

PROPUESTA PARA LA INTERVENCIÓN DEL RIESGO FÍSICO ILUMINACIÓN
EN LAS ÁREAS INTERNAS DEL ANFITEATRO Y LAS OFICINAS
ADMINISTRATIVAS DE LA ESCUELA DE MEDICINA DE LA UIS

WILLIAMS MORENO ARCHILA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA

2016

PROPUESTA PARA LA INTERVENCIÓN DEL RIESGO FÍSICO ILUMINACIÓN
EN LAS ÁREAS INTERNAS DEL ANFITEATRO Y LAS OFICINAS
ADMINISTRATIVAS DE LA ESCUELA DE MEDICINA DE LA UIS

WILLIAMS MORENO ARCHILA

Trabajo de grado para optar el título de:
INGENIERO INDUSTRIAL

Director
CESAR EDMUNDO VERA GARCÍA
Ingeniero Industrial

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA

2016

DEDICATORIA

Al señor todopoderoso, quien ilumina mi vida,
y no me desampara ni en los más difíciles momentos.

A él toda la gloria.

A mi señora madre Aminta a quien amo infinitamente.

A la niña María Alejita quien es motor de mi vida y la de mi familia, a quien pido a
mi señor Dios todas las bendiciones para su vida.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a nuestro padre creador el señor Dios todopoderoso Rey de Reyes y Señor de Señores. El ilumina mi intelecto y hace posible lo imposible. Para él toda la gloria. En honor y obediencia a él todo el bienestar que debo ofrecer con mi profesión. “Señor no soy digno de que entres en mi casa, pero una palabra tuya bastará para sanarme...”

A mi señora madre Aminta Archila Herrera. Quien le sigue entregando a su familia todo su amor, esfuerzo y ejemplo de los mejores valores que un ser humano pueda heredar.

A mi familia que me ha enseñado tanto de la vida.

A mis mentores, orientadores y colaboradores en este proceso académico:

A mi director Ingeniero Cesar Edmundo Vera García por llamar mi atención sobre la necesidad de hacer algo por la ceguera de este país, por su orientación y corrección.

Al profesor Ingeniero que me brindó la orientación en el desarrollo de la formulación y evaluación de alternativas de solución.

Al director de la Escuela de Medicina el Dr. Fernando Rodríguez Sanabria y el director del laboratorio de Morfología el Dr. Luis Ernesto Ballesteros Acuña por abrirme las puertas, y transmitirme parte de su sabiduría en el campo de la medicina y la morfología.

A la Dra. Olga Patricia Chacón Arias, el Dr. Javier Eduardo Arias Osorio y la Ing. Lizeth Sánchez por la orientación en los procedimientos administrativos de mi trabajo de grado.

Al Comité de Proyectos de Grado de mi Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la UIS, por su garante labor de orientación y corrección, al trabajo académico.

Al señor Álvaro, y al señor Ricardo funcionarios del anfiteatro por su colaboración en las actividades de observación y medición de condiciones de iluminación. Al señor Jorge de la Facultad de Salud, Coordinador de tráfico y servicios de los auditorios y espacios académicos, por su colaboración y aportes al proceso de identificación de áreas internas.

A la señora Marlene secretaria de la Escuela de Medicina y la señora Dubis secretaria de la Escuela de Ingeniería Industrial por su diligente gestión para con mis solicitudes administrativas.

A la trabajadora social Marlene Parra por sus correcciones y observaciones en el desarrollo del plan y el libro.

A todos ellos gracias y que Dios todopoderoso les bendiga y les acompañe siempre.

CONTENIDO

	pág
INTRODUCCIÓN	17
1. JUSTIFICACIÓN	19
2. ALCANCE	21
3. OBJETIVOS	22
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	22
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
4. EL ANFITEATRO Y LAS OFICINAS ADMINISTRATIVAS DE LA ESCUELA DE MEDICINA DE LA UIS.....	23
4.1 EL ANFITEATRO	23
4.1.1 Procesos del Anfiteatro	25
4.1.2 Procedimientos anfiteatro (Laboratorio de Morfología)	27
4.2 LAS OFICINAS ADMINISTRATIVAS	29
5. MARCO DE REFERENCIA	30
5.1 MARCO DE ANTECEDENTES	30
5.2 MARCO TEÓRICO.....	31
5.2.1 El ojo y el mecanismo visual.	31
5.2.2 Teoría de la Iluminación.	34
5.2.3 Riesgos Laborales.....	44
5.2.4 Formulación y Evaluación de Proyectos.....	52
5.3 MARCO LEGAL	59
6. DESARROLLO METODOLÓGICO	61
6.1 ETAPA 1: DIAGNÓSTICO.....	61
6.2 ETAPA 2: EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	66
6.3 ETAPA 3: ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	67
7. DIAGNÓSTICO	68
7.1 SITUACIÓN DEL RIESGO FÍSICO ILUMINACIÓN EN LA UIS	68
7.1.1 Número de Reportes y Grado de Repercusión	68

7.2	SITUACIÓN DEL RIESGO FÍSICO ILUMINACIÓN EN LA FACULTAD DE SALUD DE LA UIS.....	70
7.2.1	Número de Reportes y Grado de Repercusión en el edificio de la Facultad de Salud.....	70
7.2.2	Fuente del Riesgo Físico Iluminación: Condición que está generando el factor de riesgo	72
7.2.3	Posible efecto que el factor de riesgo puede generar.	73
7.2.4	Métodos de Control Recomendados	74
7.2.5	Métodos de control instalados.....	75
7.2.6	Reporte del riesgo físico iluminación en la Escuela de Medicina.	76
7.2.7	La repercusión de las malas condiciones de iluminación en instituciones de enseñanza.	77
7.3	CRITERIOS DE APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE ILUMINACIÓN	80
7.3.1	Variedad en el tipo de actividades desarrolladas	80
7.3.2	Áreas internas con sistemas de iluminación híbridos.....	80
7.4	ÁREAS SELECCIONADAS PARA LA INTERVENCIÓN DEL RIESGO FÍSICO ILUMINACIÓN.....	81
7.5	DIAGNÓSTICO DE CONDICIONES DE ILUMINACIÓN DE ÁREAS INTERNAS.....	81
7.5.1	Sala General de Práctica Estudiantes del Anfiteatro.....	83
7.5.2	Nave 1 Sala de Preparación de Cadáveres del Anfiteatro	89
7.5.3	Nave 2 Sala de Preparación de Cadáveres del Anfiteatro	91
7.5.4	Salón de Clases del Anfiteatro.	93
7.5.5	Oficina del Coordinador del Anfiteatro.....	96
7.5.6	Oficina de la secretaria de la Escuela de Medicina de la UIS	98
7.5.7	Oficina del Director de la Escuela de Medicina de la UIS	99
7.6	CONCLUSIONES GENERALES DEL DIAGNÓSTICO	101
8.	EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....	105
8.1	ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PROPUESTAS	107
8.1.1	Salón general Anfiteatro y Sala de Preparación de Cadáveres.....	107
8.1.2	Nave 1 y 2 de la Sala de Preparación de Cadáveres.....	114

8.1.3	Salón de Clases Anfiteatro	116
8.1.4	Oficina Coordinador del Anfiteatro	119
8.1.5	Oficina Administrativa - Secretaria de Escuela.....	122
8.2	ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO DE LAS PROPUESTAS	124
9.	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	125
10.	CONCLUSIONES.....	128
11.	RECOMENDACIONES	133
	BIBLIOGRAFÍA	134

LISTADO DE TABLAS

pág

Tabla 1. Procesos Anfiteatro – Enseñanza Práctica Anatomía Macroscópica.....	25
Tabla 2. Procesos Anfiteatro – Investigación Académica	26
Tabla 3. Índice de Rendimiento Cromático (IRC).....	43
Tabla 4. Rango de niveles de iluminación exigibles - RETILAP.....	60
Tabla 5. Presencia del Riesgo Físico - Áreas internas edificios UIS.....	69
Tabla 6. Reportes del riesgo físico en la Facultad de Salud de la UIS	71
Tabla 7. Grado de Repercusión áreas dentro de la Facultad de Salud UIS	71
Tabla 8. Condición que está generando el factor de riesgo	72
Tabla 9. Posibles efectos factor del riesgo físico - Facultad de Salud UIS	73
Tabla 10. Controles recomendados riesgo físico - Facultad de Salud UIS	74
Tabla 11. Controles instalados Riesgo Físico - Facultad de Salud - UIS.....	75
Tabla 12. Reportes del riesgo - Escuela de Medicina de la UIS	76
Tabla 13. Grado de Repercusión en la Escuela de Medicina de la UIS.....	77
Tabla 14. Áreas de estudio - Dimensiones generales.....	82
Tabla 15. Iluminancia general e individual Sala General Anfiteatro	85
Tabla 16. Iluminancia general e individual. Sala Preparación Cadáveres Nave 1 .	90
Tabla 17. Iluminancia general e individual – Preparación Cadáveres Nave 2	93
Tabla 18. Iluminancia general – Salón de clases.....	96
Tabla 19. Iluminancia general e individual – Oficina del Coordinador.....	97
Tabla 20. Iluminancia general e individual – Oficina Secretaria E.M.	99
Tabla 21. Iluminancia general e individual – Oficina Director de Escuela.....	100
Tabla 22. Resumen Niveles de Iluminación General	102
Tabla 23. Resumen Niveles de Iluminación Localizada.....	103
Tabla 24. Factor de Uniformidad Áreas Internas	104
Tabla 25. Análisis Técnico y Económico de Alternativas	124
Tabla 26. Análisis de factibilidad de las alternativas propuestas	127

LISTADO DE ILUSTRACIONES

pág

Ilustración 1. Panorámica Anfiteatro (2 Vistas)	23
Ilustración 2. Curva de sensibilidad del ojo medio	33
Ilustración 3. Intensidad Luminosa.....	36
Ilustración 4. Luminancia o Brillo Fotométrico.....	36
Ilustración 5. Alumbrado General.....	39
Ilustración 6. Alumbrado Localizado	40
Ilustración 7. Alumbrado Individual	40
Ilustración 8. Alumbrado Combinado	41
Ilustración 9. Alumbrado Suplementario	41
Ilustración 10. Temperatura del Color.....	43
Ilustración 11. El Ciclo del Proyecto.....	53
Ilustración 12 Horizonte de los Proyectos – Flujos de Fondos.....	55
Ilustración 13 Valor presente Neto	57
Ilustración 14. Medición de iluminancia - Local con una sola luminaria	63
Ilustración 15. Medición de iluminancia. Dos o más filas de luminarias	64
Ilustración 16. Lámpara instalada. Salón general y Preparación Cadáveres	87
Ilustración 17. Luminaria Panel LED (60X60)cm 45W 6500K 3200 lm	108
Ilustración 18. Panel LED 45W (30x120)cm 6500K 3200lm	109
Ilustración 19. Propuesta LED 60X60 45W salón general anfiteatro	109
Ilustración 20. Lámpara quirúrgica móvil.....	111
Ilustración 21. Luminaria tipo high bay 8100 lm. Distribución de iluminancia.....	112
Ilustración 22. Iluminación LED Nave 1 y 2 Sala Preparación Cadáveres	115
Ilustración 23. Panel LED 17W. 30X60 1400 lm, 4000K.....	115
Ilustración 24. Luminaria LED 60x60 36W 5700K 2800 lm.....	117
Ilustración 25 Pintura blanco puro Viniltex REF 1520	119
Ilustración 26. Panel LED 60X60 45W 5700K 3200 lm.....	121

LISTADO DE FOTOGRAFÍAS

pág

Fotografía 1. Sala General Anfiteatro	84
Fotografía 2. Mesones de disección. Salón general Anfiteatro	86
Fotografía 3. Lámpara instalada. Salón General y Preparación Cadáveres	88
Fotografía 4. Sala Preparación Cadáveres Nave 1	89
Fotografía 5. Sala de Preparación Cadáveres Nave 2.....	91
Fotografía 6. Apantallamiento Salón de Clase Anfiteatro	94
Fotografía 7. Salón de clase Anfiteatro. Deslumbramiento	95
Fotografía 8. Oficina del Coordinador. Anfiteatro.....	96
Fotografía 9. Oficina Secretaría Escuela de Medicina. Deslumbramiento	98
Fotografía 10. Oficina Director. Deslumbramiento	100
Fotografía 11. Alternativa apantallamiento Escuela de Medicina UIS.....	122

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Panorama de Factores de Riesgo Laboral - UIS

Anexo B. Certificado de Calibración Luxómetro

Anexo C. Procedimientos RETILAP. Capítulo 4. Sección 490.1. Calculo Eprom

Anexo D. Formatos recolección datos - RETILAP. Capítulo 4. Sección 490.1.

Anexo E. Planos Arquitectónicos y Niveles Iluminación – Áreas internas Escuela de Medicina UIS

Anexo F. Evaluación Técnica y Económica de Alternativas

NOTA: LOS ANEXOS DE ESTE PROYECTO PUEDEN SER CONSULTADOS EN LA BIBLIOTECA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER – SALA BASE DE DATOS

RESUMEN

TÍTULO:

PROPUESTA PARA LA INTERVENCIÓN DEL RIESGO FÍSICO ILUMINACIÓN EN LAS ÁREAS INTERNAS DEL ANFITEATRO Y LAS OFICINAS ADMINISTRATIVAS DE LA ESCUELA DE MEDICINA DE LA UIS*.

AUTOR:

Williams Moreno Archila**.

PALABRAS CLAVES: Riesgo físico iluminación, iluminancia, brillo fotométrico, lumen, flujo luminoso, luminarias, intervención de riesgos laborales.

DESCRIPCIÓN

La siguiente propuesta de intervención es un proceso de 3 etapas que inicia con el diagnóstico de la situación actual del riesgo físico iluminación y de las condiciones de iluminación de 7 áreas representativas de la Universidad Industrial de Santander. La segunda etapa es la evaluación de alternativas de solución y la última etapa es el análisis de factibilidad de las alternativas evaluadas.

Para la etapa de diagnóstico se utiliza la información del Panorama de Riesgos Laborales de la Universidad, analizando las variables número de reportes por edificios, grados de repercusión, condiciones generadoras, efectos posibles, métodos de control recomendados e instalados. Luego se escogen las áreas más representativas para el proceso de intervención. Sobre ellas se realiza un estudio de las condiciones de iluminación de sus áreas internas evaluando variables de sistemas de iluminación híbridos (luz natural y luz artificial) como la iluminancia general, la iluminancia localizada, la uniformidad, la luminancia o brillo fotométrico, el deslumbramiento, etc.

Con la demanda de necesidades de la etapa anterior se procede a evaluar alternativas de solución para la mitigación de este riesgo físico. Se utiliza una herramienta de simulación de escenarios con sistemas híbridos de iluminación para proponer diseños ajustados a las disposiciones legales de la Resolución 180540 de Marzo del 2012 - Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP. Se evalúan sus costos y beneficios. Otras alternativas también fueron propuestas para promover hábitos de salud visual en los trabajadores expuestos.

Para la construcción de la propuesta de intervención se escogen las alternativas de solución factibles según las necesidades técnicas y financieras de los inversionistas del proyecto.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.
Director: César Edmundo Vera García.

ABSTRACT

TITLE:

PROPOSAL FOR THE INTERVENTION OF THE PHYSICAL HAZARD LIGHTING, IN THE INTERNAL AREAS OF THE DISSECTION HALL AND THE ADMINISTRATIVE OFFICES OF THE MEDICINE SCHOOL AT UIS* .

AUTHOR:

Williams Moreno Archila**

Key words: Physical hazard lighting, illuminance, photometric brightness, lumen, luminous flux, lights, intervention of occupational hazards.

DESCRIPTION:

The following proposal of intervention is a process of three stages that starts with the diagnosis of the current situation of Physical hazard lighting and the lighting conditions of 7 representative areas at UIS.

The second stage is the evaluation of alternative solutions and finally the feasibility analysis of the evaluated alternative solutions.

For the diagnose stage, the information from the outlook of occupational hazards at UIS is used to analyze the variables number of reports per buildings, effect degrees, generating conditions, possible effects , installed and suggested control methods.

Then, the most representative areas for the intervention process are chosen to make a study of the lighting conditions of the internal areas by evaluating variables of the hybrid lighting systems (natural light and artificial light) such as: general illuminance, located illuminance, the homogeneity, the luminance or photometric brightness, the glare, etc.

According to the needs demand seen from the previous stage, it is pertinent to test the solving alternatives to diminish this physical hazard. It is used a tool of simulation of hybrid lighting systems to propose designs adjusted to the legal provisions from the Resolution 180540 from March , 2012-Technical regulation of Lighting and Public Lighting RETILAP. The costs and benefits are evaluated. Other alternatives were also proposed to sponsor healthy visual habits in the exposed workers.

For the construction of the proposal of the intervention, the feasible alternatives are chosen according to the technical and financial needs of the project investors.

* Degree Work

** Faculty of Physico-Mechanical Engineering. School of Industrial Studies and Business. Director: César Edmundo Vera García.

INTRODUCCIÓN

La siguiente propuesta pone a disposición del lector una de las varias formas existentes de intervenir con efectividad (eficiencia + eficacia) el riesgo físico iluminación en algunas áreas internas de una institución de educación superior. El proceso se lleva a cabo en el anfiteatro y las oficinas administrativas de la Escuela de Medicina de la Universidad Industrial de Santander (UIS).

Su desarrollo consta de 3 etapas que en su orden son:

ETAPA 1: DIAGNÓSTICO

ETAPA 2: EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

ETAPA 3: ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

En la primera etapa de diagnóstico, se realiza un análisis de la situación actual de este riesgo físico en la Universidad. Se analizan variables como la repercusión, las medidas de control propuestas e instaladas, y los efectos posibles o consecuencias para una mejor contextualización de la realidad.

Con base en las conclusiones de este análisis y la aplicación de otros criterios de selección, se determinan 7 áreas internas en la Escuela de Medicina del edificio de la Facultad de Salud.

Posteriormente se realiza un taller de condiciones internas de iluminación para medir el nivel de cumplimiento legal de la iluminación en algunas de sus variables más representativas.

Con los diferentes resultados de la primera etapa se construye la demanda de necesidades de intervención del riesgo físico iluminación en las áreas seleccionadas.

La siguiente etapa es de desarrollo y evaluación de alternativas de solución a las necesidades de intervención encontradas con anterioridad. Se utilizan algunos de los conceptos y técnicas de la teoría de la iluminación de espacios internos y de la ingeniería industrial aplicado a la formulación y evaluación de proyectos de inversión.

Finalmente y en conjunto con los interesados en el proyecto se analizan las alternativas de solución evaluadas, en búsqueda de las que mejor se adecuan a las necesidades técnicas, económicas y financieras de todos los interesados en el proyecto.

1. JUSTIFICACIÓN

Una problemática nacional que debe ser atendida con celeridad

La limitación visual genera discapacidad en la medida que no se accede a los objetivos que sin la condición limitadora normalmente se pueden conseguir. En Colombia las estadísticas sociales reportan que la población con esta condición se encuentra en situación de discapacidad.

Las personas con limitación visual representan el 2,49% de la población colombiana es decir, aproximadamente 1.170.000 personas. El 43,2% de las discapacidades en Colombia son limitaciones visuales. El 80% de estas personas vive en condiciones de pobreza y presenta serias dificultades para acceder a bienes y servicios, dificultades que están mediadas por las condiciones de su entorno o incluso por su localización geográfica, haciendo más crítica la accesibilidad en el área rural¹.

Los retos que esta población enfrenta son suficiente argumento social para buscar todo tipo de iniciativas desde cada una de las dimensiones de la vida (cultural, económica, social, laboral, etc) que nos permitan frenar esta fábrica de limitaciones visuales.

¹ MORENO ANGARITA, Marisol y RUBIO VIZCAYA, Sara Ximena. Realidad y contexto situacional de la población con limitación visual en Colombia - Una aproximación desde la justicia y el desarrollo humano. Bogotá: Instituto Nacional para Ciegos (INCI) - Instituto de Desarrollo Humano, Facultad de Medicina - Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina: Grupo de Políticas Públicas y Discapacidad, 2011. 171 p.

Dentro del mundo laboral de los más de 20'504.225² ocupados que tiene el país, existe un riesgo de tipo físico que impacta directamente las condiciones de agudeza visual: la iluminación.

Pensando en cómo contribuir a esta problemática desde esta dimensión se propone generar proyectos de intervención efectiva y ejemplar de este riesgo laboral al interior de las organizaciones laborales.

La ingeniería industrial a través de su visión sistemática de la realidad laboral puede promover y facilitar con éxito procesos de intervención de este riesgo físico laboral a través de los sistemas de seguridad y salud en el trabajo.

Se ha identificado en la Universidad Industrial de Santander la presencia de este riesgo físico en varios de sus edificios. Aun así no se adelanta para algunos, proceso alguno de intervención desde hace mucho tiempo, exponiendo los trabajadores a sus consecuencias negativas.

Este proyecto es en últimas una oportunidad de contribuir a la solución de un problema nacional que requiere de muchos esfuerzos y la colaboración de las distintas profesiones para su tratamiento integral. Garantizar el cuidado de la salud visual desde el trabajo, es dar más y mejor vida a todos los colombianos.

² Principales variables e indicadores del mercado de trabajo a nivel nacional [En línea]. Ministerio de trabajo. Colombia, 2012. [Citado 01 Diciembre 2015]. Disponible en internet: <http://www.mintrabajo.gov.co/empleo/indicadores-del-mercado-laboral.html>

2. ALCANCE

El problema que se resuelve con este proyecto son las malas condiciones de iluminación y la falta de medidas de intervención del riesgo físico iluminación en las áreas internas del anfiteatro y las oficinas administrativas de la Escuela de Medicina de la Universidad Industrial de Santander.

Las 7 áreas escogidas para el proyecto de intervención son las siguientes:

- Área No. 1: Sala General de Práctica Estudiantes del Anfiteatro (Sitio donde se desarrolla el laboratorio de morfología)
- Área No. 2: Nave 1 de la Sala de Preparación de Cadáveres del Anfiteatro.
- Área No. 3: Nave 2 de la Sala de Preparación de Cadáveres del Anfiteatro (área de estanques de formol)
- Área No. 4: Salón de Clases del Anfiteatro
- Área No. 5: Oficina del Coordinador del Anfiteatro
- Área No. 6: Oficina de la secretaria de la Escuela de Medicina de la UIS
- Área No. 7: Oficina del Director de la Escuela de Medicina de la UIS

La propuesta de intervención del riesgo físico iluminación, presentada a los interesados en el desarrollo de un proyecto de esta naturaleza es el alcance que tiene este trabajo de grado.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar las condiciones de iluminación y el control y la mitigación del riesgo físico iluminación en las áreas internas del anfiteatro y las oficinas administrativas de la Escuela de Medicina de la UIS y proponer acciones factibles para su intervención.

