

# **CAPITULO I**

## **FUNDAMENTOS TEÓRICOS SOBRE LA ILUMINACIÓN EN EL AULA**

### **1.1 Antecedentes de la Investigación**

En épocas tan remotas como en la era primitiva, cuando el hombre era nómada y se alimentaba de caza pesca y recolección, se utilizaban rústicas antorchas para hacer pinturas y dibujos rupestres en las cuevas.

Posteriormente, en las grandes civilizaciones de la antigüedad como teotihuacanas, egipcia, griega, maya, inca...etc. Se utilizó la iluminación artificial producida por fuego. Los espléndidos murales interiores de los grandes templos y pirámides requirieron para su realización de considerables niveles de iluminación. Los edificios eran proyectados con espaciosos cubos y ventanales internos de manera que tuvieran buena ventilación e iluminación para poder realizar en ellos labores de gobierno y actividades religiosas durante el día. En las casas y chozas se utilizaba algún tipo de iluminación artificial, por ejemplo, los teotihuacanos usaban una especie de candelero de barro cocido en el que colocaban una vela, que seguramente era de cera de la que producen las abejas.

En el feudalismo se acostumbraban a iluminar castillos y casas con antorchas y candiles colgantes en los muros, se colocaban no donde podían lograr los mejores resultados de iluminación si no donde su calor, humo y goteo causaran las menores molestias.

Con el capitalismo y la revolución industrial se invento la máquina de vapor, la bombilla eléctrica y se requirió de producir satisfactorios materiales y de servicio

para la población. Las actividades en talleres y oficinas públicas se prolongaron hasta altas horas de la noche por lo que se desarrollaron y perfeccionaron las instalaciones de alumbrado.

La luz eléctrica es la más cómoda, limpia, segura o higiénica de los otros tipos de luz artificial; sin embargo, requiere de una correcta utilización en forma eficiente y económica, y tomando en consideración que las fuentes primarias de producción de la energía eléctrica que alimentan a las instalaciones y sistemas de alumbrado, estén constituidas por alimentación de energéticos primarios, como el petróleo, que constituyen fuentes no renovables. La iluminación artificial tiene como objeto remplazar a la natural cuando esta falta o es escasa.

La mayor parte de las actividades se realizan en el interior de edificios, con iluminación natural. Pero generalmente esta iluminación es insuficiente porque no incide toda la luz necesaria o porque se trabaja tras la puesta del sol. Por ello es necesaria la presencia de una iluminación artificial que permita el desarrollo de estas actividades de la mejor manera posible y en varias condiciones.

En la determinación de los niveles de iluminación adecuados para una instalación hay que tener en cuenta que los valores recomendados para cada tarea y entorno se basan en valoraciones subjetivas de los usuarios, como la comodidad visual, el rendimiento visual, y la sensación de bienestar. Por ello se debe buscar una solución de compromiso que consiga un ambiente de trabajo lo más adecuado posible para todos los usuarios y en distintas condiciones ambientales.

La buena iluminación en el entorno de trabajo es esencial para el cumplimiento de la tarea, influye en la seguridad, salud y bienestar personal.

Para permitir que las tareas visuales se realicen de modo eficiente y preciso, debe preverse una iluminación adecuada y apropiada.

No existe antecedentes investigativos relacionados con el estudio técnico de iluminación en las aulas del bloque B, encontrando como tesis de grado un análisis de

eficiencia y propuesta de mejoramiento energético que se basa en el comportamiento de la energía en el edificio central de la universidad técnica de Cotopaxi conociendo los dispositivos que más consumen energía.

Los temas de investigación planteados no son de concordancia puesto que el estudio técnico de iluminación se basa en la medición de la uniformidad de la iluminación al interior de las aulas basados con el Decreto Ejecutivo 2393 Art. 56 niveles mínimos de iluminación, Art. 57 iluminación artificial conjuntamente con la Norma Europea iluminación de interiores UNE-EN 12464-1 en las que se especifica los niveles medios de iluminación en luxes por metro cuadrado de acuerdo al área y tarea a realizar de esta manera mejorar las condiciones de confort y bienestar del personal que laboran en estos lugares, por la otra parte el análisis de eficiencia energética se desarrollo basado en un sistema de gestión integral que busco definir los dispositivos que mas consumo de energía demandaban para realizar un manual de eficiencia y mantenimiento diseñado bajo la norma ISO 9001 y 14001 con la ayuda de una encuesta aplicada a la carrera de Ingeniería Eléctrica.

## **1.2 Marco Teórico**

El presente capítulo se detalla una análisis bibliográfico de conceptos fundamentales técnicas y herramientas sobre el tema de iluminación con el objetivo de lograr una mayor comprensión para realizar la investigación.

### **1.2.1 Luminotecnia**

ADRIAN, J. León (2002) <sup>(1)</sup> “Es la ciencia que estudia las distintas formas de producción de luz, así como su control y aplicación, es decir, es el arte de la iluminación con luz artificial para fines específicos”.

La iluminación es la más antigua y difusa de las aplicaciones de la electricidad actualmente parece difícil concebir la vida sin luz eléctrica. La luz eléctrica es la más cómoda, limpia, segura o higiénica de los otros tipos de luz artificial sin embargo, requiere de una correcta utilización en forma eficiente y económica, tomando en

consideración que las fuentes primarias de producción de la energía eléctrica que alimentan a las instalaciones y sistemas de alumbrado estén constituidas por alimentación de energéticos primarios como el petróleo que constituyen fuentes no renovables.

El problema del alumbrado o de iluminación interior o exterior es obtener una buena iluminación con un menor consumo de energía eléctrica, la iluminación artificial es para remplazar a la natural cuando sea necesario o se requiera de ella.

La iluminación artificial debe parecerse en lo posible a la iluminación natural, por lo que su sistema de distribución debe considerar que el flujo luminoso sea lo más idéntico al natural para que llegue al plano de trabajo sin ocasionar molestias visuales.

### **1.2.2 Luz**

ADRIAN J. León (2002) <sup>(2)</sup> “Luz es una manifestación de energía en forma de radiaciones electromagnéticas capaces de afectar el órgano visual, se denomina radiación a la transmisión de energía a través del espacio” la luz se compone de partículas energizadas denominadas fotones, cuyo grado de energía y frecuencia determina la longitud de onda y el color.

Gracias a la luz captamos las impresiones de claridad, relieve, forma, color y movimientos de los objetos que forman nuestro mundo exterior. Hay dos tipos de objetos visibles: aquellos que por sí mismos emiten luz y los que la reflejan.

Al igual que todos los movimientos ondulatorios, las ondas electromagnéticas se caracterizan por la longitud de onda y por la frecuencia la velocidad de propagación de las ondas electromagnéticas es de unos 300 000 kilómetros por segundo.

La longitud de onda de las ondas electromagnéticas visibles suele medirse en nanómetros (1 nm una milmillonésima de metro).

Las ondas más largas corresponden al extremo visible rojo (colindante con el campo de las radiaciones infrarrojas, las cuales no son ya visibles y tienen propiedades caloríficas), las ondas más cortas corresponden al extremo visible violeta (colindante con el campo de las radiaciones ultravioleta, que no son visibles pero que favorecen a las reacciones fotoquímicas). Ondas electromagnéticas visibles de distinta longitud de onda dan una percepción (visibilidad) distinta de los objetos y de su color.

En realidad el color es una sensación óptica que depende del conjunto de las longitudes de onda que un cuerpo no absorbe, o sea, que refleja la sensibilidad del ojo humano es máxima para el color verde-amarillo 550 nm.

### **1.3 Iluminación de interiores**

VAZQUEZ, R. José (2005)<sup>(3)</sup> “Una buena iluminación es adaptable al lugar o local a iluminar creando un ambiente acogedor con un confort visual estable” La mayor parte de las actividades se realizan en el interior de edificios, con iluminación natural. Pero generalmente esta iluminación es insuficiente porque no incide toda la luz necesaria o porque se trabaja tras la puesta del Sol. Por ello es necesaria la presencia de una iluminación artificial que permita el desarrollo de estas actividades de la mejor manera posible y en varias condiciones.

Los niveles de iluminación adecuados en una instalación hay que tener en cuenta los valores recomendados para cada tarea y local se basan en valoraciones subjetivas de los usuarios la comodidad visual, el rendimiento visual, y la sensación de bienestar. El usuario estándar no existe. Por ello se debe buscar una solución de compromiso que consiga un ambiente de trabajo lo más adecuado posible para todos los usuarios y en distintas condiciones ambientales.

#### **1.3.1 Cualidades que debe reunir una buena iluminación interior**

Una buena iluminación interior debe cumplir ciertas cualidades:

- Suministrar una cantidad de luz suficiente

- Eliminar todas las causas de deslumbramiento
- Prever aparatos de alumbrado apropiados para caso particular
- Utilizar fuentes luminosas que asegure, una satisfactoria distribución de los colores

<b>EDIFICIOS EDUCATIVOS</b>						
<b>Tipo de interior tarea y actividad</b>	<b>Em Mínimo Lux</b>	<b>Em Recomendado Lux</b>	<b>Em Óptimo Lux</b>	<b>UGR<sub>L</sub></b>	<b>Ra</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Aulas, Aulas de tutoría</b>	300	400	500	19	80	La iluminación debería ser controlable
<b>clases nocturnas educación de adultos</b>	300	500	750	19	80	La iluminación debería ser controlable
<b>Pizarra</b>	450	500	750	19	80	Evitar reflexiones especulares

Tabla N°1 Iluminación de establecimientos educativos  
Fuente: unión europea norma une-en 12464-1

Cabe destacar que existe un deterioro de las instalaciones de alumbrado, del flujo luminoso o por falta de limpieza de la lámpara, que provoca una disminución de los niveles de iluminancia. Para mantener los niveles iniciales es necesario un plan de limpieza y reposición periódico de las lámparas.

### **1.3.2 Magnitudes y unidades empleadas en iluminación**

La base para poder hablar de iluminación es preciso contar con la existencia de una fuente productora de luz y de un objeto a iluminar, las magnitudes fundamentales que estudiaremos son:

**1.3.2.1 Flujo luminoso:** Según DOMINGUEZ, M. Fernando <sup>(4)</sup> (2004) “Es la capacidad de radiación luminosa valorada por el ojo humano”

**1.3.2.2 La intensidad luminosa:** Cantidad de flujo luminoso emitido por cada uno de los rayos que la fuente emite en una determinada dirección.

**1.3.2.3 La iluminancia o nivel de iluminación:** Flujo luminoso recibido por una superficie.

**1.3.2.4 Luminancia:** Relación entre la intensidad luminosa y la superficie aparente vista por el ojo en una dirección determinada.

La percepción de la luz es realmente la percepción de diferencias de luminancias. El área proyectada es la vista por el observador en la dirección de la observación. Se calcula multiplicando la superficie real iluminada por el coseno del ángulo que forma su normal con la dirección de la intensidad luminosa.

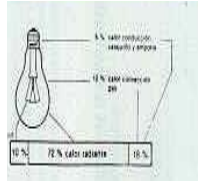
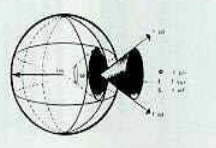
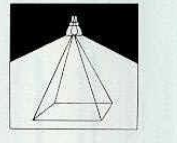
MAGNITUD	SÍMBOLO	UNIDAD	DEFINICIÓN DE LA UNIDAD	REPRESENTACIÓN GRÁFICA	RELACIONES
<b>Flujo</b>	$\Phi$	<b>Lumen (lm)</b>	Flujo luminoso de la radiación monocromática de frecuencia $540 \times 10^{12}$ Hertz y un flujo de energía radiante de $1/683$ vatios		$\Phi = I * \omega$
<b>Intensidad Luminosa</b>	<b>I</b>	<b>Candela (cd)</b>	Intensidad luminosa de una fuente puntual que emite un flujo luminoso de un lumen en un ángulo solido de un estereorradián		$I = \frac{\Phi}{\omega}$
<b>Nivel de Iluminación (Iluminancia)</b>	<b>E</b>	<b>LUX (lx)</b>	Flujo luminoso de un lumen que recibe una superficie de $1 \text{ m}^2$		$E = \frac{\Phi}{S}$
<b>Luminancia</b>	<b>L</b>	<b>Candela por m<sup>2</sup> (cd/m<sup>2</sup>)</b>	Intensidad luminosa de una candela por unidad de superficie		$L = \frac{I}{S}$

Tabla N° 2 Magnitudes y unidades  
Fuente: Manual de luminotecnica

## 1.4 Iluminación en aulas académicas

### 1.4.1 Sistemas de iluminación

El flujo generado por una lámpara al encenderse puede llegar a los objetos a iluminar de forma directa o indirecta (por reflexión en paredes y techo), esto es lo que determina los diferentes sistemas de iluminación.

Clasificación según fuentes:

#### a) Natural

Luz producida por las radiaciones emitidas por el sol, es uno de los factores más difíciles de modificar o adaptar.

#### b) Artificial

Generación controlada de la luz, aprovechando algunos fenómenos de termo radiación y luminiscencia que pueden lograrse dentro de las unidades de iluminación conocidas como lámparas.

### 1.4.2 Clasificación de la iluminación en aulas

Según menciona VÁZQUEZ, R, José (2005)<sup>(5)</sup> “Los sistemas de iluminación se clasifican según la distribución del flujo luminoso por encima o por debajo de la horizontal identificando la cantidad del flujo proyectada directamente a la superficie iluminada”. Los cuales deben estar en forma proporcional para satisfacer una adecuada operatividad visual a realizarse en determinado ambiente constructivo entre estas tenemos:

**1.4.2.1 Iluminación directa:** La fuente luminosa está dirigida directamente hacia el área a iluminarse

**1.4.2.2 Iluminación semi-directa:** La proyección del flujo luminoso se dirige directamente a la superficie que se trata de iluminar, una pequeña parte llega después de reflejar en las paredes techos y mobiliario.

**1.4.2.3 Iluminación indirecta:** La fuente luminosa es dirigida a una pared, techo o a un mobiliario la cual o las cuales reflejan al flujo luminoso a la zona a iluminarse.

**1.4.2.4 Iluminación semi-indirecta:** Es aquella en la cual el manantial emite flujos luminosos, unos inciden en el techo o en otro tipo de superficie que los refleja hacia la zona de trabajo, otras traspasan directamente superficies opacas y se distribuyen en todas las direcciones y uniformemente en la zona de trabajo.

**1.4.2.5 Iluminación difusa:** La fuente luminosa emite rayos, los cual la mitad se dirige directamente hacia abajo y la otra mitad se dirige hacia él, la otra parte a de iluminar después de reflejarse varias veces por techos y paredes.

<b>TIPO</b>	<b>EFICIENCIA (LM/W)</b>	<b>RENDIMIENTO DE COLOR</b>	<b>ESPECIFICACIONES</b>
Incandescente	17-23	Bueno	Es el más utilizado, pero es el menos eficiente. El costo de la lámpara es bajo. La vida útil de la lámpara es menos de un año.
Fluorescente	50-80	De aceptable a Bueno	La eficiencia y el rendimiento de color varían considerablemente con el tipo de lámpara. Con lámparas y balastos de alta eficiencia es posible reducir el consumo de energía.
De Mercurio	50-55	De muy deficiente a Aceptable	Tienen una larga vida útil (entre 9 y 12 años), pero su eficiencia decrece con el tiempo.
De Haluros Metálico	80-90	De aceptable a Moderado	El rendimiento del color es adecuado para muchas aplicaciones. Normalmente la vida útil es de 1 a 3 años.
De sodio de alta presión	85-125	Aceptable	Es muy eficiente. Su vida útil es de 3 a 6 años en promedio, con tiempos de encendidos de 12 horas por día.
De sodio de baja presión	100-180	Deficiente	Es la más eficiente. Tiene una vida útil de 4 a 5 años con un promedio de encendido de 12 horas al día. Se emplea generalmente para el alumbrado de carreteras y grandes extensiones de tierra.

Tabla N° 3 Tipos de fuentes de luz artificial y sus características  
Fuente: Manual de instalaciones de alumbrado y fotometría

## 1.5 Tipo de alumbrado

El alumbrado se caracteriza por la Concentración de luz necesaria para efectuar una tarea determinada.

Los sistemas de alumbrado que se pueden utilizar en un centro docente y educación de adultos son:

### 1.5.1 Alumbrado general

Proporciona una iluminación uniforme sobre toda el área a iluminar. Se obtiene distribuyendo las luminarias de forma regular por todo el techo del aula para tener idénticas condiciones de visión en toda el área. Este tipo de alumbrado se utiliza habitualmente en oficinas, centros de enseñanza, fábricas, comercios, etc.

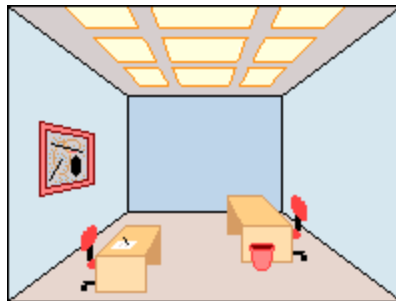


Figura N° 1 Alumbrado general

Fuente: Sistemas de iluminación-proyectos de alumbrado

### 1.5.2 Alumbrado localizado

Es un complemento al alumbrado general en zonas específicas que se requiera de iluminación individual, el ejemplo típico serían las lámparas de escritorio. Recurriremos a este método siempre que el nivel de iluminación requerido sea superior a 1000 lux.

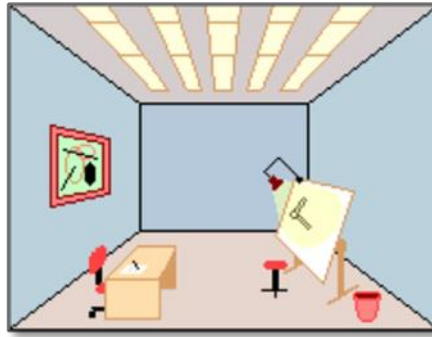


Figura N° 2 Alumbrado localizado

Fuente: Sistemas de iluminación-proyectos de alumbrado <http://www.canonistas.com/FOROS/BLOGS/ILUMINACION/470-FUNDAMENTOS-ILUMINACION-LEY-INVERSA-DEL-CUADRADO-DE-DISTANCIA.HTML>

### 1.5.3 Alumbrado general localizado

Es la combinación del alumbrado general y localizado, presenta variaciones en las zonas a iluminar en el sitio donde se labora y la actividad a realizar, con diferencia de luminancias entre las zonas de trabajo y las de paso estas deben ser equilibradas para no producir deslumbramiento molesto.

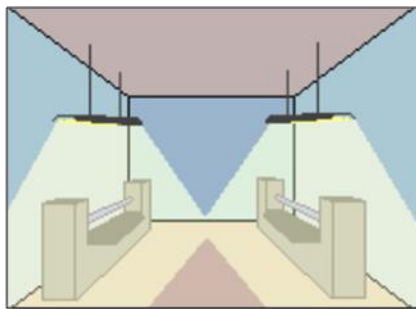


Figura N° 3 Alumbrado general localizado

Fuente: Sistemas de iluminación-proyectos de alumbrado

### 1.5.4 Alumbrado individual

VAZQUEZ, R. José (2005) <sup>(6)</sup> “Se utiliza cuando se precisa un alto nivel de iluminación en la zona de trabajo individual, debido a la precisión de la tarea”, en este caso se utiliza lámparas de sobre mesa utilizadas en mesas de despacho, dibujo... etc.

### 1.5.5 Alumbrado suplementario

Se utiliza en ocasiones que se pretende destacar un objeto o artículo determinado con fines publicitarios este tipo de alumbrado debe destacar del alumbrado general.

## 1.6 Lámparas

Según CARREON, C. Jorge (2005) <sup>(7)</sup> “Es un convertidor de energía” Aunque puede realizar funciones secundarias, su principal propósito es la transformación de energía eléctrica en radiación electromagnética visible.

### 1.6.1 Tipos de lámparas

- Lámparas fluorescentes

Lámparas para la iluminación de centros docentes las que se utilizan con mayor frecuencia son:

**1.6.1.1 Lámparas fluorescentes:** La luminaria fluorescente, también denominada tubo fluorescente, es una luminaria que cuenta con una lámpara de vapor de mercurio a baja presión y que es utilizada normalmente para la iluminación doméstica e industrial en instituciones públicas como privadas su gran ventaja frente a otro tipo de lámparas, como las incandescentes, es su eficiencia energética.

Está formada por un tubo o bulbo fino de vidrio revestido interiormente con una sustancia que contiene fósforo y otros elementos que emiten luz al recibir una radiación ultravioleta de onda corta. El tubo contiene una pequeña cantidad de vapor de mercurio y un gas inerte, habitualmente argón o neón, la presión ligeramente inferior a la presión atmosférica. Asimismo, en los extremos del tubo existen dos filamentos hechos de tungsteno.

Según MARTINEZ, D. Fernando (2004) <sup>(8)</sup> “Su funcionamiento es al calentarse los dos filamento debido al paso de una corriente eléctrica, por un lado se vaporiza el mercurio y lo filamentos comienzan a emitir electrones. Los electrones al desplazarse chocan con los átomos de mercurio, siendo

saltar sus electrones periféricos, desprendiéndose de este modo una energía en forma de radiaciones ultravioletas que son invisibles al ojo humano estas radiaciones chocan contra las sustancias fluorescentes que recubren al tubo interiormente, transformándose así en las radiaciones visibles que vemos emitir al tubo”

**1.6.1.2 Propiedades:** Las lámparas fluorescentes tienen un rendimiento luminoso que puede estimarse entre 50 y 90 lúmenes por vatio (lm/W).

Su vida útil es también mucho mayor que la de las lámparas de incandescencia, pudiendo variar con facilidad entre 5000 h y más de 15000 h (entre 5 y 15 veces más), lo que depende de diversos factores, tales como el tipo de lámpara fluorescente o el equipo complementario que se utilice con ella.

**1.6.1.3 Encendido:** Las lámparas fluorescentes necesitan de unos momentos de calentamiento antes de alcanzar su flujo luminoso normal, por lo que es aconsejable utilizarlas en lugares donde no se están encendiendo y apagando continuamente (como pasillos y escaleras). Por otro lado, como se ha dicho, los encendidos y apagados constantes acortan notablemente su vida útil.

## **1.7 Luminaria**

Según FRIER, G. Mary <sup>(9)</sup> “luminaria como aparato de alumbrado que reparte, filtra o transforma la luz emitida por una o varias lámparas y que comprende todos los dispositivos necesarios para el soporte, la fijación y la protección de lámparas”, en caso necesario, los circuitos auxiliares en combinación con los medios de conexión con la red de alimentación De manera general consta de los siguientes elementos.

**1.7.1 Armadura o carcasa:** Elemento físico mínimo que sirve de soporte y delimita el volumen de la luminaria.

**1.7.2 Reflectores:** Superficies en el interior de la luminaria que modelan la forma y dirección del flujo de la lámpara.

En función de cómo se emita la radiación luminosa pueden ser:

- a) Simétrico (con uno o dos ejes) o asimétrico.
- b) Concentrador (haz estrecho menor de 20°) o difusor (haz ancho entre 20 y 40°; haz muy ancho mayor de 40°).
- c) Especular (con escasa dispersión luminosa) o no especular (con dispersión de flujo) frío (con reflector dicróico) o normal.

**1.7.3 Difusores:** Elemento de cierre o recubrimiento de la luminaria en la dirección de la radiación luminosa. Los tipos más usuales son:

- a) Opal liso (blanca) o prismática (metacrilato traslúcido).
- b) Lamas o reticular (con influencia directa sobre el ángulo de apantallamiento).
- c) Especular o no especular (con propiedades similares a los reflectores).

**1.7.4 Filtros:** Sirven para potenciar o mitigar determinadas características de la radiación luminosa.

## 1.8 Cálculo de iluminación interior

Cálculo de los niveles de iluminación de una instalación de alumbrado de interiores es suficiente con obtener el valor medio del alumbrado general usando el método de lúmenes. En caso de que sea necesario conocer los valores de las iluminancias en algunos puntos concretos con iluminación localizada se recurre al método del punto por punto.

CAMPERO, L. Eduardo (2005) <sup>(10)</sup> “El método de los lúmenes permite calcular u obtener el valor medio de la iluminancia en un ambiente cerrado iluminado con

alumbrado general, no localizado, y está basado en la definición de lux que es igual a un lumen por metro cuadrado”

Los datos para el cálculo son los siguientes:

- a) Dimensiones del local
- b) Altura del plano de trabajo; generalmente de 0,85 m si no se conoce su valor real exacto
- c) Nivel de iluminancia media ( $E_m$ ) según el tipo de actividades que se realicen
- d) Tipo de lámparas según actividad y coste
- e) Tipo de luminarias adecuadas al sistema de alumbrado
- f) Altura de suspensión de las luminarias según el tipo escogido

### **1.8.1 Coeficientes de reflexión**

Estos valores se encuentran normalmente tabulados para los diferentes tipos de materiales, superficies y acabado los coeficientes de reflexión de techo paredes y suelo se encuentran normalmente tabulados para los diferentes tipos de materiales, superficies y acabados.

<b>Pintura/Color</b>	<b>Coef. de refle.</b>	<b>Material</b>	<b>Coef. de refle.</b>
<b>Blanco</b>	0.70-0.85	Mortero claro	0.35-0.55
<b>Techo acústico blanco</b>	0.50-0.65	Mortero oscuro	0.20-0.30
<b>Gris claro</b>	0.40-0.50	Hormigón claro	0.30-0.50
<b>Gris oscuro</b>	0.10-0.20	Hormigón oscuro	0.15-0.25
<b>Negro</b>	0.03-0.07	Arenisca clara	0.30-0.40
<b>Crema, amarillo claro</b>	0.50-0.75	Arenisca oscura	0.15-0.25
<b>Marrón claro</b>	0.30-0.40	Ladrillo claro	0.30-0.40
<b>Marrón oscuro</b>	0.10-0.20	Ladrillo oscuro	0.15-0.25
<b>Rosa</b>	0.45-0.55	Mármol blanco	0.60-0.70
<b>Rojo claro</b>	0.30-0.50	Granito	0.15-0.25
<b>Rojo oscuro</b>	0.10-0.20	Madera clara	0.30-0.50
<b>Verde claro</b>	0.45-0.65	Madera oscura	0.10-0.25
<b>Verde oscuro</b>	0.10-0.20	Espejo de vidrio plateado	0.80-0.90
<b>Azul claro</b>	0.40-0.55	Aluminio mate	0.55-0.60

<b>Azul oscuro</b>	0.05-0.15	Aluminio anodizado y abrigantado	0.80-0.85
--------------------	-----------	-------------------------------------	-----------

Tabla N° 4 Factor de reflexión

Fuente: Manual de luminotecnia calculo método lumen

### 1.8.2 Nivel de iluminación requerida

Los niveles recomendados para diversas tareas según el decreto ejecutivo 2393 conjuntamente con Norma Europea UNE 12464-1 estas recomendaciones representan valores mínimos en el lugar mismo de la tarea visual, para una total comodidad visual se puede requerir de niveles superiores.

<b>EDIFICIOS EDUCATIVOS</b>				
<b>TIPO DE INTERIOR, ÁREA Y ACTIVIDAD</b>	<b>Em ( lux)</b>	<b>UGRL</b>	<b>RA</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Aulas, aulas de tutorías	300	19	80	La iluminación debería ser confortable
Aulas para clases nocturnas y educación de adultos	500	19	80	La iluminación debería ser confortable
Sala de lectura	500	19	80	La iluminación debería ser confortable

Tabla N° 5 Nivel de iluminación requerida

Fuente: Norma Europea Une-En 12464-1

### 1.8.3 Coeficiente de utilización (Cu)

Según SERBAN, B. Neagu <sup>(11)</sup> “Es el cociente de los lúmenes que llegan al plano de trabajo (plano horizontal a 75cm del suelo) y los totales generados por la lámpara este factor toma en cuenta la eficiencia y la distribución de la luminaria, su altura de montaje las dimensiones del local y las reflectancias de paredes, techo y suelo” en general cuando más alto y estrecho sea el local, mayor será la proporción de luz absorbida por las paredes y menor el coeficiente de utilización.

