



UNIVERSIDAD TECNICA LATINOAMERICANA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL

TITULO:

**LA ILUMINACION EN ESPACIOS DE ESTUDIO DE
LA UNIVERSIDAD TECNICA LATINOAMERICANA,
FACTOR ASOCIADO AL RENDIMIENTO
ACADEMICO DE LOS ESTUDIANTES.**

**ÁREA/S INTEGRADAS PARA LA INVESTIGACIÓN DEL PROYECTO:
CIENCIA, TECNOLOGÍA, AGROPECUARIA Y MEDIO AMBIENTE.**

TIPO DE INVESTIGACIÓN

INVESTIGACIÓN APLICADA: INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Docente Investigador:

Ing. Mayor Guillermo Reynado Rivas

Integrantes del equipo de investigación:

José Rigoberto Carrillo Gómez

Santa Tecla, diciembre 2018

Derechos reservados al autor

©Copy Right

AUTOR

Ing. Maynor Guillermo Reynado Rivas

COLABORADORES:

Rigoberto Carrillo

EDITOR

Universidad Técnica Latinoamericana

Primera edición 2018

ISBN: 978-99961-75-29-9

363.11

R459i

Sv

Reynado Rivas, Maynor Guillermo

La iluminación en espacios de estudio de la Universidad Técnica Latinoamericana, factor asociado al rendimiento académico de los estudiantes / Maynor Guillermo Reynado Rivas. -1ª ed. – Santa Tecla, La Libertad, El Salvador: UTLA, 2018.

Datos electrónicos (1 archivo: 6 megabytes en formato Word)
1 cd -rom ; 4¾ plg.

ISBN: 978-99961-75-29-9

1.- Luz - Efectos fisiológicos 2.- Rendimiento Académicos – Causas
3.- Alumbrado Fluorescente – Evaluación I. Título

UTLA/km

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
RESUMEN.....	6
ABSTRAC.....	6
CAPÍTULO I. EL PROBLEMA.....	8
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
1.2 ANTECEDENTES	8
1.3 DEFINICIÓN O PLANTEAMIENTO DE CASO.....	11
1.4 OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICO.....	12
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	12
1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	12
1.5 ESTABLECIMIENTO DE HIPÓTESIS	12
1.6 VARIABLES	12
1.6.1 DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA VARIABLE	12
1.6.2 DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LA VARIABLE	13
1.6.3 OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE	13
1.6.4 JUSTIFICACIÓN Y USO DE LOS RESULTADOS.....	13
1.7 ALCANCES Y LIMITACIONES.....	14
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	15
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA	19
CALCULO TAMAÑO DE MUESTRA FINITA.....	20
ILUMINANCIA MEDIA DE UNIVERSIDAD TECNICA LATINOAMERICANA. ...	24
CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	36
4.1 DESCRIPCIÓN E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	36
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LOS RESULTADOS.....	37
5.1. CONCLUSIONES.....	37
5.2. RECOMENDACIONES DE LOS RESULTADOS.....	37

CAPÍTULO 6. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS	38
6.1 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	38
6.2 PRESUPUESTO.	38
CAPÍTULO 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
CAPÍTULO 8. ANEXOS	40

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se basa en el estudio de iluminación media de las instalaciones de la Universidad Técnica Latinoamericana (UTLA), para llevar a cabo dicho estudio, se ha tomado como referencia las aulas donde se imparten las clases en los turnos matutinos, vespertinos días de semana y fin de semana, de igual maneras las áreas de laboratorios.

Las áreas que se han evaluado son: 7 aulas del edificio A, 7 aulas del edificio B y 2 aulas del edificio C, en estos tres edificios se imparten clases. A demás los 6 laboratorios en los cuales se imparten practicas a los estudiantes de las diferentes carreras con las que cuenta la UTLA.

El parámetro que se establece para la determinación de cantidad de luz con la que cuenta cada área evaluada, es realizar una cuadrícula y establecer los puntos centrales de cada área encontrada para hacer las tomas de lúmenes con un luxómetro, anotando las medidas obtenidas para encontrar si la cantidad de luz emitida por las lámparas o focos es la adecuada según el área que se evalúa.

El objetivo principal es determinar si la cantidad de luz que con la cuenta cada área es las más adecuada, para tener un parámetro en base al resultado obtenido, si la cantidad de luz emitida por lámparas es las óptima para los estudiantes y ver de qué manera afecta este parámetro en el proceso de enseñanza y aprendizaje de todos los estudiantes.

Para determinar si las cantidades de luz emitidas tienen un efecto positivo o negativo en los estudiantes se realizó una encuesta a una muestra de la población estudiantil con el objetivo de comprobar si es una realidad, que la iluminación con la que cuenta la UTLA es la más adecuada.

A demás, se hace una propuesta para mejorar la iluminación de la UTLA, en base a los resultados obtenidos de la presente investigación, dicha propuesta lleva incluido: El tipo de luminarias adecuadas, cantidad de luminarias por área, y el presupuesto de inversión en el caso que se llegue a tomar en cuenta lo que se propone.

RESUMEN

El presente estudio de iluminación realizado en las instalaciones de la Universidad Técnica Latinoamericana, cuenta con tres etapas principales, la primera cuenta con una encuesta subjetiva de iluminación hacia una muestra de 268 estudiantes de los cuales participantes reales fueron 239, en los diferentes espacios de estudio de la Universidad, en los dos turnos principales en los cuales se programan clases, de 7:00 am hasta las 10:am y el otro de 5:00pm hasta las 8:00pm, para tener dos parámetros de comparación, en la segunda etapa se realizaron estudios de iluminación en todos los espacios de estudio de la universidad, mediante la técnica de iluminancia media, utilizando un luxómetro y calculando los puntos de medición por aula o laboratorio, por ultimo calcular la iluminancia media, este proceso se realizo en los turnos antes mencionados, para considerar las lecturas con eliminación natural y artificial, teniendo los datos de las lecturas compararlas con lo normado en el “REGLAMENTO GENERAL DE PREVENCION DE RIESGOS EN LOS LUGARES DE TRABAJO”, al mismo tiempo también se realizó el inventario de luminarias y el estado en el que se encontraban, en la última etapa consistió en el análisis de los resultados arrojados por las mediciones obtenidas, determinando que el sistema de iluminación de las aulas del edificio A y C, cuentan con deficiencias lumínicas, considerando que también el tipo de luminaria son de balastro, la cantidad de luminarias ronda entre 4 a 6 en las aulas de estos edificios, en los laboratorios de microbiología y mecánica industrial se encuentran lecturas bajas de iluminación, se recomiendan que se cambien por luminarias tipo led de 1800lux e incrementando la cantidad en las aulas con pocas luminarias, ya que se está atendiendo a una población estimada de 950 estudiantes los cuales manifiestan que siente Vista cansada, fatiga en los ojos, pesadez en los parpados y visión borrosa lo que causa distracción, baja motivación, perdida de concentración, por ende bajando el rendimiento académico de los estudiantes.

ABSTRAC

The present study of lighting carried out in the facilities of the Latin American Technical University, has the main stages, the first has a survey of lighting to a

sample of 268 of the University, in the two main shifts in which they schedule classes, from 7:00 a.m. to 10 a.m. and the other from 5:00 p.m. until 8:00 p.m., in order to have two comparison parameters, in the second stage, lighting studies are carried out in all the study spaces of the university, by means of the technique of means of illumination, using a luxometer and calculating the points of measurement by classroom or laboratory, finally, the light of means of communication, this process is carried out in the shifts before, to take into account the readings with natural and artificial, taking into account the data of the readings. THE GENERAL REGULATION OF RISK PREVENTION IN WORK PLACES ", at the same time, the inventory of the luminaries and the state in which it is found is carried out, in the last stage it consisted in the analysis of the results thrown by the is verified, determining that the lighting system of the classrooms of building A and C, have light deficiencies, which in turn the type of luminaire in the ballast, the number of luminaries is between 4 to 6 in the classrooms of these buildings , in the laboratories of microbiology and industrial mechanics are low readings of illumination, it is recommended that they be replaced by LED type 1800lux luminaires and increasing the quantity in the classrooms with few luminaries, which are attended to an estimated population of 950 students which they manifest that you feel tired eyesight, fatigue in the eyes, heaviness in the eyelids and blurred vision. loss of concentration, thus lowering the academic performance of students.

CAPÍTULO I. EL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La iluminación es un factor importante en los espacios de estudio, trastornos oculares, efectos anímicos pueden ser los principales malestares que afecte el rendimiento académico de los estudiantes de la Universidad Técnica Latinoamericana.

El presente estudio de iluminación media se realizará en las instalaciones de la Universidad Técnica Latinoamericana, con el objetivo de medir el rendimiento académico de los estudiantes en base a la cantidad de luz emitida en las áreas evaluadas, para ello surgen las siguientes interrogantes:

¿La iluminación que hay en cada una de las áreas donde se imparten clases a los estudiantes, es la más adecuada, según sea el área?

¿El tipo de luminarias con que cuenta la UTLA, es la adecuada?

¿La cantidad de luz emitida por las lámparas con las que cuenta la UTLA, tiene un efecto positivo o negativo en el rendimiento académico de los estudiantes de las diversas carreras con las que se cuenta?

¿La iluminación con la que cuenta la UTLA, está de acuerdo con lo establecido por el Ministerio de Trabajo y Previsión Social (MTPS)?

1.2 ANTECEDENTES

La Universidad Técnica Latinoamericana como institución de educación superior, ha venido en una mejora continua en relación a las condiciones de infraestructura, para brindar un mejor servicio a la comunidad Universitaria; más cabe resaltar, que con respecto a seguridad y salud ocupacional, solo se ha realizado una evaluación de riesgos laborales en marzo del 2008, que surgió a partir de un trabajo de graduación denominado: “Propuesta de estudio de factibilidad para la venta de servicios de evaluación de riesgos laborales por parte de la Universidad Técnica Latinoamericana”, con el uso de Evalúa Profesional, un software creado para la elaboración de Evaluaciones de Riesgos Laborales, realizado con la más alta

tecnología en desarrollo de software para toda la familia de MS Windows 9x/ME/NT/2000/XP.

