

Facultad de Ciencias Empresariales y Administración
Departamento de Ingeniería Industrial

Procedimiento para la mejora de la iluminación en la empresa GEOCUBA Oriente Norte

*Tesis presentada en opción al título de Ingeniero
Industrial*

Autor: Yasmani Wilder Hernández Sánchez

Tutor: MSc. Roberto Marrero Arias

Holguín 2018

DEDICATORIA

Este Trabajo de Diploma, resultado no solo de mi esfuerzo sino también del apoyo incondicional y ayuda de todas aquellas personas que estuvieron a mi lado en el desarrollo del mismo, quisiera dedicarlo primeramente a mis amados padres y a mi querida abuela, porque con su ejemplo y amor, hicieron de mi la persona que puedo ser hoy, por todo el esfuerzo que realizaron para que pudiera alcanzar este logro, por ser mi mayor ejemplo de sacrificio, superación y perseverancia.

AGRADECIMIENTOS

Primero quiero agradecer a DIOS por hacerme mi sueño realidad.

A mis padres Yudalmis Sánchez y Wilder Hernández por todo lo que han hecho por mí en todos mis años de estudios, por el amor, los consejos, los regaños que me ayudaron a alcanzar la meta.

A mi abuela María Muñoz por enseñarme siempre el camino a seguir, por su dedicación hacia mí, por todo el amor y todo el sacrificio hecho por mí.

A mi hermana Yudisandra Hernández por darme todo su apoyo, amor y cariño.

A mi tutor Roberto Marrero por su conocimiento y atención brindada en estos últimos años de estudio que ha sido un padre más para mí.

A mis tíos por su apoyo incondicional en momentos difíciles de mis años de estudio, en especial a mi tía Irailis Hernández por darme su amor y cariño.

A mis amigos por todo el apoyo que me han dado en mi vida y que son sagrados para mí, en especial en estos años de estudios universitarios a Arnaldo Pérez, Douglas Cruzata y Yoni Lisea que fuimos una familia.

A mis compañeros de aula por toda su ayuda, a los que ya se graduaron, a cada persona con la que de una forma u otra he compartido, gracias a ustedes por su ayuda, compañía y porque han formado parte de mi historia en la Universidad. A todos... Muchas Gracias.

Resumen

La iluminación es esencial para el desarrollo de cualquier tarea, en entornos laborales contribuye a la productividad del trabajo, y evita daños a la salud de los trabajadores. El presente trabajo fue realizado en la empresa GEOCUBA Oriente Norte con el objetivo diseñar y aplicar un procedimiento para mejorar la iluminación en interiores. En el mismo se utilizaron métodos teóricos y empíricos como la observación directa y la lista de chequeo, además permitió profundizar en la importancia de la iluminación como condición de trabajo. Se analizó la relevancia de los aspectos recogidos en las NC 19-01-12: 1983 y NC-ISO 8995: 2003, y en el Método de los Lúmenes. Se conocieron acciones realizadas por la Empresa GEOCUBA Oriente Norte en las que se destacan algunas limitaciones que afectaron la evaluación realizada. Se realizó un procedimiento compuesto por 5 etapas para la mejora de la iluminación en interiores: preparación del estudio, identificación del problema con la iluminación, análisis de las causas del problema detectado, proponer plan de acción para resolver el problema, control y seguimiento. Se aplicó el procedimiento en tres áreas de la Empresa GEOCUBA Oriente Norte, específicamente en 63 locales de la Agencia de Servicios Especializados y Medio Ambiente (ASEMA), la Unidad de Desarrollo Científico Tecnológico (UDCT) y la Agencia Holguín. Como resultado de la aplicación se detectaron deficiencias del nivel de iluminación en algunos de los locales y se propusieron medidas encaminadas a erradicar dicha situación.

Abstract

Lighting is essential for the development of any task, in work environments it contributes to the productivity of work, and avoids damage to the health of workers. The present work was carried out in the company GEOCUBA Oriente Norte with the objective of designing and applying a procedure to improve indoor lighting. In the same theoretical and empirical methods were used as direct observation and checklist, also allowed to deepen the importance of lighting as a working condition. The relevance of the aspects collected in the NC 19-01-12: 1983 and NC-ISO 8995: 2003, and in the Method of the Lumens was analyzed. Actions carried out by the GEOCUBA Oriente Norte Company were known, highlighting some limitations that affected the evaluation carried out. A procedure was carried out consisting of 5 stages for the improvement of indoor lighting: preparation of the study, identification of the problem with lighting, analysis of the causes of the detected problem, propose action plan to solve the problem, control and monitoring. The procedure was applied in three areas of the Company GEOCUBA Oriente Norte, specifically in 63 premises of the Agency of Specialized Services and Environment (ASEMA), the Unit of Scientific and Technological Development (UDCT) and the Holguin Agency. As a result of the application, deficiencies in the level of lighting were detected in some of the premises and measures were proposed to eradicate this situation.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS PARA LA MEJORA DE LA ILUMINACIÓN EN INTERIORES.....	5
1.1 La iluminación como condición de trabajo	5
1.2 Iluminación en interiores.....	8
1.3 Evaluación y mejora de sistemas de iluminación	15
1.4 Experiencia sobre mejora de la iluminación en GEOCUBA Oriente Norte	19
CAPÍTULO II: PROCEDIMIENTO PARA LA MEJORA DE LA ILUMINACIÓN EN INTERIORES EN GEOCUBA.....	23
2.1 Procedimiento para la mejora de la iluminación en interiores.....	23
I. Preparación del estudio	24
II. Identificación del problema con la iluminación	25
III. Análisis de las causas del problema detectado.....	33
IV. Plan de acción para resolver el problema	35
V. Control y seguimiento.....	38
2.2 Aplicación del procedimiento propuesto	39
CONCLUSIONES.....	46
RECOMENDACIONES	47
BIBLIOGRAFÍA.....	48

INTRODUCCIÓN

Para los humanos la mayor parte de la información que se obtiene del entorno es a través del sentido de la vista, para ello es imprescindible disponer de la iluminación suficiente y con calidad. La iluminación es el acto de iluminar, de dar luz (Centro de Lingüística Aplicada, 2014) y forma parte muy importante de las condiciones de trabajo, ya que es esencial para poder realizar el proceso visual, sin daño a la salud de los ojos y que garantice sensación de bienestar o confort visual. Incluso la iluminación adecuada debe servir para observar los alrededores y con ello poder detectar los peligros que pueden afectar la integridad física de los trabajadores.

Además, la iluminación contribuye a que la actividad laboral se realice de manera adecuada, a través de la rapidez y precisión del proceso visual aun en circunstancias difíciles y durante largos períodos de tiempo, logrando así el máximo de productividad y calidad en las tareas que se desarrollan. El creciente avance y modernización de las actividades industriales, comerciales y todas aquellas relacionadas con el mundo del trabajo, ha ido generando cada vez mayores exigencias de tipo visual, basta hacer mención a la introducción de sistemas informáticos donde la pantalla de visualización de datos y sus otros elementos constituyen un reto para el proceso visual.

Hoy son cada vez más las tareas laborales que se ejecutan en el interior de locales, por lo que no es suficiente contar con la iluminación natural. En estos espacios la iluminación artificial constituye un requerimiento que debe ser considerada al diseñar, planificar, organizar, ejecutar y controlar los procesos que se desarrollan en ellos, así como establecer las acciones correctivas que garanticen los niveles adecuados de iluminación.

En la Ley 116 de 2014 Código de Trabajo se reconoce como un derecho al trabajo en Cuba la seguridad y salud en el trabajo, y para ello hace énfasis en la necesidad de disponer de las condiciones de trabajo adecuadas que la garanticen. Además, proclama el empeño que deben poner los empleadores en

mejorar dichas condiciones de trabajo. En esta Ley se destaca que el empleador está obligado a identificar y evaluar los riesgos presentes en el trabajo y realizar acciones preventivas para disminuirlos o evitarlos. No es ocioso decir que la iluminación se ubica dentro de los aspectos más importantes de las mencionadas condiciones de trabajo y que su desconocimiento puede llegar a generar un riesgo laboral de consideración.

La NC 116: 2001 destaca a la iluminación como uno de los requisitos ergonómicos básicos a considerar en los puestos, procesos y actividades de trabajo válidos para garantizar la seguridad, la salud y el bienestar del trabajador, así como contribuir a la calidad y eficacia de su labor. También la NC ISO 8995/ CIE S 008: 2003 especifica los requisitos de iluminación para los puestos de trabajo en interiores y para que las personas ejecuten con eficacia las tareas visuales, con comodidad y seguridad a través del período completo de trabajo. Ambos documentos normativos destacan la relevancia de la iluminación en los espacios de trabajo en Cuba.

Como se mencionó con anterioridad los empleadores tienen el deber de garantizar condiciones adecuadas de iluminación. Por lo general para darle cumplimiento a esta exigencia en la práctica de las organizaciones cubanas se ejecutan acciones que se caracterizan por ser:

- escasas en la identificación de los daños a los trabajadores generados por la mala iluminación
- reactivas ante los problemas de iluminación
- centradas en las luminarias al focalizar como acción principal el reemplazo de las lámparas
- no se realizan mediciones de los niveles de iluminación, ante la ausencia del equipamiento necesario y el desconocimiento

En particular la empresa GEOCUBA Oriente Norte realizó un monitoreo de variables ambientales (ASEMA, 2016) que centró su objetivo en medir y caracterizar las variables ruido e iluminación en puestos de trabajo seleccionados

de sus dependencias. Se realizaron 562 mediciones, de ellas 463 arrojaron valores por debajo de los valores normados para las actividades que allí se realizan. Lo cual denota una situación desfavorable en cuanto a la iluminación. Dentro de las limitaciones del estudio realizado se pueden mencionar:

- poco precisa la situación que generó la investigación
- incorrecta selección de algunos puntos de medición de los niveles de iluminación
- no identificación de todas las posibles causas en cada local
- soluciones no siempre adecuadas y sin particularizar el local

Estos elementos evidencian la no precisión de cómo realizar un estudio de la iluminación que permita establecer las acciones de mejora adecuadas. Debido a esta problemática el Consejo de Dirección de la Empresa solicitó un estudio más profundo que permita revertir la situación actual de la iluminación en interiores en sus dependencias. Esta situación motiva como problema a investigar: ¿Cómo mejorar la iluminación en interiores de la empresa GEOCUBA Oriente Norte?

El objeto de la investigación es: la iluminación como condición de trabajo y el objetivo: desarrollar un procedimiento para la mejora de la iluminación en interiores de la empresa GEOCUBA Oriente Norte. El campo de acción es la iluminación en interiores de la empresa GEOCUBA Oriente Norte.

La idea a defender será: el desarrollo de un procedimiento para mejorar la iluminación en interiores que permitirá mejorar la iluminación en la empresa GEOCUBA Oriente Norte.

Los objetivos específicos serán:

1. Elaborar los fundamentos teóricos para la mejora de la iluminación en interiores.
2. Analizar las experiencias de la mejora de la iluminación en la empresa GEOCUBA Oriente Norte.

3. Diseñar un procedimiento para la mejora de la iluminación en interiores de la empresa GEOCUBA Oriente Norte.
4. Aplicar de manera parcial el procedimiento para la mejora de la iluminación en interiores en dependencias de GEOCUBA Oriente Norte.

Para darle cumplimiento a los objetivos trazados se emplearán métodos teóricos como el de análisis y síntesis para profundizar en la información recopilada de la literatura especializada y elaborar los fundamentos teóricos del procedimiento para la mejora de la iluminación de interiores. Dentro de los métodos empíricos a emplear se utilizarán la revisión de documentos y la tormenta de ideas. Destacará en la elaboración del procedimiento el enfoque del Método General de Solución de Problemas.

CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS PARA LA MEJORA DE LA ILUMINACIÓN EN INTERIORES

El objetivo de este capítulo es reflejar las bases teórico-prácticas sobre la iluminación en interiores. Para ello se parte de realizar una valoración de la iluminación como condición de trabajo, luego se abordan elementos relacionados con la iluminación en interiores, más adelante se presentan ideas sobre la forma de evaluar la iluminación, algunas técnicas para su análisis, metodologías para su estudio y perfeccionamiento en el entorno organizacional. Además se analizan las experiencias realizadas en la empresa GEOCUBA Oriente Norte en torno a la mejora de la iluminación en sus locales de trabajo. La esencia de este análisis se representa en la figura 1.1.

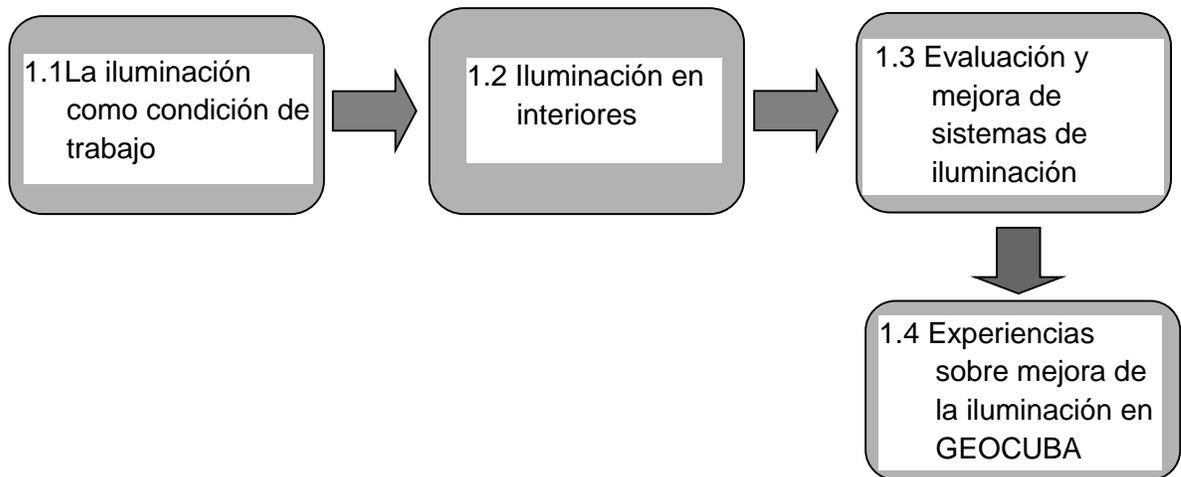


Figura 1.1 Hilo conductor del marco teórico-práctico de la investigación.