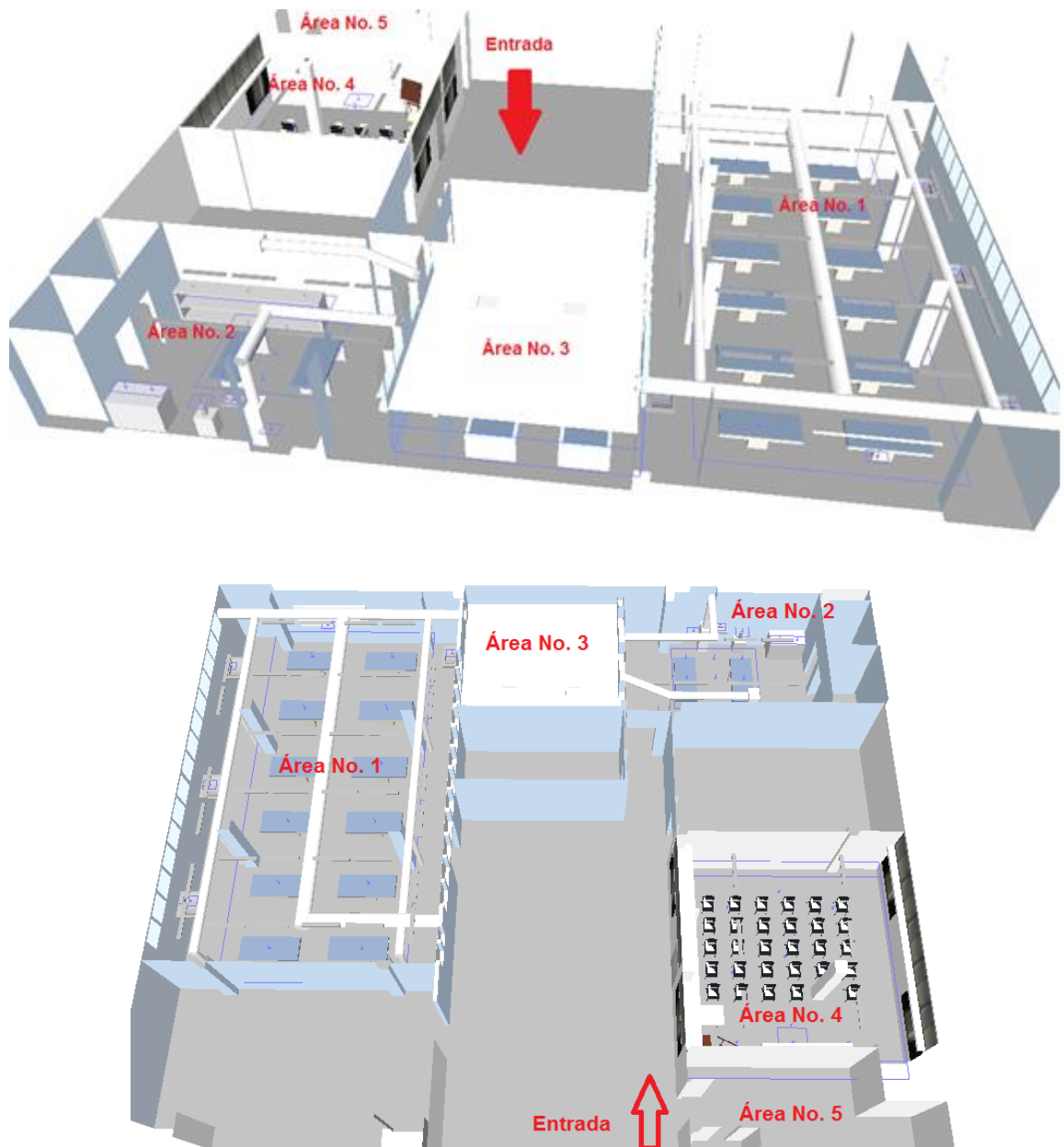
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un diagnóstico a las condiciones de iluminación y a las acciones de control y mitigación del riesgo físico iluminación en las áreas internas del anfiteatro y las oficinas administrativas de la Escuela de Medicina de la UIS.
- Evaluar alternativas de solución a las necesidades de iluminación y de acciones de control y mitigación del riesgo físico iluminación en las áreas internas del anfiteatro y las oficinas administrativas de la Escuela de Medicina de la UIS.
- Analizar en conjunto con las entidades interesadas del proyecto, las alternativas de solución evaluadas en función de las necesidades técnicas, económicas y financieras de la Escuela de Medicina de la UIS.

4. EL ANFITEATRO Y LAS OFICINAS ADMINISTRATIVAS DE LA ESCUELA DE MEDICINA DE LA UIS

4.1 EL ANFITEATRO

Ilustración 1. Panorámica Anfiteatro (2 Vistas)



El anfiteatro es un área de estudios y práctica general y especializada que pertenece al edificio de la Facultad de Salud de la Universidad Industrial de Santander. Se encuentra ubicado en la Carrera 32 No. 29-31 de Bucaramanga. Está adscrito a la Escuela de Medicina y es utilizado principalmente para la realización del laboratorio de morfología contemplado en los diferentes planes de estudio de los programas de pregrado Medicina, Fisioterapia, Enfermería, Bacteriología y Laboratorio Clínico, Nutrición y Fisioterapia, de la Facultad de Salud. Su estructura está compuesta por una sala general de prácticas de morfología con 12 mesones de disección (área No. 1), un área destinada a la preparación de cuerpos cadavéricos donde también se realiza investigación científica (áreas No. 2 y 3), un salón de clases donde se imparte la teoría (área No. 4), un museo óseo, dos baños, y las oficinas administrativas del Coordinador y el personal técnico de laboratorio (área No. 5). (Ver ilustración No. 1).

El personal que labora en estos espacios está conformado por un grupo multidisciplinario de profesionales, técnicos y docentes al servicio de los procesos de aprendizaje de los estudiantes y la investigación científica. Estos son los cargos laborales asignados a estas áreas:

- 1 Coordinador del Anfiteatro y Director del Laboratorio de Morfología
- 2 Técnicos de Laboratorio
- 8 Profesores

El promedio de estudiantes que frecuentan estos espacios por semestre es de 240, quienes permanecen un promedio de 6 horas a la semana en clases teóricas y prácticas.

Las actividades laborales y académicas comienzan todos los días a las 7 de la mañana y terminan a las 7 u 8 de la noche, según la programación académica establecida.

Los procesos y procedimientos que se realizan son los siguientes:

4.1.1 Procesos del Anfiteatro

Enseñanza Práctica de Anatomía Macroscópica

Tabla 1. Procesos Anfiteatro – Enseñanza Práctica Anatomía Macroscópica

CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS ESCUELA DE MEDICINA UIS			AREA	ANFITEATRO
NOMBRE DEL PROCESO: Enseñanza Práctica de Anatomía Macroscópica				
PROVEEDORES	ENTRADAS	ACTIVIDAD	SALIDAS	CLIENTES
UIS Facultad de Salud	1. Organos Anatómicos	1. Identificar principales estructuras	Estudiantes pregrado y posgrado formados en anatomía macroscópica	UIS Comunidad Estudiantil
	2. Desechos quirurgicos (Ej.: Amputaciones de miembro inferior)	2. Hacer correlación funcional de estructuras	Documentos y Registros	
	Todos los estudiantes de las Escuelas de Medicina, Microbiología, Nutrición y Fisioterapia	3. Ubicar estructuras por planos topográficos	4. Relacionar las estructuras con posibles eventos clínicos que las comprometan	Residuos Biológicos y Químicos
Colegios de Bucaramanga	Estudiantes de bachillerato	NOTA: Estos procesos tienen tantas iteraciones como sean necesarias para cumplir el objetivo del proceso de formación.	Estudiantes bachillerato con mayor nivel de formación en anatomía macroscópica	Colegios de Bucaramanga

Fuente: Coordinación Laboratorio de Morfología – UIS

Investigación Académica

Tabla 2. Procesos Anfiteatro – Investigación Académica

CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS ESCUELA DE MEDICINA UIS			AREA	ANFITEATRO	
NOMBRE DEL PROCESO: Investigación Académica					
PROVEEDORES	ENTRADAS	ACTIVIDAD	SALIDAS	CLIENTES	
Dpto. Patología	1. Organos Anatómicos	1. Hacer disecciones magistrales de regiones anatómicas a investigar.	Investigación	Comunidad Académica	
	2. Desechos quirurgicos (Ej:: Amputaciones de miembro inferior)		Documentos y Registros		
	Sierra sin fin Sierra cortahuesos		2. Hacer microdisección	Residuos Biológicos y Químicos	Empresas Retiro de Residuos (2 veces por semana)
Frigorífico vijagual	3. Corazones	3. Llenar los lechos vasculares con resinas poliéster en el componente cardiovascular.			
Dpto. Patología, Compras.	4. Formaldehido		4. Registrar hallazgos de las estructuras investigadas (Toma de imágenes fotográficas) 5. Producir artículos científicos	Documentos y Registros	UIS Comunidad Académica
	5. Glicerina liquida				
	6. Alcohol industrial				
	7. Lupas de disección				
	8. Bidones de almacenamiento de muestras				
9. Frizer					
	10. Equipo disección				

Fuente: Coordinación Laboratorio de Morfología - UIS

4.1.2 Procedimientos anfiteatro (Laboratorio de Morfología)

Transporte de cadáveres y órganos

Responsable: Coordinador de Laboratorio

Descripción: Cumpliendo con lo dispuesto en la Resolución 0485 de 2002 de la Dirección General del Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses y en la Resolución 2640 capítulo VIII de 2005 del Ministerio de Protección Social, el Laboratorio de Morfología de la UIS recibe del Instituto de Medicina Legal los especímenes cadavéricos no reclamados y los componentes anatómicos. Los cadáveres y órganos humanos son transportados al Laboratorio en vehículos funerarios autorizados para este tipo de actividades. El técnico de laboratorio lleva un registro de todos los cadáveres y órganos donados por el Instituto de Medicina Legal en el formato relación de cadáveres y órganos; así mismo archiva la documentación relacionada con cada uno de los cadáveres donados.

De las piezas anatómicas (órganos) se lleva un inventario que periódicamente es actualizado teniendo en cuenta el descarte que se debe realizar de las piezas por su deterioro; el inventario es registrado en el formato inventario de piezas anatómicas. La eliminación de los órganos se realiza de acuerdo a lo definido en el Plan de Gestión Integral de Residuos del Laboratorio de Morfología.

Perfusión de cadáveres

Responsable: Técnico de Laboratorio

Descripción: La preparación de los especímenes cadavéricos una vez realizados los trámites de ley y corroborada su identificación, se realiza de la siguiente forma

- Ingresar el cadáver a la zona de preparación y ubicarlo en uno de los mesones del área
- Realizar un lavado exhaustivo con jabón detergente en todas las superficies corporales
- Realizar perfusión por vía arterial (preferiblemente carótida común) de 20 litros de mezcla embalsamante (formaldehído al 10% dos partes, alcohol 90% una parte, y glicerina una parte). Este procedimiento con cantidades de dos a tres litros de la mezcla se realiza tres veces, una vez cada 15 días con el fin de lograr la mejor fijación de los tejidos.
- Realizada la perfusión, se almacena el cadáver en la “piscina guarda cadáveres” en una solución de formaldehído al 10%, durante varios meses.

Diseción de cadáveres y órganos

Responsable: Docente de la práctica

Descripción: La disección es el procedimiento en el cual las diferentes estructuras del cuerpo humano (músculos, vasos sanguíneos, nervios, tendones y ligamentos) se identifican mediante el retiro de entegumento y tejido adiposo anexo. Este procedimiento es realizado en el Anfiteatro por los estudiantes de medicina durante las actividades práctica de morfología, bajo instrucciones y supervisión permanente de los docentes.

Preparación de piezas anatómicas de museo

Responsable: Técnico de Laboratorio

Descripción: Para la preparación de piezas de museo se utilizan técnicas de inclusión en resinas en cajillas acrílicas y preparación de modelos de perfusión – corrosión. La inclusión en recipientes de material acrílico, se utiliza para piezas de

órganos embebidos en solución de formaldehído al 10% (dos partes) y glicerina líquida (una parte).

La inclusión en resinas y la preparación de modelos de pefusión – corrosión utiliza preparados que contiene Resinas Poliéster, Estireno, Naftenato de cobalto y etil cetona.

Almacenamiento de órganos

Descripción: Los órganos son almacenados en recipientes plásticos que contienen solución de formaldehído al 10%; estos recipientes se rotulan con el nombre del órgano que contiene y con un aviso de precaución.

El material óseo debidamente clasificado es almacenado en estantes ubicados en el museo. Dadas sus características, la duración del material óseo es de varias décadas por lo cual no se considera su reposición, su uso exclusivo al área de museo y está prohibido su traslado a otras dependencias. El material disponible en el museo es inventariado a través del formato de inventario de piezas anatómicas.

4.2 LAS OFICINAS ADMINISTRATIVAS

Las oficinas administrativas de la Escuela de Medicina se encuentran ubicadas en el cuarto piso del bloque administrativo y de ciencias básicas al occidente de la Facultad de Salud. Están conformadas por la oficina del director y la oficina de la secretaria de Escuela donde diariamente se ejecutan los diferentes procesos y procedimientos inherentes a la actividad académica de los 697³ estudiantes activos que la conforman.

³ Fuente: Oficina de Registro Académico de la UIS – 2do Semestre del año 2015.

5. MARCO DE REFERENCIA

5.1 MARCO DE ANTECEDENTES

Carlos Expósito y Diego Andrés Galvis⁴ Neira desarrollaron un proyecto de grado para caracterizar la iluminación de los espacios interiores del edificio de ingeniería eléctrica de la UIS. Llamo mi atención el desarrollo de nuevas técnicas para obtener un mayor conocimiento sobre los sistemas de iluminación. Integrar de manera eficiente y eficaz la iluminación natural y artificial a través de los sistemas de iluminación híbridos nos da la ventaja de reproducir con mayor fidelidad la realidad de los espacios, y amplía el espectro de alternativas de solución en un proceso de intervención del riesgo físico iluminación. Una de esas técnicas desarrolladas es el software Dialux con el cual podemos hacer simulación de sistemas de iluminación híbridos con un mayor grado de complejidad y acierto. El autor incorporó en sus metodologías esta herramienta de análisis logrando así mayores beneficios.

Alexandra Sofía Neira y Jessica Catherine Echavez⁵ realizaron un trabajo de intervención de los riesgos físicos ruido, material particulado y mecánico para una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de muebles para el hogar. Llamo la atención del autor la integralidad del ejercicio académico realizado al reunir en un solo trabajo académico los propósitos de la seguridad y la salud en el trabajo y la evaluación de proyectos de inversión. Qué significa esto para los proyectos de grado?. Lograr que las ideas y conocimientos se conviertan en realidades tangibles dignas de ser aprovechadas por el mercado laboral colombiano. Este proyecto logró en el autor un cambio de enfoque en los

⁴ EXPÓSITO, Carlos y GALVIS, Diego. Caracterización de la Iluminación en los espacios interiores de la Escuela de Ingeniería Eléctrica. Bucaramanga. UIS : 2015. 101 p.

⁵ NEIRA, Alexandra y ECHAVEZ, Jessica. Propuesta Técnica y Económica para la intervención de los riesgos ruido, material particulado y mecánico en la empresa Maximuebles J.C. S.A.S. Bucaramanga. UIS : 2015. 120 p.

objetivos que inicialmente determinó para el estudio del riesgo físico iluminación. Entendió que su trabajo de grado en riesgos laborales era importante porque alguien se iba a beneficiar de sus resultados y no por el solo reto de la aplicación de los conocimientos teóricos que son dos propósitos muy diferentes aunque no lo parezcan. La seguridad y la salud en el trabajo por sí sola es infértil si no está acompañada de herramientas de inclusión laboral

Mónica Entralgo Maldonado⁶ aborda el problema de la iluminación en los edificios administrativos I y II e IPRED en varias etapas secuenciales que son: la evaluación de las condiciones del riesgo físico, el análisis técnico y económico, y la creación de una propuesta de mejora. Su trabajo mostró una forma ágil de corregir deficiencias de iluminación a través de un plan de sustitución de luminarias en mal estado e inoperativas. De igual forma propuso medidas para la corrección de excesos de luz desde varios tipos de medidas de control (en la fuente, el medio y el receptor). De este trabajo puedo apropiarme el trabajo descriptivo que uso en el proceso de evaluación, apoyado en la construcción de indicadores de participación como el porcentaje de iluminación adecuada, deficiente y excesiva. De esta forma entrega una información clara y sencilla del estado actual del sistema de iluminación artificial instalado, y cuantifica en dinero el costo del restablecimiento de las condiciones de iluminación.

5.2 MARCO TEÓRICO

5.2.1 El ojo y el mecanismo visual.

El ojo es un órgano que constituye una milésima parte del cuerpo humano; es un órgano casi esférico de aproximadamente 25 milímetros de diámetro. La pared del

⁶ ENTRALGO, Mónica. Evaluación, determinación y análisis técnico económico del riesgo por condiciones de iluminación, y diseño de una propuesta de mejora en las áreas de los edificios administrativos I y II e IPRED de la Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. UIS : 2015. 108 p.

globo ocular está compuesta por tres capas: esclerótica, coroides y retina, siendo ésta la más interna.

Las partes del ojo que intervienen en el proceso de visión, esto es formación de imágenes y apreciación del color son: La cornea, el Iris, la retina, la mácula y el nervio óptico

En realidad, el órgano que efectúa el proceso de la visión es el cerebro; la función del ojo es traducir las vibraciones electromagnéticas de la luz en un determinado tipo de impulsos nerviosos que se transmiten al cerebro a través del nervio óptico.

El ojo es un órgano viviente extraordinariamente adaptable, y opera en un campo de niveles de iluminación variables, en medio de límites que guardan entre sí una relación de más de un millón a uno. Además, los continuos cambios necesarios para una buena visión, en condiciones continuamente variables, se efectúan automáticamente, sin esfuerzo consciente. Debido a este hecho, es muy fácil abusar del ojo⁷.

Características visuales del ojo

- **Acomodación o Capacidad Visual:** Cuando el cristalino presenta su forma más aplanada, el ojo normal está enfocado sobre objetos en el infinito. Para enfocar un objeto más cercano particularmente dentro de los seis metros, es preciso aumentar la convexidad del cristalino mediante la contracción de los músculos ciliares. Cuanto más cercano esté el objeto, más convexo debe hacerse el cristalino; esto es parte del proceso conocido como acomodación.
- **Adaptación:** El ojo es capaz de trabajar en un amplísimo campo de niveles de iluminación, mediante un proceso conocido como adaptación, que incluye un cambio en el tamaño de la abertura de la pupila, al mismo tiempo

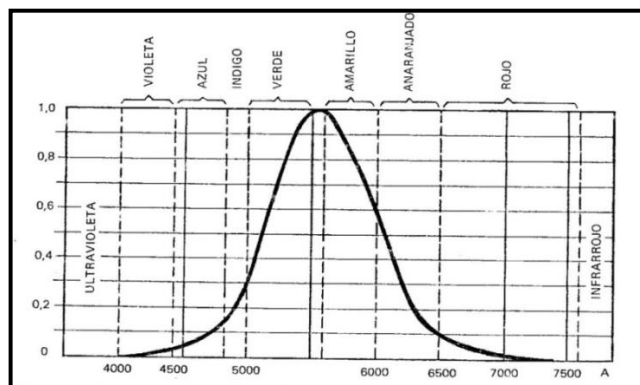
⁷ HENAO ROBLEDO, Fernando. Riesgos Físicos 2 : Iluminación. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2008. p. 15 y 17.

que unas variaciones fotoquímicas en la retina. El tamaño de la abertura de la pupila obedece principalmente a la cantidad de luz recibida en el ojo.

- Agudeza Visual o Poder Separador del Ojo: Capacidad de percibir y discriminar visualmente los objetos o de distinguir dos puntos muy próximos entre sí. Es una medida del detalle más pequeño que se puede diferenciar y está muy influenciada por el nivel de iluminación. Varía con la edad, a partir de los 20 años disminuye⁸.

Curva de Sensibilidad del Ojo. El ojo humano no es igual de sensible a la energía de todas las longitudes de onda. Experimentalmente se ha obtenido una curva de sensibilidad del ojo humano, que da la respuesta del ojo normal a iguales cantidades de energía de diferentes longitudes de onda de luz. Esta curva esta representada en la siguiente ilustración , en la que se observa que la máxima sensibilidad reside en el amarillo verdoso que corresponde a una longitud de onda de 550 nm, mientras que la sensibilidad en los extremos azul y rojo del espectro es más baja⁹.

Ilustración 2. Curva de sensibilidad del ojo medio



Fuente: HENAO ROBLEDO, Fernando. Riesgos Físicos 2 : Iluminación. pág 25.

⁸., HENAO ROBLEDO, Fernando. Riesgos Físicos 2 : Iluminación. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2008. p 24 y 25.

⁹. Ibid p. 25.

Factores Objetivos del Proceso Visual

- **Tamaño:** El tamaño del objeto es el factor que generalmente tiene más importancia en el proceso visual. Cuanto más grande es un objeto en relación con el ángulo visual más rápidamente puede ser visto.
- **Brillo fotométrico (Luminancia):** Uno de los factores primordiales para la visibilidad es la luminancia. La visibilidad de un objeto depende de la intensidad de la luz que incide sobre él y la proporción de ésta que se refleja en dirección al ojo.
- **Contraste:** Tan importante para la visión es el nivel general de luminancia como el contraste de luminancia o color entre el objeto y su fondo. Los altos niveles de iluminación compensan parcialmente los contrastes de bajo brillo y resultan de gran ayuda cuando no pueden evitarse las condiciones de deficiencia de contrastes.
- **Tiempo:** El ojo puede ver detalles muy pequeños con niveles bajos de iluminación, si se da tiempo suficiente y se prescinde de la fatiga visual; pero para una visión rápida se requiere más luz. El factor tiempo es importante, en particular, cuando el objeto está en movimiento¹⁰.

5.2.2 Teoría de la Iluminación.

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

¹⁰ HENAO ROBLEDO, Fernando. Riesgos Físicos 2 : Iluminación. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2008. p. 28.

como "una radiación electromagnética capaz de ser detectada por el ojo humano normal".

Magnitudes y Unidades Luminosas

- Flujo Luminoso (Φ): Se define como la velocidad de emisión de luz ó como la energía radiada en la unidad de tiempo.

La unidad de medida es el LUMEN (lm) y se define en el sistema métrico como la cantidad de flujo luminoso que incide sobre un metro cuadrado de la superficie de una esfera de un metro de radio y provista de una fuente colocada en su centro, que emite una candela en todas las direcciones. Como la superficie de la esfera es $4\pi r^2$ y $r =$ metro, el flujo emitido por una candela es 12.57 lúmenes.

$$\Phi = 4\pi$$

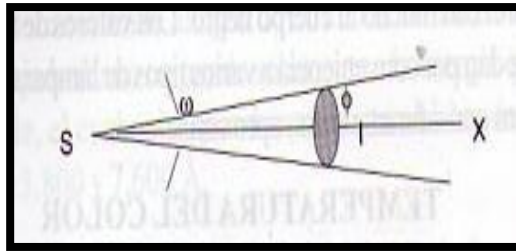
La diferencia entre lumen y candela reside en que aquél es una medida de flujo luminoso, independientemente de la dirección.

- Nivel de Iluminación o Iluminancia (E): Se define como la densidad de flujo luminoso por unidad de superficie. Así se puede decir que la luz es la causa y la iluminación el efecto que se produce.

La unidad de iluminación es el LUX, que se define como la iluminación que produce un lúmen distribuido uniformemente sobre un metro cuadrado. 1 Lux = 0.09729 Bujía – pie (Foot – Candle).