Con Evalúa Profesional, la realización de las evaluaciones de riesgos laborales se convierte en algo muy fácil e intuitivo, siguiendo en todo momento métodos normalizados por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).

Dicha evaluación fue enfocada generalmente a los puestos de trabajo del personal administrativo, cabe mencionar, que se evaluaron dos espacios de estudios, como es el laboratorio de computación y la biblioteca arrojando los siguientes cuadros resultados:

Departamento		Administración Académica											
Puesto	Laboratorio de Computación	Probabilidad			Consecuencias				Estimación				
		Ba	Me	Al	Le	Gr	+Gr	Tr	To	Mo	Im	In	
Cód.	Riesgo	Nombre del Riesgo											
01.0	Caídas desde diferentes alturas	○	●	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○
36.0	Puestos de trabajo con pantallas de visualización	○	●	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○
32.0	Iluminación	○	●	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○
33.0	Temperatura (calor-frío)	●	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○
02.0	Caídas desde mismo nivel	●	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○
07.0	Choques contra objetos inmóviles	●	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○

1

Teniendo como un riesgo de probabilidad media, con nivel de consecuencia leve y una estimación tolerable en relación con la iluminación del laboratorio de computación y biblioteca.

¹ Resultados de la evaluación de riesgos laborales realizada en marzo del 2008, en la Universidad Técnica Latinoamericana

Puesto	Biblioteca	Probabilidad			Consecuencias				Estimación			
		Ba	Me	Al	Le	Gr	+Gr	Tr	To	Mo	Im	In
Cód.Riesgo	Nombre del Riesgo											
13.0	Sobreesfuerzo	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○
32.0	Iluminación	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
37.0	Carga física: Posición	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○
33.0	Temperatura (calor-frío)	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○
04.0	Caídas manipulación de objetos	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○
07.0	Choques contra objetos inmóviles	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○
02.0	Caídas desde mismo nivel	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

Evaluación de Riesgos Laborales

09/03/2008 09:51:48 a.m.

- Iluminar las diferentes zonas con los mínimos establecidos para ello.
- Realizar un mantenimiento periódico de las luminarias (limpieza, cambio de tubos fluorescentes, etc).
- Emplear iluminación natural cuando sea posible e iluminación artificial auxiliar cuando sea necesario.
- Buscar una iluminación uniforme para evitar reflejos, deslumbramientos.
- Utilizar persianas o cortinas que impidan la entrada de luz solar directa.
- Evitar tubos fluorescentes que parpadeen y controlar la luz emitida mediante rejillas.
- **Cumplir con la legislación específica en cuanto a niveles de iluminación adecuados en los lugares de trabajo, utilización de maquinaria, señalización, etc.**

Situación Detectada

Notamos en la toma de lecturas que la iluminación no está homogénea en todo el centro de computo ya que existen variaciones bien altas de 152 luxes hasta 2388 luxes en otras aéreas, aunque según el encargado del centro de computo esto se debe a que en el momento de la inspección no habían cortinas lo que hacía que en la zona más cercanas a la ventanas hubiera un aumento de la iluminación esta puede provocar problemas en las personas que hacen uso del centro de computo.

En el año 2013, fue conformado el comité de seguridad y salud ocupacional de la Universidad, realizando actividades en pro la mejora continua de la institución, teniendo definidas las políticas de en materia de seguridad y salud ocupacional; así como, el programa de gestión de riesgo laborales, señalización, programa de capacitación, dos simulacros de evacuación uno en el 2016 y otro el 2017, alarmas contra incendios en el campus, extintores, duchas de emergencias, entre otros.

En resumen, podemos identificar que todas las actividades realizadas en pro a la seguridad y salud ocupacional son de manera general; hasta el momento no se realizado un estudio focalizado en la iluminación de los espacios de estudio de la institución, no se cuenta con datos técnicos que reflejen si las luminarias son las

² Resultados de la evaluación de riesgos laborales realizada en marzo del 2008, en la Universidad Técnica Latinoamericana

correctas o si estas afectan en el rendimiento académico de los estudiantes durante sus jornadas de estudio.

Debido a un periodo muy extenso de la realización de la evaluación de riesgos y a su generalidad, es necesario realizar una nueva evaluación de riesgo orientada a la iluminación en los espacios de estudios, teniendo en cuenta los cambios relevantes en infraestructura de la Universidad.

1.3 DEFINICIÓN O PLANTEAMIENTO DE CASO

Mediante una encuesta de evaluación subjetiva de iluminación, con una muestra de 239 estudiantes de diferentes turnos y en casi todos los espacios de estudio de la universidad, se pudo identificar las siguientes situaciones:

Generales: el 67% de la población son del sexo masculino y el 33% femenino, el 85% son personas entre 19 y 39 años, el 81% trabaja y estudia al mismo tiempo.

Consideraciones de la población en base a la iluminación: el 73% considera adecuada la iluminación en los edificios de la Universidad, con un 26% que lo consideran entre molesto y algo molesto, lo que concuerda con un 47% que no sugiere cambios en las luminarias contra un 35% que solicita más iluminación.

Afirmaciones más frecuentes: Las luces producen brillos o reflejos en algunos elementos de mi espacio de estudio, En algunas superficies, instrumentos, etc. de mi espacio de estudio hay reflejos, Tengo que forzar la vista para poder realizar mis actividades, Cuando miro a las lámparas, me molestan, En las superficies de trabajo de mi puesto hay algunas sombras molestas.

Síntomas identificados después de la jornada de estudio: vista cansada, fatiga en los ojos, pesadez en los parpados y visión borrosa, son los más señalados por los estudiantes.

Debido a lo manifestado por la muestra de los estudiantes es necesario profundizar en el estudio de manera más técnica, para tener recolectar parámetros reales y compararlos con los establecidos por la ley en base al decreto 89.

Ya que conocemos el sentir de la población encuestada, surge la siguiente interrogante:

¿La iluminación de los espacios de estudio de la UTLA, cumple con las normativas nacionales vigentes?

Para responder esta interrogante vamos a realizar un estudio de iluminación media en los espacios de la UTLA, con dichos resultados vamos a poder comparar con la normativa nacional vigente, para poder determinar las conclusiones y recomendaciones propuestas.

1.4 OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICO

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar si la iluminación en los espacios de estudio de la Universidad Técnica Latinoamericana afecta el rendimiento académico en los estudiantes.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar si la iluminación en los espacios de estudio de la Universidad Técnica Latinoamericana, están bajo lo normado en el Reglamento general de prevención de riesgos en los lugares de trabajo (Decreto No. 89).
- Determinar si la iluminación en los espacios de estudio de la Universidad Técnica Latinoamericana causa algún trastorno ocular en los estudiantes.

1.5 ESTABLECIMIENTO DE HIPÓTESIS

La iluminación en los espacios de estudio de la UTLA afecta el rendimiento académico de los estudiantes.

1.6 VARIABLES

VI= La iluminación

VD= Rendimiento académico

1.6.1 DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA VARIABLE

La iluminación: Se conoce también como iluminancia. Es el cociente del flujo luminoso incidente sobre un elemento de la superficie que contiene el punto por el área de ese elemento. Se representa con el símbolo E y su unidad es el lux.

Rendimiento académico: es una medida de las capacidades del alumno, que expresa lo que éste ha aprendido a lo largo del proceso formativo. También supone

la capacidad del alumno para responder a los estímulos educativos. En este sentido, el rendimiento académico está vinculado a la aptitud.

1.6.2 DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LA VARIABLE

La iluminación: Es una parte fundamental en el acondicionamiento ergonómico de los puestos de trabajo. Si bien, el ser humano tiene una gran capacidad para adaptarse a las diferentes calidades lumínicas, una deficiencia en la misma puede producir un aumento de la fatiga visual, una reducción en el rendimiento, un incremento en los errores y en ocasiones incluso accidentes

Rendimiento académico: Es el producto de asimilación del contenido de los programas de estudio, expresado en calificaciones dentro de una escala convencional y establecida por el MINED. Esto se refiere al resultado cuantitativo que se obtiene en el proceso de enseñanza- aprendizaje de conocimientos, con respecto a las evaluaciones que realiza el docente mediante pruebas objetivas y otras actividades complementarias.

1.6.3 OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
La iluminación	Tipo de iluminación	Luz natural, artificial o hibridad
	Síntomas de malestares en la vista	Vista cansada, fatiga en los ojos, pesadez en los parpados y visión borrosa
	Nivel medio de iluminación	Lectura, escritura, mecanografía y proceso de datos
Rendimiento académico	Calificaciones	Pruebas objetivas y otras actividades complementarias
	Permanencia	Índice de deserción estudiantil

1.6.4 JUSTIFICACIÓN Y USO DE LOS RESULTADOS

En la Universidad Técnica Latinoamericana, se imparten clases en tres turnos, matutino y vespertino y fin de semana, así como hay una población que en un 81% trabaja y estudia. Debido a estos los factores que influyen en el PEA de los

estudiantes, es de mucha importancia evaluar el nivel de iluminación en los espacios de estudio, para que las condiciones sean las más confortables y agradables posible, así como, la población estudiantil no sufra efectos dañinos para la salud, debidos a una iluminación inadecuada.

La evaluación subjetiva de iluminación sirve para dar un seguimiento técnico en el estudio, mediante el cual va a arrojar resultados para comparar con la normativa nacional vigente; a partir de estos resultados van a surgir propuestas para solventar las deficiencias en el sistema de iluminación en los espacios de estudio que lo requieran, mejorando el confort visual para los estudiantes y por ende mejorar la calidad de estudio.

