



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROPUESTA TECNOLÓGICA**

**TEMA:**

**“ESTUDIO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN EN EL LABORATORIO DE PRODUCTOS LÁCTEOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, PARA LA PREVENCIÓN DEL RIESGO FÍSICOS”**

**AUTOR:**

Reatiqui Caillagua Jefferson Paúl

**TUTOR:**

Ing. Mgc. Cristian Xavier Espín Beltrán

**Latacunga-Ecuador**

**Julio - 2017**

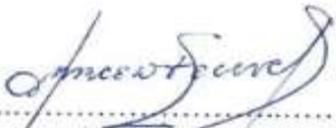
## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, el postulante: **JEFFERSON PAÚL REATIQUI CAILLAGUA**, con el título de Proyecto de investigación: **“ESTUDIO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL LABORATORIO DE LÁCTEOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS FÍSICOS”** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, julio del 2017

Para constancia firman:

  
Lector 1 (Presidente)  
Ing. Mg. Ángel Marcelo Tello Córdor  
CC: 050151855-9

  
Lector 2  
Ing. Msc. Lilia Cervantes  
CC: 175727437-6

  
Lector 3  
Ing. Mg. Jorge Freire  
CC: 050262481-0

## **AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del Trabajo del presente proyecto de investigación título:

**“ESTUDIO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL LABORATORIO DE LÁCTEOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS FÍSICOS”**, de Reatiqui Caillagua Jefferson Paúl, de la carrera de Ingeniería Industrial, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, julio 2017

Tutor



.....  
Ing. Mec. Cristian Xavier Espín Beltrán

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **JEFFERSON PAÚL REATIQUI CAILLAGUA** declaro ser autor del presente proyecto de investigación: **“ESTUDIO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL LABORATORIO DE LÁCTEOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS FÍSICOS”**, siendo el **MSC. CRISTIAN XAVIER ESPÍN BELTRÁN** tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.



.....  
Jefferson Paúl Reatiqui Caillagua  
C.I. 050253432-4

## AVAL DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

En calidad de coordinador del Laboratorio de Lácteos de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión Salache, avalo que el presente trabajo de investigación con el título: **"ESTUDIO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL LABORATORIO DE LÁCTEOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS FÍSICOS"** de la autoría del postulante Jefferson Paúl Reatiqui Caillagua con cedula de ciudadanía 050253432-4, de la carrera de ingeniería industrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi, considero que dicho informe Investigativo cumple con los requisitos metodológicos y reportes científicos-técnicos, necesarios para ubicación adecuada de luminarias en el laboratorio de lácteos de la institución.

Latacunga 02 de agosto de 2017



Ing. Tinajero Merisalde Cristóbal Alberto  
CC.050156747-3

## **DEDICATORIA**

Este proyecto lo dedico con mucho cariño:

A mi Virgencita Rosario de Agua Santa por darme fuerzas en todo momento y guiar siempre mis pasos, a mi madre por el apoyo incondicional que me ha brindado y por uno que otro consejo cuando más lo necesitaba, y de manera especial a mi amada esposa Mónica que supo brindarme su apoyo, cariño y comprensión, que día a día fue paciente y con su ternura me ayudo a culminar mis estudios.

**Jefferson**

## **AGRADECIMIENTO**

Por la dedicación y el esfuerzo constante en la realización de esta propuesta tecnológica agradezco:

A Dios quien me ha dado fuerza, valor y fe para lograr alcanzar un objetivo más en mi vida a mi madre por su apoyo incondicional.

A la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI y sus docentes que la conforman, por permitirme formar parte de esta familia y brindarme sus conocimientos y enseñanzas durante toda mi vida de estudiante universitario.

Mi más grande y sincero agradecimiento a mi amigo y tutor de proyecto el Ing. Xavier Espín, quien supo guiarme con esfuerzo y dedicación en el desarrollo de mi propuesta tecnológica.

Por ultimo agradezco al Coordinador encargado del laboratorio de lácteos de la universidad Técnica de Cotopaxi extensión SALACHE, quien me permitió realizar el proceso de mi proyecto, facilitándome el ingreso al laboratorio.

**Jefferson**

## CONTENIDO GENERAL

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN .....	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	iv
AVAL DE IMPLEMENTACIÓN .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
CONTENIDO GENERAL .....	viii
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI .....	xiv
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT .....	xv
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xvi
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	2
3. JUSTIFICACIÓN .....	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	3
5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	4
6. OBJETIVOS .....	5
6.1. Objetivo general .....	5
6.2. Objetivos específicos.....	6
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS PLANTEADOS .....	6
8. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICO CIENTÍFICA .....	7
8.1. ILUMINACIÓN.....	7
8.1.1. Iluminación adecuada .....	8
8.2. LUMINOTÉCNIA .....	9
8.2.1. Lux .....	9
8.2.2. Lúmen .....	10
8.2.3. Flujo luminoso .....	10
8.2.4. Eficacia luminosa.....	11
8.2.5. Intensidad luminosa .....	11

8.2.6.	Iluminancia .....	11
8.2.7.	Luminancia .....	12
8.3.	ILUMINACIÓN EN INTERIORES .....	12
8.3.1.	Aspectos que debe cumplir la iluminación de interiores .....	13
8.3.2.	Sistemas de iluminación .....	14
8.3.3.	Tipos De Iluminación.....	15
8.3.4.	Factores correctos de iluminación.....	16
8.3.5.	Uniformidad de la iluminación .....	17
8.3.6.	Factores que influyen en la visión .....	18
8.3.7.	Cálculo para la iluminación requerida .....	19
8.4.	TIPOS DE LÁMPARAS .....	19
8.4.1.	Lámparas incandescentes .....	19
8.4.2.	Lámparas fluorescentes.....	20
8.4.3.	LED.....	20
8.5.	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN.....	21
8.5.1.	Luxómetro.....	21
8.5.2.	Cantidad de puntos de muestra .....	22
8.5.3.	Niveles de iluminación .....	23
8.5.4.	Condiciones de trabajo en laboratorios .....	23
8.5.5.	Equipos de protección personal para laboratorios de lácteos .....	24
8.6.	RIESGOS FÍSICOS .....	25
8.6.1.	Enfermedades profesionales .....	26
8.6.2.	Accidentes en laboratorios de productos lácteos .....	27
8.6.3.	Efectos en la salud de la escasez de iluminación .....	27
9.	HIPÓTESIS .....	28
10.	METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	28
10.1.	Metodología de la investigación.....	28
10.2.	Reelección de datos .....	28
10.3.	Técnicas.....	28
10.4.	Tipo de proyecto: Desarrollo.....	29
10.5.	Unidad de estudio .....	30
11.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	31
11.1.	ENCUESTAS .....	31

11.2. PRESENTACIÓN ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ESTUDIO DE ILUMINACIÓN AL LABORATORIO DE LÁCTEOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.....	36
11.2.1. Datos actuales del laboratorio de Lácteos.....	36
11.3. PROPUESTA .....	45
11.3.1. Cálculo de la distribución correcta de luminarias.....	45
11.3.2. PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS .....	52
12. IMPACTOS.....	53
13. PRESUPUESTO.....	54
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	55
14.1. CONCLUSIONES.....	55
14.2. RECOMENDACIONES .....	56
15. BIBLIOGRAFÍA .....	56
16. ANEXOS .....	57

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Beneficiarios directos.....	3
Tabla N° 2: Beneficiarios indirectos.....	3
Tabla N° 3: Actividades de los objetivos específicos.....	6
Tabla N° 4: Magnitudes de la luminotecnia.....	9
Tabla N° 5: Niveles de iluminación para productos lácteos.....	14
Tabla N° 6: Niveles de iluminación mínima para trabajos específicos y similares.....	17
Tabla N° 7: contrastes de colores.....	18
Tabla N° 8: Instrumentos de medición.....	21
Tabla N° 9: Número de puntos de medición según la constante del salón.....	23
Tabla N° 10: Grado de peligrosidad.....	23
Tabla N° 11: Unidad de estudio.....	30
Tabla N° 12 Lámparas averiadas.....	31
Tabla N° 13 Nivel de iluminación en el laboratorio.....	32
Tabla N° 14 Reflejos que afecten la superficie y el entorno visual.....	33
Tabla N° 15 Tiene que forzar la vista para poder trabajar con normalidad.....	34
Tabla N° 16 Ha tenido síntoma cómo.....	35
Tabla N° 17: Dimensiones del Laboratorio.....	40
Tabla N° 18: Niveles de iluminación.....	41
Tabla N° 19: Especificaciones técnicas de los fluorescentes.....	43
Tabla N° 20: Flujo luminoso total.....	44
Tabla N° 21: Factor de reflexión.....	47
Tabla N° 22: Factor de utilización.....	47
Tabla N° 23: Coeficiente de mantenimiento.....	48
Tabla N° 24: Diferencia de luminarias.....	52
Tabla N° 25: Cantidad de luminarias.....	52
Tabla N° 26: Presupuestos del proyecto.....	55

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Ejemplos de flujos luminosos .....	10
Gráfico N° 2: Flujos luminoso .....	11
Gráfico N° 3: Intensidad luminosa .....	11
Gráfico N° 4: Ejemplos de iluminación .....	12
Gráfico N° 5: Objetos iluminados .....	12
Gráfico N° 6: Iluminación general .....	15
Gráfico N° 7: Iluminación de tareas .....	16
Gráfico N° 8: Iluminación arquitectónica .....	16
Gráfico N° 9: Elemntos de un foco incandescente .....	19
Gráfico N° 10: Partes de una lámpara fluorescente.....	20
Gráfico N° 11: Partes de un diodo led.....	20
Gráfico N° 12: Luxómetro.....	22
Gráfico N° 13: Matriz De Riesgos .....	24
Gráfico N° 14 Lámparas averiadas.....	31
Gráfico N° 15 Nivel de iluminación en el laboratorio .....	32
Gráfico N° 16 Reflejos que afecten la superficie y el entorno visual .....	33
Gráfico N° 17 Tiene que forzar la vista para poder trabajar con normalidad.....	34
Gráfico N° 18 Ha tenido síntoma cómo .....	35
Gráfico N° 19: Número mínimo de puntos .....	37
Gráfico N° 20: Mediciones de iluminación.....	38
Gráfico N° 21: Grafica de superficie.....	39
Gráfico N° 22: Detalles del laboratorio.....	40
Gráfico N° 23: Distribución actual de las luminarias.....	41
Gráfico N° 24: Fluorecentes utilizados en el laboratorio .....	42
Gráfico N° 25: lámparas utilizadas en el Laboratorio .....	42
Gráfico N° 26: Tipo de luminaria.....	42
Gráfico N° 27: Dimensiones del producto .....	44
Gráfico N° 28: Altura de la luminaria .....	45
Gráfico N° 29: Iluminarias del laboratorio.....	52
Gráfico N° 30: Distribución correcta de luminarias .....	53
Gráfico N° 31: Lámparas en el laboratorio .....	76

Gráfico N° 32: Instrumento de medición .....	77
Gráfico N° 33: Medición de iluminación .....	77

## ÍNDICE DE FORMULAS

Fórmula N° 1 Número de lámparas .....	19
Fórmula N° 2 Constante del salón .....	22
Fórmula N° 3 Tamaño de la muestra .....	30
Fórmula N° 4 Índice del local .....	36
Fórmula N° 5 Iluminación media .....	37
Fórmula N° 6 Iluminación media del laboratorio.....	38
Fórmula N° 7 Índice del local .....	46
Fórmula N° 8 flujo luminoso total.....	48
Fórmula N° 9 Número de luminarias .....	49
Fórmula N° 10 Ubicación de las luminarias (ancho) .....	50
Fórmula N° 11 Ubicación de las luminarias (largo).....	50
Fórmula N° 12 Iluminancia media .....	51

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

**TITULO: “ESTUDIO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL LABORATORIO DE LÁCTEOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS FÍSICOS”**

**Autor:**

Reatiqui Caillagua Jefferson Paul

### RESUMEN

El proyecto sobre el sistema de iluminación del laboratorio de lácteos de la Universidad Técnica de Cotopaxi, tiene como objetivo minimizar los riesgos visuales, tanto de los estudiantes y docentes de la institución, que se origina por la falta o exceso de iluminación. Mediante la caracterización en el laboratorio de lácteos, se obtuvieron los siguientes resultados. Con la realización de las mediciones a través del cálculo por cuadrillas o cuadrículas y el luxómetro, para conocer la cantidad de luxes con las que consta el laboratorio, al determinar la medida de 340 luxes que es la medida actual del laboratorio, la misma que no cumple con lo estipulado en la normativa sobre riesgos, se realizaron los cálculos las conclusiones adecuadas del laboratorio. Se plantea una nueva distribución de las luminarias, de acuerdo a las normativas vigentes de la Norma Ecuatoriana de Seguridad y Salud Laboral y el Decreto Ejecutivo 2393 para los laboratorios de lácteos. Como conclusión es necesario tomar acciones correctivas tales como una nueva distribución e incremento de nueve luminarias llegando a obtener una iluminación de 525,65 luxes que permitan la comodidad visual en los estudiantes y docentes de la institución de educación superior.

**Palabras clave:** Eficiencia, Rendimiento, Mantenimiento.

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

**THEME: “STUDY OF THE LIGHTING SYSTEM OF THE DAIRY LABORATORY OF THE TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI FOR THE PREVENTION OF PHYSICAL HAZARDS”.**

**Author:**

Reatiqui Caillagua Jefferson Paul

## ABSTRACT

The project on the lighting system of the dairy laboratory of the Technical University of Cotopaxi aims to minimize the visual risks of both students and teachers of the institution, which is caused by the lack or excess of illumination. By characterizing the dairy laboratory, the following results were obtained. With the realization of the measurements through the calculation by crews or grids and the luxometer, to know the amount of luxes with which the laboratory consists, when determining the measure of 340 luxes that is the current measurement of the laboratory, the same one that does not Complies with the provisions of the regulations on risks, calculations were made the appropriate conclusions of the laboratory. A new distribution of luminaires is proposed, in accordance with the current regulations of the Ecuadorian Occupational Safety and Health Standard and Executive Decree 2393 for dairy laboratories. As a conclusion it is necessary to take corrective actions such as a new distribution and increase of nine luminaires reaching to obtain a lighting of 525.65 luxes that allow the visual comfort in the students and teachers of the institution of higher education.

**Key word:** Efficiency, Performance, Maintenance.

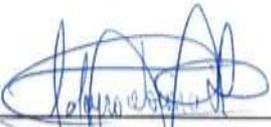
## AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por el señor egresado de la Carrera de Ingeniería Industrial de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas: **REATIQUI CAILLAGUA JEFFERSON PAÚL**, cuyo título versa **“ESTUDIO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL LABORATORIO DE LÁCTEOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS FÍSICOS”**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, Julio del 2017

Atentamente,

  
\_\_\_\_\_  
**Lic. Mayra Noroña. Mg**  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS**  
**C.C. 0501955470**



## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

**Título del proyecto:** Estudio del sistema de iluminación en el laboratorio de lácteos de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para la prevención del riesgo físico.

**Fecha de inicio:** octubre del 2016

**Fecha de finalización:** agosto 2017

**Lugar de ejecución:** En el laboratorio de lácteos de la extensión Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi

**Facultad que auspicia:** Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

**Carrera que auspicia:** Carrera de Ingeniería Industrial

**Equipo de Trabajo:**

**Tutor:** Ing. Mgc. Cristian Xavier Espín Beltrán

**Coordinador de la Propuesta Tecnológica:**

Reatiqui Caillagua Jefferson Paúl

**Líneas de investigación:** Gestión de la calidad y seguridad laboral

**Sub líneas de investigación de la carrera:** Seguridad industrial, salud ocupacional, y medio ambiente laboral

**Campo de acción:**

Riesgos y seguridad industrial

**Área:**

Ergonomía

**Objeto de estudio**

La iluminación, los estudiantes, docentes y el laboratorio de Lácteos.

## **2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

El proyecto sobre el sistema de iluminación del laboratorio de lácteos de la Universidad Técnica de Cotopaxi, tiene como objetivo minimizar los riesgos visuales, tanto de los estudiantes y docentes de la institución, que se origina por la falta o exceso de iluminación. Mediante la caracterización en el laboratorio de lácteos, se obtuvieron los siguientes resultados. Con la realización de las mediciones a través del cálculo por cuadrillas o cuadrículas y el luxómetro, para conocer la cantidad de luxes con las que consta el laboratorio, al determinar la medida de 340 luxes que es la medida actual del laboratorio, la misma que no cumple con lo estipulado en la normativa sobre riesgos, se realizaron los cálculos las conclusiones adecuadas del laboratorio. Se plantea una nueva distribución de las luminarias, de acuerdo a las normativas vigentes de la Norma Ecuatoriana de Seguridad y Salud Laboral y el Decreto Ejecutivo 2393 para los laboratorios de lácteos. Como conclusión es necesario tomar acciones correctivas tales como una nueva distribución e incremento de nueve luminarias llegando a obtener una iluminación de 525,65 luxes que permitan la comodidad visual en los estudiantes y docentes de la institución de educación superior.

## **3. JUSTIFICACIÓN**

El proyecto sobre el estudio del sistema de iluminación en laboratorio, es importante porque se analizará la situación actual con la que cuenta, con la finalidad de reducir los riesgos y la afectación en la visibilidad de los estudiantes y docentes de la carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi. El estudio permitirá conocer la escasa o excesiva iluminación que existe en el laboratorio de lácteos.