- Intensidad Luminosa (I): Se define como la densidad de flujo luminoso por unidad de ángulo sólido.

Ilustración 3. Intensidad Luminosa



Fuente: HENAO ROBLEDO, Fernando. Riesgos Físicos 2 : Iluminación. pág 34.

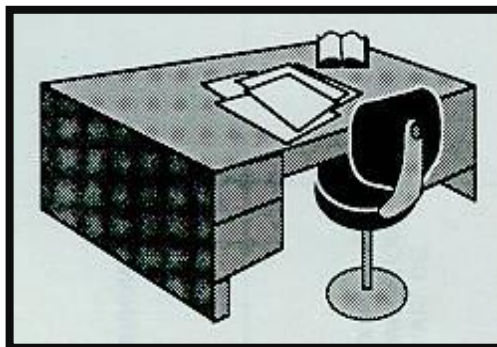
La unidad de medida utilizada es la CANDELA, definida de manera que la luminancia del radiador integral, el cuerpo negro, a la temperatura de fusión del platino es 60 candelas por cm².

- Luminancia o Brillo (B): El nombre técnico es brillo fotométrico o luminancia y se define como la intensidad luminosa de una superficie en una dirección dada por unidad de área proyectada de la misma.

$$B = \frac{I}{A}$$

La unidad de medida es el STILB = 1 candela/m²

Ilustración 4. Luminancia o Brillo Fotométrico



Fuente: HENAO ROBLEDO, Fernando. Riesgos Físicos 2 : Iluminación. pág 37.

El ojo ve brillo, no iluminación y varía dependiendo de la posición del observador.

El brillo fotométrico es una característica propia del aspecto luminoso de una fuente de luz o de una superficie iluminada en una dirección dada. Es lo que produce en el órgano visual la sensación de claridad; la mayor o menor claridad con que vemos los objetos igualmente iluminados depende de su luminancia. En la ilustración 3 observamos que el libro y la mesa tienen el mismo nivel de iluminancia, sin embargo se ve con más claridad el libro porque éste posee mayor luminancia que la mesa.

Pueden existir dos tipos de brillo:

- Directo o Emitido: Corresponde a las fuentes luminosas.
- Indirecto o Reflejado: Corresponde a los objetos iluminado

Podemos decir finalmente que lo que el ojo percibe son diferencias de luminancia y no niveles de iluminación¹¹.

Tipos de Iluminación

- Natural: Su fuente principal es el sol. No utilizable en su totalidad por deslumbramiento, condiciones meteorológicas, horas del día, contaminación atmosférica.
- Artificial: Muchas veces reemplaza totalmente a la natural bien sea por el horario o por las características del local. La electricidad se transforma en flujo luminoso.

¹¹ HENAO ROBLEDO, Fernando. Riesgos Físicos 2 : Iluminación. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2008. p. 33-37.

- Luminaria: equipo de iluminación que distribuye, filtra o controla la luz emitida por una lámpara o lámparas y el cual incluye todos los accesorios necesarios para fijar, proteger y operar esas lámparas, y los necesarios para conectarse al circuito de utilización eléctrica¹².

Luz día. El empleo de la iluminación eléctrica no ha eliminado una amplia preferencia por la luz natural en los edificios. La confianza que se tiene en la luz natural es mayor en las casas, oficinas, colegios y áreas destinadas a los pacientes en los hospitales, que en el caso de las fábricas y de los almacenes. Bajo ciertas condiciones el uso de la luz natural proveniente de tragaluces colocados en el techo puede ahorrar una gran cantidad de energía empleada en la iluminación de recintos y fábricas. Sin embargo, debe llegarse a un balance con relación a las pérdidas y ganancias de calor a través del vidrio.

Los niveles de luz natural en los recintos interiores varían a lo largo del día y dependen ampliamente de las condiciones del cielo, las obstrucciones, la orientación de las ventanas o de los tragaluces, así como de la ubicación geográfica. Debido al constante cambio en los niveles de luz natural, el propósito fundamental de los cálculos con ésta es el de predecir la duración promedio durante el día/mes/año, en la cual la iluminancia disponible de la luz natural es igualo supera al valor de la iluminancia en el plano del trabajo. El resto del tiempo se debe emplear algo de iluminación eléctrica. El periodo de tiempo en el cual se emplea la luz natural en relación con las horas laborales del día, es la base para predecir los posibles ahorros de energía y dinero que se pueden alcanzar empleando dicha luz.

La iluminación eléctrica complementa o reemplaza la luz natural cuando ésta por sí sola no puede garantizar un nivel satisfactorio de iluminancia en el plano de trabajo. La iluminancia generada mediante la iluminación eléctrica debe

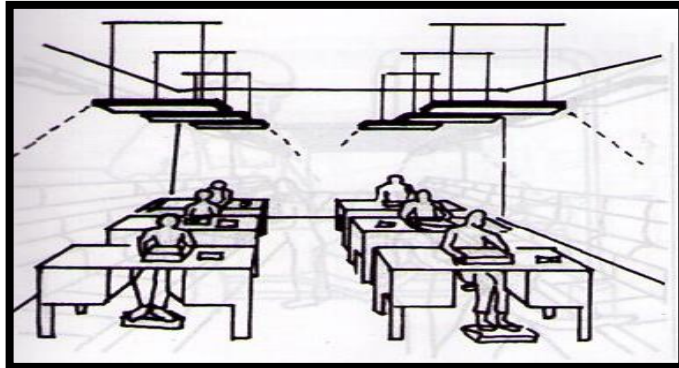
¹² HENAO ROBLEDO, Fernando. Riesgos Físicos 2 : Iluminación. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2008. p 56.

diseñarse para las peores condiciones posibles obtenidas con luz natural, es decir, para una completa falta de ésta. Se debe disponer de un interruptor y/o un regulador manual o eléctrico de modo que se pueda emplear la iluminación eléctrica en cualquier área y en cualquier momento que la iluminancia de la luz natural llegue a ser inferior al valor requerido¹³.

Métodos de alumbrado

- General: Método de distribución uniforme de luz que se produce en todos los lugares de un interior en idénticas condiciones de visión. Se usa especialmente en oficinas, aulas, fábricas.

Ilustración 5. Alumbrado General



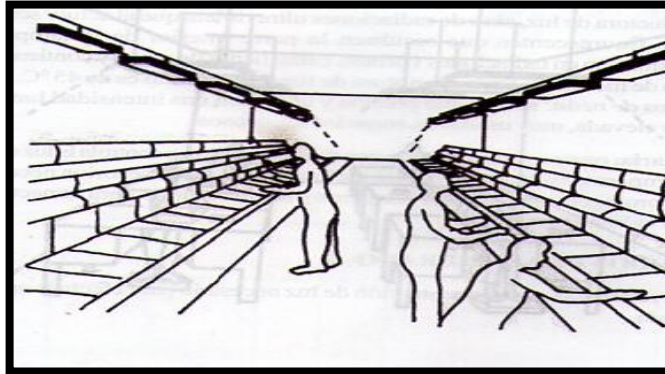
Fuente: HENAO ROBLEDO, Fernando. Riesgos Físicos 2 : Iluminación. pág 59.

- Localizado: Se usa donde no se requiere un nivel uniforme de iluminación en toda la nave, sino en un grupo de máquinas. Se debe asegurar una iluminación

¹³ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. Guía Técnica Colombiana GTC 8 : Electrotecnia - Principios de Ergonomía Visual - Iluminación para ambientes de trabajo en espacios cerrados. Bogotá D.C.: ICONTEC, 1994. 46 p.

general suficiente en los pasillos y zonas de circulación, para evitar fuertes contrastes.

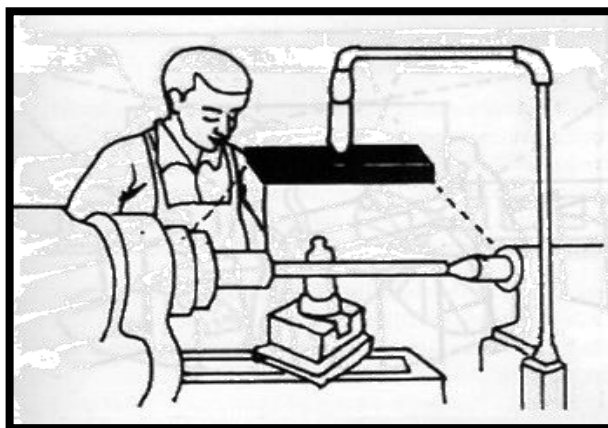
Ilustración 6. Alumbrado Localizado



Fuente: HENAO ROBLEDO, Fernando. Riesgos Físicos 2 : Iluminación. pág 60.

- Individual: Se usa cuando se necesitan altos niveles de iluminación en puestos de trabajo debido a los requerimientos de la tarea.

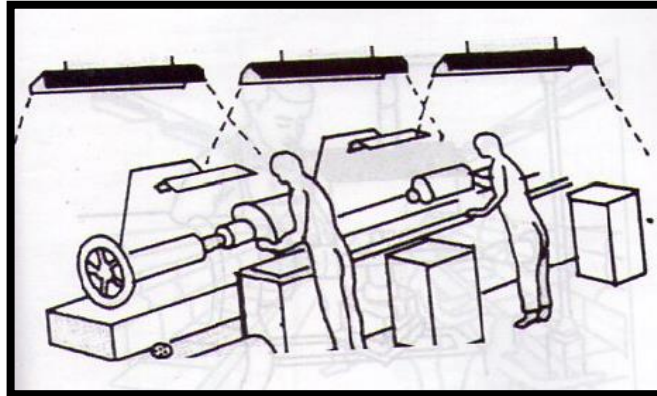
Ilustración 7. Alumbrado Individual



Fuente: HENAO ROBLEDO, Fernando. Riesgos Físicos 2 : Iluminación. pág 61.

- Combinado: En muchas ocasiones se obtienen mejores resultados combinando dos o más métodos de alumbrado.

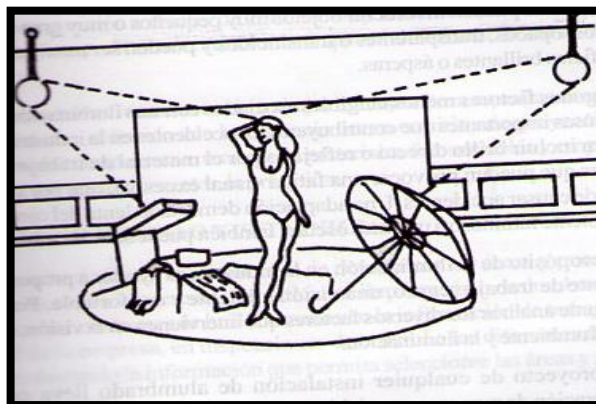
Ilustración 8. Alumbrado Combinado



Fuente: HENAO ROBLEDO, Fernando. Riesgos Físicos 2 : Iluminación. pág 62.

- Suplementario: Se utiliza generalmente en locales comerciales, para hacer resaltar objetos, con fines publicitarios. Es un alumbrado diseñado para aumentar el nivel de iluminación en un área determinada¹⁴.

Ilustración 9. Alumbrado Suplementario



Fuente: HENAO ROBLEDO, Fernando. Riesgos Físicos 2 : Iluminación. pág 63.

¹⁴ HENAO ROBLEDO, Fernando. Riesgos Físicos 2 : Iluminación. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2008. p 58-64.

Factor de Uniformidad (FU). Para definir la uniformidad de los niveles de iluminación en un área, con una iluminación general, es necesario definir el nivel de iluminación promedio del área en estudio y con ella comparar los valores medidos en cada uno de los puntos. Esta relación permite definir el factor de uniformidad dado por la siguiente relación:

$$FU = \frac{E_p}{E_i} \geq \frac{1}{1.5}, \quad \text{ó} \quad FU = \frac{E_i}{E_p} \geq \frac{1}{1.5}$$

Donde;

- FU = Factor de Uniformidad
- Ep = Nivel promedio de iluminación del salón
- Ei = Nivel medido en cada punto.

Siempre en el numerador estará el nivel de menor valor es decir, Ep ó Ei y su relación debe estar entre 0.667 –1.0.

Cuando el 75 % ó más de los puntos se encuentren dentro del rango, indica que los niveles de iluminación son uniformes en el salón, es decir, hay una adecuada distribución de la luz.

Índice de Rendimiento Cromático (IRC). El índice de rendimiento o reproducción cromática, también llamado índice de renderización es un valor numérico que relaciona el rendimiento cromático de una lámpara con el de la luz tomada como patrón, de índice 100. En la siguiente tabla se hace una calificación del IRC de acuerdo al rango de valores en el que se encuentra. La iluminación exterior natural tiene un índice de rendimiento cromático (IRC) de 100 y, por lo tanto, es el estándar de comparación para cualquier otra fuente de iluminación. Cuanto mayor es el IRC (en una escala de 0 a 100), más naturales parecen los colores.

Tabla 3. Índice de Rendimiento Cromático (IRC)

Rendimiento Cromático	Valor IRC
Óptimo	85 < IRC < 100
Bueno	70 < IRC < 85
Discreto	50 < IRC < 70

Temperatura de color. Se define comparando su color dentro del espectro luminoso con el de la luz que emitiría un cuerpo negro calentado a una temperatura determinada. Por este motivo esta temperatura de color se expresa en grados kelvin, a pesar de no reflejar expresamente una medida de temperatura, por ser la misma solo una medida relativa. En la siguiente ilustración se hace una representación de diferentes valores de temperatura y de su color correspondiente.

Ilustración 10. Temperatura del Color



Fuente: Norma NTC ISO8995

5.2.3 Riesgos Laborales

Definiciones

- **Accidente de trabajo:** Suceso repentino que sobreviene por causa o con ocasión del trabajo, y que produce en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional, una invalidez o la muerte. Es también accidente de trabajo aquel que se produce durante la ejecución de órdenes del empleador o durante la ejecución de una labor bajo su autoridad, incluso fuera del lugar y horas de trabajo (Adaptada de la Decisión 584 de la Comunidad Andina de Naciones).
- **Actividad rutinaria:** Actividad que forma parte de un proceso de la organización, se ha planificado y es estandarizable.
- **Actividad no rutinaria:** Actividad que no se ha planificado ni estandarizado, dentro de un proceso de la organización o actividad que la organización determine como no rutinaria por su baja frecuencia de ejecución.
- **Análisis del riesgo:** Proceso para comprender la naturaleza del riesgo y para determinar el nivel del riesgo.
- **Consecuencia:** Resultado, en términos de lesión o enfermedad, de la materialización de un riesgo, expresado cualitativa o cuantitativamente.
- **Competencia:** Atributos personales y aptitud demostrada para aplicar conocimientos y habilidades.

- Diagnóstico de condiciones de salud: Resultado del procedimiento sistemático para determinar “el conjunto de variables objetivas de orden fisiológico, psicológico y sociocultural que determinan el perfil sociodemográfico y de morbilidad de la población trabajadora”
- Elemento de Protección Personal (EPP): Dispositivo que sirve como barrera entre un peligro y alguna parte del cuerpo de una persona.
- Enfermedad: Condición física o mental adversa identificable, que surge, empeora o ambas, a causa de una actividad laboral, una situación relacionada con el trabajo o ambas.
- Enfermedad profesional: Todo estado patológico que sobreviene como consecuencia obligada de la clase de trabajo que desempeña el trabajador o del medio en que se ha visto obligado a trabajar, bien sea determinado por agentes físicos, químicos o biológicos.
- Equipo de protección personal: Dispositivo que sirve como medio de protección ante un peligro y que para su funcionamiento requiere de la interacción con otros elementos. Ejemplo, sistema de detención contra caídas.
- Evaluación higiénica: Medición de los peligros ambientales presentes en el lugar de trabajo para determinar la exposición ocupacional y riesgo para la salud, en comparación con los valores fijados por la autoridad competente.
- Evaluación del riesgo: Proceso para determinar el nivel de riesgo asociado al nivel de probabilidad y el nivel de consecuencia.
- Exposición: Situación en la cual las personas se encuentran en contacto con los peligros.

- Identificación del peligro: Proceso para reconocer si existe un peligro y definir sus características.
- Incidente: Evento(s) relacionado(s) con el trabajo, en el (los) que ocurrió o pudo haber ocurrido lesión o enfermedad (independiente de su severidad) o víctima.
- Lugar de trabajo. Espacio físico en el que se realizan actividades relacionadas con el trabajo, bajo el control de la organización.
- Medida(s) de control: Medida(s) implementada(s) con el fin de minimizar la ocurrencia de incidentes.
- Nivel de consecuencia (NC): Medida de la severidad de las consecuencias.
- Nivel de deficiencia (ND): Magnitud de la relación esperable entre (1) el conjunto de peligros detectados y su relación causal directa con posibles incidentes y (2), con la eficacia de las medidas preventivas existentes en un lugar de trabajo.
- Nivel de exposición (NE): Situación de exposición a un peligro que se presenta en un tiempo determinado durante la jornada laboral.
- Nivel de probabilidad (NP): Producto del nivel de deficiencia por el nivel de exposición.
- Nivel de riesgo: Magnitud de un riesgo resultante del producto del nivel de probabilidad por el nivel de consecuencia.

- Partes Interesadas: Persona o grupo dentro o fuera del lugar de trabajo involucrado o afectado por el desempeño de seguridad y salud ocupacional de una organización.
- Peligro: Fuente, situación o acto con potencial de daño en términos de enfermedad o lesión a las personas, o una combinación de éstos.
- Personal expuesto: Número de personas que están en contacto con peligros.
- Probabilidad: Grado de posibilidad de que ocurra un evento no deseado y pueda producir consecuencias.
- Proceso: Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.
- Riesgo: Combinación de la probabilidad de que ocurra(n) un(os) evento(s) o exposición(es) peligroso(s), y la severidad de lesión o enfermedad, que puede ser causado por el (los) evento(s) o exposición(es).
- Riesgo aceptable: Riesgo que ha sido reducido a un nivel que la organización puede tolerar, respecto a sus obligaciones legales y su propia política en seguridad y salud Ocupacional.
- Valoración de los riesgos: Proceso de evaluar el(los) riesgo(s) que surge(n) de un(os) peligro(s), teniendo en cuenta la suficiencia de los controles existentes y de decidir si el(los) riesgo(s) es (son) aceptable(s) o no.
- Valor límite permisible (VLP): Concentración de un contaminante químico en el aire, por debajo del cual se espera que la mayoría de los trabajadores puedan

estar expuestos repetidamente, día tras día, sin sufrir efectos adversos a la salud¹⁵.

Medidas de intervención. Una vez completada la valoración de los riesgos la organización debería estar en capacidad de determinar si los controles existentes son suficientes o necesitan mejorarse, o si se requieren nuevos controles.

Si se requieren controles nuevos o mejorados, siempre que sea viable, se deberían priorizar y determinar de acuerdo con el principio de eliminación de peligros, seguidos por la reducción de riesgos (es decir, reducción de la probabilidad de ocurrencia, o la severidad potencial de la lesión o daño), de acuerdo con la jerarquía de los controles contemplada en la norma NTC-OHSAS 18001:2007.

A continuación se presentan ejemplos de implementación de la jerarquía de controles:

- **Eliminación:** modificar un diseño para eliminar el peligro, por ejemplo, introducir dispositivos mecánicos de levantamiento para eliminar el peligro de manipulación manual.
- **Sustitución:** reemplazar por un material menos peligroso o reducir la energía del sistema (por ejemplo, reducir la fuerza, el amperaje, la presión, la temperatura, etc.).
- **Controles de ingeniería:** instalar sistemas de ventilación, protección para las máquinas, enclavamiento, cerramientos acústicos, etc.

¹⁵ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. Guía Técnica Colombiana GTC 45 : Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional. Segunda actualización. Bogotá D.C.: ICONTEC, 2012. P 1-4.

- Controles administrativos, señalización, advertencias: instalación de alarmas, procedimientos de seguridad, inspecciones de los equipos, controles de acceso, capacitación del personal.
- Equipos / elementos de protección personal: gafas de seguridad, protección auditiva, máscaras faciales, sistemas de detención de caídas, respiradores y guantes.

Al aplicar un control determinado se deberían considerar los costos relativos, los beneficios de la reducción de riesgos, y la confiabilidad de las opciones disponibles.

Una organización también debería tener en cuenta:

- Adaptación del trabajo al individuo (por ejemplo, tener en cuenta las capacidades físicas y mentales del individuo).
- La necesidad de una combinación de controles, combinación de elementos de la jerarquía anterior (por ejemplo, controles de ingeniería y administrativos).
- Buenas prácticas establecidas en el control del peligro particular que se considera.
- Utilización de nuevas tecnologías para mejorar los controles.
- Usar medidas que protejan a todos (por ejemplo, mediante la selección de controles de ingeniería que protejan a todos en las cercanías del riesgo).
- El comportamiento humano y si una medida de control particular será aceptada y se puede implementar efectivamente.

- Los tipos básicos habituales de falla humana (por ejemplo, falla simple de una acción repetida con frecuencia, lapsos de memoria o atención, falta de comprensión o error de juicio y violación de las reglas o procedimientos) y las formas de prevenirlos.
- La necesidad de introducir un mantenimiento planificado, por ejemplo, de las guardas de la maquinaria.
- La posible necesidad de disposiciones en caso de emergencias/contingencias en donde fallan los controles del riesgo.
- La falta potencial de familiaridad con el lugar de trabajo y los controles existentes de quienes no tienen un empleo directo en la organización, por ejemplo, visitantes o personal contratista.

Una vez que la organización haya determinado los controles, ésta puede necesitar priorizar sus acciones para implementarlos. Para priorizar las acciones, se debería tener en cuenta el potencial de reducción de riesgo de los controles planificados.

Puede ser preferible que las acciones que abordan una actividad de alto riesgo u ofrecen una reducción considerable de éste, tengan prioridad sobre otras acciones que solamente ofrecen un beneficio limitado de reducción del riesgo.

En algunos casos puede ser necesario modificar los procesos, actividades o tareas laborales hasta que los controles del riesgo estén implementados, o aplicar controles de riesgo temporales hasta que se lleven a cabo acciones más eficaces. Por ejemplo, el uso de protección auditiva como una medida temporal hasta que se pueda eliminar la fuente de ruido, o la separación del lugar de trabajo hasta que se reduzcan los niveles de ruido. Los controles temporales no se deberían

considerar como un sustituto a largo plazo de medidas de control de riesgo más eficaces¹⁶.

Revisión de la conveniencia del plan de acción. La organización debería generar un proceso de revisión del plan de acción seleccionado con personal experto interno o externo, o ambos, esto garantizaría que el proceso de valoración de los riesgos y de establecimiento de criterios es correcto y la ejecución del proceso es eficaz¹⁷.

Mantenimiento y actualización de peligros. La organización debería identificar los peligros y valorar los riesgos periódicamente. La determinación de la frecuencia se puede dar por alguno o varios de los siguientes aspectos:

- La necesidad de determinar si los controles para el riesgo existentes son eficaces y suficientes.
- La necesidad de responder a nuevos peligros.
- La necesidad de responder a los cambios que la propia organización ha llevado a cabo.
- La necesidad de responder a retroalimentación de las actividades de seguimiento, investigación de incidentes, situaciones de emergencia o los resultados de las pruebas de los procedimientos de emergencia.
- Cambios en la legislación.

¹⁶ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. Guía Técnica Colombiana GTC 45 : Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional. Segunda actualización. Bogotá D.C.: ICONTEC, 2012. p 16 y 17.