1.7 ALCANCES Y LIMITACIONES

Alcance del estudio: el estudio de iluminación permite evaluar la luminancia media en cada uno de los espacios de estudio de la UTLA, para poder comparar con la normativa nacional vigente. Por otra parte, la evaluación subjetiva de iluminación permite percibir el sentir de una muestra de los estudiantes para evaluar si procede un diagnóstico técnico. Con estos resultados podemos realizar un análisis completo sobre el estado del sistema de iluminación de los espacios de la Universidad y poder identificar aquellas fallas en este, para poder proponer cambios para mejor y dar un mejor servicio en dicha institución

Limitaciones: mantener una muestra equitativa para llevar a cabo la evaluación subjetiva de iluminación en los diferentes espacios de estudio, ya sea por capacidad, programación académica o por disponibilidad de uso, además llegar al 100% de la muestra calculada; por otra parte, en el estudio de iluminación, la luz natural es variable dependiendo el día y la hora en la que se realicen las mediciones lo cual puede dar un margen de error a la toma de las lecturas. Sumando a esto, podemos mencionar la diferencia en áreas de cada uno de los espacios de estudio variando así los puntos de medición, así como, el número de ventanas con las que cuentan.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

LA LUZ

Es una forma particular y concreta de energía que se desplaza o propaga, no a través de un conductor (como la energía eléctrica o mecánica) sino por medio de radiaciones, es decir, de perturbaciones periódicas del estado electromagnético del espacio; es lo que se conoce como "energía radiante".

Existe un número infinito de radiaciones electromagnéticas que pueden clasificarse en función de la forma de generarse, manifestarse, etc. La clasificación más utilizada sin embargo es la que se basa en las longitudes de onda (Fig. 1). En dicha figura puede observarse que las radiaciones visibles por el ser humano ocupan una franja muy estrecha comprendida entre los 380 y los 780 nm (nanómetros).

Podemos definir pues la luz, como "una radiación electromagnética capaz de ser detectada por el ojo humano normal".

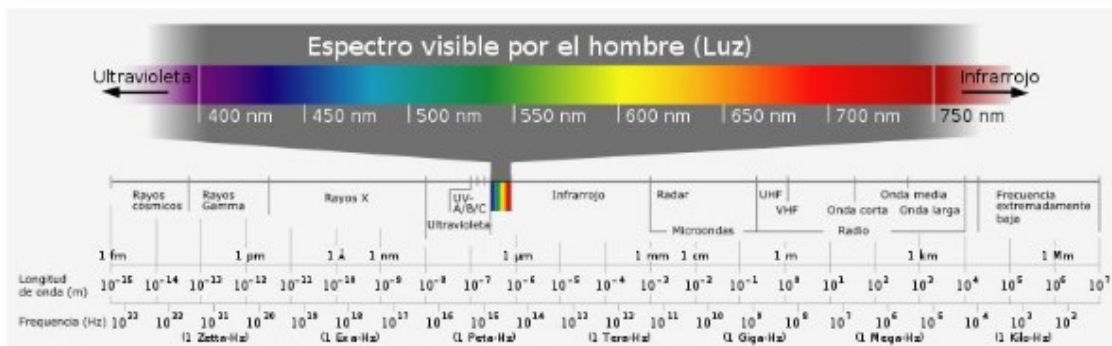


Fig. 1: Espectro electromagnético

LA VISION

Es el proceso por medio del cual se transforma la luz en impulsos nerviosos capaces de generar sensaciones. El órgano encargado de realizar esta función es el ojo. Sin entrar en detalles, el ojo humano (Fig. 2) consta de:

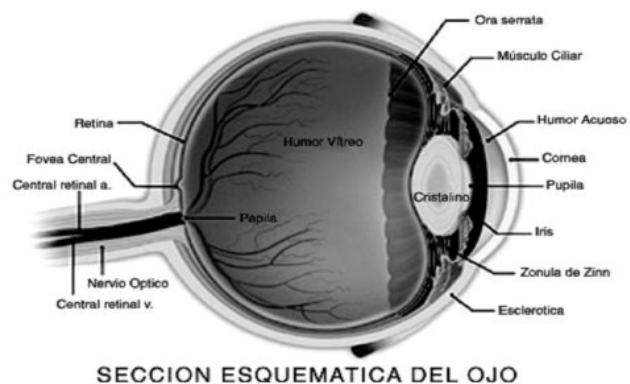


Fig. 2: Estructura del ojo humano

- Una pared de protección que protege de las radiaciones nocivas.
- Un sistema óptico cuya misión consiste en reproducir sobre la retina las imágenes exteriores. Este sistema se compone de córnea, humor acuoso, cristalino y humor vítreo.
- Un diafragma, el iris, que controla la cantidad de luz que entra en el ojo.
- Una fina película sensible a la luz, "la retina", sobre la que se proyecta la imagen exterior. En la retina se encuentran dos tipos de elementos sensibles a la luz: los conos y los bastones; los primeros son sensibles al color por lo que requieren iluminaciones elevadas y los segundos, sensibles a la forma, funcionan para bajos niveles de iluminación.
- También se encuentra en la retina la fovea, que es una zona exclusiva de conos y en donde la visión del color es perfecta, y el punto ciego, que es la zona donde no existen ni conos ni bastones.

En relación con la visión deben tenerse en cuenta los aspectos siguientes:

- Sensibilidad del ojo
- Agudeza Visual o poder separador del ojo
- Campo visual

Magnitudes y unidades

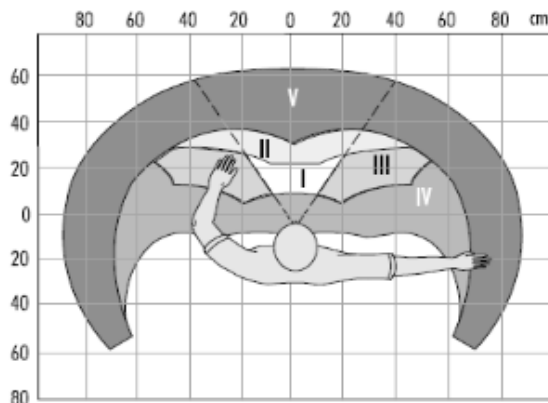
Si partimos de la base de que para poder hablar de iluminación es preciso contar con la existencia de una fuente productora de luz y de un objeto a iluminar, las magnitudes que deberán conocerse serán las siguientes:

- El Flujo luminoso.
- La Intensidad luminosa.

Denominación	Símbolo	Unidad	Definición de la unidad	Relaciones
Flujo luminoso	Φ	Lumen (lm)	Flujo luminoso de una fuente de radiación monocromática, con una frecuencia de 540×10^{12} Hertzio y un flujo de energía radiante de 1/683 vatios.	$\Phi = I \cdot \omega$
Rendimiento luminoso	H	Lumen por vatio (lm/W)	Flujo luminoso emitido por unidad de potencia (1 vatio).	$\eta = \frac{\Phi}{W}$
Intensidad luminosa	I	Candela (cd)	Intensidad luminosa de una fuente puntual que irradia un flujo luminoso de un lumen en un ángulo sólido unitario (1 estereorradián)	$I = \frac{\Phi}{\omega}$
Iluminancia	E	Lux (lx)	Flujo luminoso de un lumen que recibe una superficie de un m ²	$E = \frac{\Phi}{S}$
Luminancia	L	Candela por m ²	Intensidad luminosa de una candela por unidad de superficie (1 m ²)	$L = \frac{I}{S}$

- La Iluminancia o nivel de iluminación.
- La Luminancia.

La definición de cada una de estas magnitudes, así como sus principales características y las correspondientes unidades se dan en la Tabla 1.



ZONAS VISUALES EN LA ORGANIZACION DEL ESPACIO DE TRABAJO

	Movimientos de trabajo	Esfuerzo visual
Gama I	Movimientos frecuentes, implican que se emplea mucho tiempo	Gran esfuerzo visual
Gama II	Movimientos menos frecuentes	Esfuerzo visual frecuente
Gama III	Implican poco tiempo	La información visual no es importante
Gama IV	Aún menos frecuentes, poco tiempo	No requiere un esfuerzo visual en particular
Gama V	Deben evitarse	Debe evitarse

Tabla 1

Factores que afectan la visibilidad de los objetos

El grado de seguridad con que se ejecuta una tarea depende, en gran parte, de la calidad de la iluminación y de las capacidades visuales. La visibilidad de un objeto puede resultar alterada de muchas maneras. Una de las más importantes es el contraste de luminancias debido a factores de reflexión a sombras, o a los colores del propio objeto y a los factores de reflexión del color. Lo que el ojo realmente percibe son las diferencias de

luminancia entre un objeto y su entorno o entre diferentes partes del mismo objeto. La luminancia de un objeto, de su entorno y del área de trabajo influye en la facilidad con que puede verse un objeto.

Por consiguiente, es de suma importancia analizar minuciosamente el área donde se realiza la tarea visual y sus alrededores.

Otro factor es el tamaño del objeto a observar, que puede ser adecuado o no, en función de la distancia y del ángulo de visión del observador. Los dos últimos factores determinan la disposición del puesto de trabajo, clasificando las diferentes zonas de acuerdo con su facilidad de visión. Podemos establecer cinco zonas en el área de trabajo.

Un factor adicional es el intervalo de tiempo durante el que se produce la visión. El tiempo de exposición será mayor o menor en función de si el objeto y el observador están estáticos, o de si uno de ellos o ambos se están movimiento.

La capacidad del ojo para adaptarse automáticamente a las diferentes iluminaciones de los objetos también puede influir considerablemente en la visibilidad.

Factores de determinan el confort visual

Los requisitos que un sistema de iluminación debe cumplir para proporcionar las condiciones necesarias para el confort visual son,

- Iluminación uniforme.
- Iluminancia óptima.
- Ausencia de brillos deslumbrantes.
- Condiciones de contraste adecuadas.
- Colores correctos.
- Ausencia de efectos estroboscópicos.

Medición.

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 en varias áreas iguales, cada una de ellas idealmente cuadrada. Se mide la iluminancia existente en el centro de cada área a la altura de 0.8 metros sobre el nivel del suelo y se calcula un valor medio de iluminancia. En la precisión de la iluminancia media influye 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 de local aplicable al interior analizado.

$$Indice\ local = \frac{Largo\ x\ Ancho}{Altura\ del\ montaje\ x\ (Largo\ +\ Ancho)}$$

Aquí el largo y el ancho son las dimensiones del recinto y la altura de montaje es la distancia vertical entre el centro de la fuente de luz y el plano de trabajo.

