

# Medición de los Niveles de Iluminación por el Método de la Cuadrícula

Variante AHRA - INAHE

2022

**AHRA**  
Asociación de Higienistas  
Ocupacionales y Ambientales  
de la República Argentina

CONICET  
  
I N A H E



Primera edición digital: 6 de marzo de 2016

Edición digital revisada y modificada: 10 de junio de 2022

Publicada en formato digital por la **Asociación de Higienistas de la República Argentina (AHRA)**

Comisión de Investigación y Desarrollo



## **Asociación de Higienistas Ocupacionales y Ambientales de la República Argentina**

La AHRA es una asociación civil sin fines de lucro, integrada por especialistas de diversas disciplinas, pero preocupados e interesados en el desarrollo de la higiene ocupacional, como disciplina para la prevención de las enfermedades profesionales.

Desde sus comisiones de trabajo se fomenta la investigación y el tratamiento de temas insuficiente, parcial o inadecuadamente tratados por la legislación, en donde este documento es parte de esos trabajos de promoción.



## **Instituto de Ambiente, Hábitat y Energía**

El INAHE, es una Unidad Ejecutora del CONICET cuya actividad integra la investigación científica, los diseños y desarrollos tecnológicos, la transferencia y servicios, así como la docencia y la difusión de conocimientos de los distintos aspectos del hábitat en el contexto de la sostenibilidad energética y ambiental en base climática.

En el INAHE se realizan tareas fundamentalmente orientadas a la creación de nuevos conocimientos direccionados hacia la transferencia al medio socio-productivo. Su carácter multi e interdisciplinario hacen del INAHE un referente en la investigación y aplicaciones de diseños y tecnologías del hábitat con foco en la conservación de energías convencionales y en el aprovechamiento selectivo de la energía solar, promoviendo la sustentabilidad en climas soleados y respondiendo al contexto local, nacional e internacional.

## **Autores**

**Alberto Agustín Riva** es Ingeniero Civil egresado de la UBA e Ing. Laboral egresado de la UTN Buenos Aires. Consultor externo. Docente de la UTN sedes Buenos Aires y Resistencia en Higiene Industrial. Docente de la Diplomatura de Higiene Ocupacional del COPIME. Autor de artículos y publicaciones. Miembro de la AHRA.

**Roberto Germán Rodríguez** es diseñador industrial (UNCuyo, 2003) y Doctor en medio ambiente visual e iluminación eficiente (Universidad Nacional de Tucumán, 2012). Investigador Adjunto en el Instituto de Ambiente, Hábitat y Energía (CCT Mendoza). Es docente de grado en Ergonomía en la Universidad de Mendoza y Universidad Nacional de Cuyo. Ha realizado estadías académicas en la Universidad de San Pablo (Brasil) y en la Queensland University of Technology (Australia). Se interesa en los efectos visuales y no visuales de la luz en contextos laborales, junto a las posibles respuestas de diseño para minimizar las demandas visuales y cognitivas impuestas por este factor ambiental, desde un enfoque ergonómico. Es autor de publicaciones científicas nacionales e internacionales con referato. Investigador del CONICET-INAHE.

# Índice

## Resumen

### 1. Breve historia

### 2. Conceptos previos

2.1 Lámparas y luminarias

2.2 Tipos de lámparas

2.3 Distribución luminosa

2.4 Factores que influyen en el nivel de iluminación

2.5 Factores adicionales que contribuyen al confort visual

2.6 Uniformidad de la iluminación

2.7 Plano de trabajo

2.8 Distancia útil

2.9 Luxómetro

2.10 Magnitudes y unidades de interés

### 3. Método de la cuadrícula, variante AHRA

3.1 Pasos del método

3.2 Iluminación natural

Anexo: Calculadora gráfica de áreas de muestreo para la variante AHRA-INAHE

## **Prólogo a la segunda edición**

Para hacer un diagnóstico de situación, es ideal poder medir el estado de las cosas. En higiene ocupacional, la medición se torna vital para la mayoría de los agentes de riesgos. Conocer la concentración de un químico en aire, o la intensidad de vibraciones, ruido y radiaciones, o valorar los esfuerzos, son entre otros, parte de las tareas que debe llevar adelante un profesional o que, por lo menos, entienda cómo se hacen y por qué.

La iluminación no es la excepción, si bien su influencia para propiciar enfermedades profesionales es limitada a casos especiales, en cambio es importante para el rendimiento y satisfacción laboral, así como en la prevención de accidentes.

Existen varios métodos para definir el nivel de iluminación desde el diseño de los sistemas de luminarias, contemplando variables como la reflexión de las superficies o su utilización, con el método de las cavidades zonales o el del flujo luminoso. Por el contrario, hay pocas referencias internacionales cuando se trata de medir un sistema en funcionamiento, ya instalado.

El método de la cuadrícula variante AHRA para la medición de los niveles de iluminación, fue propuesto en 2016. Desde entonces, recibió algunas revisiones, pero ésta, en particular, cuenta con el aporte y la experiencia del Dr. Roberto Germán Rodríguez, miembro del CONICET – INAHE, quien aportó una nueva herramienta, puntos de vista y opiniones que facilitaron el trabajo.

El rediseño del esquema de la presentación, pretende facilitar su uso. Esperamos que sea una herramienta dinámica y útil para los docentes y profesionales en el tema.

### **Agradecimientos:**

Cuando inicié este estudio en el año 2013, consulté al Ing Luis Descheres, especialista en iluminación de la Asociación Argentina de Luminotecnia. Valoro el tiempo que me dedicó en sus respuestas, pero sobre todo su calidad. Mucho de lo aquí desarrollado se basó en ellas.

También quiero expresar mi gratitud con Roberto Rodríguez, quien desinteresadamente se entusiasmó con este trabajo y colaboró en su revisión, mejora y actualización.

Alberto Agustín Riva

# Medición de los Niveles de Iluminación por el Método de la Cuadrícula

Autor: Ing. Alberto Agustín Riva (AHRA), con la colaboración del Dr. Roberto Germán Rodríguez (CONICET-INAHE)

---

## Variante AHRA-INAHE

### **Resumen**

*Existen metodologías para el diseño de sistemas de iluminación, pero en este documento se encara la medición de niveles de iluminación en ambientes con sistemas ya existentes. El objetivo es siempre lograr una iluminancia adecuada a las necesidades visuales del trabajador, considerando su confort, seguridad y eficiencia de la tarea a realizar, aunque también pueden hacerse notar la estética y el cuidado comercial.*

*Para que los valores obtenidos sean representativos de la iluminación real, y puedan compararse con los mínimos exigidos por la legislación, se deben aplicar una serie de pasos. La metodología aquí desarrollada busca simplificar algunos aspectos y aclarar otros; pone en consideración la luz natural y el deslumbramiento, además de los cálculos de iluminancia promedio y uniformidad.*

### **Palabras claves**

*Iluminación, nivel de iluminación, método de la cuadrícula, áreas de muestreo, puntos de muestreo, luxómetro, distancia útil, uniformidad, luz natural*

# 1. Breve historia

El método de la cuadrícula comenzó a aplicarse en la República Argentina a partir de la Res. 84/12 de la Superintendencia de Riesgos del Trabajo (SRT), que buscó la forma de que el decreto 351 reglamentario de la ley de higiene y seguridad, vigente desde 1979, fuese efectivamente puesto en marcha en cuanto a la evaluación de la iluminación en los lugares de trabajo. Hasta ese momento, las mediciones eran puntuales por sectores y, si bien muchos añorarán la simplicidad de esas determinaciones, lo cierto es que los resultados no eran en su mayoría confiables, por la variedad de factores que influían, comenzando por la intención del profesional o del empleador que lo contrataba en cuanto a qué valores quería obtener.