El estudio sobre la iluminación aportará con la determinación de los niveles de luz que las luminarias con las que cuenta el laboratorio de lácteos son las adecuadas para los estudiantes y docentes que utilizan esas instalaciones por varias horas. Lo que permitirá a la institución de educación superior contar con laboratorios adecuados y sin riesgos de afectaciones en la visibilidad a largo plazo.

Los beneficiarios del estudio del sistema de iluminación son los estudiantes y personal docentes de la carrera de Agroindustria, también es beneficiaria la Universidad Técnica de Cotopaxi, porque cuenta con un laboratorio con un sistemas de iluminación adecuado para la

disertación de cátedra en sus instalaciones, con la reducción de riesgo por la escasa o excesiva luz que vayan a estar lejos de los parámetros permitidos para los laboratorios de estas características de acuerdo con las normas Unión Europea Norma UNE-EN 12362-1 y la Norma Ecuatoriana de Seguridad y Salud Laboral y el Decreto Ejecutivo 2393.

El proyecto es de interés ya que el laboratorio de lácteos aún no cuenta con un estudio del sistema de iluminación, de manera que el trabajo será de gran aporte para la Universidad Técnica de Cotopaxi, permitiendo a la institución tomar decisiones sobre el sistema de iluminación que posee el laboratorio.

#### 4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Los beneficiarios directos del proyecto sobre el estudio de la iluminación de los laboratorios de lácteos de la Universidad Técnica de Cotopaxi son los siguientes:

**Tabla N° 1:** Beneficiarios directos

Grupo	Población		
	Hombres	Mujeres	
Universidad Técnica de Cotopaxi	-	-	<b>1</b>
Docentes	7	5	<b>12</b>
Estudiantes	157	93	<b>250</b>
<b>Total</b>			<b>263</b>

**Fuente:** Universidad Técnica de Cotopaxi.

Los beneficiarios indirectos del estudio de la iluminación del laboratorio de lácteos de la carrera de Agroindustrias son:

**Tabla N° 2:** Beneficiarios indirectos

Grupo	Población
Directores de la facultad	6
Empleados de servicio	12
<b>Total</b>	<b>18</b>

**Fuente:** Universidad Técnica de Cotopaxi.

## 5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la mayor parte del planeta existe luz artificial, puesto que es de gran utilidad para realizar las actividades diarias de manera normal y constante sin interrumpir el trabajo por escasa luz natural, en un estudio realizado por la Universidad de Leiden en Holanda publicó la revista *Current Biology* (2016), que se realizó experimentos con ratones para detectar la afección que genera el exceso de luz artificial, un grupo de ratones fueron sometidos a una iluminación constante de luz durante algunos meses y mucho de los roedores presentaron consecuencias en su salud, pues la mayoría mostraron signos a corto tiempo de osteoporosis, los investigadores señalan las consecuencias graves que pueden tener las personas si no existe un equilibrio de luz artificial en los lugares de trabajo. La mayor parte de los individuos del mundo están expuestos a la luz artificial en especial en el transcurso de la noche, es por ello que es necesario tomar en cuenta la cantidad de luz que se recibe y realizar las medidas correctivas necesarias para evitar daños en la salud.

En el año 2002 David Berson de la Universidad de Brown (EE.UU.) detectó un nuevo tipo de foto receptor en la retina de los mamíferos. Gracias a estos estudios hemos aprendido que una buena iluminación tiene efectos visuales y biológicos, los cuales implican que una buena iluminación tiene una influencia positiva sobre la salud y el bienestar en los seres humanos. (Rodríguez, 2011, p. 3)

Uno de los factores de riesgo que está presente en casi toda la actividad laboral es la iluminación, que este riesgo está caracterizado por su deficiencia luminosa; El uso de la luz natural permite ahorros energéticos, por este motivo varias de las empresas e incluso en el hogar se utiliza para secar los productos e incluso se utiliza en proceso de trabajo que se necesita distinguir ciertas tonalidades especiales que sólo la ofrezca la luz natural.

Según Francisco Espín, jefe del primer laboratorio de luminotécnica implantado en el país, menciona que no se han realizado estudios sobre la contaminación lumínica que tiene el Ecuador y no se conocen los datos que permitan establecer esta contaminación puesto que el laboratorio fue inaugurado en Mayo del 2015 y todavía se está estableciendo algunos factores que son indispensables para realizar este tipo de estudios como es el conocimiento de que tipos de luminarias se están utilizando, además menciona que se debe realizar estudios sobre la contaminación lumínica para proponer soluciones, Al momento el laboratorio está tomando

muestras de luminarias para ver cuál de estas son más eficientes y las que menos luz gastan en diferentes direcciones y que no se ha planteado soluciones reales al Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables, ya que no existen suficientes estudios sobre la polución lumínica en el Ecuador.

Cuando se diseña un sistema de alumbrado hay que tener en cuenta el tipo o tipos de tareas que van a iluminarse, la peligrosidad de los procesos y la fatiga provocada por los mismos. En el diseño no solo hay que decidir la fuente, el tipo y el sistema de iluminación, sino los colores y luminancias de paredes y techo, geometría del laboratorio, los costes de instalación y el consumo. (Barrera Garcia, 2006, p. 1)

La iluminación es parte fundamental en el acondicionamiento ergonómico de los puestos de trabajo, en la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión Salache, laboratorio de lácteos, en el cual los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial realizan sus prácticas de elaboración de: queso, leche, yogurt tiene como problema más frecuente la escasa visibilidad de los instrumentos de medición y la dificultad de identificar la descomposición bacteriológica del yogurt, el grado de acidez de la leche, además de la fatiga y cansancio visual, para determinar la situación actual del laboratorio se identificó el factor de reflexión, el factor de utilización, el coeficiente de mantenimiento, la ubicación de las luminarias instaladas y la formula de la iluminación media por la cual se pudo determinar que el laboratorio tiene 375,2 lux y la norma es de 500lux, por este motivo se realizó un plan de mantenimiento en el sistemas de iluminación que al integrar más luminarias brinde una solución adecuada para reducir el factor de riesgos físicos.

## **6. OBJETIVOS**

### **6.1. Objetivo general**

Evaluar el sistema de iluminación, en el laboratorio de lácteos de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para determinar los posibles riesgos visuales que se podría originar.

## 6.2. Objetivos específicos

- Analizar el sistema de iluminación actual del laboratorio de lácteos de la Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Medir la iluminación con la que cuenta el laboratorio de lácteos de la Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Proponer un plan de mejoras del sistema de iluminación, en base a las normativas vigentes para el laboratorio de lácteos.

## 7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS PLANTEADOS

**Tabla N° 3:** Actividades de los objetivos específicos

<b>Objetivo específico 1</b>	<b>Actividad (tareas)</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Métodos o técnicas de verificación</b>
Analizar el sistema de iluminación actual del laboratorio de Lácteos de la Universidad Técnica de Cotopaxi.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboración de un reporte de las condiciones actuales del sistema de iluminación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reporte de iluminación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fichas bibliográficas</li> <li>• Investigación científica</li> </ul>
<b>Objetivo específico 2</b>	<b>Actividad (tareas)</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Métodos o técnicas de verificación</b>
Medir la iluminación con la que cuenta el Laboratorio de Lácteos de la Universidad Técnica de Cotopaxi.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realización de las mediciones de luxes correspondientes en el laboratorio.</li> <li>• Comprobación de los resultados con la normativa legal vigente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtención de luxes con los que consta el laboratorio.</li> <li>• Comprobación del cumplimiento o no con las normativas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Luxómetro</li> <li>• Aplicación de fórmula de la iluminación media.</li> <li>• Aplicación de la Normativa Ecuatoriana de Seguridad y Salud Laboral y el Decreto Ejecutivo 2393.</li> </ul>
<b>Objetivo específico 3</b>	<b>Actividad (tareas)</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Métodos o técnicas de verificación</b>
Proponer un plan de mejoras del sistema de iluminación, en base a las normativas vigentes para el laboratorio de lácteos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propuesta de un plan de mejoras de mantenimiento para el laboratorio de lácteos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El mantenimiento adecuado de la iluminación en el laboratorio de lácteos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación de un manual y fichas de mantenimiento preventivo.</li> </ul>

**Elaborado por:** Reatiqui J.

## 8. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICO CIENTÍFICA

### 8.1.ILUMINACIÓN

La iluminación tiene como propósito mejorar las condiciones visuales de las personas para que puedan ejercer las actividades de manera efectiva y cómoda, además proporciona un ambiente seguro de trabajo para que no ocurra accidentes o perjudique la salud de las personas, en la actualidad todos las áreas o lugares de trabajo poseen algún tipo de iluminación según las necesidades o las condiciones que se requiera, pero también se debe tomar en cuenta que no todos instalan la iluminación correctamente, ya que en la mayoría de los casos no se realiza un estudio, sino que simplemente se coloca un foco que genera luz, existen varios trabajos que requieren de una excelente claridad en especial cuando las tareas son visuales y se requiere observar elementos extremadamente pequeños o delgados, la cantidad de luz depende de las actividades que se realiza.

Folguera, E. (2013) mencina que:

La iluminación artificial está presente en todas las construcciones actuales, allí en donde hay que desarrollar alguna actividad, para cualquier usuario dentro de un “espacio” definido por elementos materiales, será necesaria la utilización de la iluminación artificial. Con la luz artificial podemos decidir y controlar los valores máximos, medios y mínimos de diferentes parámetros lumínicos con iluminancia (E), luminancia (L), temperatura de color (K), intensidad (I). etc. Actualmente existen suficientes tipos de fuentes de luz (luminarias y lámparas) para cumplir con las necesidades de iluminación de cualquier espacio u objeto (p.17)

Para instalar una iluminación es necesario identificar cuál es la tarea o actividad visual que se va a realizar en el área, de esta manera se puede colocar elementos que generen luz de calidad y claridad de acuerdo a las necesidades proporcionando comodidad y seguridad a las personas.

Al existir una buena iluminación se obtiene varias ventajas tanto como para los trabajadores y la empresa entre estas se encuentran:

#### **Ventajas para la empresa**

- Mejora la producción

- Facilita el orden y la limpieza
- Disminuye accidentes
- Disminuye el ausentismo
- Elimina las enfermedades profesionales

### **Ventajas en los trabajadores**

- Mantener en óptimas condiciones la visión
- Evitar accidentes
- Elimina la fatiga

#### **8.1.1. Iluminación adecuada**

La cantidad de iluminación adecuada es cuando el trabajador puede realizar sus actividades sin ningún tipo de esfuerzo visual y puede observar correctamente para no sufrir ningún accidente, para obtener una luz adecuada en el área de trabajo se debe conocer las actividades que realizan tomando en cuenta lo que se va a observar, el color, los detalles, el reflectividad de los objetos y el medio que los rodea.

Según Gac, A. (2016)

La iluminación adecuada nos facilita distinguir los colores, los tamaños, las formas, si los elementos están o no en movimiento, sin generar esfuerzo visual. La luz es energía que se propaga por medio de radiaciones, o sea, una perturbación del estado electromagnético del espacio. La luz visible tiene un rango de 380 a 780 nanómetros y se propaga en línea recta. (p. 3)

En el entorno existe la iluminación natural y la artificial, en todo proyecto de construcción se debe tomar en cuenta los dos tipos de iluminación siempre pensando en el bienestar de las personas que laboran al interior de una áreas de trabajo, la iluminación que evita la fatiga visual es la natural, por eso es recomendable colocar ventanas amplias y tragaluces que permitan aclarar los lugares en donde se realiza una actividad, la iluminación artificial se usa cuando las condiciones naturales no aportan al momento de realizar un trabajo, para colocar la cantidad adecuada de luz es necesario identificar las actividades que se van a realizar en un determinado lugar y conocer las características de las lámparas que se pretenden colocar, de esta manera se puede dar una correcta iluminación.

## 8.2.LUMINOTÉCNIA

La luminotecnia es una ciencia que se dedica al estudio de las diferentes maneras o formas de producir luz, así como a su aplicación y control. Para poder iluminar es necesario tener una fuente que genere luz y un entorno al que se pretenda iluminar, entre las magnitudes fotométricas se encuentran:

- Flujo luminoso
- Eficacia luminosa
- Intensidad luminosa
- Iluminancia
- Luminancia

**Tabla N° 4:** Magnitudes de la luminotécnia

MAGNITUDES	FÓRMULAS	DESCRIPCIÓN	UNIDADES
Flujo luminoso	$\Phi$	El flujo luminoso es la medida de la potencia luminosa percibida. Su unidad de medida es el lumen y se define a partir de la unidad básica, la candela (cd): $1 \text{ lumen} = 1 \text{ cd} \cdot \text{sr} = 1 \text{ lx} \cdot \text{m}^2$	<b>Lumen (lm)</b>
Eficacia luminosa	$p = \Phi/W$	$p$ = Eficacia luminosa $\Phi$ = Flujo luminoso. $W$ = Potencia consumida	<b>Lumen por vatio (lm/W)</b>
Iluminancia	$E = \Phi/s$	$E$ = Iluminancia $\Phi$ = Flujo luminoso. $S$ = Superficie.	<b>Candela (cd)</b>
Intensidad luminosa	$I = \Phi/\omega$	$I$ = Intensidad luminosa. $\Phi$ = Flujo luminoso. $\omega$ = Angulo sólido	<b>Lux (lx)</b>
Luminancia	$L = I/S$	$L$ = Luminancia $I$ = Intensidad luminosa $S$ = Superficie	<b>Candela por metro cuadrado (cd/m)</b>

**Fuente:** Magnitudes Fotométricas básicas

### 8.2.1. Lux

Un lux es la unidad de iluminación del Sistema Internacional de medidas, es equivalente a la iluminación de un metro cuadrado de superficie por lumen que recibe un flujo luminoso normal y de forma continua. Con su símbolo es lx.

Según Lava R. (2010), menciona que un lux es; “unidad de iluminación que equivale a la de una superficie de un metro cuadrado que recibe el flujo de un lumen” (p. 117)

La iluminación entre una superficie a través del flujo luminoso varía de acuerdo a la distancia en el cual se encuentre la bombilla de iluminación, esta unidad de medición de iluminación es conocida como lux la cual permite establecer el nivel de luz que recibe una superficie determinada.

### 8.2.2. Lúmen

Una fuente luminosa emite candela a una intensidad luminosa uniforme a un ángulo sólido expuesto, a este flujo luminoso constante se lo conoce como lumen y su simbología es lm. El lumen forma menos cantidad de un total de luz visible dependiendo del ángulo en el que se encuentre un objeto.

Según Segura S. (2014) expresa que el lumen es, “unidad de flujo luminoso, equivalente al emitido en un ángulo sólido de un estereorradián, procedentes de un foco puntual cuya intensidad es de una candela” (p. 334)

El lumen es la unidad de flujo luminoso que recibe una superficie a un determinado ángulo, lo que significa que una superficie de  $1\text{m}^2$  incide un lumen, dicha superficie cuenta con una iluminación de un lux.

### 8.2.3. Flujo luminoso

Al Flujo luminoso se le conoce como la cantidad emitida de luz por un elemento en un segundo en todas las direcciones.

**Gráfico N° 1:** Ejemplos de flujos luminosos



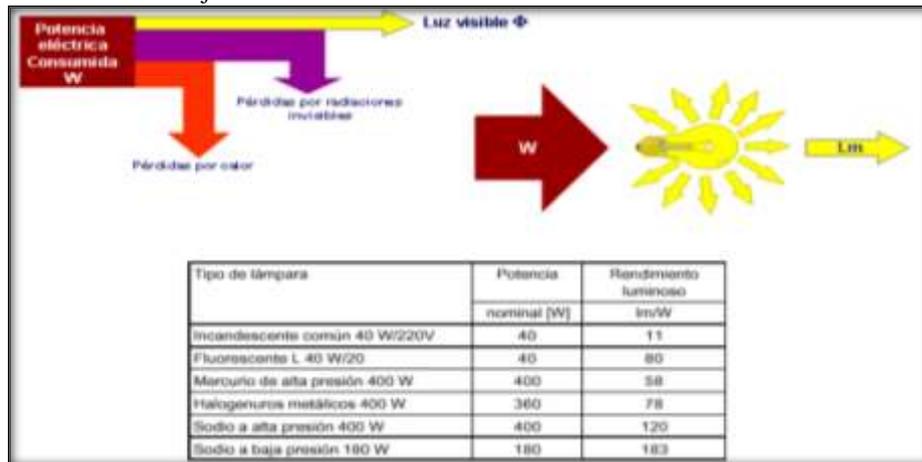
Ejemplos de flujos luminosos	
Lámpara de incandescencia de 60 W.	730 Lm.
Lámpara fluorescente de 65 W. "blanca"	5.100 Lm.
Lámpara halógena de 1000 W.	22.000 Lm.
Lámpara de vapor de mercurio 125 W.	5.600 Lm.
Lámpara de sodio de 1000 W.	120.000 Lm.

Fuente: <http://www.tuveras.com/luminotecnica>

### 8.2.4. Eficacia luminosa

La eficacia luminosa de una fuente de luz es la correlación que tiene el flujo luminoso emitido por una fuente de luz y la potencia.

Gráfico N° 2: Flujos luminoso



Fuente: <http://www.tuveras.com/luminotecnica>

### 8.2.5. Intensidad luminosa

La intensidad luminosa es la cantidad de luz emitida por una fuente en un segundo, pero en una determinada dirección o en una dirección fija.