### 1.8.4 Flujo luminoso total necesario

El flujo total que en un determinado local necesita se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$\Phi T = \frac{Em * S}{Cu * Cm}$$

Donde:

$\Phi T$ = Flujo luminoso total necesario

$Em$ = Nivel de iluminación media (lux)

$S$ = Superficie a iluminar en  $m^2$

$Cu$ = Coeficiente de utilización

$Cm$ = Coeficiente de mantenimiento

### 1.7.5 Número de luminarias

Se encuentra utilizando la siguiente fórmula

$$NL = \frac{\Phi T}{n * \Phi L}$$

Donde:

$NL$ = Número de luminarias

$\Phi T$ = Flujo luminoso total

$\Phi L$ = Flujo luminoso de una lámpara

$n$ = Número de lámparas que tiene la luminaria

## 1.9 MANTENIMIENTO

Conjunto de normas y técnicas establecidas para la conservación de las luminarias existentes en las aulas, para que proporcione mejor rendimiento en el mayor tiempo posible.

Según FRIER, P. John (1997) <sup>(12)</sup> “Si el nivel de iluminación baja significativamente es necesario limpiar y recolectar las luminarias”

Actualmente el mantenimiento busca aumentar su vida útil, servicio y confiabilidad; aparece el mantenimiento preventivo, predictivo, de oportunidad, de actualización.

### **1.9.1 Tipos de mantenimiento**

**1.9.1.1 Mantenimiento preventivo:** Destinado a garantizar la vida útil de funcionamiento antes de que pueda producirse fallas de encendido por deterioro.

**1.9.1.2 Mantenimiento predictivo:** Momento que la lámpara y equipo no brinde una iluminación adecuada o se note un pardeo mediante un seguimiento de su funcionamiento y por tanto el momento en el que las reparaciones deben efectuarse.

**1.9.1.3 Mantenimiento de oportunidad:** Aprovecha el final de periodo académico para realizar las operaciones de mantenimiento, realizando las revisiones o reparaciones necesarias para garantizar el buen funcionamiento de las luminarias en el nuevo periodo académico.

**1.9.1.4 Mantenimiento de actualización:** Es compensar la obsolescencia tecnológica, o las nuevas exigencias, que en el momento de construcción no existían o no fueron tenidas en cuenta pero que en la actualidad si tienen que serlo.

### **1.9.2 Mantenimiento en instalaciones de iluminación**

Para evitar una disminución del flujo luminoso y con ello la iluminancia por debajo de un nivel indicado, es imprescindible realizar periódicamente un cambio de todas las lámparas así como la limpieza de las luminarias.

Objetivo del mantenimiento es en primer lugar dar garantía de la iluminancia mínima indicada, es decir, la limitación de la ineludible depreciación de flujo luminoso en una

instalación de iluminación. Razones para esta disminución son tanto lámparas fundidas y la sucesiva pérdida del flujo luminoso de las mismas como el empeoramiento del rendimiento óptico debido al ensuciamiento de reflectores o cierres de luminarias.

Tanto para el cambio periódico de lámparas como para los eventuales cambios sueltos se debería disponer de suficientes lámparas necesarias de este modo se puede garantizar que en una instalación de iluminación únicamente se van a utilizar lámparas de la misma potencia, color de luz u otras propiedades técnicas.

### **1.9.3 Finalidad del mantenimiento**

Mantener operable las luminarias e instalación y restablecer el equipo a las condiciones de funcionamiento predeterminado; con eficiencia y eficacia para obtener la máxima productividad.

En consecuencia la finalidad del mantenimiento es brindar la máxima capacidad de iluminación a las aulas, aplicando técnicas que brindan un control eficiente del la luminaria e instalaciones.

- a) Garantizar la disponibilidad y la confiabilidad de las luminarias
- b) Satisfacer los requisitos de la norma
- c) Cumplir todas las normas de seguridad y medio ambiente

## **1.10 Ergonomía**

Según ZANDIN, B. Kjell <sup>(13)</sup> (capítulo 6) “Ciencia aplicada que se ocupa de las características de las personas que es necesario tener en cuenta al diseñar y organizar los objetos que ellas utilizan a fin de que estos puedan emplearse de forma más sencilla, efectiva y segura”

La ergonomía forma parte hoy día de la prevención de riesgos laborales, como una disciplina auxiliar tendente a integrarse dentro de la gestión de las empresas. Se

puede aplicar al estudio de cualquier actividad, laboral o no, de las personas que realizan cualquier tarea o desarrollan cualquier función. Así una persona que decida desplazarse en transporte público se convierte en usuario de un sistema complejo y, por lo tanto, objeto del análisis ergonómico del mismo.

### **1.10.1 Objetivos de la ergonomía**

#### **a) Organización del trabajo**

1.- Calidad de vida

2.- Bienestar y salud

#### **b) Contenido del trabajo**

1.- Producción

#### **c) Condiciones materiales**

1.- Seguridad.

### **1.10.2 Ergonomía ambiental**

Esta encarga del estudio de las condiciones físicas que rodean al ser humano y que influyen en su desempeño al realizar diversas actividades, tales como el ambiente térmico, nivel de ruido, nivel de iluminación y vibraciones.

La aplicación de los conocimientos de la ergonomía ambiental ayuda al diseño y evaluación de puestos y estaciones de trabajo, con el fin de incrementar el desempeño, seguridad y confort de quienes laboran en ellos.

**1.10.2.1 Ambiente lumínico:** La aplicación de los conocimientos de la ergonomía ambiental ayuda al diseño y evaluación de puestos y estaciones de trabajo, con el fin de incrementar el desempeño, seguridad y confort de quienes laboran en ellos.

La iluminación es un factor ambiental que interesa a los ergónomos por su influencia en el desempeño de las tareas de los humanos; en general, la iluminación puede interferir en la adecuada visualización de los objetos y entornos, la eficiencia y eficacia del integrante, en proporcionar la información adecuada y oportuna de señalización, además de que puede influir en el confort y salud visual.

Los ergónomos dedicados a esta área fundamentalmente estudian los factores de la visión, las fuentes de iluminación, así como las características y requerimientos de las tareas y el entorno.

**1.10.2.2 Condiciones visuales:** La iluminación en las aulas debe cumplir los niveles de luminosidad que se requiere en las áreas en la que se necesita en ámbitos de lectura, estudio... etc.

Según KLUSELL, Lars <sup>(14)</sup> capítulo 6.5 “No debe producirse reflejos distractores dentro del campo visual normal y deben satisfacerse los requerimientos específicos respecto de los niveles lumínicos además las condiciones visuales deben considerarse la eficiencia de la energía y las consecuencias ambientales”

- Iluminación
- Distribución de las luminarias
- Calidad y temperatura del color
- Factores de reflectancia de la luz
- Parpadeos de la luz

### **1.10.2.3 Los efectos de una mala iluminación sobre la salud**

Trastornos visuales

Cefalalgias

Fatiga general

## Trastornos visuales

- Irritación
- Lagrimeo
- Enrojecimiento
- Sensación de cuerpo extraño
- Visuales
- Emborronamiento de las imágenes de cerca
- Visión enmascarada de lejos
- Visión doble

### **1.10.2.3.1 Cefalalgia**

El dolor de cabeza aparece alrededor de los ojos normalmente detrás de ellos, la fatiga visual, que es la sobrecarga de los músculos que intervienen en el enfoque, puede causar dolor de cabeza. De todas formas el médico que observa estos dolores de cabeza debe de hacer un diagnóstico diferencial con las siguientes causas:

### **1.10.2.3.2 La fatiga**

Es una sensación de falta de energía, de agotamiento o de cansancio.

El patrón de fatiga por mala iluminación, esta descrito como, individuos que en la mañana se levantan descansados, pero que se cansan fácilmente con la actividad. La fatiga puede ser una respuesta normal e importante en la falta de buena iluminación normalmente acompañada de esfuerzo, estrés y/o la falta de sueño. Sin embargo, también puede ser un signo no específico de un trastorno psicológico o fisiológico grave. Si la fatiga es un motivo común de queja dentro de los puestos de trabajo y estudio, la iluminación debe ser evaluada.

### **1.10.3 Confort visual**

Las instalaciones de iluminación de las distintas dependencias que componen un centro educativo, deben estar dotadas de sistemas que proporcionen un entorno visual

confortable y suficiente, según las muy variadas actividades que se van a desarrollar en cada una de las dependencias que componen el centro educativo. Si aplicamos calidad al diseño, instalación y mantenimiento de todos aquellos elementos que intervienen en la obtención de una buena iluminación, obtendremos los resultados de confort visual requeridos, todo esto garantizando la máxima eficiencia energética y por tanto, los mínimos costes de explotación.

Una deficiente distribución de los emisores de luz, tanto natural como artificial, hace que la propia sombra de la mano o del cuerpo del alumno, distorsione la correcta visión que debe disfrutar el mismo.

Estas y otras causas dan lugar a una mala iluminación, que penaliza a los alumnos, especialmente a aquellos con problemas de visión, lo que puede dar lugar a un aumento del índice del fracaso escolar.

La forma tradicional de instrucción, en la que el profesor escribe o dibuja sobre un tablero y explica verbalmente a los alumnos el contenido del texto o gráfico, requiere adaptar una serie de soluciones en la iluminación que permita una perfecta visión entre ambos, como son: Los niveles de iluminación existentes en los espacios ocupados por alumnos y profesor, deben guardar una armonía que permita esa correcta visión, evitando en lo posible diferencias significativas a favor de unos u otro.

El color de la luz emitida por las lámparas tiene también una gran importancia en el comportamiento de los alumnos y en su aprovechamiento escolar, así lámparas de luz fría, proporcionan un ambiente similar al aire libre, que ayudan a evitar la sensación que pueden sufrir algunos alumnos por la permanencia de varias horas en un recinto cerrado, mientras que las lámparas de colores cálidos, proporcionan ambientes más sociables y relajados.

**1.10.3.1 Factores que determinan el confort visual:** Los requisitos que un sistema de iluminación debe cumplir para proporcionar las condiciones necesarias para el confort visual son los siguientes:

- a) Iluminación uniforme
- b) Luminancia óptima
- c) Ausencia de brillos deslumbrantes

**1.10.3.2 Condiciones de contraste adecuadas:** Entendiendo por contraste el equilibrio entre la luminancia del objeto y las superficies que el trabajador tiene en su campo visual. Deben evitarse los fuertes contrastes, así como, los espacios con contrastes débiles. El objetivo es conseguir un equilibrio en todo el espacio de trabajo, tanto entre las distintas fuentes de luz (general y localizada), como entre el plano de trabajo y las paredes.

**1.10.3.3 Colores:** Según RAMÍREZ, C. Cesar <sup>(15)</sup> “El color percibido por las personas está relacionado directamente con sus emociones, su estado anímico y sus respuestas fisiológicas, y por lo tanto, con las condiciones de confort psicológico, las que afectan en su eficiencia, productividad, pudiendo afectar la salud”

<b>COLORES</b>	<b>ASOCIACIONES O INFLUENCIAS</b>
Rojo	Asociado a la calidez, excitación y pasión.
Café	Asociado al sentido de la protección el arraigo.
Naranja	Estimulante, excitante, y produce entusiasmo. Se asocia a ardor, pasión, aunque puede resultar agresivo y violento.
Amarillo	Tranquilizante, es un color asociado a la adaptabilidad, es motivante, y generalmente se asocia con la esperanza.
Azul	Emociones profundas, la reflexión y el juicio. Propicia la relajación y la concentración.
Violeta	Se asocia con virtudes como la bondad, espiritualidad, humildad, lealtad, tolerancia y la paciencia.
Gris	Asociado a la imparcialidad y la neutralidad.
Blanco	Representa la pureza, la pulcritud y la perfección.

Tabla N° 6 Influencia de colores  
Fuente: Manual de seguridad - confort visual

## **1.11 Fundamentación legal**

### **1.11.1 Decreto Ejecutivo 2393**

## **Art. 56. Iluminación, niveles mínimos**

1.- Todos los lugares de trabajo y tránsito deberán estar dotados de suficiente iluminación natural o artificial, para que el trabajador pueda efectuar sus labores con seguridad y sin daño para los ojos.

## **Art. 57. Iluminación artificial**

### **1.- Norma general**

En las zonas de trabajo que por su naturaleza carezcan de iluminación natural, sea ésta insuficiente, o se proyecten sombras que dificulten las operaciones, se empleará la iluminación artificial adecuada, que deberá ofrecer garantías de seguridad, no viciar la atmósfera del local ni presentar peligro de incendio o explosión. Se deberán señalar y especificar las áreas que de conformidad con las disposiciones del presente reglamento y de otras normas que tengan relación con la energía eléctrica, puedan constituir peligro.

### **2.- Iluminación localizada**

Cuando la índole del trabajo exija la iluminación intensa de un lugar determinado, se combinará la iluminación general con otro local, adaptada a la labor que se ejecute, de tal modo que evite deslumbramientos; en este caso, la iluminación general más débil será como mínimo de 1/3 de la iluminación localizada, medidas ambas en lux.

### **3.- Uniformidad de la iluminación general**

La relación entre los valores mínimos y máximos de iluminación general, medida en lux, no será inferior a 0,7 para asegurar la uniformidad de iluminación de los locales.

### **4.- Evitar deslumbramientos se adoptarán las siguientes medidas**

a) No se emplearán lámparas desnudas a menos de 5 metros del suelo, exceptuando aquellas que en el proceso de fabricación se les haya incorporado protección antideslumbrante.

- b) Para alumbrado localizado, se utilizarán reflectores o pantallas difusoras que oculten completamente el punto de luz al ojo del trabajador.
- c) En los puestos de trabajo que requieran iluminación como un foco dirigido, se evitará que el ángulo formado por el rayo luminoso con la horizontal del ojo del trabajador sea inferior a 30 grados. El valor ideal se fija en 45 grados.
- d) Los reflejos e imágenes de las fuentes luminosas en las superficies brillantes se evitarán mediante el uso de pinturas mates, pantallas u otros medios adecuados.

## **6.- Iluminación fluorescente**

Cuando se emplee iluminación fluorescente, los focos luminosos serán como mínimo dobles, debiendo conectarse repartidos entre las fases y no se alimentarán con corriente que no tenga al menos cincuenta períodos por segundo.

### **1.11.2 Norma Europea iluminación interior**

De conformidad con el decreto ejecutivo 2393 se considera conveniente utilizar como complemento la Norma Europea une 12464-1 por falta de detalles concretos de la información de local y tarea no especificada en el decreto.

#### **1.11.2.1 Requisitos de la iluminación según la actividad**

Los requisitos de iluminación son determinados por la satisfacción de tres necesidades humanas básicas:

- a) Confort visual; en el que los trabajadores tienen una sensación de bienestar, de un modo indirecto también contribuye a un elevado nivel de la productividad.
- b) Prestaciones visuales; en el que los trabajadores son capaces de realizar sus tareas visuales, incluso en circunstancias difíciles y durante periodos más largos.
- c) Seguridad

Las instalaciones de iluminación de las distintas dependencias centro educativo, deben estar dotadas de sistemas que proporcionen un entorno visual confortable y suficiente, según las variadas tareas y actividades que se desarrollan durante todo el periodo de enseñanza.

a) Cumplir con las recomendaciones de calidad y confort visual.

b) Crear ambientes agradables y confortables para los usuarios de las instalaciones.

ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS					
Nº	Tipo de interior, tarea y actividad	E <sub>m</sub> lux	UGR <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>	Observaciones
Edificios educativos					
2.1	Aulas, aulas de tutoría	300	19	80	Iluminación debería ser confortable
2.2	Aulas para clases nocturnas y educación de adultos	500	19	80	Iluminación debería ser confortable
2.3	Sala de lectura	500	19	80	Iluminación debería ser confortable
2.4	Pizarra	500	19	80	Evitar reflexiones especulares
2.5	Aulas de dibujo técnico	750	16	80	- tcp ≥ 5.000 k
2.6	Aulas comunes de estudio y aulas de reunión	200	22	80	- tcp ≥ 5.000 k
2.7	Sala de profesores	300	19	80	- tcp ≥ 5.000 k

Tabla Nº 7 Establecimientos educativos

Fuente: Norma Europea sobre iluminación de interiores une-en 12464-1

Nº Referencia: recoge el número de referencia para cada área interior, tarea o actividad  
 tipo de interior tarea y actividad: recoge las áreas interiores, tareas o actividad. (Ver tabla 5)

**$E_m$  lux:** Iluminancia mantenida  $e_m$  en la superficie de referencia para el área interior, tarea o actividad. <sup>(Ver tabla 5)</sup>

**UGR<sub>L</sub>:** Cuando los límites de ugr (límite de índice de deslumbramiento unificado UGR) son aplicables a la situación recogida a la columna 4. <sup>(Ver tabla 5)</sup>

**$R_a$ :** Proporciona los índices de rendimiento de colores ( $r_a$ ) mínimos para la situación escogida en la columna 5. <sup>(Ver tabla 5)</sup>

**Observaciones:** se dan avisos y pies de notas para excepciones y aplicaciones especiales para las situaciones recogidas en la columna 6. <sup>(Ver tabla 5)</sup>

## 1.12 Marco conceptual

**Alcance.** Característica de una luminaria que indica la extensión que alcanza la luz en la dirección longitudinal del aula.

**Altura de montaje (en el aula).** Distancia vertical entre la superficie de la mesa por iluminar y el centro óptico de la fuente de luz de la luminaria.

**Balasto.** Unidad insertada en la red y una o más lámparas de descarga, la cual, por medio de inductancia o capacitancia o la combinación de inductancias y capacitancias, sirve para limitar la corriente de la(s) lámpara(s) hasta el valor requerido.

**Campo visual.** Lugar geométrico de todos los objetos o puntos en el espacio que pueden ser percibidos cuando la cabeza y los ojos de un observador se mantienen fijos.

**Capacidad visual.** Es la propiedad fisiológica del ojo humano para enfocar a los objetos a diferentes distancias, variando el espesor y por tanto la longitud focal del cristalino.

**Centro óptico de la lámpara** Centro de una pequeña esfera que podría contener completamente el elemento emisor de la lámpara.

**Coefficiente de utilización (CU)** Relación entre el flujo luminoso que llega a la superficie a iluminar (flujo útil) y el flujo total emitido por una luminaria.

**Contraste de luminancia** Relación entre la luminancia de un objeto y su fondo inmediato.

**Cromaticidad de un color.** Longitud de onda dominante o complementaria y de los aspectos de pureza de un color tomados como un conjunto.

**Curva Isolux** Línea que une todos los puntos que tengan la misma iluminancia en el plano horizontal, para una altura de montaje de 1 m y un flujo luminoso de 1 000 lm.

**Depreciación lumínica** Disminución gradual de emisión luminosa durante el transcurso de la vida útil de una fuente luminosa.

**Deslumbramiento** Sensación producida por la luminancia dentro del campo visual que es suficientemente mayor que la luminancia a la cual los ojos están adaptados y que es causa de molestias e incomodidad o pérdida de la capacidad visual.

**Difuso** Elemento que sirve para dirigir o esparcir la luz de una fuente, principalmente por el proceso de transmisión difusa.

**Dispersión** Separación ordenada de la luz incidente en su espectro de las longitudes de onda que la componen, cuando pasa a través de un medio.

**Eficacia luminosa de una fuente** Relación entre el flujo luminoso total emitido por una fuente luminosa (lámpara) y la potencia de la misma. La eficacia de una fuente se expresa en lúmenes/vatio.

**Factor de mantenimiento (FM)** Factor usado en el cálculo de la luminancia e iluminancia después de un periodo dado y en circunstancias establecidas. Tiene en cuenta la hermeticidad de la luminaria, la depreciación del flujo luminoso de la lámpara, la clasificación de los niveles de contaminación del sitio y el periodo de operación (limpieza) de la luminaria.

**Factor de uniformidad de iluminancia** Medida de la variación de la iluminancia sobre un plano dado, expresada mediante alguno de los siguientes valores:

a) Relación entre la iluminancia mínima y la máxima.

b) Relación entre la iluminancia mínima y la promedio.

**Flujo luminoso ( $\Phi$ )** Cantidad de luz emitida por una fuente luminosa en todas las direcciones por unidad de tiempo. Su unidad es el lumen (lm).

**Fotómetro o luxómetro** Instrumento para medir las cantidades fotométricas, tales como luminancia, intensidad luminosa, flujo luminoso e iluminancia.

**Fuente luminosa** Dispositivo que emite energía radiante capaz de excitar la retina y producir una sensación visual.

**Iluminancia (E)** Densidad del flujo luminoso que incide sobre una superficie. La unidad de iluminancia es el lux (lx).

**Iluminación** Acción o efecto de iluminar.

**Índice de reproducción cromática (IRC)** Las propiedades de una fuente de luz, a los efectos de la reproducción de los colores.

**Índice de rendimiento de color (Ra)** Efecto de una fuente de luz sobre el aspecto cromático de los objetos que ilumina por comparación con su aspecto bajo una fuente de luz de referencia. La forma en que la luz de una lámpara reproduce los colores de los objetos iluminados se denomina índice de rendimiento de color (Ra).

**Lámpara** Término genérico para denominar una fuente de luz fabricada por el hombre. Por extensión, el término también es usado para denotar fuentes que emiten radiación en regiones del espectro adyacentes a la zona visible.

**Lumen (lm)** Unidad de medida del flujo luminoso en el Sistema Internacional (SI).

**Luminancia (L)** En un punto de una superficie, en una dirección, se interpreta como la relación entre la intensidad luminosa en la dirección dada producida por un elemento de la superficie que rodea el punto, con el área de la proyección ortogonal del elemento de superficie sobre un plano perpendicular en la dirección dada.

**Luminaria** Aparato de iluminación que distribuye, filtra o transforma la luz emitida por una o más lámparas o fuentes luminosas.

**Lux (lx).** Unidad de medida de iluminancia en el Sistema Internacional (SI). Un lux es igual a un lumen por metro cuadrado.

**Mantenimiento** Del flujo luminoso. Efecto de mantener o mantenerse, cuidar su permanencia. Correctivo, preventivo Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que las instalaciones puedan seguir funcionando adecuadamente.

**Plano de trabajo** Es la superficie horizontal, vertical u oblicua, en la cual el trabajo es usualmente realizado, y cuyos niveles de iluminación deben ser especificados y medidos.

**Potencia nominal de una fuente luminosa** Potencia requerida por la fuente luminosa, según indicación del fabricante, para producir el flujo luminoso nominal. Se expresa en vatios.

**Reflectancia de una superficie** Relación entre el flujo radiante o luminoso reflejado y el flujo incidente sobre una superficie. Se expresa en porcentaje.

**Tarea visual** Actividad que debe desarrollarse con determinado nivel de iluminación

**Temperatura de color (de una fuente luminosa** Temperatura absoluta de un cuerpo negro radiador que tiene una cromaticidad igual a la de la fuente de luz. Se mide en grados Kelvin.

**Vida promedio (de un lote de fuentes luminosas** Promedio de tiempo transcurrido, expresado en horas, de funcionamiento de un lote de fuentes luminosas, antes de que haya dejado de funcionar la mitad de dicho lote.

**Vida útil (de una fuente luminosa)** Período de servicio efectivo de una fuente que trabaja bajo condiciones y ciclos de trabajo nominales hasta que su flujo luminoso sea el 70 % del flujo luminoso total.

## CAPÍTULO II

### PRESENTACIÓN ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DEL ESTUDIO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN

#### 2.1 Breve historia de la Universidad Técnica de Cotopaxi

En Cotopaxi el anhelado sueño de tener una institución de Educación Superior se alcanza el 24 de enero de 1995. Las fuerzas vivas de la provincia lo hacen posible, después de innumerables gestiones y teniendo como antecedente la extensión que creó la Universidad Técnica del Norte.

El local de la UNE-C fue la primera morada administrativa; luego las instalaciones del colegio Luis Fernando Ruiz que acogió a los entusiastas universitarios; posteriormente el Instituto Agropecuario Simón Rodríguez, para finalmente instalarnos en casa propia, merced a la adecuación de un edificio a medio construir que estaba destinado a ser Centro de Rehabilitación Social.

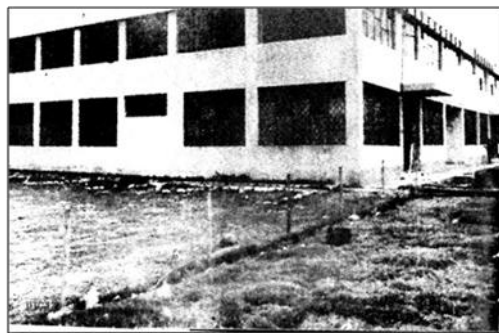


Figura N° 4 Ex centro de rehabilitación social  
Fuente: Archivo del departamento feue

El 28 de abril de 1993 se hace entrega del edificio, el objetivo fue dar a los estudiantes, docentes y empleados un lugar propicio para que puedan desarrollar sus actividades y lograr un buen desempeño.

Universidad Técnica de Cotopaxi, consolida su liderazgo y responde a expectativas de la sociedad. Al mismo tiempo, se compromete con su comunidad en la construcción de la universidad del siglo XXI.

Es una Institución de educación superior de mayor crecimiento y desarrollo. Como el pueblo lo manifiesta: “LA UTC, ORGULLO COTOPAXENSE.”



Figura N° 5 Actual infraestructura Universidad Técnica de Cotopaxi  
Fuente: Archivos del departamento feue

### **2.1.1 Misión**

La Universidad "Técnica de Cotopaxi", es pionera en desarrollar una educación para la emancipación; forma profesionales humanistas y de calidad; con elevado nivel académico, científico y tecnológico; sobre la base de principios de solidaridad, justicia, equidad y libertad, genera y difunde el conocimiento, la ciencia, el arte y la cultura a través de la investigación científica; y se vincula con la sociedad para contribuir a la transformación social-económica del país.

Se distingue de otras instituciones de educación superior al ser una universidad alternativa vinculada fuertemente al pueblo en todas sus actividades.

### **2.1.2 Visión**

En el año 2015 será una universidad acreditada y líder a nivel nacional en la formación integral de profesionales críticos, solidarios y comprometidos al cambio social; en la ejecución de proyectos de investigación que aporten a la solución de los problemas de la región y del país, en un marco de alianzas estratégicas nacionales e

internacionales; dotada de infraestructura física y tecnología moderna, de una planta docente y administrativa de excelencia; que mediante un sistema integral de gestión le permite garantizar la calidad de sus proyectos y alcanzar reconocimiento social.

## 2.2 Bloque B de la Universidad Técnica de Cotopaxi

La Universidad Técnica de Cotopaxi en su campus San Felipe, posee edificios dotados de excelentes condiciones de iluminación artificial. Su estructura ha sido levantada con tecnología de punta tanto en la parte estructural, la obra civil, el sistema eléctrico, el sistema de control - vigilancia y el sistema de comunicación e información en audio - video, para garantizar que las actividades administrativas y docentes optimicen el uso de la infraestructura.



Figura N° 6 Interior del bloque B de la Universidad Técnica de Cotopaxi  
Fuente: Bermeo Christian - Granda Luis

En este bloque se imparte la Unidad académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas que está dividida en cinco especializaciones.

- Ingeniería Informática Sistemas
- Ingeniería Diseño Grafico
- Ingeniería Eléctrica
- Ingeniería Industrial
- Ingeniería Electromecánica

En Octubre del 2006, se inauguró la nueva infraestructura de la Universidad Técnica de Cotopaxi, que cuenta con la construcción del bloque “B” y cuya área de edificación es de 6.420 m<sup>2</sup> distribuidos en varios ambientes: 25 aulas, 5 laboratorios de cómputo, 3 aulas-laboratorios, salas para las asociaciones de estudiantes y profesores, sala de reuniones del Consejo Universitario, sala Che Guevara, 1 vestíbulo de reunión informal o de lectura, 8 baterías sanitarias para hombres y mujeres, ascensor con capacidad para 13 personas, graderío principal, graderío de emergencia, patio central, corredores interiores y jardineras en todos los niveles.

### **2.3 Estudio técnico de iluminación en aulas del bloque B**

Una buena iluminación puede llegar a conseguir que los lugares en los que se vive, trabaja, estudia se conviertan en algo más que un simple lugar de trabajo u ocio.

Gracias a una buena iluminación se pueden tener ambientes más que agradables, casi mágicos, sin por ello nunca olvidar que las instalaciones lumínicas sean energéticamente sostenibles.

Los parámetros que definen la calidad de una iluminación artificial dependen de la finalidad de la misma (iglesias, teatros, sala de conciertos, aulas, museos, etc.)