Este autoengaño, traía – y sigue trayendo – la creencia de la poca importancia de la iluminación frente a otros riesgos laborales. Sin embargo, la influencia de la iluminación es mucho mayor, cuando se suman todos sus efectos, como por ejemplo su incidencia en el cansancio visual, ciertas posibles patologías, los accidentes, el ritmo circadiano, la ergonomía del puesto de trabajo, el estrés, en el rendimiento laboral, en las relaciones laborales, en la calidad de vida laboral, etc.

La metodología a encarar, toma como base la resolución 84 y la Guía de la SRT que la acompaña, pero también normas y recomendaciones de otros países, buscando facilitar su aplicación. Esta versión, revisión de la publicada en el año 2016-2017 por la AHRA, ahora con la colaboración del CONHISSET-INAHE, replantea situaciones particulares, cambia notaciones (por ejemplo, la expresión de “punto de muestreo” por “área de muestreo”), compara con mayor fuerza la iluminación general con la localizada y despunta una incipiente consideración hacia la importancia de la luz natural en los ambientes de trabajo.

## 2. Conceptos previos

*Antes de comenzar con el método es conveniente repasar algunos conceptos que se aplican directamente en él, o que sirven para diagnosticar las causas de una mala iluminación y faciliten la elaboración de las recomendaciones a quien solicitó la evaluación.*

Una **cuadrícula** es, por definición, el conjunto de los cuadrados que resultan de cortarse perpendicularmente dos series de rectas paralelas<sup>1</sup>. Lo cual es la primera dificultad en este método ya que, si bien la OIT considera que cada área en que es dividido el sector a medir debe ser idealmente cuadrada, lo cierto que ello normalmente no es posible, conformándose casi siempre rectángulos.

También podríamos utilizar el nombre de método de la “malla” o de la “grilla”; de hecho, a veces es mencionado de este modo - si bien esas palabras no tienen una acepción válida para aplicarlas al tema tratado en el diccionario, aunque su utilización es habitual en la jerga técnica-.

### 2.1. Lámpara y luminaria

Por *lámpara* se entiende el elemento o dispositivo que emana luz, o la fuente de luz o, en forma más técnica aún, es un convertidor de energía eléctrica en radiación electromagnética visible; en cambio la *luminaria* es el artefacto o sistema que contiene una o más lámparas y que puede estar compuesto por deflectores, difusores, lentes y pantallas con el fin de controlar el flujo luminoso emitido por aquellas.

### 2.2. Tipos de lámparas

- Incandescentes (estándar y halógenas)

Es un termorradiador compuesto por un filamento metálico de wolframio en forma de espiral alojado en el interior de una ampolla de vidrio y calentado al rojo blanco por corriente eléctrica. Suele colocarse un gas inerte de llenado.

Cuando ese gas está mezclado con una cierta cantidad de halógenos, la lámpara se llama incandescente halogenada.<sup>2</sup>

Ejemplos de este tipo de lámparas: dicroicas, proyectores, concentra (nombre comercial), bi-pin, PAR, spot, lineal de vidrio prensado, etc.

- De descarga

Las lámparas de descarga son elementos de iluminación en los que la luz se produce por la excitación de un gas que se somete a descargas eléctricas. El funcionamiento de una lámpara de descarga se basa en el fenómeno de la luminiscencia, que consiste en la emisión de radiaciones luminosas con un escaso aumento de la temperatura, por lo que se las llama lámparas frías.

---

<sup>1</sup> Diccionario de la Real Academia Española, versión web.

<sup>2</sup> La ventaja de las lámparas halógenas es el “ciclo halógeno”, donde el wolframio del filamento que se evapora, reacciona químicamente con la atmósfera halógena. Esta reacción es reversible, por lo que el wolframio vuelve a depositarse en el filamento. Esto mejora sensiblemente la eficacia luminosa, pero lo más importante, es que extiende la vida útil de la fuente.

Las lámparas de descarga se pueden clasificar según el gas utilizado (vapor de mercurio o sodio) o la presión a la que éste se encuentre (alta o baja presión). Las propiedades varían mucho de unas a otras y esto las hace adecuadas para distintos usos. Por ello se clasifican así:

- Lámparas fluorescentes (fluorescentes, de vapor de mercurio y vapor de sodio)
- Lámparas de baja y alta presión.

Ejemplos:

- ✓ Lámpara de sodio de Baja Presión
  - ✓ Lámpara de sodio de Alta Presión
  - ✓ Lámpara de mercurio de Baja Presión (es la lámpara de bajo consumo)
  - ✓ Lámparas de mercurio de Alta presión
  - ✓ Lámparas Mezcladoras
  - ✓ Lámpara de Halogenuros Metálicos
- LED. El LED (abreviatura del inglés de “Light Emitting Diode”, diodos emisores de luz) es una tecnología de estado sólido que usa ledes. En lugar de emitir luz en el vacío (lámpara incandescente) o en un gas (lámpara de descarga, como la de bajo consumo de tipo fluorescente compacto), el LED emite luz mediante un elemento semiconductor. En su caso, produce luz cuando los electrones se mueven dentro de la estructura de semiconductor.

### 2.3. Distribución luminosa

La luminaria se diseña para que, entre otras cosas, modifique la distribución del flujo luminoso de las lámparas contenidas en su interior. En consecuencia, podrá proyectar la luz en forma directa o indirecta sobre el plano de trabajo, según la forma y material de apantallamiento y transmisión de la luz.

De esta manera, los sistemas de iluminación dependerán del porcentaje del flujo luminoso dirigido hacia el plano de trabajo (habitualmente el hemisferio inferior de la luminaria), con respecto al flujo total emitido por la luminaria, clasificándose de la forma indicada en la figura 1

Forma de emisión de la luz de la luminaria	% del flujo luminoso emitido al hemisferio inferior	
Directa	90-100	 Directo
Semidirecta	60-90	 Semi-directo
General Difusa	40-60	 General-difuso
Directa - indirecta	40-60	 Indirecto
Semi indirecta	10-40	 Semi-indirecto
Indirecta	0-10	 Directo-Indirecto

Figura 1: Formas de distribución del flujo luminoso.

## **2.4. Factores que influyen en el Nivel de Iluminación**

Características de las lámparas

- Tipo
- Vida útil

Características de las luminarias

- Tipo de luminaria
- Mantenimiento de la luminaria

Características del local y del entorno

- Dimensiones geométricas del local
- Altura de montaje de las luminarias
- Tipo de actividad y plano de trabajo
- Color y textura de paredes, techo, piso y elementos decorativos.