Gráfico N° 3: Intensidad luminosa

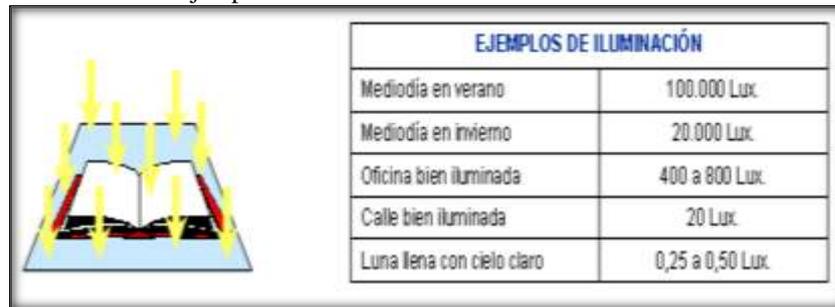


Fuente: <http://www.tuveras.com/luminotecnica>

### 8.2.6. Iluminancia

Es la característica de iluminación que tiene un elemento u objeto, es decir, es la cantidad de luz que incide en la superficie en el instante en que es iluminado por una fuente.

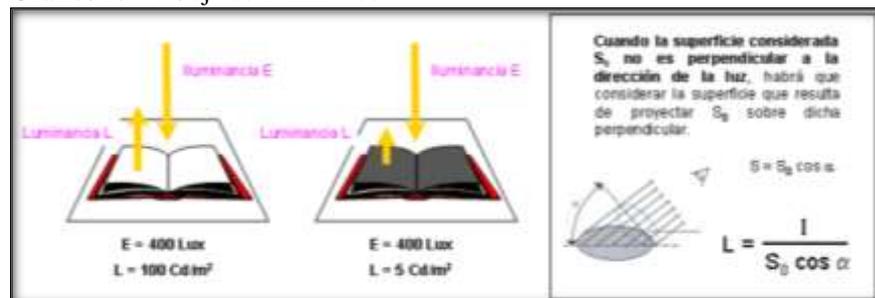
Gráfico N° 4: Ejemplos de iluminación

Fuente: <http://www.tuveras.com/luminotecnica>

### 8.2.7. Luminancia

Se define luminancia a la medición del brillo de los objetos que son iluminados con alguna fuente de luz.

Gráfico N° 5: Objetos iluminados

Fuente: <http://www.tuveras.com/luminotecnica>

## 8.3.ILUMINACIÓN EN INTERIORES

Todos los lugares de trabajo deben estar adecuadamente iluminados y la instalación de un correcto sistema que cumpla con los parámetros establecidos no es un trabajo fácil, se debe tener en cuenta siempre las medidas establecidos en el reglamento de seguridad y salud de los trabajadores para cada actividad o puesto de trabajo siempre buscando la comodidad y el mejor rendimiento visual.

Carreón, J. (2009) menciona que:

Al diseñar una instalación de alumbrado para interiores se contemplan varios aspectos, los cuales se divide en dos grupos: técnico y estético. Los problemas estéticos solo conciernen al arquitecto, decorador o constructor; sin embargo, el luminotécnico debe proporcionar toda la información teórica sobre el comportamiento luminoso de su proyecto o equipo, sobre todo en lo que se refiere a calidad de la luz, color,

características del alumbrado (directo, semidirecto, difusión), etc. Las cuestiones técnicas como los niveles luminosos adecuados, cálculo de número de luminaria, dimensiones del local, mantenimiento, canalizaciones, etc., (p. 151)

La iluminación en interiores debe adaptarse a las características propias del trabajo y de las personas que laboran en dicha área, siempre tomando en cuenta la integridad de los individuos y eliminando riesgos que perjudiquen a la salud y dañen la condición visual, la iluminación artificial se debe utilizar siempre y cuando no exista iluminación natural o las condiciones de trabajo lo requieran, pero deben estar en el margen de iluminación permitida por los entes reguladores.

Según Vasquez, J. (2005) Una buena iluminación es adaptable al lugar o local a iluminar creando un ambiente acogedor con un confort visual estable (p. 12)

Las actividades en su mayoría se realizan al interior de las instalaciones de una empresa o edificio con la iluminación de tipo natural, pero también existe actividades que se realizan durante la noche y en lugar en donde no es posible obtener este tipo de iluminación, por ello se debe requerir a la luz artificial que permite a las personas realizar las actividades con normalidad y seguridad.

### **8.3.1. Aspectos que debe cumplir la iluminación de interiores**

Toda iluminación debe cumplir una serie de aspectos que generen seguridad y comodidad a las personas como:

- Proporcionar la cantidad suficiente de luz, para que las personas no tengan fatiga visual.
- Instalar elementos de iluminación adecuados al ambiente de trabajo o según la necesidad.
- Eliminar todo factor de deslumbramiento en el área.
- Siempre tener en cuenta los valores recomendados según el local.

**Tabla N° 5:** Niveles de iluminación para productos lácteos

<b>Niveles de iluminación recomendados (productos lácteos)</b>	
<b>Área</b>	<b>Rango adecuado de Luxes</b>
Sala de calderas	200 a 300 lx
Almacenes de botellas	200 a 300 lx
Clasificación de botellas	300 a 500 lx
Lavadoras de botellas	+ 500 lx
Lavadoras de latas	150 a 300 lx
Equipo de enfriamiento	2000 a 3000 lx
Llenado: inspección	500 a 1000 lx
Calibradores	300 a 500 lx
Laboratorios	750 a 1000 lx
Recolección y clasificación	200 a 300 lx
Empaquetado, embalaje y etiquetar	300 a 500 lx

**Fuente:** Unión Europea Norma UNE-EN 12362-1

Mediante el paso del tiempo el alumbrado se va deteriorando y pierde los valores establecidos, es por ello que se debe dar un mantenimiento como la limpieza de las lámparas, cambio de lunas, remplazo de focos con los mismos valores ya establecidos, verificación y remplazo de cableado, para un funcionamiento correcto del sistema de alumbrado es necesario tener un plan de mantenimiento y personal capacitado que se encargue de mantener óptimo todo el alumbrado.

### **8.3.2. Sistemas de iluminación**

Para lograr una eficiente iluminación en los lugares de trabajo es necesario conocer los elementos adecuados que compone un sistema de iluminación y saber elegir de la mejor manera la luz artificial que se necesita, pues para poder realizarlo es obligatorio conocer los diferentes tipos de lámparas y elementos complementarios que se encuentran disponibles en el mercado, la combinación de elementos como lentes, luminarias, reflectores, difusores, cableado, entre otros, se le define como alumbrado.

Según Ney, J. (2000) es su publicación menciona que:

El paso de la corriente eléctrica por un hilo conductor hace que este se caliente por efecto Joule y pueda ponerse incandescente. Tomando las precauciones necesarias para impedir la combustión del hilo, se realiza así la lámpara eléctrica.

La combustión del hilo se evita encerrándolo en una ampolla vacía de aire, o llena de gas que no se combine con la materia del filamento: nitrógeno, argón, Kriptón o xenón

que se obtiene por destilaciones fraccionadas de aire líquido. A pesar de estas precauciones, el hilo se desintegra poco a poco y llega a romperse después de 1000 a 2000 horas de funcionamiento. (p. 95)

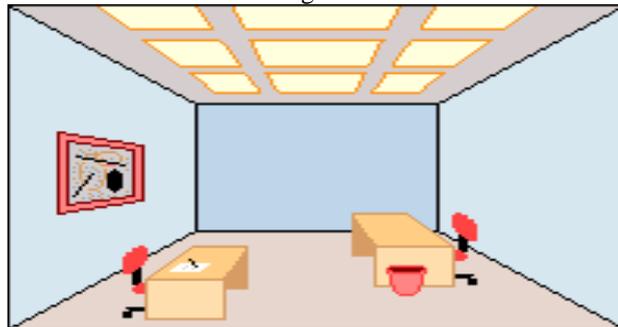
Los sistemas de iluminación no solo tienen la intención de aclarar los ambientes que les rodea a las personas, sino que en la actualidad es considerado como el arte de dar seguridad, crear ambientes agradables, generar confort y en varios de los casos estimular el estado de ánimo.

### 8.3.3. Tipos De Iluminación

#### Iluminación general

Este tipo de iluminación genera luz de manera uniforme en toda el área de trabajo, la luminaria está distribuida de manera uniforme por el techo de la estructura y proporciona visión general.

Gráfico N° 6: Iluminación general



Fuente: Sistemas de iluminación-proyectos de alumbrado

#### Iluminación de tareas

Es el complemento del alumbrado general y consta de iluminación individual para realizar una actividad específica, esta fuente de luz puede ser una lámpara en una maquinaria o un escritorio.

**Gráfico N° 7: Iluminación de tareas**

Fuente: Sistemas de iluminación-proyectos de alumbrado

### **Iluminación arquitectónica**

Esta iluminación permite generar visibilidad de espacios como paredes, puentes, pisos, cubiertas, en varios de los casos se le utiliza para decorar edificios parques y estructuras de gran tamaño.

**Gráfico N° 8: Iluminación arquitectónica**

Fuente: <http://www.alkilalounge.com/iluminación-arquitectonica.html>

#### **8.3.4. Factores correctos de iluminación**

En los lugares de trabajo debe siempre existir una correcta iluminación para que las personas puedan desarrollar las actividades sin ningún tipo de contratiempos, en el decreto ejecutivo 2393 del reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo de la república del Ecuador se estipulan las condiciones que deben tener las áreas de trabajo, en el Art. 56 literal 1, que se refiere la iluminación y los niveles mínimos se define que: “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”.

Para determinar los niveles de iluminación mínima para trabajos específicos y similares se calcula en base a la tabla decreto ejecutivo 2393.

**Tabla N° 6:** Niveles de iluminación mínima para trabajos específicos y similares

<b>ILUMINACIÓN MÍNIMA</b>	<b>ACTIVIDADES</b>
20 luxes	Pasillos, patios y lugares de paso.
50 luxes	Operaciones en las que la distinción no sea esencial como manejo de materias, desechos de mercancías, embalaje, servicios higiénicos.
100 luxes	Cuando sea necesaria una ligera distinción de detalles como: fabricación de productos de hierro y acero, taller de textiles y de industria manufacturera, salas de máquinas y calderos, ascensores.
200 luxes	Si es esencial una distinción moderada de detalles, tales como: talleres de metal mecánica, costura, industria de conserva, imprentas.
300 luxes	Siempre que sea esencial la distinción media de detalles, tales como: trabajos de montaje, pintura a pistola, tipografía, contabilidad, taquigrafía.
500 luxes	Trabajos en que sea indispensable una fina distinción de detalles, bajo condiciones de contraste, tales como: corrección de pruebas, fresado y torneado, dibujo.
1000 luxes	Trabajos en que exijan una distinción extremadamente fina o bajo condiciones de contraste difíciles, tales como: trabajos con colores o artísticos, inspección delicada, montajes de precisión electrónicos, relojería.

**Fuente:** decreto ejecutivo 2393 del reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo

### **8.3.5. Uniformidad de la iluminación**

La relación que debe tener entre los valores mínimos y máximo de iluminación en lux, no debe ser mayor a 0,7 de esta manera se asegura que la iluminación sea uniforme en las áreas.

Para evitar deslumbramientos se deben tomar en consideración las siguientes medidas:

Según el (Decreto Ejecutivo 2393) en el apartado de iluminación define que:

- 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.

### 8.3.6. Factores que influyen en la visión

Es ojo humano al realizar las actividades solo aprecia la diferencia de luminancia, esta diferencia entre el espacio inmediato y el objeto que se observa se le conoce como contraste.

Según (Fraga Iluminación, 2016) en su publicación define que 2 Los trabajos que requieran gran agudeza visual precisan de un mayor contraste. Combinando bien los grados de reflexión de las superficies de un recinto, se obtiene una disminución armónica de la luminancia, produciéndose con ello un contraste fácil de distinguir”

Para tener una excelente condición visual en el área de trabajo se debe conseguir que el contraste de luminancia entre el objeto visual y las superficies se mantenga en relación y dentro de los límites pertinentes, la relación de luminancia no debe ser menor de 1:3 o mayor de 3:1.

En la siguiente tabla se agrupan contrastes de colores en orden decreciente:

**Tabla N° 7:** contrastes de colores

Color del objeto	Color del fondo
Negro	Amarillo
Verde	Blanco
Rojo	Blanco
Azul	Blanco
Blanco	Azul
Negro	Blanco
Amarillo	Negro
Blanco	Rojo
Blanco	Verde
Blanco	Negro

**Fuente:** Fraga Iluminación/Factores que influyen la visión

### 8.3.7. Cálculo para la iluminación requerida

Para conocer la cantidad de lámparas y luminarias se utiliza las siguientes fórmulas:

**Fórmula N° 1** Número de lámparas

$$\text{Número de lámparas} = \frac{\text{Nivel de iluminacion en luxes} \times \text{Área del local}}{\text{Lúmenes x lámpara} \times \text{coeficiente de utilizacion} \times \text{factor de conservacion o mantenimiento}}$$

$$\text{Número de Luminarias} = \frac{\text{Número de lámparas}}{\text{Lámparas por luminaria}}$$

## 8.4. TIPOS DE LÁMPARAS

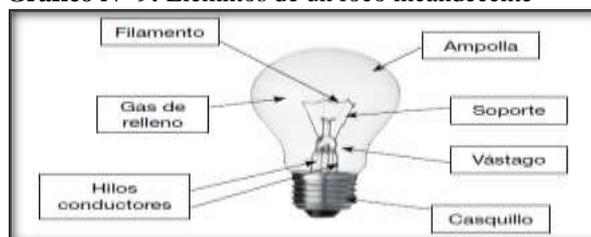
Se denomina lámparas a los receptores eléctricos que transforman la energía eléctrica en luminosa mediante un filamento, es necesario tomar en cuenta que la lámpara es el elemento que genera la luz y son conocidos como focos o bombillas, y la luminaria es la base o soporte de la lámpara.

La función de la luminaria no es solo servir como soporte de la lámpara, sino que también permite una mejor distribución de la luz, mediante la combinación de la luminaria y la lámpara se tienen una iluminación óptima para las personas.

### 8.4.1. Lámparas incandescentes

Estas lámparas funcionan a base de un filamento que se calienta hasta llegar a la incandescencia mediante la circulación de la corriente eléctrica, por lo general el filamento utilizado en este tipo de lámparas es de tungsteno.

**Gráfico N° 9:** Elementos de un foco incandescente



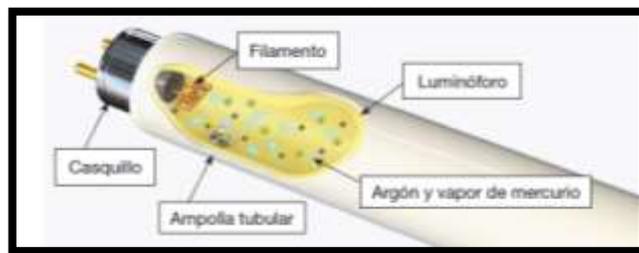
**Fuente:** Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT)

Las lámparas de este tipo tienen un alto consumo de energía y una vida útil limitada, es por este motivo que en la actualidad ya no se utiliza mucho estas lámparas y se les reemplaza por otro tipo con más eficiencia energética.

#### 8.4.2. Lámparas fluorescentes

Son lámparas de luz generada por partículas fluorescentes que se encuentra en la parte interior de un tubo de vidrio, la intensidad de estas lámparas depende de la composición del material fluorescente que se encuentre en el interior.

Gráfico N° 10: Partes de una lámpara fluorescente



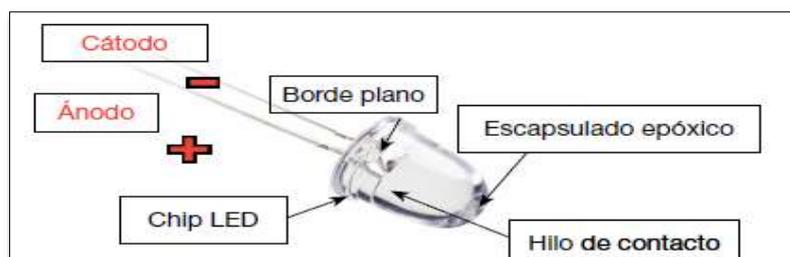
Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT)

La mayoría de las industrias o locales en la actualidad ocupan este tipo de lámparas por su eficiencia energética y el bajo consumo de energía eléctrica, además su vida útil es mayor que las lámparas de incandescencia.

#### 8.4.3. LED

Se les denomina led por sus siglas en inglés “Light Emitting Diode” es un tipo de tecnología que en actualidad está cobrando gran espacio por su alto rendimiento y su bajo consumo de energía eléctrica, esta tecnología funciona por medio de diodos que emiten luz y funcionan por medio del paso de la corriente, pero en un solo sentido.

Gráfico N° 11: Partes de un diodo led



Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT)

La vida útil de estas lámparas led es muy larga, en especial cuando están constituidas de varios diodos puesto que en el caso de sufrir algún daño uno de ellos el resto sigue en funcionamiento sin perder por completo la iluminación y puede seguir funcionando por un largo tiempo.