Comprobar en las aulas de la Universidad Técnica de Cotopaxi si el nivel de iluminación es adecuado, si estas cumplen con las normas establecidas para la iluminación de interiores y educación de adultos se convierte en una tarea fundamental de trabajo investigar para tener datos reales del estado de la iluminación artificial para luego implantar un plan de mejoras que servirá de guía y mejorar las condiciones de iluminación.

#### **2.3.1 Calcular el flujo luminoso total necesario**

Tener en cuenta la forma del aula sus acabados esto influye notoriamente en la reflexión de la luz en el local de estudio.

### 2.3.1.1 Datos del local

DETALLES DEL AULA		
Datos	Símbolo	Dimensión (m)
Ancho	a	6,28
Largo	b	10
Altura	H	2,75
Plano de trabajo	h	1,98

Tabla N° 8 Dimensiones de las aulas  
Fuente: Planos de construcción del bloque B

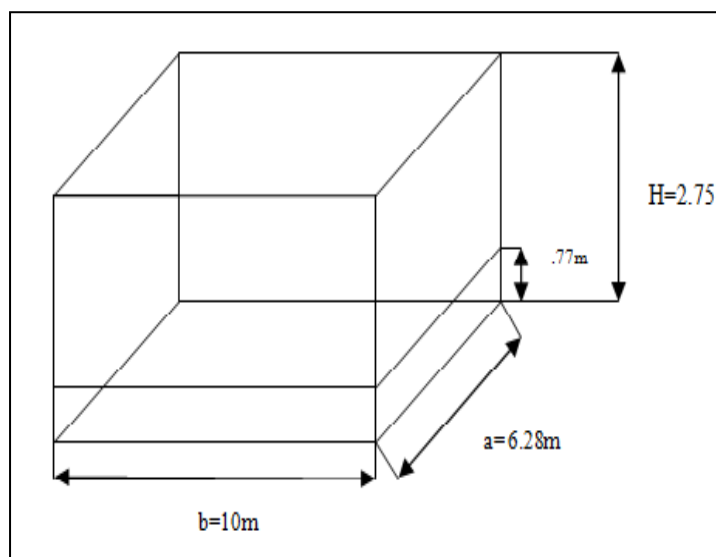


Figura N° 7 Dimensiones del aula y altura del plano de trabajo  
Fuente: Bermeo Christian-Granda Luis

### 2.3.1.2 Nivel de iluminancia media

Iluminancia media para aulas educación de adultos es de 500 lux (ver tabla 5)

### 2.3.1.3 Lámparas instaladas

TIPOS DE LÁMPARAS ACTUALES									
MARC A	COD IGO	DESCRIP CION	LÁMPARA NOMINAL			DIMEN CION	GRU PO IRC	COLOR TEMPETA TURA	FLUJO LUMIN OSO
			WA TTS	VOLT AJE	CORRRRI ENTE				
<b>SYLV ANIA</b>	2336	F032W/6 5K 54-765	32 W	135V	0.265A	1200mm	2A	G13	2100lm
<b>OSRA M</b>	1703	F032W/7 65	32 W	135V	0.265A	1200mm	1B	G13	2600lm
<b>PHILI PS</b>	9278 703 8650 1	T8 32W 865 ALTO PLUS	32 W	135	0.265A	1213mm	1B	G13	2710lm

Tabla N° 9 Tipos de lámparas instaladas actualmente

Fuente: Catálogos Sylvania, Philips



Figura N° 8 Lámpara fluorescentes instaladas

Fuente: Catalogo Sylvania, Philips

### 2.3.1.4 Tipo de luminaria actual

Este tipo de luminaria lleva tres lámparas en su interior.

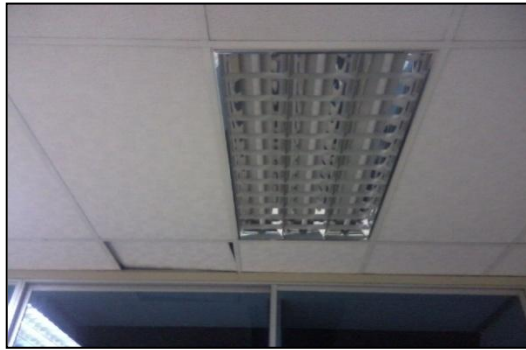


Figura N° 9 Luminaria actual instalada  
Fuente: Bermeo Christian-Granda Luis

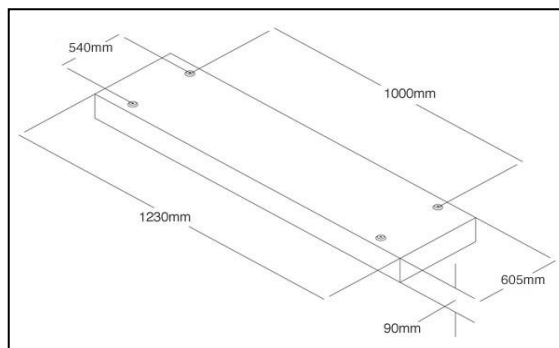


Figura N° 10 Dimensiones de la luminaria  
Fuente: Bermeo Christian-Granda Luis

La información extraída del fabricante de la luminaria es para saber el flujo que tiene la lámpara, recuerda que el flujo siempre viene expresado en lúmenes (lm).

Total	Flujo luminoso	Flujo total
3 Fluorescentes	2700 lm	8100 lm

Tabla N° 10 Características totales de flujo luminoso  
Fuente: Bermeo Christian-Granda Luis

### **2.3.1.5 Determinar la altura de suspensión de la luminaria**

Generalmente, la altura de suspensión de las luminarias para locales, aulas educativas es colocar las luminarias lo más alto posible empotradas al techo para una iluminación artificial general uniforme.

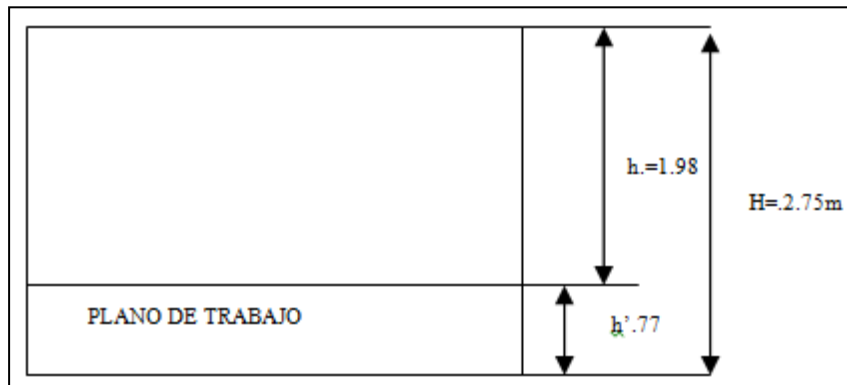


Figura N° 11 Esquema altura de suspensión luminarias al plano de trabajo  
Fuente: Bermeo Christian-Granda Luis

### 2.3.2 Determinar el coeficiente de utilización

El coeficiente de utilización, indica la relación entre el número de lúmenes emitidos por la lámpara y los que llegan efectivamente al plano ideal de trabajo.

Para encontrar el coeficiente de utilización se debería encontrar los siguientes datos:

#### 2.3.2.1 Índice del local (k)

Se averigua a partir de la geometría del local mediante la dimensión largo, ancho y altura <sup>(ver tabla 8)</sup>

Datos:

a = ancho (en m) = 6.28m

b = largo (en m) = 10 m

h = alto (en m) = 1.98 m

El valor esta dado por la siguiente fórmula:

$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$$

$$k = \frac{6.28 * 10}{1.98 * (6.28 + 10)} = 1.948$$

### 2.3.2.2 Coefficiente de reflexión.

Para determinar el factor de reflexión que brinda cada una de las aulas, inspecciona cada uno de los acabados del piso paredes y techo de acuerdo a esto recurre a las tablas para obtener los valores. (ver tabla 4)

En caso de las aulas se tomaran 0,5 para el techo; 0.5 para las paredes y 0.2 para el suelo, el índice del local es (1,948), el coeficientes de reflexión por cuanto con estos datos pueden encontrar el coeficiente de utilización (Cu), dándose un valor de Cu= 0,60

LUMINARIAS DE DISTRIBUCION						
TECHO	70%		50%	30%	0%	
PARED	50%	30%	50%	30%	30%	0%
PISO	20%					0%
K						
0.60	34	34	38	34	34	30
0.80	40	41	44	41	40	37
1.00	46	46	49	46	45	42
1.25	52	51	53	50	50	47
1.50	56	54	56	53	53	50
2.00	60	59	60	58	57	54
2.50	64	62	62	61	60	57
3.00	67	63	64	62	62	59
4.00	69	65	65	64	63	61
5.00	72	66	66	65	64	62

Tabla N° 11 Factores de utilización en función de las características del local  
Fuente: Tomado y adaptado de "Manual de Luminotecnia" Osram

### 2.3.2.3 Coefficiente de mantenimiento (cm) o conservación

La influencia que tiene el flujo de las lámparas el grado de limpieza de la luminaria dependerá al grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de limpieza del local

Ambiente	Coefficiente de mantenimiento ( $C_m$ )
Limpio	0.8
Sucio	0.6

Tabla N°12 Factor de mantenimiento  
Fuente: "Manual de Luminotecnia" Osram

En los establecimientos educativos se considera un local limpio, y el factor de mantenimiento de 0,8 %. La acumulación de polvos, CO<sub>2</sub> producidos por los vehículos son elementos que afectan su flujo luminoso.

Obtenido estos datos se procede a encontrar su flujo luminoso total:

**Datos:**

$\phi_T$  = Flujo total que necesita en el aula

$E_m$  = 500 lux requeridos por la norma

$S$  = 62.8m<sup>2</sup>

$C_u$  = 0.60

$C_m$  = 0.8

$$\Phi_T = \frac{E_m * S}{C_u * C_m}$$

$$\Phi_T = \frac{500 * 62,8}{0,60 * 0,8}$$

$$\Phi_T = \frac{31,400}{0,48} = 65,416.66 \text{ lux}$$

El flujo total que se necesita en el aula es de 65,416.66 lúmenes

### 2.3.3 Número de luminarias para alcanzar el nivel de iluminación adecuado

**Datos:**

$\phi_{NL}$  = Número de luminarias

$\phi_T = 65,416.66$  lúmenes

$\phi_L =$  Flujo luminoso de una lámpara (2700 lm)

n= Número de lámparas que tiene la luminaria (3 unidades)

$$\phi_{NL} = \frac{\phi_T}{n * \phi_L}$$

$$L = \frac{65,416.66}{3 * 2700} = 8.07$$

### 2.3.4 Establecer el emplazamiento de las luminarias

Una vez que se ha encontrado el número mínimo de luminarias que se necesita se procederá a distribuir sobre el aula, las luminarias se encuentran repartidas de forma uniforme en filas paralelas a los ejes de simetría del local

#### Datos:

N ancho =?

NL= 8.07

a= 6,28m

b=10m

$$N \text{ ancho} = \sqrt{\frac{N \text{ total} * a}{b}}$$

$$N \text{ ancho} = \sqrt{\frac{8.07 * 6.28}{10}} = 2.25\text{m}$$

$$N \text{ largo} = N \text{ ancho} * \left(\frac{b}{a}\right)$$

$$N \text{ largo} = 2.25 * \left(\frac{10}{6.28}\right)$$

$$N \text{ largo} = 3.58 \text{ m}$$

El número de luminarias calculado es de 8.07 que cumple con lo exigido en la norma de 500 luxes, para la distribución y sin afectar al cálculo de distribución se ubicara 9 luminarias que va de 3x3 en el área a iluminar manteniendo un ambiente optimo de iluminación.

Las luminarias próximas a la pared necesitan estar más cerca para iluminar (normalmente la mitad de la distancia a la que coloques el resto).

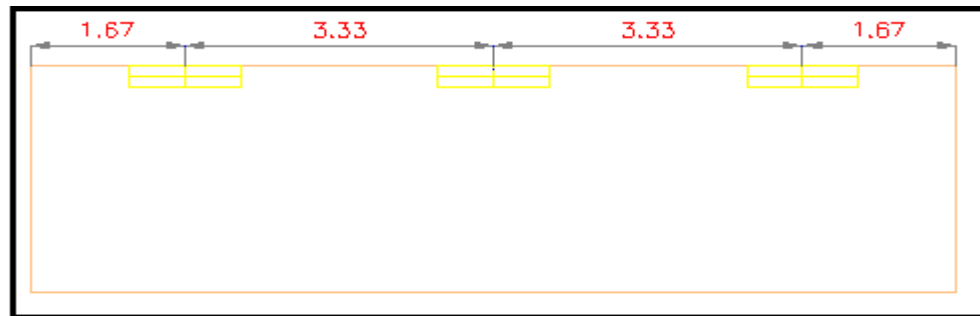


Figura N°12 Separación de las luminarias a las paredes  
Fuente: Bermeo Christian - Granda Luis

Esquema de colocación de las luminarias que se tiene en el aula, es el siguiente:

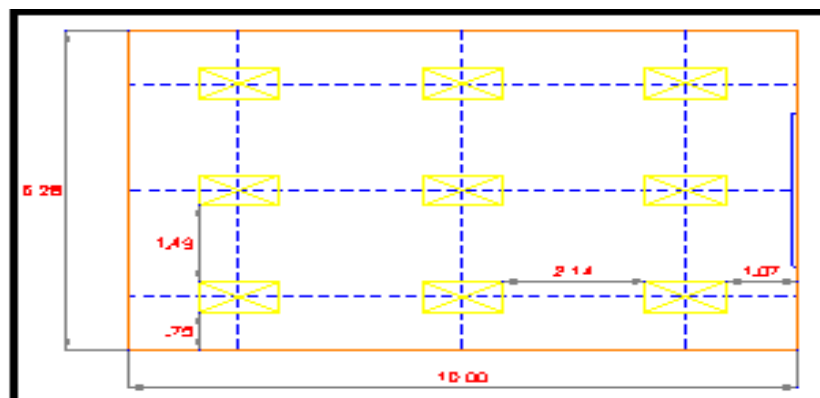


Figura N° 13 Distribución de luminarias en el aula  
Fuente: Bermeo Christian - Granda Luis

La distancia máxima de separación entre las luminarias dependerá del ángulo de la apertura del haz de luz y de la altura de las luminarias sobre el plano de trabajo.

TIPO DE LUMINARIA	ALTURA DEL LOCAL	DISTANCIA ENTRE LUMINARIAS
Intensiva	> 10 m	$e \leq 1.2 h$
Extensiva	6 - 10 m	$e \leq 1.5 h$
Semiextensiva	4 - 6 m	
Extensiva	$\leq 4 m$	$e \leq 1.6 h$

Tabla N° 13 Relación entre la altura del local y la distancia máxima entre luminarias  
Fuente: Manual de Luminotecnia

**Datos:**

$$h=1,98 \text{ m}$$

$$e =1.6 \text{ m}$$

$$e \leq 1.6 h \text{ remplazado}$$

$$3.33 \text{ m} \approx 3.16\text{m} \rightarrow \text{Por lo que lo consideramos aceptable}$$

**2.3.5 Número de luminarias determinado antes es el correcto o no**

Comprobar los resultados significa comparar la iluminancia media que ha obtenido en el cálculo con la recomendada.

Determinar la iluminancia media ( $E_m = ?$ )

**Datos:**

$$N_{\text{Luminaria}} = 8.07$$

$$N_{\text{lámpara}} = 3$$

$$\phi_{\text{Lámpara}} = 2700 \text{ lumen}$$

$$C_u = 0,60$$

$$C_m = 0,8$$

$$S = 62,8\text{m}^2$$

$$E_m = \frac{NL * n * \Phi L * C_u * C_m}{S} \geq E \text{ tablas}$$

$$E_m = \frac{8,07 * 3 * 2700 * 0,60 * 0,8}{62,8} \geq E \text{ tablas}$$

$$E_m = \frac{31,376.16}{62,8} \geq E \text{ tablas}$$

$$E_m = 499.6 \text{ lux} \geq 500 \text{ lux}$$

Los resultados obtenidos da un valor que cumple el nivel de iluminancia media por que se supone que las lámparas y luminarias al momento de su instalación son las que cumplen con los luxes que se necesita para este tipo de locales.

En la medición de campo realizada en cada una de las aulas, la iluminación media nos da resultados por debajo de los exigidos por la norma siendo 500 luxes; este es un factor que afecta en la uniformidad de iluminación en las aulas.

El numero de luminarias y su distribución es el indicado, pero con el transcurso del tiempo de uso disminuyen su efectividad y requieren de un mantenimiento adecuado, el flujo va degradándose y perdiendo su eficiencia hasta el punto de no dotar del confort lumínico deseado.



Figura N° 14 Situación actual de iluminación en aulas  
Fuente: Bermeo Christian - Granda Luis

## **2.4 Metodología, análisis e interpretación de resultados**

### **2.4.1 Diseño de la investigación**

### **2.4.2 Modalidad de la investigación**

La presente modalidad de la investigación es un proyecto factible debido a que se realizara el estudio técnico de iluminación, en base a estos datos se desarrollara una propuesta, buscando mejorar las condiciones de iluminación y un adecuado consumo de energía que disminuirá su consumo.

El estudio corresponde a un proyecto posible porque se realizo investigación de campo a los estudiantes de la sección nocturna mediante una encuesta utilizando preguntas cerradas que buscan información de las condiciones ambientales para esclarecer la situación actual de la iluminación en las aulas.

El trabajo de investigación es realizable por que se obtuvo bibliografía de temas relacionados a la luminotecnía, iluminación de interiores, cálculo de iluminación, instalaciones de alumbrado, confort visual, ambiente lumínico...etc.

La investigación de campo se realizó a través de inspecciones visuales, observación del tipo de luminarias, lámparas y sus diferentes características lumínicas que se encuentran instaladas actualmente en las aulas.

### **2.4.3 Tipo de investigación**

#### **2.4.3.1 Investigación descriptiva**

La presente investigación se sustenta en los estudios descriptivos por que una vez que identifico los diferentes elementos, se pudo determinar los problemas de la investigación, identificando la geometría del aula, techo, paredes, piso y la distribución de sus luminarias los investigadores consideran que se utilizará la Investigación Descriptiva, la misma que permite describir y analizar el

ambiente interno de la iluminación en las aulas del bloque B de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

#### **2.4.3.2 Investigación de campo**

Este tipo de investigación se apoya en informaciones que provienen entre otras, de entrevistas, cuestionarios, encuestas y observaciones. La investigación nos ayuda a mejorar el estudio porque nos permite establecer contacto con los estudiantes, profesores que realizan sus actividades en las aulas de la universidad con el fin de conocer la realidad existente. Constituye un estímulo para la actividad intelectual creadora. Ayuda a desarrollar una curiosidad creciente acerca de la solución de problemas, además, Contribuye al progreso de la lectura crítica.

#### **2.4.4 Técnicas de investigación**

Para la recolección de la información los investigadores emplearán las siguientes técnicas:

**2.4.4.1 Observación:** Es una técnica que permite obtener información directa e inmediata para el proyecto el cual ayuda a conocer parámetros del objeto a investigar. La observación será utilizada en distintos momentos de la investigación, para conocer el comportamiento que tienen las luminarias al momento de su encendido y en el tiempo que estas se encuentran en funcionamiento, si el flujo que brindan estas lámparas es el óptimo para poder laborar en horarios nocturnos en el proceso de enseñanza/aprendizaje, de esta manera se obtenga un confort visual agradable en todas las aulas.

En las instalaciones de iluminación en las aulas del bloque B, las lámparas son de diferentes marcas con su flujo luminoso distinto además del color de la iluminación tienen diferente tonalidad siendo de color blanco y otras de color

amarillo en muchas aulas se aprecia lámparas quemadas, por lo que el ambiente que brindan es desagradable.

Se observo que no todas las aulas tienen persianas esto afecta en la concentración de los estudiantes. Estos inconvenientes se detecto en el seguimiento del estudio aula por aula llegando a tener ambientes a los cuales mejorar.

**2.4.4.2 Encuesta:** Las encuestas se aplico a los estudiante del bloque B de la Universidad Técnica de Cotopaxi, esta técnica fue seleccionada por la confiabilidad que representa en la recolección de datos con la finalidad de recabar información suficiente para conocer si la iluminación actual en las aulas brinda un ambiente adecuado sin ocasionar cambios en su visión al realizar esta actividad en el horario nocturno lo cual beneficiaria al personal que labora en este bloque B.

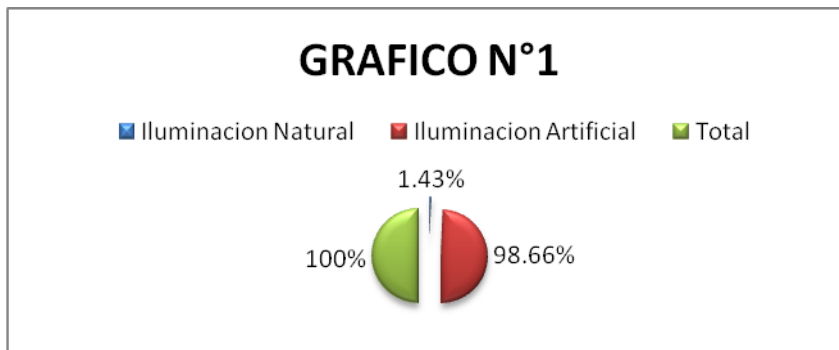
## 2.5 Interpretación de resultados

1. ¿En su aula de estudio a qué tipo de iluminación está más expuesto durante el horario de labores educativas?

Tabla N° 14

FRECUENCIA/ALTERNATIVA	FA	FR
Iluminación Natural	2	1,34%
Iluminación Artificial	147	98,66%
Total	149	100,00%

Fuente: Encuesta aplicada a los estudiantes  
Elaborado: Bermeo Christian - Luis Granda



### Análisis

De 149 estudiantes que es 100% de encuestados el 1,43% que son 2 personas comentan que están expuestos a iluminación natural mientras tanto 147 estudiantes que el 98,66% indican que la iluminación artificial es a la que más están expuestos durante su labor como estudiantes.

### Interpretación

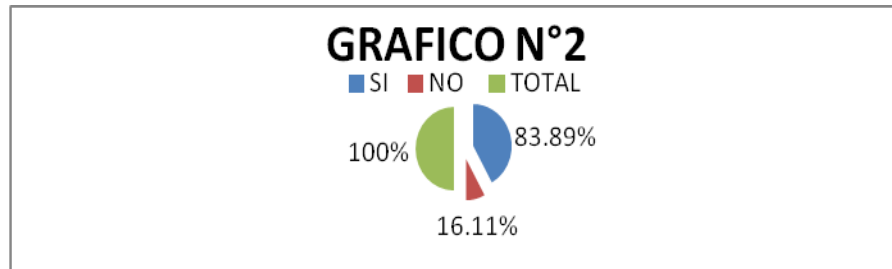
Por lo que se deduce que la mayor parte del horario a sus labores educativas trabajan con iluminación artificial ya que su horario es el nocturno y el más accesible para ellos poder formarse como profesionales en las aulas.

2. ¿Considera que la iluminación es suficiente para el pleno desarrollo de actividades educativas y de aprendizaje?

Tabla N° 15

FRECUENCIA/ALTERNATIVAS	FA	FR
SI	125	83,89%
NO	24	16,11%
TOTAL	149	100,00%

Fuente: Encuesta aplicada a los estudiantes  
Elaborado: Bermeo Christian – Luis Granda



### Análisis

En la investigación realizada participan 149 estudiantes que son la muestra del total de la población de los cuales 125 siendo el 83.89% de estudiante comentan que la iluminación es suficiente para de desarrollo de actividades dentro de las aulas mientras que el 16.11% se encuentran insatisfechos con la iluminación que actualmente tienen en ellas.

### Interpretación

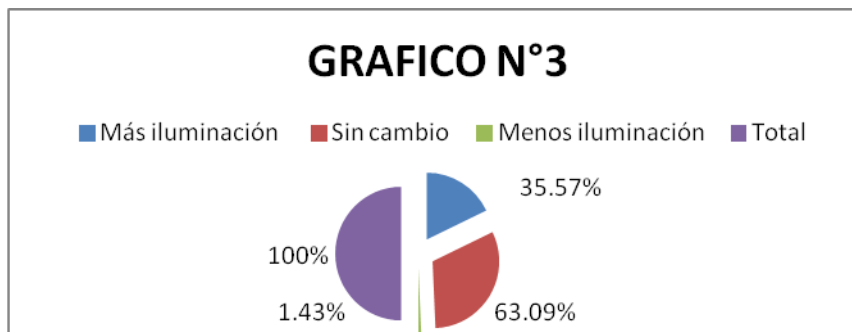
Por lo que se concluye diciendo que la iluminación en las aulas, algunos estudiantes consideran que es suficiente para el pleno desarrollo de actividades educativas, pero la iluminación no es suficiente en todas las aulas puesto que llegando a realizar la medición de la iluminación en cada una de ellas no cumplen con las normas establecidas sobre iluminación de interiores siendo la iluminación media de 500 lux en aulas para clases nocturnas y educación de adultos

3. ¿Si usted pudiera regular la iluminación para estar más cómodo, preferiría tener?

Tabla N° 16

FRECUENCIA/ALTERNATIVA	FA	FR
Más iluminación	53	35,57%
Sin cambio	94	63,09%
Menos iluminación	2	1,34%
total	149	100,00%

Fuente: Encuesta aplicada a los estudiantes  
Elaborado: Bermeo Christian - Luis Granda



### Análisis

En la investigación realizada a los 149 estudiantes que requerirían para estar más cómodos con la iluminación el 35,57% siendo 53 estudiantes mencionan que requieren más iluminación por cuanto existen fallas en las lámparas, 92 estudiantes que es el 63,09% manifiesta que la iluminación no la cambiaría mientras que el 1,43% requiere menos iluminación.

### Interpretación

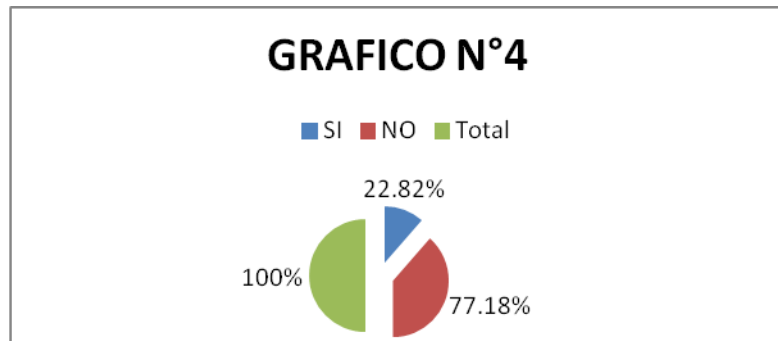
Por lo que manifiestan los encuestados la iluminación no requiere de cambios ellos se encuentran a gusto con estos niveles de iluminación en algunas de las aulas mientras que en otras se ve la necesidad de remplazo de lámparas, además darle un mantenimiento adecuado para que siga funcionando correctamente, entreguen el nivel de iluminación correspondiente de esta manera llegar a tener una uniformidad estable todo el tiempo.

4. ¿Todas las ventanas tienen persianas, cortinas u otro material adecuado para evitar deslumbramientos directos o indirectos?

Tabla N° 17

FRECUENCIA/ALTERNATIVA	FA	FR
SI	34	22,82%
NO	115	77,18%
Total	149	100,00%

Fuente: Encuesta aplicada a los estudiantes  
Elaborado: Bermeo Christian - Luis Granda



### Análisis

Si aspiramos tener aulas que nos brinden todas las comodidades sin ningún tipo de deslumbramiento estos ya sean directos o indirectos por objetos como las ventanas el 22.82% de encuestados mencionan que las aulas si tienen persianas u cortinas que ayudan a impedir que haya deslumbramiento caso que el 77.18% mencionan que no tienen nada que les proteja contra los deslumbramientos o reflejos.

### Interpretación

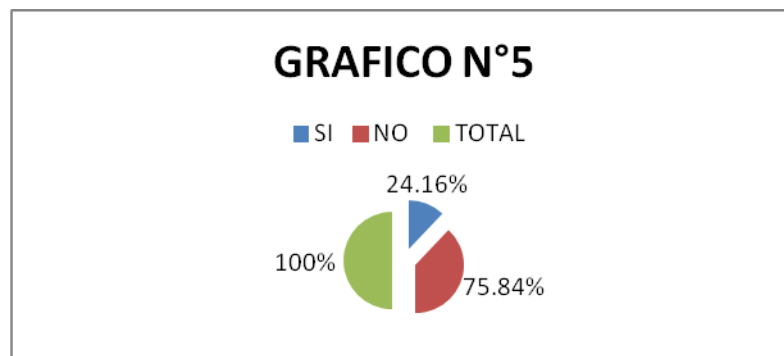
Por lo que se interpreta diciendo que la mayor parte de las ventanas no tienen persianas o cortinas a su vez las que se encuentran instaladas están deterioradas que de alguna manera ayudan a perder los reflejos ocasionados por la iluminación.