## **2.5. Factores adicionales que contribuyen al confort visual**

- Deslumbramiento
- Reflexiones
- Parpadeo y efectos estroboscópicos
- Luz natural
- El color

## **2.6. Uniformidad de la iluminancia**

Se define a la uniformidad de la iluminancia como la relación o cociente entre la iluminancia mínima y la iluminancia media sobre una superficie.

La uniformidad trata de evitar el discomfort y la fatiga originados en los cambios fuertes de niveles de iluminación en una tarea. La agudeza visual es función directa de la cantidad de luz que ingresa al ojo (iluminancia retiniana). También depende del tamaño del estímulo, y de su contraste figura- fondo. Si uno aumenta el nivel de luz en la tarea, tiene que hacerlo en el entorno, para evitar esfuerzos de adaptación visual en la persona. Los valores no pueden ser muy diferentes en áreas cercanas exigiéndose una relación no menor de 0,5 entre sus valores mínimo y medio, cuando se trata de ambientes interiores.

## **2.7. Plano de trabajo**

Es el plano sobre el cual interesa conocer el nivel de iluminación en cuanto a las tareas que en él se realizan. Cuando no está determinado, suele tomarse un plano ubicado a 0,8 m del piso, aunque puede ser cualquier otro según la tarea y tener, incluso, posiciones verticales o inclinadas.

## **2.8. Distancia útil**

En la expresión para determinar el índice del local K, como veremos más adelante, se utiliza en el denominador la distancia útil, que se define como la distancia entre el plano de la luminaria y el plano de trabajo de la tarea cuyo nivel de iluminación se desea medir<sup>3</sup>. Además, el método requiere que exista paralelismo entre ambos planos.

Para los sistemas de iluminación indirectos, el techo es la fuente luminosa de la sala por lo que la distancia a considerar al evaluar el índice del local, es la del techo. Esto es una licencia que se ha tomado, ya que, en otros métodos, las expresiones para calcular el índice del local son dos y, en ese caso, las de iluminación indirecta o semi indirecta utilizan una fórmula distinta.

En los sistemas de iluminación directa en los cuales el flujo luminoso es emitido por el elemento de iluminación, la altura del techo tiene una importancia relativamente pequeña en sentido vertical descendente y la distancia útil de las luminarias es el criterio para evaluar el índice del local.

La distancia útil puede no ser vertical, dependiendo de la ubicación del plano de trabajo y las luminarias. También puede no coincidir con la distancia a las luminarias ya que, en el caso de la iluminación difusa o indirecta, se toma hasta el techo, que refleja hacia el plano de trabajo.

## 2.9. Luxómetro.

Equipo con el que se mide el valor del nivel de iluminación sobre una superficie. Se denomina también iluminancímetro.

## 2.10. Magnitudes y unidades de interés

**Flujo luminoso ( $\Phi$ ):** cantidad de luz emitida por una fuente de luz en todas las direcciones. Unidad: Lumen (Lm)

**Nivel de iluminación o Iluminancia (E):** es la cantidad de energía en forma de luz recibida por una superficie; flujo luminoso por unidad de superficie (densidad de luz sobre una superficie dada) Unidad: Lux (Lux = Lumen/m<sup>2</sup>)

**Intensidad de iluminación (I):** parte del flujo emitido por una fuente luminosa en una dirección dada, por el ángulo sólido que lo contiene. Unidad: Candela (cd)

**Luminancia (L):** intensidad luminosa emitida en una dirección dada por una superficie luminosa o iluminada (efecto de "brillo" que una superficie produce en el ojo). Unidad: candela por metro cuadrado (cd/m<sup>2</sup>)

---

<sup>3</sup> En la Guía Práctica N° 1, La Iluminación en el ambiente laboral, de la SRT, se la llama altura de montaje, definiéndola como la distancia vertical entre el centro de la fuente de luz y el plano de trabajo. Nótese la diferencia con la expresión dada en este documento.

## 3.Método de la cuadrícula, variante AHRA

El objetivo de la medición de iluminación es evaluar el nivel de iluminación de ambientes interiores, sea cual sea su uso. En este documento se desarrolla para ser aplicado en ambientes laborales en donde son importantes el confort, el trabajo visual y la seguridad. No obstante, es un método perfectamente válido para ser utilizado también para auditar edificios terminados en donde el sistema de iluminación fue previamente diseñado y calculado para obtener niveles acordes a lo exigido por la normativa laboral, pero también por cuestiones de estética, comerciales, etc.

Al hablar de confort visual, debemos prestarle atención en los lugares habitables a la Iluminancia (uniforme y óptima), al deslumbramiento y los contrastes, la ausencia de efectos estroboscópicos y los colores.

El método de la cuadrícula evalúa dos variables fundamentales de todas las recién mencionadas:

- ✓ Nivel de iluminación promedio (Iluminancia promedio  $E_m$ )
- ✓ Uniformidad de la iluminación

Estas variables permiten suponer en forma relativamente sencilla que la iluminación en los ambientes de trabajo admite realizar las tareas en condiciones aceptables tanto de seguridad como de eficacia y confort, siempre que no sea inferior a los estándares establecidos por la legislación.

Debe prestarse atención a una adecuada eficiencia del consumo de la energía, en donde la utilizada para iluminación puede ser relevante. Es indudable que, a mayores niveles luminosos, mayor será el consumo eléctrico. Sin embargo, existen numerosas formas de minimizar ese gasto, que son desestimadas en los diseños por considerarlas redundantes o innecesarias como, por ejemplo, la sectorización de los circuitos, la combinación de iluminación general con la localizada y la dimerización, entre algunas alternativas posibles.

Por otro lado, no pueden subestimarse los beneficios de la luz natural, y el diseño de todo puesto de trabajo debería considerarlo, ya que no sólo contribuye al ahorro energético sino a su importante aporte para la salud (por ejemplo, el ritmo circadiano)

### 3.1. Pasos del método

El método es aplicable a cualquier tipo de superficie que se pueda reticular. Cuando las superficies son irregulares (triangulares, ovaladas, circulares y otras) se lo analizará en "Excepciones a la cuadrícula" de este documento. Por su origen (método de las cavidades zonales para el diseño de sistemas de iluminación), se utiliza exclusivamente en interiores o ambientes bajo techo, si bien su utilización en el exterior es posible.<sup>4</sup>

El método sirve para medir instalaciones de alumbrado existentes, no para diseñarlas ni calcularlas. Para eso hay otros métodos, como el de los lúmenes o la medición punto por punto o el propio de las cavidades zonales, en donde se basa buena parte del método de la cuadrícula. En los cálculos y diseños de iluminación en interiores, se toman en cuenta la reflexión, absorción y transmisión de la luz en

---

<sup>4</sup> De hecho, la norma IRAM/AADL J 2018 "Iluminación de lugares de trabajo en exteriores. Requisitos y niveles de iluminación" acepta al método de la cuadrícula como uno de los métodos alternativos para ser aplicado en el exterior.

paredes y techos, aspectos inexistentes en el exterior, así como factores de mantenimiento y depreciación de las lámparas.

En el caso del método de la cuadrícula, como se quiere obtener un resultado representativo de la realidad, lo importante es que la cantidad de puntos de medición sean los suficientes como para lograr ese objetivo.