1.1 La iluminación como condición de trabajo

La iluminación se puede definir como las radiaciones electromagnéticas percibidas como luz visible. También es posible encontrar referencia a la iluminación como iluminancia, entendida esta como la intensidad luminosa de la luz emitida o reflejada en una dirección dada desde un elemento de la superficie (NC 1005: 2014).

Si se considera que las personas pasan gran parte del día en sus puestos de trabajo, entre los aspectos a considerar en el ámbito de la higiene y seguridad en el trabajo es la regulación de la luz a lo largo de su jornada. Desde el punto de vista de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SST), la capacidad y el confort visuales son importantes, ya que muchos accidentes se deben a deficiencias en la iluminación o a errores cometidos por el trabajador. En ocasiones con la mala iluminación resulta difícil identificar objetos o riesgos asociados con la maquinaria y el entorno de trabajo.

Los lugares de labor necesitan un determinado nivel de iluminación ya sea natural o artificial; esto dependerá de la actividad que realice cada persona. Los expertos en SST, especialistas en iluminación, coinciden en que la relación entre la luz y la salud visual están vinculados. No contar con esta condición, puede causar daño a la visión y aumentar el riesgo de accidentes. Cuanto mayor sea la cantidad de luz y hasta un cierto valor máximo (límite de deslumbramiento), mejor será el rendimiento visual. En este sentido, el reto para las empresas es diseñar entornos de trabajo que puedan resolver de la mejor forma las necesidades concretas de cada puesto de trabajo, así mismo se enfrentan cada vez a mayores exigencias y deben adaptarse a continuos cambios, con el fin de asegurar los máximos niveles de bienestar, rendimiento, salud y seguridad en el trabajo.

Como las empresas quieren minimizar los riesgos de accidentes, deberían tener en cuenta la necesidad de invertir en iluminación de sus oficinas y lugares de producción como una forma de desarrollar ambientes seguros de trabajo que impulsen el bienestar y el rendimiento y reduzcan los accidentes. Por ejemplo, la luz fría, más intensa y azul, ayuda a activar el organismo cuando se comienza la jornada laboral, después de almorzar y a última hora de la tarde. Mientras que la luz cálida, menos intensa, ayuda a relajarse en los descansos. Un buen diseño de la iluminación y un buen uso del espacio pueden mejorar el rendimiento de una organización y una óptima iluminación puede incrementar la productividad.

El principal desafío en los proyectos de iluminación de las empresas es encontrar el balance justo entre la funcionalidad y riqueza visual y los gastos de instalación y mantenimiento. La iluminación es parte del consumo de energía de una oficina y en muchos talleres de producción, un factor clave a la hora de lograr ahorros de consumo.

Los trastornos visuales asociados con deficiencias del sistema de iluminación son habituales en los lugares de trabajo. Dado que la vista es capaz de adaptarse a situaciones de iluminación deficiente, a veces no se tienen estos aspectos en cuenta con la seriedad que se debería. Entre las principales afectaciones y enfermedades que origina la falta de iluminación se encuentran:

- Aumento de la ocurrencia de errores que conducen a accidentes.
- Mala calidad en el trabajo por falta de una adecuada visibilidad.
- Disminución y/o pérdida progresiva de la visión.
- Fatiga de la vista.
- Mareos, dolor de cabeza.
- Depresión.
- Afectaciones al sistema nervioso.
- Bajo rendimiento (aumento de la tasa del error humano durante el desarrollo de tareas de alta precisión).

Los trastornos visuales en los lugares de trabajo muchas veces están asociados con deficiencias del sistema de iluminación. Dado que la vista es capaz de adaptarse a situaciones de iluminación deficiente, a veces no se tienen estos aspectos en cuenta con la seriedad que se debería.

Cada actividad requiere un nivel específico de iluminación en el área donde se realiza. En general, cuanto mayor sea la dificultad de percepción visual, mayor deberá ser el nivel medio de la iluminación.

En general la buena iluminación crea un entorno visual que hace posible que las personas vean, se muevan con seguridad y realicen tareas visuales con eficiencia, precisión y seguridad, sin provocar una fatiga visual y molestias

indebidas. La iluminación puede ser natural, eléctrica o una combinación de ambas.

Una buena iluminación exige atención por igual a la cantidad y a la calidad de la iluminación.

1.2 Iluminación en interiores

En cualquier espacio de trabajo la iluminación es necesaria, no obstante, cuando se trata del interior de edificaciones donde se desarrollan actividades laborales está adquiere una connotación mayor, pues disminuye el aporte que realiza la luz natural y por ende las fuentes artificiales y sus particularidades son de mayor importancia. En lo adelante se presentarán ideas que permiten comprender la complejidad de la iluminación en interiores.

En la NC ISO 8995/CIE S 008: 2003 Iluminación de puestos de trabajo en interiores, se explican algunos de los aspectos que facilitan la comprensión del tema.

En el cuerpo de esta norma se proponen los parámetros para crear condiciones visuales cómodas. Los valores recomendados se considera que representan un equilibrio razonable que tienen en cuenta los requisitos para la seguridad, la salud y una ejecución eficiente del trabajo. Los valores se pueden alcanzar con soluciones energéticas prácticas y eficientes.

Hay también parámetros ergonómicos visuales, como la capacidad de percepción y características y atributos de la tarea, que determinan la calidad de las destrezas visuales del operador y, de aquí, los niveles de ejecución. En algunos casos, la mejoría de estos factores que influyen puede mejorar la ejecución sin que sea necesario incrementar la iluminancia. Por ejemplo, al mejorar el contraste de los atributos de la tarea, agrandando la tarea mediante el uso de las actuales ayudas visuales (vidrios) y proporcionando sistemas especiales de iluminación con capacidad direccional local de la iluminación.

La determinación de los niveles de iluminación adecuados para una instalación no es un trabajo sencillo. Hay que tener en cuenta que los valores recomendados para cada tarea y entorno son fruto de estudios sobre valoraciones subjetivas de los usuarios como: comodidad visual, bienestar, y rendimiento visual. El usuario estándar no existe y, por tanto, una misma instalación puede producir diferentes impresiones a distintas personas. En estas sensaciones influirán muchos factores como los estéticos, los psicológicos, y el nivel de iluminación.

Como principales aspectos a considerar se tratará (García Fernandez y Oriol Boix, 2001):

- El deslumbramiento
- Lámparas y luminarias
- El color
- Sistemas de alumbrado
- Métodos de alumbrado
- Niveles de iluminación
- Depreciación de la eficiencia luminosa y mantenimiento

Deslumbramiento

Luminancia o brillo expresa la real sensación de luminosidad que es recibida por el ojo, es la intensidad luminosa recibida por unidad de área en la dirección de la visión, es la intensidad de luz observada. Su unidad es candela /m².

El deslumbramiento es una sensación molesta que se produce cuando la luminancia de un objeto es mucho mayor que la de su entorno. Es lo que ocurre cuando miramos directamente una bombilla o cuando se ve el reflejo del sol en el agua.

Existen dos formas de deslumbramiento, el perturbador y el molesto. El primero consiste en la aparición de un velo luminoso que provoca una visión borrosa, sin nitidez y con poco contraste, que desaparece al cesar su causa; un ejemplo muy claro e tiene cuando conduciendo de noche se cruza un coche con las luces

largas. El segundo consiste en una sensación molesta provocada porque la luz que llega a los ojos es demasiado intensa produciendo fatiga visual. Esta es la principal causa de deslumbramiento en interiores.

Estas situaciones son muy molestas para los usuarios y deben evitarse. Entre las medidas que se pueden adoptar están ocultar las fuentes de luz del campo de visión usando rejillas o pantallas, utilizar recubrimientos o acabados mates en paredes, techos, suelos y muebles para evitar los reflejos, evitar fuertes contrastes de luminancias entre la tarea visual y el fondo y/o cuidar la posición de las luminarias respecto a los usuarios para que no caigan dentro de su campo de visión.

Lámparas y luminarias

Luminaria es el aparato que distribuye, filtra o transforma la luz emitida por una o varias lámparas y que contiene todos los accesorios necesarios para fijarlas, protegerlas y conectarlas al circuito de alimentación.

Las lámparas empleadas en iluminación de interiores abarcan casi todos los tipos existentes en el mercado (incandescentes, halógenas, fluorescentes, etc.). Las lámparas escogidas, por lo tanto, serán aquellas cuyas características (fotométricas, cromáticas, consumo energético, economía de instalación y mantenimiento, etc.) mejor se adapte a las necesidades y características de cada instalación (nivel de iluminación, dimensiones del local, ámbito de uso, potencia de la instalación...)

La elección de las luminarias está condicionada por la lámpara utilizada y el entorno de trabajo de esta. Hay muchos tipos de luminarias y sería difícil hacer una clasificación exhaustiva. La forma y tipo de las luminarias oscilará entre las más funcionales donde lo más importante es dirigir el haz de luz de forma eficiente como pasa en el alumbrado industrial a las más formales donde lo que prima es la función decorativa como ocurre en el alumbrado doméstico.

Las luminarias para lámparas incandescentes tienen su ámbito de aplicación básico en la iluminación doméstica. Por lo tanto, predomina la estética sobre la eficiencia luminosa. Sólo en aplicaciones comerciales o en luminarias para iluminación suplementaria se buscará un compromiso entre ambas funciones. Son aparatos que necesitan apantallamiento pues el filamento de estas lámparas tiene una luminancia muy elevada y pueden producir deslumbramientos.

En segundo lugar, se tienen las luminarias para lámparas fluorescentes. Se utilizan mucho en oficinas, comercios, centros educativos, almacenes, industrias con techos bajos, etc. por su economía y eficiencia luminosa. Así pues, se encuentra con una gran variedad de modelos que van de los más simples a los más sofisticados con sistemas de orientación de la luz y apantallamiento (modelos con rejillas cuadradas o transversales y modelos con difusores).

Por último, se tienen las luminarias para lámparas de descarga a alta presión. Estas se utilizan principalmente para colgar a gran altura (industrias y grandes naves con techos altos) o en iluminación de pabellones deportivos, aunque también hay modelos para pequeñas alturas. En el primer caso se utilizan las luminarias intensivas y los proyectores y en el segundo las extensivas.

El color

Para hacerse una idea de cómo afecta la luz al color se considera una habitación de paredes blancas con muebles de madera de tono claro. Si se ilumina con lámparas incandescentes, ricas en radiaciones en la zona roja del espectro, se acentuarán los tonos marrones de los muebles y las paredes tendrán un tono amarillento. En conjunto tendrá un aspecto cálido muy agradable. Ahora bien, si se ilumina el mismo cuarto con lámparas fluorescentes normales, ricas en radiaciones en la zona azul del espectro, se acentuarán los tonos verdes y azules de muebles y paredes dándole un aspecto frío a la sala. En este sencillo ejemplo se ve cómo afecta el color de las lámparas (su apariencia en color) a la reproducción de los colores de los objetos (el rendimiento en color de las lámparas).

La apariencia en color de las lámparas viene determinada por su temperatura de color correlacionada. Se definen tres grados de apariencia según la tonalidad de la luz: luz fría para las que tienen un tono blanco azulado, luz neutra para las que dan luz blanca y luz cálida para las que tienen un tono blanco rojizo.

Los tonos fríos producen una sensación de tristeza y reducción del espacio, aunque también pueden causar una impresión de frescor que los hace muy adecuados para la decoración en climas cálidos. Los tonos cálidos son todo lo contrario. Se asocian a sensaciones de exaltación, alegría y amplitud del espacio y dan un aspecto acogedor al ambiente que los convierte en los preferidos para los climas cálidos.

De todas maneras, a menudo la presencia de elementos fríos (bien sea la luz de las lámparas o el color de los objetos) en un ambiente cálido o viceversa ayudarán a hacer más agradable y/o neutro el resultado final.

Sistemas de alumbrado

Cuando una lámpara se enciende, el flujo emitido puede llegar a los objetos de la sala directamente o indirectamente por reflexión en paredes y techo. La cantidad de luz que llega directa o indirectamente determina los diferentes tipos de iluminación (Anexo 1) con sus ventajas e inconvenientes.

La iluminación directa se produce cuando todo el flujo de las lámparas va dirigido hacia el suelo. Es el sistema más económico de iluminación y el que ofrece mayor rendimiento luminoso. Por contra, el riesgo de deslumbramiento directo es muy alto y produce sombras duras poco agradables para la vista. Se consigue utilizando luminarias directas.

En la iluminación semidirecta la mayor parte del flujo luminoso se dirige hacia el suelo y el resto es reflejado en techo y paredes. En este caso, las sombras son más suaves y el deslumbramiento menor que el anterior. Sólo es recomendable para techos que no sean muy altos y sin claraboyas puesto que la luz dirigida hacia el techo se perdería por ellas.

Si el flujo se reparte al cincuenta por ciento entre procedencia directa e indirecta hablamos de iluminación difusa. El riesgo de deslumbramiento es bajo y no hay sombras, lo que le da un aspecto monótono a la sala y sin relieve a los objetos iluminados. Para evitar las pérdidas por absorción de la luz en techo y paredes es recomendable pintarlas con colores claros o mejor blancos.