## 8.5. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

En el mercado existen varios instrumentos que permiten conocer la cantidad de luz, los valores se presentan de manera analógica pero los instrumentos más modernos son digitales y permiten pasar los datos guardados en el dispositivo al ordenador para realizar un análisis más a fondo, entre los medidores tenemos:

**Tabla N° 8:** Instrumentos de medición

INSTRUMENTO	MEDICIÓN
Luxómetro o luminómetro	Es un instrumento de medición que permite medir simple y rápidamente la iluminancia real y no subjetiva de un ambiente. La unidad de medida es el lux (lx).
El reflectometro	La distinción de la imagen (DOI) mide el efecto de las texturas superficiales, tales como piel de naranja en una imagen reflejada. Lo ideal de una superficie lisa y de alto brillo es que los reflejos sean vistos de una manera precisa y definida (DOI= 100), lo que se conoce como “efecto Espejo”.
Medidor de brillo	El brillo se mide dirigiendo un haz de luz de intensidad constante, con un ángulo fijo, sobre la superficie a comprobar y controlando posteriormente la cantidad de luz reflejada del mismo ángulo. Esta reflectancia especular se mide mediante un brillómetro.
Exposímetro de bolsillo	Es el fotómetro empleado en fotografía. Se trata de un dispositivo que da la medida de la exposición en EV (exposure values) o en combinaciones de diafragma/velocidad de obturación equivalentes.

Elaborado por: Reatiqui J.

### 8.5.1. Luxómetro

Este instrumento está compuesto de una célula fotoeléctrica la mayoría son de selenio, puesto que este material es el que más se asemeja a la sensibilidad de ojo humano, la utilización del

instrumento es sencilla, se debe medir con la persona que realiza la actividad en posición de su trabajo normal y se puede utilizar en cualquier posición ya sea horizontal, vertical y en cualquier inclinación.

**Gráfico N° 12: Luxómetro**



**Fuente:** <http://www.femto.es/luxometro-digital--rango-4>

El luxómetro permite medir la cantidad de intensidad con que el ojo recibe la luminosidad, la unidad de medida que utilizan estos instrumentos es el lux “lx”, su función es recibir una señal de brillo y convertirla en señal eléctrica analógica o digital.

Mediante este instrumento se puede conocer si las áreas de trabajo o locales cumplen con las regulaciones de seguridad y salud ocupacional y los trabajadores no sufran ningún daño visual o algún accidente de trabajo, en el caso de que no se cumpla se puede tomar acciones correctivas y verificar su cumplimiento.

### **8.5.2. Cantidad de puntos de muestra**

La cantidad de puntos depende del área de la construcción o del lugar de trabajo y se lo puede calcular mediante la siguiente fórmula:

**Fórmula N° 2** Constante del salón

$$Constante\ del\ salón = \frac{L \times W}{H (L + W)}$$

**Donde:**

L= longitud del salón

W= Ancho del salón

H= Altura de las luminarias

**Tabla N° 9:** Número de puntos de medición según la constante del salón

CONSTANTE DEL SALÓN	NÚMEROS MÍNIMOS DE PUNTOS
< 1	4
1 y < 2	9
2 y < 3	16
3 o mayor	25

**Fuente:** <http://riesgosfisicosuvd.blogspot.com/2014/10/iluminación.html>

### 8.5.3. Niveles de iluminación

Una vez encontrado los valores de iluminación mediante el luxómetro, se puede definir si existe un correcto grado de iluminación o si se tiene un grado de peligrosidad, en la tabla siguiente se detalla el porcentaje requerido.

**Tabla N° 10:** Grado de peligrosidad

GRADO	% VALOR REQUERIDO	CALIFICACIÓN
Cansancio visual	Mayor a 105	Excesiva
No produce patología	90 a 105	Adecuada
No es óptimo	60 a 89	Aceptable
Patología a mediano plazo	30 a 59	Insuficiente
Modificación urgente	0 a 29	Deficiente

**Fuente:** Instituto de seguridad e higiene en el trabajo.

### 8.5.4. Condiciones de trabajo en laboratorios

Para efectuar las actividades al interior del laboratorio se debe contar con las mejores condiciones posibles de tal manera que el ambiente sea confortable y se evite todo factor de riesgo que pueda ocasionar daños materiales y humanos.

Entre los riesgos que se tienen al laborara en los laboratorios se tiene:

**Agentes físicos:** ruido, vibraciones, iluminación, temperaturas

**Agentes Químicos:** daños provocados por agentes químicos

**Agentes Biológicos:** riesgos originados por agentes biológicos

Los riesgos que se encuentran en el lugar de trabajo se pueden establecer según la probabilidad y las consecuencias mediante la matriz de riesgos, ésta matriz permite valorar las condiciones según su grado de peligrosidad.

**Gráfico N° 13:** Matriz De Riesgos

		PROBABILIDAD				
		Raro	Poco probable	Posible	Muy probable	Casí seguro
CONSECUENCIAS	Despreciable	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Medio
	Menores	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Medio
	Moderadas	Medio	Medio	Medio	Alto	Alto
	Mayores	Medio	Medio	Alto	Alto	Muy alto
	Catastróficas	Medio	Alto	Alto	Muy alto	Muy alto

Fuente: <http://www.ceolevel.com/como-crear-una-efectiva-matriz-de-riesgos>

### 8.5.5. Equipos de protección personal para laboratorios de lácteos

Toda actividad genera acciones y condiciones inseguras por este motivo siempre se debe tomar en cuenta la correcta utilización de los equipos de protección personal para realizar las actividades de manera segura, los equipos que se debe utilizar en los laboratorios de lácteos son:

- Gafas
- Mascarilla
- Guantes
- Cofia
- Mandil
- Overol
- Botas

## 8.6.RIESGOS FÍSICOS

Se considera que un individuo se encuentra en riesgo cuando está cerca de una acción, evento o ambiente que perjudique la salud o genere un daño corporal, toda actividad laboral presenta riesgos que con el pasar del tiempo si no se toma las acciones correctas causan algún tipo de lesión o puede causar la muerte.

Según Muñiz, R. (2003) menciona que:

Las condiciones de trabajo son cualquier característica del trabajo que pueda tener una influencia en la salud física, psíquica y social del trabajo. Por esa razón, cuando las condiciones de trabajo en las que el trabajador realiza su actividad diaria no son las adecuadas nos encontramos toda una serie de riesgos para su salud que es necesario eliminar o reducir. (p. 5)

Se define al riesgo físico como la probabilidad de que alguna sustancia, elemento, ambiente o material cause daño en la salud de las personas o perjudiquen su integridad física, este riesgo está compuesto por una serie de factores ambientales como:

- Ruido
- Ventilación
- Temperatura
- Radiación
- Iluminación
- Vibración

Estos factores pueden causar daños irreversibles en las personas si están fuera de los niveles permisibles por el cuerpo humano, en el caso de que no se pueda regular la intensidad o exposición de estos factores es necesario que los individuos utilicen equipos de protección personal ayudando a contrarrestar los factores e impedir que los mismo le causen daño a la salud.

### 8.6.1. Enfermedades profesionales

La Organización Internacional del Trabajo (2010) se estableció un listado de las enfermedades de acuerdo con el protocolo celebrado en el 2002 del convenio sobre la seguridad y salud de los trabajadores. Las enfermedades profesionales se basan en dos elementos principales:

Según la Organización Internacional del Trabajo, (2010) menciona que:

- “La relación causal entre la exposición en un entorno de trabajo o actividad laboral específicos, y una enfermedad específica, y
- El hecho de que, dentro de un grupo de personas expuestas, la enfermedad se produce con una frecuencia superior a la tasa media de morbilidad del resto de la población”  
(p. 16)

Las enfermedades profesionales están sujetas a aspectos en el origen o causa de la enfermedad y en la persona o grupo de personal que es afectado por problema de salud por la actividad laboral que desarrolla en un lugar específico.

La iluminación es importante en toda área o ambiente de trabajo, puesto que al tener un entorno visual adecuado no afecta la salud de las personas y evita accidentes, además mejora el rendimiento evitando la fatiga visual y el cansancio mental.

Uno de los principales problemas visuales que tienen las personas son aquellas que trabajan en lugares con poca iluminación como son las minas o túneles, estos individuos son afectados por la incardinación involuntarios de los ojos, debido a una deficiente iluminación produciéndoles trastornos oculares y cefaleas.

En su publicación Sánchez, E. (2006) menciona que:

Se define enfermedad profesional como toda aquella contraída como consecuencia del trabajo ejecutado por cuenta ajena. La enfermedad profesional, al contrario que el accidente de trabajo, es un trastorno de la salud de carácter lento, por ello es difícil probar en muchos casos el origen laboral de una enfermedad, ya que sus efectos nocivos pueden aparecer varios años después de la exposición a la condición peligrosa que la originó. (p. 40)

La iluminación es uno de los factores ambientales que tienen como propósito iluminar las áreas o puestos de trabajo de tal manera que faciliten la realización de las actividades de

manera confiable y segura, la iluminación puede ser natural o artificial siempre y cuando no afecte la salud de las personas y este dentro de los niveles adecuados

### **8.6.2. Accidentes en laboratorios de productos lácteos**

En los laboratorios para la elaboración de productos lácteos existen accidentes a los que está expuesto el personal que labora en estos sitios de trabajo, lo más frecuentes y posibles accidentes son los siguientes:

- Circuitos: Por la construcción de instalaciones eléctricas defectuosas,
- Enfermedades respiratorias: Por la ampliación adecuación y mantenimiento sin cumplimiento de normas.
- Caídas: Por la alta humedad, baja calidad de los elementos instalados.
- Choques y tropezones: Por la falta de distancias de seguridad suficientes.
- Pérdida paulatina de la vista: Por la escasez y exceso de iluminación.

### **8.6.3. Efectos en la salud de la escasez de iluminación**

Una inadecuada iluminación ocasiona daños que pueden llegar a ser irreversibles en las personas, además puede tener efectos como:

- Molestia ocular, pesadez ardor.
- Picazón en los ojos
- Fatiga visual
- Fatiga mental
- Accidentes
- Deslumbramientos
- Pérdida progresiva de la visión

Si las condiciones laborales no son las adecuadas es necesario tomar medidas preventivas que eviten lesiones o enfermedades.

## 9. HIPÓTESIS

¿El sistema de iluminación en el laboratorio de lácteos incide en la salud visual y asimilación de conocimientos de los estudiantes de la carrera de ingeniería Agroindustrial?

## 10. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

### 10.1. Metodología de la investigación

**Método inductivo.** - En desarrollo del proyecto se utiliza este método con la finalidad de determinar si el sistema de iluminación del laboratorio de lácteos de la Universidad Técnica de Cotopaxi es el adecuado.

**Bibliográfico.** - Este método se refiere a la recolección de la información necesaria para el desarrollo de la investigación, además permite sustentar teóricamente el trabajo investigativo garantizando la severidad de los hechos.

**De Campo.** - se aplica este tipo de método puesto que se trabaja directamente desde el lugar de los hechos o en donde se desarrolla el fenómeno a investigar como en este caso es en el laboratorio de lácteo de la Universidad Técnica de Cotopaxi

### 10.2. Reelección de datos

Para recolectar datos se usa una serie de herramientas y técnicas necesarias que permitan cumplir con los objetivos propuestos por la investigación, una vez recolectado los datos de medición de la iluminación se procede a aplicar distintas fórmulas con la finalidad de conocer las condiciones actuales del área de estudio y poder determinar si la misma se encuentra dentro de las condiciones idóneas para el ser humano, de no ser así se puede determinar propuestas que mejoren las condiciones de las personas.

### 10.3. Técnicas

**Observación.** - esta técnica es aplicada porque se está en contacto directo de la situación de estudio, que para el caso es la iluminación del laboratorio de lácteos y observar las

condiciones de iluminación con las que cuenta el laboratorio de lácteos de la carrera de agroindustria, para la recolección de datos se utiliza la ficha de observación.

**Encuesta.-** para la sustentación de datos se aplicará a los involucrados, mediante esta técnica se puede conocer los inconvenientes que los estudiantes y docentes tienen en la iluminación del laboratorio de lácteos para tomar medidas correctivas sobre el sistema de iluminación del laboratorio de lácteos, la técnica se aplicará a los estudiantes y docentes de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial que ocupan las instalaciones, el instrumento utilizado que permite recolectar los datos es el cuestionario.

**Medición Directa.** - técnica que se aplica con un instrumento de medición, que compara la variable a medir con un patrón de cálculo para determinar el nivel óptimo de iluminación, en este caso el instrumento que se utilizó fue el luxómetro, para la recolección de los datos se utilizan fichas de levantamiento de datos por medición directa.

#### **10.4. Tipo de proyecto: Desarrollo**

**No experimental.** - En el desarrollo del proyecto se utiliza la investigación no experimental porque para el estudio del sistema de iluminación en el laboratorio de lácteos de la Universidad Técnica de Cotopaxi, no se aplicará el análisis de casos comparativos entre varias muestras observadas para la prevención del riesgo físico de los estudiantes de ingeniería agroindustrial.

Gomez, (2006) define “La investigación no experimental tienen relación con la investigación cuantitativa y se subdivide en diseños transversales y diseño longitudinales” (p. 86).

**Investigación descriptiva.** - Se utiliza este tipo de investigación puesto que se describe la situación prevalente al momento de realizar el estudio, mediante este tipo de investigación también se establecen los problemas de iluminación del laboratorio de lácteos y así determinar las acciones que permitan eliminar los riesgos físicos en los estudiantes y personal docente.

### 10.5. Unidad de estudio

La población de estudio para el desarrollo del proyecto se considera a los estudiantes y a los docentes de la carrera de agroindustria.

**Tabla N° 11:** Unidad de estudio

DESCRIPCIÓN	TOTAL
Estudiantes	250
<b>Total</b>	<b>250</b>

**Fuente:** Universidad Técnica de Cotopaxi.

#### Fórmula para el cálculo del tamaño de la muestra.

n= Tamaño de la muestra

N = Tamaño de la población

E= Error máximo admisible al cuadrado (0.05)

**Fórmula N° 3** Tamaño de la muestra

$$n = \frac{N}{(E)^2(N - 1) + 1}$$

$$n = \frac{250}{(0.0025)(250 - 1) + 1}$$

$$n = \frac{250}{(0.0025)(249) + 1}$$

$$n = 154.08$$

Total, a encuestas a consultar, 154 estudiantes.

## 11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

### 11.1. ENCUESTAS

1.- ¿Existe lámparas averiadas?

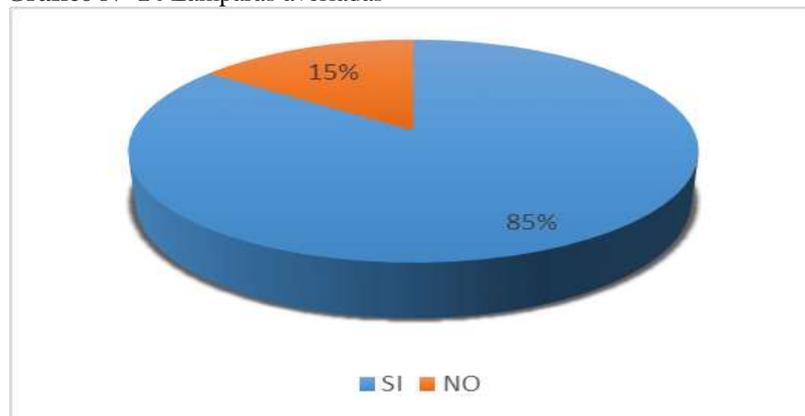
**Tabla N° 12 Lámparas averiadas**

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	POCENTAJE
SI	131	85%
NO	23	15%
<b>TOTAL</b>	<b>154</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Estudiantes de la UTC

**Elaborado por:** Reatiqui J.

**Gráfico N° 14 Lámparas averiadas**



**Fuente:** Estudiantes de la UTC

**Elaborado por:** Reatiqui J.

### Análisis e Interpretación

En la encuesta aplicada a los estudiantes la mayoría responde que en el laboratorio de lácteos de la Universidad Técnica de Cotopaxi si existen lámparas que se encuentran en mal estado, también existen estudiantes que aluden que no hay problemas con las lámparas.

2.- ¿El nivel de iluminación en el laboratorio es suficiente para la actividad que realiza?

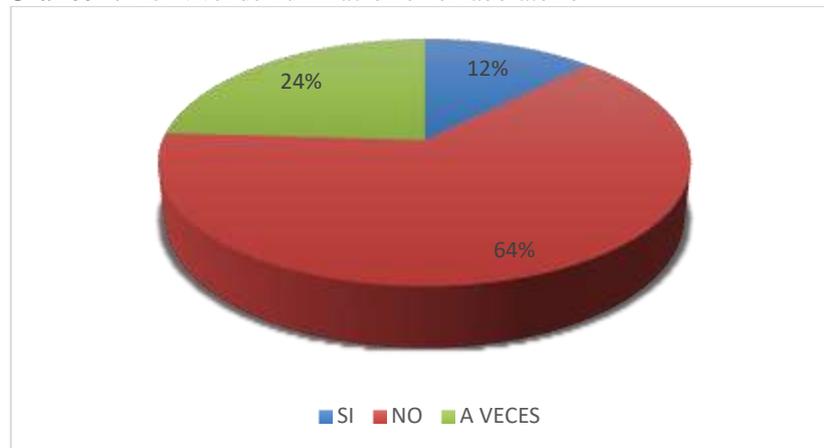
**Tabla N° 13** Nivel de iluminación en el laboratorio

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	POCENTAJE
SI	19	12%
NO	98	64%
A VECES	37	24%
<b>TOTAL</b>	<b>154</b>	<b>100%</b>

Fuente: Estudiantes de la UTC

Elaborado por: Reatiqui J.