5. ¿La iluminación del aula le provoca incomodidad, deslumbramiento al escribir, leer sus apuntes?

Tabla N° 18

FRECUENCIA/ALTERNATIVAS	FA	FR
SI	36	24,16%
NO	113	75,84%
TOTAL	149	100,00%

Fuente: Encuesta aplicada a los estudiantes  
Elaborado: Bermeo Christian - Luis Granda



### Análisis

Un total de 149 encuestados que son el 100%, el 24.16% nos respondieron que si presentan incomodidad al observar sus apuntes, mientras que el 75.84% nos mencionaron que no presentan incomodidades al mirar y leer sus apuntes.

### Interpretación

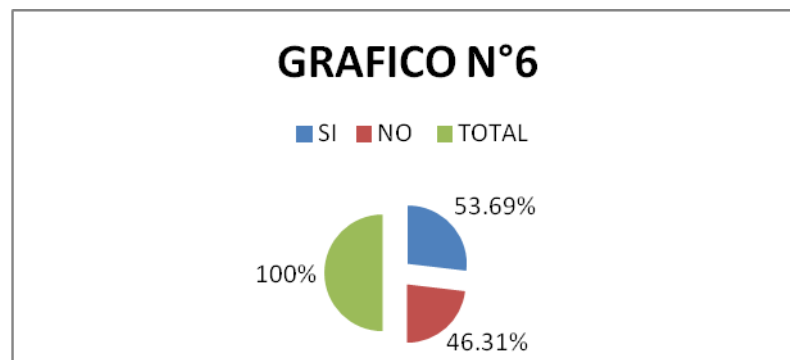
Por lo que se concluye que los estudiantes no encuentran ningún síntoma antes mencionado por cuanto la molestia que tienen son la falta de mantenimiento, limpieza o desperfectos en las luminarias que de una o de otra manera presentan incomodidades en el aula.

6. ¿La iluminación le provoca irritación o molestias en su visión al mirar de lejos la pizarra?

Tabla N° 19

FRECUENCIA/ALTERNATIVAS	FA	FR
SI	80	53,69%
NO	69	46,31%
TOTAL	149	100,00%

Fuente: Encuesta aplicada a los estudiantes  
Elaborado: Bermeo Christian - Luis Granda



### Análisis

La población de 149 estudiantes que son el 100%, nos mencionan que la iluminación si le provoca molestias al mirar de lejos a la pizarra que es el 53.69%, mientras que el 46.31% nos mencionan que la iluminación no les provoca molestias al mirar de lejos a la pizarra.

### Interpretación

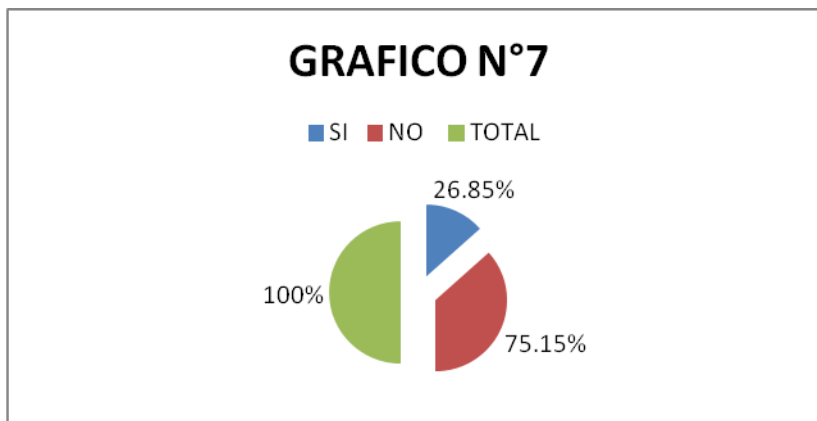
Por lo que se interpreta que al mirar desde cualquier punto del aula les proyectan molestias que le impiden tener una visibilidad clara de lo detallado en la pizarra, puesto que las primeras luminarias que están junto a la pizarra proyecta un flujo luminoso elevada al recomendado por la norma, en algunas de las aulas se presenta este síntoma.

7. ¿En su pupitre de trabajo se proyectan algunas sombras molestas?

Tabla N° 20

FRECUENCIA/ALTERNATIVAS	FA	FR
SI	40	26,85%
NO	109	73,15%
TOTAL	149	100,00%

Fuente: Encuesta aplicada a los estudiantes  
Elaborado: Bermeo Christian - Luis Granda



### Análisis

De los estudiantes encuestados en el bloque B de la Universidad Técnica de Cotopaxi si es que en su pupitre de trabajo se proyectan algunas sombras molestas los estudiantes respondieron en un 26,85% que si les proyectan sombras molestas mientras que en un 73.15% no les proyectan sombras molestas.

### Interpretación

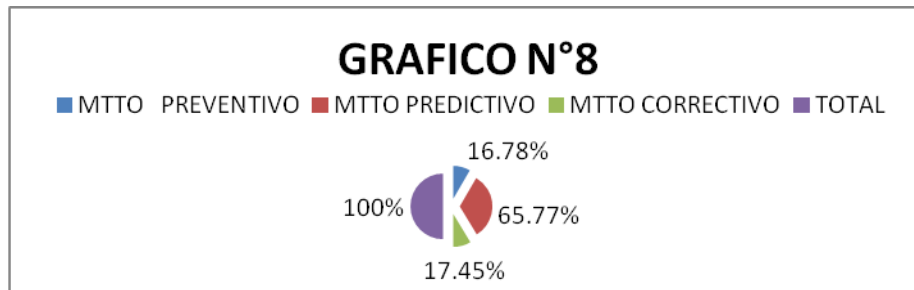
Por lo que se deduce que la iluminación a pesar de no cumplir con la norma no proyecta sombras por ser una iluminación general, pese a tener la iluminación baja en la mayoría de aulas los estudiantes se acostumbraron a ese ambiente de trabajo el cual no es el adecuado.

8. ¿Cree usted que para mantener la iluminación en perfecto estado se debería dar un mantenimiento a las luminarias qué mantenimiento le daría?

Tabla N° 21

FRECUENCIA/ALTERNATIVA	FA	FR
MTTO PREVENTIVO	25	16,78%
MTTO PREDICTIVO	98	65,77%
MTTO CORRECTIVO	26	17,45%
TOTAL	149	100,00%

Fuente: Encuesta aplicada a los estudiantes  
Elaborado: Bermeo Christian- Luis Granda



### Análisis

Al analizar la tabla N° 8 sobre si se debería dar mantenimiento a las luminarias cual mantenimiento le daría, nos comentan los estudiantes encuestados que para dar mantenimiento preventivo en un 16,78% , mantenimiento predictivo en un 65,37%, mantenimiento correctivo en un 17.45%.

### Interpretación

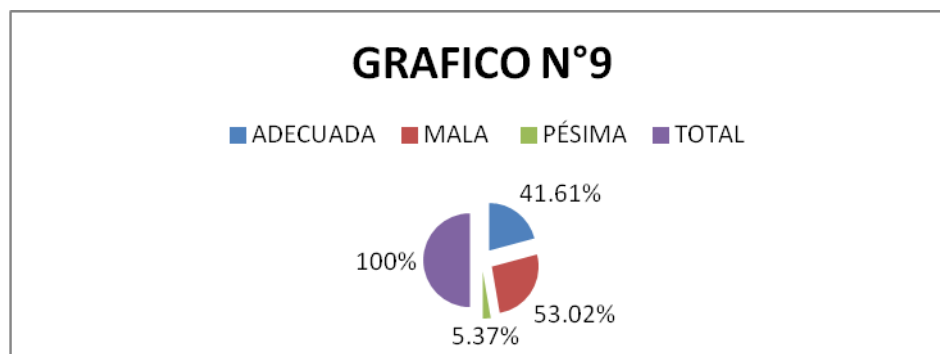
Los problemas encontradas en cuanto al mantenimiento es que no se les ha dado ningún mantenimiento a las luminarias en este caso predictivo puesto que en las aulas del bloque b desde que se han instalado estas luminarias no se les ha dado un mantenimiento adecuado debiendo hacerse por lo menos cada 6 meses como indican los programas de mantenimiento en estos casos, con esto nos permitirá tener una iluminación más eficiente y sin desperfectos.

## 9. ¿El confort visual en su aula es?

Tabla N° 22

FRECUENCIA/ALTERNATIVA	FA	FR
ADECUADA	62	41,61%
MALA	79	53,02%
PÉSIMA	8	5,37%
TOTAL	149	100,00%

Fuente: Encuesta aplicada a los estudiantes  
Elaborado: Bermeo Christian - Luis Granda



### Análisis

En la respuesta a la interrogante sobre si el confort visual en el aula es adecuado en un 41%, la iluminación es mala en un 53,02% y en un 5,37% es pésima según los estudiantes que cursan en las aulas del bloque B sección nocturna.

### Interpretación

En las aulas del bloque B de la Universidad Técnica de Cotopaxi en gran parte de estas no existe un confort de trabajo o aprendizaje en cuanto a la iluminación se refiere puesto que se requiere de algunos cuidados o un plan de mantenimiento a los mismos.

## 2.6 Medición método de cuadrícula (grilla)

El método de medición que frecuentemente se utiliza, es una técnica de estudio fundamentada en una cuadrícula de puntos de medición que cubre toda la zona analizada. La base de esta técnica es la división del interior de varias áreas iguales cada una de ellas idealmente cuadradas. Se mide la iluminancia existente en el centro de cada área a la altura de 0,77 sobre el nivel del suelo y se calcula un valor medio de iluminancia en la precisión de la iluminancia media influye en el número de puntos de medición utilizados. Existe una relación que permite calcular el número mínimos de puntos de medición a partir del valor del índice del local aplicable al interior analizado.

$$I = \frac{\text{Largo} * \text{Ancho}}{\text{Altura de montaje} * (\text{Largo} + \text{Ancho})}$$

La relación mencionada se expresa de la siguiente forma: Número mínimo de puntos de medición:  $(x+2)^2$

Donde x es el valor del índice de local redondeado al entero superior, excepto para todos los valores del índice de local iguales o mayores que tres, el valor de x es 4, a partir de la ecuación se obtiene el número mínimo de puntos de medición.

Luego se debe obtener la iluminancia media (E Media), que es el promedio de los valores obtenidos de la medición:

$$E_{\text{Media}} = \frac{\Sigma \text{valores medidos (Lux)}}{\text{cantidad de puntos medidos}}$$

Una vez obtenida la iluminancia media, se procede a verificar el resultado según la uniformidad de iluminancia que lo determina la norma europea UNE 12464.1 Iluminación de interiores.

<b>ILUMINANCIA EN LA ZONA DE TAREA</b>	<b>ILUMINANCIA EN ÁREAS CIRCUNDANTES INMEDIATAS</b>
≥ 750 lux	500
500 lux	300
300 lux	200
≤ 200 lux	E tarea
Uniformidad: ≥ 0,7	Uniformidad : ≥ 0,5

Tabla N° 23 Uniformidad de iluminancia.

Fuente: Norma europea une 12464.1 iluminación de interiores

### 2.6.1 Datos de las aulas y cálculos

Realizando el levantamiento de datos en la Universidad Técnica de Cotopaxi en las aulas del boque B, como primer paso se realizo las mediciones de las aulas del establecimiento dividiéndolo en zonas las que serán los puntos de medición.

Las 24 aulas analizadas para cada una de ellas se realizó el mismo procedimiento que a continuación se va a detallar:

**AULA 1:** Clases nocturnas, las dimensiones del punto de medición del aula son las siguientes:

Datos:

Largo: 10m

Ancho: 6.28m

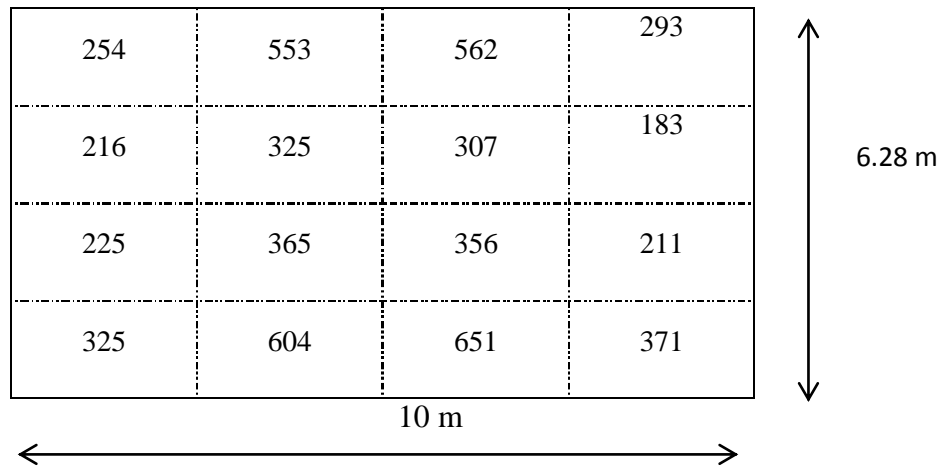
Altura de montaje de las luminarias: 2.75m medidos desde el piso.

Calculado el número mínimo de puntos de medición a partir del valor del índice de local aplicable al interior analizado.

$$I = \frac{10 * 6.28}{2.75 * (10 + 6.28)} = 2$$

Número mínimo de puntos de medición  $(2*2)^2=16$  puntos de medición.

Croquis aproximado del local, con la cuadrícula de puntos de medición que cubre toda la zona analizada.



Se obtiene la iluminancia media (E Media), que es promedio de los valores obtenidos en la medición.

$$E_{Media} = \frac{254 + 553 + 562 + 293 + 216 + 325 + 307 + 183 + 225 + 365 + 356 + 211 + 325 + 604 + 651 + 371}{16}$$

E Media= 363 Lux

Obtenida la iluminancia media, se procede a verificar el resultado obtenido con la norma europea sobre iluminación de interiores UNE 12464.1 se busca el local y tarea visual, en nuestro caso aulas de clases nocturnas donde exige el valor mínimo de servicio de iluminación es de 500 lux y el promedio de iluminación obtenida (E Media) es de 363 lux, por lo que no cumple con la norma utilizada. Se procede a verificar la uniformidad de la iluminancia según la norma europea UNE 12464.1 es de 0,7% que es la relación entre E media / E mínima de la norma, la uniformidad por debajo del 0,65% son considerados como malos.

Los datos son:

$$U = \frac{363 \text{ lux}}{500 \text{ lux}} = 0,7\%$$

$$0,7 \geq 0,7$$

El resultado de la relación, nos indica que la uniformidad se ajusta a la norma utilizada.

**AULA 2:** Clases nocturnas, las dimensiones del punto de medición del aula son las siguientes:

Datos:

Largo: 10m

Ancho: 6.28m

Altura de montaje de las luminarias: 2.75m medidos desde el piso

Calculado el número mínimo de puntos de medición a partir del valor del índice de local aplicable al interior analizado.

$$I = \frac{10 * 6.28}{2.75 * (10 + 6.28)} = 2$$

Número mínimo de puntos de medición=  $(2*2)^2 = 16$  puntos de medición.

Croquis aproximado del local, con la cuadrícula de puntos de medición que cubre toda la zona analizada.

382	667	716	324
341	461	442	348
289	494	500	273
474	752	766	417

10 m

6.28 m

La iluminancia media (E Media), es el promedio de los valores obtenidos en la medición.

$$E_{Media} = \frac{382 + 667 + 716 + 324 + 341 + 461 + 442 + 348 + 289 + 494 + 500 + 273 + 474 + 752 + 766 + 417}{16}$$

E Media= 478 Lux

Obtenida la iluminancia media, se procede a verificar el resultado obtenido con la norma europea sobre iluminación de interiores UNE 12464.1 se busca el local y tarea visual, en nuestro caso aulas de clases nocturnas donde exige el valor mínimo de servicio de iluminación es de 500 lux y el promedio de iluminación obtenida (E Media) es de 478 lux, por lo que no cumple con la norma utilizada.

Se procede a verificar la uniformidad de la iluminancia según la norma europea UNE 12464.1 es de 0,7% que es la relación entre E media / E mínima de la norma, la uniformidad por debajo del 0,65% son considerados como malos.

Los datos son:

$$U = \frac{478 \text{ lux}}{500 \text{ lux}} = 0,9\%$$

$$0,7 \geq 0,9$$

El resultado de la relación, nos indica que la uniformidad se ajusta a la norma utilizada.

**AULA 3:** Clases nocturnas, las dimensiones del punto de medición del aula son las siguientes:

Datos:

Largo: 10m

Ancho: 6.28m

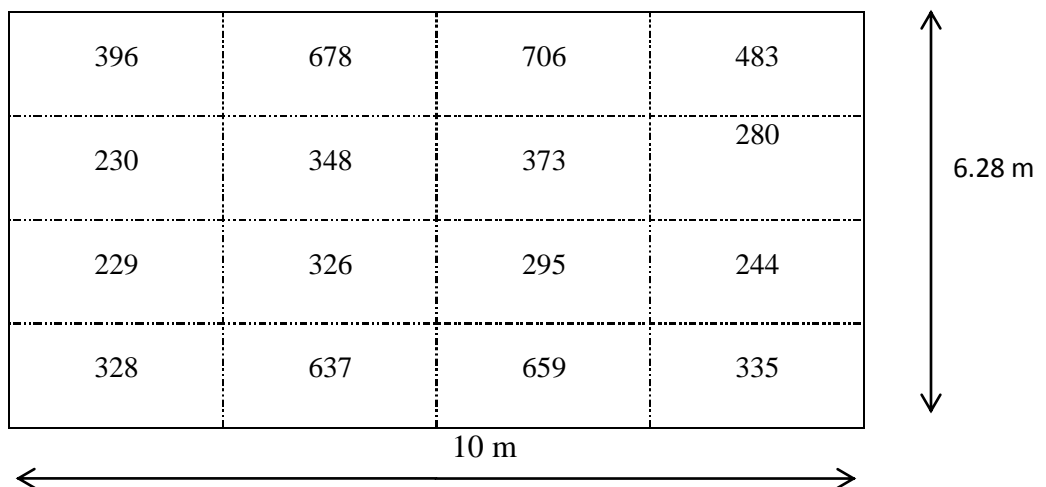
Altura de montaje de las luminarias: 2.75m medidos desde el piso

Calculado el número mínimo de puntos de medición a partir del valor del índice de local aplicable al interior analizado.

$$I = \frac{10 * 6.28}{2.75 * (10 + 6.28)} = 2$$

Número mínimo de puntos de medición=  $(2*2)^2 = 16$  puntos de medición.

Croquis aproximado del local, con la cuadrícula de puntos de medición que cubre toda la zona analizada.



Se obtiene la iluminancia media (E Media), que es promedio de los valores obtenidos en la medición.

$$E_{Media} = \frac{396 + 678 + 706 + 483 + 230 + 348 + 373 + 280 + 229 + 326 + 295 + 244 + 328 + 637 + 659 + 335}{16}$$

E Media= 409 Lux

Obtenida la iluminancia media, se procede a verificar el resultado obtenido con la norma europea sobre iluminación de interiores UNE 12464.1 se busca el local y tarea visual, en nuestro caso aulas de clases nocturnas donde exige el valor mínimo de servicio de iluminación es de 500 lux y el promedio de iluminación obtenida (E Media) es de 409 lux, por lo que no cumple con la norma utilizada.

Se procede a verificar la uniformidad de la iluminancia según la norma europea UNE 12464.1 es de 0,7% que es la relación entre E media / E mínima de la norma, la uniformidad por debajo del 0,65% son considerados como malos

Los datos son:

$$U = \frac{409 \text{ lux}}{500 \text{ lux}} = 0,8\%$$

$0,7 \geq 0,8$

El resultado de la relación, nos indica que la uniformidad se ajusta a la norma utilizada.

**Aula 4:** Clases nocturnas, las dimensiones del punto de medición del aula son las siguientes:

Datos:

Largo: 10m.

Ancho: 6.90m

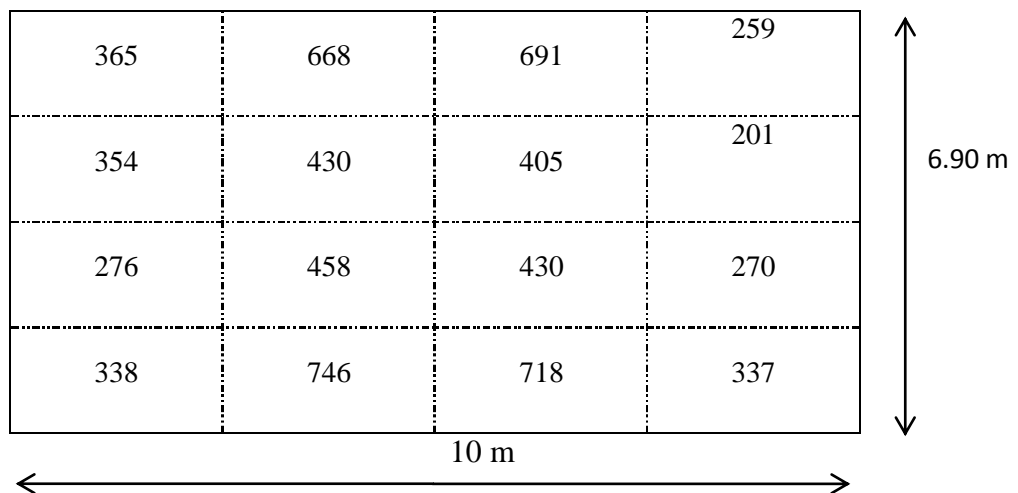
Altura de montaje de las luminarias: 2.75m medidos desde el piso.

Calculado el número mínimo de puntos de medición a partir del valor del índice de local aplicable al interior analizado.

$$I = \frac{10 * 6.90}{2.75 * (10 + 6.90)} = 2$$

Número mínimo de puntos de medición=  $(2*2)^2 = 16$  puntos de medición.

Croquis aproximado del local, con la cuadrícula de puntos de medición que cubre toda la zona analizada.



Se obtiene la iluminancia media (E Media), que es promedio de los valores obtenidos en la medición.

$$E_{Media} = \frac{365 + 668 + 691 + 259 + 354 + 430 + 405 + 201 + 276 + 458 + 430 + 270 + 338 + 746 + 718 + 337}{16}$$

E Media= 434 Lux

Obtenida la iluminancia media, se procede a verificar el resultado obtenido con la norma europea sobre iluminación de interiores UNE 12464.1 se busca el local y tarea visual, en nuestro caso aulas de clases nocturnas donde exige el valor mínimo de servicio de iluminación es de 500 lux y el promedio de iluminación obtenida (E Media) es de 434 lux, por lo que no cumple con la norma utilizada.

Se procede a verificar la uniformidad de la iluminancia según la norma europea UNE 12464.1 es de 0,7% que es la relación entre E media / E mínima de la norma, la uniformidad por debajo del 0,65% son considerados como malos.

Los datos son:

$$U = \frac{434 \text{ lux}}{500 \text{ lux}} = 0,8\%$$

$$0,7 \geq 0,8$$

El resultado de la relación, nos indica que la uniformidad se ajusta a la norma utilizada.

**Aula 5:** Clases nocturnas, las dimensiones del punto de medición del aula son las siguientes:

Datos:

Largo: 10m.

Ancho: 6.28m

Altura de montaje de las luminarias: 2.75m medidos desde el piso.

Calculado el número mínimo de puntos de medición a partir del valor del índice de local aplicable al interior analizado.

$$I = \frac{10 * 6.28}{2.75 * (10 + 6.28)} = 2$$

Número mínimo de puntos de medición=  $(2*2)^2 = 16$  puntos de medición.

Croquis aproximado del local, con la cuadrícula de puntos de medición que cubre toda la zona analizada.

258	697	660	261
205	422	430	198
131	275	380	216
48	300	519	256

10 m

6.28 m

Se obtiene la iluminancia media (E Media), que es promedio de los valores obtenidos en la medición.

$$E_{Media} = \frac{258 + 697 + 660 + 261 + 205 + 422 + 430 + 198 + 131 + 275 + 380 + 216 + 48 + 300 + 519 + 256}{16}$$

E Media= 328 Lux

Obtenida la iluminancia media, se procede a verificar el resultado obtenido con la norma europea sobre iluminación de interiores UNE 12464.1 se busca el local y tarea visual, en nuestro caso aulas de clases nocturnas donde exige el valor mínimo de servicio de iluminación es de 500 lux y el promedio de iluminación obtenida (E Media) es de 328 lux, por lo que no cumple con la norma utilizada.

Se procede a verificar la uniformidad de la iluminancia según la norma europea UNE 12464.1 es de 0,7% que es la relación entre E media / E mínima de la norma, la uniformidad por debajo del 0,65% son considerados como malos

Los datos son:

$$U = \frac{328 \text{ lux}}{500 \text{ lux}} = 0,6\%$$

$$0,7 \geq 0,6$$

El resultado de la relación, nos indica que la uniformidad no se ajusta a la norma utilizada.

**Aula 6:** Clases nocturnas, las dimensiones del punto de medición del aula son las siguientes:

Datos:

Largo: 10m

Ancho: 6.28m

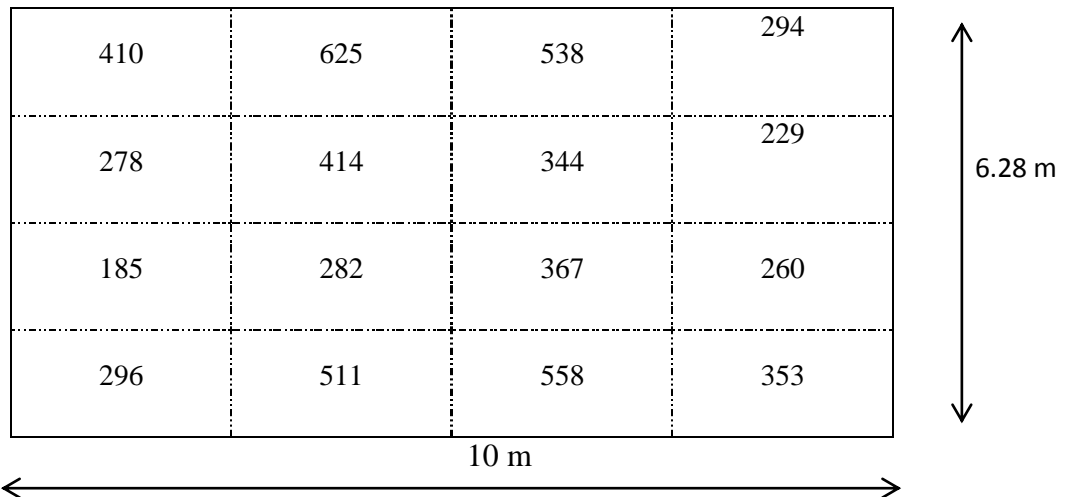
Altura de montaje de las luminarias: 2.75m medidos desde el piso.

Calculado el número mínimo de puntos de medición a partir del valor del índice de local aplicable al interior analizado.

$$I = \frac{10 * 6.28}{2.75 * (10 + 6.28)} = 2$$

Número mínimo de puntos de medición=  $(2*2)^2 = 16$  puntos de medición.

Croquis aproximado del local, con la cuadrícula de puntos de medición que cubre toda la zona analizada.



Se obtiene la iluminancia media (E Media), que es promedio de los valores obtenidos en la medición.

$$E_{Media} = \frac{410 + 625 + 538 + 294 + 278 + 414 + 344 + 229 + 185 + 282 + 367 + 260 + 296 + 511 + 558 + 353}{16}$$

E Media= 371 Lux

Obtenida la iluminancia media, se procede a verificar el resultado obtenido con la norma europea sobre iluminación de interiores UNE 12464.1 se busca el local y tarea visual, en nuestro caso aulas de clases nocturnas donde exige el valor mínimo de servicio de iluminación es de 500 lux y el promedio de iluminación obtenida (E Media) es de 371 lux, por lo que no cumple con la norma utilizada.