Cuando la mayor parte del flujo proviene del techo y paredes se tiene la iluminación semiindirecta. Debido a esto, las pérdidas de flujo por absorción son elevadas y los consumos de potencia eléctrica también, lo que hace imprescindible pintar con tonos claros o blancos. Por contra la luz es de buena calidad, produce muy pocos deslumbramientos y con sombras suaves que dan relieve a los objetos.

Por último, se tiene el caso de la iluminación indirecta cuando casi toda la luz va al techo. Es la más parecida a la luz natural, pero es una solución muy cara puesto que las pérdidas por absorción son muy elevadas. Por ello es imprescindible usar pinturas de colores blancos con reflectancias elevadas.

Métodos de alumbrado

Los métodos de alumbrado indican cómo se reparte la luz en las zonas iluminadas. Según el grado de uniformidad deseado, se distinguirá tres casos: alumbrado general, alumbrado general localizado y alumbrado localizado.

El alumbrado general proporciona una iluminación uniforme sobre toda el área iluminada. Es un método de iluminación muy extendido y se usa habitualmente en oficinas, centros de enseñanza, fábricas, comercios, etc. Se consigue distribuyendo las luminarias de forma regular por todo el techo del local

El alumbrado general localizado proporciona una distribución no uniforme de la luz de manera que esta se concentra sobre las áreas de trabajo. El resto del local, formado principalmente por las zonas de paso se ilumina con una luz más tenue. Se consiguen así importantes ahorros energéticos puesto que la luz se concentra allá donde hace falta. Claro que esto presenta algunos inconvenientes respecto al

alumbrado general. En primer lugar, si la diferencia de luminancias entre las zonas de trabajo y las de paso es muy grande se puede producir deslumbramiento molesto. El otro inconveniente es qué pasa si se cambian de sitio con frecuencia los puestos de trabajo; es evidente que si se puede mover las luminarias se tendrá un serio problema. Se puede conseguir este alumbrado concentrando las luminarias sobre las zonas de trabajo. Una alternativa es apagar selectivamente las luminarias en una instalación de alumbrado general.

Se emplea el alumbrado localizado cuando se necesita una iluminación suplementaria cerca de la tarea visual para realizar un trabajo concreto. El ejemplo típico serían las lámparas de escritorio. Se recurrirá a este método siempre que el nivel de iluminación requerido sea superior a 1000 lux, haya obstáculos que tapen la luz proveniente del alumbrado general, cuando no sea necesaria permanentemente o para personas con problemas visuales. Un aspecto que hay que cuidar cuando se emplean este método es que la relación entre las luminancias de la tarea visual y el fondo no sea muy elevada pues en caso contrario se podría producir deslumbramiento molesto.

Niveles de iluminación recomendados

Los niveles de iluminación recomendados para un local dependen de las actividades que se vayan a realizar en él. En general se puede distinguir entre tareas con requerimientos luminosos mínimos, normales o exigentes.

En el primer caso estarían las zonas de paso (pasillos, vestíbulos, etc.) o los locales poco utilizados (almacenes, cuartos de maquinaria) con iluminancias entre 50 y 200 lx. En el segundo caso se tiene las zonas de trabajo y otros locales de uso frecuente con iluminancias entre 200 y 1000 lx. Por último, están los lugares donde son necesarios niveles de iluminación muy elevados (más de 1000 lx) porque se realizan tareas visuales con un grado elevado de detalle que se puede conseguir con iluminación local. Para más información buscar en la NC ISO 8995: 2003 "Iluminación de puesto de trabajo en interiores".

Depreciación de la eficiencia luminosa y mantenimiento

El paso del tiempo provoca sobre las instalaciones de alumbrado una disminución progresiva en los niveles de iluminancia. Las causas de este problema se manifiestan de dos maneras. Por un lado, se tiene el ensuciamiento de lámparas, luminarias y superficies donde se va depositando el polvo y por otro la depreciación del flujo de las lámparas.

En el primer caso la solución pasa por una limpieza periódica de lámparas y luminarias, y en el segundo por establecer un programa de sustitución de las lámparas. Aunque a menudo se recurre a esperar a que fallen para cambiarlas, es recomendable hacer la sustitución por grupos o de toda la instalación a la vez según un programa de mantenimiento. De esta manera se asegura que los niveles de iluminancia real se mantengan dentro de los valores de diseño de la instalación.

1.3 Evaluación y mejora de sistemas de iluminación

En la literatura revisada se puede encontrar información sobre la evaluación y mejora de sistemas de iluminación, en particular como realizar las mediciones de los niveles de iluminación en locales y puestos de trabajo en interiores. En Cuba el referente fundamental es la NC 19-01-12: 1983 Determinación de los niveles de iluminación en locales y puestos de trabajo (norma obligatoria y vigente), que establece un procedimiento de cómo realizar la medición de los niveles de iluminación en espacios de trabajo y determinar el valor de la iluminancia. Estas mediciones deben realizarse en condiciones normales de funcionamiento del sistema de iluminación. Con el valor calculado se compara con la iluminancia mantenida recomendada por la NC ISO 8995: 2003 “Iluminación de puesto de trabajo en interiores”.

A partir de este análisis se pueden determinar los locales que presentan deficientes en cuanto al nivel de iluminación, y establecer las posibles causas que provocan los bajos niveles de iluminación o cualquier otra situación que afecte el

proceso visual. Estas causas pueden estar asociadas al sistema de iluminación instalado como son:

- Las luminarias utilizadas y en relación a ellas el tipo de iluminación que generan (directa, indirecta, general difusa, directa-indirecta, semi-indirecta o indirecta)
- Los flujos luminosos de las lámparas utilizadas
- Las dimensiones del local
- La altura de montaje
- La distribución espacial de las luminarias
- La reflexión de paredes y techos
- El estado de mantenimiento de las superficies
- El mantenimiento y reposición de las luminarias, entre otras.

Existen otros factores que afectan la calidad del proceso visual aun cuando no estén directamente relacionadas con el sistema de iluminación instalado. Esos aspectos son aquellos que interrelacionan iluminación y visión, aunque de alguna manera están influenciados por la iluminancia presente en el área de trabajo. Los elementos a que se hace referencia fueron analizados en el epígrafe anterior.

El proceso de mejora debe ir a la solución de las causas que provocan que no se logre el nivel de iluminación adecuado, y que ya fueron relacionadas. Por ejemplo, las medidas a aplicar pueden ser:

- Cambiar las luminarias por aquellas que permiten el tipo de iluminación que requiere la actividad, es correcto utilizar en interiores dedicados a oficinas, y locales escolares iluminación indirecta y semi-indirecta.
- Utilizar lámparas que brinden un flujo luminoso que garanticen el nivel de iluminación necesario para ello es recomendable utilizar lámparas con buen rendimiento luminoso (watt-lúmenes).
- Utilizar alturas de montajes apropiados que permitan un mayor coeficiente de utilización sin que ello genere problemas de deslumbramiento.
- Lograr una distribución uniforme de las luminarias que permitan en todo el local un nivel de iluminación homogéneo.

- Las paredes y techos deben tener colores claros que permitan mayor reflexión de la luz.
- La superficie de paredes y techos deben estar lo más limpias posibles para mejorar la reflexión de la luz.
- Se deben remplazar las lámparas antes de que expire su período de vida útil recomendado por el fabricante.
- Ofrecer mantenimiento a las luminarias, en particular la limpieza de lámparas y accesorios de reflexión y difusión.

Otras acciones a tomar pueden estar relacionadas con aspectos que interrelacionan iluminación y visión como:

- Colocar luminarias y organizar puestos de trabajo, así como aprovechar la luz natural de manera que se evite el deslumbramiento directo o especular
- Evitar la presencia de brillos molestos en el campo de visión
- Utilizar colores y diferencias de brillos que aporten contrastes adecuados para la tarea que se realiza
- Emplear dispositivos para la difusión de la luz siempre que esta sea recomendable
- Las distancias de visión y tamaños de los objetos deben facilitar ángulos de visión grandes que no expongan al trabajador a realizar esfuerzo visual
- Realizar exámenes pre empleo y periódicos para aquellos trabajadores que realizan tareas que demanden un esfuerzo visual elevado.

Muchas veces las acciones a desarrollar deben ser de mayor envergadura y llegan hasta el rediseño del sistema de alumbrado. En ocasiones porque el sistema de alumbrado no es el apropiado para las actividades que se desarrollan en el local o por el uso insuficiente de luminarias. En el caso de interiores donde se requiera un sistema de iluminación general se emplea el Método de los Lúmenes o Método de la Westinghouse, cuyo principio fundamental es la distribución homogénea del flujo luminoso en toda la superficie del local.

El Método de los Lúmenes sigue los pasos siguientes:

1. Analizar el tipo de actividad a desarrollar en el local, para determinar el tipo de iluminación apropiado y el nivel de iluminación requerido
2. Seleccionar el tipo de luminaria y lámpara a utilizar
3. Calcular la relación del local e índice del local en función del tipo de iluminación, las dimensiones del local y la altura de montaje
4. Determinar el coeficiente de utilización empleando para ello la reflexión de paredes y techo e índice del local, utilizando las tablas aportadas por el fabricante de la luminaria a emplear
5. Establecer el factor de mantenimiento o conservación de acuerdo a la limpieza y reposición de las luminarias y cuyo valor también lo establece el fabricante
6. Calcular el número de lámparas necesarias
7. Calcular la cantidad de luminarias
8. Realizar la distribución de las luminarias de manera uniforme cumpliendo con la restricción de distancia exigida por el fabricante de la luminaria.

Las empresas en la actualidad demandan sistemas de alumbrado energéticamente eficientes que permitan obtener una importante reducción del consumo, sin necesidad de disminuir sus prestaciones de calidad, confort y nivel de iluminación, para ello se necesita de una buena eficiencia energética de los componentes (lámparas, luminarias, equipos auxiliares), un buen uso y mantenimiento de la instalación (utilización de sistemas de regulación y control, aprovechamiento de la luz natural, limpieza, reposición de lámparas).

La Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid junto con el Centro de Ahorro y Eficiencia Energética de Madrid crean una guía técnica (2006) para determinar los componentes:

Las fuentes de luz se eligen por sus características luminotécnicas y por su eficacia luminosa ejemplo de ellas son las lámparas fluorescentes con polvos trifósforos que mejoran considerablemente la eficacia de la fluorescencia estándar ya que presentan altas propiedades cromáticas y eficacia.

En la elección de las luminarias la distribución de la luz tiene que tener como función dirigir la luz de forma eficiente, logrando un mayor rendimiento de las mismas, entonces menor potencia será necesario instalar. Las luminarias con reflector de aluminio de tipo especular son las de mejor rendimiento. El empleo de más de un tipo de luminaria, unas para proporcionar una iluminación ambiental general y otras para una iluminación localizada, permite adaptarse de una forma más eficiente a las necesidades del local.

Los sistemas de regulación y control apagan, encienden y regulan la luz según interruptores, detectores de movimiento y presencia, células fotosensibles o calendarios y horarios preestablecidos. Permiten un mejor aprovechamiento de la energía consumida, reduciendo los costes energéticos y de mantenimiento,

El sistema de control más sencillo es el interruptor manual. Su uso correcto, apagando la iluminación en periodos de ausencia de personas, permite ahorros significativos.

El paso del tiempo hace que disminuya la eficiencia energética de la iluminación debido a la depreciación del flujo luminoso de las lámparas a lo largo de su vida útil y la suciedad acumulada en las luminarias. Es bueno tener en cuenta un buen mantenimiento logrando la limpieza de las luminarias, sustitución de lámparas (Debe hacerse al final de la vida útil indicada por el fabricante, ya que, aunque no hayan fallado, su eficacia habrá disminuido), revisión periódica del estado de los distintos componentes de la instalación. Un mantenimiento de la iluminación permite alcanzar ahorros de hasta el 50 %.

1.4 Experiencia sobre mejora de la iluminación en GEOCUBA Oriente Norte

La Empresa GEOCUBA Oriente Norte tiene dependencias en las provincias Holguín y Las Tunas. En Holguín cuenta entre otras con las Agencias Holguín, Servicios Especializados y Medio Ambiente (ASEMA) y la Unidad de Desarrollo Científico Tecnológico (UDCT) que se hallan en el edificio ubicado en Carretera Central # 22 esquina a Martí, en la ciudad de Holguín.

La entidad es reconocida por su gestión ambiental y tiene como objeto social producir y comercializar productos y servicios de geodesia, cartográfica, catastro, estudios marinos, ayuda a la navegación, artes gráficas, soluciones medioambientales, geología y geofísica, y geomática. Estos productos y servicios exigen el uso de computadoras personales en la inmensa mayoría de los puestos de trabajo. Requiriendo las actividades que se desarrollan gran concentración visual y por tanto es necesario disponer de los niveles de iluminación establecidos para ellas.

La edificación donde se encuentran las áreas objeto de estudio es compacta, con ausencia de patios. Existe una elevada subdivisión de espacios pequeños, en algunos de ellos existe hacinamiento. Con el tiempo el crecimiento de la organización ha generado movimiento de los puestos de trabajo dentro de los locales y entre ellos incidiendo en la colocación de luminarias tratando de iluminar correctamente los mismos. Las tareas que allí se desarrollan exigen de climatización impidiendo el aprovechamiento de la luz natural.

En años recientes la Dirección de Recursos Humanos de la Empresa GEOCUBA Oriente Norte realizó un estudio de iluminación por puestos de trabajo de la misma. La investigación fue desarrollada por ASEMA perteneciente a la División de Estudios Medioambientales del Grupo Empresarial GEOCUBA con el objetivo de medir y caracterizar la iluminación en los puestos de trabajo seleccionados de la Empresa.