**Gráfico N° 15** Nivel de iluminación en el laboratorio



Fuente: Estudiantes de la UTC

Elaborado por: Reatiqui J.

### Análisis e Interpretación

Mediante los resultados arrojados por la encuesta es notable que la mayoría de los estudiantes que realizan alguna actividad en el laboratorio de lácteos manifiesta que la iluminación no es suficiente para realizar las actividades.

3.- ¿En las zonas de trabajo se produce reflejos que afecten la superficie y el entorno visual?

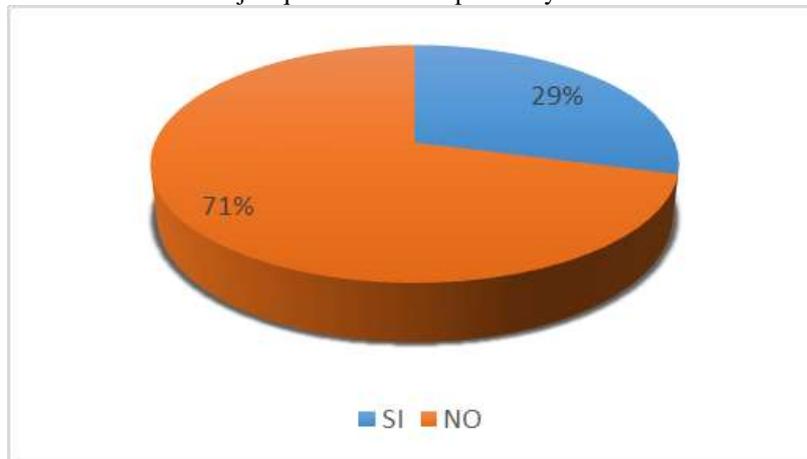
**Tabla N° 14** Reflejos que afecten la superficie y el entorno visual

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	POCENTAJE
SI	45	29%
NO	109	71%
<b>TOTAL</b>	<b>154</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Estudiantes de la UTC

**Elaborado por:** Reatiqui J.

**Gráfico N° 16** Reflejos que afecten la superficie y el entorno visual



**Fuente:** Estudiantes de la UTC

**Elaborado por:** Reatiqui J.

### Análisis e Interpretación

La mayoría de personas encuestadas señalan que en la superficie de trabajo y en el entorno visual no se generan reflejos, son pocos los estudiantes que mencionan lo contrario, es decir que la iluminación artificial si genera reflejos en las zonas de trabajo.

4.- ¿Al realizar las actividades tiene que forzar la vista para poder trabajar con normalidad?

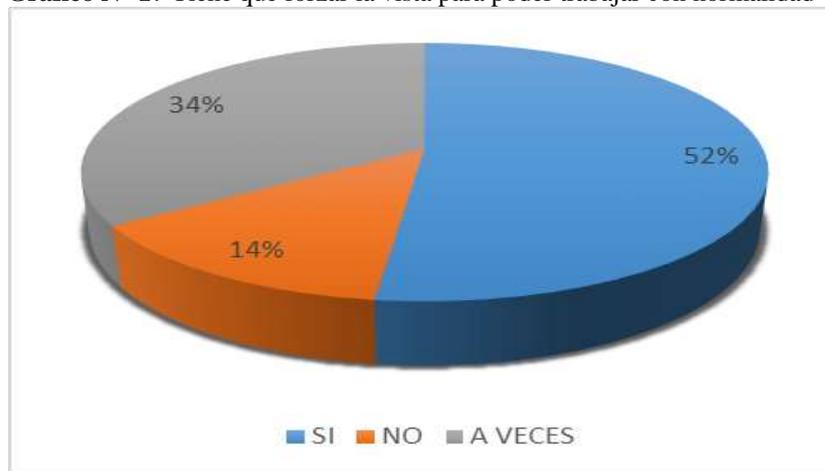
**Tabla N° 15** Tiene que forzar la vista para poder trabajar con normalidad

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	POCENTAJE
SI	80	52%
NO	21	14%
A VECES	53	34%
<b>TOTAL</b>	<b>154</b>	<b>100%</b>

Fuente: Estudiantes de la UTC

Elaborado por: Reatiqui J.

**Gráfico N° 17** Tiene que forzar la vista para poder trabajar con normalidad



Fuente: Estudiantes de la UTC

Elaborado por: Reatiqui J.

### Análisis e Interpretación

La mayor parte de los estudiantes manifiesta que en el laboratorio de lácteos tienen que realizar fuerza visual para poder realizar las actividades con total normalidad, pero también existen quienes señalan que no es todo el tiempo, sino que es a veces, además otros estudiantes mencionan que no hacen fuerza la vista.

5.- ¿Durante la estadía en el laboratorio ha tenido síntoma cómo?

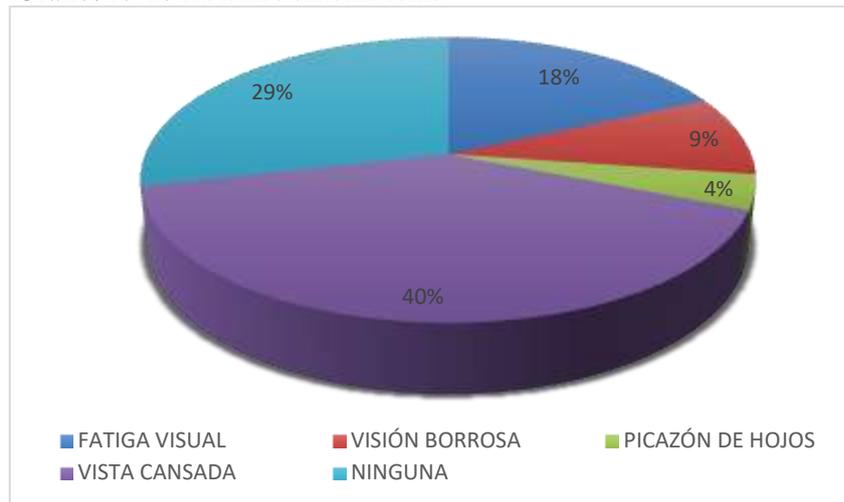
**Tabla N° 16** Ha tenido síntoma cómo

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	POCENTAJE
FATIGA VISUAL	28	18%
VISIÓN BORROSA	14	9%
PICAZÓN DE HOJOS	6	4%
VISTA CANSADA	62	40%
NINGUNA	44	29%
<b>TOTAL</b>	<b>154</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Estudiantes de la UTC

**Elaborado por:** Reatiqui J.

**Gráfico N° 18** Ha tenido síntoma cómo



**Fuente:** Estudiantes de la UTC

**Elaborado por:** Reatiqui J.

### Análisis e Interpretación

La mayoría de los estudiantes que ocupan el laboratorio de lácteos de la Universidad Técnica de Cotopaxi, después de realizar sus actividades sufren de algún trastorno visual, haciendo notar que la iluminación no es la adecuada, también existen personas a quienes no les afecta en nada la vista.

## 11.2. PRESENTACIÓN ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ESTUDIO DE ILUMINACIÓN AL LABORATORIO DE LÁCTEOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

### 11.2.1. Datos actuales del laboratorio de Lácteos

Los datos obtenidos del laboratorio de lácteos de la Universidad Técnica de Cotopaxi son:

#### DATOS DEL LABORATORIO DE LÁCTEOS

##### Cálculos y datos del laboratorio de lácteos

Datos del laboratorio:

**Largo:** 16,24m

**Ancho:** 10,20m

**Altura:** 3,10 m (la altura es considerada desde el suelo al montaje de las luminarias)

##### Medición de luxes en el laboratorio de lácteos

El método de medición que frecuentemente se utiliza para el cálculo es una técnica mediante cuadrícula de puntos de medición que cubre con toda la zona a analizar, esta técnica básicamente consta de la división del interior del área en partes iguales.

Para tomar la medida se lo hace del centro de cada área a una altura de 0,80 sobre el nivel del suelo, para conocer el número de puntos a medir es necesario aplicar la fórmula correspondiente que se indica a continuación.

**Fórmula N° 4** Índice del local

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

$$I = \frac{16,24 * 10,20}{3,10 * (16,24 + 10,20)}$$

$$I = 2,02$$

El resultado de la medición se expresa mediante las siguientes condiciones que es:

**Número mínimo de puntos de medición:  $(x+2)^2$**

**X:** es el valor que incide del local (**I**)

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

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

$$\text{Número mínimo de puntos} = 16$$

Como se puede ver el número mínimo de puntos de medición a partir de la ecuación son 16, a continuación, se divide el área del laboratorio de lácteos en partes iguales y se procede a medir desde el centro de la cuadrilla con el luxómetro.

Además de los cálculos realizados anteriormente, una vez obtenido los datos del laboratorio es necesario aplicar la siguiente fórmula para poder conocer la iluminación media del laboratorio.

**Fórmula N° 5** Iluminación media

$$Em = \frac{\sum \text{valores medios (lux)}}{\text{cantidad de puntos medidos}}$$

## NÚMERO MÍNIMO DE PUNTOS

**Gráfico N° 19:** Número mínimo de puntos

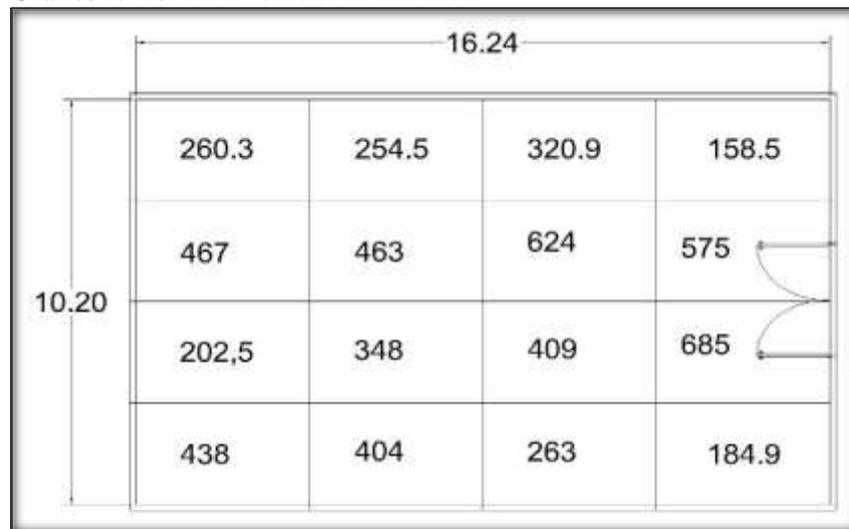


**Fuente:** Reatiqui J.

**Número mínimo de puntos:** 16 cuadrículas.

Imagen del área del laboratorio de lácteos con las cuadrículas correspondientes y su respectiva medición.

**Gráfico N° 20:** Mediciones de iluminación



Fuente: Reatiqui J.

Una vez obtenido los resultados mediante un luxómetro, se procede a calcular la iluminación media del laboratorio de lectores de la Universidad Técnica de Cotopaxi mediante la fórmula antes indicada.

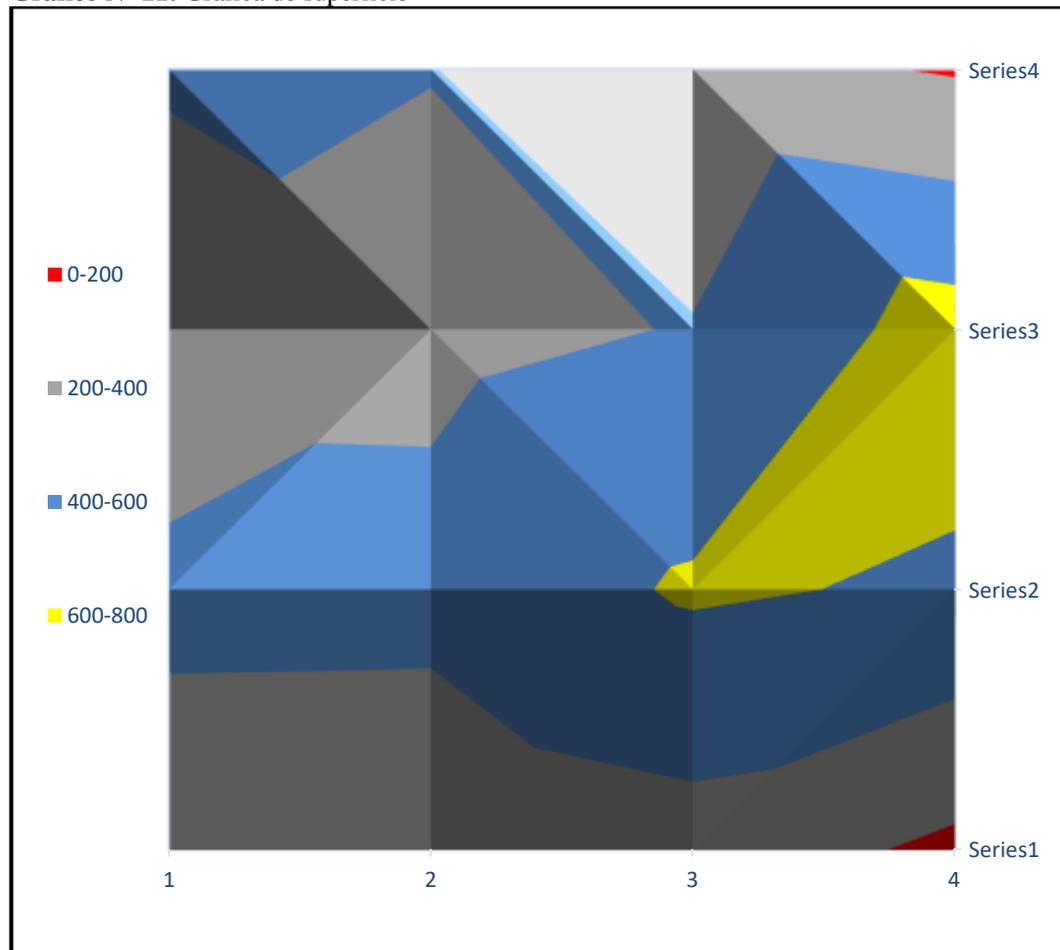
**Fórmula N° 6** Iluminación media del laboratorio

$$Em = \frac{\sum \text{valores medios (lux)}}{\text{cantidad de puntos medidos}}$$

$$Em = \frac{260.3 + 254.5 + 320.9 + 158.5 + 467 + 463 + 624 + 575 + 202.5 + 348 + 409 + 685 + 438 + 404 + 263 + 184.9}{16}$$

$$Em = \frac{6003.6}{16}$$

$$Em = 375,2 \text{ lux}$$

**Gráfico N° 21:** Grafica de superficie

Fuente: Reatiqui J.

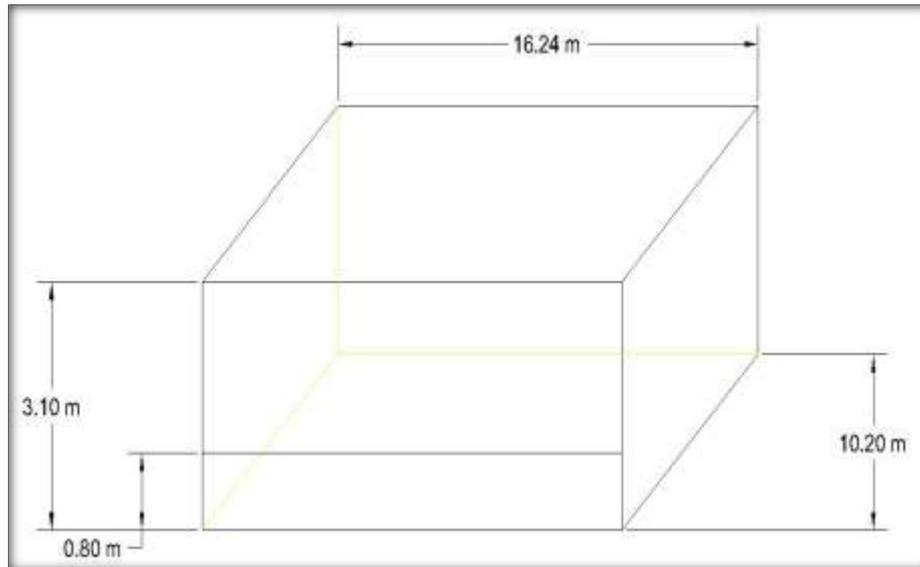
Al sacar la iluminación media del laboratorio de lácteos se puede constatar que es de 375,2 lux y la norma pide 500lux, es decir no cuenta con la iluminación que debe tener el interior de laboratorios.

### CÁLCULO DEL FLUJO LUMINOSO

Para poder realizar el cálculo es necesario conocer las condiciones del área de trabajo puesto que esto influye al momento de realizar el estudio.

#### Detalles del laboratorio

A continuación, se presenta las dimensiones del laboratorio de lácteos

**Gráfico N° 22:** Detalles del laboratorio

Fuente: Reatiqui J.