Los pasos a seguir en este método son:

1. Relevamiento de datos
2. Cálculos previos
3. Medición
4. Registro de actuación. Informe final

Veamos uno por uno.

### **1°) Relevamiento de datos**

Para poder aplicar este método resulta imprescindible conocer las medidas geométricas de los ambientes (largo, ancho y distancia útil); pero, sobre todo, visualizar y definir cómo serán las llamadas **áreas o puntos de muestreo**. Para ello se precisa:

- a) Planos y croquis provisto por la empresa de los lugares a evaluar.
- b) Lay out y puestos de trabajo;
- c) Turnos de trabajo
- d) Orientación y presencia de la luz solar.

Para lograr esto se debe:

- Solicitar planos y croquis a la empresa del edificio y sectores en los cuales se va a hacer el trabajo. Deben estar actualizados, con medidas o en escala, de tal forma que se puedan determinar las dimensiones de los locales sin recorrerlos previamente. Caso contrario se deben tomar las medidas in situ.
- También es necesario contar con información básica sobre la forma de trabajo para definir los niveles de iluminación necesarios; los turnos de trabajo explican la necesidad de contar con aporte total de luz artificial o una mezcla con la natural, de acuerdo a las horas del día y los meses del año. La luz natural tiene una influencia decisiva en la iluminación de muchos puestos de trabajo y debe ser compensada con artefactos lumínicos cuando se trabaja de noche.

### **2°) Cálculos previos**

Esta etapa, se puede dividir de la siguiente forma:

- a) Determinar las áreas o puntos de muestreo; comprobación in situ.
- b) Calcular el índice del local K.
- c) Calcular el Número mínimo de puntos de medición (**N**) en cada cuadrícula de las áreas de muestreo.

### **a) Determinar las áreas o puntos de muestreo; comprobación in situ.**

Hay que definir los sectores en los cuales se quiere evaluar. Esos sectores deben ser rectángulos o cuadrados, en donde las tareas realizadas son tales que requieran el mismo **E** en cada una de ellos. A los sectores así definidos los llamaremos “**Áreas de Muestreo (AM)**”. Si hubiera tareas que requieren iluminación diferenciada, concentrada en pequeños espacios de un recinto mayor, se evaluará según se indica en “casos particulares” de este documento.

Cuando existan interferencias, falta de perpendicularidad entre lados del local, formatos extraños e irregulares, trate de transformarlos en cuadrículas medibles tanto para los cálculos como para la operación in situ. Por ejemplo, en un local con forma de paralelogramo no podría aplicarse el método con facilidad. En ese caso, si la forma no es marcadamente distinta, trate de asimilarlo a un rectángulo de la misma superficie y con análogas medidas de lados.

De la misma manera, el problema surge con las diferentes distancias útiles de las luminarias en un mismo sector de trabajo; o la inversa, luminarias coplanares, pero que actúan sobre diferentes planos de trabajo. Esto puede ameritar la conveniencia de subdividir en nuevas cuadrículas que tengan uniformidad de la distancia o en tomar una altura como referencia. Esto es discutible y debe analizarse con cuidado ya que el tipo, la ubicación y distribución de las luminarias influyen en el factor a evaluar.

**Esta etapa no puede darse por concluida hasta que** se camine por los locales y examine personalmente con atención, las divisiones y sectores que obtuvo por medio de los planos o croquis. Haga las correcciones necesarias antes de proceder con los cálculos.

### **Excepciones a la cuadriculación**

Entendemos por cuadriculación al proceso de calcular, en cada área de muestreo, el número mínimo de puntos de medición (**N**), lo que definirá también la cantidad de rectángulos de esa división.

Hay situaciones en las que realizar la cuadriculación resulta excesivo o directamente no es posible y no aporta a la evaluación general. Por eso, se establece lo siguiente:

- Cuando se trate de áreas de muestreo donde los puestos de trabajo son fijos, en espacios reducidos, de superficie inferior a los 20 m<sup>2</sup>, se deberá medir en cada puesto ó adoptar una cuadrícula con 4 valores de medición.
- Si la superficie a medir fuera inferior a 10 m<sup>2</sup>, se deberá medir sobre cada puesto de trabajo, punto a punto, excepto que dicho puesto ocupe prácticamente toda la superficie y por ende se requiera buena iluminación en toda ella.
- En las oficinas cerradas con menos de 10 m<sup>2</sup> de superficie, se podrá medir puntualmente, sobre el escritorio de trabajo. Igualmente debe tenerse en cuenta la movilidad del o de los ocupantes dentro de ella, así como el uso de mobiliario (armario, archivero, biblioteca, etc.)
- Si se registran reclamos de trabajadores por la iluminación, o si las tareas son de alta exigencia visual o de alto riesgo visual, se debe cuadricular el sector conflictivo y medir todos los puntos que surjan según la fórmula.
- No es aceptable pensar en reducir el trabajo del profesional al realizar la medición, si ello puede entrañar un riesgo para el trabajador.

- Ciertos locales auxiliares y de servicio, pueden exceptuarse de ser cuadrículados. Por ejemplo:

Salas de reuniones.

Comedores

Baños

Vestuarios

Etc.

En estos casos, se pueden realizar las mediciones puntuales sobre los lugares críticos. La uniformidad tendría una relativa importancia, salvo que influya en la circulación o en el riesgo de accidentes en forma evidente. Tenga siempre en cuenta la opinión de los empleados o la existencia de denuncias y accidentes de trabajo

## b) Calculando el índice del local

El método continúa con la aplicación del concepto de **Índice del local K** (Room Index en inglés) utilizado para el diseño de un sistema de iluminación y la cantidad de luminarias necesarias, y consiste en la siguiente relación a calcular en cada área de muestreo:

$$\text{Índice del local (K)} = \frac{\text{Largo x Ancho}}{\text{Distancia útil x (Largo + Ancho)}}$$

Dónde:

Largo: es el lado mayor del espacio a ser medido (área de muestreo)

Ancho: es el lado menor del espacio a ser medido (área de muestreo)

Distancia útil: distancia entre el plano de las fuentes de luz o luminarias y el plano de trabajo.

Como es evidente el índice del local surge de considerar la geometría del local. El índice aprecia que sólo una fracción del flujo luminoso emitido por el sistema de iluminación impuesto llega efectivamente al plano de trabajo. Influyen sensiblemente las proporciones del local, pero también la reflexión de las superficies que lo conforman. Un local angosto y alto tiene una absorción de la luz mayor por las paredes perimetrales que una sala ancha y relativamente baja.

La fórmula sería cierta para valores de **K** que cumplan las siguientes condiciones<sup>5</sup>:

- K superior o igual a 0,75
- Largo L no mayor que 4 veces el Ancho A

Con **K** calculado se obtiene **x** que es el índice citado con los decimales truncados. Por ejemplo: si K vale 2,2, entonces x = 2

Luego se calcula el número mínimo de puntos de medición (**N**) igual que antes:

---

<sup>5</sup> Son requisitos de validez en el método de las cavidades zonales. Pero dadas las diferencias de aplicación, sólo se mencionan como información para tener en cuenta, pero no para restringir el uso del método.

$$N = \text{Número mínimo de puntos de medición} = (x + 2)^2$$

De esta manera, las cuadrículas pueden quedar divididas, como indica la Tabla N° 1

Índice del local (K)	x (K redondeado)	N Número mínimo de puntos a evaluar
$K < 1$	0	4
$1 \leq K < 2$	1	9
$2 \leq K < 3$	2	16
$K \geq 3$	3	25

Tabla N° 1. Valores de N según los rangos del índice del local

Nótese que, si K es igual o mayor que 3, el valor de x siempre será 3.