Se procede a verificar la uniformidad de la iluminancia según la norma europea UNE 12464.1 es de 0,7% que es la relación entre E media / E mínima de la norma, la uniformidad por debajo del 0,65% son considerados como malos

Los datos son:

$$U = \frac{371 \text{ lux}}{500 \text{ lux}} = 0,7\%$$

$$0,7 \geq 0,7$$

El resultado de la relación, nos indica que la uniformidad se ajusta ala norma utilizada.

**Aula 7:** Clases nocturnas, las dimensiones del punto de medición del aula son las siguientes:

Datos:

Largo: 10m

Ancho: 6.28m

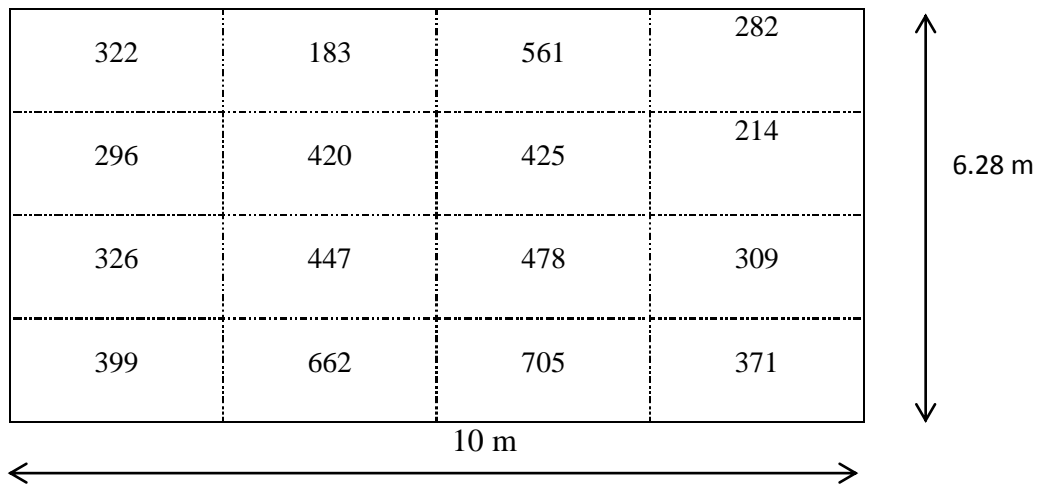
Altura de montaje de las luminarias: 2.75m medidos desde el piso.

Calculado el número mínimo de puntos de medición a partir del valor del índice de local aplicable al interior analizado.

$$I = \frac{10 * 6.28}{2.75 * (10 + 6.28)} = 2$$

Número mínimo de puntos de medición=  $(2*2)^2 = 16$  puntos de medición.

Croquis aproximado del local, con la cuadrícula de puntos de medición que cubre toda la zona analizada.



Se obtiene la iluminancia media (E Media), que es promedio de los valores obtenidos en la medición.

$$E_{Media} = \frac{322 + 183 + 561 + 282 + 296 + 420 + 425 + 214 + 326 + 447 + 478 + 309 + 399 + 662 + 705 + 371}{16}$$

E Media= 400 Lux

Obtenida la iluminancia media, se procede a verificar el resultado obtenido con la norma europea sobre iluminación de interiores UNE 12464.1 se busca el local y tarea visual, en nuestro caso aulas de clases nocturnas donde exige el valor mínimo de servicio de iluminación es de 500 lux y el promedio de iluminación obtenida (E Media) es de 400 lux, por lo que no cumple con la norma utilizada.

Se procede a verificar la uniformidad de la iluminancia según la norma europea UNE 12464.1 es de 0,7% que es la relación entre E media / E mínima de la norma, la uniformidad por debajo del 0,65% son considerados como malos

Los datos son:

$$U = \frac{400 \text{ lux}}{500 \text{ lux}} = 0,8\%$$

$$0,7 \geq 0,8$$

El resultado de la relación, nos indica que la uniformidad se ajusta a la norma utilizada.

**Aula 8:** Clases nocturnas, las dimensiones del punto de medición del aula son las siguientes:

Datos:

Largo: 10m

Ancho: 6.40m

Altura de montaje de las luminarias: 2.75m medidos desde el piso.

Calculado el número mínimo de puntos de medición a partir del valor del índice de local aplicable al interior analizado.

$$I = \frac{10 * 6.40}{2.75 * (10 + 6.40)} = 2$$

Número mínimo de puntos de medición=  $(2*2)^2 = 16$  puntos de medición.

Croquis aproximado del local, con la cuadrícula de puntos de medición que cubre toda la zona analizada

367	531	612	236
286	405	375	181
311	442	391	197
415	678	645	246

10 m

6.40 m

Se obtiene la iluminancia media (E Media), que es promedio de los valores obtenidos en la medición.

$$E_{Media} = \frac{367 + 531 + 612 + 236 + 286 + 405 + 375 + 181 + 311 + 442 + 391 + 197 + 415 + 678 + 645 + 246}{16}$$

E Media= 395 Lux

Obtenida la iluminancia media, se procede a verificar el resultado obtenido con la norma europea sobre iluminación de interiores UNE 12464.1 se busca el local y tarea visual, en nuestro caso aulas de clases nocturnas donde exige el valor mínimo de servicio de iluminación es de 500 lux y el promedio de iluminación obtenida (E Media) es de 395 lux, por lo que no cumple con la norma utilizada.

Se procede a verificar la uniformidad de la iluminancia según la norma europea UNE 12464.1 es de 0,7% que es la relación entre E media / E mínima de la norma, la uniformidad por debajo del 0,65% son considerados como malos

Los datos son:

$$U = \frac{395 \text{ lux}}{500 \text{ lux}} = 0,8\%$$

$$0,7 \geq 0,8$$

El resultado de la relación, nos indica que la uniformidad se ajusta a la norma utilizada.

**Aula 9:** Clases nocturnas, las dimensiones del punto de medición del aula son las siguientes:

Datos:

Largo: 10m

Ancho: 6.48m

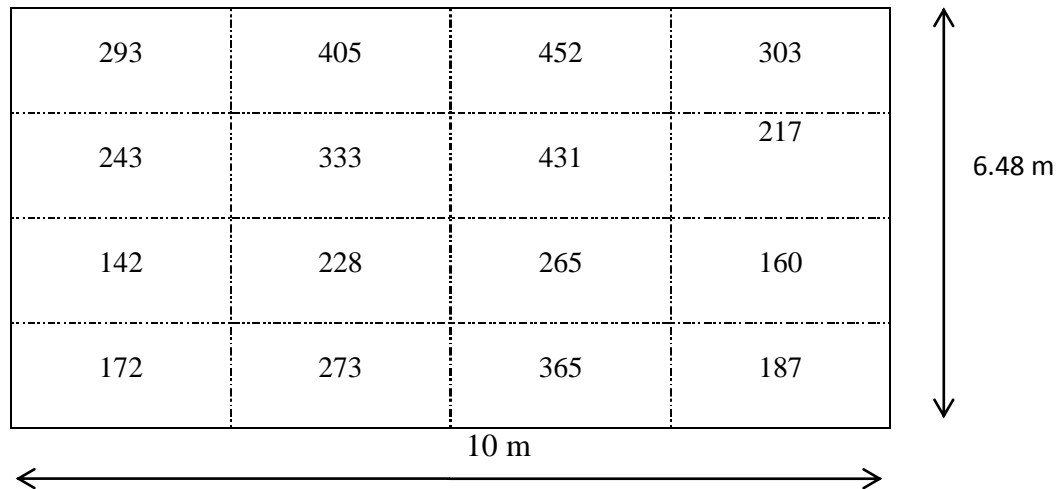
Altura de montaje de las luminarias: 2.75m medidos desde el piso.

Calculado el número mínimo de puntos de medición a partir del valor del índice de local aplicable al interior analizado.

$$I = \frac{10 * 6.48}{2.75 * (10 + 6.48)} = 2$$

Número mínimo de puntos de medición=  $(2*2)^2 = 16$  puntos de medición.

Croquis aproximado del local, con la cuadrícula de puntos de medición que cubre toda la zona analizada.



Se obtiene la iluminancia media ( $E_{Media}$ ), que es promedio de los valores obtenidos en la medición.

$$E_{Media} = \frac{293 + 405 + 452 + 303 + 243 + 333 + 431 + 217 + 142 + 228 + 265 + 160 + 172 + 273 + 365 + 187}{16}$$

E Media= 279 Lux

Obtenida la iluminancia media, se procede a verificar el resultado obtenido con la norma europea sobre iluminación de interiores UNE 12464.1 se busca el local y tarea visual, en nuestro caso aulas de clases nocturnas donde exige el valor mínimo de servicio de iluminación es de 500 lux y el promedio de iluminación obtenida (E Media) es de 279 lux, por lo que no cumple con la norma utilizada. Se procede a verificar la uniformidad de la iluminancia según la norma europea UNE 12464.1 es de 0,7% que es la relación entre E media / E mínima de la norma, la uniformidad por debajo del 0,65% son considerados como malos

Los datos son:

$$U = \frac{279 \text{ lux}}{500 \text{ lux}} = 0,5\%$$

$0,7 \geq 0,5$

El resultado de la relación, nos indica que la uniformidad no se ajusta a la norma utilizada.

**Aula 10:** Clases nocturnas, las dimensiones del punto de medición del aula son las siguientes:

Datos:

Largo: 10m

Ancho: 6.28m

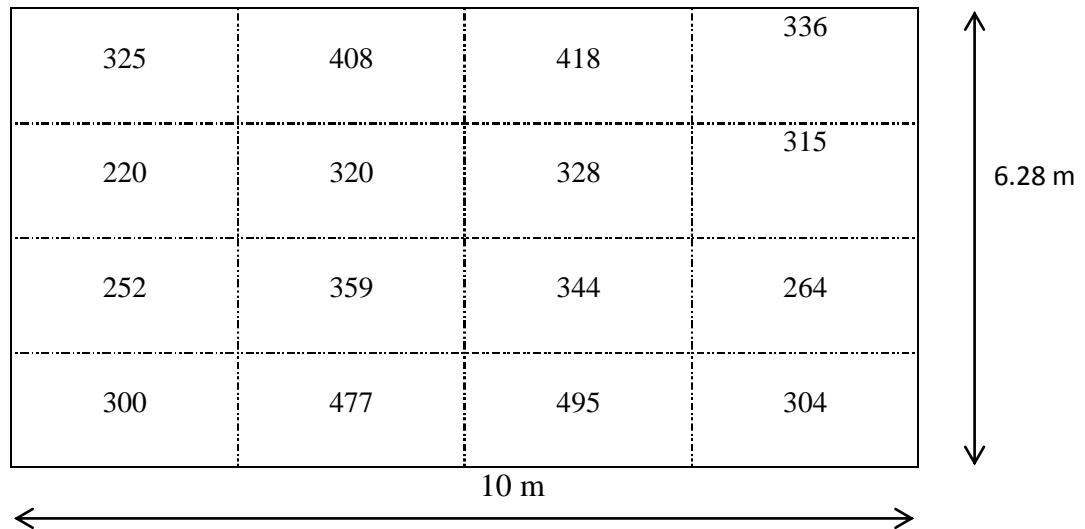
Altura de montaje de las luminarias: 2.75m medidos desde el piso.

Calculado el número mínimo de puntos de medición a partir del valor del índice de local aplicable al interior analizado.

$$I = \frac{10 * 6.28}{2.75 * (10 + 6.28)} = 2$$

Número mínimo de puntos de medición=  $(2*2)^2=16$  puntos de medición.

Croquis aproximado del local, con la cuadrícula de puntos de medición que cubre toda la zona analizada.



Se obtiene la iluminancia media (E Media), que es promedio de los valores obtenidos en la medición.

$$E_{Media} = \frac{325 + 408 + 418 + 336 + 220 + 320 + 328 + 315 + 252 + 359 + 344 + 264 + 300 + 477 + 495 + 304}{16}$$

E Media= 341 Lux

Obtenida la iluminancia media, se procede a verificar el resultado obtenido con la norma europea sobre iluminación de interiores UNE 12464.1 se busca el local y tarea visual, en nuestro caso aulas de clases nocturnas donde exige el valor mínimo de servicio de iluminación es de 500 lux y el promedio de iluminación obtenida (E Media) es de 341 lux, por lo que no cumple con la norma utilizada.

Se procede a verificar la uniformidad de la iluminancia según la norma europea UNE 12464.1 es de 0,7% que es la relación entre E media / E mínima de la norma, la uniformidad por debajo del 0,65% son considerados como malos

Los datos son:

$$U = \frac{341 \text{ lux}}{500 \text{ lux}} = 0,7\%$$

$$0,7 \geq 0,7$$

El resultado de la relación, nos indica que la uniformidad se ajusta a la norma utilizada.

**Aula 11:** Clases nocturnas, las dimensiones del punto de medición del aula son las siguientes:

Datos:

Largo: 10m

Ancho: 6.48m

Altura de montaje de las luminarias: 2.75m medidos desde el piso.

Calculado el número mínimo de puntos de medición a partir del valor del índice de local aplicable al interior analizado.

$$I = \frac{10 * 6.48}{2.75 * (10 + 6.48)} = 2$$

Número mínimo de puntos de medición=  $(2*2)^2 = 16$  puntos de medición.

Croquis aproximado del local, con la cuadrícula de puntos de medición que cubre toda la zona analizada.

322	416	355	327
262	331	317	254
166	246	226	120
300	382	335	208

10 m

6.48 m

Se obtiene la iluminancia media (E Media), que es promedio de los valores obtenidos en la medición.

$$E_{Media} = \frac{322 + 416 + 355 + 327 + 262 + 331 + 317 + 254 + 166 + 246 + 226 + 120 + 300 + 382 + 335 + 208}{16}$$

E Media= 285 Lux

Obtenida la iluminancia media, se procede a verificar el resultado obtenido con la norma europea sobre iluminación de interiores UNE 12464.1 se busca el local y tarea visual, en nuestro caso aulas de clases nocturnas donde exige el valor mínimo de servicio de iluminación es de 500 lux y el promedio de iluminación obtenida (E Media) es de 285 lux, por lo que no cumple con la norma utilizada.

Se a verificar la uniformidad de la iluminancia según la norma europea UNE 12464.1 es de 0,7% que es la relación entre E media / E mínima de la norma, la uniformidad por debajo del 0,65% son considerados como malos

Los datos son:

$$U = \frac{285 \text{ lux}}{500 \text{ lux}} = 0,57\%$$

$$0,7 \geq 0,57$$

El resultado de la relación, nos indica que la uniformidad no se ajusta ala norma utilizada.

**Aula 12:** Clases nocturnas, las dimensiones del punto de medición del aula son las siguientes:

Datos:

Largo: 10m

Ancho: 6.48m

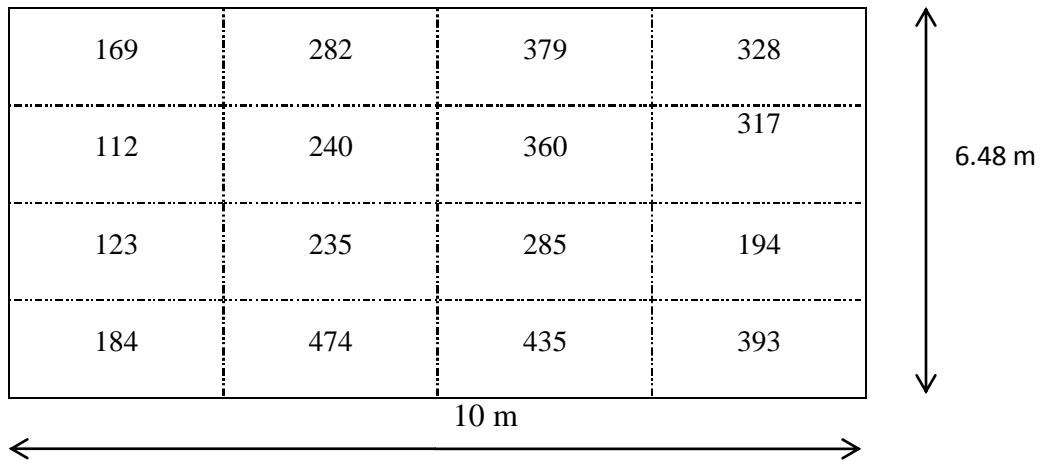
Altura de montaje de las luminarias: 2.75m medidos desde el piso.

Calculado el número mínimo de puntos de medición a partir del valor del índice de local aplicable al interior analizado.

$$I = \frac{10 * 6.48}{2.75 * (10 + 6.48)} = 2$$

Número mínimo de puntos de medición=  $(2*2)^2 = 16$  puntos de medición.

Croquis aproximado del local, con la cuadrícula de puntos de medición que cubre toda la zona analizada.



Se obtiene la iluminancia media (E Media), que es promedio de los valores obtenidos en la medición.

$$E_{Media} = \frac{169 + 282 + 379 + 328 + 112 + 240 + 360 + 317 + 123 + 235 + 285 + 194 + 184 + 474 + 435 + 393}{16}$$

E Media= 278 Lux

Obtenida la iluminancia media, se procede a verificar el resultado obtenido con la norma europea sobre iluminación de interiores UNE 12464.1 se busca el local y tarea visual, en nuestro caso aulas de clases nocturnas donde exige el valor mínimo de servicio de iluminación es de 500 lux y el promedio de iluminación obtenida (E Media) es de 278 lux, por lo que no cumple con la norma utilizada.

Se procede a verificar la uniformidad de la iluminancia según la norma europea UNE 12464.1 es de 0,7% que es la relación entre E media / E mínima de la norma, la uniformidad por debajo del 0,65% son considerados como malos

Los datos son:

$$U = \frac{278 \text{ lux}}{500 \text{ lux}} = 0,5\%$$

$$0,7 \geq 0,5$$

El resultado de la relación, nos indica que la uniformidad no se ajusta a la norma utilizada.

**Aula 13:** Clases nocturnas, las dimensiones del punto de medición del aula son las siguientes:

Datos:

Largo: 6.50m

Ancho: 6.90m

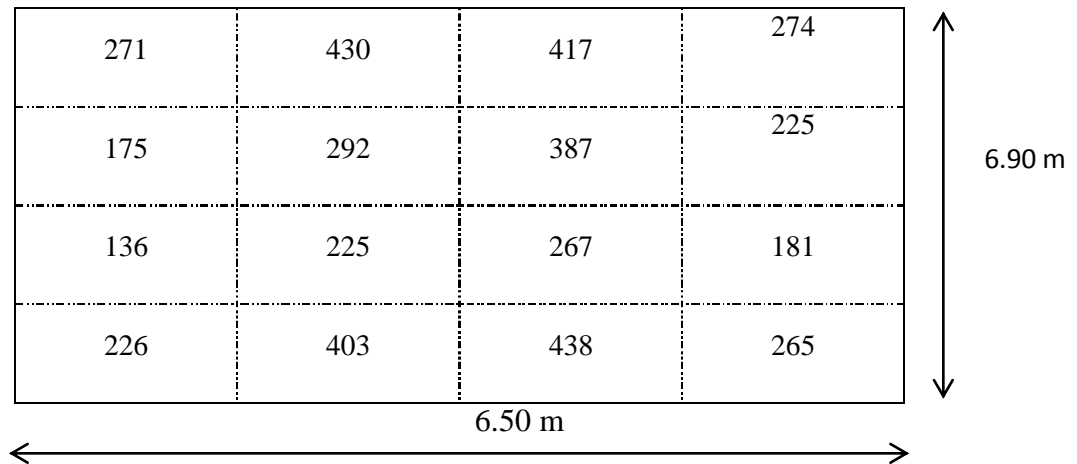
Altura de montaje de las luminarias: 2.75m medidos desde el piso.

Calculado el número mínimo de puntos de medición a partir del valor del índice de local aplicable al interior analizado.

$$I = \frac{10 * 6.90}{2.75 * (10 + 6.90)} = 2$$

Número mínimo de puntos de medición=  $(2*2)^2=16$  puntos de medición.

Croquis aproximado del local, con la cuadrícula de puntos de medición que cubre toda la zona analizada



Se obtiene la iluminancia media (E Media), que es promedio de los valores obtenidos en la medición.

$$E_{Media} = \frac{271 + 430 + 417 + 274 + 175 + 292 + 387 + 225 + 136 + 225 + 267 + 181 + 226 + 403 + 438 + 265}{16}$$

E Media= 288 Lux

Obtenida la iluminancia media, se procede a verificar el resultado obtenido con la norma europea sobre iluminación de interiores UNE 12464.1 se busca el local y tarea visual, en nuestro caso aulas de clases nocturnas donde exige el valor mínimo de servicio de iluminación es de 500 lux y el promedio de iluminación obtenida (E Media) es de 288 lux, por lo que no cumple con la norma utilizada.

Se procede a verificar la uniformidad de la iluminancia según la norma europea UNE 12464.1 es de 0,7% que es la relación entre E media / E mínima de la norma, la uniformidad por debajo del 0,65% son considerados como malos

Los datos son:

$$U = \frac{362.5 \text{ lux}}{500 \text{ lux}} = 0,57\%$$

$$0,7 \geq 0,57$$

El resultado de la relación, nos indica que la uniformidad no se ajusta a la norma utilizada.

**Aula 14:** Clases nocturnas, las dimensiones del punto de medición del aula son las siguientes:

Datos:

Largo: 8.20m

Ancho: 7.20m

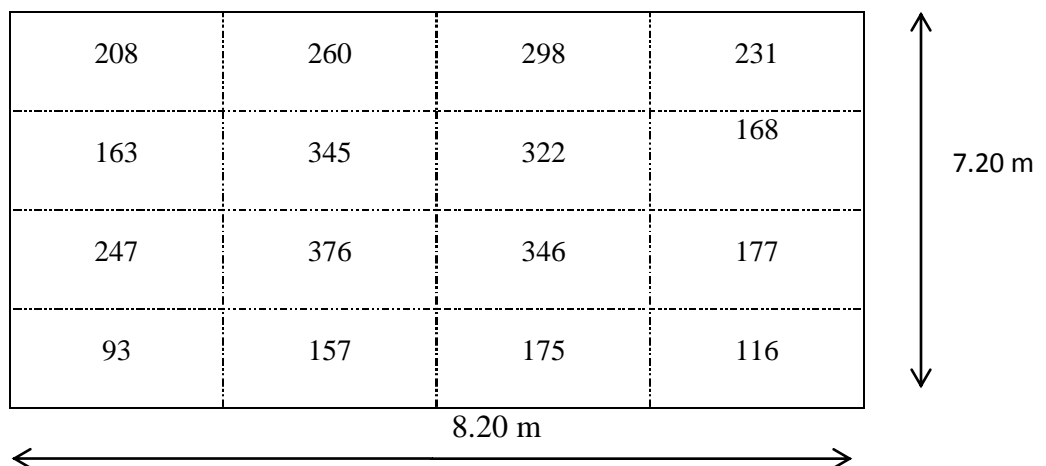
Altura de montaje de las luminarias: 2.75m medidos desde el piso.

Calculado el número mínimo de puntos de medición a partir del valor del índice de local aplicable al interior analizado.

$$I = \frac{8.20 * 7.20}{2.75 * (8.20 + 7.20)} = 2$$

Número mínimo de puntos de medición=  $(2*2)^2 = 16$  puntos de medición.

Croquis aproximado del local, con la cuadrícula de puntos de medición que cubre toda la zona analizada.



Se obtiene la iluminancia media (E Media), que es promedio de los valores obtenidos en la medición.

$$E_{Media} = \frac{208 + 260 + 298 + 231 + 163 + 345 + 322 + 168 + 247 + 376 + 346 + 177 + 93 + 157 + 175 + 116}{16}$$

E Media= 230 Lux

Obtenida la iluminancia media, se procede a verificar el resultado obtenido con la norma europea sobre iluminación de interiores UNE 12464.1 se busca el local y tarea visual, en nuestro caso aulas de clases nocturnas donde exige el valor mínimo de servicio de iluminación es de 500 lux y el promedio de iluminación obtenida (E Media) es de 230 lux, por lo que no cumple con la norma utilizada.

Se procede a verificar la uniformidad de la iluminancia según la norma europea UNE 12464.1 es de 0,7% que es la relación entre E media / E mínima de la norma, la uniformidad por debajo del 0,65% son considerados como malos

Los datos son:

$$U = \frac{230 \text{ lux}}{500 \text{ lux}} = 0,46\%$$

$$0,7 \geq 0,46$$

El resultado de la relación, nos indica que la uniformidad no se ajusta a la norma utilizada.

**Aula 15:** Clases nocturnas, las dimensiones del punto de medición del aula son las siguientes:

Datos:

Largo: 9.50m

Ancho: 6.90m

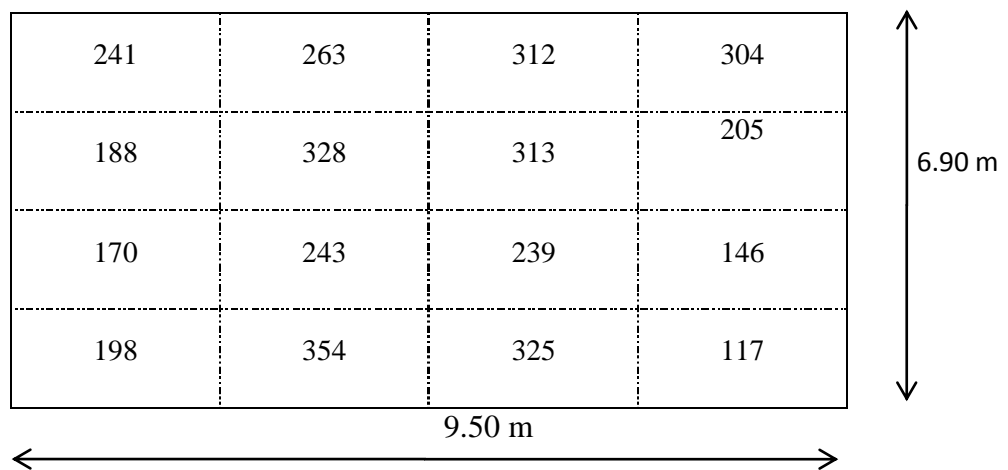
Altura de montaje de las luminarias: 2.75m medidos desde el piso.

Calculado el número mínimo de puntos de medición a partir del valor del índice de local aplicable al interior analizado.

$$I = \frac{9.50 * 6.90}{2.75 * (9.50 + 6.90)} = 2$$

Número mínimo de puntos de medición=  $(2*2)^2 = 16$  puntos de medición.

Croquis aproximado del local, con la cuadrícula de puntos de medición que cubre toda la zona analizada.



Se obtiene la iluminancia media (E Media), que es promedio de los valores obtenidos en la medición.

$$E_{Media} = \frac{241 + 263 + 312 + 304 + 188 + 328 + 313 + 205 + 170 + 243 + 239 + 146 + 198 + 354 + 325 + 117}{16}$$

E Media= 247 Lux

Obtenida la iluminancia media, se procede a verificar el resultado obtenido con la norma europea sobre iluminación de interiores UNE 12464.1 se busca el local y tarea visual, en nuestro caso aulas de clases nocturnas donde exige el valor mínimo de servicio de iluminación es de 500 lux y el promedio de iluminación obtenida (E Media) es de 247 lux, por lo que no cumple con la norma utilizada.

Se procede a verificar la uniformidad de la iluminancia según la norma europea UNE 12464.1 es de 0,7% que es la relación entre E media / E mínima de la norma, la uniformidad por debajo del 0,65% son considerados como malos

Los datos son:

$$U = \frac{247 \text{ lux}}{500 \text{ lux}} = 0,49\%$$

$$0,7 \geq 0,49$$

El resultado de la relación, nos indica que la uniformidad no se ajusta a la norma utilizada.

**Aula 16:** Clases nocturnas, las dimensiones del punto de medición del aula son las siguientes:

Datos:

Largo: 10m

Ancho: 6.28m

Altura de montaje de las luminarias: 2.75m medidos desde el piso.

Calculado el número mínimo de puntos de medición a partir del valor del índice de local aplicable al interior analizado.

$$I = \frac{10 * 6.28}{2.75 * (10 + 6.28)} = 2$$

Número mínimo de puntos de medición=  $(2*2)^2 = 16$  puntos de medición.

Croquis aproximado del local, con la cuadrícula de puntos de medición que cubre toda la zona analizada.