¹⁷ Ibid. p 17.

- Factores externos, por ejemplo, problemas de salud ocupacional que se presenten.
- Avances en las tecnologías de control.
- La diversidad cambiante en la fuerza de trabajo, incluidos los contratistas.

Las revisiones periódicas pueden ayudar a asegurar la consistencia en las valoraciones de los riesgos llevadas a cabo, por diferente personal, en diferentes momentos. Donde las condiciones hayan cambiado o haya disponibles mejores tecnologías para manejo de riesgos, se deberían hacer las mejoras necesarias.

No es necesario llevar a cabo nuevas valoraciones de los riesgos cuando una revisión puede demostrar que los controles existentes o los planificados siguen siendo eficaces.

5.2.4 Formulación y Evaluación de Proyectos

A través de un proceso inteligente conocido como "identificación, formulación, evaluación y gestión de proyectos", que se suele enmarcar en un concepto más amplio de "planeación" se aspira orientar la utilización adecuada de los escasos recursos buscando siempre objetivos de crecimiento económico y social. Por lo tanto, para asignar mejor los recursos se requiere mayor información sobre la rentabilidad (financiera, económica y social) de los proyectos e idear mecanismos que permitan programar la inversión en función de dichas rentabilidades.

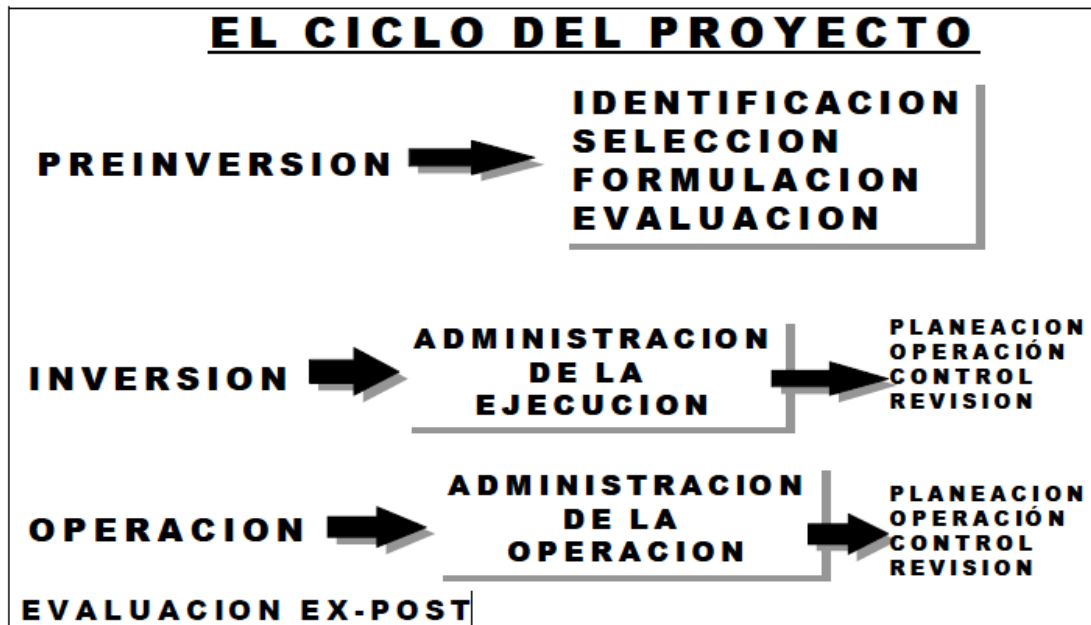
Formular un proyecto en este contexto significa, verificar los efectos económicos, técnicos, financieros, institucionales, jurídicos, ambientales, políticos y organizativos, de asignar recursos hacia el logro de unos objetivos.

Cualquier proyecto puede ser identificado inequívocamente por varias características:

- **Objetivos:** las metas a corto, mediano y largo plazo que se esperan alcanzar. Todo proyecto debe tener claramente definidos sus objetivos en términos cuantitativos y cualitativos, en forma tal que los responsables puedan utilizar instrumentos de medición para poder confrontar las metas propuestas con las realmente alcanzadas y, desde luego, aplicar correctivos en caso de desviaciones.
- Las actividades que se realizan para lograr los objetivos. Todo proyecto exige un ordenamiento de las diferentes actividades que lo componen, desde la generación de la idea hasta el momento de la puesta en marcha y operación.
- Una localización espacial y geográfica claramente establecida.
- Su ubicación temporal; deslindando en lo posible los momentos de pre inversión, ejecución, puesta en marcha y operación.
- La magnitud de los recursos para ejecutarlo y ponerlo en funcionamiento. Todo proyecto requiere recursos y por lo tanto precisa del montaje de un sistema de monitoreo y control; el seguimiento de los proyectos se impone con el fin de evitar costosas desviaciones en los recursos invertidos o demoras significativas en los tiempos, que afecta necesariamente los costos por vía de la inflación o el lucro cesante y costo de oportunidad al no iniciar a tiempo las operaciones para producción de bienes o prestación de servicios.
- Los agentes que se verían afectados por el proyecto. Todo proyecto genera beneficios y costos que afectan a grupos sociales en forma diferencial¹⁸.

Ilustración 11. El Ciclo del Proyecto.

¹⁸ MIRANDA MIRANDA, Juan José. Gestión de Proyectos : Identificación, Formulación, Evaluación Financiera – Económica – Social – Ambiental. Cuarta Edición. Bogotá. p 24 - 26.

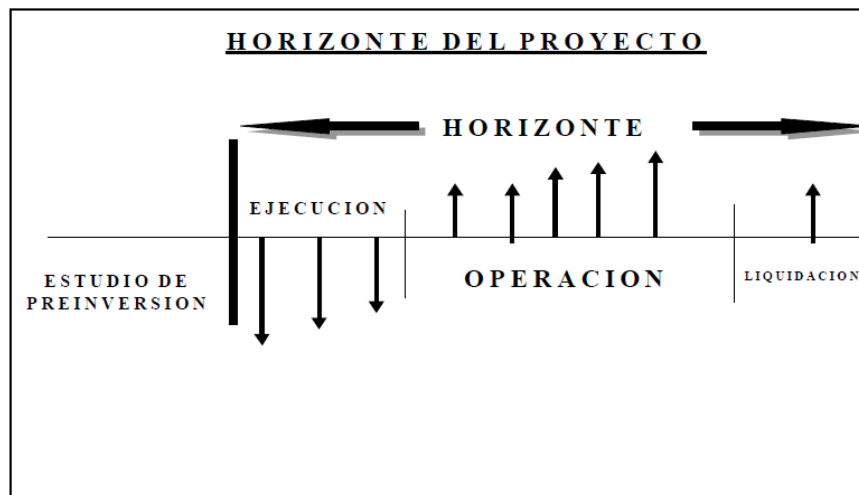


Fuente: MIRANDA MIRANDA, Juan José. Gestión de Proyectos : Identificación, Formulación, Evaluación Financiera – Económica – Social – Ambiental. Cuarta Edición. Bogotá. p 26.

Flujo de caja proyectado. Esta herramienta nos permitirá determinar el comportamiento de los Ingresos y los Egresos del Proyecto a través del tiempo.

Para el analista desde un principio es importante definir el horizonte del proyecto, esto es, el período de tiempo que va desde que se decide realizar la inversión hasta que el proyecto o empresa termina su operación y se liquida, debido a que sus propietarios ya no tienen interés o porque los objetivos financieros, económicos o sociales ya no se están alcanzando.

Ilustración 12 Horizonte de los Proyectos – Flujos de Fondos



Fuente: MIRANDA MIRANDA, Juan José. Gestión de Proyectos : Identificación, Formulación, Evaluación Financiera – Económica – Social – Ambiental. Cuarta Edición. Bogotá. p 265.

Podemos distinguir claramente tres etapas: la etapa de instalación en donde se hacen la mayor parte de las inversiones, la etapa de producción en la cual se causan los costos de operación y se generan los ingresos en caso de proyectos de inversión o los beneficios que surgen de los proyectos de conveniencia social, y finalmente la etapa en la cual se considera que el proyecto llega al final de su vida útil y se procede a su liquidación.

Vale la pena acotar que nos referimos al concepto de vida útil económica o social y no técnica, esto quiere decir que el proyecto operará durante todo el tiempo que resulte económico y conveniente hacerlo, y se liquidará cuando sea antieconómica e inconveniente su operación, aunque en ese momento las inversiones físicas puedan seguir operando.

En algunos proyectos denominados "blandos" en donde las inversiones son relativamente pequeñas, el horizonte puede extenderse a unos cuantos semestres o años (tomando como unidad de tiempo el mes); en cambio cuando se trata de proyectos "duros" que suponen grandes inversiones y altos costos de operación el horizonte debe ser amplio en el tiempo cubriendo 15, 20 o quizá más años. Se

trata de establecer a partir de los estudios de preinversión los montos y los momentos en que se sucederán los eventos financieros de salida de dinero (flechas hacia abajo) y entrada de dinero (flechas hacia arriba) ¹⁹.

Evaluación Financiera o Privada. La tarea de evaluar financieramente consiste en medir objetivamente ciertas magnitudes resultantes de la formulación del proyecto y convertirlas en cifras financieras con el fin de obtener indicadores útiles para medir su bondad. La valoración consiste entonces en asignar precios a los bienes y servicios que participan en el proyecto a manera de insumo o de producto. Los precios considerados dependen en alguna forma de la orientación con que se quiera adelantar dicha evaluación: se consideran "precios de mercado" cuando el interés de la evaluación se encamina a estimar las ventajas y desventajas desde el punto de vista de una unidad económica aislada (una empresa pública o privada, o una persona natural), y se tendrán en cuenta los "precios económicos" cuando la evaluación se hace en términos del interés de la comunidad nacional.

La evaluación supone dos grandes pasos:

- La identificación del "flujo de fondos" con base a la magnitud y cronología de los ingresos y egresos, basado en los aspectos económicos, técnicos, administrativos e institucionales, políticos y ambientales del estudio de pre inversión.

Dado que la evaluación supone identificar plenamente, medir y valorar los costos y beneficios que se pueden prever en cada una de las alternativas para alcanzar un objetivo determinado, es preciso ser lo suficientemente cuidadosos y rigurosos con relación a la identificación de los costos y beneficios pertinentes, o sea, aquellos que se deben atribuir al proyecto.

¹⁹ MIRANDA MIRANDA, Juan José. Gestión de Proyectos : Identificación, Formulación, Evaluación Financiera – Económica – Social – Ambiental. Cuarta Edición. Bogotá. p 265.

Con alguna frecuencia los analistas incluyen costos no pertinentes y omiten beneficios relevantes, lo que conduce a valoraciones falsas y en ocasiones recomendaciones claramente inconvenientes que terminan en decisiones desafortunadas.

- La aplicación de criterios de evaluación conducentes a establecer la bondad del proyecto y la posibilidad de comparar su rentabilidad con otras alternativas²⁰.

Criterios de evaluación de proyectos

- Método VPN (Valor Presente Neto): El valor presente neto corresponde a la diferencia entre el valor presente de los ingresos y el valor presente de los egresos.

Aplicando la fórmula $P = F / (1 + i)^n$ que nos permite pasar a valor presente (P) los valores futuros (F) estipulados en el flujo de caja, obtenemos resultados diversos para distintas tasas de interés.

Ilustración 13 Valor presente Neto

$VPN > 0$, recomendable

$VPN = 0$, indiferente

$VPN < 0$, no recomendable

Fuente: MIRANDA MIRANDA, Juan José. Gestión de Proyectos : Identificación, Formulación, Evaluación Financiera – Económica – Social – Ambiental. Cuarta Edición. Bogotá. p 267.

²⁰ MIRANDA MIRANDA, Juan José. Gestión de Proyectos : Identificación, Formulación, Evaluación Financiera – Económica – Social – Ambiental. Cuarta Edición. Bogotá. p 254 y 256.

- Método TIR (Tasa Interna de Retorno): Es la tasa de interés que permite obtener un Valor Presente Neto igual a 0. Dicho de otra forma es la tasa de interés que equipara el valor presente de los ingresos con el valor presente de los egresos.
- Relación Costo-Beneficio: Tal como la habíamos afirmado anteriormente la actividad económica de un país está orientada a combinar los recursos eficientemente y convertirlos en bienes y servicios que satisfagan las necesidades de la comunidad, pero dado que los recursos son limitados con relación a la magnitud de las necesidades se deberá a través de los planes y programas de desarrollo establecer tablas de priorización atendiendo criterios de crecimiento y también de equidad y bienestar, por lo tanto la tarea de los planificadores a todos los niveles es establecer la forma en que los recursos se deben utilizar con el fin de satisfacer el mayor nivel de necesidad.
Recordamos también que cada país posee cuatro tipos de recursos: en primer lugar la tierra y otros recursos naturales, la mano de obra disponible, los recursos de capital que hacen más eficiente la producción de bienes y servicios, y finalmente la capacidad empresarial (información e inteligencia) que garantiza la buena gestión y mejor aprovechamiento de los insumos puestos a disposición de cada proyecto. Dado lo anterior, podemos afirmar entonces que los "costos" del proyecto constituyen el valor de los recursos utilizados en la producción del bien o en la prestación del servicio. Los "beneficios" son entonces el valor de los bienes y servicios generados por el proyecto.
- Costo Mínimo (CM): Este criterio se suele emplear siempre que existan alternativas diferentes para prestar un servicio caracterizado por altos costos y bajos ingresos; o cuando las diferentes alternativas determinen iguales beneficios aunque estos no se puedan medir en términos financieros.

Cuando las vidas útiles de las diferentes alternativas son iguales se utiliza el criterio de costo mínimo, pero cuando las vidas útiles de esas alternativas son distintas acudimos al criterio del Costo Anual Equivalente (CAE)²¹.

5.3 MARCO LEGAL

Las siguientes son las normas que rigen el comportamiento del riesgo físico y la iluminación en Colombia:

- Decreto 1072 de 26 de Mayo de 2015 Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo

5.3.1 Resolución 180540 de Marzo 30 de 2010 Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP. Capítulo 4

Niveles de iluminación. El valor medio de iluminancia, relacionado en la siguiente tabla, debe considerarse como el objetivo de diseño y por lo tanto esta será la referencia para la medición en la recepción de un proyecto de iluminación. La tabla 410.1 muestra el rango exigible de los niveles de iluminación general y localizada exigibles. (Ver Tabla 4)

Procedimientos para la medición y el cálculo del valor promedio de iluminancia general (E_{prom})

Los procedimientos reglamentados se encuentran el Capítulo 4. Sección 490.1. (Ver Anexo C. Procedimientos RETILAP. Capítulo 4. Sección 490.1. Calculo E_{prom})

²¹ MIRANDA MIRANDA, Juan José. Gestión de Proyectos : Identificación, Formulación, Evaluación Financiera – Económica – Social – Ambiental. Cuarta Edición. Bogotá. p 266-272.

Tabla 4. Rango de niveles de iluminación exigibles - RETILAP

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	URGL	NIVELES DE ILUMINANCIA (lx)		
		Mínimo	Medio	Máximo
Oficinas				
Oficinas de tipo general, mecanografía y computación	19	300	500	750
Oficinas abiertas	19	500	750	1000
Oficinas de dibujo	16	500	750	1000
Salas de conferencia	19	300	500	750
Centros de atención médica				
<i>Salas</i>				
Iluminación general	22	50	100	150
Examen	19	200	300	500
Lectura	16	150	200	300
Circulación nocturna	22	3	5	10
<i>Salas de examen</i>				
Iluminación general	19	300	500	750
Inspección local	19	750	1000	1500
<i>Terapia intensiva</i>				
Cabecera de la cama	19	30	50	100
Observación	19	200	300	500
Estación de enfermería	19	200	300	500
<i>Salas de operación</i>				
Iluminación general	19	500	750	1000
Iluminación local	19	10000	30000	100000
<i>Salas de autopsia</i>				
Iluminación general	19	500	750	1000
Iluminación local	--	5000	10000	15000
<i>Consultorios</i>				
Iluminación general	19	300	500	750
Iluminación local	19	500	750	1000
<i>Farmacia y laboratorios</i>				
Iluminación general	19	300	400	750
Iluminación local	19	500	750	1000
Colegios y centros educativos				
<i>Salones de clase</i>				
Iluminación general	19	300	500	750
Tableros	19	300	500	750
Elaboración de planos	16	500	750	1000
<i>Salas de conferencias</i>				
Iluminación general	22	300	500	750
Tableros	19	500	750	1000
Bancos de demostración	19	500	750	1000
Laboratorios	19	300	500	750
Salas de arte	19	300	500	750
Talleres	19	300	500	750
Salas de asamblea	22	150	200	300

Fuente: Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público. Capítulo 4

6. DESARROLLO METODOLÓGICO

Las metodologías que se utilizan en cada una de las etapas del proyecto son:

6.1 ETAPA 1: DIAGNÓSTICO

6.1.1 Análisis cuantitativo de Grados de Repercusión del Riesgo Físico Iluminación en el Panorama de Factores de Riesgo Laboral (Hoy Matriz de Identificación de Peligros y Valoración de Riesgos)

Esta herramienta cuantitativa evalúa las variables número de expuestos y grado de peligrosidad que definen la repercusión del riesgo físico iluminación en la Universidad Industrial de Santander (UIS).

Se determinan los grados de repercusión de cada uno de los 96 reportes del factor de riesgo físico iluminación, se agruparon por edificio y se ordenaron de mayor a menor.

El edificio a intervenir debía entre otras variables tener el mayor grado de repercusión y el mayor número de reportes de casos de este factor de riesgo físico en el Panorama de Factores de Riesgos Laborales de la Universidad Industrial de Santander.

6.1.2 Análisis de las principales variables que describen los Riesgos Laborales en el Panorama de Factores de Riesgo Laboral

Debido a que la Facultad de Salud tiene una fuerte participación en el total de la repercusión de este riesgo físico en toda la Universidad, se determina centralizar

la atención del diagnóstico en este edificio. Entonces se realiza un análisis de las variables que describen la situación del riesgo físico en los reportes del Panorama de Factores de Riesgo Laboral.

Las variables del análisis son las siguientes:

- Fuente: condición que está generando el factor de riesgo.
- Efecto: posible efecto que el factor de riesgo puede generar a nivel de la salud del trabajador, el ambiente, el proceso, los equipos, etc.
- Número de personas expuestas al factor de riesgo
- Tiempo de exposición al factor de riesgo
- Controles existentes a nivel de la fuente que genera el factor de riesgo
- Controles existentes a nivel del medio de transmisión del factor de riesgo.
- Controles existente a nivel de la persona o receptor del factor de riesgo.

Esta herramienta debe aportar unas conclusiones para la determinación de las necesidades de intervención que este riesgo físico presenta en la actualidad.

6.1.3 Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP. Capítulo 4. Sección 490. Procedimientos para las mediciones fotométricas en iluminación interior - 490.1 Medición de iluminancia general en un espacio cerrado.

Para realizar mediciones de precisión de iluminancia general, el espacio se divide en cuadrados y la iluminancia se mide en el centro de cada cuadrado y a la altura del plano de trabajo. Para la verificación de diseños se deben usar las mismas mallas y alturas de cálculo empleadas.

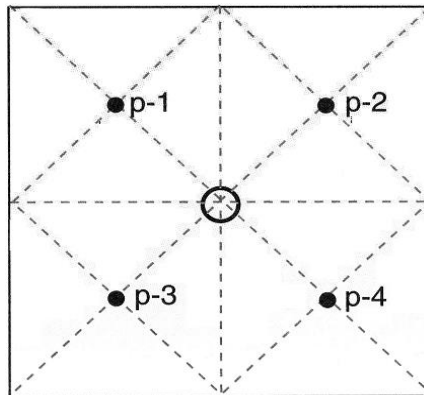
La iluminancia promedio del área total se puede obtener al promediar todas las mediciones. Para tomar las lecturas el sensor del luxómetro se debe colocar en el

plano de trabajo, si no se especifica este parámetro, se considera un plano imaginario de trabajo de 0,75 m, sobre el nivel del suelo para trabajar sentados y de 0,85 m para trabajos de pie. Esto se puede lograr por medio de un soporte portátil sobre el cual se coloca el sensor.

Los siguientes son los procedimientos exigibles para el cálculo del valor promedio de iluminancia general E_{prom} que aplicaron a las áreas internas seleccionadas:

Procedimiento b - Áreas regulares luminaria simple con localización simétrica

Ilustración 14. Medición de iluminancia - Local con una sola luminaria

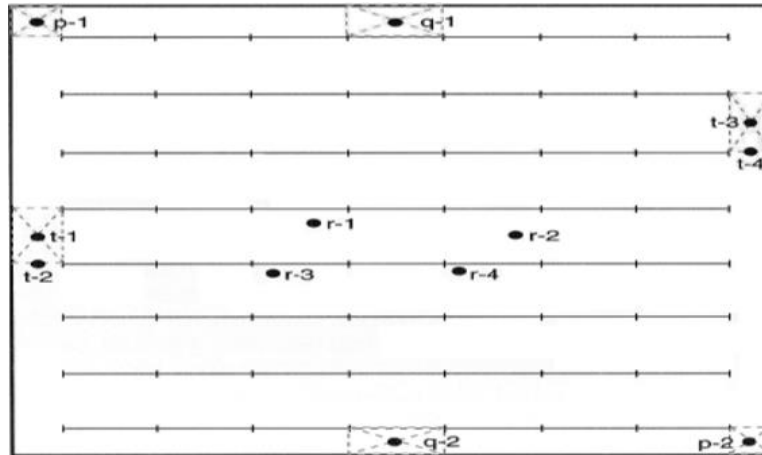


Fuente: Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público. Capítulo 4

Se toman lecturas en los puntos p-1, p-2, p-3, y p-4, en todas las cuatro cuadrículas, se promedian las cuatro lecturas. Este es el valor P de la ecuación de la iluminancia promedio del área.

Procedimiento d - Áreas regulares con luminarias de dos o más filas

Ilustración 15. Medición de iluminancia. Dos o más filas de luminarias



Fuente: Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público. Capítulo 4

1. Se toman lecturas en los puntos r-1, r-2, r-3 y r-4 localizados en el centro del área y se promedian las 4 lecturas. Este es el valor R de la ecuación iluminancia promedio.
2. Se toman lecturas en los puntos q-1, y q-2, localizadas en la mitad de cada lado del salón y entre la fila de luminarias más externa y la pared. El promedio de estas dos lecturas es el valor Q de la ecuación de la iluminancia promedio.
3. Se toman lecturas en los puntos t-1, t-2, t-3, y t-4 en cada final del salón. Se promedian las cuatro lecturas. Este es el valor T de la ecuación.
4. Se toman lecturas en los puntos p-1, p-2, en dos cuadrículas típicas de las esquinas. Se promedian las dos lecturas. Este es el valor P de la ecuación.
5. Se determina la iluminancia promedio en el área utilizando la ecuación de E_{prom} .

$$E_{prom} = \frac{RN(M - 1) + QN + T(M - 1) + P}{M(N + 1)}$$

Formatos de Recolección de datos.