La relación mencionada se expresa de la forma siguiente: 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 de “Índice de local” iguales o mayores que 3, el valor de x es 4. A partir de la ecuación se obtiene el número mínimo de puntos de medición.

Una vez que se obtuvo el número mínimo de puntos de medición, se procede a tomar los valores en el centro de cada área de la grilla. Cuando en recinto donde se realizará la medición posea una forma irregular, se deberá en lo posible, dividir en sectores cuadrados o rectángulos.

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

$$E \text{ Media} = \frac{\sum \text{Valores medidos (Lux)}}{\text{Cantidad de puntos medidos}}$$

Una vez obtenida la iluminancia media, se procede a verificar el resultado según lo requiere el Decreto 89 en su Sección II.

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

Según la naturaleza del tema de investigación y la poca información con la que se cuenta relacionada con este, se realiza una **investigación de tipo exploratoria**, en la cual nos permite familiarizarse con el fenómeno de iluminación en los espacios de estudio, que no ha sido abordado a profundidad y con un enfoque específico.

En base que existe una exposición al sistema de iluminación en los espacios de estudio, una respuesta a los efectos de estos y una hipótesis para contrastar; pero no hay aleatorización de los sujetos a los grupos de tratamiento y control, o bien no existe grupo control propiamente dicho este estudio es **Cuasi experimental**.

En base a los antecedentes indagados sobre el tema de ergonomía en la universidad, los cuales son de manera general del estudio realizado en el 2008,

surge la necesidad de realizar un análisis más profundo sobre el sistema de iluminación en los espacios de estudio, iniciando con la primera etapa que consiste en una encuesta subjetiva de iluminación con una muestra calculada de 268 estudiantes de una población de 886, alcanzando un 89% de cobertura de la muestra.

CALCULO TAMAÑO DE MUESTRA FINITA

Parámetro	Insertar Valor
N	886
Z	1.960
P	50.00%
Q	50.00%
e	5.00%

Tamaño de muestra

"n" =

268.18

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

n = Tamaño de muestra buscado

N = Tamaño de la Población o Universo

Z = Parámetro estadístico que depende el Nivel de Confianza (NC)

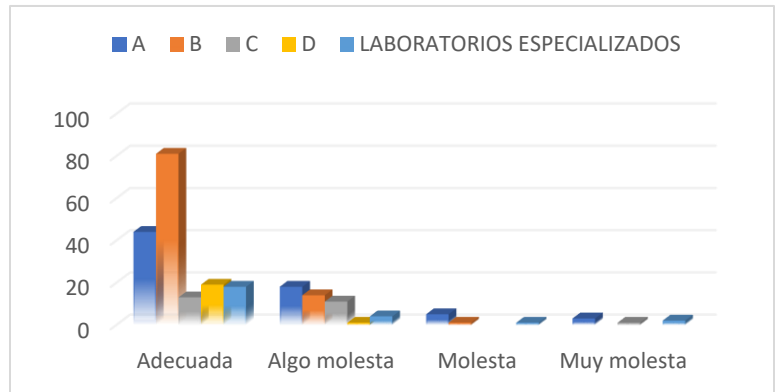
e = Erro de estimación máximo aceptado

El análisis de los datos recopilados de una muestra real de 263 estudiantes de la encuesta nos presenta el siguiente resultado:

Estratificación de la muestra		
VARIABLE	RESULTADOS	ANALISIS
Sexo	Masculino 67% Femenino 33%	Mayor participación por el sexo masculino
Edad	<=18 años 4% 19 - 29 años 62% 30- 39 años 23% 40=> años 7% N/R 3%	La población más recurrente de la universidad ronda entre los 19 a 29 años, una población relativamente joven, seguido de los de 30 a 39 años considerados como adulto-joven
Ocupación	Estudia 14% Trabaja y estudia 81% N/R 5%	La mayoría de la población encuestada trabaja y estudia, lo cual es un parámetro importante por el factor de cansancio en los encuestados.
Estudiantes por carrera	Ingeniería Industrial 52 Ingeniería Eléctrica 36 Ingeniería Mecánica 28 Ingeniería Civil 9 Ingeniería Agronómica 23 Ingeniería Electrónica 11 Lic. Administración de empresas 39 Lic. en Contaduría pública 41	Las carreras con mayor interacción fueron de ingeniería industrial y eléctrica, por el lado de ciencias económicas la licenciatura en administración de empresa y contaduría pública.
Turnos	AM 22% PM 56% FS 22%	El porcentaje mas alto de los estudiantes de la UTLA son del turno vespertino, por ende, fue el que se pudo abordar con mayor facilidad.
Edificios	A= 29%, B=41%, C= 11%, D= 8%, LAB. ESPECIALIZADOS= 11%	Los estudiantes abordados para la encuesta fueron en todos los edificios, pero por mayor participación fueron el edificio A y B, los cuales son los que tienen el mayor número de espacios de estudios programados en el ciclo.

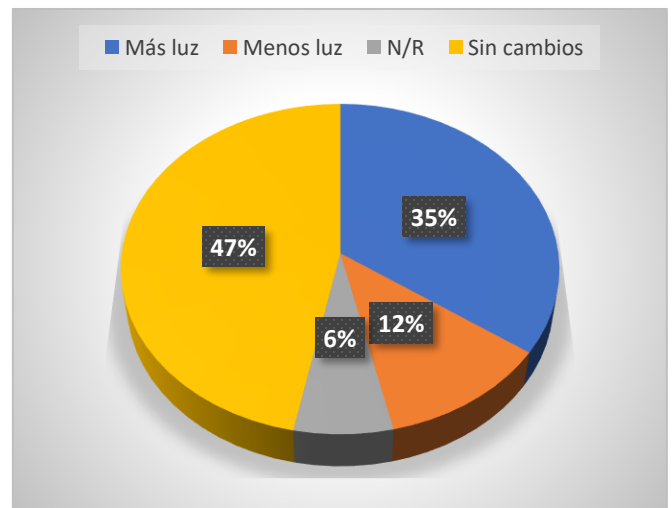
Análisis de subjetividad percibida por los estudiantes.

El 73% de la población consideran adecuada la iluminación en los espacios de estudio y un 20% la consideran algo molesta, hay un 10% que es molesta y muy molesta, lo cual nos indica que hay espacios de estudio los cuales se tienen que identificar por una mala iluminación. En la tabla siguiente podemos visualizar que las aulas del edificio A son las que han sido más mal evaluadas por parte de los estudiantes datos que se pueden reflejar en la gráfica.



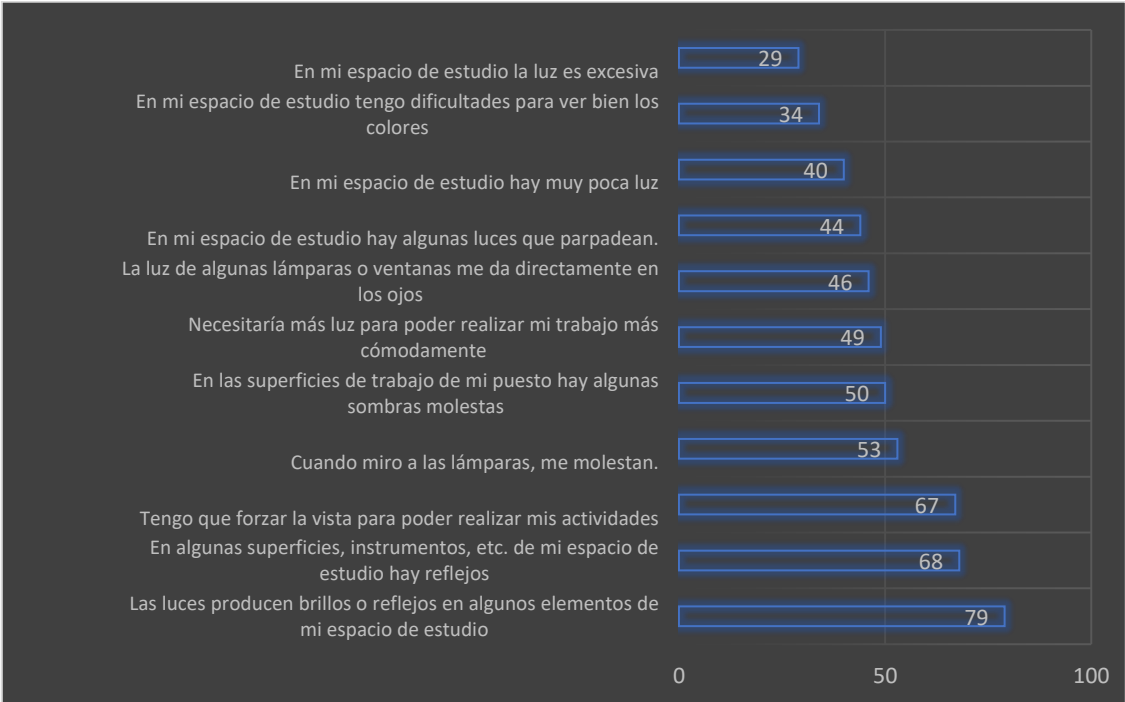
	A	B	C	D	LAB.	ESPE.	Total general	
Adecuada	44	81	13	19	18	18	175	73%
Algo molesta	18	14	11	1	4	4	48	20%
Molesta	5	1			1	1	7	3%
Muy molesta	3		1		2	2	6	3%
N/R		1	1		1	1	3	1%
Total general	70	97	26	20	26	26	239	100%

El 47% de los estudiantes sugieren no realizar cambios en la iluminación, un 35% enfatiza en que haya más iluminación, un 12% que se reduzca y el 6% que no respondió esta interrogante. Este factor de respuesta es relativo, dependiendo el grado de confort de cada encuestado, aunque una buena porción de la muestra considera que se tiene que mejorar la iluminación.