338	382	432	287
200	271	362	202
163	263	292	175
348	489	435	241

10 m

6.28 m

Se obtiene la iluminancia media (E Media), que es promedio de los valores obtenidos en la medición.

$$E_{Media} = \frac{338 + 382 + 432 + 287 + 200 + 271 + 362 + 202 + 163 + 263 + 292 + 175 + 348 + 489 + 435 + 241}{16}$$

E Media= 305 Lux

Obtenida la iluminancia media, se procede a verificar el resultado obtenido con la norma europea sobre iluminación de interiores UNE 12464.1 se busca el local y tarea visual, en nuestro caso aulas de clases nocturnas donde exige el valor mínimo de servicio de iluminación es de 500 lux y el promedio de iluminación obtenida (E Media) es de 305 lux, por lo que no cumple con la norma utilizada.

Se procede a verificar la uniformidad de la iluminancia según la norma europea UNE 12464.1 es de 0,7% que es la relación entre E media / E mínima de la norma, la uniformidad por debajo del 0,65% son considerados como malos

Los datos son:

$$U = \frac{305 \text{ lux}}{500 \text{ lux}} = 0,6\%$$

$$0,7 \geq 0,6$$

El resultado de la relación, nos indica que la uniformidad no se ajusta a la norma utilizada.

**Aula 17:** Clases nocturnas, las dimensiones del punto de medición del aula son las siguientes:

Datos:

Largo: 10m

Ancho: 6.28m

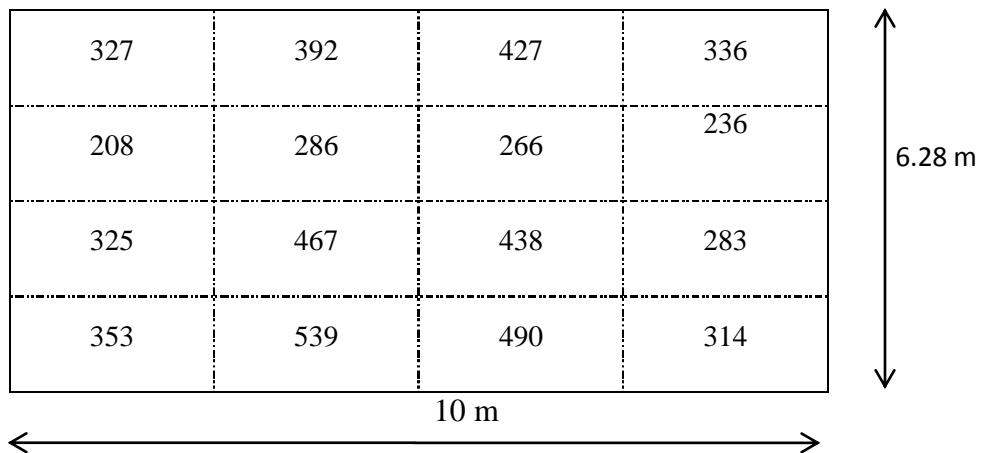
Altura de montaje de las luminarias: 2.75m medidos desde el piso.

Calculado el número mínimo de puntos de medición a partir del valor del índice de local aplicable al interior analizado.

$$I = \frac{10 * 6.28}{2.75 * (10 + 6.28)} = 2$$

Número mínimo de puntos de medición=  $(2*2)^2 = 16$  puntos de medición.

Croquis aproximado del local, con la cuadrícula de puntos de medición que cubre toda la zona analizada.



Se obtiene la iluminancia media ( $E_{Media}$ ), que es promedio de los valores obtenidos en la medición.

$$E_{Media} = \frac{327 + 392 + 427 + 336 + 208 + 286 + 266 + 236 + 325 + 467 + 438 + 283 + 353 + 539 + 490 + 314}{16}$$

E Media= 355 Lux

Obtenida la iluminancia media, se procede a verificar el resultado obtenido con la norma europea sobre iluminación de interiores UNE 12464.1 se busca el local y tarea visual, en nuestro caso aulas de clases nocturnas donde exige el valor mínimo de servicio de iluminación es de 500 lux y el promedio de iluminación obtenida (E Media) es de 355 lux, por lo que no cumple con la norma utilizada.

Se procede a verificar la uniformidad de la iluminancia según la norma europea UNE 12464.1 es de 0,7% que es la relación entre E media / E mínima de la norma, la uniformidad por debajo del 0,65% son considerados como malos

Los datos son:

$$U = \frac{355 \text{ lux}}{500 \text{ lux}} = 0,7\%$$

$$0,7 \geq 0,7$$

El resultado de la relación, nos indica que la uniformidad se ajusta ala norma utilizada.

**Aula 18:** Clases nocturnas, las dimensiones del punto de medición del aula son las siguientes:

Largo: 10m

Ancho: 6.28m

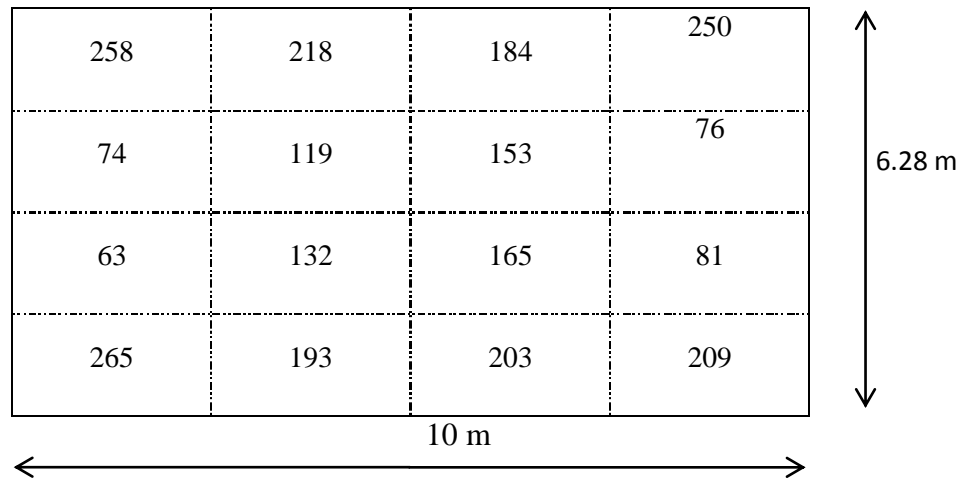
Altura de montaje de las luminarias: 2.75m medidos desde el piso.

Calculado el número mínimo de puntos de medición a partir del valor del índice de local aplicable al interior analizado.

$$I = \frac{10 * 6.28}{2.75 * (10 + 6.28)} = 2$$

Número mínimo de puntos de medición=  $(2*2)^2=16$  puntos de medición.

Croquis aproximado del local, con la cuadrícula de puntos de medición que cubre toda la zona analizada.



Se obtiene la iluminancia media (E Media), que es promedio de los valores obtenidos en la medición.

$$E_{Media} = \frac{258 + 218 + 184 + 250 + 74 + 119 + 153 + 76 + 63 + 132 + 165 + 81 + 265 + 193 + 203 + 209}{16}$$

E Media= 165 Lux

Obtenida la iluminancia media, se procede a verificar el resultado obtenido con la norma europea sobre iluminación de interiores UNE 12464.1 se busca el local y tarea visual, en nuestro caso aulas de clases nocturnas donde exige el valor mínimo de servicio de iluminación es de 500 lux y el promedio de iluminación obtenida (E Media) es de 165 lux, por lo que no cumple con la norma utilizada.

Se procede a verificar la uniformidad de la iluminancia según la norma europea UNE 12464.1 es de 0,7% que es la relación entre E media / E mínima de la norma, la uniformidad por debajo del 0,65% son considerados como malos

Los datos son:

$$U = \frac{165 \text{ lux}}{500 \text{ lux}} = 0,3\%$$

$$0,7 \geq 0,3$$

El resultado de la relación, nos indica que la uniformidad no se ajusta a la norma utilizada.

**Aula 19:** Clases nocturnas, las dimensiones del punto de medición del aula son las siguientes:

Datos:

Largo: 10m

Ancho: 6.28m

Altura de montaje de las luminarias: 2.75m medidos desde el piso.

Calculado el número mínimo de puntos de medición a partir del valor del índice de local aplicable al interior analizado.

$$I = \frac{10 * 6.28}{2.75 * (10 + 6.28)} = 2$$

Número mínimo de puntos de medición=  $(2*2)^2 = 16$  puntos de medición.

Croquis aproximado del local, con la cuadrícula de puntos de medición que cubre toda la zona analizada.

269	474	443	341
170	297	318	239
145	240	234	165
211	408	281	143

10 m

6.28 m

Se obtiene la iluminancia media (E Media), que es promedio de los valores obtenidos en la medición.

$$E_{Media} = \frac{269 + 474 + 443 + 341 + 170 + 297 + 318 + 239 + 145 + 240 + 234 + 165 + 211 + 408 + 281 + 143}{16}$$

E Media= 274 Lux

Obtenida la iluminancia media, se procede a verificar el resultado obtenido con la norma europea sobre iluminación de interiores UNE 12464.1 se busca el local y tarea visual, en nuestro caso aulas de clases nocturnas donde exige el valor mínimo de servicio de iluminación es de 500 lux y el promedio de iluminación obtenida (E Media) es de 274 lux, por lo que no cumple con la norma utilizada.

Se procede a verificar la uniformidad de la iluminancia según la norma europea UNE 12464.1 es de 0,7% que es la relación entre E media / E mínima de la norma, la uniformidad por debajo del 0,65% son considerados como malos

Los datos son:

$$U = \frac{274 \text{ lux}}{500 \text{ lux}} = 0,54\%$$

$$0,7 \geq 0,54$$

El resultado de la relación, nos indica que la uniformidad se ajusta ala norma utilizada.

**Aula 21:** Clases nocturnas, las dimensiones del punto de medición del aula son las siguientes:

Datos:

Largo: 10m

Ancho: 6.28m

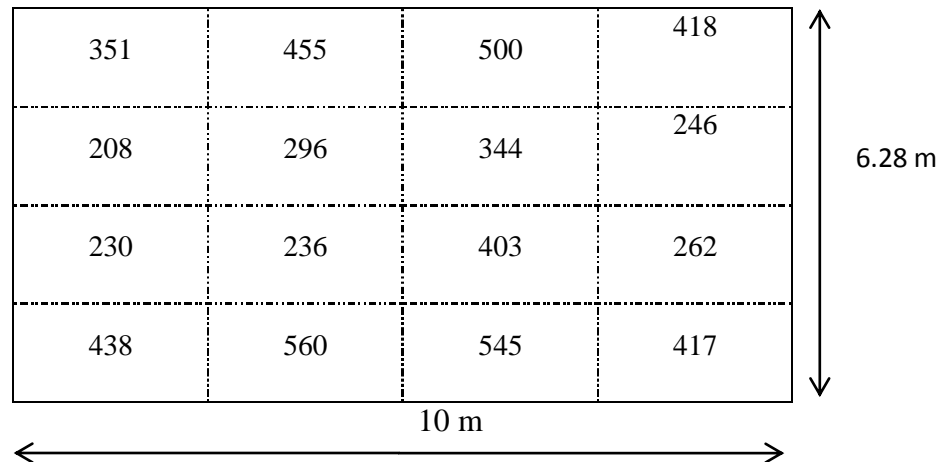
Altura de montaje de las luminarias: 2.75m medidos desde el piso.

Calculado el número mínimo de puntos de medición a partir del valor del índice de local aplicable al interior analizado.

$$I = \frac{10 * 6.28}{2.75 * (10 + 6.28)} = 2$$

Número mínimo de puntos de medición=  $(2*2)^2 = 16$  puntos de medición.

Croquis aproximado del local, con la cuadrícula de puntos de medición que cubre toda la zona analizada.



Se obtiene la iluminancia media (E Media), que es promedio de los valores obtenidos en la medición.

$$E_{Media} = \frac{351 + 455 + 500 + 418 + 208 + 296 + 344 + 246 + 230 + 236 + 403 + 262 + 438 + 560 + 545 + 417}{16}$$

E Media= 369 Lux

Obtenida la iluminancia media, se procede a verificar el resultado obtenido con la norma europea sobre iluminación de interiores UNE 12464.1 se busca el local y tarea visual, en nuestro caso aulas de clases nocturnas donde exige el valor mínimo de servicio de iluminación es de 500 lux y el promedio de iluminación obtenida (E Media) es de 369 lux, por lo que no cumple con la norma utilizada.

Se procede a verificar la uniformidad de la iluminancia según la norma europea UNE 12464.1 es de 0,7% que es la relación entre E media / E mínima de la norma, la uniformidad por debajo del 0,65% son considerados como malos

Los datos son:

$$U = \frac{369 \text{ lux}}{500 \text{ lux}} = 0,7\%$$

$$0,7 \geq 0,7$$

El resultado de la relación, nos indica que la uniformidad se ajusta ala norma utilizada.

**Aula 22:** Clases nocturnas, las dimensiones del punto de medición del aula son las siguientes:

Datos:

Largo: 10m

Ancho: 6.28m

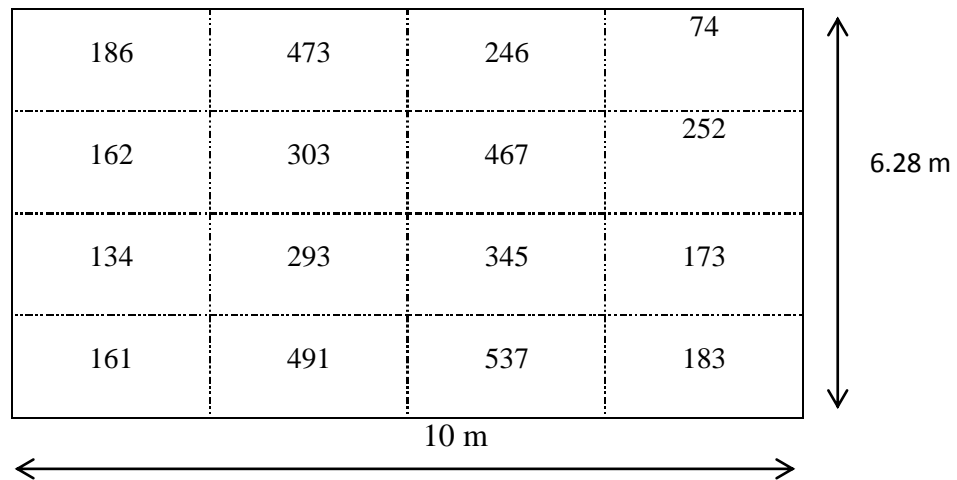
Altura de montaje de las luminarias: 2.75m medidos desde el piso.

Calculado el número mínimo de puntos de medición a partir del valor del índice de local aplicable al interior analizado.

$$I = \frac{10 * 6.28}{2.75 * (10 + 6.28)} = 2$$

Número mínimo de puntos de medición=  $(2*2)^2 = 16$  puntos de medición.

Croquis aproximado del local, con la cuadrícula de puntos de medición que cubre toda la zona analizada.



Se obtiene la iluminancia media (E Media), que es promedio de los valores obtenidos en la medición.

$$E_{Media} = \frac{186 + 473 + 246 + 74 + 162 + 303 + 467 + 252 + 134 + 293 + 345 + 173 + 161 + 491 + 537 + 183}{16}$$

E Media= 280 Lux

Obtenida la iluminancia media, se procede a verificar el resultado obtenido con la norma europea sobre iluminación de interiores UNE 12464.1 se busca el local y tarea visual, en nuestro caso aulas de clases nocturnas donde exige el valor mínimo de servicio de iluminación es de 500 lux y el promedio de iluminación obtenida (E Media) es de 280 lux, por lo que no cumple con la norma utilizada.

Se procede a verificar la uniformidad de la iluminancia según la norma europea UNE 12464.1 es de 0,7% que es la relación entre E media / E mínima de la norma, la uniformidad por debajo del 0,65% son considerados como malos

Los datos son:

$$U = \frac{280 \text{ lux}}{500 \text{ lux}} = 0,56\%$$

$$0,7 \geq 0,56$$

El resultado de la relación, nos indica que la uniformidad no se ajusta a la norma utilizada.

**Aula 23:** Clases nocturnas, las dimensiones del punto de medición del aula son las siguientes:

Datos:

Largo: 9.50

Ancho: 7.48m

Altura de montaje de las luminarias: 2.75m medidos desde el piso.

Calculado el número mínimo de puntos de medición a partir del valor del índice de local aplicable al interior analizado.

$$I = \frac{9.50 * 7.48}{2.75 * (9.50 + 7.48)} = 2$$

Número mínimo de puntos de medición=  $(2*2)^2 = 16$  puntos de medición.

Croquis aproximado del local, con la cuadrícula de puntos de medición que cubre toda la zona analizada.

300	215	330	295
194	207	224	196
296	413	383	294
276	326	292	250

10 m

6.28 m

Se obtiene la iluminancia media (E Media), que es promedio de los valores obtenidos en la medición.

$$E_{Media} = \frac{300 + 215 + 330 + 295 + 194 + 207 + 224 + 196 + 296 + 413 + 383 + 294 + 276 + 326 + 292 + 250}{16}$$

E Media= 281 Lux

Obtenida la iluminancia media, se procede a verificar el resultado obtenido con la norma europea sobre iluminación de interiores UNE 12464.1 se busca el local y tarea visual, en nuestro caso aulas de clases nocturnas donde exige el valor mínimo de servicio de iluminación es de 500 lux y el promedio de iluminación obtenida (E Media) es de 281 lux, por lo que no cumple con la norma utilizada.

Se procede a verificar la uniformidad de la iluminancia según la norma europea UNE 12464.1 es de 0,7% que es la relación entre E media / E mínima de la norma, la uniformidad por debajo del 0,65% son considerados como malos

Los datos son:

$$U = \frac{281 \text{ lux}}{500 \text{ lux}} = 0,56\%$$

$$0,7 \geq 0,56$$

El resultado de la relación, nos indica que la uniformidad no se ajusta ala norma utilizada.

**Aula 24:** Clases nocturnas, las dimensiones del punto de medición del aula son las siguientes:

Datos:

Largo: 9.50m

Ancho: 6.05m

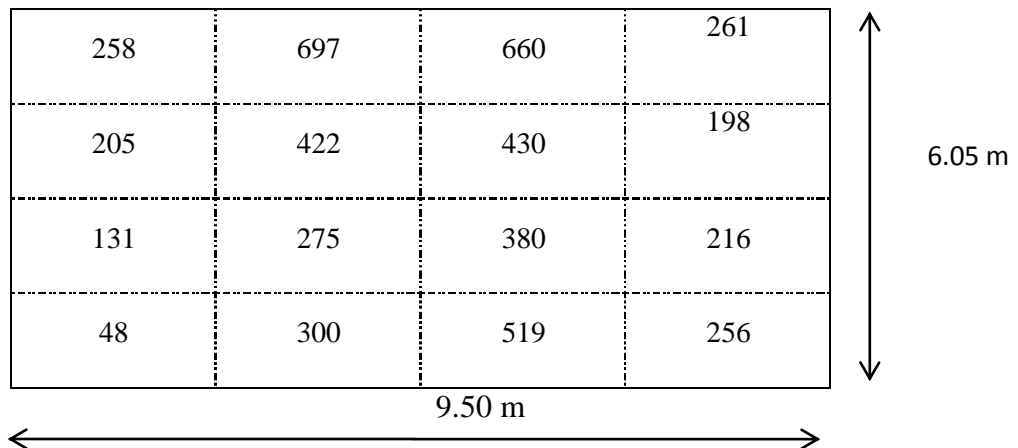
Altura de montaje de las luminarias: 2.75m medidos desde el piso.

Calculado el número mínimo de puntos de medición a partir del valor del índice de local aplicable al interior analizado.

$$I = \frac{9.50 * 6.05}{2.75 * (9.50 + 6.05)} = 2$$

Número mínimo de puntos de medición=  $(2*2)^2 = 16$  puntos de medición.

Croquis aproximado del local, con la cuadrícula de puntos de medición que cubre toda la zona analizada.



Se obtiene la iluminancia media (E Media), que es promedio de los valores obtenidos en la medición.

$$E_{Media} = \frac{258 + 679 + 660 + 261 + 205 + 422 + 430 + 198 + 131 + 275 + 380 + 216 + 48 + 300 + 519 + 256}{16}$$

E Media= 327 Lux

Obtenida la iluminancia media, se procede a verificar el resultado obtenido con la norma europea sobre iluminación de interiores UNE 12464.1 se busca el local y tarea visual, en nuestro caso aulas de clases nocturnas donde exige el valor mínimo de servicio de iluminación es de 500 lux y el promedio de iluminación obtenida (E Media) es de 327 lux, por lo que no cumple con la norma utilizada.

Se procede a verificar la uniformidad de la iluminancia según la norma europea UNE 12464.1 es de 0,7% que es la relación entre E media / E mínima de la norma, la uniformidad por debajo del 0,65% son considerados como malos. Los datos son:

$$U = \frac{327 \text{ lux}}{500 \text{ lux}} = 0,65\%$$

$$0,7 \geq 0,65$$

El resultado de la relación, nos indica que la uniformidad se ajusta ala norma utilizada.

**Aula 25:** Clases nocturnas, las dimensiones del punto de medición del aula son las siguientes:

Datos:

Largo: 10m

Ancho: 6.28m

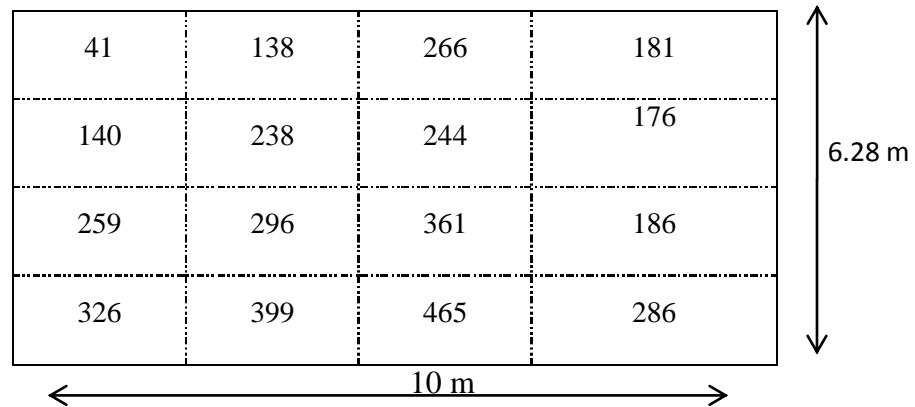
Altura de montaje de las luminarias: 2.75m medidos desde el piso.

Calculado el número mínimo de puntos de medición a partir del valor del índice de local aplicable al interior analizado.

$$I = \frac{10 * 6.28}{2.75 * (10 + 6.28)} = 2$$

Número mínimo de puntos de medición=  $(2*2)^2 = 16$  puntos de medición.

Croquis aproximado del local, con la cuadrícula de puntos de medición que cubre toda la zona analizada.



Se obtiene la iluminancia media (E Media), que es promedio de los valores obtenidos en la medición.

$$E_{Media} = \frac{41 + 138 + 266 + 181 + 140 + 238 + 244 + 176 + 259 + 296 + 361 + 186 + 326 + 399 + 465 + 286}{16}$$

E Media= 250 Lux

Obtenida la iluminancia media, se procede a verificar el resultado obtenido con la norma europea sobre iluminación de interiores UNE 12464.1 se busca el local y tarea visual, en nuestro caso aulas de clases nocturnas donde exige el valor mínimo de servicio de iluminación es de 500 lux y el promedio de iluminación obtenida (E Media) es de 250 lux, por lo que no cumple con la norma utilizada.

Se procede a verificar la uniformidad de la iluminancia según la norma europea UNE 12464.1 es de 0,7% que es la relación entre E media / E mínima de la norma, la uniformidad por debajo del 0,65% son considerados como malos

Los datos son:  $U = \frac{250 \text{ lux}}{500 \text{ lux}} = 0,5\%$

$0,7 \geq 0,5$

El resultado de la relación, nos indica que la uniformidad no se ajusta a la norma utilizada.

<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>		
<b>Situación actual de lámparas</b>		
<b>Fecha:</b> 22-24-25 octubre-2012	<b>Hora:</b> 21:00 hrs. hasta 23:00 hrs.	<b>Responsable:</b> Bermeo C. – Granda L.
<b>N° aula</b>	<b>Lámparas funcionando</b>	<b>Lámparas quemadas</b>
1	27	0
2	27	0
3	24	3
4	27	0
5	24	3
6	21	6
7	27	0
8	26	1
9	22	5
10	26	1
11	22	5
12	24	3
13	25	2
14	25	2
15	23	4
16	25	2
17	27	0
18	14	13
19	24	3
21	26	1
22	20	7
23	20	7
24	27	0
25	22	5

Tabla N° 24 Situación actual de lámparas  
Fuente: Bermeo Christian – Granda Luis

<b>PROTOCOLO PARA MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN EN EL AMBIENTE LABORAL</b>		
<b>Razón Social :</b> Centro de Educación Superior Universidad Técnica de Cotopaxi		<b>Dirección:</b> Parroquia Eloy Alfaro
<b>Localidad:</b> San Felipe	<b>Horario de clases:</b> 17 horas a 22 horas en todas las Aulas de la Universidad Técnica de Cotopaxi	<b>Provincia:</b> Cotopaxi
<b>DATOS DE LA MEDICIÓN</b>		
Marca modelo y número de serie del instrumento utilizado: <b>Visible Light Card Datalogger 061261</b>		
Fecha de calibración del instrumento utilizado en la medición: <b>Septiembre 13 del 2012</b>		
Metodología utilizada en la medición: <b>Se utilizo el método de la grilla o cuadrícula</b>		
Fechas de la medición: <b>22-24-25 de octubre del 2012</b>	Hora de Inicio: <b>21hs</b>	Hora de Finalización: <b>23hs</b>
Condiciones atmosféricas : <b>Aulas vacías temperatura ambiente 15°C, área de medición 62.8 m<sup>2</sup></b>		
Documentación que se adjuntara a la medición: <b>Certificado de calibración y plano del establecimiento</b>		
<b>Observaciones:</b> Se realizó la medición con las aulas vacías para la estabilización de la energía eléctrica y no provoque sombras los estudiantes en las mismas en el horario nocturno para obtener una verdadera situación del nivel de iluminación en las aulas del bloque B de la Universidad Técnica de Cotopaxi.		

Tabla N° 25 Medición de iluminación en el ambiente laboral  
Fuente: Christian Bermeo – Luis Granda

## 2.7 Conclusiones

- La mayor parte de los estudiantes tienen la oportunidad de seguirse formando como profesionales en este horario ya que en el día trabajan y se exponen a la iluminación artificial sin mayor preocupación al estado que se encuentran las aulas.
- Al realizar el estudio de iluminación en las aulas en la mayoría de ellas no cumple con lo estipulado en la norma siendo la iluminación media de 500 lux en aulas para clases nocturnas y educación de adultos.
- La iluminación en las aulas deben brindar las mejores condiciones de confort buen ambiente de estudio, por lo que algunas de ellas no brindan por el estado en que se encuentran las lámparas, están quemadas o en mal funcionamiento.
- Llegando a ver la situación en que se encuentran las aulas no están dotadas de elementos que ayuden a disminuir molestias en cuento a reflejos ocasionados por los vidrios de las ventanas.
- La mala o inadecuada iluminación hace que a los estudiantes presenten molestias visuales provocadas por el deterioro de las lámparas produciendo cansancio, fatiga ocular y mental
- Los estudiantes mencionan que al mirar desde la parte posterior del aula no se puede observar de manera clara lo descrito en la pizarra, esto es ocasionado por los reflejos de la iluminación en la pizarra.
- La iluminación en las aulas pese a no estar cumpliendo con la iluminancia media de 500 luxes no presentan sombras molestas por contar con una iluminación aparente a la luz natural (luz del día).
- En la actualidad las lámparas y laminarias requieren de un mantenimiento para que puedan iluminar de manera eficiente puesto que no se les ha

realizado alguna limpieza peor un cambio de fluorescentes ocasionando molestias en los estudiantes y docentes que utilizan estas aulas.

- En las aulas de la Universidad Técnica de Cotopaxi no existe un ambiente confortable para realizar actividades de aprendizaje puesto que requiere de cambios para mejorar el confort que actualmente existe en las aulas.