La evaluación incluyó la medición de iluminancia en 562 puestos de trabajo, estos valores fueron comparados con lo establecido por la NC ISO 8995: 2003 "Iluminación de puesto de trabajo en interiores", de ellos 463 arrojaron valores por debajo de los valores normados para las actividades que allí se realizan y se llegó a una evaluación puesto a puesto, que fue reflejado en tablas (Monitoreo de las variables ambientales ruido e iluminación). De los valores de iluminancia requeridos establecidos en la evaluación, la gran mayoría es de 500 lux cuando realmente había actividades con otros tipos de requerimientos visuales y se

seleccionaron valores erróneos. Ejemplo en Taller de Mapificación se toma como referencia normada 500 lux cuando en la NC ISO 8995: 2003 se puede encontrar la actividad de inspección de colores en impresión multicolor que establece como iluminancia mantenida 1500 lux.

La selección de puntos específicos de puestos de trabajo para realizar las mediciones del nivel de iluminación y no utilizar lo especificado por la NC 19-01-12 es un aspecto contraproducente para realizar la valoración de los locales de trabajo. Además, provoca que posteriores variaciones en la ubicación de los mismos haga imposible identificar el nivel de iluminación que se logra en la nueva posición.

En ocasiones la identificación de los puestos de trabajo se realizó con el nombre de la persona que lo utiliza, lo cual puede entorpecer cualquier análisis posterior por la no coincidencia en el puesto de la persona que lo ocupa. También se puede señalar que aparentemente solo se valoran con problemas aquellos puesto de trabajo en los que el valor medido es inferior a la iluminancia mantenida que establece la NC, aun cuando es conocido que valores muy superiores a la norma también puede generar afectaciones visuales.

La limitación fundamental del estudio realizado es la no identificación exacta de las causas de los problemas detectados, aspecto que hace inviable las acciones de mejora. A lo que se puede añadir que el estudio no debió realizarse por puestos de trabajo sino por locales, el argumento que se esgrime para ello es que la inmensa mayoría de los locales de trabajo demandan un sistema de iluminación general, por lo que los valores de iluminación deben ser homogéneos en todo el local.

Con los datos obtenidos solo se pudo identificar el problema llegándose a la conclusión que el sistema de iluminación en los referidos locales no brinda la iluminancia requerida para la inmensa mayoría de los puestos de trabajo y que establece la NC ISO 8995: 2003. La no identificación precisa de las causas

imposibilitó la propuesta de acciones de mejora, por lo que muchos meses después la situación continúa siendo la misma.

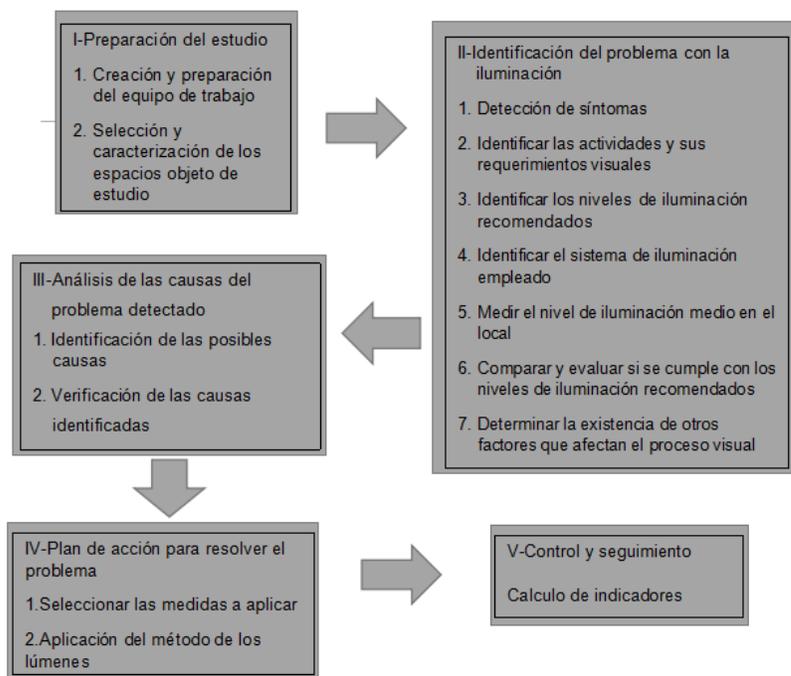
Esta problemática requiere del establecimiento de una metodología que considerando las normas establecidas permita identificar con la mayor precisión posible los problemas de iluminación, sus causas y proponer las acciones correspondientes para su eliminación.

CAPÍTULO II: PROCEDIMIENTO PARA LA MEJORA DE LA ILUMINACIÓN EN INTERIORES EN GEOCUBA

2.1 Procedimiento para la mejora de la iluminación en interiores

A partir de los análisis realizados en el capítulo anterior se propone un procedimiento para la mejora de la iluminación en interiores, el mismo se estructura en cinco etapas:

- I. Preparación del estudio
- II. Identificación del problema con la iluminación
- III. Análisis de las causas del problema detectado
- IV. Proponer plan de acción para resolver el problema
- V. Control y seguimiento



Para cada una de las etapas se define su objetivo, se proponen algunas técnicas para materializarlo y se realizan recomendaciones para la mejor ejecución del mismo. Cada uno de los pasos se presenta a continuación.

I. Preparación del estudio

Esta etapa tiene por objetivo crear las condiciones para que la realización del estudio. Durante ella se sentarán las bases de la investigación o proyecto a desarrollar. Para ello se siguen los pasos siguientes:

1. Creación y preparación del equipo de trabajo

El grupo de trabajo que conducirá el estudio deberá tener una composición que satisfaga las diferentes actividades que se van a realizar. Es deseable que el grupo esté integrado por miembros de la organización. Se proponen las siguientes personas:

- especialista en SST de la entidad que fungirá como coordinador o facilitador.
- dos trabajadores encargados de realizar el trabajo de campo y procesamiento de la información

Esta composición puede variar en dependencia del nivel de preparación y volumen de trabajo a realizar. Si ninguno de ellos cuenta con los conocimientos y habilidades sobre iluminación se puede solicitar la presencia de especialistas de otras entidades o consultores en esta materia. El número de personas que lo constituirán puede variar en dependencia de la magnitud del trabajo a realizar, en particular la cantidad de locales o espacios de trabajo que componen la entidad a analizar.

Estas personas deben recibir preparación sobre el procedimiento a seguir para la mejora de la iluminación y para ello deben revisar los documentos legales, normativos y de otra índole más actuales sobre iluminación que sean de utilidad para el estudio.

Muy importante es la preparación en el manejo de equipos e instrumentos a utilizar, en particular el luxómetro si se cuenta con el.

2. Selección y caracterización de los espacios objeto de estudio

El equipo de trabajo seleccionará los espacios o locales que serán estudiados. Los criterios de selección a emplear pueden ser: decisiones o intereses de la

dirección, de los trabajadores y su organización sindical, situaciones detectadas sobre este tema por auditorias o inspecciones, entre otros.

La caracterización se realizará de manera intencionada sobre el tema de la iluminación, para ello será preciso reunir información que aporte a la investigación. En relación con los trabajadores será importante conocer insatisfacciones con la iluminación, cantidad de personas con afectaciones visuales adquiridas y su relación con los años en el puesto de trabajo, exigencias visuales de las tareas que estos realizan.

En relación a los locales se deberá tener referencias sobre aprovechamiento de la luz natural (existencia de ventanas, puertas, cristales, tejas traslúcidas que permitan el paso de la luz natural), existencia de hacinamiento (mesas, muebles, equipos) en los locales, posibilidades de reflexión de la luz en las distintas superficies (paredes, techo, mobiliario, equipos).

Especial atención se le deberá prestar a las fuentes de luz artificial utilizadas (diversidad) y nivel de mantenimiento (limpieza, reemplazo).

Todos estos datos se valorarán de manera cualitativa para que el equipo de trabajo pueda tener una idea aproximada de la situación en relación a la iluminación, la cual le permitirá hacer inferencias y tomar decisiones durante el estudio.

II. Identificación del problema con la iluminación

Esta etapa tiene el objetivo de determinar la existencia o no de problemas relacionados con la iluminación en un puesto o espacio que afecten al trabajador, al patrimonio de la organización y al medio ambiente. Para ello se siguen los pasos siguientes:

1. Detección de síntomas

Para ello se aplicará un cuestionario (Anexo 2) a los trabajadores de los espacios seleccionados que permitirá conocer en detalle la existencia de insatisfacciones con

la iluminación en sus puestos de trabajo, así como cuáles pueden ser las molestias que le genera la mala iluminación, además de la percepción que estos tienen sobre aspectos que pueden estar incidiendo negativamente en el proceso visual.

2. Identificar las actividades y sus requerimientos visuales.

Para determinar estos requerimientos visuales es importante familiarizarse previamente con las actividades que se realizan en los diferentes puestos de trabajo del local objeto de análisis. Si es necesario entrevistar al responsable de las tareas que allí se realizan o a trabajadores de experiencia que conozcan los detalles de todo lo que se realiza. No se debe olvidar que se trata de obtener información sobre toda la gama de actividades no solo las que se ejecutan en la actualidad. Auxiliarse de la lista de chequeo del Anexo 3.

La capacidad oftálmica del trabajador (agudeza visual, percepción de la profundidad, percepción del color) es un elemento extra a considerar que influye en la ejecución de la tarea visual pero no está asociado a los requerimientos antes descritos.

3. Identificar los niveles de iluminación recomendados para las actividades analizadas

De acuerdo a las actividades y sus requerimientos visuales se va a la NC ISO 8995/CIE S008: 2003 Iluminación de puestos de trabajo en interiores y en su acápite 5 Lista de requisitos de iluminación, aparece una tabla de tareas y actividades en áreas interiores con especificación de los niveles de iluminación recomendados. Si la actividad objeto de análisis no se encuentra listada, se considerará aquella que sea semejante o que tenga similitud en las exigencias visuales.

4. Identificar el sistema de iluminación empleado

De acuerdo con las actividades que se desarrollan en los espacios de trabajo y su distribución se identifica el sistema de iluminación en el local. Estos pueden ser:

- General - se basa en la distribución uniforme de las luminarias en el techo, de forma que garantice en todo el local un nivel de iluminación similar (figura 1). Es común la distribución simétrica de las luminarias.

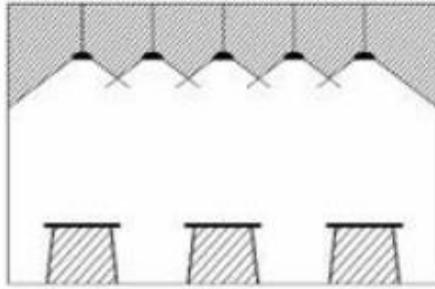


Figura 1. Sistema de iluminación general

- General localizado -proporciona una iluminación general al local, pero a partir de garantizar distintos niveles de iluminación en zonas localizadas. Se emplea en locales donde se realizan distintas tareas que requieren diferentes niveles de iluminación o cuando los puestos de trabajo donde se realiza la misma tarea no están distribuidos uniformemente. La distribución de las luminarias se hace heterogénea según las necesidades de cada zona (ver figura 2).

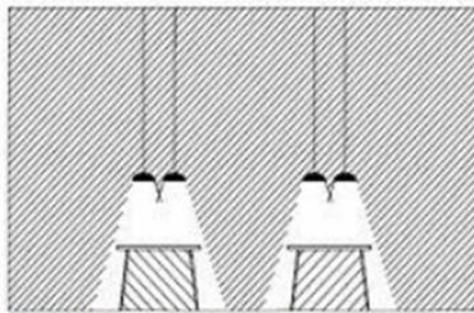


Figura 2. Sistema de iluminación general localizado

- El sistema suplementario es aquel que se adiciona al sistema de iluminación general o general localizado cuando se requiere garantizar un nivel relativamente alto en puntos específicos de todos o algunos puestos de trabajo (figura 3).

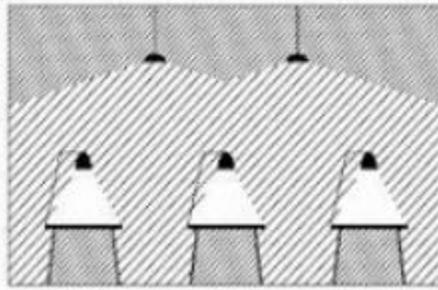


Figura 3. Sistema de iluminación suplementario

En este procedimiento las valoraciones se realizarán fundamentalmente para los sistemas de iluminación general.

5. Medir el nivel de iluminación medio en el local y(o) puestos de trabajo (E_m) según la NC 19-01-12: 1983 Determinación de los niveles de iluminación en locales y puestos de trabajo. Método de medición.

Para realizar las mediciones se debe contar con:

- Cinta métrica u otro instrumento para medir distancias.
- Luxómetro (equipo para medir la iluminancia) debidamente calibrado y apto para el uso, y que permita un amplio rango de valores de lectura.
- Croquis para ubicar puntos de medición y las lecturas correspondientes.
- Dos personas, una para realizar las mediciones y una para registrar los datos.

Existen algunas consideraciones a seguir para las mediciones en locales de trabajo descritas en la NC 19-01-12: 1983, las cuales son incluidas en el procedimiento a seguir:

- Elaborar croquis del local para subdividir en áreas longitudinales y transversales para realizar las mediciones.

Represente en el croquis puntos de referencia como aberturas de entrada y(o) puertas que le permitan una mejor ubicación espacial. Las mediciones se deben realizar a 60 cm de las paredes, aspecto que se considerará al subdividir el local. La cantidad de áreas dependerá de las dimensiones del local. En espacios pequeños de entre 3 y 4 m por sus lados no es significativo realizar subdivisiones

(Anexo 4). No obstante, mientras mayor número de subdivisiones, mayor cantidad de lecturas de iluminancia y por ende mayor exactitud en los cálculos a realizar. En el Anexo 5 se muestra un ejemplo de subdivisión en áreas del local de trabajo.