**Nota:** en el Anexo se proporciona un conjunto de nomogramas prácticos para conocer en forma rápida la cantidad de puntos de medición según esta variante. Cruzando distintos largos y anchos de local, para distintas alturas de montaje, uno puede gráficamente conocer el “número mínimo de puntos de medición”.

La distribución geométrica de los objetos y las propias dimensiones del local, así como la ubicación de las luminarias – se debe evitar que el centro de cada cuadrícula coincida con el centro de las luminarias - suelen requerir la utilización de un número de puntos superior a este N.

Se cuadrícula el local, teniendo en cuenta el resultado de N pero de forma tal que resulte practicable la toma posterior de valores. En este sentido, se tendrá en cuenta que, si bien N puede valer según la expresión anterior 4, 9, 16 ó 25, no se debe limitar estrictamente el número de divisiones, sino que puede adoptarse un número mayor si resultase útil o necesario para que sea representativo del lugar a medir.

Ejemplo: calcular N para un local con la siguiente geometría y datos obtenidos de planos. Ancho= 7 m; largo= 15 m; distancia útil= 3,5 metros

$$K = \frac{7 \times 15}{(7 + 15) \times 3,5} = 1,36$$

$$X = 1; N = (1 + 2)^2 = 9$$

En las dos figuras siguientes se muestran dos soluciones. La A, marca estrictamente el número de cuadrículas calculadas. Pero la B, es una posibilidad que puede estar originada en dos causas: 1) lograr cuadrículas más parecidas a cuadrados; 2) la distribución espacial real, en cuanto a la conveniencia por los objetos y los puntos de referencia que se pueden tomar o encontrar en el lugar.

Ambas soluciones pueden ser correctas y, además, no ser las únicas.


Solución A


Solución B

### Consideraciones

- Tenga en cuenta las distancias útiles cambiantes (alturas de montajes y planos de trabajos variables) para un mismo sector y la eventual influencia de la luz natural. Si tuviera esta situación puede adoptar alguna de estas alternativas:
  - a. Subdividir en cuadrículas con igual distancia útil.
  - b. Tomar una distancia útil promedio, para los cálculos. En este caso, cuando analice los resultados de las mediciones, no debe dejar de lado la estimación y las recomendaciones estarán sujetas a la interpretación.
  - c. Adoptar una distancia útil uniforme de 0,75 cm si las tareas se realizan sentadas y 0,8 para las de parado.

### 3º) Medición in situ

Con el luxómetro se procede a tomar en el local los valores de iluminación correspondientes al centro aproximado de cada rectángulo trazado en el esquema, consignándolo en éste. Estas mediciones se repetirán a la mañana y a la noche, en caso que la producción o los servicios sean continuos. Si bien es cierto que las mediciones nocturnas serán más representativas desde el punto de vista de la calidad del sistema de iluminación, la medición diurna también puede arrojar datos importantes por la influencia de la luz natural, que puede afectar la uniformidad y el deslumbramiento.

### Consideraciones

- Dé mayor importancia a los locales de trabajo donde suele haber personal realizando tareas, aunque sea en forma discontinua.
- La elección de la escala adecuada del luxómetro producirá la lectura más precisa. Seleccione siempre la escala que produzca la mayor cantidad de dígitos sin exceder la máxima para esa escala en particular. En caso contrario los errores, en bajos valores, son proporcionalmente mayores.
- Cuando tome valores con escalas altas, multiplique por el valor indicado en el instrumento para obtener el valor verdadero.
- Si debe medir con luz artificial, en locales con lámparas de descarga, enciéndalas con anticipación (entre 5 y 20 minutos) antes de tomar los valores. Una lámpara de este tipo tiene un valor inicial de emisión lumínica que al cabo de unos minutos puede ser muy superior, y

luego se estabiliza. Esto puede falsear las mediciones iniciales. Algunas normas establecen un tiempo de espera mucho mayor en el caso de tubos fluorescentes: 30 minutos.

- Observe el local y tome puntos de referencia que permitan establecer alguna simetría, para dividirlo en forma virtual, de acuerdo con lo calculado. Por ejemplo: puede usar las columnas, las vigas, las ventanas, los mosaicos del piso, las juntas, la distribución de las máquinas, las luminarias del techo, etc.
- Tome el nivel de iluminación con el luxómetro, parado dentro de cada rectángulo virtual. Es deseable que sea en el centro, pero son aceptables desviaciones cuando resulte imposible tomarlo en esa posición (caso típico de los grandes depósitos llenos de mercaderías).
- El luxómetro debe estar localizado sobre la superficie o plano de trabajo (real o virtual) donde se realiza la tarea visual crítica (en posición horizontal, vertical, inclinada).
- Observe el entorno cuando se decida a tomar una medición, ya que los objetos cercanos y usted mismo afectarán el valor obtenido. Evite usar ropa blanca ya que la reflexión de la luz en ella afectará el valor medido en cada punto. No se interponga entre las fuentes luminosas y el sensor.
- Gire alrededor del punto que eligió para tomar el nivel, analice brevemente los resultados que se reflejan en la pantalla y relaciónelos con la posible posición del trabajador. Si el trabajador puede tomar múltiples posiciones, adopte aquella que brinda el valor promedio en luxes.
- Mantenga el luxómetro a una distancia no menor que 50 cm de su cuerpo, manteniéndose estático durante unos segundos antes de tomar nota del valor marcado.
- Registre cualquier observación importante sobre los objetos cercanos que pueda haber influido en la medición. La ocupación volumétrica temporal puede afectar sensiblemente los resultados. Esos detalles le servirán para presentar las recomendaciones y propuestas para mejorar la iluminación, en el caso que ésta sea defectuosa según el cálculo final del promedio y la uniformidad.
- La Tabla 3 (Tabla 4 del Anexo IV, del Decreto 351/79), indica la relación que debe existir entre la iluminación localizada y la iluminación general mínima.