## **2.8 Recomendaciones**

- Preocuparse de seguir formando profesionales de éxito brindando las comodidades necesarias para el desarrollo de actividades educativas de esta manera garantizar el nivel de educación y prestigio de la infraestructura con la que se cuenta.
- Revisar el nivel de iluminación periódicamente de una manera que no afecte a las actividades diarias realizando de acuerdo al cronograma de mantenimiento de la infraestructura universitaria.
- Contar con en bodega con un stock de tubos fluorescentes con las mismas características, temperatura de color su flujo luminoso que en caso de alguna anomalía con la iluminación se pueda disponer de una manera rápida y oportuna para garantizar una correcta iluminación.
- Se recomienda la dotación de persianas para cada una de las aulas del bloque B con lo se elimina los reflejos ocasionados por los vidrios de las ventanas aumentando la concentración de los estudiantes en el aprendizaje.
- Mantener la iluminación media para responder a las exigencias establecidas en las normas de iluminación de interiores con lo que desaparecerá las molestias visuales de una manera general.
- Seguir la guía de mantenimiento realizada para disminuir de manera notable el deterioro de las luminarias mediante los trabajos de mantenimiento y limpieza de los elementos de iluminación.

## **CAPITULO III**

### **PROPUESTA**

#### **PLAN DE MEJORAS EN FUNCIÓN DE LOS HALLAZGOS ENCONTRADOS EN EL ESTUDIO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN DE LAS AULAS DEL BLOQUE B DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

##### **Tema**

“Estudio técnico de iluminación en las aulas del bloque B de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el periodo 2011-2012”

##### **Datos informativos**

Institución: Universidad Técnica de Cotopaxi

Beneficiarios: Matutino: 763; Vespertino: 51; Nocturno: 764

Sector: Institución pública

Ubicación: Provincia de Cotopaxi-Cantón Latacunga

Tiempo estimado: Inicio: marzo del 2012 Fin: Marzo del 2013

Equipo investigador: Bermeo Montesdeoca Christian Ricardo; Granda Cando Luis Eduardo

### **3.1 Introducción**

Los edificios, tanto en su conjunto como para cada uno de sus componentes, deben tener un uso y un mantenimiento adecuados. Por esta razón, las autoridades y asociación de empleados deben conocer las características generales del edificio y sus diferentes partes.

Es preciso evitar riesgos que puedan afectar a todos los que laboran en este lugar los edificios a medida que envejecen presentan peligros. Por cuanto a los resultados obtenidos en el estudio de la iluminación se encuentra con diferentes falencias las cuales de una u otras forma afectan a los estudiantes y docentes en tener una estabilidad agradable en cuanto a la iluminación y los elementos que ayudan a tener un ambiente adecuado.

Un edificio bien conservado dura más, envejece más dignamente y permite disfrutarlo más años sin peligros con mayor seguridad. Al mismo tiempo, con un mantenimiento periódico, se evitan los fuertes gastos que habría que efectuar si de repente fuera necesario hacer reparaciones importantes originadas por un pequeño problema que se haya ido agravando con el tiempo.

El buen funcionamiento de las luminarias, instalaciones permite un importante ahorro energético. En estas condiciones, lámparas que funcionan bien consumen adecuada energía y con ello se colabora a la conservación del medio ambiente.

Un edificio será confortable si es posible contar con las máximas prestaciones de todas sus partes e instalaciones como en este caso son las persianas o cortinas, lo cual mejora el ambiente.

Es por eso que se recopila las fortalezas y debilidades detectadas en el estudio y se identifican las partes que se quiere mejora en cada una de las aulas para realizar un plan de mejoras el cual ayudara a tener un documento en el que estará detallado las mejoras a efectuar para obtener aulas con iluminación estable y un ambiente agradable.

### **3.2 Justificación**

La iluminación es indispensable para realización de actividades tanto en el día como en la noche y trajo la posibilidad a las instituciones de estar adecuadamente iluminadas sin depender de sus formas y dimensiones.

Para realizar todas esas actividades se requiere de una iluminación estable para fortalecer el buen uso de la iluminación artificial existente en las aulas es oportuno crear una propuesta con alternativas de solución con una mirada subjetiva tomando como eje el desarrollo de plan de mejoras la falta de presupuesto como la inexistencia de un plan de mantenimiento que ayude a garantizar la uniformidad lumínica esto justifica un proyecto técnico en la elaboración del plan de mejoras en función del mantenimiento que será de beneficio para la universidad y población que ahí laboran.

Con la puesta en marcha del plan de mejoras las autoridades conocerán la importancia de realizar un mantenimiento el cual ayudara a alargar su vida útil de funcionamiento siempre y cuando realizando el mantenimiento adecuado ya sea este semestral o anual cumpliendo con estos mantenimientos se tendrá un ahorro de energía y en si su valor consumido por kv/h.

### **3.3 Objetivo general**

Mejorar las condiciones de las aulas del bloque B de la Universidad Técnica de Cotopaxi realizando el plan de mejoras para el adecuado funcionamiento de la iluminación artificial en las aulas del bloque B.

#### **3.3.1Objetivos Específicos**

- Mejorar las condiciones de iluminación para las personas que trabajan y estudian en este bloque B.
- Mantener las aulas en condiciones agradables.
- Proporcionar un plan de mejoras para el sistema de iluminación artificial de las aulas del bloque B.

### **3.4 Análisis de factibilidad**

#### **3.4.1 Impacto social**

La universidad mediante este plan de mejoras en función del mantenimiento acoge este tipo de proyectos ya que es para un mejoramiento de la universidad, este tipo de

proyectos son factibles ya que por este momento la universidad no cuenta con instrumentos para la realización de medición de iluminación por lo que estos equipos fueron adquiridos gracias a la predisposición de los estudiantes que realizaron este proyecto ayudando al desarrollo tecnológico por cuanto estos equipos serán donados a la universidad en especial al laboratorio de ingeniería industrial con esto mejorar el aprendizaje de los estudiantes.

#### **3.4.2 Impacto sociológico**

La aplicación de la propuesta permitirá el desarrollo de la universidad técnica de Cotopaxi en el ambiente social debido a que cada uno de los estudiantes tendrá una guía y un instrumento de medición (luxómetro) que les ayudara a mejorar su aprendizaje y ser profesionales de éxito.

#### **3.4.3 Impacto económico**

Una universidad que cuente con un plan o guía de mantenimiento promueve la economía en toda la universidad ya que teniendo una iluminación estable adecuada con fluorescentes que ayuden a un ahorro energético gastara menos energía que es primordial para el desarrollo de la universidad.

#### **3.4.4. Legal**

La elaboración del plan de mejoras en función del mantenimiento cumplirá con las leyes y normas vigentes en el país, decretos ejecutivos aplicables en el territorio ecuatoriano y su correcta utilización.

### **3.5 Identificar el área de mejora**

La Universidad Técnica de Cotopaxi es una institución que brinda a todos un sistema de enseñanza y educación para jóvenes como adultos mediante una constante lucha para alcanzar un desarrollo en infraestructura, tecnología y así formar profesionales de alto nivel.

A lo largo del tiempo que esta institución presta su servicio, sus instalaciones requieren de un mantenimiento, la iluminación en las aulas va deteriorándose por el constante uso no están cumpliendo con los requerimientos establecidos según el Decreto Ejecutivo 2393 vigente en Ecuador y la Norma Europea 12461 de iluminación de interiores además se ha detectado que las lámparas instaladas en algunas luminarias se encuentran obsoletas y otras que al momento de encendido origina ruido durante el tiempo que están encendidas produciendo un consumo de energía más de lo establecido en cada lámpara.

<b>FORTALEZA</b>	<b>DEBILIDAD</b>	<b>MEJORA</b>
<b>Sistema de iluminación adecuado</b>	Falta de mantenimiento de luminarias	Plan de mantenimiento
<b>Luminarias eficientes</b>	Lámparas de diferente flujo luminoso en toda las aulas y su color de iluminación provoca incomodidad	Unificar tipo de lámparas con su respectivo color y flujo luminoso
<b>Distribución de ventanas</b>	Distracción por reflejos involuntarios	Selección de persianas u otro dispositivo anti reflejos

Tabla N° 26 Identificación de las falencias en las aulas del bloque B  
Fuente: Bermeo Christian - Granda Luis

### **3.6 Desarrollo de la propuesta**


El desarrollo de la presente propuesta representa un conjunto de actividades planificadas y direccionadas a la elaboración del plan de mejoras en función del mantenimiento mismo que servirá para la realización del mantenimiento de las lámparas, luminarias y como realizar el estudio de medición de la iluminación

#### **3.6.1 Plan de mejoras**

El plan de mejoras en iluminación abarca generalmente el mantenimiento de lámparas, limpieza de luminarias y el reemplazo de lámparas quemadas, objetivo del mantenimiento es garantizar la iluminancia mínima indicada.

Para obtener una correcta iluminación, no solamente alcanza con elegir correctamente el tipo de lámpara, según sus características, color de la luz, eficiencia lumen/watts de consumo de cada lámpara.

Igualmente nos permite ahorrar en el gasto energético, que hoy por hoy, es necesario tener en cuenta, no solo por la crisis económica, si no más importante aún por el medio ambiente ya que si se tiene las luminarias en perfecto funcionamiento consumen menos energía, de esta manera se ahorra sin afectar al confort que debe tener estas aulas.

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTAPAXI</b>		<b>CÓDIGO</b> MP- LLL- 001
			N° de revisión: 001
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>		Pág. 1 de 3 Págs.
<b>LIMPIEZA DE LÁMPARAS Y LUMINARIAS</b>			

### **Objetivo**

Definir las actividades necesarias para garantizar el correcto funcionamiento de luminarias y tubos fluorescentes de las aulas del bloque B de la Universidad Técnica de Cotapaxi.

### **Alcance**

Aulas del bloque B de la Universidad Técnica de Cotapaxi mantenga una iluminación media adecuada.

### **Responsables**


Jefe de mantenimiento: Organizar y planificar las actividades relacionadas con el mantenimiento de luminarias, la aplicación de este procedimiento y coordinar los recursos para esta actividad.

Grupo de trabajo: Responsables de la ejecución de las actividades indicadas en este procedimiento.

### **Términos**

Potencia: Cantidad de energía consumida por una lámpara en una unidad de tiempo (W).

Elaborado por	Christian Bermeo / Luis Granda	
Revisado por	Tlgo. Eduardo Hinojosa	Firma


	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTAPAXI</b>	<b>CÓDIGO</b> MP- LLL- 001
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	N° de revisión: 001
		Pág. 2 de 3 Págs.
<b>LIMPIEZA DE LÁMPARAS Y LUMINARIAS</b>		

Flujo luminoso: potencia radiante total emitida por una fuente de luz (Lumen).

Eficiencia energética: Ahorrar energía produciendo la misma iluminación (lumen/W).

### **Procedimiento**


- Utilizar los implementos de seguridad guantes, mandil, mascarilla, gafas.
- En todo momento actuar con precaución para evitar accidentes.
- Lo primero es apagar la iluminación.
- Desconectar la energía eléctrica de la entrada principal.
- Esperar a que la lámpara que se va a limpiar esté fría para evitar quemaduras e impedir que estalle al manipularla cuando todavía está caliente.
- Extraer el protector de la luminaria para poder sacar las lámparas.
- Extraer el fluorescente girándolo media vuelta hasta que el pin salgan de la guía.
- Preparar una mezcla de agua y alcohol de quemar a partes iguales o bien una mezcla de agua con un poco de amoníaco.
- Una vez fuera de su soporte se limpia el polvo con un paño suave húmedo con uno de estos dos preparados.
- Pasar con suavidad por toda la superficie de la luminaria como de la lámpara.
- Antes de colocar la lámpara nuevamente en su soporte hay que esperar a que esté completamente seca para evitar cortocircuitos.

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTAPAXI</b>	<b>CÓDIGO</b> MP- LLL- 001
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	N° de revisión: 001
		Pág. 3 de 3 Págs.
<b>LIMPIEZA DE LÁMPARAS Y LUMINARIAS</b>		

- Colocar el fluorescente limpio haciendo coincidir el pin en la guía y girándolo media vuelta hasta que se enganche correctamente.
- Por último, una vez en su sitio se puede conectar de nuevo la energía eléctrica.
- Proceder a su encendido.

#### **Puntos a tener en cuenta**

- La verificación de todas las luminarias para su limpieza.
- Es un trabajo que se hace con todas las precauciones del caso.
- Protege las partes de las luminarias.
- Tomar cuidado con la manipulación de los componentes de limpieza.

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTAPAXI</b>	<b>CÓDIGO MP- LLL- 001</b>	
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>N° de revisión: 001</b>	
		<b>Pág. 1 de 1 Págs.</b>	
<b>LIMPIEZA DE LÁMPARAS Y LUMINARIAS</b>			

Numero de aula:		Numero de luminarias revisadas:		
Fecha:		Hora:		
<b>Especificaciones de las lámparas</b>				
Código:		Potencia:		
Flujo luminoso:		Temperatura de color (K)		
Marca:				
<b>Anexo</b>				
Observaciones:		Estado de valoración	SI	NO
		Lámpara apto para uso		
Elaborado por	C. Bermeo / L. Granda	Lámpara sin mantenimiento		
Revisado por	Tlgo. Eduardo Hinojosa	Lámparas quemadas		

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTAPAXI</b>	<b>CÓDIGO</b> MP- RL- 001
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	N° de revisión: 001
		Pág. 1 de 3 Págs.
<b>REEMPLAZO DE LÁMPARAS</b>		

### **Objetivo**

Definir las actividades necesarias para garantizar el correcto funcionamiento de luminarias y tubos fluorescentes de las aulas del bloque B de la Universidad Técnica de Cotapaxi.

### **Alcance**

Aulas del bloque B de la Universidad Técnica de Cotapaxi mantenga una iluminación media adecuada.

### **Responsables**

Jefe de mantenimiento: Organizar y planificar las actividades relacionadas con el mantenimiento de luminarias, la aplicación de este procedimiento y coordinar los recursos para esta actividad.

Grupo de trabajo: Responsables de la ejecución de las actividades indicadas en este procedimiento.

Elaborado por	Christian Bermeo / Luis Granda	
Revisado por	Tlgo. Eduardo Hinojosa	Firma

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTAPAXI</b>	<b>CÓDIGO MP- RL- 001</b>
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>N° de revisión: 001</b>
		<b>Pág. 2 de 3 Págs.</b>
<b>REEMPLAZO DE LÁMPARAS</b>		

### **Términos**


Potencia: Cantidad de energía consumida por una lámpara en una unidad de tiempo (W).

Flujo luminoso: potencia radiante total emitida por una fuente de luz (Lumen).

Eficiencia energética: Ahorrar energía produciendo la misma iluminación (lumen/W).

### **Procedimiento**

- Equiparse de los implementos de seguridad industrial guantes, mandil, mascarilla, gafas.
- En todo momento actuar con precaución para evitar accidentes.
- Encender las luminarias.
- Identificar las lámparas que parpadea o estén quemadas.
- Apagar las lámparas.
- Desconectar la energía eléctrica de la fuente principal.
- Esperar a que la lámpara que se va ser sustituida estén frías para evitar quemaduras al momento de manipularlas.
- Retirar la rejilla de la luminaria para poder extraer los fluorescentes.
- Extraer el fluorescente girándolo media vuelta hasta que el pin salgan de la guía.

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTAPAXI</b>	<b>CÓDIGO</b> MP- RL- 001
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	N° de revisión: 001
		Pág. 3 de 3 Págs.
<b>REEMPLAZO DE LÁMPARAS</b>		


- Apoyar el tubo extraído en un lugar seguro para que no se rompa.
- Limpiar con suavidad por toda la superficie de la luminaria con la mezcla de agua y alcohol o amoníaco.
- Antes de colocar la lámpara nueva en su soporte hay que esperar a que el soporte esté completamente seco.
- Colocar el fluorescente haciendo coincidir el pin y girándolo media vuelta hasta que se enganche correctamente.
- Colocar la rejilla de la luminaria.
- Una vez en su sitio puede conectar de nuevo la energía eléctrica.
- Proceder a su encendido.

**Puntos a tener en cuenta:**

- Realización del control de todas las luminarias que requieren de cambio para ahorro de energía.
- Protege las partes de las luminarias.
- La lámpara nueva debe cumplir con las especificaciones de (color, potencia, luminosidad.)
- Tomar cuidado en la manipulación de las lámparas fluorescentes averiadas.

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTAPAXI</b>	<b>CÓDIGO MP- RL- 001</b>	
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>N° de revisión: 001</b>	
		<b>Pág. 1 de 1 Págs.</b>	
<b>REEMPLAZO DE LÁMPARAS</b>			

Numero de aula:		Numero de luminarias revisadas:		
Fecha:		Hora:		
<b>Especificaciones de las lámparas</b>				
Código:		Potencia:		
Flujo luminoso:		Temperatura de color (K)		
Marca:				
<b>Anexo</b>				
Observaciones:		Estado de valoración	SI	NO
		Reemplazo de lámparas		
Elaborado por	C. Bermeo / L. Granda	Funcionamiento total lámparas		
Revisado por	Tlgo. Eduardo Hinojosa			

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTAPAXI</b>		<b>CÓDIGO</b> MP- RLO- 001
			N° de revisión: 001
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>		Pág. 1 de 5 Págs.
<b>RECICLAJE , TRATAMIENTO, PROTECCION AL MEDIO AMBIENTE (LÁMPARAS FLUORESENTES QUEMADAS)</b>			

### **Objetivo**

Dar a conocer el procedimiento de reciclar los tubos fluorescentes deteriorados encontrados en el cambio de lámparas efectuado en las aulas del bloque B de la Universidad Técnica de Cotapaxi para proteger el medio ambiente de los compuestos que estos elementos tienen.

### **Alcance**


Aulas del bloque B de la Universidad Técnica de Cotapaxi mantenga una iluminación media adecuada.

### **Responsables**

Jefe de mantenimiento: Organizar y planificar las actividades relacionadas con el mantenimiento de luminarias, la aplicación de este procedimiento y coordinar los recursos para esta actividad.

Grupo de trabajo: Responsables de la ejecución de las actividades indicadas en este procedimiento.

Elaborado por	Christian Bermeo / Luis Granda	
Revisado por	Tlgo. Eduardo Hinojosa	Firma

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTAPAXI</b>	<b>CÓDIGO MP- RLO- 001</b>
		<b>N° de revisión: 001</b>
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>Pág. 2 de 5 Págs.</b>
<b>RECICLAJE , TRATAMIENTO, PROTECCION AL MEDIO AMBIENTE (LÁMPARAS FLUORESENTES QUEMADAS)</b>		


### **Términos**

**El reciclaje.-** Es un proceso fisicoquímico o mecánico o trabajo que consiste en someter a una materia o un producto ya utilizado (basura), a un ciclo de tratamiento total o parcial para obtener una materia prima o un nuevo producto.

- Reducir, acciones para reducir la producción de objetos susceptibles de convertirse en residuos.
- Reutilizar, acciones que permiten el volver a usar un determinado producto para darle una segunda vida, con el mismo uso u otro diferente.
- Reciclar, el conjunto de operaciones de recogida y tratamiento de residuos que permiten reintroducirlos en un ciclo de vida.

### **Procedimiento**

- Tomar las medidas necesarias para la manipulación de los tubos fluorescentes.
- Utilizar los implementos de seguridad personal como guantes, gafas mandil mascarilla casco etc.
- Tomar el tubo defectuoso con cuidado por ser muy frágiles y colocarlos en los cartones de los tubos nuevos para mayor seguridad.
- Colocar los tubos fluorescentes deteriorados en el lugar designado para su reciclaje ubicados de manera ordenada para que no se rompan, el área debe estar debidamente señalizada como área peligrosa.

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTAPAXI</b>	<b>CÓDIGO MP- RLO- 001</b>
		<b>N° de revisión: 001</b>
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>Pág. 3 de 5 Págs.</b>
<b>RECICLAJE , TRATAMIENTO, PROTECCION AL MEDIO AMBIENTE (LÁMPARAS FLUORESENTES QUEMADAS)</b>		

- Las lámparas fluorescentes recicladas serán transportadas a un centro de acopio donde se darán un tratamiento para que los compuestos de las lámparas no contaminen el medio ambiente.


### **Tratamiento**

Eliminación de los tubos y lámparas fluorescentes es un problema cada vez más importante debido a que en su interior contienen vapores de mercurio que pueden ser emitidos a la atmósfera tan sólo por rotura de estos tubos.

Si la rotura se produce dentro de un cilindro herméticamente cerrado, la emisión de vapores de mercurio está controlada y puede impedirse mediante la adsorción de estos vapores en una torre de adsorción rellena de plata metálica que amalgama el mercurio.

Una vez saturada, esta tubo se trata en un destilador de mercurio con lo que se recupera el mercurio con una pureza del 99 por ciento y los residuos del tubo puede ser reutilizada indistintamente como materia prima para otros elementos.

Unos filtros de carbón activo a la salida de la torre de adsorción evitan la posible emisión de mercurio en el caso que el adsorbente deje de cumplir su función por saturación. Los restos metálicos, polvos fluorescentes y el vidrio que componen los tubos fluorescentes pueden ser recuperados por simultáneas operaciones de trituración y cribado. El proceso consigue reciclar todos los componentes de estos

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTAPAXI</b>	<b>CÓDIGO MP- RLO- 001</b>
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>N° de revisión: 001</b>
		<b>Pág. 4 de 5 Págs.</b>
<b>RECICLAJE , TRATAMIENTO, PROTECCION AL MEDIO AMBIENTE (LÁMPARAS FLUORESENTES QUEMADAS)</b>		

tubos y lámparas sin generar otros subproductos que pudieran considerarse como residuos


### **Máquina trituradora de focos municipio GAD´S Guayaquil**



La nueva máquina separa en cuestión de segundos el vidrio y metal de los focos. Estos son ingresados manualmente por las tres cavidades dispuestas para este propósito.

Es un sistema canadiense instalado en la planta de la calle Eloy Alfaro en Guayaquil para dar un tratamiento adecuado a estas lámparas.

La máquina mide 2,60 metros. Los focos se introducen por tres diferentes orificios, dependiendo de sus tamaños. Los objetos pasan por unas aspas que los trituran.

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTAPAXI</b>	<b>CÓDIGO MP- RLO- 001</b>
		<b>N° de revisión: 001</b>
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>Pág. 5 de 5 Págs.</b>
<b>RECICLAJE , TRATAMIENTO, PROTECCION AL MEDIO AMBIENTE (LÁMPARAS FLUORESENTES QUEMADAS)</b>		

A través de una bomba de vacío que se encuentra dentro de la máquina, se deposita el mercurio de los focos en un filtro anexo a la trituradora, que en inglés se llama “Ensuring lamp disposal safety”.

#### **Protección al medio ambiente.**

Los focos no deben botarse directamente a la basura, porque corren el riesgo de romperse. Si se quiebran, el mercurio contenido en ellos pasaría al ambiente.


El mercurio es un metal pesado que no se disuelve en el ambiente, además de no degradarse tiene un alto contenido tóxico que puede ocasionar molestias en la piel, como picazones y escozor.

Según las regulaciones ambientales vigentes, este tipo de desechos debe recibir un tratamiento especial, como el que se le está dando a través de las operaciones de la nueva máquina. El mercurio queda encapsulado en los filtros.

El vidrio triturado cae a unos tachos protegidos; cada uno tiene la capacidad de contener 55 galones de material.

El destino del vidrio aun no ha sido definido. La unidad de gestión ambiental plantea utilizarlo como un elemento dentro de los procesos de fundición de plomo.

En estos procesos, el vidrio se utiliza como capa para fundir el material. Para realizar este proyecto, debe certificar el Ministerio de Ambiente.

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTAPAXI</b>	<b>CÓDIGO MP- SP- 001</b>
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>N° de revisión: 001</b>
		<b>Pág. 1 de 2 Págs.</b>
<b>SELECCIÓN DE PERSIANAS</b>		

### **Objetivo**

Establecer persianas adecuadas para evitar distracciones involuntarias de los alumnos y de esta manera garantizar un ambiente agradable en las aulas.

### **Alcance**


Aulas del bloque B de la Universidad Técnica de Cotapaxi mantenga un ambiente adecuado y sin molestias a su visión.

### **Responsables**

Jefe de mantenimiento: Organizar y planificar las actividades relacionadas con el mantenimiento selección de persianas, la aplicación de este procedimiento y coordinar los recursos para esta actividad.

Grupo de trabajo: Responsables de la ejecución de las actividades indicadas en este procedimiento.

Elaborado por	Christian Bermeo / Luis Granda	
Revisado por	Tlgo. Eduardo Hinojosa	Firma

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTAPAXI</b>	<b>CÓDIGO MP- SP- 001</b>
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>N° de revisión: 001</b>
		<b>Pág. 2 de 2 Págs.</b>
<b>SELECCIÓN DE PERSIANAS</b>		

### **Términos**


Pvc: Producto de la polimerización del monómero de cloruro de vinilo a policloruro de vinilo. La resina que resulta de esta polimerización es la más versátil de la familia de los plásticos

### **Características:**


- Selección del tipo de persianas o cortina ideal para aulas.
- Persianas verticales son cortinas ideales para cubrir grandes superficies acristaladas, techos altos, decorando cualquier espacio.
- Es un sistema de cortinas para interiores su material de pvc.
- Funcionamiento sencillo y práctico, permite graduar la entrada de luz al aula.
- Creando un ambiente confortable.
- Fácil mantenimiento y limpieza.
- Resistente al agua y a la humedad (100%).
- El color de las persianas debe ser lo más similar al color de las paredes del aula.
- No es tóxico libre de plomo
- Son muy ligeras y no ocupan mucho espacio.
- Son un elemento atrayente que influyen en el estado de ánimo dentro del aula.

### **Puntos a tener en cuenta:**

Selección de persianas de acuerdo a las dimensiones de las ventanas y su utilización

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTAPAXI</b>	<b>CÓDIGO MP- SP- 001</b>	
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>N° de revisión: 001</b>	
		<b>Pág. 1 de 1 Págs.</b>	
<b>SELECCIÓN DE PERSIANAS</b>			

Numero de aula:		Numero de persianas:	
Fecha:		Hora:	
<b>Especificaciones de las persianas</b>			
Código de identificación :		Marca :	
Material de construcción :		Dimensiones de la persiana:	
<b>Anexo</b>			
Observaciones:		Estado de valoración	SI NO
		Persianas existentes en el aula	
Elaborado por	C. Bermeo /L. Granda	Reemplazo de nuevas persianas.(en caso en caso de existir)	
Revisado por	Tlgo. Eduardo Hinojosa	Colocación de persianas	

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTAPAXI</b>	<b>CÓDIGO</b> MP- MPUL- 001 N° de revisión: 001
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	Pág. 1 de 4 Págs.
<b>MEDICIÓN DE PUNTOS, UTILIZACIÓN DEL LUXÓMETRO</b>		

### **Objetivo**

Definir las actividades necesarias para realizar correctamente las mediciones conjuntamente con la utilización del instrumento de esta manera garantizar los datos que se obtendrán en la medición.

### **Alcance**


Aulas del bloque B de la Universidad Técnica de Cotapaxi mantenga un ambiente adecuado y sin molestias a su visión.

### **Responsables**

Jefe de mantenimiento: Organizar y planificar las actividades relacionadas con el procedimiento de medición.

Grupo de trabajo: Responsables de la ejecución de las actividades indicadas en este procedimiento.

Elaborado por	Christian Bermeo / Luis Granda	
Revisado por	Tlgo. Eduardo Hinojosa	Firma

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTAPAXI</b>	<b>CÓDIGO</b> MP- UIML- 001 N° de revisión: 001
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	Pág. 2 de 4 Págs.
<b>MEDICIÓN DE PUNTOS, UTILIZACIÓN DEL LUXÓMETRO</b>		


### **Términos**

Luxómetro: instrumento de medición que permite medir simple y rápidamente la iluminancia real y no subjetiva de un ambiente.

Registro de datos: recopilación de información de forma ordenada.

### **Procedimiento**

- Identificar el área que se va realizar la medición.
  - Encender las lámparas con antelación, permitiendo que el flujo de luz se estabilice, se debe esperar un periodo de 20 minutos antes de iniciar las lecturas.
  - En instalaciones nuevas con lámparas de descarga o fluorescentes, se debe esperar un periodo de 100 horas de operación antes de realizar la medición.
  - Establecer los puntos de medición según cada índice de área.
  - Realizar la división del área a realizar las mediciones en partes iguales según método de cuadrilla.
  - Encender el instrumento de medición (luxómetro)
  - Configurar fecha, hora, minutos y segundos.
1. Pulse SET durante 2 segundos o más tiempo para entrar en el modo de configuración.
  2. Pulse NEXT para pasar a través de la las funciones de configuración.
  3. Introduzca la función "DATE" aparece en la LCD.