- Realizar y ubicar las mediciones en los puntos de lectura, centro de los lados exteriores e interiores de las áreas y en el centro de las mismas, tal como se ejemplifica en Anexos 4 y 5.

Se escogerán para las mediciones los momentos normales de ejecución de las actividades del local. Las mediciones pueden realizarse en diferentes momentos del día, en circunstancia en que esto no pueda ser no deberá faltar la medición que corresponda a las peores condiciones de iluminación de las tareas. Esto último estaría relacionado con la nocturnidad o el no aprovechamiento de la luz natural.

Al medir se debe evitar la influencia de las personas en la celda fotoeléctrica, si es posible evitar la circulación de personas en el local, siempre y cuando no se corresponda con los movimientos normales propios a las tareas que se ejecutan. La persona que realiza los registros de las mediciones puede sugerir las posiciones a adoptar por los medidores para evitar sombras indeseadas.

La celda fotoeléctrica deberá situarse a la altura de los planos de trabajo o en su defecto 80 cm desde el piso siempre en forma horizontal.

- Calcular la iluminancia media (\bar{E}) en locales de trabajo.

Si se trata de un local que no fue subdividido, es decir se tomó como una sola área (Anexo 4) utilizar la expresión siguiente:

$$\bar{E} = \frac{1}{6} \left(\sum E_{\square} + 2 \sum E_{O} \right)$$

Si se trata de un local subdividido en 2 o más áreas (Anexo 5) se utiliza la siguiente:

$$\bar{E} = \frac{1}{6MN} \left(\sum E_{\square} + 2 \sum E_{\Delta} + 2 \sum E_{\circ} \right)$$

donde:

\bar{E} - iluminancia media en el local

M- cantidad de filas de áreas en que se ha subdividido el local

N- cantidad de columnas de áreas en que se ha subdividido el local

E_{\square} - iluminancia medida en los lados exteriores de las áreas

E_{Δ} - iluminancia medida en los lados interiores de las áreas

E_{\circ} - iluminancia medida en el centro de las áreas

6. Comparar y evaluar si se cumple con los niveles de iluminación requeridos (comparar \bar{E} con los niveles de iluminación requerida).

El valor de \bar{E} calculado se compara con el valor de la iluminación requerida correspondiente a la actividad que se realiza en el local, estos valores deben ser aproximadamente iguales. Esta situación sería la deseable para evaluar de bien la iluminancia en el local de trabajo. Recordar que pueden generar efectos adversos a la salud o al desempeño del trabajador tantos niveles por encima como por debajo de la iluminancia requerida.

Cuando \bar{E} es menor que la iluminación media requerida, la iluminancia no garantiza los valores recomendados por la NC ISO 8995/CIE S008: 2003 y puede generar daños a la salud del trabajador, el patrimonio de la entidad y al medio ambiente.

Para facilitar estos cálculos de los pasos 5 y 6 se propone el programa Iluminación Media en Interiores en su versión 1.1 (Anexo 6) elaborado en el lenguaje de programación Java y en el entorno de desarrollo integrado Netbeans. El mismo permite introducir el nombre del local y el nivel de iluminación requerido. Además, a partir de la cantidad de filas y columnas en que se dividirá el local, facilita realizar la selección de la misma; e introducir los valores del nivel de iluminación que se vayan midiendo en cada uno de los puntos previamente establecidos. El programa realiza el cálculo del nivel medio y elabora un reporte

para cada local con el nivel medio de iluminación y si no cumple con el nivel de iluminación requerido.

7. Determinar la existencia de otros factores que afectan el proceso visual y que condicionan la iluminación.

Existen otros elementos que no están vinculados al sistema de alumbrado instalado, pero que si no son tomados en consideración también afectan el proceso visual. Estos factores condicionan el sistema de iluminación emplazado. Dentro de los factores a analizar están:

- ángulo visual – es el que se forma desde el ojo hasta el objeto observado, mientras mayor sea el ángulo visual mayor será el tamaño de la imagen en la retina. El valor del ángulo visual depende del tamaño del objeto y de la distancia que lo separa del ojo; a mayor tamaño del objeto a una misma distancia de visión mayor será el ángulo visual; un objeto observado a diferentes distancias provocará diferentes ángulos de visión, mientras más cercano esté el ojo, mayor será el ángulo visual.
- agudeza visual – es la capacidad para distinguir los objetos en sus mínimos detalles, es la medida del detalle más pequeño que es capaz de percibir el ojo; es la facultad del ojo para apreciar dos objetos separados.
- brillo o luminancia de una superficie - es la intensidad luminosa que ésta emite (si es luminosa) o refleja (si es iluminada) en dirección normal a la línea de visión por unidad de área; expresa la real sensación de luminosidad que es recibida por el ojo
- contraste - es la relación existente entre el brillo del objeto y el brillo de su fondo y es indispensable para poder distinguir un objeto de su fondo. Un alto contraste facilita la rápida visión e identificación de un objeto mientras que un bajo contraste puede llegar a hacerlo invisible.
- distribución del brillo o luminancia en el campo visual del puesto de trabajo y sus alrededores - los excesivos desniveles entre los brillos de las zonas de trabajo y

sus alrededores son perjudiciales para el ojo que estará obligado a realizar un constante ajuste visual dilatando y contrayendo el iris según la zona que observe (proceso de adaptación).

- deslumbramiento - se produce por las diferencias de brillos en el campo visual. Un brillo dentro del campo de la visión, suficientemente superior a la luminancia a la que se han adaptado los ojos causa molestias, incomodidad o reducción de la efectividad visual o de la visibilidad (figura 4).

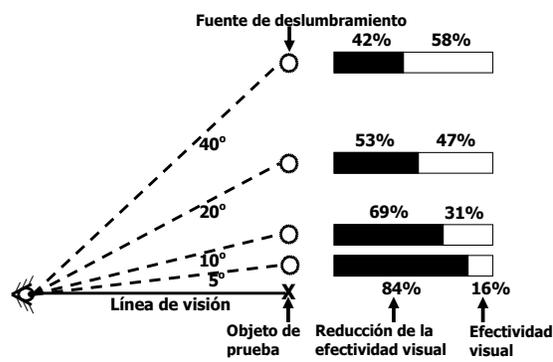


Figura 4. Efecto del deslumbramiento directo sobre la efectividad visual.

En el deslumbramiento participan los factores siguientes:

- Luminancia de la fuente de luz: la máxima luminancia tolerable por observación directa es de 7500 cd/m².
- Ubicación de la fuente de luz: el deslumbramiento se produce cuando la fuente de luz se encuentra en un ángulo inferior de 45 grados con respecto a la línea de visión del observador.
- Distribución de luminancias entre diferentes objetos y superficies: cuanto mayores sean las diferencias de luminancia entre los objetos situados en el campo de visión, más brillos se crearán y mayor será el deterioro de la capacidad de ver, provocado por los efectos ocasionados en los procesos de adaptación de la visión.
- Tiempo de exposición: incluso las fuentes de luz de baja luminancia pueden provocar deslumbramiento si se prolonga demasiado la exposición.

- Difusión de la luz - generalmente ofrece ventajas en el trabajo pues no provoca sombras fuertes que enmascaren parte del puesto de trabajo y evita las reflexiones y el deslumbramiento creando un ambiente de bienestar. Sin embargo, no siempre es conveniente la luz difusa por ejemplo en tareas donde se requiere apreciar detalles en cuyo caso la luz difusa lo impide. La difusión se logra con luminarias de bajo brillo y de gran superficie, alumbrado indirecto y semindirecto y paredes y superficies mates.
- Color - es la sensación visual producida por la luz en el sentido de la vista (al incidir la luz sobre la retina y estimular las células fotosensibles llamadas conos y bastones) que permite al hombre diferenciar las distintas longitudes de onda que lo componen. El color desempeña un papel importante en el contraste, si el brillo resulta bajo puede acentuarse la visibilidad utilizando el contraste de colores o contraste cromático, el contraste cromático suple la ausencia de un brillo relativo aceptable.

III. Análisis de las causas del problema detectado

En esta etapa se identifican y verifican las causas de la presencia del nivel de iluminación inadecuado u otro problema que afecta el proceso visual.

1. Identificación de las posibles causas

Las posibles causas que contribuyen a una mala iluminación se encuentran en las tablas siguientes:

Tabla 1. Posibles causas relacionadas con el sistema de iluminación instalado

No	Causa	Motivo
1	Inadecuado tipo de sistema de iluminación	No garantiza la iluminancia de manera uniforme en todo el local
2	Inadecuada distribución (emplazamiento) de las luminarias	No hace uniforme el nivel de iluminación en el local
3	Bajo flujo luminoso inicial de la lámpara utilizada	No aporta la cantidad de energía luminosa necesaria
4	Ausencia, incorrecto o mal colocado dispositivo de reflexión de la luminaria (tipo de iluminación)	No contribuye a dirigir el flujo luminoso hacia el lugar que se requiere
5	Mala explotación de la lámpara (tiempo de vida)	No aporta el flujo luminoso requerido

	útil)	
6	Inadecuado mantenimiento de la luminaria (limpieza y reposición)	Disminuye aporte de flujo luminoso necesario
7	Insuficiente cantidad de luminarias	No brinda la iluminancia mantenida normada
8	Incorrecto uso de colores	Colores oscuros disminuyen la reflexión de la luz
9	Pobre limpieza de superficies	Disminuye la reflexión de la luz
10	No aprovechamiento de la luz natural	No contribución a la iluminancia mantenida normada
11	Inadecuada altura de montaje	Disminución de la iluminación en el lugar que se requiere

Tabla 2. Posibles causas relacionadas con otros factores que afectan el proceso visual

No.	Causa	Motivo
1	Existencia de fuentes de luz (generada o reflejada) que entran en el campo visual	Provoca deslumbramiento
2	Diferencias de brillos (luminosidad) notables entre elementos del puesto de trabajo	Provoca desequilibrios de luminancia
3	Inadecuada reflexión de la luz de lo que se observa (color o acabado de la superficie en relación a la intensidad de la luz con que se ilumina)	Brillo inadecuado
4	Inadecuada diferencia de brillos entre los elementos visualizados y el fondo sobre el que se visualizan	Contraste inadecuado por diferencia de brillo
5	Observación de objetos muy pequeños a grandes distancias	Disminuye ángulo visual
6	Disminución de la capacidad de observar detalles muy pequeños	Disminución de la agudeza visual
7	No se producen sombras que faciliten observar detalles de los objetos	Difusión de la luz
8	Se producen reflexiones molestas o deslumbramiento	Inadecuada difusión de la luz
9	Inadecuada diferencia de colores entre los elementos visualizados y el fondo sobre el que se visualizan	Contraste inadecuado por diferencia de colores

En caso de que exista otra posible causa se debe incorporar al listado tabulado.

2. Verificación de las causas identificadas

Debe realizarse una valoración de estas posibles causas y determinar aquellas que tienen incidencia en el problema detectado. Este análisis se ejecuta en cada local de manera individual.

Para la recogida de datos que permitan la identificación del problema (tema abordado en etapa anterior) y de sus posibles causas se recomienda utilizar el modelo que aparece en el Anexo 7. Cada una de las causas debe ser debidamente verificada a través de la observación o entrevistas a especialistas, jefes y trabajadores de experiencia.

Los resultados de la evaluación de la iluminación deben ser adecuadamente documentados para futuras referencias y acciones a seguir. Los datos de la medición del nivel de iluminación y del nivel de iluminación promedio realizados deben ser guardados. Cualquier otra información relevante debería ser guardada también incluyendo: una descripción del área de trabajo y la tarea o actividad, la posición de los puntos de medición; detalles de las luminarias incluyendo su posición, tipo y tamaño; datos del luxómetro (Anexo 8) tales como modelo y número de serie; fecha y hora de las mediciones, personas que realizaron la evaluación; conclusiones y medidas de mejora propuestas.

IV. Plan de acción para resolver el problema

En esta etapa se proponen las medidas a aplicar para todas aquellas causas que se demuestra que tienen un impacto en el problema de iluminación existente. Se deben establecer prioridades, recursos, plazos de ejecución y responsables. Las prioridades se determinarán atendiendo el peso que tenga la causa en el problema detectado, para ello se puede utilizar alguna técnica para llegar a consenso. Estas prioridades contribuyen a asignar los recursos necesarios a aquellas soluciones que contribuyen en mayor medida a la solución del problema.

1. Seleccionar las medidas a aplicar

Dentro de las posibles medidas a aplicar se encuentran:

- seleccionar el tipo de sistema de iluminación adecuado
- colocar luminarias con lámparas que brinden el flujo luminoso adecuado
- utilizar luminarias con el tipo de iluminación apropiado

- reponer las luminarias cuando expira el tiempo de vida útil declarado por el fabricante
- darles mantenimiento a las luminarias, incluida limpieza de las mismas
- pintar paredes y techo de colores que aporten buena reflexión de la luz
- limpiar paredes y techos que permitan buena reflexión de la luz
- abrir puertas y ventanas que permitan la entrada de luz natural
- limpiar cristales, claraboyas y lucernarios que faciliten la entrada de luz natural
- colocar los puestos de trabajo de manera que faciliten el aprovechamiento de la luz natural
- utilizar alturas de montaje apropiadas
- recalcular la cantidad de lámparas y luminarias que garanticen el nivel de iluminancia mantenida recomendada por la norma.
- distribuir de manera homogénea las luminarias

En caso de tratarse de un sistema de alumbrado general para recalcular la cantidad de lámparas y luminarias se recomienda utilizar el Método de los Lúmenes.

