4 International Commission on Illumination (CIE), Illuminating Engineering Society of North America (IES).

5 Este proceso se realiza usualmente enviando el instrumento al fabricante de éste, o bien, enviándolo a un laboratorio reconocido (trazable al NIST).

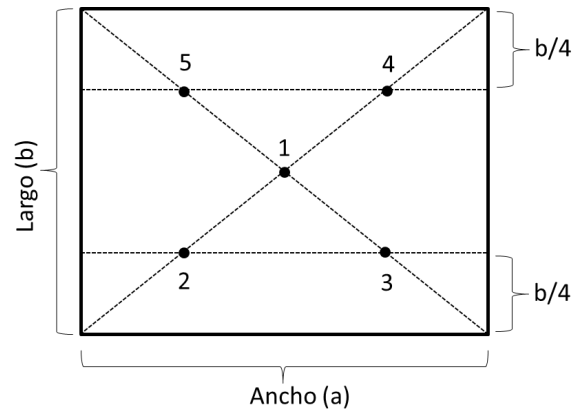
que la lectura del instrumento se estabilice⁶.

De esta forma, la luminancia a obtener deberá ser igual o mayor a 1500 cd/m².

5.1.2.2.2. Uniformidad

La estimación de la uniformidad de la luminancia corresponde al grado de homogeneidad de la luz a nivel de toda la superficie del negatoscopio⁷. Para tal fin, se deberá seguir el siguiente procedimiento:

- Al igual que la medición de la luminancia especificada en el punto 5.1.2.2.1 de la presente guía, se debe mantener encendido el negatoscopio desde al menos 15 minutos antes de la medición.
- Apagar las luminarias circundantes al negatoscopio.
- Seleccionar a lo menos 5 puntos de medición (centro y uno en cada esquina del negatoscopio)⁸ de la siguiente forma:
 - Intersección entre las diagonales del negatoscopio (punto 1).
 - Intersección entre paralelas desde $\frac{1}{4}$ del lado del negatoscopio (largo) y las diagonales (puntos 2 a 5) según la siguiente figura:



- Medir la luminancia (cd/m²) en cada punto seleccionado en contacto con la superficie difusora del negatoscopio hasta que la lectura del instrumento se estabilice.
- Calcular la desviación (D_i) en cada punto de medición de la siguiente forma:

$$D_i = 100 * \left(\frac{L_c - L_i}{L_c} \right)$$

Donde L_c es la luminancia medida al centro del negatoscopio y L_i es la luminancia medida en cada uno de los puntos señalados en la figura anterior (2 a 5).

- Una vez obtenida la desviación (D_i) para cada punto, se deberá verificar que ésta se encuentre dentro de un $\pm 15\%$.

Para el caso de negatoscopios que pertenezcan a un mismo banco, se deberá verificar que la desviación entre éstos (D_N) sea igual o menor a un 15%. Para tal fin, D_N se determinará de la siguiente forma:

$$D_N = 100 * \left(\frac{L_{max} - L_{min}}{L_{max}} \right)$$

Donde L_{max} y L_{min} son las luminancias máxima y mínima medidas al centro de los negatoscopios respectivamente.

6 Si bien este documento recomienda el uso de un instrumento de lectura directa de la luminancia (cd/m²), en aquellos casos en que se cuente con un equipo que mida sólo en lux y dependiendo de las características de éste, se puede considerar que en el centro y en contacto con la superficie del negatoscopio 5000 lx equivaldrían a 1500 cd/m².

7 No es recomendable el uso de negatoscopios con tubos circulares, ya que éstos no entregan una luminancia uniforme a nivel de la superficie de éste.

8 No es recomendable que los puntos de medición se encuentren a una distancia menor a 5 centímetros de los bordes del negatoscopio.