Esto plantea un dilema y también una solución. Se presenta cuando en un sector de trabajo se realizan tareas generales que requieren un nivel de iluminación, y otras áreas puntuales con un nivel de iluminación generalmente mayor. En estos casos, se debe proceder así:

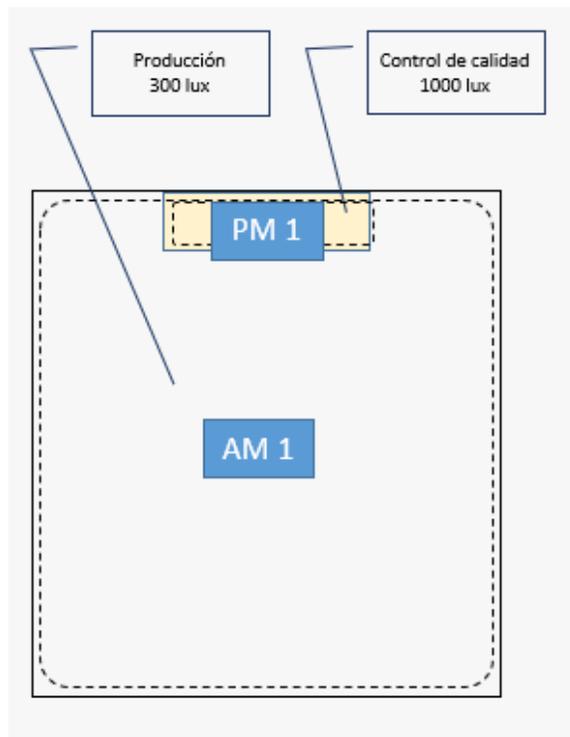
- Aplicar el método de la cuadrícula al sector con un nivel de iluminación general dado.
- Las tareas puntuales, restringidas a áreas reducidas (menores a 10 m<sup>2</sup>) se medirán puntualmente, verificando que cumplan con los mínimos de ley para esa tarea.
- Al mismo tiempo, se verificará que la relación entre la iluminación en esos puntos – considerada localizada – cumpla con la relación general de la cuadrícula en la cual está inserta, dada por la mencionada tabla 4 anterior.

Tabla 2. **Iluminación general Mínima**

(En función de la iluminancia localizada). (Basada en norma IRAM-AADL J 20-06)

Localizada	General
250	125
500	250
1000	300
2500	500
5000	600
10000	700

**Ejemplo:**



En la figura se aprecia un sector de producción (Área de Muestreo 1) en el cual las actividades requieren de 300 lux y un segundo sector (Punto de muestreo 1), dentro de él (una mesa de trabajo de aproximadamente 6 m<sup>2</sup>) en donde se hace control de calidad que requiere una iluminación mayor. Se cuadrícula el sector mayor (AM 1) y se mide en cada cuadrícula, para verificar E<sub>m</sub> y la Uniformidad. En el PM 1 se toman, en cambio 1 o dos valores, que se pueden promediar para obtener el definitivo.

- A los valores medidos se les debe agregar la incertidumbre de la medida según el aparato de medición utilizado. Por ejemplo: 533 ± 12 lux. Se cumplirá el valor mínimo establecido por la

legislación vigente si el resultado está dentro del rango, o es superior, al que incluye la incertidumbre.

#### 4°) Elaboración del informe

Los cálculos y determinaciones, el registro de los datos y la preparación de un documento que muestre la forma en que se trabajó, son imprescindibles. Ese documento debe constar de dos partes:

- *Determinaciones:* se grafican las áreas de muestreo, los croquis generales de ubicación; se indican las dimensiones de los locales a cuadricular, la distancia útil (justificándola); se muestran los valores de K y N que llevaron a adoptar cada cuadrícula; se vuelcan en cada cuadrícula los valores de iluminancia obtenidos al medir con el luxómetro. Se concluye y analizan los resultados indicando las recomendaciones para aquellos casos en donde la iluminancia promedio o la uniformidad no cumplan con los valores mínimos establecidos por la normativa.
- *Resumen:* es una tabla sencilla (n archivo Excel es lo ideal), que muestra algunos datos que no necesariamente están en la sección de determinaciones de este documento (tipo de fuentes de iluminación, sistema de iluminación) y otros que sintetizan las determinaciones. Aquí no se registran todos los valores de iluminancia sino solo los finales (promedio y uniformidad) para cada área o punto de muestreo. Esta tabla permite una mirada rápida y concluyente del resultado final, permitiendo detectar con facilidad los sectores con problemas, pero que deben remitir, en tal caso, a la lectura de la primera parte del documento para lograr mayores precisiones.

Para completar ambas partes del documento se deben cumplir los siguientes pasos:

- a. Calcular el nivel de iluminación promedio.
- b. Comparar con el nivel legal.
- c. Verificar la uniformidad
- d. Recomendar

##### a. Cálculo del nivel de iluminación promedio o iluminancia

El valor promedio o medio ( $E_m$ ) de la iluminación, en cada área de muestreo, se calcula:

$$E_m = \frac{\Sigma \text{valores medidos (Lux)}}{\text{Cantidad de puntos medidos}}$$

##### b. Comparación con el nivel de iluminación de la normativa legal vigente

Una vez obtenida la iluminancia media, hay que comparar el resultado según lo exigido por la normativa de cada país. En el caso de la República Argentina, el Decreto 351/79, Anexo IV, tabla 2, de acuerdo al tipo de actividad, local y tarea visual (por lo extenso no se transcribe aquí).

En caso de no encontrar en la tabla 2 el tipo de actividad, el local o la tarea visual que se ajuste al lugar donde se realiza la medición, se deberá buscar la intensidad media de iluminación para diversas clases

de tarea visual en la tabla 1 del mismo decreto y seleccionar la que más se asemeje a la tarea visual que se desarrolla en el lugar. Se transcribe como Tabla 2 a continuación:

Clases de tarea visual	Iluminación sobre plano de trabajo (lux)	Ejemplos de tareas visuales
Visión ocasional solamente	100	Para permitir movimientos seguros por ej. en lugares de poco tránsito: Salas de calderas, depósitos de materiales voluminosos y otros.
Tareas intermitentes ordinarias y fáciles, con contrastes fuertes.	100 a 300	Trabajos simples, intermitentes y mecánicos: inspección general y contado de partes de stock, colocación de maquinaria pesada.
Tareas moderadamente críticas y prolongadas, con detalles medianos.	300 a 750	Trabajos medianos, mecánicos y manuales, inspección y montaje; trabajos comunes de oficina, tales como: lectura, escritura y archivo.
Tareas severas y prolongadas y de poco contraste.	750 a 1500	Trabajos finos, mecánicos y manuales, montajes e inspección; pintura extrafina, sopleteado, costura de ropa oscura.
Tareas muy severas y prolongadas, con detalles minuciosos o muy poco contraste.	1500 a 3000	Montaje e inspección de mecanismos delicados, fabricación de herramientas y matrices; inspección con calibrador, trabajo de molienda fina.
	3000	Trabajo fino de relojería y reparación.
Tareas excepcionales, difíciles o importantes	5000 a 10.000	Casos especiales como, por ejemplo: iluminación del campo operatorio en una sala de cirugía.

Tabla N° 3. Corresponde a la TABLA 1 del Dto. 351/79 – Capítulo XII – Iluminación y color. Intensidad media de iluminación para diversas clases de tarea visual. (Basada en norma IRAM-AADL J 20-06)

### c. Verificar la uniformidad

Una vez obtenida la iluminancia media, se procede a verificar la uniformidad de la iluminancia, según lo requiere el Decreto 351/79 en su Anexo IV:

$$E_{\min} \geq E_m / 2$$

Donde la iluminancia mínima ( $E_{\min}$ ), es el menor valor detectado en la medición.

Si se cumple con la relación, indica que la uniformidad de la iluminación está dentro de lo exigido en la legislación vigente.