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTAPAXI</b>	<b>CÓDIGO</b> MP- UIML- 001
		N° de revisión: 001
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	Pág. 3 de 4 Págs.
<b>MEDICIÓN DE PUNTOS, UTILIZACIÓN DEL LUXÓMETRO</b>		

4. Presione ENTRAR. El año aparece en la pantalla LCD.

5. Presione ▲ set o ▼ logger para ajustar el valor. Pulse ENTER para guardar el valor.

6. Repita el paso 3 para ajustar el mes, fecha, hora, minuto y segundo.

- Configurar tiempo de muestreo asignado entre mediciones sucesivas.

Introduzca la función de tiempo de muestreo desde el modo de configuración "SP-t" aparece en la pantalla LCD.

Presione ▲set o ▼logger para ajustar el valor (0, 1, 2, 5, 10, 30, 60, 120, 300, 600, 800, 1800, 3600 segundos). Pulse ENTER para guardar el valor.

- Configuración del registrador de datos


1. Inserte la tarjeta SD en la SD zócalo de la tarjeta en la parte inferior del luxómetro, asegurando que la parte delantera de la tarjeta SD se enfrenta a la parte posterior del luxómetro.

- Configuración para guardar toma de datos en la tarjeta o memoria interna.  
auto registro de datos

1. Establezca el tiempo de muestreo de  $\geq 1$  segundo.

2. Presione REC. "REC aparece en la pantalla LCD.

3. Presione LOGGER. "REC" parpadea en la pantalla LCD y la alarma suena mientras la medición datos y la información del tiempo son guardadas en la

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTAPAXI</b>	<b>CÓDIGO</b> MP- UIML- 001
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	N° de revisión: 001
		Pág. 4 de 4 Págs.
<b>MEDICIÓN DE PUNTOS, UTILIZACIÓN DEL LUXÓMETRO</b>		

memoria interna o extraíble


4. Para pausar el registro, pulse LOGGER. El medidor se detendrá temporalmente la grabación y "REC" deja de parpadear en la LCD. Presione LOGGER de nuevo para reanudar el registro de datos. "REC" parpadeará en la pantalla LCD.

5. Para finalizar el registro de datos, una pausa en el registrador de datos. Pulse REC por 2 segundos o más. "REC" desaparecerá de la pantalla LCD para indicar que el registro de datos ha terminado.

#### **Puntos a tener en cuenta**

- El instrumento de medición se colocara en el centro de cada recuadro.
- Se debe verificar el luxómetro antes y después de iniciar una evaluación conforme a las mediciones requeridas.
- Evitar bloquear la iluminación durante la realización de la evaluación de manera que no afecte la medición.



	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTAPAXI</b>	<b>CÓDIGO PMI - 001</b>
		<b>N° de revisión: 001</b>
	<b>PROTOCOLO PARA MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN EN UN AMBIENTE LABORAL</b>	<b>Pág. 1de 1 Págs.</b>

<b>Razón Social :</b>		<b>Dirección:</b>	
<b>Localidad:</b>	<b>Horario de clases:</b>		<b>Provincia:</b>
<b>INFORMACIÓN DE LA MEDICIÓN</b>			
<b>Marca modelo y número de serie del instrumento utilizado:</b>			
<b>Fecha de calibración del instrumento utilizado en la medición:</b>			
<b>Metodología utilizada en la medición:</b>			
<b>Fechas de la medición:</b>	<b>Hora de Inicio:</b>	<b>Hora de Finalización:</b>	
<b>Condiciones atmosféricas:</b>			
<b>Documentación que se adjuntara a la medición (Certificado de calibración):</b>			
<b>Observaciones:</b>			

### **3.7 Eficiencia energética**

Aprovechar al máximo la energía, sin sacrificio de la calidad de vida que brindan los servicios que recibimos de ella.

Se puede seguir utilizando el computador, el automóvil o cualquier equipo que requiera de energía para funcionar, pero evitando el derroche de energía en consecuencia reduciendo la producción de desechos contaminantes.

Con la eficiencia se logrará un gran impacto en la sociedad con beneficios económicos y ambientales para todos.

Todas las actividades que se realiza requieren de alguna forma de energía, por esto debes ser cuidadoso en como la usas.

La iluminación tanto de espacios públicos, privados, en los hogares, juega un rol fundamental en la eficiencia energética ya que representa un importante consumo de energía eléctrica.

Es posible reducir el consumo de energía en iluminación sin reducir el nivel de confort, de producción o la seguridad.

Cuando prendes una lámpara, sólo una parte de la energía eléctrica que consume se convierte en iluminación emitida, otra parte se convierte en calor y otras radiaciones no visibles.

De acuerdo a las características técnicas de las lámparas podemos encontrar un ahorro energético sabiendo cual es el consumo que tienen cada una de ellas y cuanto seria el valor a cancelar de acuerdo al consumo que haya tenido.

En la siguiente tabla encontraremos los diferentes tipos de lámparas su consumo semestral por una de cada tipo:

TIPOS DE LÁMPARAS					
	POTENCIA (W)	LUMEN	EFICIENCIA Lm/W	CONSUMO SEMESTRAL Kw/h	COSTO POR KW/H 0,092
INCANDESENTES	100	905	9,05	96	8,83
HALOGENOS	70	1460	20,85	67,2	6,18
FLUORESENTES	30	2800	93,3	28,8	2,64
F COMPATAS	36	2900	80,55	34,56	3,17

Tabla N° 27 tipo de lámparas ahorro energético  
Fuente: Bermeo C – Granda L

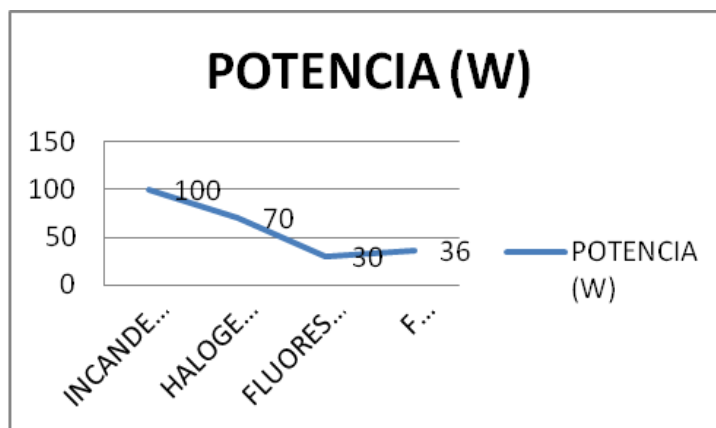


Grafico N° 10

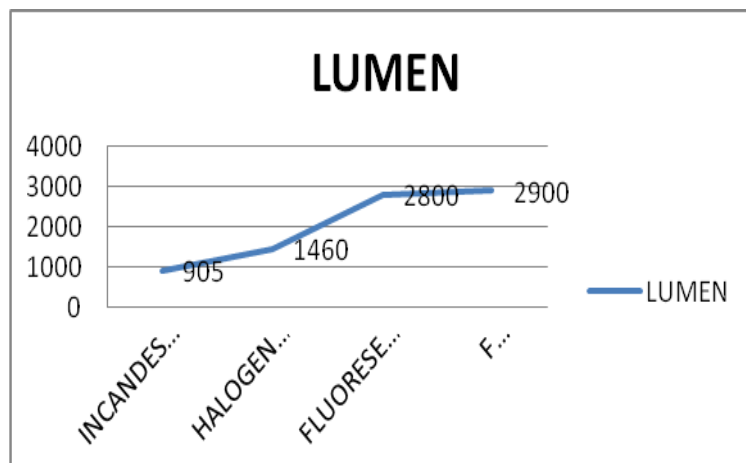


Grafico N° 11

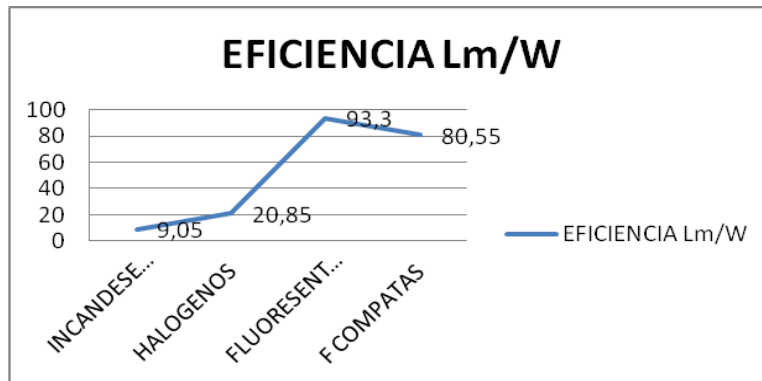


Grafico N° 12

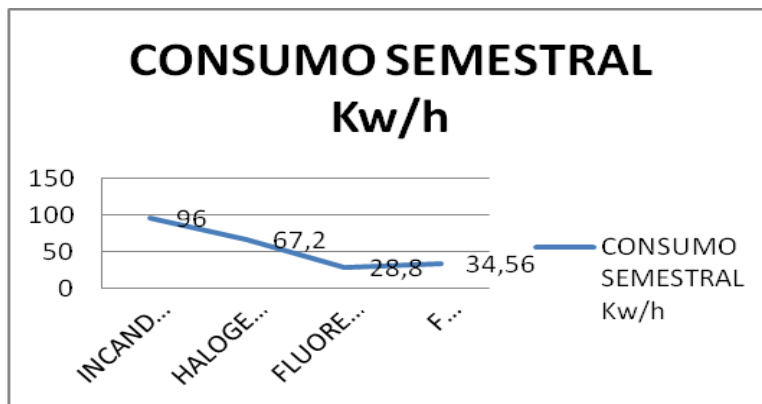


Grafico N° 13

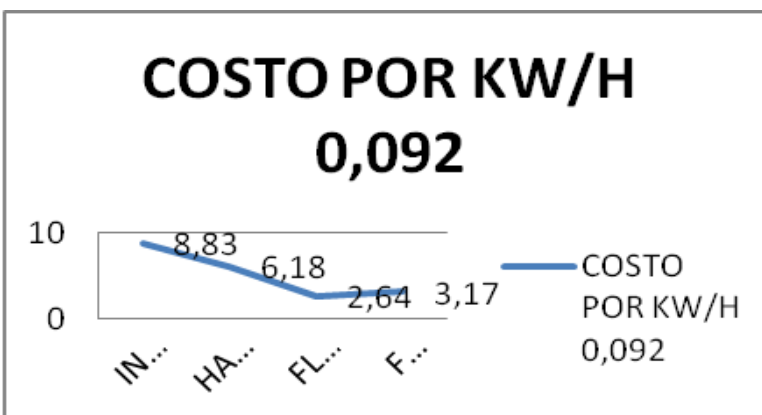


Grafico N° 14

Una lámpara eficaz desperdiciará menos energía, puesto que la mayor parte de la energía que recibe la transforma en radiaciones visibles o iluminación.

Considerando que las lámparas instaladas actualmente tienen un consumo de energía de 32 watts se realizó una comparación entre estas dos marcas existentes en el país teniendo como alternativa reducción de consumo energético sin afectar el confort lumínico con unas de 30 watts.



<b>CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS LAMPARAS</b>		
<b>MARCA</b>		
<b>Código del producto</b>	147744	2336
<b>Flujo luminoso</b>	2,800 Lumen	2700 Lumen
<b>Consumo de energía</b>	30 Watts	32 Watts
<b>Vida nominal</b>	30,000 Horas	20,000 Horas
<b>Base</b>	G13	G13
<b>Largo</b>	1213,6 mm	1200 mm
<b>Diámetro</b>	254 mm	254 mm
<b>Temperatura de color</b>	5000 K	6500 K
<b>CRI</b>	85	85
<b>Código de identificación fluorescentes</b>	T8	T8
<b>Eficiencia energética lm/w</b>	93.3 lm/w	84.3 lm/w

Tabla N° 28 Relación de marcas en eficiencia  
Fuente: Bermeo Christian - Granda Luis

La eficacia luminosa se especifica en lúmenes por vatio (lm/W) y un valor más alto caracteriza una lámpara más eficiente, por lo tanto, con la que ahorramos más energía y su iluminación es adecuada para el tipo de trabajo que se realiza dentro de las aulas.

En la actualidad la mayoría de tubos de lámparas fluorescentes que se fabrican corresponden al tipo T-8, de 1 pulgada de diámetro (25,4 mm).

Tonalidades de color	Temperatura de color (°K)
Blanco cálido (WW) (Warm White)	3 000
Blanco (W) (White)	3 500
Natural (N) (Natural)	3 400
Blanco frío (CW) (Cool White)	4 100
Blanco Frío deluxe (CWX) (Cool white deluxe)	4 200
Luz del Día (D) (Daylight)	6 500

Tabla N° 29 Tipos de lámparas fluorescentes de acuerdo a su tonalidad de luz, temperatura de color en grados kelvin (°K)

Fuente: Catalogo sylvania

### 3.7.1 Dónde está la eficiencia

La combinación de la luz natural, proveniente del sol, con el uso de la tecnología actualmente disponible de iluminación artificial eficiente, permite que se obtengan niveles de iluminación adecuados en los lugares que se labora en la noche provocando una sensación de iluminación natural y no afectando a la visualidad.

Para ser eficientes es fácil adquiriendo hábitos que implican menor derroche de energía tan solo utilizando las lámparas adecuadas y con un consumo reducido.

<b>CONSUMO ENERGÉTICO ACTUAL DE LAS AULAS DEL BLOQUE B</b>							
Aula	Lámparas	Tubos	Balastos 108x111w	Potencia_ total tubos 32w	Potencia_ total kw balastos +potencia unitaria por aula	8 Horas diarias consumo semestral por aula 960 horas	Precio kw/h 0,092cen. Consumo semestral por aula \$88.32
24	216	648	11988 w	20736w	32.724kw	23040	\$ 2890.68
<b>AHORRO DEL CONSUMO ENERGÉTICO MEDIANTE EL ESTUDIO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN EN LAS AULAS DEL BLOQUE B</b>							
Aula	Lámparas	Tubos	Balastos 108x100w	Potencia_ total tubos 30w	Potencia_ total kw balastos +potencia unitaria por aula	8 Horas diarias consumo semestral por aula 960 horas	Precio kw/h 0,092cen. Consumo semestral por aula \$88.32
24	216	648	10800 w	19440 w	30.24 kw/h	23040	\$ 2670.80

Tabla N° 30 Análisis y costo de ahorro energético

Fuente: Bermeo C – Granda L

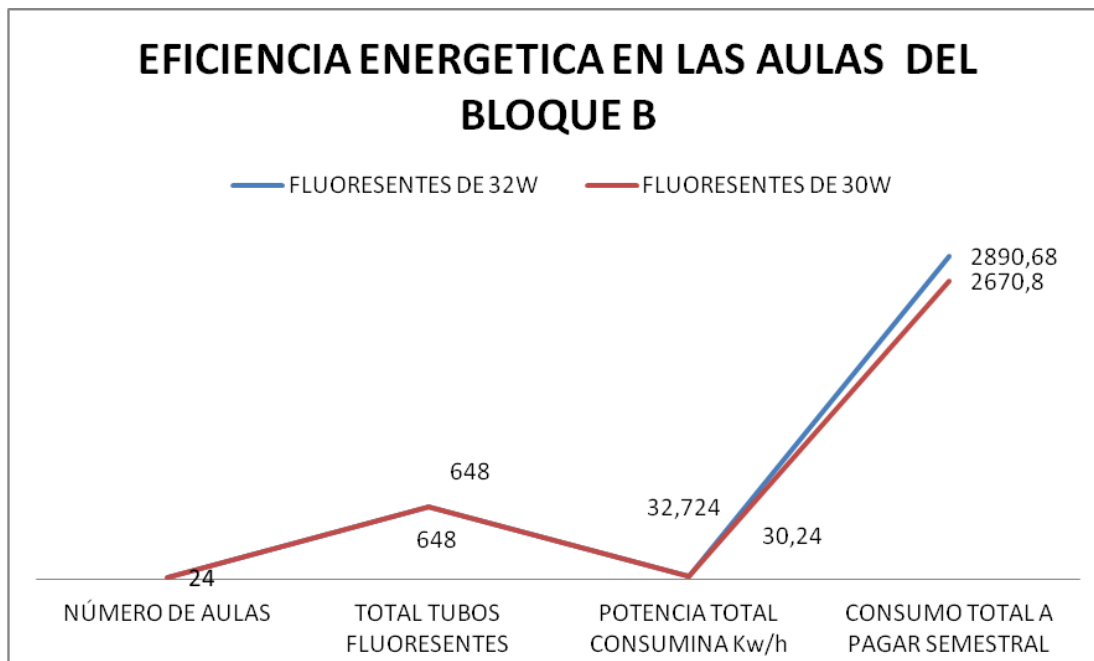


Grafico N° 15

### 3.8 Consejos generales

- a) En el caso de lámparas fluorescentes evitar el apagado y encendido frecuente ya que esto reduce su vida útil.
- b) Siempre que el aula este vacía más de 15 minutos apagar las luces.
- c) Seleccionar los niveles de iluminación apropiados de acuerdo a las tareas a desarrollar en cada área.
- d) En espacios en que se desarrollan diversas tareas es conveniente contar con iluminación focalizada sobre las áreas o superficies de trabajo y mantener un nivel de iluminación más bajo en el resto del ambiente.
- e) Seleccionar el tipo de lámpara y luminaria más adecuado considerando la eficacia tanto de la lámpara como de la luminaria. Considerar la temperatura de color y el índice de reproducción cromática de la lámpara.

- f)** Sectorizar los controles de iluminación por áreas de forma que permita encender las áreas en que sea necesario y evitarlo en las que no lo es.
- g)** Etiquetar los controles de iluminación, esto facilita a las personas el encendido o apagado del área que lo requiera.
- h)** En espacios de trabajo, designar una persona responsable de apagar las luces al final de la jornada.
- i)** Realizar el mantenimiento periódico del sistema de iluminación al envejecerse el flujo luminoso decae, ya sea por la depreciación de la lámpara, o por la acumulación de polvo sobre la luminaria, lámpara o superficies de reflexión.
- j)** Pintar las superficies con colores claros y mantenerlas limpias. Esto ayuda a aprovechar mejor la iluminación artificial.
- k)** Realizar campañas de concientización sobre el uso de la energía para con esta manera garantizar la vida útil de los tubos fluorescentes.

### **3.9 Conclusiones**

De la investigación y desarrollo del proyecto se concluye en lo siguiente:

- La presente investigación ha demostrado que en las aulas de la universidad técnica de Cotopaxi la iluminación es defectuosa por el estado en el que se encuentran las lámparas y no satisfacen los requerimientos técnicos de la norma europea junto con lo solicitado en el decreto ejecutivo 2393 por lo que se ha planteado trabajar estudiando nuevos métodos y técnicas que permitan mejorar el flujo existente, es por ello que luego de un análisis y diálogos con el tutor se llega a concretar la realización de un plan de mejoras en función a los hallazgos obtenidos durante el estudio de iluminación.
- El proyecto fue técnicamente factible ya que se conto con la adquisición de equipos de medición (luxómetro), la predisposición de las autoridades para la

realización del estudio de iluminación en las aulas del bloque B que se intervino.

- El estudio se realizo aplicando dos métodos para el cálculo de iluminación de interiores en este caso fue el método de lumen que consistió en determinar la iluminancia media de cada aula mediante la aplicación de formulas, tablas el método de cuadrilla (grilla) que ayuda a conocer la división exacta de los puntos de medición dentro de cada aula.
- El plan de mejoras para el sistema de iluminación se basa en el mantenimiento tanto de limpieza como de cambio de lámparas fluorescentes el cual debe ser socializado con el personal apto, capacitado para este tipo de trabajos de la misma manera para la manipulación, recolección y reciclaje de los fluorescentes deteriorados para no ocasionar daños al medio ambiente por contener en su interior mercurio (Hg) de esta manera garantizar un correcto mantenimiento sin ocasionar ningún tipo de desmanes.
- Las aulas del bloque B actualmente no están cumpliendo con el decreto ejecutivo 2393 y las exigencias de la Norma Europea que expresa que debe dotar de una iluminancia media de 500 lux para centros de educación de adultos sección nocturna. Por tener lámparas defectuosas, temperatura de color y flujo luminoso diferente.
- Las lámparas que están instaladas actualmente no son todas de las mismas características por lo que es uno de los factores que impiden una iluminancia uniforme.
- Los alumnos consideran que la iluminación en las aulas es suficiente pero llegando a realizar la medición nos da como resultado que la iluminación necesita de mejoras puesto que se encuentra por debajo de los 500 luxes.

### **Recomendaciones**

- Para tener una iluminación adecuada colocar lámparas con las mismas características en la temperatura de color su flujo luminoso para lograr una iluminación estable y uniforme en el aula.

- Para realizar las mediciones tener conocimiento general del uso del luxómetro como del plan de mantenimiento uso de equipo de protección personal (EPP).
- Importante que impulse este tipo de proyectos de esta naturaleza porque permiten conocer la situación actual en las que atraviesan el personal que labora en este establecimiento para de esta manera poder aportar en el desarrollo de la universidad.
- Generar una área de almacenamiento de lámparas nuevas para en caso de cambio contar con lámparas con las mismas características así mantener la uniformidad de iluminación de las aulas, de la misma manera disponer del área para el reciclado de las lámparas defectuosas o quemadas en lo posible que se ubique en un lugar seguro hasta ser trasladada al lugar de tratamiento de estos materiales.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRAFIA**

### **Bibliografía Citada**

- ADRIAN, J. León “Manual de luminotecnia” edición España- 2002 (Pág. 3)
- CARREON, C. Jorge “Manual de de instalaciones de alumbrado y fotometría” edición México – 2005 (Pág. 43)
- DOMINGUEZ, M. Fernando 2004 (Pág. 30)
- Jhon, R. FRIER, G. Mary “Sistemas de iluminación industrial” segunda edición – 1994 (Pág. 76)
- KLUSELL, Lars “Manual del Ingeniero industrial” capitulo 6.5
- VAZQUEZ, R. José Sistema de iluminación de proyectos de alumbrado cuarta edición - 2005 (Pág. 473)
- MARTINED, D. Fernando (Pág. 41)
- VAZQUEZ, R. José” Luminotecnia” 2005 (Pág. 473)
- VAZQUEZ, R. José “sistemas de iluminación proyectos de alumbrado”2005 cuarta edición-2005 (Pag26)
- RAMÍREZ, C. Cesar “Manual de seguridad industrial “ 1997 (Pág. 65)
- ZANDIN, B. Kjell “Manual del Ingeniero industrial” (capitulo 6)

### **Bibliografía Consultada**

- El ABC del alumbrado y las instalaciones eléctricas en baja tención ; editorial limisa Mexico 1998
- Neagu, B. Serbán y Eduardo Campero “Instalaciones eléctricas conceptos básicos y diseño” 2002
- ADRIAN, J. León “Manual de luminotecnia” edición España- 2002
- CARREON, C. Jorge “Manual de de instalaciones de alumbrado y fotometría” edición mexico – 2005 (Pág. 43)

- Jhon R, FRIER, G. Mary “Sistemas de iluminación industrial” segunda edición, 1994
- KLUSELL, Lars “Manual del Ingeniero industrial” capitulo” ( 6.5)
- VAZQUEZ, R. José “Sistema de iluminación de proyectos de alumbrado” cuarta edición -2005
- VAZQUEZ, R. José “Luminotecnia” 2005
- VAZQUEZ, R. José “Sistemas de iluminación proyectos de alumbrado” 2005 cuarta edición-2005
- RAMÍREZ, C. Cesar “Manual de seguridad industrial” 1997
- ZANDIN, B. Kjell “Manual del Ingeniero industrial”

### **Sitios web**

- DEPARTAMENTO de bibliotecas. Universidad Técnica de Cotopaxi[ en línea] Guía Iluminación disponible en <http://www.ahra.com.ar/images/guiailuminacion.pdf>
- DEPARTAMENTO de bibliotecas. Universidad Técnica de Cotopaxi[ en línea] luminarias disponible en <http://www.dailuxiluminacion.com/indice/3-3.htm>
- DEPARTAMENTO de bibliotecas. Universidad Técnica de Cotopaxi[ en línea] Método de lumen disponible en <http://es.scribd.com/doc/3892091/A51-METODO-DE-LOS-LUMENES-cap>
- DEPARTAMENTO de bibliotecas. Universidad Técnica de Cotopaxi[ en línea] Factor de utilización disponible en <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4040007/lecciones/cap9-2.htm>
- DEPARTAMENTO de bibliotecas. Universidad Técnica de Cotopaxi[ en línea] Catálogos Philips disponible en <http://www.ilumec.com/resources/42%20philips%20catalogo%20de%20luminarias>.

- DEPARTAMENTO de bibliotecas. Universidad Técnica de Cotopaxi[ en línea] Confort visual disponible en [http://www.edutecne.utn.edu.ar/ili-  
iluminacion/cap03.pdf](http://www.edutecne.utn.edu.ar/ili-<br/>iluminacion/cap03.pdf)
- DEPARTAMENTO de bibliotecas. Universidad Técnica de Cotopaxi[ en línea] <http://edison.upc.edu/curs/llum/interior/iluint2.html>
- DEPARTAMENTO de bibliotecas. Universidad Técnica de Cotopaxi[ en línea] Norma europea UNE 12464-1 disponible en [http://www.proyectoluz.com/PDF/NORMATIVAS/normativa\\_europea\\_iluminacion\\_interior/normativa\\_europea\\_iluminacion\\_interior.pdf](http://www.proyectoluz.com/PDF/NORMATIVAS/normativa_europea_iluminacion_interior/normativa_europea_iluminacion_interior.pdf)
- DEPARTAMENTO de bibliotecas. Universidad Técnica de Cotopaxi[ en línea] Introducción a la luminotecnia disponible en <http://www.alipso.com/monografias/luminos/>

# **ANEXOS**



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA Y APLICADAS

### INGENIERÍA INDUSTRIAL

#### ENCUESTA APLICADA A LOS ESTUDIANTES DEL BLOQUE B DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.

#### FORMULARIO DE ENCUESTA

**Objetivo:** Conocer las Condiciones de iluminación en las aulas del bloque b de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para realizar un plan de mejoras y obtener un confort visual estable en las mismas.

Sírvase contestar a las siguientes preguntas, en forma anónima estimamos que su respuesta será de mucha utilidad para la investigación que estamos realizando acerca de las condiciones de iluminación en las aulas del bloque “B”. Para rellenarlo lea detenidamente cada pregunta, marque con una cruz la casilla que UD considere correspondiente.

Paralelo .....Fecha..... Hora.....

1. ¿En su aula de estudio a qué tipo de iluminación está más expuesto durante el horario de labores educativas?

Iluminación natural   
(Luz del día)

Iluminación artificial   
(Lámparas, focos)

2. ¿Considera que la iluminación es suficiente para el pleno desarrollo de actividades educativas o aprendizaje?

SI

NO

3. ¿. Si usted pudiera regular la iluminación para estar más cómodo, preferiría tener:

• Más iluminación

• Sin cambio

• Menos iluminación

4. ¿Todas las ventanas tienen persianas, cortinas u otro material adecuado para evitar deslumbramientos directos o indirectos?

SI

NO

5.- ¿La iluminación del aula le provoca incomodidad, deslumbramiento al escribir, leer sus apuntes?

SI

NO

6. ¿La iluminación les provoca irritación o molestias en su visión al mirar de lejos a la pizarra?

SI

NO

7. ¿En su pupitre de trabajo se proyectan algunas sombras molestas?

SI

NO

8. ¿Cree usted para mantener la iluminación en perfecto estado, funcionamiento se debería dar un mantenimiento a las luminarias qué mantenimiento le daría?

Mantenimiento Preventivo. (Cada día)

Mantenimiento Predictivo. (Cada 6 meses)

Mantenimiento correctivo. (Cuando se quema las luminarias)

9.- ¿El confort visual en su aula es? (entiéndase por confort bienestar, comodidad)

Adecuada

Mala

Pésima



**MUCHAS GRACIAS.**

**SITUACIÓN ACTUAL DE LAS LÁMPARAS EN EL BLOQUE B**





## PREPARACIÓN DEL INSTRUMENTO PARA LA MEDICIÓN





**MEDICIÓN DE LA ILUMINACIÓN EN CADA UNA DE LAS AULAS**