Los datos obtenidos de las mediciones se deben registrar en los siguientes formatos:

- Inspección general del área o puesto de trabajo: Los datos obtenidos en esta evaluación se registran en el Formato 1.
- Medición de la iluminancia promedio general de un salón: Los datos obtenidos en esta evaluación se registran en el Formato 2.
- Medición de la iluminancia en el puesto de trabajo: Los datos obtenidos en esta evaluación se registran en el Formato 3

(Ver Anexo D. Formatos Recolección de Datos. RETILAP Cap. 4. Sección 490.1)

Cuando los niveles de iluminancia en los puestos de trabajo, se encuentran por debajo de los rangos exigidos y las condiciones de uniformidad son apropiadas, la situación inicialmente se puede solucionar mejorando la reflexión de luz de las superficies del salón (es más económico el cambio de color de superficies por unas más reflectivas). En su defecto se determinan las condiciones de mantenimiento, tanto de luminarias como de paredes, techos, pisos y superficies traslucidas, se incrementa la iluminación natural, y por último, se mejora el nivel de iluminancia, incrementando la emisión de flujo luminoso de la luminaria a través del cambio del tipo de bombilla existente por otra que emita mayor flujo luminoso.

6.2 ETAPA 2: EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

6.2.1 Software Dialux – Simulación de Sistemas de iluminación híbridos.

Esta herramienta informática de distribución y comercialización libre²², es un apoyo fundamental en la caracterización de sistemas de iluminación híbridos (luz natural y luz artificial) porque permite simular diferentes escenarios. Al ser una interfaz que conecta las condiciones de iluminación propias de cada espacio interior, con las ofertas de luminarias del mercado colombiano, es posible encontrar referencias de luminarias y diseños basados en las curvas fotométricas de cada uno de los productos ofertados.

Ventajas de usar el Software Dialux:

- Especialista en simulación de luz artificial
- Acceso a catálogos: Philips, Sylvania, Toshiba, Osram entre otros
- Permite simular luz diurna en espacios interior y externos
- Modela todo tipo de obstrucción como árboles y edificios aledaños
- Permite especificar la altitud del espacio simulado con respecto al suelo
- Posee tres tipos de cielos cubiertos: cielo cubierto, cielo despejado y cielo parcialmente nublado
- Se puede definir la longitud, latitud y zona horaria de la ubicación del local.

Para construir una fiel aproximación de la realidad lumínica encontrada se necesita alimentar el software con planos AutoCAD de cada una de las áreas internas levantados en tres dimensiones y con los resultados de la medición de los niveles de iluminación general e individual que se obtuvieron en campo.

²² Software de distribución y comercialización libre. <https://www.dial.de/es/dialux/download/>

6.2.2 Flujo de Caja Proyectado. Esta herramienta financiera permite proyectar las cantidades y el tiempo de los desembolsos de las inversiones requeridas para llevar a cabo las diferentes etapas del proyecto²³.

6.2.3 Criterios de Evaluación de Proyectos:

Relación Costo-Beneficio y Costo Mínimo

Para la evaluación financiera de las alternativas propuestas se utilizarán los criterios de costo mínimo y relación costo beneficio para que los interesados en esta propuesta tengan a su disposición diferentes opciones de inversión según su perfil inversionista²⁴.

6.3 ETAPA 3: ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

6.3.1 Criterios de Evaluación de Proyectos:

Relación Costo-Beneficio y Costo Mínimo

Los interesados en el proyecto decidirán sobre las alternativas propuestas en la etapa anterior. Podrán decidir invertir su dinero en propuestas de menor costo cuando los recursos disponibles así lo determinen, o en propuestas donde la relación costo-beneficio sea mucho más atractiva y obligue a un sacrificio de recursos en el presente para el logro del más alto beneficio en el futuro.

²³ Este concepto a aplicar fue descrito en el marco teórico del documento

²⁴ Este criterio de evaluación de proyectos fue descrito en el marco teórico del documento

7. DIAGNÓSTICO

7.1 SITUACIÓN DEL RIESGO FÍSICO ILUMINACIÓN EN LA UIS

A continuación se presenta una descripción de la situación actual del riesgo físico iluminación en la Universidad Industrial de Santander. La información fue encontrada en el Panorama de Factores de Riesgo del subproceso de Seguridad y Salud Ocupacional de la UIS.

Consideraciones iniciales

- *El 100% de los reportes que existen del riesgo físico iluminación corresponden a espacios cerrados o áreas internas. Por lo tanto se entiende a partir de ahora que los resultados y conclusiones de este proceso hacen referencia a los mismos.*
- *Las cifras estadísticas encontradas para este riesgo físico se obtuvieron a través de la metodología de identificación y valoración de riesgos de la primera edición de la Guía Técnica Colombiana GTC 45.*

7.1.1 Número de Reportes y Grado de Repercusión

En la siguiente tabla se puede identificar la presencia del riesgo físico en cada uno de los edificios que componen la universidad. Se calculan variables como el grado de repercusión, y el promedio de repercusión con fines ilustrativos y de selección.

Tabla 5. Presencia del Riesgo Físico - Áreas internas edificios UIS

Edificios	Sumatoria grado de repercusión	Número reportes	Promedio de grado de repercusión
Facultad de Salud	17.300	29	597
Biblioteca	5.250	3	1.750
Faculta de Ingeniería Físicoquímicas	4.900	6	817
Humanidades Nuevo	4.200	12	350
Camilo Torres	3.850	5	770
Bienestar Universitario	2.800	8	350
Edificio Cicelpa	2.800	2	1.400
Edificio Administrativo	2.100	7	300
La Perla	1.750	1	1.750
Escuela de Petróleos	1.600	5	320
Bucarica	1.400	3	467
INSED	1.200	4	300
Escuela de Diseño Industrial	1.050	3	350
Escuela de Lenguas	700	2	350
Mantenimiento Tecnológico	700	2	350
Ingeniería Civil	700	2	350
Facultad de Ingeniería Mecánica	350	1	350
Laboratorio Químico de Suelos	350	1	350
Total general	53.000	96	552

Fuente: Panorama de Factores de Riesgo Laboral - UIS

Se encuentra que a Septiembre del año 2015 existen en el Panorama de Factores de Riesgos Laborales de la Universidad Industrial de Santander 96 reportes de la presencia del riesgo físico iluminación, para una Sumatoria de Grado de

Repercusión de 53.000 puntos. El valor promedio del Grado de Repercusión de este riesgo físico es de 552 puntos, que lo clasifica como un riesgo laboral de BAJA REPERCUSIÓN²⁵. (Ver Tabla 5)

Se encuentra además que el edificio de la Facultad de Salud tiene la mayor presencia de este riesgo físico con un total de 29 reportes (30.2%) y una Sumatoria del Grado de Repercusión de 17300 puntos (32.64%). El valor promedio de repercusión es de 597 puntos, que lo clasifica de igual forma como un riesgo laboral de BAJA REPERCUSIÓN.

Por su alto nivel de participación se selecciona este edificio para la aplicación del diagnóstico detallado del riesgo físico y la futura aplicación de medidas de intervención.

7.2 SITUACIÓN DEL RIESGO FÍSICO ILUMINACIÓN EN LA FACULTAD DE SALUD DE LA UIS

7.2.1 Número de Reportes y Grado de Repercusión en el edificio de la Facultad de Salud.

Se encuentra que la Escuela de Medicina tiene el mayor número de reportes del riesgo físico iluminación (7 reportes), dentro de este edificio. (Ver Tabla 6)

De igual forma la Escuela de Medicina tiene la mayor sumatoria del Grado de Repercusión con 4550 puntos. (Ver Tabla 7)

²⁵ El grado de repercusión según la primera edición de la Guía Técnica Colombiana GTC 45 año 1997, es un intervalo que va desde 0 a 5000 puntos. El rango BAJO va hasta los 1500 puntos, el rango MEDIO va hasta los 3500 puntos y el rango ALTO hasta los 5000 puntos.

Tabla 6. Reportes del riesgo físico en la Facultad de Salud de la UIS

Escuela / Grupo académico	Reportes
Análisis de Muestras	2
Decanato Facultad	2
Departamento de Ciencias Básicas	4
Escuela de Enfermería	4
Escuela de Fisioterapia	1
Escuela de Medicina	7
Escuela de Nutrición	2
Instituto PROINAPSA	2
Dirección de Investigación CIE	2
Escuela de Bacteriología	3
Total general	29

Fuente: Panorama de Factores de Riesgo Laboral - UIS

Tabla 7. Grado de Repercusión áreas dentro de la Facultad de Salud UIS

Escuela / Sector Académico	Sumatoria Grado Repercusión
Análisis de Muestras	950
Decanato Facultad	650
Departamento de Ciencias Básicas	3950
Dirección de investigación CIE	600
Escuela de Bacteriología	1650
Escuela de Enfermería	2150
Escuela de Fisioterapia	1500
Escuela de Medicina	4550
Escuela de Nutrición	700
Instituto PROINAPSA	600
Total general	17300

Fuente: Panorama de Factores de Riesgo Laboral UIS

Según el Panorama de Factores de Riesgo Laboral, la Escuela de Medicina tiene la mayor presencia del riesgo físico iluminación dentro del edificio de la Facultad de Salud de la Universidad Industrial de Santander. La sigue el Departamento de Ciencias Básicas con 4 reportes y una sumatoria de 3950 puntos.

7.2.2 Fuente del Riesgo Físico Iluminación: Condición que está generando el factor de riesgo

Tabla 8. Condición que está generando el factor de riesgo

Condición que está generando el factor de riesgo	Reportes
Falta de lámparas fluorescentes	7
Falta de lámparas fluorescentes y no adecuadas al sitio de trabajo.	5
Iluminación deficiente por falta de lámparas fluorescentes	1
iluminación deficiente por luminarias en mal estado	2
Lámpara fluorescente muy próxima a la cara del operario	1
Uso continuo del computador y reflejos de luz natural en el monitor del computador. Inadecuada ubicación con respecto a fuentes de luz natural o artificial	12
Uso de microscopio de Fluorescencia y transiluminador con tapa de filtro defectuosa	1
Total general	29

Fuente: Panorama de Factores de Riesgo Laboral UIS

Se evidencia que la mayor condición generadora del factor de riesgo físico proviene de los sistemas de iluminación artificial. Ya sea por la ausencia de luminarias o por la mala distribución y/o ubicación de estas. Los sistemas de iluminación artificial están generando iluminación deficiente o excesiva en 16 (55%) de los 29 reportes existentes.

Por otro lado la incidencia de la luz natural en los puestos de trabajo ocasiona deslumbramiento molesto o perturbador en 12 (41,4%) de los 29 reportes existentes.

7.2.3 Posible efecto que el factor de riesgo puede generar.

Se analizan los datos sobre los posibles efectos que el factor de riesgo físico iluminación puede generar a nivel de la salud del trabajador, el ambiente, el proceso, los equipos, etc.

Tabla 9. Posibles efectos factor del riesgo físico - Facultad de Salud UIS

Posible efecto que el factor de riesgo puede generar a nivel de la salud del trabajador, el ambiente, el proceso, los equipos, etc.	Efectos Esperados
Fatiga visual, disconfort laboral, alteraciones del clima ocupacional.	1
Fatiga visual, estrés y disconfort laboral, alteraciones del clima ocupacional. Alteraciones visuales	1
Fatiga visual, pérdida progresiva de la visión y riesgo de accidentes.	15
Fatiga visual, pérdida progresiva de la visión, cefalea, disconfort laboral, astenopia.	12
Total general	29

Fuente: Panorama de Factores de Riesgo Laboral UIS

Se encuentra que los posibles efectos que se pueden derivar de este factor de riesgo son principalmente la fatiga visual, la pérdida progresiva de la visión, el disconfort laboral y la ocurrencia de accidentes laborales.

Se recomienda en un proceso de intervención del riesgo físico iluminación, acciones para medir y reducir este tipo de efectos o consecuencias.

7.2.4 Métodos de Control Recomendados

Tabla 10. Controles recomendados riesgo físico - Facultad de Salud UIS

Métodos de control recomendados iluminación - Facultad de salud	Reportes
Adaptación permanente de filtro protector de pantalla al monitor, pausas laborales, monitoreo ambiental y biológico, implementación del programa de vigilancia epidemiológica en salud visual. Ubicar vdt ²⁶ perpendicular a fuentes de luz natural o artificial.	3
Adaptación permanente de filtro protector de pantalla al monitor, pausas laborales, monitoreo ambiental y biológico. Ubicar monitor de forma perpendicular a fuentes de luz natural o artificial.	1
Adaptación permanente de filtro protector de pantalla al monitor, pausas laborales, monitoreo ambiental y biológico. Ubicar teclado y mouse al mismo nivel, ubicar vdt perpendicular a fuentes de luz natural, o artificial.	1
Instalar lámparas fluorescentes al mismo sentido del puesto de trabajo y a una distancia especial. S.V.E visual, monitoreo biológico.	1
Instalar lámparas fluorescentes y realizar el mantenimiento periódico. Adaptar lámparas acordes a la necesidad del sitio de trabajo	11
Realizar cambio de luminarias en mal estado ubicar luminarias con respecto a la distribución de los puestos de trabajo	2
Realizar mantenimiento y reemplazo de partes del equipo que se encuentren en malas condiciones, utilización de los elementos de protección personal.	1
Ubica vdt de forma perpendicular a fuentes de luz natural o artificial. Realización de exámenes periódicos visimetrías	1
Ubicar luminarias de manera perpendicular a vdt. Realizar mantenimiento periódico y correctivo en luminarias	1
Ubicar monitor de forma perpendicular a fuentes de luz natural o artificial, realizar mediciones de iluminación.	2
Ubicar monitor de forma perpendicular a fuentes de luz natural o artificial. Realizar visimetrías dentro de los exámenes periódicos	3
Ubicar vdt de forma perpendicular a las fuentes de luz natural o artificial. Realizar exámenes periódicos visimetrías. Cambio de luminarias en mal estado. Ubicar luminarias teniendo en cuenta la ubicación de los puestos de trabajo.	1
Sin reporte	1
Total Reportes	29

Fuente: Panorama de Factores de Riesgo Laboral- UIS

²⁶ Pantalla de visualización de datos del computador

Se encuentra un gran número de recomendaciones relacionadas con la mejora de las condiciones de iluminación general y localizada que existen en los espacios cerrados (Sustitución, reubicación, y mantenimiento y reparación de luminarias).

También pero en menor proporción, se recomiendan controles en la fuente o en el medio para el caso de la incidencia de la luz natural que genera deslumbramiento.

Aparecen en menor proporción la recomendación de pausas laborales, visiómetrias periódicas, monitoreo ambiental y biológico y la implementación de un programa de vigilancia epidemiológica en salud visual. (Ver Tabla 9)

Se concluye que la propuesta de intervención que se va a realizar en las áreas seleccionadas, debe contemplar una intervención sustancial de los sistemas de iluminación artificial y un control al deslumbramiento producido por la luz natural en algunas zonas específicas de los sitios de trabajo.

7.2.5 Métodos de control instalados

Tabla 11. Controles instalados Riesgo Físico - Facultad de Salud - UIS

	Reportes
Computador con filtro protector	2
Ninguno	27
Total general	29

Fuente: Panorama de Factores de Riesgo Laboral UIS

Existen 2 reportes donde se evidencia la instalación de métodos de control. Ambos corresponden a la aplicación de filtro protector en la pantalla del computador. En los otros 27 reportes no hay evidencias al respecto.

Si bien es cierto que el grado de repercusión promedio de este riesgo físico en la Universidad lo clasifica como un riesgo laboral de baja repercusión, también lo es que esta misma condición ha sido la causante de la ausencia de medidas de control y mitigación durante mucho tiempo.

No se reportan en los últimos ocho años, planes o iniciativas sustanciales para controlar y mitigar sus efectos o consecuencias.

7.2.6 Reporte del riesgo físico iluminación en la Escuela de Medicina.

Los siguientes son los datos de número de reportes de la presencia del riesgo físico iluminación y grados de repercusión, al interior de la Escuela de Medicina de la UIS:

Tabla 12. Reportes del riesgo - Escuela de Medicina de la UIS

Escuela de Medicina – Espacios Cerrados	Reportes
Medicina interna secretaria	1
Patología administrativos	1
Pediatría Secretaria	1
Salud Pública administrativo	1
Secretaria	1
Todo el personal de la E.M.	1
Todo el personal de la Revista Salud UIS	1

Fuente: Panorama de Factores de Riesgo Laboral UIS

Tabla 13. Grado de Repercusión en la Escuela de Medicina de la UIS

Escuela de Medicina – Espacios Cerrados	Grado Repercusión
Medicina interna secretaria	300
Patología administrativos	300
Pediatría Secretaria	350
Salud Pública administrativo	300
Secretaria	300
Todo el personal de la E.M.	1250
Todo el personal de la Revista Salud UIS	1750

Fuente: Panorama de Factores de Riesgo Laboral UIS

Los resultados encontrados muestran que la repercusión del riesgo físico iluminación está presente en todo el personal de la Escuela de Medicina.

Este diagnóstico encuentra hasta el momento que la Escuela de Medicina es un sitio representativo para el propósito de realizar un proyecto de intervención del riesgo físico iluminación dentro de la Universidad Industrial de Santander, debido a que concentra el mayor número de reportes y la mayor puntuación en el grado de repercusión. También concluye que no hay un área específica donde se concentre este riesgo físico y su presencia afecta a todo el personal de la Escuela.

7.2.7 La repercusión de las malas condiciones de iluminación en instituciones de enseñanza.

El Grado de Repercusión de los 96 reportes del factor de riesgo físico iluminación encontrados en la Universidad Industrial de Santander depende del número de trabajadores expuestos. No puede ser de otra forma, se trata de riesgos laborales. Sin embargo se advierte que en casi el 80% (23 de 29 reportes de riesgo) del edificio de la Facultad de Salud y en un 100% (7 de 7 reportes) de la Escuela de

Medicina, hay presencia y a veces significativa de estudiantes como es el caso de los laboratorios, el anfiteatro, y las oficinas de atención al estudiante.

Qué sucede si se aborda el problema de la mala iluminación en áreas internas desde dos perspectivas diferentes?; la primera desde la identificación de peligros y valoración de riesgos de la seguridad y la salud en el trabajo, y la segunda desde la evaluación de las condiciones internas de iluminación de la Ingeniería Eléctrica y su reglamentación técnica.

Este es el caso de algunas áreas internas como los laboratorios de la Escuela o las áreas internas del anfiteatro donde acuden diariamente personal médico, empleados administrativos, profesores y estudiantes.

Un ejemplo para ilustrar

Para determinar la repercusión de un área donde acuden 2 empleados administrativos por 8 horas al día, 4 profesores y un promedio de 90 estudiantes por espacio de 2 horas diarias, aplicando los dos criterios obtendríamos los siguientes resultados de exposición:

- Criterio de la Identificación de Peligros y Valoración de Riesgos

Exposición: $2 \text{ empleados administrativos} \times 8 \text{ horas/día} + 4 \text{ profesores} \times 2 \text{ horas/día} = 24 \text{ horas de exposición} = 3 \text{ expuestos/día}$. (Jornada Laboral = 8 horas).

- Criterio evaluación de las condiciones internas de iluminación de la Ingeniería Eléctrica y su reglamentación técnica.

Exposición: 2 empleados administrativos x 8 horas/día + 4 profesores x 2 horas/día + 90 estudiantes x 2 horas/día = 204 horas = 26 expuestos/día (Jornada Laboral = 8 horas)

Con estos dos valores de exposición muy diferentes entre sí se obtendrían grados de repercusión diferentes.

El marco legal de la iluminación en Colombia determina que la repercusión de la mala iluminación depende de las condiciones internas y no del tipo de usuarios que las frecuentan. La diferencia que existe entre estas dos perspectivas explica *el bajo grado de repercusión del riesgo físico iluminación en espacios de alta concurrencia en la Universidad Industrial de Santander.*

En consecuencia si se incluyera a los estudiantes en el número de expuestos a estas condiciones generadoras de riesgo físico en el Panorama de Factores de Riesgo Laboral, el promedio de su Grado de Repercusión aumentaría.

También quedan por fuera de las repercusiones de las malas condiciones de iluminación los espacios cerrados que no han sido considerados por la poca permanencia de trabajadores como los salones de clase.

¿Cómo no considerar importante un riesgo físico como la iluminación donde la agudeza visual es un factor fundamental de los procesos misionales que desarrollan las instituciones educativas?

La Universidad Industrial de Santander es una institución pública de educación superior. Los servicios que ofrece se reciben en un alto porcentaje a través del sentido de la visión.

Una eventual propuesta de intervención de este riesgo físico debe redefinir el criterio de exposición en el cálculo de la repercusión de este riesgo físico para este

tipo particular de empresas donde los trabajadores interactúan permanentemente con sus clientes.

7.3 CRITERIOS DE APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE ILUMINACIÓN

Para la etapa de diagnóstico de condiciones de iluminancia general y localizada se busca la mayor aplicación de los conocimientos teóricos y prácticos de los procesos de evaluación de condiciones de iluminación.

Es por eso que se tienen en cuenta dos criterios adicionales para la selección de áreas internas representativas en la Escuela de Medicina.

7.3.1 Variedad en el tipo de actividades desarrolladas

Se busca que las áreas internas en su conjunto tengan varios tipos de actividades laborales desarrolladas.

Una oficina administrativa, un área de trabajo médico especializado con diferentes procesos y actividades como lo es la sala general y la sala de preparación de cadáveres del anfiteatro, y un área de enseñanza además con una concurrencia o exposición alta de este riesgo físico, reunidos todos en un mismo sector del edificio de la facultad de salud ofrecen variedad para la mayor aplicabilidad de los conocimientos de iluminación.

7.3.2 Áreas internas con sistemas de iluminación híbridos

También se busca que el proyecto de intervención del riesgo físico contemplara áreas internas con sistemas de iluminación híbrido (luz natural y artificial). El área general del anfiteatro y las oficinas administrativas de la Escuela de Medicina de la UIS en su conjunto son afectadas sustancialmente por la luz natural y la luz artificial. En consecuencia tanto el diagnóstico de condiciones de iluminación,

como el proceso de evaluación de alternativas de solución demandarán un mayor grado de aplicación de la teoría de la iluminación.

7.4 ÁREAS SELECCIONADAS PARA LA INTERVENCIÓN DEL RIESGO FÍSICO ILUMINACIÓN

Después de analizar la situación actual del riesgo físico iluminación en la Universidad Industrial de Santander, y de considerar algunos criterios de significancia académica de los procesos de evaluación de condiciones de iluminación, se seleccionan las siguientes áreas internas de la Escuela de Medicina de la UIS para la aplicación del proceso de intervención de este riesgo físico:

- Sala General de Práctica Estudiantes del Anfiteatro
- Nave 1 de la Sala de Preparación de Cadáveres del Anfiteatro. Área de mesones y procesos de preparación
- Nave 2 de la Sala de Preparación de Cadáveres del Anfiteatro. Área de Estanques de Formol
- Salón de Clases del Anfiteatro
- Oficina del Coordinador del Anfiteatro
- Oficina de la secretaria de la Escuela de Medicina de la UIS
- Oficina del Director de la Escuela de Medicina de la UIS

7.5 DIAGNÓSTICO DE CONDICIONES DE ILUMINACIÓN DE ÁREAS INTERNAS

A continuación se presenta un diagnóstico de las condiciones de iluminación de las 7 áreas que fueron seleccionadas para ser intervenidas. Sus dimensiones generales son las siguientes:

Tabla 14. Áreas de estudio - Dimensiones generales

Área Interna	Largo (m)	Ancho (m)	Altura Salón (m)	Área (m2)
Anfiteatro - Sala de Práctica Estudiantes	14,79	9,6	3,2	141,98
Anfiteatro - Sala de Preparación Nave 1 de 2 (Mesones)	7,55	5,35	3,235	40,39
Anfiteatro - Sala de Preparación Nave 2 de 2 (Piscinas de Formol)	6,19	5,42	2,05	33,55
Anfiteatro - Salón de Clase	7,29	7,75	3,25	56,50
Anfiteatro - Oficina del Coordinador de Anfiteatro	5,85	2,91	3,23	17,02
Escuela de Medicina - Oficina Administrativa Secretaria de Escuela	3,325	3	2,835	9,98
Escuela de Medicina - Oficina Administrativa Director	3,56	3,24	2,835	11,53
Total				311

Se analizan entonces 311 m² de área en la Escuela de Medicina de la UIS, donde el 69% corresponde al anfiteatro y el 21% a oficinas administrativas.