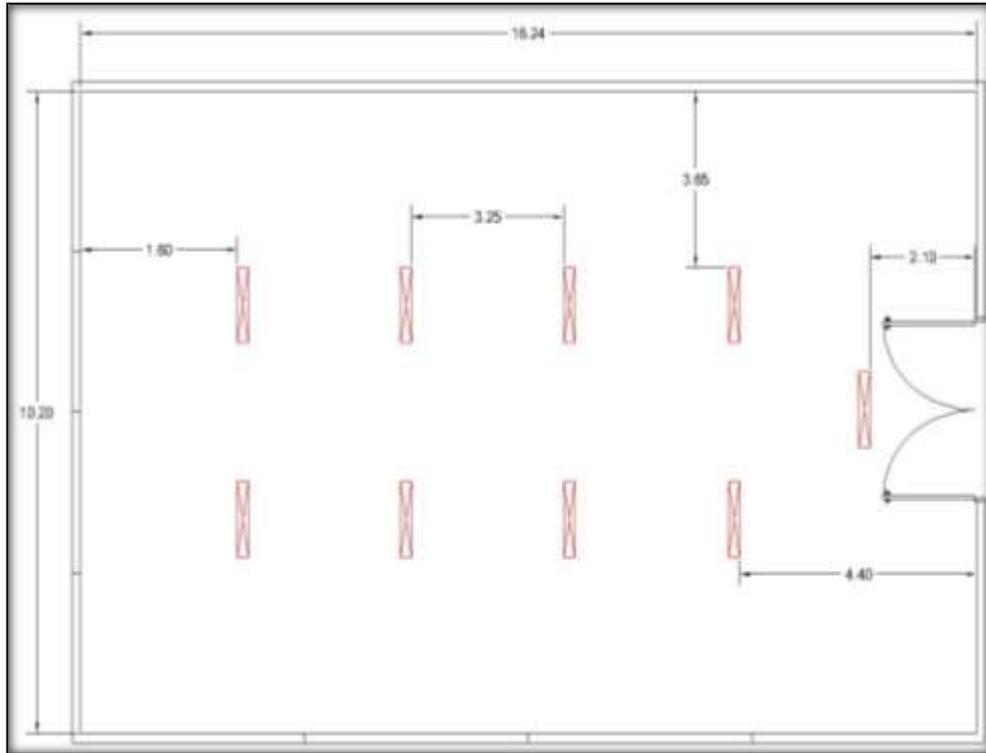
**Tabla N° 17:** Dimensiones del Laboratorio

DETALLES DEL LABORATORIO		
DATOS	SÍMBOLO	DIMENSIÓN (m)
Ancho	a	10.20 m
Largo	b	16.24 m
Altura	H	3.10 m
Plano de Trabajo	h	2.30 m

Fuente: Reatiqui J.

### Distribución actual de las luminarias

En el laboratorio de lácteos actualmente se encuentran instaladas nueve luminarias de 4x2 y una luminaria en la entrada principal, esta cantidad de luminarias y su distribución no permite llegar a la cantidad necesaria de los 500 luxes que exige la norma y por ello es necesario realizar otro tipo de distribución y aumentar la cantidad de luminarias, a continuación, se presenta la distribución actual de las iluminarias instaladas.

**Gráfico N° 23:** Distribución actual de las luminarias

Fuente: Reatiqui J.

### Niveles de iluminación

Los niveles permisibles y recomendados para las diversas áreas de trabajo se toman del Decreto Ejecutivo 2393 de la república del Ecuador y de la norma Europea UNE 12464-1, estos valores son establecidos con el propósito de mantener una comodidad visual en los trabajadores según la actividad y las condiciones de trabajo.

**Tabla N° 18:** Niveles de iluminación

<b>PRODUCTOS ALIMENTICIOS E INDUSTRIA DE ALIMENTOS DE LUJO</b>			
<b>Tipo de interior, área y actividad</b>	<b>Em (Lux)</b>	<b>UGRL</b>	<b>RA</b>
Corte y clasificación de frutas	300	25	80
Inspección de vidrios y botellas, control de productos, clasificación.	500	22	80
Laboratorios	500	19	80

Fuente: Norma Europea Une-En 12464-1

### Tipos de fluorescentes utilizados en el laboratorio

Los fluorescentes utilizados en el interior del laboratorio de lácteos son de marca SYLVANIA, en cada luminaria se colocan dos fluorescentes (SYLVANIA – 6500k – F54T5/865/HO).

**Gráfico N° 24:** Fluorescentes utilizados en el laboratorio



Fuente: Reatiqui J.

**Gráfico N° 25:** lámparas utilizadas en el Laboratorio



Fuente: Reatiqui J.

### Tipo de luminaria

Las especificaciones de la luminaria se toman del catálogo de la empresa de iluminación marca SYLVANIA.

**Gráfico N° 26:** Tipo de luminaria



Fuente: catalogo SYLVANIA

**Marca:** SYLVANIA

**Características:**

- Luminarias de alto nivel de hermeticidad
- Opera con lámparas T8 o T5
- Carcasa de policarbonato inyectado, color gris, con protección UV
- Cuerpo interior de chapado de acero fosfático y acabado en color blanco
- Portalámparas con base G5 para tubos fluorescentes T5 o T8
- Resistente a altas temperaturas
- Pueden ser adosadas a techos y apliques murales, suspendidas por cadenas y en soportes para líneas continuas.

**Aplicación:**

- Fábricas
- Industrias
- Almacenes
- Bodegas

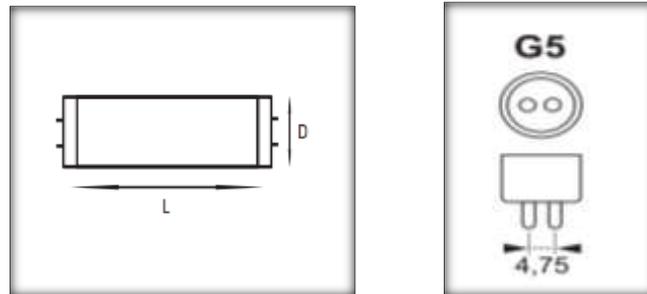
**Tabla N° 19:** Especificaciones técnicas de los fluorescentes

<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS FLUORESCENTES</b>	
MARCA	SYLVANIA
DESCRIPCION	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tecnología trifósforo</li> <li>• Alto flujo luminoso</li> <li>• Excelente IRC</li> <li>• Opera con balasto eléctrico</li> <li>• Larga vida útil</li> <li>• Encendido inmediato</li> </ul>
DESCRIPCION COMERCIAL	FHO 54WT5 865
FORMA	Tubular
TERMINADO DEL BULBO/ COLOR DE LUZ	Daylight Deluxe
POTENCIA	54 w
TENCIÓN NOMINAL	120 v
LONGITUD MÁXIMA L	1163.2 mm
DIÁMETRO D	16 mm
TEMPERATURA DE COLOR	6500 k
VIDA PROMEDIO	20000 horas
FLUJO LUMINOSO	4650 lm
BULBO	T5
ÍNDICE RENDIMIENTO DE COLOR	85 IRC

**Fuente:** catalogo SYLVANIA

## Dimensiones del producto

**Gráfico N° 27:** Dimensiones del producto



Fuente: catalogo SYLVANIA

## Características totales de flujo luminoso

La información extraída de los fabricantes sobre el tipo de iluminación que se encuentra en el laboratorio de lácteos permite conocer el flujo luminoso total, puesto que cada luminaria tiene para dos fluorescentes.

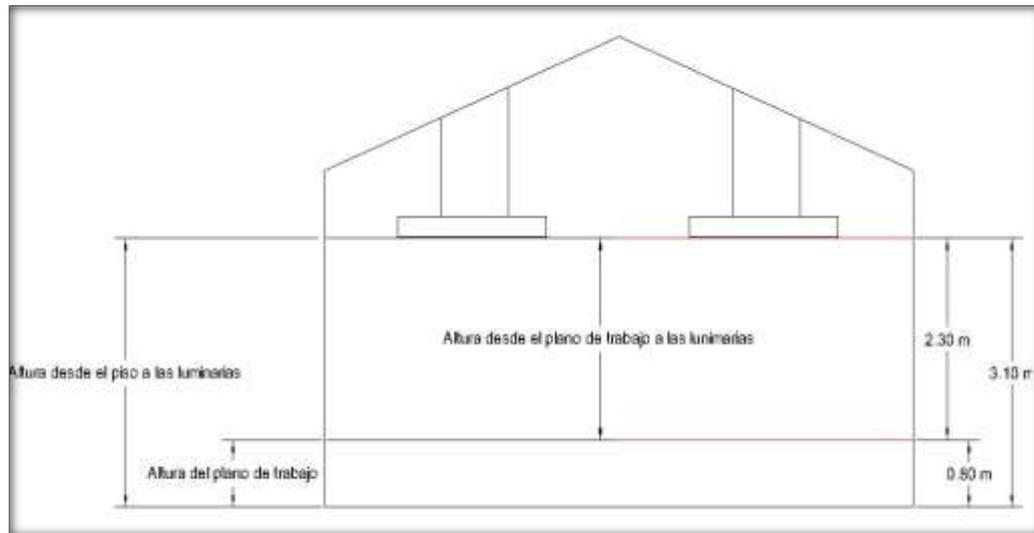
**Tabla N° 20:** Flujo luminoso total

<b>FLUJO LUMINOSO TOTAL</b>		
<b>CANTIDAD DE FLUORECENTES</b>	<b>FLUJO LUMINOSO</b>	<b>FLUJO TOTAL</b>
2	4650 lm	9300 lm

Fuente: Reatiqui J.

## Altura de la luminaria

La mayoría de las luminarias son empotradas en el tumbado de las instalaciones a una altura considerable que permitan tener la mayor uniformidad de iluminación, en el laboratorio de lácteos las luminarias se encuentran suspendidas mediante cadenas para dar una altura conveniente puesto que el techo es muy alto.

**Gráfico N° 28:** Altura de la luminaria

Fuente: Reatiqui J.

## COMPROBACIÓN

Se ha comprobado que se debe mejorar la iluminación de los luxes en el laboratorio de lácteos, se puede constatar que es de 375,2 lux. Es decir, no cuenta con la iluminación que debe tener el interior del laboratorio, además según la norma se debe cumplir con los 500 lux por lo que la hipótesis queda comprobada.

Además, mediante la aplicación de la encuesta se determina que la mayoría de estudiantes manifiestan que en el laboratorio de lácteos existen lámparas que se encuentran en mal estado y es necesario realizar un mantenimiento.

### 11.3. PROPUESTA

#### 11.3.1. Cálculo de la distribución correcta de luminarias.

##### Coefficiente de utilización

El coeficiente de utilización (CU) es la medida de eficiencia de la luminaria con referencia al plano de trabajo en el área fijada, en este apartado se va a determinar la proporción de lúmenes de las luminarias hacia el plano de trabajo en relación a los lúmenes presentados por los fluorescentes.

Para identificar el coeficiente de utilización es necesario encontrar una serie de datos como:

- Índice del local (k)
- Coeficiente de reflexión
- Coeficiente de mantenimiento

### **Cálculo del Índice del local (k)**

Para realizar este cálculo es necesario conocer las dimensiones del local como largo ancho y alto:

#### **Datos:**

**Ancho (a):** 10.20 m

**Largo (b):** 16.24 m

**Alto (h):** 2.30 m

Se aplica la siguiente fórmula:

**Fórmula N° 7** Índice del local

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

$$k = \frac{10.20 * 16.24}{2.30 * (10.20 + 16.24)}$$

$$k = 2.723$$

### **Coeficiente de reflexión**

Para determinar el coeficiente de reflexión del laboratorio se debe conocer las características del local como techo, paredes y suelo, a continuación, se presenta la tabla del factor de reflexión.

**Tabla N° 21:** Factor de reflexión

Factor de reflexión ( $\rho$ )		
Techo	Blanco o muy claro	0.7
	claro	0.5
	medio	0.3
Paredes	claro	0.5
	medio	0.3
	oscuro	0.1
Suelo	claro	0.3
	oscuro	0.1

Fuente: manual de iluminación

En el caso del laboratorio de lácteos se toma 0,5 para el techo, para las paredes 0.5 y 0,3 para el piso, las instalaciones del laboratorio son claras no existe partes oscuras, con los datos del factor de reflexión se puede identificar en coeficiente de utilización ( $C_u$ ) en la siguiente tabla.

**Tabla N° 22:** Factor de utilización

Índice del local k	Factor de utilización ( $\eta$ )											
	Factor de reflexión del techo											
	0.8			0.7			0.5			0.3		
k	Factor de reflexión de las paredes											
	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.3	0.1	0
0.6	.39	.35	.32	.38	.34	.32	.38	.34	.31	.33	.31	.30
0.8	.48	.43	.40	.47	.42	.40	.46	.42	.39	.41	.38	.37
1.0	.53	.49	.46	.52	.48	.45	.51	.47	.45	.46	.44	.41
1.25	.58	.54	.51	.57	.53	.50	.55	.51	.49	.50	.48	.45
1.5	.62	.58	.54	.61	.57	.54	.58	.55	.52	.53	.51	.48
2.0	.66	.62	.59	.64	.61	.58	.61	.59	.57	.56	.55	.52
2.5	.68	.65	.63	.67	.64	.62	.64	.61	.60	.59	.57	.54
3.0	.70	.67	.65	.69	.66	.64	.65	.63	.61	.60	.59	.56
4.0	.72	.70	.68	.70	.69	.67	.67	.66	.64	.63	.61	.58
5.0	.73	.71	.70	.71	.70	.68	.68	.67	.66	.64	.63	.59

Fuente: manual de iluminación

Mediante la tabla se puede identificar que el coeficiente de utilización del laboratorio de lácteos es:

$$C_u = 0,65$$

### Coeficiente de mantenimiento

Este coeficiente es la influencia que tiene las luminarias con el grado de aseo del local, al ser un laboratorio de alimentos es obvio que se encuentra sumamente limpio si nada de suciedad, por este motivo según la tabla se le da un coeficiente de mantenimiento de **(Cm) = 0.8**

**Tabla N° 23:** Coeficiente de mantenimiento

AMBIENTE	COEFICIENTE DE MANTENIMIENTO (Cm)
LIMPIO	0.8
SUCIO	0.6

**Fuente:** Manual de Luminotecnia

Una vez obtenidos los datos se procede a calcular el flujo luminoso total en el laboratorio.

**Datos:**

$\phi T$  = Flujo total que necesita en el aula

**Em** = 500 lux requeridos por la norma

**Área total (s)** = 165.6 m<sup>2</sup>

**Cu** = 0,65

**Cm** = 0.8

**Fórmula N° 8** flujo luminoso total

$$\phi T = \frac{Em * s}{Cu * Cm}$$

$$\phi T = \frac{500 * 165.6}{0.65 * 0.8}$$

$$\phi T = \frac{82,800}{0,52}$$

$$\phi T = 159,23lux$$

El flujo que se necesita en el laboratorio de lácteos es de 159,23 lúmenes.

A continuación, se realiza los cálculos de la cantidad der luminarias necesarias para alcanzar el nivel de iluminación.

**Datos:**

$\phi_{NL}$  = Número de luminarias

$\phi_T$  = 159,23 lúmenes

$\phi_L$  = Flujo luminoso de una lámpara 4650 lm

$n$  = Número de lámparas que tiene la luminaria # 2

**Fórmula N° 9** Número de luminarias

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

$$\phi_{NL} = \frac{159,23}{2 * 4650}$$

$$\phi_{NL} = 18$$

**Ubicación de las luminarias**

Una vez encontrada la cantidad mínima de luminarias que se necesita para el laboratorio de lácteos, se procede a encontrar la distribución uniforme en filas paralelas a los ejes de simetría del local.

**Datos:**

**N ancho=?**

**NL** = 18

**a** = 10,20

**b** = 16,24

**Fórmula N° 10** Ubicación de las luminarias (ancho)

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

$$N \text{ ancho} = \sqrt{\frac{18 * 10,20}{16,24}}$$

$$N \text{ ancho} = \sqrt{\frac{183,6}{16,24}}$$

$$N \text{ ancho} = 3,36 \text{ m}$$

Tomaremos el número entero **3** ya que en las luminarias no se pueden utilizar los decimales, pero para los cálculos si utilizamos los decimales.

**Fórmula N° 11** Ubicación de las luminarias (largo)

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

$$N \text{ largo} = 3,36 * \frac{16,24}{10,20}$$

$$N \text{ largo} = 5,34 \text{ m}$$

En este caso lo elevaremos al inmediato superior que es **6**, ya que en las luminarias no se pueden utilizar los decimales.

### **Cálculo para determinar si es o no el número de luminarias correctas**

En este apartado se comprueba los resultados obtenidos con lo recomendado para ver si están o no las luminarias adecuadamente.

Acontinuacion se determina la iluminancia media.

**Em=?**

**Datos:**

**N Luminarias= 18**

**N lámparas= 2**

**φ Lámpara= 4650 lm**

**Cu = 0.65**

**Cm= 0.8**

**S= 165.6 m<sup>2</sup>**

**Fórmula N° 12 Iluminancia media**

$$Em = \frac{NL * n * Ql * Cu * Cm}{s}$$

$$Em = \frac{18 * 2 * 4650 * 0.65 * 0,8}{165.6}$$

$$Em = \frac{82792.32}{165.6}$$

$$Em = 525.65 \text{ lux}$$

Mediante la obtención los resultados se puede notar claramente que para conseguir la iluminación adecuada en el laboratorio de lácteos es necesario utilizar 18 luminarias, con esta cantidadse tiene 525.65 lux y la norma es de 500 Lux.

$$Em \Rightarrow 525.65 \text{ lux}$$

Los resultados de los cálculos de la iluminación media muestran que la iluminación de las lámparas en el laboratorio de lácteos no es el óptimo puesto que se tiene un número inferior de luminarias instaladas que son 9, al número de luminarias de los cálculos que es 18 luminarias.