2. Aplicación del Método de los Lúmenes

Este Método se basa en la distribución homogénea del flujo luminoso en toda la superficie del local mediante las siguientes expresiones:

$$\text{Cantidad de lámparas} = \frac{E_m \times S}{\phi \times C_u \times F_m}$$

donde:

E_m - Iluminancia mantenida recomendada por la norma (lux)

S - Superficie a iluminar (m²)

Φ - Flujo luminoso de una de las lámparas seleccionadas (lúmenes)

C_u - Coeficiente o factor de utilización

F_m - Factor de mantenimiento o conservación

La Em es la brindada por la NC ISO 8995/CIE S008: 2003 Iluminación de puestos de trabajo en interiores atendiendo al tipo de actividad que se realiza en el local.

El flujo luminoso de la lámpara es el establecido por el fabricante, que puede encontrarse estampado en la lámpara, su envase o el embalaje. También puede encontrarse información en catálogos.

El Cu depende de la reflexión de paredes, techo y piso; las dimensiones del local; tipo de luminarias y la altura de montaje. Para determinar el primero se puede acudir a tablas que contengan el color presente en paredes, techo, y piso (Anexo 9); o se puede, para superficies mate, utilizar el procedimiento siguiente:

La célula sensible del luxómetro se coloca mirando hacia la superficie y se retira despacio hasta una distancia de 7 u 8 cm, se hace allí una lectura (A). Una segunda lectura (B) se lleva a cabo con la célula dirigida en sentido contrario a la superficie, para medir la luz incidente. El coeficiente de reflexión se obtiene a partir de la expresión siguiente:

$$\text{Reflexión} = \frac{A}{B} 100$$

Los tres últimos elementos, asociados al Cu, se interrelacionan en la relación del local (RL). Para luminarias directas, semidirectas, directa –indirecta y general difuso se utiliza la expresión:

$$RL = \frac{S}{hm(L + A)}$$

donde:

L - Largo

A - Ancho

hm - altura de montaje

Para luminarias semindirectas e indirectas se utiliza la expresión:

$$RL = \frac{3 * S}{2 * h_{tp}(L + A)}$$

Htp – altura del plano de trabajo al techo

Con el valor de RL se determina el Índice de Local (IL) (Anexo 10), con este último y los coeficientes de reflexión de las paredes y techo se determina el Cu, con el auxilio de tablas que brinda el fabricante de las luminarias. El Fm se estima a partir de lo planteado por el fabricante. Según Westinghouse (1973) hay tres clasificaciones:

- Bueno: cuando las lámparas se limpian diariamente y se cambian antes de fundirse.
- Regular: se limpian frecuentemente y se cambian acabadas de fundir.
- Malo: cuando no se limpian y no se sustituyen.

El número de luminarias se determina:

$$\text{Cantidad de luminarias} = \frac{\text{Cantidad de lámparas}}{\text{Lámparas por luminaria}}$$

Una vez se haya calculado el número de luminarias que necesitas tienes que proceder a distribuirlas en el local uniformemente.

En los locales de planta rectangular si quieres una iluminación uniforme las luminarias se reparten de forma uniforme en filas paralelas a los ejes de simetría del local según las fórmulas:

$$N_{\text{ancho}} = \sqrt{\frac{N_{\text{total}} \cdot a}{b}}$$

$$N_{\text{largo}} = N_{\text{ancho}} \cdot \left(\frac{b}{a}\right)$$

donde:

N total: número de luminarias calculado

N ancho: número de filas de luminarias a lo ancho del local

N largo: número de columnas de luminarias a lo largo del local

a: ancho del local

b: largo de local

Es importante que no olvides que las luminarias próximas a la pared necesitan estar más cerca para iluminarla (normalmente la mitad de la distancia a la que coloques el resto)

Otras medidas estarían asociadas a resolver los problemas que afectan el proceso visual pero no están relacionados directamente con el sistema de iluminación.

V. Control y seguimiento

Esta etapa constituye el fin del procedimiento, pero al mismo tiempo el inicio de un nuevo proceso de gestión, tiene como objetivo controlar y dar seguimiento a soluciones y medidas tomadas en la mejora de la iluminación, mediante la utilización de indicadores.

Cálculo de indicadores

Luego de aplicadas las medidas, para mantener un control de la iluminación en la entidad es necesario una evaluación de los espacios o locales de trabajo en los que se aplicaron las medidas. El control debe ir dirigido al local, a los puestos de trabajo en los locales y la percepción de los trabajadores de esos locales. Este último como destinatario final de las acciones realizadas es esencial en la evaluación que se alcance. El proceso de control y seguimiento deberá ser realizado por los miembros del equipo de trabajo que se decida. El momento de control se deberá realizar una vez aplicadas las medidas. En la empresa se decidirá si inmediatamente o pasado algún tiempo. Sería muy conveniente realizarlo dos o tres meses por los posibles efectos de las pérdidas normales del flujo luminosos de las luminarias que se empleen.

Los indicadores a emplear pueden ser los que se muestran a continuación:

Nivel de iluminación alcanzado en locales y espacios

Este sería el indicador más objetivo de los posibles a emplear, pues se basa en la medición real de los niveles de iluminación logrados. Es decir, conocer si se logra el nivel de iluminación necesario para la ejecución de las tareas que allí se realizan. Para ello deberá realizarse un proceso de medición similar al explicado en la etapa II paso 5 y comparar con los niveles de iluminación recomendados por la NC-ISO 8995: 2003. Se otorga una calificación de satisfactorio o insatisfactorio en función de si se logra o no el valor recomendado por la norma mencionada con anterioridad. Luego se otorga una evaluación final sobre la aplicación de las medidas.

$$NIL = \frac{LS}{LE} * 100$$

NIL: nivel de la iluminación alcanzado en locales y espacios

LS: cantidad de locales y espacios evaluados de satisfactorio

LE: total de locales y espacios evaluados

En atención a los aportes que significa la iluminación a la calidad de vida de los trabajadores, para la evaluación final se pueden tomar los referentes siguientes:

NIL > 95 excelente

95 < NIL >85 bien

NIL <85 mal

Nivel de iluminación alcanzado en puestos de trabajo

Este indicador toma como referencia los puestos de trabajo presentes en cada local de trabajo. Se elige la cantidad de puestos de trabajo a evaluar, que puede resultar de un muestreo realizado por un especialista que decida aquellos puestos de trabajo que son críticos en cuanto al nivel de iluminación requerido por sus exigencias visuales o con más dificultades para alcanzar los niveles de iluminación deseados por dificultades en las condiciones que rodean al puesto de trabajo. No obstante, lo deseable sería seleccionar todos los puestos de trabajo de cada local. Para ello también se deberá medir el nivel de iluminación en cada puesto de acuerdo a lo planteado en la NC 19-01-12 en relación a los puestos de

trabajo. Como resultados de las mediciones realizadas se calificarán los mismos al comparar con el nivel de iluminación requerido para la actividad que se realiza en cada puesto (NC - ISO 8995: 2003). La evaluación será de satisfactorios o insatisfactorios, luego se calcula el indicador y se le otorga una calificación de excelente, bien y mal.

$$NIPT = \frac{PTS}{PTE} * 100$$

NIPT: nivel de la iluminación alcanzado en puestos de trabajo

PTS: cantidad de puestos de trabajo evaluados de satisfactorio

PTE: total de puestos de trabajos evaluados

Para la evaluación final, de manera similar al indicador anterior, se pueden tomar los referentes siguientes:

NIPT > 95 excelente

95 < NIPT > 85 bien

NIPT < 85 mal

Este indicador puede ser calculado para un local en específico o para todos los puestos de trabajo de todos los locales donde se aplicaron las medidas.

Nivel de satisfacción de los trabajadores con la iluminación

Este indicador, aun cuando utiliza la subjetividad de los trabajadores es muy necesario calcularlo, pues evalúa la satisfacción con las medidas aplicadas. Para calcular este indicador el especialista aplicará una encuesta con la siguiente pregunta: ¿Está satisfecho con las condiciones para la realización de su proceso visual? Esta es una interrogante que va a la apreciación general por el trabajador de todos aquellos aspectos que condicional que el proceso visual se realice de manera adecuada, por lo que considera elementos ya antes expuestos como nivel de iluminación, uso del color, contraste, ángulo visual, etc. La pericia del encuestador para obtener la mejor respuesta de los trabajadores es esencial. Luego de calculado se le otorga una calificación de excelente, bien y mal.

$$NS = \frac{CTP}{CTE} * 100$$

NS: nivel de satisfacción de los trabajadores

CTP: cantidad de trabajadores satisfechos con la ejecución de su proceso visual

CTE: total de trabajadores encuestados

NS > 90 excelente

90 < NS > 80 bien

NS < 80 mal

En función de la calificación de cada uno de los indicadores se puede llegar a ofrecer una evaluación general de la iluminación en la entidad. Para ello pueden establecerse diversas combinaciones, pero en las que debe primar que cuando el indicador tres tenga evaluación de mal la entidad será evaluada de mal, por tratarse este indicador el de mayor peso, ya que resulta de la opinión de los trabajadores.

2.2 Aplicación del procedimiento propuesto

En este epígrafe se recoge la aplicación realizada del procedimiento en la Empresa GEOCUBA Oriente Norte.

I.Preparación del estudio

1.Creación y preparación del grupo de trabajo

El grupo de trabajo se integró por el jefe del proyecto, el especialista en SST de la empresa Geocuba Oriente Norte, una ingeniera de la dependencia ASEMA, un profesor de la universidad, dos estudiantes de ingeniería industrial y tres adiestradas de la empresa; todos estos integrantes debidos a la gran cantidad de locales que compone la empresa. El grupo realizó dos reuniones en las cuales se revisó los documentos legales y normativos sobre la iluminación, se recibió información de cómo aplicar el procedimiento y la preparación para el manejo de

equipos e instrumentos a utilizar como el luxómetro, la cinta métrica laser entre otros.

2. Selección y caracterización de los espacios objeto de estudio

La dirección de la empresa determinó que se realizara el estudio en las dependencias Agencia Holguín, UDCT y ASEMA, de las mismas se seleccionaron 63 locales de los cuales la gran mayoría no aprovecha la luz natural, presentan hacinamiento, realizan trabajos con grandes exigencias visuales como lectura de documentos y trabajo con computadoras.

En este informe se presentará a manera de ejemplo la aplicación del procedimiento en dos locales de trabajo de ASEMA, el local identificado como Taller de Mapificación y de la Agencia Holguín, la oficina del Jefe de Mercadotecnia.

II. Identificación del problema con la iluminación

1. Detección de síntomas

La aplicación del cuestionario dio a conocer que los trabajadores consideraban que la iluminación era algo molesta y que después de la jornada laboral notaban fatiga visual, visión borrosa, vista cansada y pesadez en los párpados. Además, afirmaban que tenían que forzar la vista para poder realizar su trabajo, dificultades para ver bien los colores en el puesto de trabajo, que había poca luz, que algunas lámparas les da directamente en los ojos, lo cual conlleva a que los trabajadores solicitaran más luz en sus puestos de trabajo.

2. Identificar las actividades y sus requerimientos visuales.

Con el auxilio de la lista de chequeo que se puede observar en el Anexo 3 se identificaron los requerimientos visuales de las actividades que se realizan en ambos locales. Se identificó que el empleo de pantallas de visualización de datos es fundamental pues la elaboración, redacción de documentos, mecanografía, lectura, el procesamiento de datos es mediante computadoras. Estas tareas

poseen como requerimientos visuales la difusión de la luz, altos contrastes, y la observación de pequeños objetos (letras) que generan pequeños ángulos visuales.

3. Identificar los niveles de iluminación recomendados para las actividades analizadas

Para identificar la iluminación requerida en las actividades analizadas en ambos locales se utilizó la NC ISO 8995: 2003 “Iluminación de puesto de trabajo en interiores” obteniéndose que el valor normado para esta tarea era de 500 lux.

4. Identificar el sistema de iluminación empleado

Atendiendo a las actividades que se desarrollan en los dos locales se determinó que el sistema de iluminación general era el idóneo, pues se necesita un nivel de iluminación homogéneo en todo el local. Sin dejar de reconocer que en algunos de los locales restantes como los de Mapificación se pudiera instalar un sistema de iluminación suplementario que complementa el sistema de iluminación general.

5. Medir el nivel de iluminación medio en el local y(o) puestos de trabajo

Para realizar las mediciones se utilizó un luxómetro marca Volttor, modelo PCE-174, el que dispone de cuatro rangos de medición, con una precisión de $\pm 5\%$ (Anexo 8).

Los valores de iluminación obtenidos fueron procesados en el programa informático iluminación media en interiores (Anexo 6).

6. Comparar y evaluar si se cumple con los niveles de iluminación requeridos

Los resultados obtenidos fueron 231.4 lux y 101.1 lux respectivamente los cuales se encuentran en los Anexos 11 y 12, se compararon con los que realmente se necesitan en el local de trabajo según la NC ISO 8995:2003 “Iluminación de puesto de trabajo en interiores” obteniendo resultados muy por debajo de lo requerido.

7. Determinar la existencia de otros factores que afectan el proceso visual y que condicionan la iluminación.

En el local identificado como taller de Maficación existía deslumbramiento producido por las diferencias de brillos en el campo visual.

III. Análisis de las causas del problema detectado

Para la recolección de información necesaria para el desarrollo de las diferentes etapas del procedimiento se diseñó el modelo que aparece en el Anexo 7

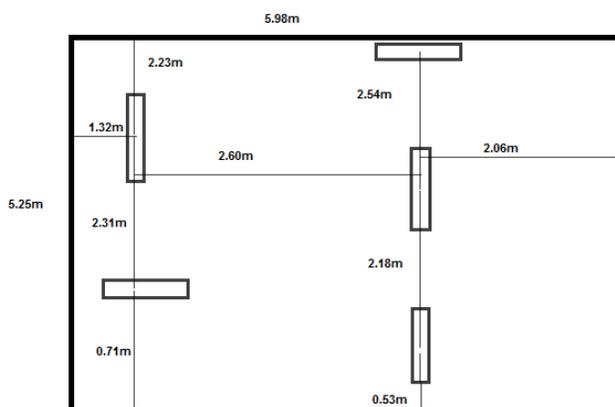
En esta etapa se hace un análisis de todas las causas posibles que determinen un mal nivel de iluminación en los locales de Mapificación y Oficina del Director de Mercadotecnia.