El equipo de medición utilizado fue el Luxómetro Extech Instruments Modelo HD 450 de la Escuela de Ingeniería Industrial de la UIS, con certificado de calibración No. 3982 expedido por el laboratorio Electrónica Especializada Ltda. (Ver Anexo B. Certificado de Calibración Luxómetro)

Los procedimientos de medición utilizados son los estipulados en la Sección 490.1: Procedimientos para las mediciones fotométricas en iluminación interior, del Capítulo 4 del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público

RETILAP. (Anexo C. Procedimientos RETILAP. Capítulo 4. Sección 490.1. Calculo Eprom)

Los formatos de recolección de datos utilizados fueron el No. 1 Inspección General del Área de Trabajo, el No. 2 Medidas de Iluminancia General del y el No. 3 Medidas de Iluminancia en los puestos de trabajo del Capítulo 4 del mismo Reglamento. (Anexo D. Formatos recolección de datos RETILAP Cap 4. Secc 490.1)

Los niveles de iluminancia encontrados, fueron comparados con el valor medio del rango exigible para diferentes áreas y actividades laborales de la Tabla 410.1 del Capítulo 4 del RETILAP, obteniendo los siguientes resultados:

7.5.1 Sala General de Práctica Estudiantes del Anfiteatro

Método de alumbrado encontrado

A pesar de que en ésta área existen varios tipos de actividades laborales entre ellas las que se realizan en los 13 mesones de disección y otros puntos de trabajo como el tablero y los lavamanos que requieren diferentes niveles de iluminación, solo cuenta con un método de alumbrado. En ésta área solo existe alumbrado general.

Fotografía 1. Sala General Anfiteatro



Iluminación general

Esta sala donde se realizan a diario el laboratorio de morfología para los diferentes carreras de la Facultad de Salud, tiene un valor promedio de iluminancia general E_{prom} que está 231 luxes por debajo del valor medio del rango exigible (750 lx) que aplica a los niveles de *iluminación general* que deben tener las salas de autopsia (Ver Tabla 14).

Iluminación individual

Sin embargo la mayor necesidad de esta área interna es elevar el nivel de iluminación individual en cada uno de los 12 mesones de disección de los cuerpos cadavéricos; los 519 luxes de iluminancia están muy por debajo de las necesidades de iluminación local o individual propias de este tipo de actividades²⁷. (Ver Anexo E. Planos Arquitectónicos y Niveles Iluminación – Áreas internas).

²⁷ RETILAP – Capítulo 4. Tabla 410.1 - Salas de autopsia. Rango Exigible Nivel de Iluminancia (5000lx-15000lx). Valor medio de diseño 10.000 lx.

Tabla 15. Iluminancia general e individual Sala General Anfiteatro

Punto de medida	Método de alumbrado (G=General, L= Localizada, I= Individual)	Nivel actual (lx)	Parámetro legal (lx)	Diferencia (N.A - P.L.)	Conclusión / Necesidad	F.U	Conclusión F.U (U= Uniforme, NU= No Uniforme)
Eprom	G	519	750	-231	Deficiente	N.A	N.A
Lavamanos 1	I	750	750	0	Adecuado	0,69	U
Lavamanos 2	I	800	750	50	Adecuado.	0,65	N.U
Lavamanos 3	I	502	750	-248	Deficiente.	0,97	U
Lavamanos 4	I	325	750	-425	Deficiente.	0,63	U
Tablero	I	430	750	-320	Adecuado	0,71	U
Mesón 1	I	480	10000	-9520	Deficiente	0,92	U
Mesón 2	I	120	10000	-9880	Deficiente	0,23	N.U
Mesón 3	I	615	10000	-9385	Deficiente	0,84	U
Mesón 4	I	261	10000	-9739	Deficiente	0,50	N.U
Mesón 5	I	632	10000	-9368	Deficiente	0,82	U
Mesón 6	I	450	10000	-9550	Deficiente	0,87	U
Mesón 7	I	665	10000	-9335	Deficiente	0,78	U
Mesón 8	I	594	10000	-9406	Deficiente	0,87	U
Mesón 9	I	600	10000	-9400	Deficiente	0,87	U
Mesón 10	I	630	10000	-9370	Deficiente	0,82	U
Mesón 11	I	548	10000	-9452	Deficiente	0,95	U
Mesón 12	I	580	10000	-9420	Deficiente	0,89	U
Mesón 13	I	342	10000	-9658	Deficiente	0,66	U

Para percibir la forma, el relieve y la textura de los cuerpos cadavéricos debe existir un equilibrio de luz difusa y direccional; lo anterior debido a que una iluminación demasiado difusa y además insuficiente como la que existe, reduce los contrastes de luces y sombras, empeorando la percepción de los objetos en sus tres dimensiones.

Debido a esta condición se presentan quejas de los estudiantes del laboratorio en todos los horarios del día, que dicen tener dificultad para Identificar rápidamente

algunas estructuras morfológicas. La falta de iluminación individual los ha llevado incluso a pincharse los dedos en reiteradas ocasiones al confundir los objetivos visuales. El contraste de brillo entre las diferentes partes del cuerpo cadavérico es muy bajo, los colores a simple vista parecieran ser los mismos y es allí donde se necesitan altos niveles de iluminación para mejorar la apreciación.

Fotografía 2. Mesones de disección. Salón general Anfiteatro



Esta es la necesidad crítica de iluminación individual del proyecto, es decir la responsable de más del 80% del desfase entre las condiciones actuales y las que exigen la ley colombiana.

Uniformidad

Existe uniformidad de la iluminación general en este salón salvo en la zona de los mesones 2 y 4 donde las luminarias no funcionan y en el lavamanos número 2. Este salón no tiene problemas de cambios bruscos de los niveles de iluminación que perjudiquen la visión de los estudiantes, profesores y trabajadores.

IRC

Una variable importante en este tipo de espacios internos es el índice de reproducción cromática que debe aproximarse lo mejor posible al 100% de la luz natural. Los estudiantes y profesores necesitan apreciar los colores reales de los órganos y las estructuras morfológicas que solo se logran con la luz natural.

Ilustración 16. Lámpara instalada. Salón general y Preparación Cadáveres

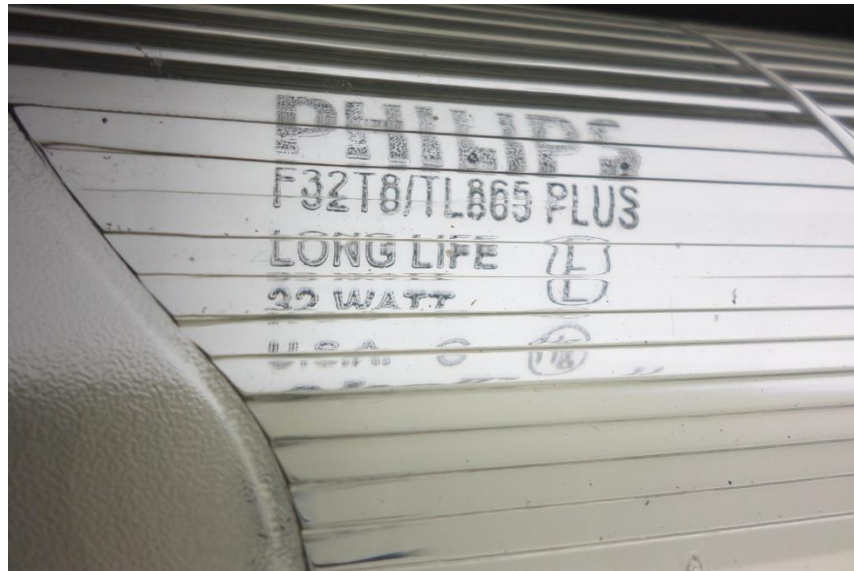


Características generales

I2NC	Descripción	Unidad de Empaque	Potencia (w)	Base	Bulbo	Flujo Luminoso (lm) Intensidad Luminosa (cd)	Eficacia Luminosa (Lm/W)	Vida Nominal (Horas)	Índice de Reproducción de color	Temperatura de color (K)	Contenido de Mercurio (mg)
927850083004	F17T8/TL830/ALTO Plus	30	17	Medium Bi-Pin	T8	1.310	77	24.000	85%	3.000	1,7
927850084102	F17T8/TL841/ALTO Plus	30	17	Medium Bi-Pin	T8	1.310	77	24.000	85%	4.100	1,7
927850186502	F17T8/L865/ALTO Plus	30	17	Medium Bi-Pin	T8	1.235	73	30.000	82%	6.500	1,7
927869783009	F32T8/TL830/ALTO Plus	30	32	Medium Bi-Pin	T8	2.710	85	24.000	85%	3.000	1,7
927869784105	F32T8/TL841/ALTO Plus	30	32	Medium Bi-Pin	T8	2.710	85	24.000	85%	4.100	1,7
927852086510	F32T8/TL865/ALTO Plus	30	32	Medium Bi-Pin	T8	2.610	82	30.000	82%	6.500	1,7

Fuente: Sitio web Philips. http://www.lighting.philips.com/main/prof/lamps/fluorescent-lamps-and-starters/tl-d/t8-plus/927852086510_NA/product

Fotografía 3. Lámpara instalada. Salón General y Preparación Cadáveres



Las bombillas o lámparas de las luminarias existentes son fluorescentes de marca Philips y de referencia F32T8/TL865 Alto Plus 32 WATT en Luminaria hermética Ibiza. Su temperatura de color es de 6500K y su IRC es *bueno* según las especificaciones del fabricante con respecto a este tipo de lámparas (82%). Aun cuando el rendimiento cromático es bueno, la apreciación de estructuras anatómicas demanda un nivel óptimo.

Consideraciones constructivas

El futuro anfiteatro de la Universidad Industrial de Santander debe estar ubicado y construido de tal manera que maximice el aprovechamiento de la luz natural de la bóveda celeste. Los ahorros energéticos y los índices de reproducción cromáticas serían los grandes beneficios en la fase de operación de un proyecto con este tipo de consideración.

7.5.2 Nave 1 Sala de Preparación de Cadáveres del Anfiteatro

Fotografía 4. Sala Preparación Cadáveres Nave 1



Método de alumbrado encontrado

Esta sala de preparación de cuerpos cadavéricos tiene varias zonas de trabajo que entre otras se destacan: 2 mesones de disección, un área para la sierra de corte y el área de almacenamiento de órganos. Sin embargo y a pesar de que estas actividades demandan varios niveles de iluminación, solo se encuentra el método de alumbrado general.

Iluminación general

Este salón requiere de un nivel de iluminación general promedio de 750 luxes pues es el que demandan espacios internos clasificados como salas de autopsia. Se requiere elevar entonces en 258 lx el valor promedio de iluminancia Eprom. A pesar de que sus luminarias tienen las mismas especificaciones del salón general del anfiteatro; estando estas a una altura menor (2,53 m) los niveles de

iluminación general obtenidos son un poco más bajos (492 lx). Esto es debido a que esta área tiene una menor incidencia de la luz natural y una menor cantidad de luminarias que reduce las ganancias residuales de iluminación.

Iluminación individual

No existe este tipo de iluminación en zonas de trabajo como los 2 mesones de disección de cuerpos cadavéricos (que necesitan 10.000 luxes de iluminación local) y la sierra de corte (750 lx).

Tabla 16. Iluminancia general e individual. Sala Preparación Cadáveres Nave 1

Punto de medida	Tipo de Medición (G=General, L= Localizada)	Nivel actual (lx)	Parámetro legal (lx)	Diferencia (N.A - P.L.)	Conclusión / Necesidad	F.U	Conclusión F.U (U= Uniforme, NU= No Uniforme)
Eprom	G	492	750	-258	Deficiente	N.A	
Ducha lava ojos	L	275	750	-475	Deficiente	0,56	N.U
Lavamanos	L	260	750	-490	Deficiente	0,53	N.U
Sierra de corte	L	150	750	-600	Deficiente / Peligro Alto Manifiesto. Sombra en el punto de corte.	0,30	N.U
Nevera	L	180	750	-570	Deficiente	0,37	N.U
Repisa Izquierda	L	230	750	-520	Deficiente	0,47	N.U
Repisa Centro	L	190	750	-560	Deficiente	0,39	N.U
Repisa Derecha	L	215	750	-535	Deficiente	0,44	N.U
Mesón izquierdo (Ver plano)	L	647	10000	-9353	Deficiente	0,76	U
Mesón derecho (Ver plano)	L	562	10000	-9438	Deficiente	0,88	U

Uniformidad

No existe uniformidad en la iluminación general. Las áreas distantes al rectángulo imaginario en el que se enmarca la distribución de las actuales luminarias tienen niveles de iluminación bajos. Solo hay uniformidad en la zona de los mesones de disección que coinciden con la ubicación de las 8 luminarias instaladas. (Ver Anexo E. Planos Arquitectónicos y Niveles Iluminación – Áreas internas).

IRC

El índice de reproducción cromática es bueno ya que el tipo de luminaria es el mismo que está instalado en el salón general del anfiteatro. Sin embargo se requiere elevarlo al nivel óptimo.

7.5.3 Nave 2 Sala de Preparación de Cadáveres del Anfiteatro

Fotografía 5. Sala de Preparación Cadáveres Nave 2



Método de alumbrado

La nave 2 de la sala de preparación de cadáveres está al lado izquierdo de la nave 1, separadas solamente por un muro y conectadas por un pasillo. Tiene 2 piscinas donde se sumergen en una solución de formaldehído, alcohol, y otras sustancias los cuerpos cadavéricos que finalmente se destinan a los procesos de enseñanza práctica de anatomía macroscópica y de investigación académica. Su método de alumbrado es de tipo general.

Iluminación general y Uniformidad

El principal problema de esta área es la falta de uniformidad de la iluminación general. Es decir que existen zonas de baja iluminación y zonas de excesiva iluminación en el salón. Al promediar se obtiene un valor Eprom muy cercano al valor medio del rango exigible, pero este valor es impensable de aceptar con un nivel tan bajo de uniformidad. Por lo tanto esta iluminación general se califica como deficiente y excesiva a la vez. El literal b de la sección 410 del Capítulo 4 del RETILAP define los contrastes altos de la mala distribución de las luminarias como causantes de fatiga visual.

Iluminación Individual

Se requiere este tipo de iluminación pero solo cuando se necesite trabajar en las piscinas de formol.

IRC

El índice de reproducción cromática es bueno ya que el tipo de luminaria es el mismo que está instalado en los dos salones anteriores. No se requiere elevar su nivel a óptimo pues en ésta área un IRC bueno es suficiente debido a que es una zona de almacenamiento donde no se requiere analizar tejidos.

Tabla 17. Iluminancia general e individual – Preparación Cadáveres Nave 2

Punto de medida	Tipo de Medición (G=General, L= Localizada)	Nivel actual (lx)	Parámetro legal (lx)	Diferencia (N.A - P.L.)	Conclusión / Necesidad	F.U	Conclusión F.U (U= Uniforme, NU= No Uniforme)
Eprom	G	398	400	-2	Deficiente y Excesivo. El Eprom se descarta por falta de uniformidad.	N.A	N.A
Piscina 1	I	67	750	-683	Deficiente	0,17	N.U
Piscina 2	I	630	750	-120	Adecuado	0,63	N.U
Pasillo principal frente Piscina 1	G	270	400	-130	Deficiente	0,68	U
Pasillo principal frente entre Piscina 1 y 2	G	760	400	360	Excesivo. Deslumbramiento molesto	0,52	N.U
Pasillo principal frente Piscina 2	G	665	400	265	Excesivo. Deslumbramiento molesto	0,60	N.U

7.5.4 Salón de Clases del Anfiteatro.

Se encuentra dentro del anfiteatro y se usa de lunes a viernes en diferentes horarios que van desde las 6 de la mañana hasta las 7 de la noche. La capacidad es de 40 estudiantes y corresponde a la tipología de un salón normal de clase de cualquier institución educativa. Por estar en el primer piso de la edificación y rodeado por los dos costados de altos edificios, se sabe resguardar de la incidencia directa de la luz natural, que llega solo a través de reflejos.

Método de alumbrado

Este es un espacio interior con un solo tipo de alumbrado, el general. No existe la necesidad de establecer un alumbrado local e individual.

Iluminación general

En este salón de clases se encontró un valor promedio de iluminancia general (347 lx) por debajo del nivel exigible (500 lx). Tiene instalado 6 luminarias tipo T8 2x32W en un arreglo de 2 filas x 3 luminarias.

Este salón fue construido para hacer un buen aprovechamiento de la luz natural a través de unas ventanas o claraboyas cuadradas de 84 cm de lado que se encuentran a más de 2.1 metros de altura en los muros de los costados laterales del salón. Sin embargo estas condiciones fueron modificadas. Se pintaron las ventanas según los trabajadores del anfiteatro para oscurecer el salón y permitir la proyección de material audiovisual para los fines académicos de algunos profesores.

Fotografía 6. Apantallamiento Salón de Clase Anfiteatro



Deslumbramiento molesto y perturbador

Los profesores y los alumnos comparten la idea de desarrollar la clase con la puerta abierta creyendo que de esta forma se obtiene un mejor aprovechamiento de la luz natural y un mayor nivel de iluminación en el salón. Esta práctica es además de errónea, nociva para la salud visual pues los rayos de luz que entran por la puerta siguen una línea horizontal que se proyecta sobre el plano perpendicular de la cara de los estudiantes. Este tipo de incidencia de la luz natural es nociva para los ojos porque produce deslumbramiento molesto o perturbador de acuerdo a la distancia a la que se esté de la puerta. Esta acción repetida inconscientemente desgasta la visión silenciosamente. Es de recordar que las fuentes de iluminación no deben estar en el campo visual del ojo, y en lo posible siempre de espaldas al trabajador o expuesto.

Fotografía 7. Salón de clase Anfiteatro. Deslumbramiento



Tabla 18. Iluminancia general – Salón de clases

Punto de medida	Tipo de Medición (G=General, L= Localizada)	Nivel actual (lx)	Parámetro legal (lx)	Diferencia (N.A - P.L.)	Conclusión / Necesidad	F.U	Conclusión F.U (U= Uniforme, NU= No Uniforme)
Iluminancia promedio del área (Eprom)	G	347	500	-153	Deficiente. Dispersión alta de datos. Aumentar uniformidad	N.A	N.A
P1 Pupitres (Ver plano)	G	335	500	-165	Deficiente	0,97	U
P2 Pupitres (Ver plano)	G	340	500	-160	Deficiente	0,98	U
P3 Pupitres (Ver plano)	G	345	500	-155	Deficiente	0,99	U
P4 Pupitres (Ver plano)	G	340	500	-160	Deficiente	0,98	U
P5 Pupitres (Ver plano)	G	350	500	-150	Deficiente	0,99	U
P6 Pupitres (Ver plano)	G	355	500	-145	Deficiente	0,98	U
P7 Tablero (Ver plano)	G	327	500	-173	Deficiente	0,94	U
P8 Pupitres (Ver plano)	G	383	500	-117	Deficiente	0,91	U
P9 Pupitres Zona Puerta (Ver plano) (De 9 a.m. a 3 p.m.)	G	696	500	196	Excesivo. Deslumbramiento molesto	0,50	N.U
P10 Pupitres (Ver plano)	G	354	500	-146	Deficiente.	0,98	U

7.5.5 Oficina del Coordinador del Anfiteatro

Fotografía 8. Oficina del Coordinador. Anfiteatro



En este salón se realiza el trabajo administrativo del anfiteatro. Es el espacio que ocupa el técnico supervisor y el auxiliar de laboratorio.

Tabla 19. Iluminancia general e individual – Oficina del Coordinador

Punto de medida	Tipo de Medición (G=General, L= Localizada)	Nivel actual (lx)	Parámetro legal (lx)	Diferencia (N.A - P.L.)	Conclusión / Necesidad	F.U	Conclusión F.U (U= Uniforme, NU= No Uniforme)
Eprom	G	508	500	8	Deficiente. Aunque su Eprom está bien, existe una sensación adormecedora.	N.A	N.A
Escritorio Coordinador - Computador	L	438	500	-62	Adecuado. Mejorar colorimetría.	0,86	U
Escritorio Coordinador - Mesa de Trabajo	L	438	500	-62	Adecuado. Mejorar colorimetría.	0,86	U
Escritorio auxiliar para profesores	L	506	500	6	Adecuado. Mejorar colorimetría.	1,00	U

Iluminancia general

Los niveles de iluminación general cumplen los valores exigibles para el tipo de oficina cerrada (500 lx). Tiene instalada dos luminarias tipo T12 2x59W a 3.20m de altura.

Colores, texturas y reflectancias de superficies (techo, paredes y piso)

A pesar de que existen niveles adecuados de iluminación, existe una sensación de adormecimiento inmediatamente se entra al lugar.

La depreciación de las luminarias y el salón, causado por la acumulación de mugre sobre lámparas, luminarias y superficies del salón, y la cantidad de muebles en tan poco espacio, crean un ambiente opaco que no es propicio para la actividad laboral administrativa productiva.

7.5.6 Oficina de la secretaria de la Escuela de Medicina de la UIS

Fotografía 9. Oficina Secretaría Escuela de Medicina. Deslumbramiento



Deslumbramiento molesto y perturbador

Esta área se caracteriza por una gran incidencia *horizontal* de la luz natural en el sistema de iluminación híbrido.

La oficina se encuentra ubicada en el quinto piso de un edificio que se encuentra a cielo abierto y dispone de una gran ventana transparente que da al exterior de la edificación, permitiendo la entrada excesiva de rayos horizontales de luz natural de la bóveda celeste y en algunas horas de la jornada del sol directamente.

Estos rayos se proyectan directamente sobre los planos verticales de la oficina, entre los que se encuentran la pantalla del computador de la secretaria y las ventanas de vidrio de los paneles de la división que reflejan parte de la luz recibida y los ojos de las personas expuestas. De la misma forma la biblioteca de archivo de gestión tiene puertas de vidrio que reflejan la gran cantidad de luz natural y a ciertos ángulos imposibilita la lectura de los lomos de las AZs y libros almacenados.

En las tardes el deslumbramiento es mayor debido a la incidencia directa de la luz sol y para contrarrestar esta excesiva iluminación, toman la decisión de apagar la luminaria de la oficina, generando el efecto contrario o deficiencia de iluminación sobre los planos horizontales del escritorio, que además son afectados por la sombras de crean los mismos trabajadores expuestos del lugar.