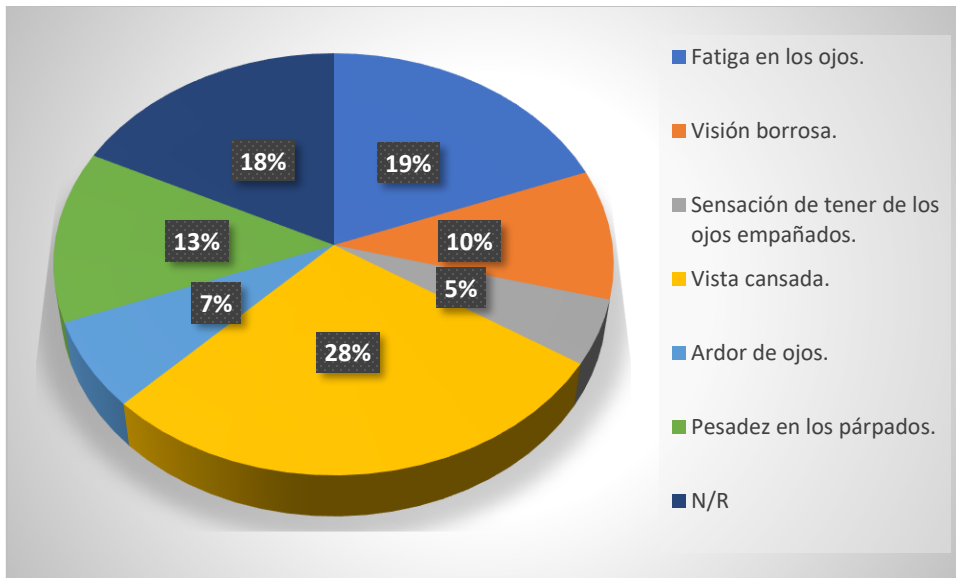


	Total de Estudiantes
Más luz	83
Menos luz	28
N/R	16
Sin cambios	112
Total general	239

Afirmaciones en las que están de acuerdo los estudiantes encuestados, dentro de las cuales resaltan los reflejos, forzar la vista, molestias con las lámparas y algunas sombras. Estos puntos críticos son los que se tienen que determinar mediante el estudio de iluminación.



Dentro de los síntomas mas recurrentes, sentido por los estudiantes podemos ver que el 28% considera que siente las Vista cansada, el 19% Fatiga en los ojos y el 13% con pesadez en los parpados, estos síntomas pueden ser provocados por una mala iluminación y pueda causar estas afectaciones. La Visión borrosa con 10%, la sensación de ojos empañados y ardor de los ojos pueden ser padecimientos previos o exposición a objetos brillantes o estas expuesto a destellos por mucho tiempo.



Teniendo en cuenta que contamos para este estudio con una población adulto joven, que la mayoría trabaja y estudia, que asisten en el turno vespertino y que fueron abordados en los edificios con mayor número de aulas, podemos concluir lo siguiente:

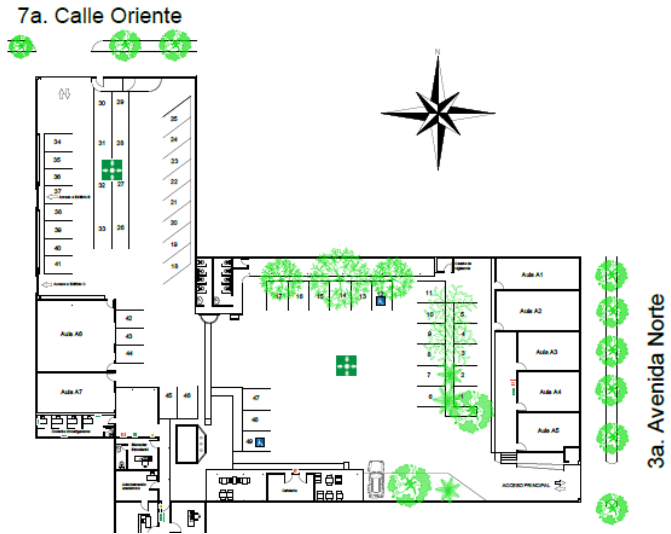
Los edificios tienen que ser evaluados a través de un estudio de iluminación para verificar si cumplen con las normativas vigentes y si no realizar propuestas para mejorar las condiciones lumínicas en los espacios de estudios.

ILUMINANCIA MEDIA DE UNIVERSIDAD TECNICA LATINOAMERICANA.

Estudio de iluminación media de áreas en las cuales se imparten clases. Para dicho estudio técnico se toman las mediciones adecuadas en las aulas de los edificios: A, B y C, edificio de laboratorios y biblioteca.

Las herramientas utilizadas son: cinta métrica de 8 m, luxómetro, libreta para tomar apuntes, tirro blanco para identificar los centros de cada una de las áreas medidas,

lápiz y calculadora. El análisis de iluminación se basará en tomar medidas por las mañanas (turnos matutinos) y en las tardes (turnos vespertinos), de cada una de las áreas a evaluar. Es importante mencionar que cada una de las mediciones se realizó con iluminación artificial activa, puertas y ventanas abiertas para tener un mejor panorama del efecto de la iluminación artificial con la natural. La metodología utilizada es la de la cuadrícula o también llamada grilla.



Iluminancia media (E Media) edificio A.

El edificio A, cuenta con 7 aulas, de las cuales en una se imparten clases de Dibujo y geometría descriptiva I. (A-7) y en las demás clases normales, para identificar dichas aulas se nombran de la siguiente manera: aula 1 (A-1), aula 2 (A-2), aula 3 (A-3), aula 4 (A-4), aula 5 (A-5), aula 6 (A-6), aula 7 (A-7).

Primero determinamos los puntos de medición mediante la función de índice de local y posterior la iluminación media:

$$\begin{aligned}
 \text{Indice local} &= \frac{\text{Largo} \times \text{Ancho}}{\text{Altura del montaje} \times (\text{Largo} + \text{Ancho})} & E \text{ Media} \\
 &= \frac{\sum \text{Valores medidos (Lux)}}{\text{Cantidad de puntos medidos}}
 \end{aligned}$$

Nº	Aula	Largo	Ancho	Altura	Indice de local (x)	Puntos de Medición (PM)	Valores Medidos																						
							AM																						
1	A-1	9.62	4.62	2.63	1.19	10	298	198	222	214	362	315	330	348	222	231												2740	
2	A-2	9.62	4.57	2.62	1.18	10	374	375	307	303	455	360	444	390	240	234													3482
3	A-3	7.15	4.60	2.65	1.06	9	328	344	408	262	280	245	215	213	216														2511
4	A-4	7.12	4.64	2.65	1.06	9	362	254	374	222	190	221	188	216	242														2269
5	A-5	7.06	4.40	2.77	0.98	9	300	352	120	260	348	248	200	240	136														2204
6	A-6	8.70	8.29	2.50	1.70	14	326	365	414	410	312	305	446	448	420	458	384	325	360	352									5325
7	A-7	8.88	4.72	2.42	1.27	12	408	618	696	634	480	326	264	360	395	214	256	230											4901

Toma de lecturas de iluminación en el turno AM, en un rango de 7:00 a 10:00am.

Nº	Aula	Largo	Ancho	Altura	Indice de local (x)	Puntos de Medición (PM)	Valores Medidos																						
							PM																						
1	A-1	9.62	4.62	2.63	1.19	10	320	254	228	265	283	359	374	526	335	284													3228
2	A-2	9.62	4.57	2.62	1.18	10	428	372	446	352	542	504	626	648	334	360													4612
3	A-3	7.15	4.60	2.65	1.06	9	408	396	464	345	322	323	342	340	462														3402
4	A-4	7.12	4.64	2.65	1.06	9	460	266	220	298	260	282	232	250	370														2638
5	A-5	7.06	4.40	2.77	0.98	9	396	554	282	372	668	464	300	276	580														3892
6	A-6	8.70	8.29	2.50	1.70	14	550	846	465	930	530	1010	810	1075	1680	1115	1150	2025	2275	2725									17186
7	A-7	8.88	4.72	2.42	1.27	12	376	596	495	406	526	402	285	464	360	515	428	298											5151

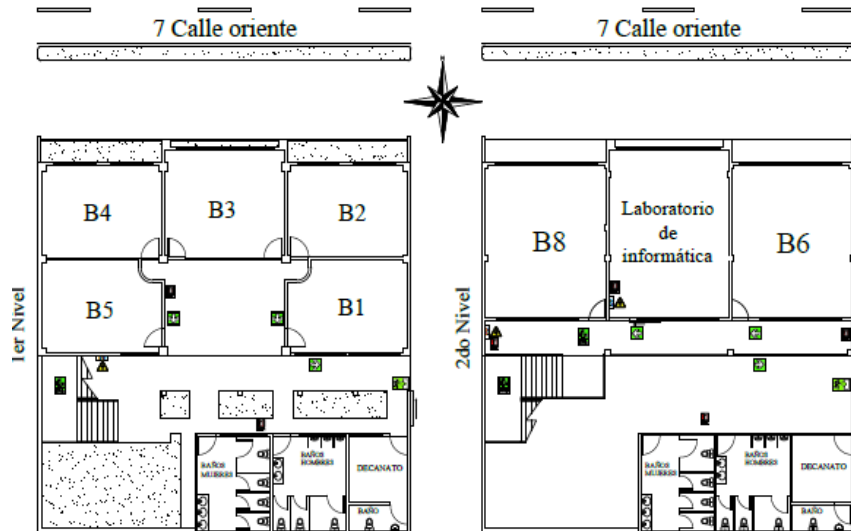
Toma de lecturas de iluminación en el turno PM, en un rango de 4:00 a 08:00pm.

Las aulas evaluadas es un área donde se imparten clases, el decreto 89 lo clasifica como: lectura, escritura, mecanografía y proceso de datos, donde el decreto exige que el nivel medio de iluminación mantenido sobre el área de trabajo en lux es de 500 lux y el promedio de iluminación obtenida en las aulas está por debajo de lo normado, teniendo en cuenta que el aula A7 es de dibujo técnico lo cual la norma exige 750 lux. Esto indica que en el edificio A se cuenta con deficiencias en la iluminación.