Es decir que, a los efectos de prever una buena distribución luminosa, se determina la llamada Uniformidad de la Iluminancia (U):

$$\text{Uniformidad de la iluminancia} = \frac{\text{Iluminancia mínima}}{\text{Iluminancia media}}$$

Sobre cualquier área de trabajo y su entorno inmediato, la uniformidad no deberá ser inferior a 0,5. En muchos lugares de trabajo, es innecesario proporcionar el mismo nivel de iluminación a todas las áreas.

La U busca evitar los saltos bruscos de la luminancia para que éstos no se materialicen en molestias y accidentes de los trabajadores. La Uniformidad también debería verificarse entre la iluminación general y la localizada, cuando una y otra son medidas próximas o la segunda estar dentro del sector área de muestreo de la primera. Para ello deberían cumplirse las relaciones indicadas en la siguiente tabla:

Tabla N° 4. Iluminación General Mínima (en función de la iluminación localizada). Basada en la norma IRAM- AADL J 20-06<sup>6</sup>

Localizada (lx)	General (lx)
250	125
500	250
1000	300
2500	500
5000	600
10000	700

Más detalles pueden verse a continuación.

#### **d. Cálculo Conclusiones y recomendaciones**

Todo el trabajo anterior se debe plasmar en el documento final que, como se indicó, tiene dos partes: 1) Determinaciones; 2) Resumen. La primera parte se inicia con el llamado protocolo de la medición, que es un detalle de todo lo actuado, paso por paso, con descripción de las áreas y puntos de muestreo, cálculo de N, croquis y cuadrículas, hasta llegar a cada resultado, en cuanto al cumplimiento de los valores mínimos establecidos por la legislación; incluyendo la iluminación media, así como la uniformidad. La segunda parte, el Resumen, finaliza con un cuadro que sintetiza los resultados obtenidos, por área y puntos de muestreo.

La figura 2, muestra un ejemplo de portada de todo el documento (obligatorio en Argentina para este tipo de mediciones). Allí deben figurar: datos del instrumento y su calibración, fecha de la medición, datos del establecimiento (razón social, CUIT, domicilio), horas de inicio y finalización de la medición, horarios y turnos de trabajo y las condiciones meteorológicas al momento de medir.

<sup>6</sup> Corresponde a la tabla 4 del Anexo IV del decreto 351/79 de Argentina

PROTOCOLO PARA MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN EN EL AMBIENTE LABORAL			
Razón Social		CUIT	
Domicilio		Localidad	
Provincia		CP	
Horarios/Turnos Habituales de Trabajo			
Datos de la Medición			
Marca, modelo y número de serie del instrumento utilizado			
Fecha de Calibración del Instrumental utilizado en la medición			
Metodología Utilizada en la Medición:		Método de la cuadrícula, establecido por la Res. SRT N° 84/12	
Fecha de la Medición	Hora de Inicio	Hora de Finalización	
Documentación que se Adjuntará a la Medición			
Certificado de Calibración.			
Plano o Croquis del establecimiento.			
Observaciones:			

Figura 2. Portada del Informe con el desarrollo de los cálculos, propios de la primera parte del documento del Protocolo – Medición de iluminación, según lo exigido en Argentina por la Res. SRT 84/12, que puede utilizarse como ejemplo para otros países.

PROTOCOLO DE MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN EN EL AMBIENTE LABORAL								
Razón Social								
Dirección			Localidad					
C.A.			CUIT:					
809	726	783	632	Las flechas indican la entrada de luz natural				
527	547	534	468					
674	539	633	704					
607	697	713	695					
Ar. Córdoba								
El valor mínimo establecido para salas de conferencias según el decreto 351/79 es de 300 lux, por lo que cumple.								
La uniformidad de la iluminancia debe cumplir la ecuación que $E_{min} \geq E_{av} / 2$ , por lo que cumple								
Piso	PM	Detalle	A (m)	Largo (m)	Altura de mont. (m)	IL	X	NMPM
2	22	Oficina	3,6	4,5	1,85	3,08108	2	16
Dadas las reducidas dimensiones del local, la cuadrícula se redujo a 9 puntos.								
382	453	590						
578	629	720						
518	514	515						
Ar. Córdoba								
8								

Figura 3. Una página interna de la primera parte del Informe de determinaciones del Protocolo – Medición de iluminación, según lo exigido en Argentina por la Res. SRT 84/12. Nótese que se dibujan las cuadrículas, se indican las dimensiones de los locales y se vuelcan los resultados de los cálculos de la  $E_m$  y la U.

En la figura 3, se expone una página típica del informe principal. No deben faltar las dimensiones de cada cuadrícula, la distancia útil, las cuadrículas, los cálculos ( $E_m$ , K, N y N adoptado) y sus resultados (genéricamente se pueden sintetizar en una introducción). En la cuadrícula es importante señalar un punto de referencia, como si fuera una brújula (calle, edificio, etc.).

En la figura 4, se muestra la tabla que sintetiza los datos más importantes, algunos ni siquiera presentes en la primera parte del informe: sector, puesto, tipo de iluminación, tipo de fuente lumínica, sistema de iluminación (general, localizada, mixta). Se cierra con la inequación de la uniformidad, el valor promedio de E y el legal, con el que se lo compara y se define el cumplimiento normativo.

PROTOCOLO PARA MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN EN EL AMBIENTE LABORAL									
Razón Social:					C.U.I.T.:				
Dirección:			Localidad:		CP:		Provincia:		
Datos de la Medición									
Punto de Muestreo	Hora	Sector	Sección / Puesto / Puesto Tipo	Tipo de Iluminación: Natural / Artificial / Mixta	Tipo de Fuente Lumínica: Incandescente / Descarga / Mixta	Iluminación: General / Localizada / Mixta	Valor de la uniformidad de Iluminancia E mínima ≥ (E media)/2	Valor Medido (E medio) (Lux)	Valor requerido legalmente Según Anexo IV Dec. 351/73
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
<sup>(33)</sup> Observaciones:									

Figura 4. Portada del Anexo o Resumen del Informe. Aquí se vuelcan los resultados agrupados surgidos de los cálculos y mediciones de la primera parte del informe.

Las conclusiones y recomendaciones integran la primera parte del documento y son las más importantes. para explicar las causas de los malos resultados – en el caso que los hubiere -, para proponer seguidamente alternativas técnicas, tan específicas como sea posible, para solucionar los desvíos. Un trabajo que omita esto, no estará completo.

Cuando deben proponerse mejoras, es común partir de los siguientes aspectos:

- Mejorar la reflexión de luz por las superficies del local
- Realizar el mantenimiento preventivo, tanto de luminarias como de paredes, techos, pisos y superficies translucidas.
- En forma más completa, contemplar un programa de limpieza de luminarias y recambio de lámparas quemadas
- Incrementar la iluminación natural (aumentar los aventanamientos, limpiar los vidrios, cambiar periódicamente las chapas translúcidas en las naves industriales, etc.)
- Mejorar el nivel de iluminación:
  - a. incrementando la emisión de flujo luminoso de las luminarias
  - b. cambiando el tipo de lámpara existente por otras que emitan mayor flujo luminoso
- Evitar el deslumbramiento directo y el reflejado.