**Tabla N° 24:** Diferencia de luminarias

<b>DIFERENCIA DE LUMINARIAS</b>	
<b>NUMERO DE LUMINARIAS ACTUALES</b>	<b>NUMERO DE LUMINARIAS REQUERIDAS</b>
9	18

Fuente: Reatiqui J.

El número de luminarias y su distribución en el interior del laboratorio no es el indicado, además se debe tomar en cuenta que con el transcurso del tiempo se va disminuyendo la capacidad de alumbramiento por lo que se requiere de un mantenimiento adecuado que permitan mantener la eficiencia de las lámparas dando confort y prevenir enfermedades en las personas que utilizan el laboratorio.

**Gráfico N° 29:** Iluminarias del laboratorio

Fuente: Reatiqui J.

### 11.3.2. PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS

Para poder generar la cantidad suficiente de iluminación requerida por la norma que es de 500 luxes es necesario realizar una nueva distribución que permita llegar a cumplir con la iluminación, a continuación se indica la distribución adecuada y la cantidad necesaria de lámparas.

#### Resultado mediante los cálculos:

**Tabla N° 25:** Cantidad de luminarias

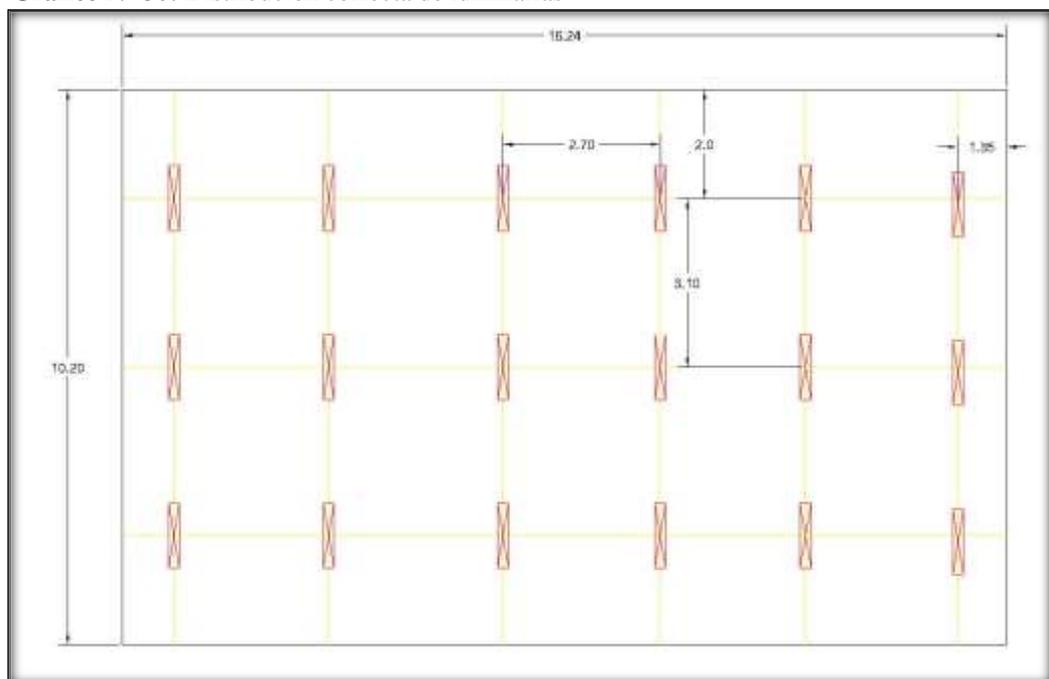
<b>CANTIDAD DE LUMINARIAS</b>		
<b>Número de luminarias</b>	<b>Resultados calculados</b>	<b>Aproximados</b>
Ancho	3,36	3
Largo	5,34	6

Fuente: Reatiqui J.

Para obtener la cantidad de luminarias que debe tener el laboratorio de lácteos se toma la relación de 3x6 que da una totalidad de 18 lámparas, estas deben ser distribuidas uniformemente en el área del laboratorio, tomando en cuenta que las luminarias próximas a la pared necesitan estar más cerca para iluminar correctamente, es decir normalmente a la mitad de la distancia que se coloca el resto.

### DISTRIBUCIÓN CORRECTA DE LUMINARIAS

**Gráfico N° 30:** Distribución correcta de luminarias



Fuente: Reatiqui J.

## 12. IMPACTOS

### Impacto técnico

En la actualidad el ahorro energético es un tema de gran impacto, por este motivo la investigación permite controlar y adecuar de la mejor manera posible el sistema de iluminación del laboratorio de lácteos evitando la escasa fluorescencia, mediante la aplicación de nuevas tecnologías de iluminación se mejora la calidad de vida de quienes acuden a las instalaciones de la universidad a realizar sus actividades.

### **Impacto social**

Mediante el plan de mantenimiento la universidad y los estudiantes se favorecen puesto que cuenta con un estudio práctico que permite mejorar el ambiente del laboratorio de lácteos evitando que las personas sufran de algún trastorno visual o un accidente por falta de iluminación, el proyecto además aporta a la universidad para que tomen las acciones correctivas presentadas y se sigan desarrollen proyectos que permiten utilizar los recurso energéticos de la mejor manera posible sin desperdicios y optando métodos que aporten con el cuidado del medio ambiente.

### **Impacto económico**

Al contar con un adecuado plan de mantenimiento y sustitución de lámparas mejora la distribución de los recursos de la universidad, puesto que al conservar los sistemas de iluminación funcionando correctamente y con lámparas que aportan en el ahorro de energía la inversión es menor y los recursos se puede invertir en otras actividades que aporten con el desarrollo de la universidad.

### **Impacto ambiental**

Al desarrollar planes que permitan manejar de manera eficiente y responsable los recursos se contribuye con el medio ambiente evitando que se desperdicie la energía eléctrica o que se genere polución luminosa o contaminación de luz, además de la contribución con el planeta cuando existe un adecuado sistema de iluminación se contribuye a la comodidad de quienes acuden al laboratorio de lácteos de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

## **13. PRESUPUESTO**

**Tabla N° 26:** Presupuestos del proyecto

<b>COSTOS DIRECTOS</b>	
<b>Detalle</b>	<b>Costo (Dólares)</b>
Útiles de oficina	<b>\$45</b>
Foto copias de libros	<b>\$30</b>
Internet	<b>\$80</b>
Impresiones	<b>\$50</b>
Alquiler de computador	<b>\$200</b>
Alquiler de cámara	<b>\$20</b>
<b>Total</b>	<b>\$425</b>

<b>COSTOS INDIRECTOS</b>	
<b>Detalle</b>	<b>Costo (Dólares)</b>
Transporte	<b>\$40</b>
Alimentación	<b>\$70</b>
Total	<b>\$110</b>

<b>PRESUPUESTO GENERAL</b>	
<b>Detalle</b>	<b>Costo (Dólares)</b>
Costos Directos	<b>\$425</b>
Costos Indirectos	<b>\$110</b>
Imprevistos 10%	<b>\$42,50</b>
Costo total del Proyecto	<b>\$577.50</b>

Elaborado por: Reatiqui J.

## **14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **14.1. CONCLUSIONES**

- Mediante el estudio de iluminación en el laboratorio de lácteos de la Universidad Técnica de Cotopaxi se pudo determinar las condiciones a las que están expuestos los estudiantes de la carrera de Agroindustria.
- Con el resultado de las mediciones se comprueba que los sistemas de iluminación no brindan la intensidad luminosa que estipula el decreto ejecutivo 2393 para laboratorios de lácteos.
- Las luminarias y lámparas instaladas actualmente requieren de un mantenimiento que permita iluminar de manera eficiente el área de trabajo evitando ocasionar molestia en los docentes y estudiantes.

## 14.2. RECOMENDACIONES

- Es recomendable realizar periódicamente las mediciones del sistema de iluminación para determinar si existe variación y tomar las acciones correspondientes de manera inmediata evitando causar daños visuales a los estudiantes y docentes.
- Realizar el mantenimiento y remplazo de lámparas de manera adecuada que permita proporcionar mejores condiciones de iluminación y un buen ambiente de trabajo para que los estudiantes desarrollen sus prácticas.
- Es necesario readecuar la distribución de luminarias, porque las actuales no brindan la iluminación necesaria y de este modo prevenir riesgos físicos en los estudiantes y docentes, a su vez brindar la comodidad suficiente de las personas que ocupan el laboratorio de lácteos.

## 15. BIBLIOGRAFÍA

- Alves Dantas, J., & de Medeiros, O. R. (Enero - Abril de 2015). Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=257138427005>
- Amadeu García, A. (2005). Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=323227815013>
- Arcenegui, R., & Molina, H. S. (2007). Recuperado de <http://www.redalyc.org:9081/articulo.oa?id=359733629002>
- Barrera García, A. (2006). Sistemas-iluminación, México, edición primera.
- Carmona Gonzales, M., & Barrios Hernández, Y. (2007). Recuperado de <http://www.redalyc.org:9081/articulo.oa?id=425541595009>
- Carreón, J. C. (2009). Manual de instalaciones de alumbrado y fotometría. México D.F.: Limusa.
- Da Cunha, P. R. (2006). Recuperado de <http://www.redalyc.org:9081/articulo.oa?id=337228658007>
- Folguera, E. (2013). La iluminación artificial es arquitectura. Barcelona: Digital politécnica.
- Gac, A. (2016). Técnico electricista 12 - Luminotecnia. Argentina: RedUSERS.

- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, I. (2015). Contenidos/Documentación/Iluminación. Recuperado de [www.insht.es](http://www.insht.es): <http://www.insht.es/InshtWeb/>
- Munguía, S. S. (2014). *Lexicón etimológico y semántico del latín las voces actuales que procede de raíces latinas* (Primera ed.). Bilbao: Universidad Deusto Digital.
- Muñiz, R. (2003). *Prevención de riesgos laborales*. España: Paraninfo.
- Ney, J. (2000). *Lecciones de electricidad*. España: Marcombo.
- Oliva, R. L. (2010). *Montaje de escaparates* (Segunda ed.). Málaga: Vértice.
- Ontaneda, C. S. (2013). Repositorio espe. Recuperado de [http://repositorio .espe.edu.ec/handle/21000/7611](http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/7611)
- Pilar, P. M. (2013). Recuperado de repositorio.espe: <http://repositorio.espe.edu.ec:8080/bitstream/21000/8539/1/AC-EAST-ESPE-047894.pdf>
- Rodríguez, R. C. (2011). Recuperado de <http://e-archivo.uc3m.es/>: [http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/13030/PFC\\_Ruben\\_Colomer\\_Rodriguez.pdf](http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/13030/PFC_Ruben_Colomer_Rodriguez.pdf)
- Sánchez, E. (2006). *Prevención de riesgos laborales para aparejadores, arquitectos e ingenieros*. Madrid: Tébar.
- Trabajo, O. I. (2010). *Listado de enfermedades profesionales revisadas en el 2010* (Primera ed.). Ginebra: OIT.
- Vásquez, J. (2005). *Sistemas de iluminación proyectos de alumbrado*". s.f.: cuarta edición.
- Vega García, M. L. (2006). Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181418190001>
- Vega-de la Cruz, L. O., & Nieves-Julbe, A. F. (2016). Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181543577007>
- Villardefrancos Álvarez, M. d., & Rivera, Z. (2006). *La auditoría como proceso de control: concepto y tipología*. *Ciencias de la Información*, 54.
- Viloria, N. (2004). redalyc. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo .oa?id=25700909>

# ANEXOS

## UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

### CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ENCUESTA APLICADA A LOS ESTUDIANTES QUE UTILIZAN EL LABORATORIO DE PRODUCTOS LÁCTEOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.

**Indicaciones:** Su opinión es útil para determinar si el nivel de iluminación en el laboratorio es suficiente al realizar las actividades de manera normal, y prevenir los riesgos físicos.

**Instructivo:** Marque la respuesta que crea conveniente, la presente encuesta se realiza de manera anónima.

1.- ¿Existe lámparas averiadas?

Si ( )

No ( )

2.- ¿El nivel de iluminación en el laboratorio es suficiente para la actividad que realiza?

Si ( )

No ( )

A veces ( )

3.- ¿En las zonas de trabajo se produce reflejos que afecten la superficie y el entorno visual?

Si ( )

No ( )

4.- ¿Al realizar las actividades tiene que forzar la vista para poder trabajar con normalidad?

Si ( )

No ( )

A veces ( )

5.- ¿Durante la estadía en el laboratorio ha tenido síntoma cómo?

Fatiga visual ( )

Visión borrosa ( )

Picazón de los ojos ( )

Vista cansada ( )

Ninguna ( )

Ingeniería  
Industrial

**GRACIAS POR SU COLABORACIÓN**

 <b>Ingeniería Industrial</b>	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>	<b>CÓDIGO      MMP-LLL-                          001</b>
<b>FECHA: JULIO                          2017</b>	<b>N° Revisión 001</b>	<b>N° de Páginas 1 de 4</b>
<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>		
<b>LIMPIEZA DE LUMINARIAS Y LÁMPARAS</b>		

## INTRODUCCIÓN

El presente plan consta de la información que se requiere para realizar un correcto mantenimiento de limpieza de luminarias y lámparas con la finalidad de evitar el deterioro y mantener el sistema de iluminación en condiciones eficientes, además permite que la capacidad de iluminación se mantenga evitando enfermedades visuales y accidentes en las personas que acuden al laboratorio de lácteos.

El proposito del manual es dar a conocer el tipo de mantenimiento que se requiere en el laboratorio de lácteos de manera preventiva, además se especifica el como se debe realizar, los procedimientos y las seguridades que se debe tomar para realizar el trabajo.

### **Objetivos.**

Establecer actividades para la correcta manera de limpieza de lámparas y luminaras garantizando el correcto funcionamiento del sistema de iluminación en el laboratorio de lácteos de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

### **Responsables**

La persona encargada del mantenimiento es el responsable de planificar y organizar las atividades de limpieza de luminarias y lámparas, además es necesario que aplique el procedimiento de este manual y coordine los recursos necesarios con las autoridades para poder ejecutar el mantenimiento.

 <p>Ingeniería Industrial</p>	<p><b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b></p>	<p>CÓDIGO      MMP-LLL-001</p>
<p>FECHA: JULIO 2017</p>	<p>N° Revisión 001</p>	<p>N° de Páginas 2 de 4</p>
<p><b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b></p>		
<p><b>LIMPIEZA DE LUMINARIAS Y LÁMPARAS</b></p>		

### **Alcance.**

Laboratorio de lácteos de la Universidad Técnica de Cotopaxi

### **Beneficiarios.**

Los beneficiarios del desarrollo del plan de mantenimiento se encuentra:

- La Universidad
- Los Estudiantes
- Los Docentes

### **Beneficios del plan**

Al aplicar un adecuado mantenimiento preventivo se obtiene varios beneficios como:

- Prevención de fallas en el sistema de iluminación
- Aumento de la vida útil de luminarias y lámparas
- Iluminación eficientes
- Planificación adecuada de los recursos humanos

### **Herramientas**

- Destornillador plano
- Destornillador estrella

 <p>Ingeniería Industrial</p>	<p><b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b></p>	<p>CÓDIGO MMP-LLL-001</p>
<p>FECHA: JULIO 2017</p>	<p>N° Revisión 001</p>	<p>N° de Páginas 3 de 4</p>
<p><b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b></p>		
<p><b>LIMPIEZA DE LUMINARIAS Y LÁMPARAS</b></p>		

- Alicates universal
- Alicates de punta
- Pelacables
- Juego de llaves allen
- Multímetro
- Aislantes
- Llave de tubo con aislante

#### **Accesorios**

- Escalera
- Elevador hidráulico o Andamio, (en buen estado)
- Aspiradora
- Brochas
- Paños
- Solventes especiales para remover suciedad

#### **Equipos de protección personal**

Para realizar el mantenimiento de las luminarias es necesario la utilización de equipos de protección personal básicos como:

- Mandil
- Guantes
- Gafas

 <p>Ingeniería Industrial</p>	<p><b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b></p>	<p>CÓDIGO      MMP-LLL-                     001</p>
<p>FECHA: JULIO                     2017</p>	<p>N° Revisión 001</p>	<p>N° de Páginas 4 de 4</p>
<p><b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b></p>		
<p><b>LIMPIEZA DE LUMINARIAS Y LÁMPARAS</b></p>		

- Mascarilla

### **Ejecución del mantenimiento**

- Colocarse la ropa de trabajo y los equipos de protección personal
- Encender el sistema de iluminación
- Identificación de lámparas defectuosos o con parpadeos
- Apagar el sistema de iluminación
- Desconectar la energía eléctrica del laboratorio de lácteos
- Provar si las lámparas ya no encienden
- Colocar etiquetas de seguridad en la caja eléctrica que impida su activación.
- Si las lámparas estaban prendidas por un largo periodo de tiempo esperar a que se enfrien.
- Quitar la tapa de las luminarias para extraer los fluorescentes
- Extraer el fluorescente girando hasta que salga
- Limpiar el fluorescente con los solvetes especiales para limpieza
- Dejar secar y limpiar con un paño limpio
- Limpiar las luminarias de manera interna y externa con un paño y solventes especiales
- Limpiar el protector de la luminaria
- Una vez seca sus partes se proceda ensamblar
- Colocar los fluorescentes, de ser el caso si se identifico una lámpara dañada remplazar
- Girar hasta que el pin se conecte correctamente
- Colocar el protector de las luminarias
- Verificar visualmente el correcto ensamblaje
- Conectar la energía eléctrica

- Encender las luminarias
- Verificar su funcionamiento (en buen estado)
- Apagar las luminarias
- Retirar la etiqueta de seguridad

### **Recomendaciones**

Para realizar el mantenimiento de las luminarias es necesario siempre trabajar con mucha precaución puesto que se trabaja con energía eléctrica y con materiales muy sensibles que se pueden dañar, siempre se debe trabajar desconectando la energía eléctrica y con herramientas que tengan sus respectivos aislantes, además se debe colocar las piezas desarmadas de las luminarias de manera ordenada que no se pierdan o alguien pueda romper.