Aula	Iluminancia E media= $\sum VM / PM$	
	AM	PM
A-1	✗ 270	✗ 318
A-2	✗ 344	⚠ 455
A-3	✗ 269	✗ 364
A-4	✗ 242	✗ 282
A-5	✗ 248	⚠ 439
A-6	✗ 389	✓ 1257
A-7	⚠ 408	⚠ 429

Iluminancia media (E Media) edificio B.

El edificio B, cuenta con 8 aulas, de las cuales en una se imparten clases de Dibujo asistido por computadora (AUTOCAD) y Tecnologías de Información y Comunicaciones 1 y 2 (TIC I y II) (B-7) y en las demás clases normales, para identificar dichas aulas se nombran de la siguiente manera: aula 1 (B-1), aula 2 (B-2), aula 3 (B-3), aula 4 (B-4), aula 5 (B-5), aula 6 (B-6), aula 7 (B-7), (B-8).



Igual que en el edificio A, se realizan los cálculos de los puntos de medición y posterior los de la iluminancia media.

Nº	Aula	Largo	Ancho	Altura	Indice de local (x)	Puntos de Medición (PM)	AM																Total
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	B-1	7.00	5.16	2.48	1.20	10	765	838	847	979	853	780	671	919	547	735	7934						
2	B-2	7.00	5.16	2.48	1.20	10	824	801	1157	1001	1019	783	982	944	1298	692	9501						
3	B-3	6.94	6.00	2.48	1.30	11	788	762	689	1250	805	907	1116	949	813	1464	1020	806	11369				
4	B-4	7.00	5.16	2.48	1.20	10	875	1218	1025	1227	993	1032	825	857	420	748	9220						
5	B-5	7.00	5.16	2.48	1.20	10	660	685	558	667	580	616	676	627	637	663	6369						
6	B-6	7.00	8.54	2.84	1.35	11	940	762	657	1038	869	694	1144	870	724	974	848	855	10375				
7	B-7	6.94	9.38	2.84	1.40	12	778	553	470	843	717	560	1049	757	530	902	607	515	8281				
8	B-8	7.00	8.54	2.84	1.35	11	1066	930	582	1078	763	543	1004	607	750	910	514	524	9271				

Toma de lecturas de iluminación en el turno AM, en un rango de 7:00 a 10:00am.

Nº	Aula	Largo	Ancho	Altura	Indice de local (x)	Puntos de Medición (PM)	PM														Total
							✓ 545	✓ 535	✓ 655	✓ 725	✓ 712	✓ 724	✓ 589	✓ 725	⚠ 465	✓ 538					
1	B-1	7.00	5.16	2.48	1.20	10	✓ 569	✓ 595	✓ 707	✓ 759	✓ 663	✓ 684	✓ 565	✓ 587	⚠ 493	✓ 501					6213
2	B-2	7.00	5.16	2.48	1.20	10	✗ 389	✓ 630	✓ 619	✗ 421	✓ 738	✓ 689	✗ 343	✓ 538	✗ 254	✗ 336	✓ 510	✓ 518			5985
3	B-3	6.94	6.00	2.48	1.30	11	✓ 678	✓ 598	✓ 729	✓ 608	✓ 614	✓ 562	✓ 588	✗ 425	✓ 511	⚠ 481					5794
4	B-4	7.00	5.16	2.48	1.20	10	✓ 611	✓ 638	✓ 796	✓ 611	✓ 656	✓ 611	✓ 585	✓ 603	⚠ 481	✓ 561					6153
5	B-5	7.00	5.16	2.48	1.20	10	✗ 361	✗ 359	✗ 335	✗ 347	✗ 401	✗ 301	✗ 420	⚠ 467	✗ 393	✗ 256	✗ 282	✗ 292			4214
6	B-6	7.00	8.54	2.84	1.35	11	✗ 225	✗ 391	✗ 230	✗ 245	✗ 330	✗ 293	✗ 309	✗ 310	✗ 288	✗ 195	✗ 249	✓ 561			3626
7	B-7	6.94	9.38	2.84	1.40	12	✗ 362	✗ 361	✗ 350	✗ 292	✗ 381	✗ 376	✗ 386	✓ 505	✗ 357	✗ 292	✗ 292	✗ 282			4236
8	B-8	7.00	8.54	2.84	1.35	11															

Toma de lecturas de iluminación en el turno PM, en un rango de 4:00 a 08:00pm.

Las aulas evaluadas es un área donde se imparten clases, el decreto 89 lo clasifica como: lectura, escritura, mecanografía y proceso de datos, donde el decreto exige que el nivel medio de iluminación mantenido sobre el área de trabajo en lux es de 500 lux y el promedio de iluminación obtenida en las aulas está sobre lo normado, teniendo en cuenta que en las aulas B6, B7 y B8, presentan lecturas bajas en el turno PM lo que indica hacer una inspección más a profunda para determinar este fenómeno en estas aulas, lo que se puede identificar en la tabla de lecturas del turno pm,

Aulas	Iluminancia	
	E media= ΣVM/ PM	
	AM	PM
B-1	✓ 776	✓ 608
B-2	✓ 929	✓ 599
B-3	✓ 1046	✓ 550
B-4	✓ 902	✓ 567
B-5	✓ 623	✓ 602
B-6	✓ 922	✗ 374
B-7	✓ 714	✗ 313
B-8	✓ 824	✗ 376

Iluminancia media (E Media) edificio C.

El edificio C, cuenta con 2 aulas, de las cuales se imparten clases de materias de las diferentes carreras, para identificar dichas aulas se nombran de la siguiente manera: aula 1 (C-1), aula 2 (C-2).

Las aulas a evaluar es un área donde se imparten clases, el decreto 89 lo clasifica como: lectura, escritura, mecanografía y proceso de datos, donde el decreto exige que el nivel medio de iluminación mantenido sobre el área de trabajo en lux es de 500 lux y el promedio de iluminación obtenida.



Toma de lecturas de iluminación en el turno AM, en un rango de 7:00 a 10:00am.

Nº	Aula	Largo	Ancho	Altura	Indice de local (x)	Puntos de Medición (PM)	PM												
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	C-1	6.90	3.88	2.44	1.02	9	X 134	X 330	X 278	X 188	X 368	X 264	X 178	Y 468	X 365				
2	C-2	11.53	4.02	2.40	1.24	11	X 426	X 292	X 180	X 410	Y 512	X 252	X 306	Y 525	X 240	X 330	Y 490	X 234	

Toma de lecturas de iluminación en el turno PM, en un rango de 4:00 a 08:00pm

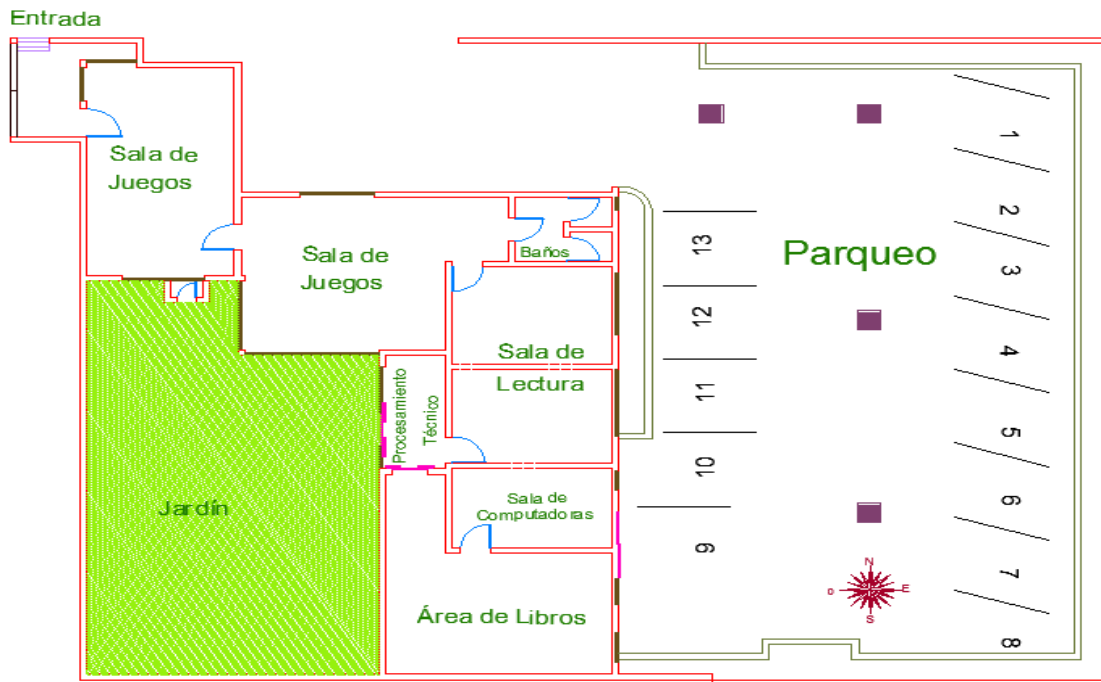
Nº	Aula	Largo	Ancho	Altura	Indice de local (x)	Puntos de Medición (PM)	AM												
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	C-1	6.90	3.88	2.44	1.02	9	X 425	Y 800	Y 564	Y 548	Y 738	Y 750	Y 515	Y 834	Y 741				
						11	Y 836	Y 826	Y 564	Y 1107	Y 1413	Y 940	Y 2618	Y 1210	Y 768	Y 1073	Y 1703	Y 940	

Aula	Iluminancia E media= ΣVM/ PM	
	AM	PM
C-1	✓ 649	X 283
C-2	✓ 1332	X 399

En los valores tomados en las aulas del edificio C, podemos detectar que el problema de iluminación es en los turnos vespertinos, lo cual requiere hacer una inspección más a profundidad en estas aulas para poder superar estas deficiencias y poder llegar a lo normado en el decreto 89.

Iluminancia media (E Media) de Biblioteca.

El edificio de la biblioteca consta de 7 áreas, para identificarlas se nombran de la siguiente manera: área de libros, área de lectura y computadora, área de entretenimiento, y área de mantenimiento de libros.