Tabla 20. Iluminancia general e individual – Oficina Secretaria E.M.

Punto de medida	Tipo de Medición (G=General, L= Localizada)	Nivel actual (lx)	Parámetro legal (lx)	Diferencia (N.A - P.L.)	Conclusión / Necesidad	F.U	Conclusión F.U (U= Uniforme, NU= No Uniforme)
Eprom	G	1007	750	257	Excesivo. Fuerte incidencia de la luz natural.	N.A	N.A
Escritorio de la secretaria - Pantalla de Computador	L	1000	750	250	Excesivo. Deslumbramiento molesto en el plano vertical.	0,99	U
Escritorio de la secretaria - Plano de trabajo	L	900	750	150	Excesivo. Deslumbramiento molesto y sombras sobre el área generada por el mismo trabajador.	0,89	U
Biblioteca - Archivo de documentos históricos y de gestión	L	1140	750	390	Excesivo. Deslumbramiento perturbador.	0,88	U

7.5.7 Oficina del Director de la Escuela de Medicina de la UIS

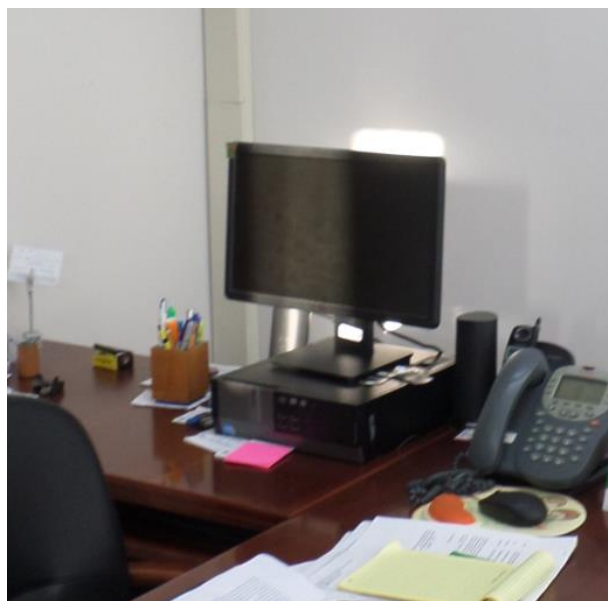
Esta oficina es de tipo cerrada y se encuentra contigua a la oficina de la secretaría de escuela.

Tabla 21. Iluminancia general e individual – Oficina Director de Escuela

Punto de medida	Tipo de Medición (G=General, L= Localizada)	Nivel actual (lx)	Parámetro legal (lx)	Diferencia (N.A - P.L.)	Conclusión / Necesidad	F.U	Conclusión F.U (U= Uniforme, NU= No Uniforme)
Eprom	G	872	500	372	Excesivo Disminuir incidencia de la luz natural.	N.A	N.A
Escritorio del Director	L	830	500	330	Excesivo. Deslumbramiento molesto.	0,95	U
Biblioteca de la Dirección	L	455	500	-45	Adecuado.	0,52	N.U
Sillas atención visitantes	L	800	500	300	Excesivo Deslumbramiento	0,92	U

El principal problema de esta oficina es la fuerte incidencia de la luz natural especialmente en las horas de la tarde. Existe una cortina de paneles discontinuos que permite el paso de rayos de luz solar, creando deslumbramiento en algunos puntos de la oficina.

Fotografía 10. Oficina Director. Deslumbramiento



El literal b de la sección 410.2 del Capítulo 4 del RETILAP sugiere que se debe evitar la luz directa del sol sobre los planos de trabajo, por su gran intensidad lumínica, que genera contrastes excesivos y causa deslumbramiento. La pantalla de visualización de datos del computador en esta oficina recibe algunos rayos de luz natural de manera directa en las horas de la tarde. Las cortinas instaladas no logran un 100% de apantallamiento.

7.6 CONCLUSIONES GENERALES DEL DIAGNÓSTICO

- La Facultad de Salud es el edificio que demanda una mayor intervención del riesgo físico iluminación en la Universidad Industrial de Santander.
- La Escuela de Medicina ocupa el primer lugar en presencia del riesgo físico iluminación en la Facultad de Salud.
- La mayor condición generadora de riesgo físico iluminación está relacionada con los sistemas de iluminación artificial de las áreas internas. La segunda causa generadora es la incidencia de la luz natural en los puestos de trabajo que ocasiona deslumbramiento molesto o perturbador.
- Los posibles efectos que este factor de riesgo físico está generando son la fatiga visual, la pérdida progresiva de la visión, el discomfort laboral y la ocurrencia de accidentes laborales.
- Los métodos de control y mitigación que recomienda el panorama de factores de riesgo son en su gran mayoría la instalación de lámparas y luminarias de acuerdo a las necesidades de iluminación de cada sitio de trabajo, la realización de mantenimientos periódicos a las luminarias y el cambio a tiempo de lámparas en mal estado.
- No existen métodos de control instalados para este riesgo físico en la Escuela de Medicina.
- Si se considera a los estudiantes en la repercusión que tienen las malas condiciones de iluminación en la Escuela de Medicina de la UIS, se logra una

mayor visibilidad del factor de riesgo físico iluminación en el panorama de factores de riesgo laboral.

- Las áreas del anfiteatro y las oficinas administrativas reúnen una adecuada variedad en el tipo de labores desarrolladas en su interior, y tienen una significativa participación tanto de la luz artificial como la natural. Por lo tanto son representativas para los procesos de intervención de este tipo de riesgo físico al aplicar una mayor cantidad de la teoría de la iluminación de espacios interiores.
- Los resultados en general de los nivel de iluminancia general Eprom son los siguientes:

Tabla 22. Resumen Niveles de Iluminación General

Área Interna	Nivel de Iluminación General		
	Excesivo	Adecuado	Deficiente
Anfiteatro - Sala General (Práctica Estudiantes)	0	0	X
Anfiteatro - Sala de Preparación Nave 1 de 2 (Mesones)	0	0	X
Anfiteatro - Sala de Preparación Nave 2 de 2 (Piscinas de Formol)	X	0	X
Anfiteatro - Salón de Clase	X	0	X
Anfiteatro - Oficina del Coordinador de Anfiteatro	0	X	0
Escuela de Medicina - Oficina Administrativa - Secretaria de Escuela	X	0	0
Escuela de Medicina - Oficina Administrativa - Director	X	0	0
Total	57,1%	14.3%	57.1%

Más de la mitad del área intervenida tienen problemas de bajos niveles de iluminación. Más de la mitad del área intervenida tiene problemas de deslumbramiento. Solo 1 de las 7 áreas seleccionadas cumple con los niveles de iluminación exigidos por la ley.

La Sala de Preparación Nave 2 (Piscinas de Formol) y el Salón de Clase tienen los dos problemas: deficiente y excesiva iluminación.

En las oficinas administrativas la iluminancia es excesiva ocasionando deslumbramiento molesto y perturbador.

- Las condiciones de iluminación individual fueron las siguientes:

Tabla 23. Resumen Niveles de Iluminación Localizada

Área Interna	Nivel de Iluminación Localizada			
	Puestos de Trabajo/ Puntos de Análisis	Excesivo	Adecuado	Deficiente
Anfiteatro - Sala General (Práctica Estudiantes)	100%	5,6%	11,1%	83,3%
Anfiteatro - Sala de Preparación Nave 1 de 2 (Mesones)	100%	0,0%	0,0%	100,0%
Anfiteatro - Sala de Preparación Nave 2 de 2 (Piscinas de Formol)	100%	40,0%	20,0%	40,0%
Anfiteatro - Salón de Clase	100%	10,0%	0,0%	90,0%
Anfiteatro - Oficina del Coordinador de Anfiteatro	100%	0,0%	100,0%	0,0%
Escuela de Medicina - Oficina Administrativa - Secretaria de Escuela	100%	100,0%	0,0%	0,0%
Escuela de Medicina - Oficina Administrativa - Director	100%	66,7%	33,3%	0,0%
Promedios	100%	31,7%	23,5%	44,8%

El mayor problema que tiene las áreas internas seleccionadas del anfiteatro es la deficiencia de iluminación tanto general como individual.

- Las condiciones de uniformidad de la iluminación son las siguientes:

Tabla 24. Factor de Uniformidad Áreas Internas

Área Interna	Factor de Uniformidad			Factor de Uniformidad (%)	
	Puestos de Trabajo/ Puntos de Análisis	Uniforme	No Uniforme	Uniforme	No Uniforme
Anfiteatro - Sala General (Práctica Estudiantes)	18	15	3	83%	16,7%
Anfiteatro - Sala de Preparación Nave 1 de 2 (Mesones)	9	2	7	22%	77,8%
Anfiteatro - Sala de Preparación Nave 2 de 2 (Piscinas de Formol)	5	2	3	40%	60,0%
Anfiteatro - Salón de Clase	NA	NA	NA	NA	NA
Anfiteatro - Oficina del Coordinador de Anfiteatro	3	3	0	100%	0%
Escuela de Medicina - Oficina Administrativa - Secretaria de Escuela	3	3	0	100%	0,0%
Escuela de Medicina - Oficina Administrativa - Director	3	2	1	67%	33,3%
Promedios	51	33	18	65%	35,3%

El 65% de las áreas propuestas para estudio no tienen uniformidad, lo que demanda una mejor redistribución de toda la iluminación general.

Esta demanda de necesidades de intervención se convierte en un importante suministro de información para la siguiente etapa del proyecto que consiste en buscar alternativas de solución para el problema detectado.

8. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Los métodos de control que se pueden instalar para intervenir el riesgo físico iluminación son variados y depende de las posibilidades técnicas y económicas de sus interesados.

Entre las múltiples tipos de soluciones deseables que se pueden llegar a incluir en la propuesta se encuentran:

EN LA FUENTE

Sistema de iluminación artificial

- Diseño y montaje de Iluminación localizada
- Diseño y montaje de iluminación individual
- Bajar la altura del montaje de luminarias
- Limpieza de luminarias

Incremento de la Uniformidad de la Iluminación general

- Rediseño del sistema de iluminación artificial
- Aumentar el número de luminarias y disminuir su flujo luminoso

EN EL MEDIO

Incremento del brillo fotométrico (luminancia) de superficies²⁸

- Limpieza de superficies
- Renovar la pintura depreciada de la superficie de techos y paredes
- Mejorar la colorimetría de techos, paredes y pisos

Incremento de la Uniformidad de la Iluminación general

- Difusión de las entradas de luz artificial direccional.

²⁸ AMAYA MARTINEZ, Gracia y VALERO DELGADO, Alicia. Disminución de Costes Energéticos en la Empresa: Tecnologías y estrategias para el ahorro y la eficiencia energética. Madrid. Fundación Confemetal, 2006. p. 64 y 65.

Iluminación natural (luz solar, ventanas, etc)

- Apantallamiento total o parcial en puntos o áreas de excesiva iluminación natural
- Limpieza de claraboyas y ventanas sucias para aumentar la transmisión de luz natural a través de estas
- Eliminación de pantallas permanentes de ventanas y claraboyas o reemplazo por apantallamiento controlado (ej. cortinas)
- Reubicación de puestos de trabajo para eliminar deslumbramientos indeseados

Mejorar la colorimetría de algunas superficies

- Aplicar colores de mayor sensibilidad fotométrica en espacios opacos

EN EL RECEPTOR

Controles de ingeniería y administrativos

- Capacitación y sensibilización en el riesgo físico iluminación y en hábitos saludables de salud visual
- Pausas laborales
- Señalización informativa y preventiva en los sitios de trabajo
- Tamizaje óptico para detectar nivel de deficiencia visual (Trabajadores, profesores y alumnos)
- Valoración de expuestos al riesgo físico por oftalmología
- EPPs. Elementos de Protección Personal. Gafas correctivas (antirreflejos, con filtro solar)
- Análisis de puesto de trabajo (APT)
- Incluir a la comunidad estudiantil expuesta a este peligro físico para aumentar su grado de repercusión y por ende su importancia frente a otros peligros de la Universidad
- Migrar el tratamiento de este riesgo físico a la metodología de identificación de peligros y valoración de riesgos de la segunda edición de la guía ICONTEC GTC 45
- Implementar un plan de control anual de medición de niveles de iluminación general, localizada e individual en áreas internas

Para suplir adecuadamente la oferta de necesidades en cada una de los 7 espacios en proceso de intervención, se tuvo en cuenta el desfase o distancia que se encontró entre las condiciones de iluminación reales y las condiciones ideales de la norma RETILAP, para las variables iluminancia general promedio Eprom, la uniformidad del lugar, y el nivel de iluminancia local o individual según el tipo de actividad laboral desarrollada.

Para minimizar ese desfase se utilizó el software Dialux, que permite simular primero el escenario real con la información levantada en campo. Luego se intentaron modificar variables como la oferta de flujo luminoso de varias luminarias del mercado, los coeficientes de reflectividad de superficies, el nivel de apantallamiento de luz natural, la depreciación de las luminarias, y la altura de montaje.

Hay que decir que decenas de posibilidades teóricas pueden resultar de este ejercicio de simulación, pero cuando se llevan al plano de la realidad de una propuesta factible, las alternativas se reducen sustancialmente.

A continuación se propone un conjunto de alternativas que se pondrán a consideración de los interesados en mejorar las condiciones de iluminación de estas 7 áreas de la Escuela de Medicina de la UIS. Diez (10) de ellas requieren inversiones económicas (Ver anexo F. Evaluación Técnica y Económica de Alternativas) y otras tantas están a merced de la voluntad y la gestión de la capacidad instalada de la Universidad.

8.1 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PROPUESTAS

8.1.1 Salón general Anfiteatro y Sala de Preparación de Cadáveres.

Se presentan las siguientes alternativas de solución:

Alternativa 1: Diseño de Método de alumbrado general - localizado con sistema de Iluminación Artificial Tipo LED

El objetivo de esta alternativa es duplicar el nivel de iluminación individual en los mesones de disección a niveles alrededor de los 900 lx, sin afectar el cumplimiento legal de iluminancia general Eprom y una uniformidad del 80% en todo el salón. Esto se logra optando por un método de alumbrado combinado (general – localizado) basado en tecnología de iluminación LED, que además considere un montaje de luminarias a más baja altura sobre los mesones de disección.

Ilustración 17. Luminaria Panel LED (60X60)cm 45W 6500K 3200 lm



Fuente: Empresa Electroindustrial Bucaramanga

Precio: \$153.850+IVA = \$178.466 pesos

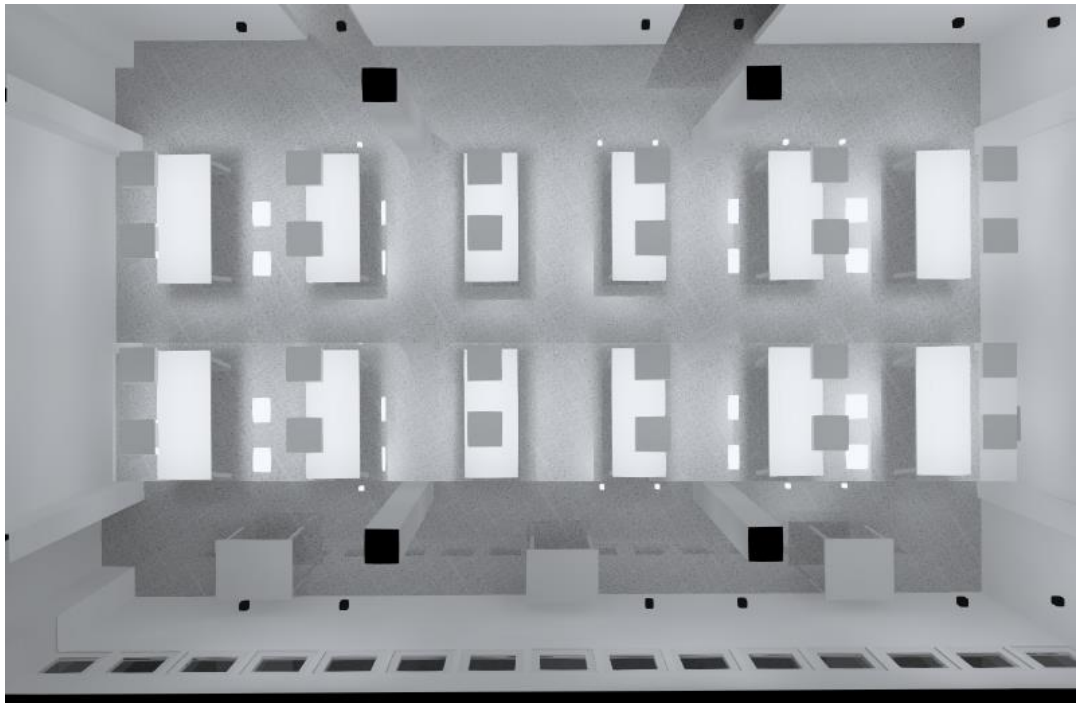
Ilustración 18. Panel LED 45W (30x120)cm 6500K 3200lm



Fuente: Electroindustrial Bucaramanga

Precio: \$153.850+IVA = \$178.466 pesos

Ilustración 19. Propuesta LED 60X60 45W salón general anfiteatro



Fuente: Software Dialux

El montaje debe realizarse de tal forma que quede centrado un arreglo de 2 luminarias sobre cada mesón. La altura del montaje es de 2.60 m lo que permitirá obtener niveles de iluminación sobre los mesones de 900 lx, y niveles de iluminancia general Eprom de 830 lx.

En cada uno de los 2 pasillos montar una fila de 3 luminarias tipo LED 45W 30X120 3200 lm, 4000K.

Costo de la alternativa

Mesones: 24 luminarias x \$178.466 pesos = \$ 4'283.184pesos

Pasillos: 6 luminarias x \$178.466 pesos = \$1'070.196 pesos

Mesones + Pasillos Luminarias = \$5'353.980 pesos

Mano de obra (30% valor luminarias aprox.) = \$1'606.794 pesos

Costo total alternativa 1: \$6.960.174 pesos

Beneficios de la alternativa 1

- Con esta alternativa los profesores y estudiantes del laboratorio de morfología pasan de tener 519 lx de iluminancia fluorescente en los mesones de disección, a 900 lx de iluminancia LED permitiéndole mejorar sustancialmente la apreciación de las estructuras anatómicas de los cuerpos cadavéricos, garantizando el confort visual en todo el salón y el cumplimiento legal de la norma RETILAP.
- Se reduce el consumo de energía eléctrica de 2112 W/h a 1350W/h, significando un ahorro de 762 W/h. Esto traducido en pesos significa un ahorro anual de (220 días x 12 horas x 762W/h x 423\$/KW) = \$850.949 pesos / año. La recuperación de la inversión inicial vía ahorro en el consumo de energía eléctrica se realiza en un período de 8,17 años, la cual

está ampliamente garantizada por una vida útil del montaje de 17 años en las actuales condiciones de operación.

Otras ventajas de la Iluminación LED

- Trabaja con baja tensión, a temperaturas extremas inclusive.
- Tiene una vida útil muy superior a las bombillas convencionales.
- No contienen sustancias tóxicas.
- Consume muy poca energía.

Alternativa 2: Método de alumbrado individual con Luminaria móvil tecnología LED tipo reflector HIGH BAY de 8.100 lm, 90W y ángulo de apertura de 60 grados

Esta luminaria tipo reflector LED de 8100 lm, con ángulo de apertura de solo 60 grados, consumo de 90W y vida útil de 50.000 horas, montada en un riel ecualizable a una altura de 2.5 metros sobre un mástil móvil, es una solución funcional y económica a la demanda de iluminación individual en los mesones del laboratorio de morfología y de la nave 1 de la sala de preparación de cadáveres.

Ilustración 20. Lámpara quirúrgica móvil

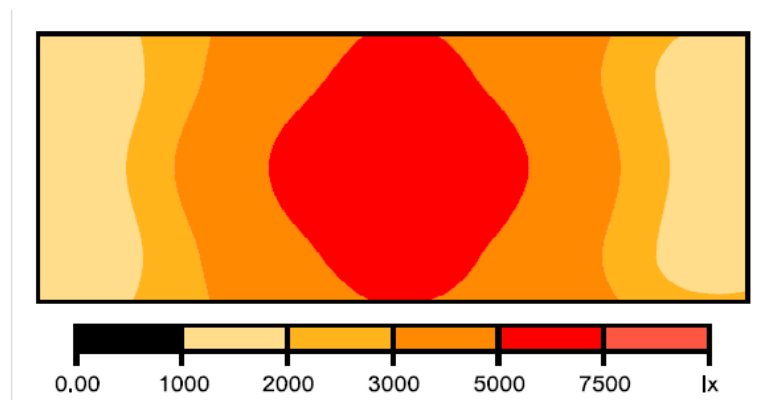


Fuente: Comercializadora Quirumed. <http://www.quirumed.com/>

Con este equipo la Escuela de Medicina puede garantizar el cumplimiento de las exigencias de la norma RETILAP en materia de iluminación local o individual de salas de autopsia, haciendo una mediana aproximación a las condiciones que brindan alternativas de alto costo como la inversión en lámparas cialíticas (Ver ilustración 19) cuyos precios en el mercado son de aproximadamente 12 millones de pesos por unidad.

Al simular en el software Dialux la luminaria LED a una altura de 2.20 metros y ubicada en todo el centro del mesón, se obtiene un nivel máximo de 6600 lx. En la siguiente ilustración se puede ver una distribución de la iluminancia local sobre el mesón de disección

Ilustración 21. Luminaria tipo high bay 8100 lm. Distribución de iluminancia



Escala: 1 : 25

Intensidad lumínica horizontal (Trama)

Media (real): 3603 lx, Min: 1382 lx, Max: 6607 lx, Mín./medio: 0.38, Mín./máx.: 0.21

Compensación de altura: 0.850 m

Fuente: Software Dialux

El costo total proyectado de un dispositivo móvil es de 1'300.000 pesos. La luminaria LED tipo high bay tiene un valor aproximado en el mercado de luminarias de \$600.000 pesos y la estructura móvil sobre la cual va montada la luminaria tiene un valor aproximado de \$1.000.000 pesos.

Se sugieren 2 dispositivos móviles, para satisfacer mejor la demanda de iluminación individual en el laboratorio de morfología.

Costo total de la alternativa: \$3.200.000 pesos.

Beneficios de la alternativa

- Logra niveles de iluminación local de 6600 lx.
- Reduce en un 64% el desfase de iluminación local, garantizando el cumplimiento legal de la norma RETILAP.

Alternativa 3: Renovar las luminarias fluorescentes existentes (Ibiza 2x32W) y bajar la altura del montaje a 2.60m

Esta alternativa consiste en renovar las actuales luminarias fluorescentes que están sobre los mesones de disección con unas de las mismas especificaciones esta vez a una altura de montaje de 2.60m. Se estima que con el paso del tiempo las actuales luminarias han disminuido su flujo luminoso en más de un 15%.

Costo de la alternativa 3

24 luminarias fluorescentes herméticas Ibiza 2x32w (110.000 pesos x 24) = 2'640.000 pesos. Mano de obra (40% Valor luminarias) = 1'056.000 pesos

Costo total de la alternativa 3: \$3'700.000 pesos.