- Controlar sombras y contrastes.
- Estar atento a las dificultades visuales que perciban los empleados.
- Considerar la influencia de los colores
- La eficiencia energética y el ahorro de energía, deben formar parte de cualquier proyecto de iluminación

Como se ha dicho, la segunda parte del documento es un resumen de todo lo anterior, que facilita el control, ya que la primera sección del informe suele ser muy extensa. En la República Argentina es obligatorio utilizar los formatos establecidos en la Res. SRT N° 84/12.

### **3.3 Iluminación natural**

A lo largo de este documento se mencionó como la presencia de la luz natural puede influir sobre los resultados. Por sí sola la luz natural podría proveer iluminación suficiente para cualquier tarea visual y sus efectos beneficiosos son superiores a los perjudiciales o molestos.

Hay una clara preferencia de la población por estar cerca de la luz natural antes que la artificial pura. Otro aspecto para que la luz natural sea tenida en cuenta es la sustentabilidad energética en un mundo en donde los recursos no renovables son menores con el correr del tiempo y se hace imprescindible recurrir a fuentes novedosas y permanentes de suministro de energía para una población mundial creciente.

Por esas y otras razones no enumeradas aquí, todo proyecto de iluminación debería contemplar la inclusión y el uso inteligente de la luz proveniente del sol. Al mismo tiempo, se presenta como un gran desafío lograr condiciones de iluminación estables en cuanto a promedio y uniformidad, para que las labores se puedan realizar con la mayor eficacia, seguridad y confort.

En este sentido, se visualiza como una oportunidad en trabajaren adelante con organismos especializados – como el CONICET-INAHE, por ejemplo - que vuelquen su conocimiento junto con los higienistas, para encontrar y facilitar las mejores herramientas de evaluación.

## **Normativa nacional e internacional**

ARGENTINA. Resolución SRT 84/12. Protocolo de Medición de iluminación, Guía N°1 de Iluminación.

CHILE. Instructivo para evaluación de la luminancia e iluminancia en los lugares de trabajo. D067-PR-500-02-001. 2021. Instituto de Salud Pública de Chile.

CHILE. Protocolo para la evaluación de la luminancia e iluminancia en los lugares de trabajo. D025-PR-500-02-001 Versión 1.0 Marzo 2015. Instituto de Salud Pública de Chile

COLOMBIA. Resolución No. 180540 de marzo 30 de 2010. Capítulo 4 diseños y cálculos de iluminación interior. sección 410 requisitos generales del diseño de alumbrado interior.

CUBA. Norma Cubana NC-ISO 8995/CIE S 008: 2003. Iluminación de puestos de trabajo en interiores (ISO 8995:2002/CIE S 008-2001, IDT). Lighting of indoor workplaces. Oficina Nacional de Normalización (NC) Calle E No. 261 Vedado, Ciudad de La Habana. E-mail: nc@ncnorma.cu. 2003.

MÉXICO. NOM-025-STPS Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo.

VENEZUELA. Norma Venezolana Covenin 2249/93: Iluminancias en área y tareas de trabajo

NORMA UNE-EN 12464-1. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo en interiores

## **Bibliografía**

Andrea Pattini, R Rodríguez, J. M. Monteoliva, J. Yamín Garretón. Iluminación en espacios de trabajo. Propuestas al protocolo de medición del factor iluminación de la superintendencia de riesgos de trabajo.

Andrea Pattini. Recomendaciones de niveles de iluminación en edificios no residenciales. una comparación internacional Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda (LAHV). Instituto de Ciencias Humanas Sociales y Ambientales (INCIHUSA) CRICYT-CONICET

Belky Castaño Osorio; Darío Sierra Calderón. Diagnóstico de las condiciones higiénicas de iluminación en una institución prestadora de salud de la ciudad de Cartagena. Salud trab. (Maracay) 2016, Jul. - Dic., 24(2), 79-91

Carlos Savioli. Iluminación Natural. Librería y Editorial Alsina. 1993.

E.T. Machado Miranda, S.E. Nuela Sevilla, A.P. López-López, and D.L. Mosquera Guanoluisa. Evaluación niveles de iluminación en interiores y cálculo para instalaciones de alumbrado. Conference Paper. VI Congreso Internacional Sectei 2019 VI Congreso Internacional De La Ciencia, Tecnología, Emprendimiento E Innovación 2019. Volume 2020.

F. Leccese, G. Salvadori, M. Casini & M. Bertozzi Lighting of indoor work places: risk assessment procedure. Department of Energy and System Engineering, Lighting and Acoustic Laboratory, University of Pisa, Italy

Guía Técnica de Eficiencia Energética en Iluminación. Oficinas. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. España. 2001.

INSHT. Iluminación en el puesto de trabajo. Criterios para la evaluación y acondicionamiento de los puestos. Documentos divulgativos. España. 2015.

INSHT. NTP 211. Iluminación de los centros de trabajo. España

INSHT. Iluminación en el puesto de trabajo. Criterios para su evaluación y acondicionamiento. España

Jorge A. Caminos. Criterios de diseño en iluminación y color. Especialización en higiene y seguridad en el trabajo. Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional. 2011

OIT, Capítulo 46, Iluminación. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo

Waldy Avendaño-Tolosa , Osmany Camargo-Galindo, Luis Araque-Muñoz, Efectos en la salud derivados de cambios en las condiciones de iluminación artificial en trabajadores: Una Revisión Sistemática.

### **Aclaración**

El presente documento no representa necesariamente una posición ni una aprobación parcial o completa de la AHRA sobre lo expuesto por sus autores. Se debe entender como un aporte de esta Institución al debate y discusión de los temas abarcados. La publicación de este material sigue procedimientos de control interno en cuanto al cumplimiento de ciertas condiciones mínimas que debe tener el material recibido y sobre la idoneidad de los autores.

## ANEXO

### Calculadora gráfica de áreas de muestreo para la variante AHRA-INAHE

El número de mediciones de iluminancia a realizar durante la verificación lumínica de espacios laborales interiores depende de la superficie a relevar y de la distancia útil. Esta calculadora gráfica sintetiza 11767 variaciones de esta relación entre superficies y distancias útiles, cada 0,2 m (entre 2 y 10 m) para largo/ancho del local; y cada 0,5 m (entre 1,5 y 4,5 m) para la distancia útil.

Para conocer la cantidad de áreas de muestreo, se debe seleccionar el gráfico correspondiente a la distancia útil (esquemas de la derecha). En caso de no coincidir con las distancias preestablecidas, se debe redondear hacia la distancia útil superior más cercana (por ejemplo, 0,9 metros de distancia útil corresponde al gráfico de 1,5; 2,1m a 2,5; 3,8 m a 4). Una vez seleccionado el gráfico, identificar en los ejes de ordenadas y abscisas el largo y ancho del local o sector del mismo, lo que permitirá posicionarse en alguna de las superficies sombreadas correspondientes a 4, 9, 16, o 25 áreas de muestreo. La línea roja de segmentos largos separa, hacia la izquierda, las superficies menores a 10 m<sup>2</sup>, en las que se sugiere realizar mediciones sobre los puestos de trabajo únicamente. La línea roja punteada indica, a su izquierda, superficies menores a 20 m<sup>2</sup>, en las que se sugiere adoptar una cuadrícula de 4 puntos de medición.