5.1.2.3. Evaluación de la Iluminancia Ambiental

La iluminancia ambiental circundante al negatoscopio debe ser cuantificada debido a que dependiendo de su intensidad, puede generar reflexiones sobre la superficie difusora del negatoscopio (muy intensa) o deslumbramientos en éste (muy escasa). Para tal fin, su cuantificación debe ser realizada al momento de adquirir el negatoscopio y luego en forma anual y/o tras cambios de lámparas fluorescentes.

La cuantificación se deberá hacer como sigue:

- El(los) negatoscopio(s) debe(n) permanecer apagado(s) durante las mediciones.
- Verificar que en el lugar donde se encuentra el negatoscopio, las condiciones de iluminación sean las habituales.
- Ubicar el instrumento en el puesto de trabajo dentro del área de visión de éste, a una distancia de a lo menos 30 cm de cualquier superficie del negatoscopio.
- Medir la iluminancia (lux) con el sensor del fotómetro en dirección perpendicular a la superficie del negatoscopio y orientado hacia el observador, hasta que la lectura se estabilice.

La iluminancia ambiental circundante al negatoscopio, mientras se efectúa la lectura en éste, no debe superar los 100 lux⁹.

En caso de no estar realizando lecturas en el negatoscopio, la iluminación del lugar deberá cumplir con lo establecido en el D.S. N° 594/99 del MINSAL para tal fin.

6. DEFINICIONES

6.1. Luz: Es una radiación del espectro electromagnético de longitud de onda entre 280 nm a 780 nm, capaz de provocar una sensación visual.

6.2. Flujo Luminoso: Cantidad de radiación espectral emitida por una fuente luminosa por unidad de tiempo. Su unidad es el Lumen (Lm).

6.3. Intensidad luminosa: Es el flujo luminoso emitido por una fuente luminosa por unidad de ángulo sólido o estereorradián en una dirección dada. Su unidad es la candela (cd).

6.4. Iluminancia: Es la razón entre el flujo luminoso que incide perpendicular a un plano y la superficie de este plano. Si el flujo es de un lumen e ilumina una superficie de un m², a la distancia de un metro, entonces se dice que la iluminación es de un lux. Se denota por Lx (1 foot-candle = 10.76 lux).

6.5. Luminancia: Es la razón entre la intensidad luminosa de una fuente emisora y la superficie aparente desde donde es emitida. Su unidad es la candela/m² (cd/m²) equivalente a un NIT, ó foot-lambert (fl), si la superficie incidente es un pié cuadrado. También se conoce como brillo fotométrico. 1 foot-lambert = 3.425 cd/m².

6.6. Reflectancia: Es la relación entre la luz reflejada por un objeto y la luz incidente.

6.7. Contraste: Diferencia de luminancia relativa entre un objeto y su fondo.

6.8. Rendimiento lumínico: Es la relación entre el flujo luminoso emitido por una lámpara y los watts consumidos. Se denota por Lm/watt

6.9. Iluminación General: La iluminación general es aplicada para producir una iluminación más o menos uniforme sobre el plano de trabajo en toda el área involucrada, sin tomar encuenta requisitos especializados. Se recomienda que la uniformidad de la iluminancia (E) sea: E mínima/Emedia ³ 0.5.

6.10. Iluminación Localizada: Es aplicada cuando en los puestos de trabajo se requiere dar mayor confortabilidad visual al trabajador.

6.11. Iluminación Local: Se aplica cuando la exigencia visual es rigurosa para una tarea visual específica, en que no es suficiente la iluminación ni general ni localizada.

6.12. Lámpara: Fuente luminosa

6.13. Luminaria: Equipo que contiene a la lámpara.

6.14. Curva fotométrica: Es la distribución polar de intensidades luminosa de una lámpara en un determinado plano.

⁹ Si bien los requerimientos planteados corresponden a una cota superior, no es conveniente que se obtengan niveles de iluminancia inferiores a 50 lux.