Se identificaron como posibles causas:

Área: ASEMA

Local: Mapificación

- Inadecuada distribución (emplazamiento) de las luminarias.
- Las luminarias se encontraban a diferentes distancias entre ellas y las paredes, no existía paralelismo entre las mismas, proporcionando que la iluminación no fuera homogénea. A continuación, la distribución de las luminarias en el local:



- Bajo flujo luminoso inicial de la lámpara utilizada
- El flujo luminoso de las lámparas no era el apropiado porque el haz de luz desprendido se observaba opaco. No se conoce el flujo luminoso inicial de las

lámparas por la diversidad de las mismas que existen en el local, por tanto, no se sabe si es el requerido.

- Ausencia, incorrecto o mal colocado dispositivo de reflexión de la luminaria (tipo de iluminación)
- En el local existían 5 luminarias las cuales se encontraban sin ningún dispositivo de reflexión y difusión.
- Insuficiente cantidad de luminarias
- Como existen diversidad de lámparas en el local no se tiene como fuente confiable un flujo luminoso lo cual impide recalcular la cantidad de luminarias.
- Existencia de fuentes de luz (generada o reflejada) que entran en el campo visual
- Al ser un local grande, los puestos de trabajo están ubicados distantes lo cual provoca que las luminarias entren el campo visual de los trabajadores.
- Mala explotación de la lámpara (tiempo de vida útil)

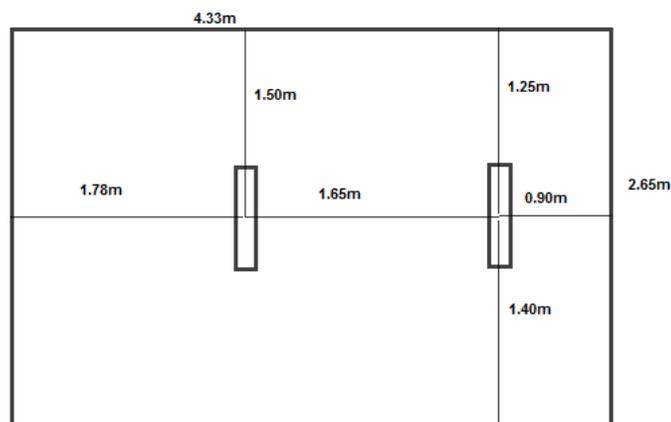
Durante la realización de las mediciones se les preguntó a los trabajadores que cada cuanto tiempo se reponían las lámparas y respondió, que cuando se fundía, esto no debería ser, pues tendrían que reponerlas cuando terminara su tiempo de vida útil.

Se identificaron como posibles causas:

Área: Agencia Holguín

Local: Oficina del Director de Mercadotecnia

- Inadecuada distribución (emplazamiento) de las luminarias.
- Las dos luminarias que se encuentran en este local no están a la misma distancia de la pared como se muestra a continuación en la figura.



- Bajo flujo luminoso inicial de la lámpara utilizada
- El flujo luminoso de las lámparas no era el apropiado porque el haz de luz desprendido se observaba opaco. No se conoce el flujo luminoso inicial de las lámparas por la diversidad de las mismas que existen en el local, por tanto, no se sabe si es el requerido.
- Incorrecto uso de colores en techos y paredes
- En este local se encontraba pintada las paredes de amarillo oscuro y el techo de verde oscuro lo cual no favorecen la buena reflexión de la luz.
- Mala explotación de la lámpara (tiempo de vida útil)
- Se conoció por parte del Director que las lámparas se reponían cuando se fundían y no al terminar su tiempo de vida útil.
- Ausencia, incorrecto o mal colocado dispositivo de reflexión de la luminaria (tipo de iluminación)
- Las dos luminarias que se encontraban en la oficina del Director de Mercadotecnia carecían de dispositivos de reflexión y difusión.
- Insuficiente cantidad de luminarias

Como existen diversidad de lámparas en el local no se tiene como fuente confiable un flujo luminoso lo cual impide recalcular la cantidad de luminarias.

IV. Plan de acción para resolver el problema

Soluciones Potenciales

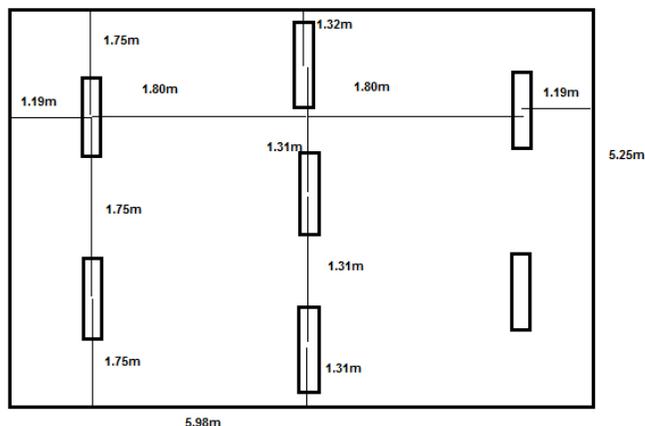
- Colocar luminarias con lámparas que brinden el flujo luminoso adecuado.
- Reponer las luminarias cuando expira el tiempo de vida útil declarado por el fabricante y no cuando se fundan.

- Pintar paredes y techo de colores que aporten buena reflexión de la luz. Para esto se deben utilizar colores claros (blanco, beige y amarillo claro) como se refleja en el Anexo 9
- Colocar dispositivos de difusión y reflexión para que mejore el nivel de iluminación en los locales, en el caso de la difusión para que elimine el deslumbramiento.
- Recalcular la cantidad de lámparas y luminarias que garanticen el nivel de iluminancia mantenida recomendada por la norma utilizando el Método de los Lúmenes.

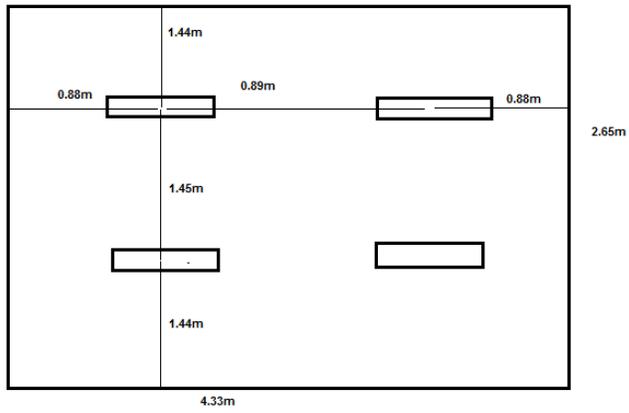
Para esto se tomó luminarias semidirecta con dos lámparas fluorescentes y rejilla difusora con un flujo luminoso de 2600 lúmenes y la iluminancia requerida de 500 lux para ambos locales, con factor de mantenimiento bueno de 0.75, en el local identificado como Taller de Mapificación con una reflexión pared y techo de 80% y 50% respectivamente con un coeficiente de utilización de 0.61, y con un área de 31.395m² obteniéndose 14 lámparas que equivalen a 7 luminarias y en el local del Director de Mercadotecnia con un factor de mantenimiento regular de 0.70, con una reflexión pared y techo de 50% y 30% respectivamente con un coeficiente de utilización de 0.38 y un área de 11.474m² obteniéndose 8 lámparas que equivalen a 4 luminarias

- Distribuir de manera homogénea las luminarias en los locales después del recalcule de las luminarias necesarias en el local para garantizar la iluminación como se puede observar en la siguiente figura:

Local de Mapificación



Oficina del Director de Mercadotecnia



CONCLUSIONES

Luego de finalizado el trabajo se arribó a las conclusiones siguientes:

1. El análisis teórico metodológico permitió profundizar en la importancia de la iluminación como condición de trabajo, así como los factores que determinan una correcta iluminación en interiores. Además, se analizó la relevancia de los aspectos recogidos en las NC 19-01-12: 1983 y NC-ISO 8995: 2003, y en el Método de los Lúmenes para realizar el proceso de evaluación y mejora de la iluminación general en interiores.
2. Se conocieron algunas acciones realizadas en la Empresa GEOCUBA Oriente Norte en las que se destacan algunas limitaciones que afectaron la evaluación realizada y la mejor toma de decisiones respecto a las medidas a aplicar.
3. Se elaboró un procedimiento, que, compuesto por cinco etapas, permite crear condiciones necesarias para realizar cualquier estudio de la iluminación en interiores; determinar la existencia o no de problemas con la iluminación; identificar las causas del problema detectado; aplicar las medidas que eliminen o minimicen el problema; así como controlar y dar seguimiento a las acciones propuestas.
4. En el procedimiento propuesto destacan como elementos de mayor novedad la determinación de síntomas que favorecen identificar la posibilidad de existencia o no de problemas con la iluminación, además de los indicadores que facilitan el mejor control de las acciones que se propongan.
5. Se aplicó el procedimiento en tres áreas de la Empresa GEOCUBA Oriente Norte (Agencia Holguín, ASEMA y UDCT) detectando deficiencias del nivel de iluminación en algunos de los locales y se propusieron medidas encaminadas a erradicar dicha situación. Esta aplicación corroboró la viabilidad del procedimiento propuesto.

RECOMENDACIONES

Como parte de la investigación se recomienda:

1. Presentar a la Dirección de GEOCUBA Oriente Norte y sus trabajadores los resultados de la investigación realizada.
2. Aplicar las medidas propuestas realizando los ajustes pertinentes.
3. Continuar trabajando en la mejora del procedimiento propuesto en particular en el programa para calcular la iluminación media en interiores, fundamentalmente ampliando sus posibilidades de contener otros pasos del procedimiento, y profundizar en la etapa final de control y seguimiento.
4. Utilizar el presente trabajo como referencia para futuras investigaciones en otras organizaciones, así como para la docencia sobre estos temas.
5. Divulgar la investigación y sus resultados a través de su presentación en eventos y su posible publicación.

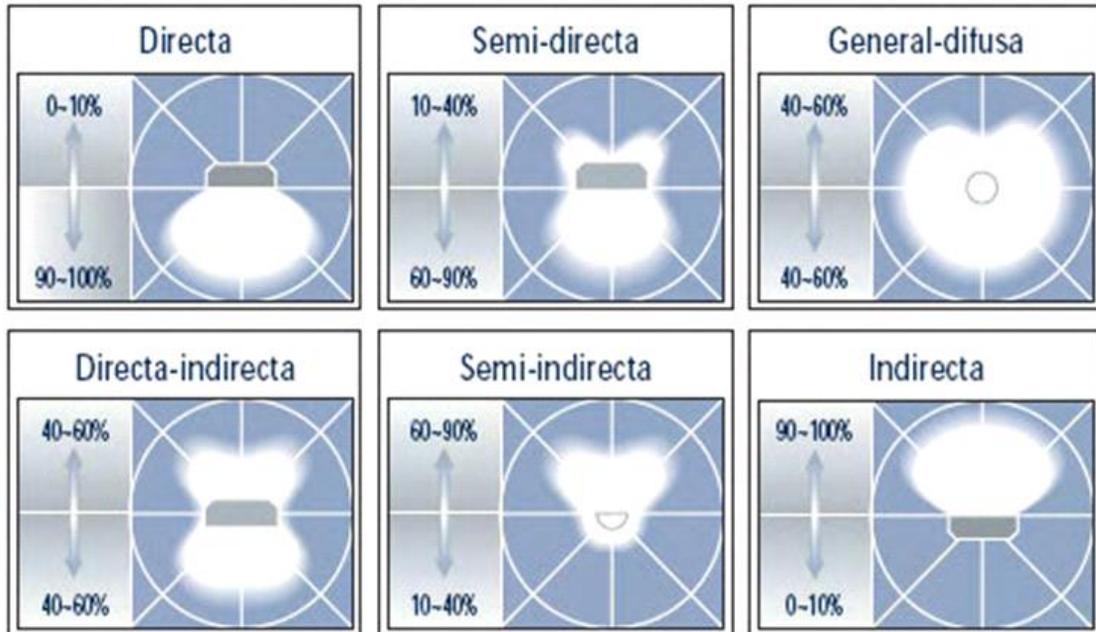
BIBLIOGRAFÍA

1. NC 19-01-12: 1983 Determinación de los niveles de iluminación en locales y puestos de trabajo. Métodos de medición. Comité Estatal de Normalización. La Habana. 8p.
2. NC ISO 8995/CIE S008: 2003 Iluminación de puestos de trabajo en interiores. Oficina Nacional de Normalización. La Habana. 33p.
3. Alonso, A. y otros (2006). Ergonomía. Capítulo VII Iluminación. Editorial Félix Varela, La Habana. p 235-264.
4. Rodríguez, Iraida (2009). Seguridad y Salud en el Trabajo. Capítulo V Iluminación. Diseño de sistemas de alumbrado. Editorial ENPES. Ciudad de La Habana. p 265-332.
5. Plataforma Educativa Moodle
6. Gaceta Oficial_X_029_2014 CT y Reglamento
7. Tablas de Nomogramas de Ergonomía y Seguridad e Higiene Ocupacional
8. García Fernandez y Oriol Boix (2001). Luminotecnia: Iluminación en interiores y exteriores
9. NC 1005:2014 Edificaciones-Requisitos para el cálculo de la iluminación natural
10. Sans Marinero y Sebastián García. Evaluación y acondicionamiento de la iluminación en puestos de trabajo
11. Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid y el Centro de Ahorro y Eficiencia Energética de Madrid (2006). Guía técnica de iluminación eficiente
12. Velázquez Sáldivar (2002). Modelo de mejora continua para la gestión de la seguridad e higiene ocupacional
13. Manual de alumbrado Westinghouse. (1983)

14. Andres Rodriguez y Alejandro Llano (2012). Guía para el diseño de instalaciones de iluminación interior utilizando dialux
15. Almaguer, Rustán; Molina, Mirielis (1997). Aplicación de un Procedimiento para la Gestión de la Seguridad e Higiene Ocupacional
16. Bertot, Adeysis; Iriarte, Idalmis (1997). La Gestión de la Seguridad e Higiene Ocupacional
17. Carlos Marino Rizzolo. Manual de procedimientos para la ingeniería de iluminación de interiores y áreas deportivas
18. Colombia. Resolución No. 180540 de marzo 30 de 2010
19. Catálogo I de iluminación general PHILIPS
20. NC 116: 2001 Seguridad y salud en el trabajo. Requisitos ergonómicos básicos a considerar en los puestos, procesos y actividades de trabajo.
21. Mario Raitelli. Diseño de iluminación de interiores
22. Luz Stella Moreno Martín. Luminotecnia

ANEXOS

Anexo 1. Clasificación de los tipos de iluminación



Anexo 2: Opinión de los trabajadores respecto a la iluminación en su puesto de trabajo

A continuación le presentamos un cuestionario con el que pretendemos recoger la opinión de los trabajadores sobre las condiciones de la iluminación en su puesto de trabajo.