Detalle de trabajo en cada área:

- **Área de libros A.**
- En esta área se almacenan libros, diversos tomos, ejemplares y autores para los estudiantes de la universidad.
- **Área de lectura**
- Esta área es específicamente solo para lectura de libros.
- **Área de computadora.**
- En esta área hay un conjunto de computadoras al servicio de los estudiantes.
- **Área de entretenimiento.**
- En esta área se encuentra una serie de diversos juegos para los estudiantes.
- **Área de mantenimiento de libros.**

- En esta área se reparan todos aquellos libros que se dañan.

Nº	Área	Largo	Ancho	Altura	Índice de local (x)	Puntos de Medición (PM)	AM										
1	Libros A	2.64	2.00	2.50	0.46	6	✗ 180	✓ 706	✗ 180	✓ 50	⚠ 480						
2	Libros B	6.57	3.96	2.50	0.99	9	✗ 75	✗ 140	✓ 515	✗ 516	✗ 242	✗ 210	✓ 544	✗ 306			
3	Lectura	6.95	3.97	2.67	0.95	9	✓ 3667	✓ 1750	✓ 980	✓ 1311	✓ 1112	✓ 1940	✓ 1920	✓ 1251			
4	Computadora	3.97	2.77	2.53	0.64	7	✓ 756	✓ 786	✓ 1118	✓ 1270	✓ 1658	✓ 1234	✓ 2000				
5	Entretenimiento A	6.58	3.97	2.66	0.93	9	✓ 727	✓ 580	✓ 588	✓ 870	✓ 858	✓ 770	✓ 777	✓ 1012			
6	Entretenimiento B	7.34	4.21	2.66	1.01	9	✓ 1518	✓ 1316	✓ 1237	✓ 1251	✓ 1031	✗ 295	✓ 705	✓ 530			
7	Manto. De Libro	5.28	2.00	2.67	0.54	6	✓ 605	✓ 610	⚠ 460	✗ 325	✗ 322						

Toma de lecturas de iluminación en el turno AM, en un rango de 7:00 a 10:00am

Nº	Área	Largo	Ancho	Altura	Índice de local (x)	Puntos de Medición (PM)	PM											
1	Libros A	2.64	2.00	2.50	0.46	6	✗ 179	✓ 660	✗ 184	✓ 590	✗ 280	✗ 390						
2	Libros B	6.57	3.96	2.50	0.99	9	✗ 44	✗ 100	✗ 400	✗ 233	✓ 593	✗ 360	✗ 152	⚠ 455	✗ 240			
3	Lectura	6.95	3.97	2.67	0.95	9	✓ 800	✓ 585	✓ 576	✗ 425	⚠ 460	⚠ 474	✓ 752	✓ 606	⚠ 470			
4	Computadora	3.97	2.77	2.53	0.64	7	✗ 260	✗ 428	⚠ 490	✓ 1020	✓ 608	✓ 1060	✗ 368	⚠ 460				
5	Entretenimiento A	6.58	3.97	2.66	0.93	9	✗ 360	✗ 355	✗ 234	⚠ 474	⚠ 474	✗ 322	✗ 260	✗ 310	✗ 300			
6	Entretenimiento B	7.34	4.21	2.66	1.01	9	✓ 658	✓ 628	✓ 818	⚠ 475	✓ 515	✓ 555	✗ 265	✗ 448	✗ 170			
7	Manto. De Libro	5.28	2.00	2.67	0.54	6	✓ 782	✓ 768	✓ 660	✓ 1080	⚠ 494	✓ 658						

Toma de lecturas de iluminación en el turno PM, en un rango de 4:00 a 08:00pm

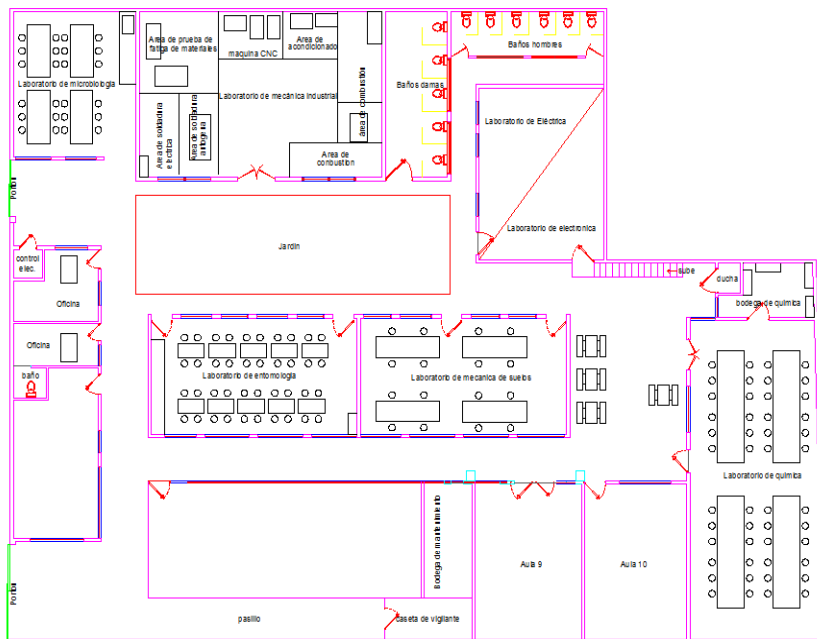
Área	Iluminancia E media= ΣVM/ PM	
	AM	PM
Libros A	✗ 373	✗ 379
Libros B	✗ 329	✗ 289
Lectura	✓ 1742	✓ 593
Computadora	✓ 1457	✓ 671
Entretenimiento A	✓ 817	✗ 360
Entretenimiento B	✓ 975	✓ 502
Manto. De Libro	⚠ 455	✓ 687

Los espacios de estudio a evaluar es las áreas de biblioteca, el decreto 89 lo clasifica como: lectura, escritura, mecanografía y proceso de datos, donde el decreto exige que el nivel medio de iluminación mantenido sobre el área de trabajo en lux es de 500 lux, y en la zona de libros esta por debajo de lo normado, debido a que los estantes en donde están ubicados los libros generan sombra, luego en la un sector de la zona

de entretenimiento al parecer es de revisar una de las luminarias.

Iluminancia media (E Media) edificio de laboratorios.

Se ha realizada la toma de mediciones de cantidad de luz que es emitida por luz artificial y natural de 5 laboratorios con los que cuenta la Universidad, se mencionan a continuación: laboratorio de química, entomología, microbiología, mecánica de suelos, mecánica industrial.



Es aconsejable la utilización de la luz artificial, fundamentalmente por seguridad (la llama de un mechero bunsen puede ser invisible a la luz del día), destinando el área de las ventanas para demostraciones y colocación de estanterías y armarios.

Se debe considerar la posibilidad de conseguir una zona oscura, para la realización de experimentos ópticos y proyecciones de diapositivas o similares.

Donde la discriminación de colores es vital, por ejemplo, en laboratorios de química o biología, se deberán utilizar tubos fluorescentes con espectro próximo a la luz del día (Índice de rendimiento al color Ra alto).

En las áreas destinadas a talleres, además de las consideraciones referidas para las aulas de enseñanza práctica, debemos tener presente la existencia de elementos en rotación (talleres mecánicos con la presencia de tornos u otras máquinas giratorias) por la posibilidad de que se produzca el efecto estroboscópico.

Nº	Laboratorio	Largo	Ancho	Altura	Índice de local (x)	Puntos de Medición (PM)	Valores														
							AM														
1	Química	13.90	5.77	2.40	1.70	14	290	272	305	504	997	550	755	750	673	341	531	472	519		
2	Entomología	9.30	5.09	2.50	1.32	11	714	611	645	764	766	530	481	628	471	728	519				
3	Microbiología	6.38	5.51	2.45	1.21	10	273	188	394	356	334	447	265	326	218						
4	Mec. De Suelo	9.41	5.12	2.48	1.34	11	770	816	828	1033	598	739	914	724	963	883	800				
5	Mec. Industrial	10.57	6.83	2.62	1.58	13	149	76	391	356	263	352	384	345	405	272	215	149	93		

Toma de lecturas de iluminación en el turno AM, en un rango de 7:00 a 10:00am

Toma de lecturas de iluminación en el turno PM, en un rango de 4:00 a 08:00pm

Nº	Laboratorio	Largo	Ancho	Altura	Indice de local (x)	Puntos de Medición (PM)	PM														
1	Química	13.90	5.77	2.40	1.70	14	236	265	200	192	390	452	221	296	416	312	208	299	349	405	
2	Entomología	9.30	5.09	2.50	1.32	11	332	344	315	568	525	527	558	345	333	258	433	436			
3	Microbiología	6.38	5.51	2.45	1.21	10	271	180	442	393	428	302	500	236	300	164					
4	Mec. De Suelo	9.41	5.12	2.48	1.34	11	365	369	383	415	435	268	410	382	352	546	476	441			
5	Mec. Industrial	10.57	6.83	2.62	1.58	13	77	70	320	360	348	378	442	405	446	290	320	233	112	105	

Según el decreto 89, para laboratorios el valor de la iluminación promedio tiene que ser de 500 lux, en la tabla resumen de iluminancia media, se identifica claramente que, en laboratorio de microbiología y mecánica industrial, también hacer énfasis

Laboratorio	Iluminancia E media= $\sum VM / PM$	
	AM	PM
Química	✓	523
Entomología	✓	695
Microbiología	✗	316
Mec. De Suelo	✓	903
Mec. Industrial	✗	295

que todas las prácticas son realizadas de día.

En resumen, podemos identificar a grandes rasgos que las aulas del edificio A y C, así como, los laboratorios de microbiología y mecánica industrial presentan las mediciones más críticas y que se tienen que hacer una inspección más minuciosa con el tipo de luminaria y los ventanales para la luz natural.

Con respecto al tipo de las luminarias y cantidad se presentan los siguientes cuadros resumen.