Cuando se realice la limpieza con los solventes especiales se debe dejar secar de manera completa y nunca armar cuando se encuentran mojados u húmedos por que puede ocasionar un corto circuito.

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>	<b>CÓDIGO</b> FM-LLL-001
	N° Revisión 001	N° de Páginas 1 de 1
<b>FICHA DE MANTENIMIENTO</b>		
<b>LIMPIEZA DE LUMINARIAS Y LAMPARAS</b>		
<b>Área:</b>		
<b>Fecha:</b>		
<b>Hora:</b>		
<b>Número de luminaria (mantenimiento):</b>		
<b>ESPECIFICACIONES DE LAMPARAS</b>		
<b>Marca:</b>		
<b>Descripción Comercial</b>		
<b>Forma:</b>		
<b>Potencia:</b>		
<b>FOTOS O CROQUIS</b>		
Observaciones: _____		
_____		
_____		
<b>Número de lámparas remplazadas</b>		
<b>Número de lámparas sin mantenimiento</b>		
<b>Número de lámparas quemadas</b>		
<b>RESPONSABLE DEL MANTENIMIENTO</b>		
Nombre:	<b>FIRMA</b>	

 <b>Ingeniería Industrial</b>	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>	<b>CÓDIGO</b> <b>MP-SL-001</b>
<b>FECHA: JULIO</b> 2017	N° Revisión 001	N° de Páginas 1 de 6
<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTO</b>		
<b>SUSTITUCIÓN DE LÁMPARAS</b>		

## INTRODUCCIÓN

En el presente manual se detalla la manera correcta del cómo realizar la sustitución de lámparas quemadas o que se encuentran parpadeando, permitiendo garantizar los niveles de iluminación indicados para laboratorios, la disminución del flujo luminoso se debe a la cantidad de lámparas fundidas o a la pérdida de iluminación por que la lámpara ya cumplió su vida útil.

Para evitar pérdidas de flujo luminoso en las áreas de trabajo es recomendable realizar periódicamente una sustitución de todas las lámparas y la respectiva limpieza de las luminarias, para mantener el sistema de iluminación eficiente se debe realizar ambos procedimientos puesto que las dos actividades son un papel muy importante a la hora de mantener un sistema óptimo y evitar gastos innecesarios.

Al realizar el cambio de lámparas es necesario contar con lámparas de la misma característica en todas las luminarias, es decir que tengan la misma potencia, calidad de luz, y otras especificaciones técnicas, un sistema realizado correctamente el mantenimiento evita fatiga visual en las personas que realizan las actividades al interior del laboratorio de lácteos, además evita accidentes y pérdida de rendimiento.



 <b>Ingeniería Industrial</b>	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>	<b>CÓDIGO</b> <b>MP-SL-001</b>
<b>FECHA: JULIO</b> 2017	N° Revisión 001	N° de Páginas 3 de 6
<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTO</b>		
<b>SUSTITUCIÓN DE LÁMPARAS</b>		

- Mantener los niveles de iluminación adecuados en el área
- Evitar molestias visuales en los estudiantes y docentes
- Iluminación eficiente
- Planificación adecuada de los recursos humanos

### **Herramientas**

- Destornillador plano
- Destornillador estrella
- Alicata universal
- Alicata de punta
- Pela cables
- Juego de llaves allen
- Multímetro
- Aislantes

### **Accesorios**

- Elevador hidráulico o Andamio, (en buen estado)

### **Equipos de protección personas**

Para realizar el mantenimiento de las luminarias es necesario la utilización de equipos de protección personal básicos como:

 <b>Ingeniería Industrial</b>	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>	<b>CÓDIGO</b> <b>MP-SL-</b> <b>001</b>
<b>FECHA: JULIO</b> <b>2017</b>	<b>N° Revisión 001</b>	<b>N° de Páginas 4 de 6</b>
<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTO</b>		
<b>SUSTITUCIÓN DE LÁMPARAS</b>		

- Mandil
- Guantes
- Gafas
- Mascarillas

### **Ejecución de la sustitución de lámparas**

- Colocarse la ropa de trabajo y los equipos de protección personal
- Encender el sistema de iluminación
- Identificación de lámparas defectuosos o con parpadeos
- Apagar el sistema de iluminación
- Desconectar la energía eléctrica del laboratorio de lacteos
- Provar si las lámparas ya no encienden
- Colocar etiquetas de seguridad en la caja eléctrica que impida su activación.
- Si las lámparas estaban prendidas por un largo periodo de tiempo esperar a que se enfrien.
- Quitar la tapa de las luminarias para extraer los fluorescentes
- Extraer el fluorescente girando hasta que salga el pin guía
- Limpiar los contantos de las luminarias
- Limpiar la luminaria con solventes especiales

 <b>Ingeniería Industrial</b>	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>	<b>CÓDIGO</b> <b>MP-SL-</b> 001
<b>FECHA:</b> JULIO 2017	N° Revisión 001	N° de Páginas 5 de 6
<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTO</b>		
<b>SUSTITUCIÓN DE LÁMPARAS</b>		

- Colocar el fluorescente haciendo coincidir los pines y girar hasta que se acople correctamente
- Colocar la tapa de las luminarias
- Verificar visualmente el correcto ensamblaje
- Conectar la energía eléctrica
- Encender las luminarias
- Verificar su funcionamiento (en buen estado)
- Apagar las luminarias
- Retirar la etiqueta de seguridad

### **Recomendaciones**

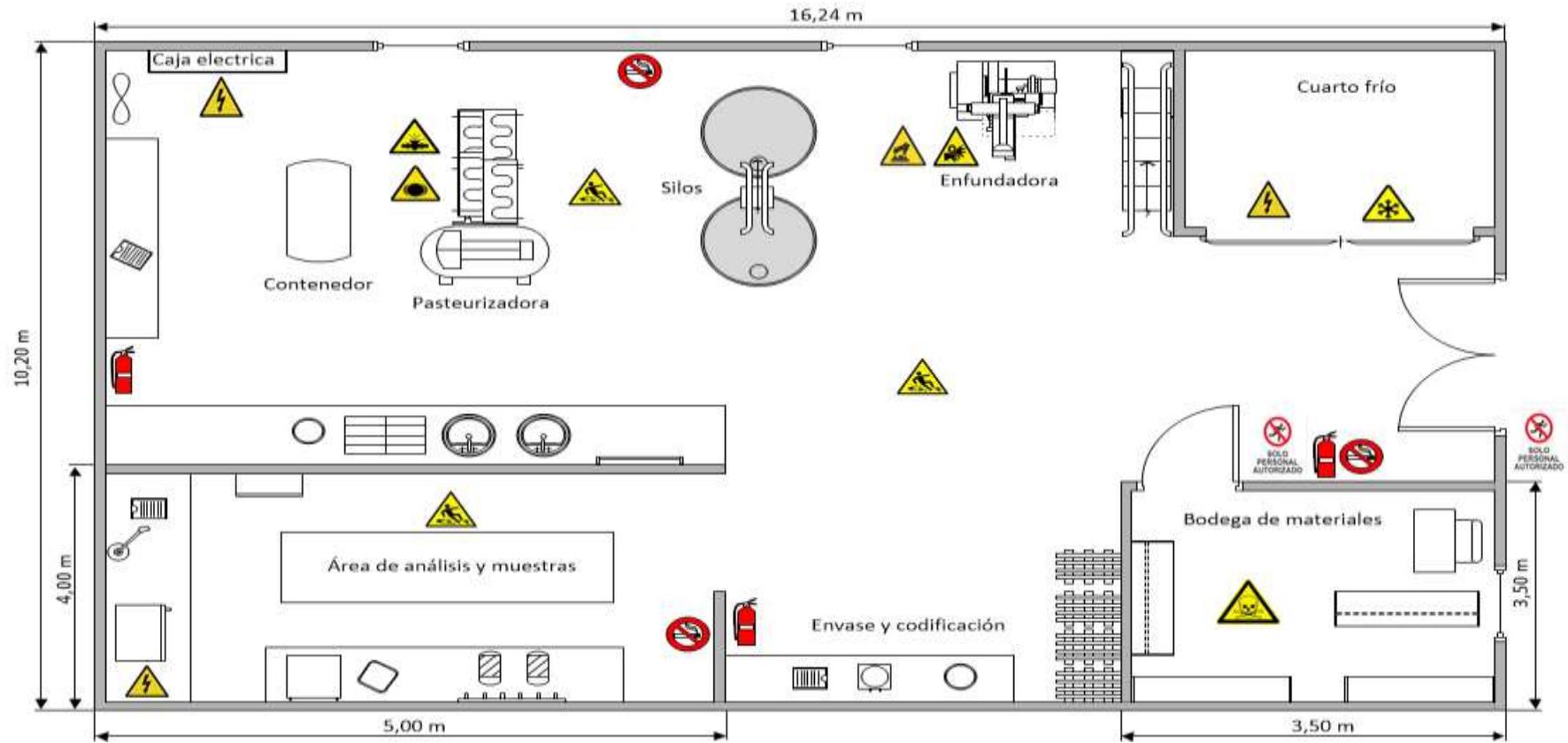
Cuando se realice la sustitución de lámparas es necesario cambiar todas las que se encuentren deficientes o con parpadeos, de ya existir un control se verifica el tiempo de utilidad de la lámpara y así este funcionando debe ser sustituida por una nueva para garantizar la calidad del flujo luminoso.

Siempre se debe reemplazar con lámparas de las mismas especificaciones como la potencia, el color, la luminosidad, y otras especificaciones.



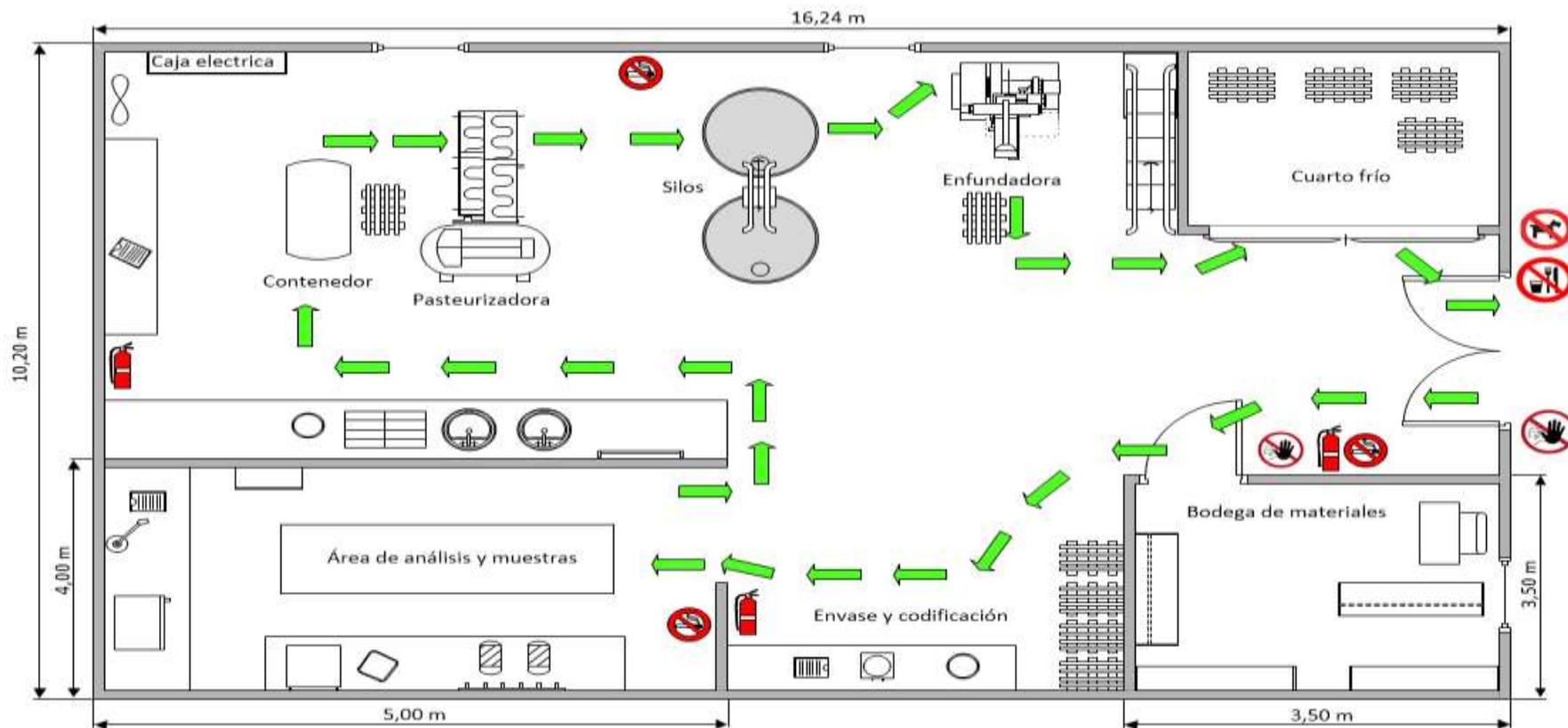
 <b>Ingeniería Industrial</b>	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>	<b>CÓDIGO FSL-L-001</b>
	N° Revisión 001	N° de Páginas 1 de 1
<b>FICHA DE SUSTITUCIÓN DE LAMPARAS</b>		
<b>LAMPARAS</b>		
<b>Área:</b>		
<b>Fecha:</b>		
<b>Hora:</b>		
<b>Número de luminaria:</b>		
<b>ESPECIFICACIONES DE LAMPARAS</b>		
<b>Marca:</b>		
<b>Descripción Comercial</b>		
<b>Forma:</b>		
<b>Potencia:</b>		
<b>FOTOS O CROQUIS</b>		
Observaciones: _____ _____ _____		
<b>Número de lamparas remplazadas</b>		
<b>Número de lamparas sin replazer</b>		
<b>Número de lamparas quemadas</b>		
<b>RESPONSABLE DEL MANTENIMIENTO</b>		
Nombre:	<b>FIRMA</b>	

## MAPA DE RIESGOS



LEYENDA							
	Riesgo de Atrapamiento		Piso mojado		Bajas temperaturas		Alta presión
	Riesgo Eléctrico		Superficie caliente		Riesgo químico		Vibración

## MAPA DE PROCESOS



LEYENDA					
	Extintor		Prohibido animales		Solo personal autorizado
	No fumar		Prohibido alimentos		Dirección

## Lámparas en el laboratorio de lácteos

Gráfico N° 31: Lámparas en el laboratorio



Fuente: Reatiqui J.

Gráfico N° 32: Lámparas en el laboratorio



Fuente: Reatiqui J.

## Instrumento de medición

Gráfico N° 33: Instrumento de medición



Fuente: Reatiqui J.

## Medición de iluminación del laboratorio de lácteos

Gráfico N° 34: Medición de iluminación



Fuente: Reatiqui J.

## **Líneas de investigación de la Universidad Técnica de Cotopaxi**

### **Gestión de la Calidad y Seguridad Laboral**

El estudio del sistema de iluminación en el laboratorio de lácteos permitirá evitar las enfermedades visuales causadas por la iluminación en exceso o la iluminación insuficiente, se diseñara un sistema de iluminación eficiente con la finalidad que los estudiantes tengan un correcto lugar de trabajo, logrando una mejora en la calidad de los productos.

El estudio que se realizará en el laboratorio de Lácteos proporcionará el incremento de un sistema de iluminación el cual en su futuro se pondrá en práctica para que las personas que lo vayan a utilizar estén prevenidas de cualquier riesgo visual.

## CURRICULUM VITAE



### DATOS PERSONALES:

**Nombre:** Jefferson Paul  
**Apellidos:** Reatiqui Caillagua  
**Documento de Identidad C.I.:** 050253432-4  
**Estado Civil:** Soltero  
**Dirección:** Latacunga, Niagara Mirador  
**E-mail:** jefferp@hotmail.com.ec.  
**Teléfonos:** 0998270552

### PERFIL PROFESIONAL:

Demostrar mi capacidad profesional a través del desempeño proactivo y dinámico al involucrarme con los objetivos que la organización se ha planteado dentro del mercado competitivo al que pertenece.

### ESTUDIOS:

- Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Colegio fiscal “Vicente León”.
- Escuela fiscal “ Simón Bolívar”

### TÍTULOS OBTENIDOS:

Bachiller en Físico Matemático

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jefferson Paul Reatiqui Caillagua', positioned above a horizontal dotted line.

Jefferson Paúl Reatiqui Caillagua  
C.I. 050253432-4