Instrucciones para la cumplimentación

Para rellenarlo lea detenidamente cada pregunta y todas las alternativas de respuesta, marque con una cruz, o indique la opción u opciones que usted considere. Por favor, responda a todas las preguntas y tenga en cuenta que algunas preguntas pueden tener varias respuestas.

Considera usted que la iluminación en su puesto de trabajo es:

- Adecuada
- Algo molesta
- Molesta
- Muy molesta

Después de la jornada laboral nota alguno de estos síntomas:

- Fatiga en los ojos.
- Visión borrosa.
- Sensación de tener un velo delante de los ojos.
- Vista cansada.
- Picor de ojos.
- Pesadez en los párpados.

Señale con cuál o cuáles de las siguientes afirmaciones está de acuerdo:

- Tengo que forzar la vista para poder realizar mi trabajo.
- En mi puesto de trabajo la luz es excesiva.
- Las luces producen brillos o reflejos en algunos elementos de mi puesto de trabajo.
- La luz de algunas lámparas o ventanas me da directamente en los ojos.

- En mi puesto de trabajo hay muy poca luz.
- En mi puesto de trabajo tengo dificultades para ver bien los colores.
- En las superficies de trabajo de mi puesto hay algunas sombras molestas.
- Necesitaría más luz para poder realizar mi trabajo más cómodamente.
- En algunas superficies, instrumentos, etc. de mi puesto de trabajo hay reflejos.
- Cuando miro a las lámparas, me molestan.
- En mi puesto de trabajo hay algunas luces que parpadean

Qué nivel de luz usted necesita en el puesto de trabajo:

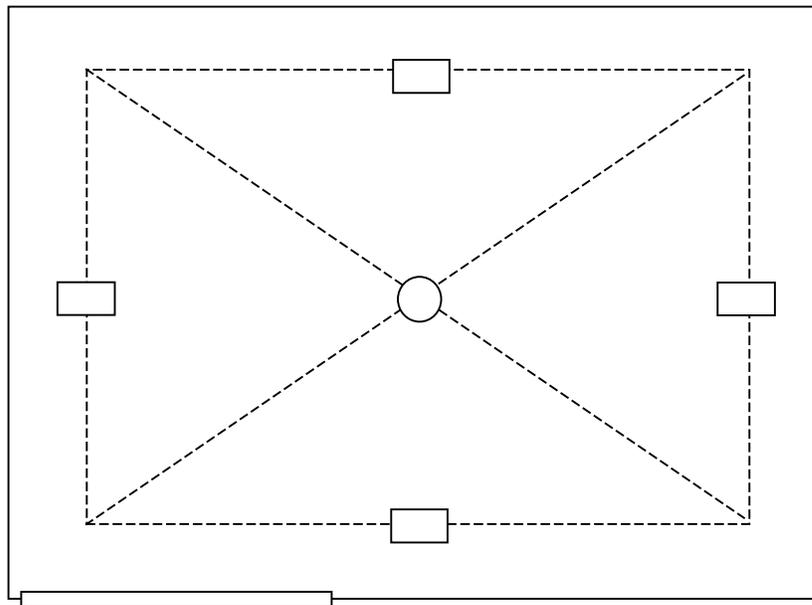
- Más luz
- Sin cambio
- Menos luz

Anexo 3. Lista de chequeo para determinar los requerimientos visuales de la tarea

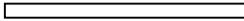
No.	Requerimientos visuales de la tarea	Si	No
1	Necesidad de discriminar colores		
2	Alta precisión (objetos pequeños, grandes distancias)		
3	Altos contrastes		
4	Difusión de la luz		
5	Confort psico-fisiológico (asociado a apariencia de la luz)		
6	Necesidad de observar posibles afectaciones a la seguridad del trabajador		
7	Utilización de pantalla de visualización de datos		
8	Otro ¿cuál?		

Anexo 4. Ejemplo de croquis para locales sin subdivisión en áreas y puntos de lectura para realizar las mediciones

Local pequeño sin subdivisiones en áreas para la medición y la ubicación de los puntos de lectura:

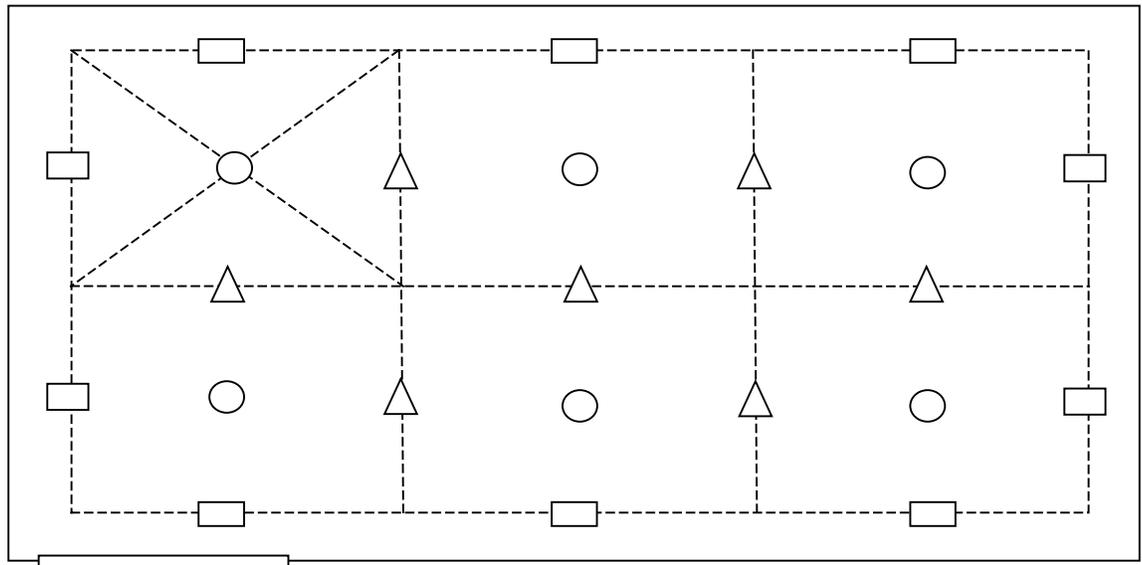


Leyenda

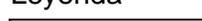
-  Puerta de entrada
-  Punto de medición en lado exterior del área
-  Punto de medición en el centro del área

Anexo 5. Ejemplo de croquis de local con subdivisión en áreas y puntos de lectura para realizar las mediciones

Local subdividido en 6 áreas para la medición y la ubicación de los puntos de lectura



Leyenda

-  Puerta de entrada
-  Punto de medición en lado exterior de las áreas
-  Punto de medición en lado interior de las áreas
-  Punto de medición en el centro de las áreas

Anexo 6. Programa para determinar la iluminación media en interiores

The image shows a screenshot of a software application window titled "Cálculo de iluminación media en interiores". The window has a standard Windows-style title bar with minimize, maximize, and close buttons. Below the title bar, there are menu options "Operaciones" and "Ayuda". A "Calcular" button is located on the left side. To the right of the button, there are two input fields: "Nombre del Local:" followed by a text box, and "Iluminación Requerida:" followed by a text box. Below these fields, there is a row of five buttons: "Local sin Division", "Local Dividido en 2", "Local Dividido en 3", "Local Dividido en 4", and "Local Dividido en 6". The main area of the window is a light gray rectangle containing a grid of 15 white rectangular boxes arranged in 3 rows and 5 columns, representing a floor plan or a grid for lighting calculations.

Anexo 7. Modelo para la recogida de datos

Evaluación de sistemas de iluminación

Área:

Local:

fecha:

hora:

Requerimientos visuales de la tarea	
Sistema de alumbrado	general general suplementario localizado
Dimensiones del local (m)	largo ancho alto altura montaje
Luminaria	tipo cantidad
Lámpara	tipo flujo luminoso sin funcionar
Distribución luminarias (distancias m)	entre filas fila / pared entre columnas columnas / pared
Mantenimiento luminarias	reposición limpieza
Superficies	techo color limpieza reflexión pared color limpieza reflexión
Deslumbramiento (causas)	
Aprovechamiento de la luz natural	

Anexo 8. Luxómetro utilizado para las mediciones



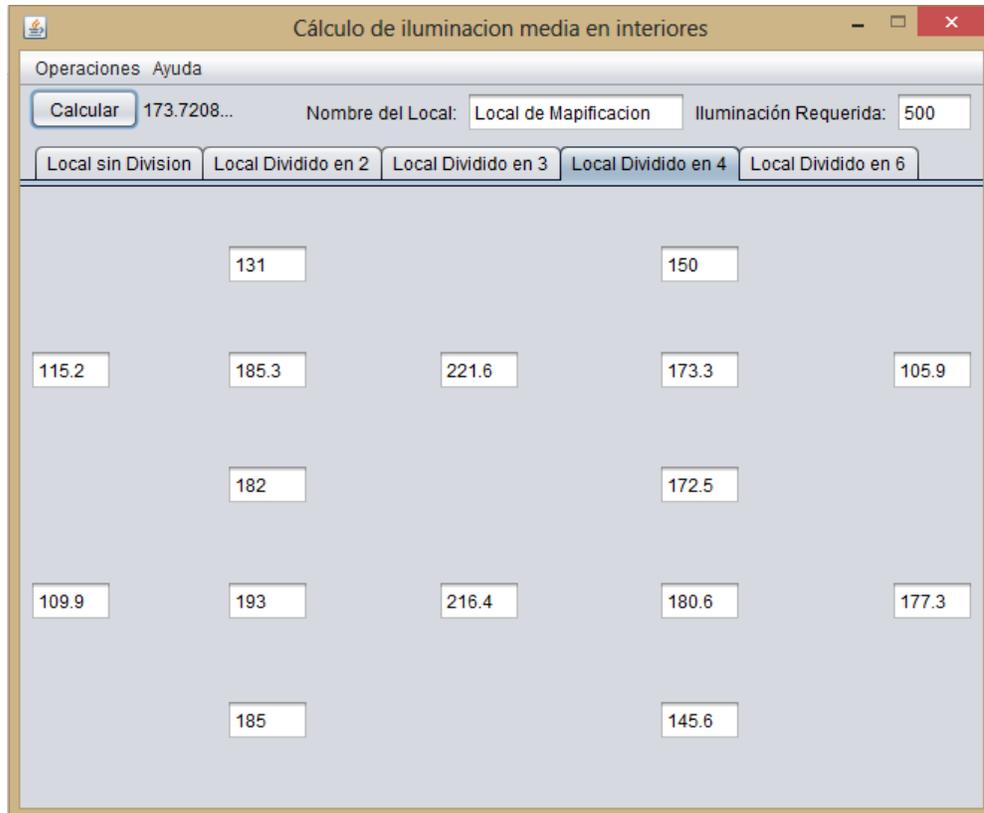
**Anexo 9. Ejemplo de coeficiente de reflexión de diferentes colores según NC
19-01-11: 1981 (Derogada)**

C o l o r	C o e f i c i e n t e
Blanco	0,75 a 0,85
Beige	0,62 a 0,70
Amarillo claro	0,60 a 0,70
Amarillo oscuro	0,50 a 0,60
Rojo claro	0,40 a 0,50
Rojo oscuro	0,15 a 0,30
Berbellón	0,15
Verde claro	0,45 a 0,65
Verde oscuro	0,05 a 0,30
Azul claro	0,40 a 0,60
Azul oscuro	0,05 a 0,20
Azul cobalto	0,15
Pardo	0,12 a 0,25
Gris claro	0,40 a 0,60
Gris oscuro	0,15 a 0,25
Negro	0,01
Marrón claro	0,30 a 0,40
Marrón oscuro	0,10 a 0,20
Rosado	0,45 a 0,55

Anexo 10. Relación entre el Índice del Local (IL) y la Relación del Local (RL)

Relación del local Índice del local	
Menos de 0,7	J
de 0,7 a 0,9	I
de 0,9 a 1,12	H
de 1,12 a 1,38	G
de 1,38 a 1,75	F
de 1,75 a 2,25	E
de 2,25 a 2,75	D
de 2,75 a 3,50	C
de 3,50 a 4,50	B
Más de 4,50	A

Anexo 11. Medidas de iluminación realizadas con el luxómetro en el local identificado como Mapificación.



Anexo 12. Medidas de iluminación realizadas con el Luxómetro en la Oficina del Director de Mercadotecnia.