Aulas local A con voltaje de 120v								
Aulas	Cant.	Cantidad de tubos	Tipo de tubo	Tipo de pantalla	Tipo de lampara	Capacidad	Watts	Obs.
A1	6	12	T8/865	No tiene	Balastro	2 tubos por lampara	32 w	Hay 6 lámparas 4 en buen estado y 2 en mal estado

A2	6	12	T8/865	No tiene	Balastro	2 tubos por lampara	32 w	Hay 6 lámparas 4 en buen estado y 2 en mal estado
A3	4	8	T8	No tiene	2 balastro y 2 led	2 tubos por lampara	18 w y 32 w	Hay 4 lámparas 4 tubos led y 4 tubos balastro
A4	4	8	T8	No tiene	2 balastro y 2 led	2 tubos por lampara	18 w y 32 w	Hay 4 lámparas 4 tubos led y 4 tubos balastro
A5	5	12	T8	Diamante	Led y balastro	4 de 2 tubos y 1 de 4	18 w y 32 w	Hay 5 lámparas 4 de 2 tubos y 1 de 4 tubos
A6	8	32	T8	Diamante	Balastro	4 tubos por lampara	32 w	Hay 8 lámparas de 4 tubos
A7	6	24	T8	Diamante	Balastro y 1 led	4 tubos por lampara	32 w	Hay 6 lámparas de 04 tubos 20 tubos balastro 4 tubos led

Aulas edificio B con voltaje de 120v (Tubos tipo T8)

Aulas	Cant.	Cantidad de tubos	Tipo de pantalla	Tipo de lampara	Capacidad	Watts	Obs.
B1	6	18	Diamante	Led	3 tubos por lampara	18 w	
B2	6	18	Diamante	Led		18 w	
B3	6	18	Diamante	Led		18 w	
B4	6	18	Diamante	Led		18 w	6 lámparas de 18 de 3 tubos 1 tubo en mal estado
B5	6	18	Diamante	Led		18 w	

B6	6	18	Diamante	Led		18 w	
B7	6	18	Diamante	Led		18 w	
B8	6	18	Diamante	Led		18 w	

Aulas edificio C con voltaje a 120v (Tubos tipo T8)

Aulas	Cant.	Cantidad de tubos	Tipo de pantalla	Tipo de lampara	Capacidad	Watts	Obs
C1	2	8	Diamante	Led	4 tubos por lampara	18 w	
C2	4	16	Diamante	Led		18 w	Hay 4 lámparas de 04 tubos 16 tubos balastro 4 1 quemado

Laboratorios local 1 con voltaje de 120v (Tubos tipo T8)

Laboratorios	Cant	Cantidad de tubos	Tipo de pantalla	Tipo de lampara	Capacidad	Watts	Obs.
Química	8	32	Diamante	Led	4 tubos por lampara	18 w	Faltan 3 en total 29 tubos led en buen estado
Mecánica de los suelos	8	16	No tiene	Balastro	2 tubos por lampara	40 w	
Entomología	4	16	No tiene	Balastro	2 tubos por lampara	40 w	
Microbiología	4	16	Diamante	Led	4 tubos por lampara	18 w	
Mecánica industrial	6	24	Diamante	Led	4 tubos por lampara	18 w	1 tubo en mal estado
Eléctrica	6	24	Rejilla	Balastro	4 tubos por lampara	40 w	2 tubos faltantes
Electrónica	6	22	Diamante	Balastro	4 tubos por lampara	40 w	hay 6 lámparas 5 lámparas de 4 tubos y 1 de 2 tubos

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 DESCRIPCIÓN E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

A partir de un instrumento de evaluación subjetiva, para recoger información sobre la opinión de una muestra finita de estudiantes, sobre las condiciones de iluminación en los diferentes espacios de estudios de la Universidad, se pudo determinar que:

- Hay un 30% de estudiantes que evalúan mal la iluminación
- Un 35% sugiere que haya más iluminación
- El 28% considera que siente las Vista cansada, el 19% Fatiga en los ojos y el 13% con pesadez en los parpados, producto de una mala iluminación

A partir de estos resultados, se procede a la realización de un estudio de iluminación en todos los espacios de estudios, en dos turnos para comparar ambos parámetros.

Dentro de los hallazgos encontrados podemos resaltar los siguientes:

- Las aulas del edificio A están bajo lo estipulado en el decreto 89
- El edificio B fuero casos aislados en las aulas B6, B7 y B8, en el turno de la noche
- En el edificio C se da el fenómeno que en el turno vespertino no rinden con la iluminación requerida según el decreto 89.
- En la biblioteca se identificó el área de libros con deficiencias para tomar las lecturas debido a que los estantes generan sombra y en la sala de entretenimiento con baja iluminancia, pero en el turno vespertino.
- En el edificio de laboratorios se pudo detectar que en microbiología y mecánica industrial están por debajo el estándar sugerido en el decreto 89, teniendo en cuenta la luz artificial, al realizar las mediciones en la noche, ninguno de los laboratorios suple la necesidad lumínica.

En base a estos resultados se procede a la evaluación de las luminarias, el tipo, la cantidad, el estado, el tipo de apantallamiento para poder determinar estas deficiencias si son a causa de las luminarias, dentro de los hallazgos se resaltan los siguientes:

- Las aulas del edificio A son lampara de balastro

- Las aulas A1 y A2 tienen tubos en mal estado
- Las aulas A3 y A4 solo cuentan con 4 lámparas
- En el edificio B todas las lampara son LED y solo se encontró un tubo quemado en la B4
- En el edificio C son tipo balastro y en la C1 solo se cuenta con dos lámparas y el C1 hay un tubo quemado
- En los laboratorios de microbiologías (balastro) y entomología (LED) solo cuenta con 4 lámparas.
- En mecánica industrial cuenta con un tubo quemado
- En eléctrica hay 2 tubos quemados.

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LOS RESULTADOS.

5.1. CONCLUSIONES

Podemos determinar que debido que existen diferentes tipos de lámparas en los espacios de estudio, luminarias quemadas, pantallas sucias y con una cantidad que no supe los requerimientos lumínicos, concluimos que es un factor de riesgo que causa vista cansada, fatiga en los ojos y pesadez en los parpados, síntomas que afectan el confort visual lo cual afecta el nivel de concentración en el aula poniendo en riesgo el rendimiento académico de los estudiantes.

5.2. RECOMENDACIONES DE LOS RESULTADOS.

Como una respuesta rápida a suplir las necesidades lumínica en los espacios de estudio de la universidad, recomendamos lo siguiente:

- Sustituir todas las lámparas de balastro por tecnología LED con un flujo luminoso de 1800lux.
- Incrementar el número de lámparas en aquellos espacios su iluminancia media es bien baja en ausencia de la luz natural.
- Revisar el plan de mantenimiento de luminarias de la institución para mejorar el estado de las lámparas.

CAPÍTULO 6. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

6.1 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Cronograma de actividades 2018				JUNIO					JULIO					AGOSTO					SEPTIEMBRE					OCTUBRE					NOVIEMBRE					DICIEMBRE				
No.	Concepto	Inicia	Finaliza	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	ELABORACION DE PERFIL DEL PROYECTO	01-jun-18	15-jun-18																																			
2	APROBACION DEL PROYECTO	15-jun-18	23-jun-18																																			
3	ELABORACION DE ENCUESTA	21-jun-18	23-jun-18																																			
5	CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN SUBJETIVA DE ILUMINACIÓN	25-jun-18	25-jun-18																																			
6	DETERMINACION DE MUESTRA DEL PROYECTO	26-jun-18	27-jun-18																																			
7	SUMINISTRO DE ENCUESTAS A ESTUDIANTES	28-jun-18	29-jun-18																																			
8	TABULACION DE ENCUESTAS	29-jun-18	02-jul-18																																			
9	ANALISIS DE RESULTADOS	02-jul-18	31-jul-18																																			
10	TOMA DE LECTURA DE ILUMINACIÓN EN LOS ESPACIOS DE ESTUDIO	20-ago-18	15-sep-18																																			
11	ANALISIS DE RESULTADOS DE ILUMINACION	23-jul-18	15-sep-18																																			
12	REVISION LITERARIA MARCO TEORICO	01-oct-18	15-oct-18																																			
13	PREPARACION DE INFORME DE INVESTIGACION	15-oct-18	31-oct-18																																			
14	REVISION DE DOCUMENTO	23-oct-18	15-nov-18																																			
15	IMPRESION DE CD Y DOCUMENTO	03-dic-18	03-dic-18																																			
16	ENTREGA DEL PROYECTO	04-dic-18	04-dic-18																																			

6.2 PRESUPUESTO.

TIPO	CATEGORÍA	RECURSO	DESCRIPCIÓN	MONTO
Recursos de infraestructura y equipo	Infraestructura	Equipo	Desktop.	\$ 450.00
		Equipo	Impresora.	\$ 350.00
		Internet	Uso de la web para consulta, documentación y correo electrónico.	\$ 150.00
		Equipo	Luxómetro para la medición de iluminación en las áreas de estudio	\$ 125.00
Recursos de papelería y otros	Gastos de trabajo de campo	Fotocopias	239 fotocopias de las Cuestionario De Evaluación Subjetiva de Iluminación	\$ 10.00
	Materiales	Papel	Hojas para la impresión de proyectos. (6 ejemplares).	\$ 50.00
	Materiales	DVD	15 DVD para material registrado en Biblioteca Nacional y autoridades de la UTLA.	\$ 15.00
TOTAL.....				\$1,150.00

CAPÍTULO 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carrillo Mancía, J. F., & Mendez Melara, E. A. (2008). *Propuesta de estudio de factibilidad para la venta de servicios de evaluación de riesgos laborales de la Universidad Técnica Latinoamericana*. Santa Tecla: Universidad Técnica Latinoamericana.
- MTPS. (2012). *REGLAMENTO GENERAL DE PREVENCIÓN DE RIESGOS EN LOS LUGARES DE TRABAJO 1*. SAN SALVADOR: Ministerio de Trabajo y Previsión Social .
- SRT. (2016). *Guía práctica sobre la iluminación en el ambiente laboral*. Buenos aires: Ministerio de trabajo, empleo y seguridad social, Presidencia de la Nación.

CAPÍTULO 8. ANEXOS

Toma de medidas para calcular los puntos de medición.



Luxómetro para tomar las mediciones de iluminación.



Medición de iluminación