7. BIBLIOGRAFÍA

- 7.1. Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y Tecnología Nuclear en Latinoamérica y el Caribe (ARCAL XLIX). “Protocolos de control de calidad en radiodiagnóstico - Implementación de Normas Básicas de Seguridad en la Práctica Médica”, 2001.
- 7.2. Centro Nacional de Excelencia en Salud. Secretaría de Salud. Subsecretaría de Innovación y Calidad. Guía Tecnológica No. 12: Negatoscopio. GMDN 40988. México. 2005.
- 7.3. Sociedades Españolas de Física Médica y de Protección Radiológica (SEFM– SEPR): “Protocolo español sobre aspectos técnicos del control de calidad en radiodiagnóstico.”, 1º revisión, 2002.
- 7.4. Instituto de Salud Pública de Chile (ISP), Departamento Salud Ocupacional: “Protocolo de control y garantía de calidad del sistema de producción de imágenes radiológicas para el diagnóstico de neumoconiosis”, 2007.
- 7.5. Iluminación: Luz, Visión, Comunicación”, Tomo 1 Asociación Argentina de Luminotecnia (AADL), Buenos Aires-Argentina, Septiembre 2001.
- 7.6. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), España. NTP (Nota Técnica de Prevención) 211: Iluminación en los Centros de Trabajo.
- 7.7. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), España. “Iluminación en el Puesto de Trabajo. Criterios para su evaluación y acondicionamiento”.
- 7.8. Lighting Measurements, a basic approach to understanding the principals of lighting science”, Illuminating Engineering Society of America (IES), New York-USA.
- 7.9. Manual básico sobre mediciones y tomas de muestras ambientales y biológicas en salud ocupacional, Capítulo IV, Tercera Edición, 2013, Instituto de Salud Pública de Chile.

8. AGRADECIMIENTOS

Se agradece la especial participación de los médicos Mario Maturana y Reynaldo Concha, además del ergónomo Luis Caroca, quienes a través de sus comentarios y observaciones (sobre todo en los inicios del documento), aportaron a la confección final de éste.

COMITÉ DE EXPERTOS:

Rosa Rojas.
Asociación Chilena de Seguridad (ACHS).

Óscar Edding.
Instituto de Salud Pública de Chile (ISP).

ANEXO 1

DESCRIPCIÓN GENERAL NEGATOSCOPIO		
MARCA:		
MODELO:		
SERIE:		
Nº DE CARAS:		
FECHA DE FABRICACIÓN:		
FECHA DE INSTALACIÓN:		
EN FUNCIONAMIENTO (SI/NO):		
EN MANTENIMIENTO (SI/NO):		
POSICIÓN (horizontal o vertical):		
Nº TOTAL DE EXÁMENES (APROX.):		
TIPOS DE ESTUDIO QUE REALIZA:		
DESCRIPCIÓN SALA EN DONDE SE UBICA		
CANTIDAD DE VENTANAS:		
Nº ACCESOS:		
DIMENSIONES (m3):		
TIPO DE ILUMINACIÓN AMBIENTAL:		
CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS NEGATOSCOPIOS		
¿Posee regulador de flujo luminoso?	SI	NO
¿El negatoscopio presenta áreas de notoria diferencia lumínica?	SI	NO
¿La superficie del negatoscopio se encuentra libre de polvo?	SI	NO
¿La superficie de la pantalla del negatoscopio se encuentra sin ralladuras?	SI	NO
¿La superficie del negatoscopio se encuentra sin manchas?	SI	NO
¿Los tubos fluorescentes están correctamente adosados a la estructura del negatoscopios? (si no aplica, no responder)	SI	NO
¿El negatoscopio está libre de vibraciones mecánicas?	SI	NO
¿Los tubos fluorescentes están defectuosos o han sobrepasado su vida útil? (si no aplica, no responder)	SI	NO
¿Los componentes del sistema de alumbrado (ballast, partidor, soportes, etc) funcionan correctamente?	SI	NO
¿La sujeción del negatoscopio es segura para el usuario?	SI	NO
¿El interruptor y el enchufe del negatoscopio se encuentran en buen estado?	SI	NO
¿El negatoscopio posee conexión a tierra?	SI	NO
Observaciones:		