Beneficios de la alternativa 3

- Esta alternativa logra llevar la actual oferta de iluminación general promedio Eprom de 519 lx a un valor de 635 lx y una oferta de iluminancia individual en cada uno de los mesones de 670 lx, con

8.1.2 Nave 1 y 2 de la Sala de Preparación de Cadáveres

Alternativa 4 Método de alumbrado localizado con Instalación de luminarias LED en la Nave 1 de la Sala de Preparación de Cadáveres

Consiste en instalar dos luminarias tipo LED de 60X60cm 45W 3200lm a una altura de 2.60m sobre cada mesón de disección y una luminaria LED de 45W (30*120) cm 3200lm sobre cada los dos costados del salón. (Ver ilustración 20)

Costo de la alternativa: Costo de las luminarias + Costo de la mano de obra

Costo 6 luminarias LED 45W 3200lm x \$178.466 pesos c/u = 1'070.796 pesos

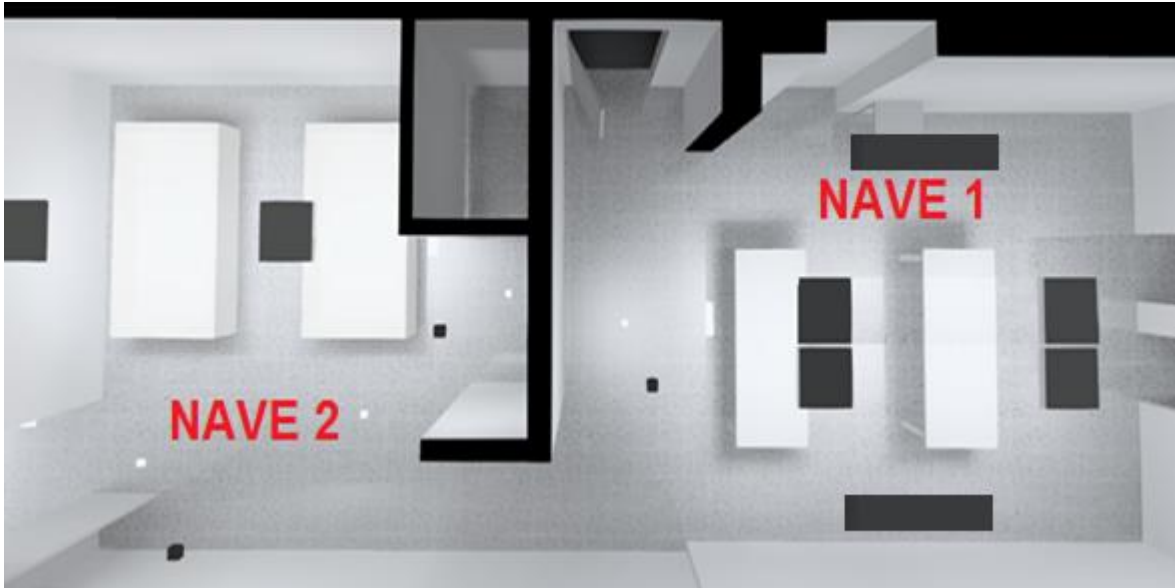
Costo mano de obra (40% luminarias) = \$400.000 pesos.

Costo total de la alternativa: \$1'470.796 pesos

Beneficios de la Alternativa No. 4

- Elevar la iluminación individual en los dos mesones de disección a 835 lx y el Eprom a 730 lx.
- Reducir el consumo de energía en 242 W/h, con un ahorro anual de \$307.098 pesos.
- El ahorro del consumo de energía permite recuperar la inversión inicial en 4,8 años. La vida útil del montaje es de 15 años.

Ilustración 22. Iluminación LED Nave 1 y 2 Sala Preparación Cadáveres



Fuente: Software Dialux

Alternativa 5. Método de alumbrado localizado sobre las dos piscinas de la nave 2 con Sistema de Iluminación tipo LED

El objetivo de esta alternativa es reemplazar las luminarias fluorescentes actuales (2x32W) por luminarias tipo LED de 17W que logran una iluminancia a 2,05 m de altura de 460 lx.

Ilustración 23. Panel LED 17W. 30X60 1400 lm, 4000K



Fuente: Electroindustrial Bucaramanga

Precio: \$76.000 pesos

Costo total de la alternativa 5: 4 x \$76.000 pesos = \$304.000 pesos.

NOTA: El costo de la mano de obra es cero porque al estar sobrepuestas en el techo y a una muy baja altura, pueden ser instaladas por el área de planta física de la Universidad.

Beneficios de la alternativa 5

- Reducción del consumo de energía de 168W/h. El ahorro anual es de \$213.192 pesos.
- El ahorro de energía permite recuperar la inversión inicial en tan solo año y medio.

8.1.3 Salón de Clases Anfiteatro

Alternativa 6: Método de alumbrado general con Sistema de Iluminación LED

Consiste en instalar 3 filas de 4 luminarias tipo LED de 60x60 cm, de 36W 5700k 2800 lm, a una altura de 2.8m para obtener una iluminancia general aproximada de 500 lx. Cada una de ellas ubicadas equidistantemente de tal forma que la fila del centro coincida con el eje longitudinal del salón. Este arreglo de luminarias tiene que tener una particularidad y es que cada fila de luminarias debe tener un control on/off independiente para poderlas utilizar de acuerdo a las necesidades de iluminación variables que se demandan en el avance de la jornada académica.

Ilustración 24. Luminaria LED 60x60 36W 5700K 2800 lm



Fuente: Empresa Electroindustrial

Precio: \$147.000 pesos IVA incluido

Costo de la alternativa 6

El costo de las luminarias es de $12 \times \$147.000$ pesos = 1'764.000 pesos

El costo de la mano de obra es de aproximadamente el 40% del valor de las luminarias (\$705.600 pesos).

El costo del diseño eléctrico es de 1 millón de pesos.

El costo de los materiales para la instalación de los tres controles independientes es de 750.000 pesos.

El costo total del montaje de la alternativa es de 4'219.600 pesos.

Beneficio de la alternativa 6

- Incrementar el nivel de iluminancia general Eprom de 347 lx hasta 500 lx, mejorando su uniformidad

Alternativa 7: Recuperar el aprovechamiento de la luz natural a través de las ventanas de los costados del salón

Permitir la entrada de luz solar por ambas líneas de claraboyas o ventanas de los costados izquierdos y derecho del salón, mejorará el nivel de iluminancia general, aumentará el IRC del salón y disminuirá el consumo de energía eléctrica.

Para ello es necesario cambiar los cristales actuales de los ventanales y reemplazarlos por cristales transparentes.

Además se debe instalar cortinas a todo lo largo de los ventanales de tal forma que sirvan para bloquear completamente la luz natural cuando se requiera proyectar diapositivas.

Costo de la alternativa 7

16 cristales de aproximadamente 0.84x0.84m instalados = 300.000 pesos + cortinas oscuras de tela = 350.000 pesos. El costo total de esta alternativa de solución es de 650.000 pesos.

Beneficio de la alternativa 7

Con esta alternativa se logra aumentar la iluminancia general promedio E_{prom} un 25% (347 lx a 433 lx) en la jornada diurna debido a la fuerte participación de la luz natural en este escenario lumínico, y en general del 15% (347lx a 400lx).

Otras alternativas sin costo

Con una previa labor de capacitación y sensibilización del riesgo físico iluminación se debe concertar con los profesores y alumnos la necesidad de cerrar la puerta

para evitar la entrada de rayos horizontales sobre la cara de los estudiantes. Las cortinas sugeridas en la alternativa 7 deben permanecer abiertas salvo cuando se proyecten diapositivas.

8.1.4 Oficina Coordinador del Anfiteatro

Alternativa 8: Pintura de Techo y Paredes

Esta alternativa consiste en renovar la pintura tan depreciada que hay en el techo y las paredes de este lugar.

Ilustración 25 Pintura blanco puro Viniltex REF 1520



Fuente: Homecenter Bucaramanga Calle 45 Carrera 21

Costo de la alternativa 8

Rendimiento de la pintura blanca: 25 m² / galón, precio: \$55.000 pesos.

Superficie a pintar: 73.8 m². (Oficina de L= 5.85, A=2.91, H=3.23, Techo = 17m² , 4 Paredes = 56.8 m²)

Se necesitan 3 galones de pintura de esta referencia para un valor de \$165.000 pesos.

La mano de obra cuesta \$60.000 pesos y corresponde a un día de trabajo de un pintor que trae todas sus herramientas y equipo necesario.

Costo total de la alternativa 8: \$225.000 pesos

Beneficio de la alternativa 8

- Aumento de la eficiencia energética del lugar, al lograr mayor iluminancia general con las mismas luminarias instaladas.
- Mejoramiento de la presentación del lugar y de la sensación lumínica del lugar. Se logra un ambiente más dispuesto para la productividad laboral

Otras alternativas sin costo

- Orden y Aseo en el lugar. Aplicación de un plan 5's en la oficina que permita liberar muebles y aumentar el espacio libre en el lugar.

Alternativa 9: Método de alumbrado general con Sistema de iluminación LED

Instalar 2 paneles LED de 60x60cm 45W 5700K y 3200lm en reemplazo de las lámparas fluorescentes que existen en el momento. Se debe instalar a una altura de 3.2m para que entregue una iluminancia general aproximada de 500 lx, y una uniformidad por encima del 80%.

Ilustración 26. Panel LED 60X60 45W 5700K 3200 lm



Fuente: Empresa Electroindustrial Bucaramanga

Precio luminaria: $\$153.850 + \text{IVA} = \178.466 pesos

Costo total de la alternativa 9

Iluminación LED: $2 \times \$178.466 = 356.932$ pesos

Nota: El valor de la mano de obra no se incluye porque lo asume la Universidad a través de su departamento de planta física.

Beneficio de la alternativa 9

- Los nuevos paneles LED de 45W reducen el consumo de energía eléctrica en 146W, que representan al año un ahorro de \$176.645 pesos.
- El ahorro de energía permite recuperar la inversión inicial en 2 años.

8.1.5 Oficina Administrativa - Secretaria de Escuela

Alternativa 10: Polarización de la luz solar con película adhesiva para la mitad de la ventana de la oficina hasta una altura de 2.13m

Esta medida de control consiste en polarizar los vidrios de la primera sección horizontal de la ventana, es decir aquella que llega hasta una altura de 2.13 metros. La segunda sección (altura mayor a 2.13 metros) se deja transparente para que siga aprovechando al máximo la luz natural sin perjuicio de deslumbramientos por la incidencia de rayos horizontales sobre los expuestos del lugar.

Fotografía 11. Alternativa apantallamiento Escuela de Medicina UIS





El área de la ventana que se debe polarizar mide 3m de ancho por 1m de alto.

Costo de la alternativa 10: El costo de polarizar 3m² en el mercado oscila alrededor de los 120.000 pesos.

Beneficio de la alternativa No. 10

- Se bloquea sustancialmente la entrada de los rayos horizontales de la luz solar hasta una altura de 2.13 metros, eliminando el deslumbramiento perturbador y molesto sobre los expuestos de esta oficina.
- Se conserva el aprovechamiento de la luz natural y en consecuencia la eficiencia energética del área.
- Se aumenta el cumplimiento legal de la iluminancia general E_{prom}, al eliminar el deslumbramiento y pasar de 1007 lx a niveles tolerables de 850 lx.
- Eliminación de la consecuente pérdida de la agudeza visual de los expuestos en el lugar.

8.2 ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO DE LAS PROPUESTAS

Tabla 25. Análisis Técnico y Económico de Alternativas

ALTERNATIVA	Área Interna	Eprom Actual	Eprom exigible RETILAP	Desfase Legal Eprom	Eprom corregido (Alternativa Implementada)	Nuevo Desfase Legal Proyectado	Reducción Desf. Legal Proyectado (lux)	% Reducción Desf. Legal Proyectado	Uniformidad Actual (%)	Uniformidad Proyectada (%)	Aumento Uniformidad Proyectado (%)	Desfase actual de ilum. individual (lx)	Desfase Proyectado ilum. individual (lx)	Reducción Desfase Ilum. Individual (lx)	Consumo de energía actual (W)	Consumo de energía obtenido (W)	Reducción consumo de energía (W)	Monto inicial de la inversión
1	Salón General Anfiteatro	519	750	231	850	100	131	56,7%	83	80	-3	124226	118700	5526	2112	1350	762	6.960.174
2	Salón General Anfiteatro	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	123483	44200	79283	2112	2292	-180	3.200.000
3	Salón General Anfiteatro	519	750	231	635	115	116	50,2%	83	83	0	124226	121555	2671	2112	2112	0	3.700.000
4	Nave 1 Sala Preparación Cadáveres	492	750	258	650	100	158	61,2%	22	65	43	22541	19065	3476	512	270	242	1.470.796
5	Nave 2 Sala Preparación Cadáveres	398	400	2	400	0	2	100,0%	40	75	35	1560	850	710	256	68	188	304.000
6	Salón de Clases	347	500	153	500	0	153	100%	90	92	2	NA	NA	NA	384	216	168	4.750.000
7	Salón de Clases	347	500	153	400	100	53	35%	90	85	-5	NA	NA	NA	*	*	*	650.000
8	Oficina Coordinador Anfiteatro	508	500	8	500	0	8	100%	100	100	0	NA	NA	NA	384	340	44	225.000
9	Oficina Coordinador Anfiteatro	508	500	8	500	0	8	100%	100	100	0	NA	NA	NA	236	90	146	357.000
10	Oficina Secretaria Escuela Medicina	1007	750	257	850	100	157	61%	34	75	41	790	340	450	NA	NA	NA	120.000

9. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Los interesados en la realización de este proyecto de intervención son los representantes de algunas de las áreas funcionales, y la comunidad estudiantil y docente de la Universidad Industrial de Santander. Son ellos la dirección de la Escuela de Medicina, la dirección del laboratorio de morfología, la coordinación del subproceso de Seguridad y Salud en el Trabajo, la comunidad docente y estudiantil que utiliza estos espacios, el área de planta física quien tiene bajo su responsabilidad el cuidado, conservación y mejoramiento de las instalaciones de la Universidad y el área de planeación quien es el encargado de estudiar todas las inversiones que se realizan. Cada uno de ellos tiene diferentes prioridades de acuerdo a los objetivos y metas propias del rol que desempeñan.

Se presentaron a cada uno de los interesados las 10 alternativas evaluadas y los resultados fueron los siguientes (Ver tabla 26):

- Se aprobaron 8 de las 10 alternativas propuestas. Fueron consideradas viables técnica y económicamente. Tienen la capacidad de juntas atender la demanda de necesidades de intervención del riesgo físico que fueron diagnosticadas. En estas alternativas el grueso del monto de las inversiones son fácilmente recuperables en el horizonte del corto y mediano plazo.
- La alternativa 3 no fue escogida al ser superada técnica y económicamente por la alternativa 1 (Sistema Iluminación LED)
- La alternativa 6 no fue aprobada porque la instalación de las 12 luminarias tipo LED por valor de \$4'219.600 pesos no es viable ni técnica ni económicamente. Primero porque el incremento del nivel de iluminancia general Eprom es de tan solo de 153 lx, y segundo porque el ahorro en el consumo de energía no permite recuperar la inversión inicial ni siquiera en el largo plazo. Además con la alternativa 7 que fue aprobada, el salón de

clases logra un incremento marginal pero suficiente según los interesados en el proyecto, y a muy bajo costo.

- El 100% optó por sistemas de iluminación artificial basados en luminarias de tipo LED pues la Universidad lleva algunos años realizando grandes inversiones en proyectos de mejoramiento y modernización de sus instalaciones físicas como por ejemplo las realizadas en el Proyecto Escuela Básica, donde la constante ha sido entre otras soluciones, la migración hacia este tipo de tecnología de iluminación.
- Según representantes de planeación y planta física la adquisición de luminarias tipo LED, dada su larga vida útil y su bajo consumo de energía son una inversión que se recupera en el horizonte del corto y el mediano plazo (2 a 5 años).
- Otro punto a favor de la migración hacia tecnología LED son las exigencias de eficiencia energética que cada día son más estrictas en el marco legal colombiano. Las coyunturas energéticas debido a los largos periodos de sequía que enfrenta el país y que parece volverá a enfrentar en los próximos años, obligan a las instituciones públicas y privadas a hacer un uso racional de este recurso.
- Sobre la alternativa 2, que busca la creación de un dispositivo tipo LED de iluminación individual móvil en el salón general del anfiteatro, se estuvo de acuerdo en que se diseñe e implemente solo un dispositivo de los 2 que fueron propuestos. Se quiere evaluar primero la experiencia obtenida con uno de ellos. En consecuencia se considera factible invertir la mitad del presupuesto propuesto, es decir (\$1'600.000 pesos).

En conclusión fueron aprobadas por los entes interesados en el proyecto, 8 de las 10 alternativas propuestas (1,2,4,5,7,8,9,10) por un valor total de \$11'686.970 pesos, como también fue aprobado que se tomen en cuenta todas las alternativas de solución de esta propuesta, que sin demandar recursos adicionales a los ya

existentes, forman parte del conjunto de medidas de control que se requieren para una efectiva intervención.

Tabla 26. Análisis de factibilidad de las alternativas propuestas

Alternativa	Área Implicada	Descripción	Dirección Escuela	Director Laboratorio Morfología	Estudiantes	Docentes	Coordinadora subproceso SYSO	Planta Física	Planeación	Presupuesto aprobado
1	Salón general Anfiteatro	<i>Diseño de Método de alumbrado localizado con Sistema de Iluminación Artificial Tipo LED</i>	A	A	A	A	A	A	A	6.960.174
2	Salón general Anfiteatro	<i>Método de alumbrado individual con Luminaria móvil tecnología LED tipo reflector HIGH BAY de 8.100 lm, 90W y ángulo de apertura de 60 grados</i>	A	A	A	A	A	D	A	1.600.000
3	Salón general Anfiteatro	<i>Renovar las luminarias fluorescentes existentes (Ibiza 2x32W) y bajar la altura del montaje a 2.60m</i>	D	D	D	D	D	D	D	0
4	Sala de Preparación de Cadáveres Nave 1	<i>Método de alumbrado localizado con Instalación de las mismas luminarias LED de la alternativa No. 1 sobre los 2 mesones de la Nave 1</i>	A	A		A	A	A	A	1.470.796
5	Sala de Preparación de Cadáveres Nave 2	<i>Método de alumbrado localizado sobre las dos piscinas de la nave 2 con Sistema de Iluminación tipo LED</i>	A	A		A	A	D	D	304.000
6	Salón de Clase Anfiteatro	<i>Método de alumbrado general con Sistema de Iluminación LED</i>	D	D	A	D	D	D	D	0
7	Salón de Clase Anfiteatro	<i>Recuperar el aprovechamiento de la luz natural a través de las ventanas de los costados del salón</i>	A	A	A	A	A	A	A	650.000
8	Oficina Coordinador de Anfiteatro	Pintura de Techo y Paredes	A	A		A	A	A	A	225.000
9	Oficina Coordinador de Anfiteatro	Método de alumbrado general con Sistema de iluminación LED	A	A	A	A	A	A	A	357.000
10	Oficina Administrativa Secretaria de Escuela	Polarización de la luz solar con película adhesiva para la mitad de la ventana de la oficina.	A	A	A		A	A	A	120.000
Total presupuesto aprobado (pesos constantes)										11.686.970
A: Alternativa aprobada, D: Alternativa no aprobada										

10. CONCLUSIONES

Del diagnóstico

- La Facultad de Salud es el edificio de la Universidad Industrial de Santander con mayor presencia del riesgo físico iluminación. Representa el 33% de la totalidad de este riesgo físico al interior de esta Universidad.
- Se evidencia que la mayor condición generadora del factor de riesgo físico iluminación en la Facultad de Salud, proviene de los sistemas de iluminación artificial (16 de los 29 reportes existentes), ya sea por la ausencia de luminarias o por la mala distribución y/o ubicación de estas. La segunda condición generadora de este factor de riesgo físico corresponde a la falta de un adecuado control de la incidencia de la luz natural en los espacios internos (12 de los 29 reportes existentes). En conclusión los sistemas híbridos de iluminación están involucrados en casi el 100% de los reportes encontrados.
- El diagnóstico concluye que el riesgo físico hoy llamado peligro físico iluminación por las últimas consideraciones teóricas del ICONTEC, no ha sido controlado en la Facultad de Salud de la UIS, a pesar de las malas condiciones ambientales de iluminación presentes en algunas áreas internas afectando el trabajo y el desarrollo de los procesos misionales de la Universidad.
- La causa directa de la falta de control del riesgo físico iluminación en la Facultad de Salud y en general en todos los edificios de la Universidad son los valores tan bajos de la variable número de expuestos en la fórmula de cálculo de la repercusión de este riesgo físico laboral. No se están teniendo en cuenta a la gran mayoría de sus afectados: la comunidad estudiantil y profesoral. Debido a esta situación la visibilidad de este riesgo físico en el conjunto de riesgos laborales contemplados por el subproceso de Salud Ocupacional de la Universidad es muy baja, siendo considerado un riesgo físico laboral de menor importancia.

- Como consecuencia de la conclusión anterior, no existe cultura de la salud visual en la Facultad de Salud de la Universidad Industrial de Santander que abogue por unas mejores condiciones ambientales de iluminación en áreas internas. No se controla el estado de la función visual en los trabajadores, profesores y estudiantes.
- La Escuela de Medicina es el área más afectada dentro de la Facultad de Salud con el 26% de la repercusión en este edificio.
- El anfiteatro de la Universidad Industrial de Santander es una de las áreas más representativas dentro de la Escuela de Medicina para la aplicación de un proceso de intervención del riesgo físico iluminación debido a la presencia permanente del riesgo físico iluminación en cada uno de los salones que lo conforman, los sistemas híbridos (luz artificial y luz natural) que caracterizan sus instalaciones físicas, y la diversidad de actividades que se realizan en su interior, todas ellas con diferentes demandas de niveles de iluminación general e individual.
- La iluminación es una condición ambiental muy importante en las actividades que se realizan dentro del anfiteatro de la Universidad. Es determinante en el nivel de aprendizaje de los estudiantes del laboratorio de morfología, quienes ante el bajo contraste de brillo que tienen las estructuras anatómicas de los cuerpos cadavéricos necesitan niveles altos de iluminación para mejorar la percepción de los objetos visuales.
- Se encontraron bajos niveles de iluminación general en la sala general del anfiteatro (real: 519 lx vs ideal:750 lx), la sala de preparación de cadáveres (real:492 lx vs ideal: 750 lx) y el salón de clases (real: 347 lx vs ideal: 500 lx), que deben ser corregidos para garantizar confort visual general.
- En la oficina del coordinador no existen bajos niveles de iluminación general porque las luminarias instaladas a pesar de su alta depreciación, son superiores en lúmenes a las exigencias requeridas, lo cual significa un nivel de despilfarro en vatios considerable que se convierte en una oportunidad de

mejoramiento de las relaciones costo/beneficio de las futuras inversiones del proyecto de intervención.

- Se encontraron además diferencias grandes en los niveles de iluminación individual o local de los mesones de disección de la sala general del anfiteatro (real: 480 lx vs ideal: 10.000 lx) y de la sala de preparación de cadáveres (real: 647 y 562 lx vs ideal: 10.000 lx). Estas diferencias encontradas dificultan la percepción de formas, relieves y texturas en la apreciación de los cuerpos cadavéricos de los estudiantes del laboratorio de morfología y la identificación rápida y exacta de estructuras morfológicas. Estas necesidades de iluminación son urgentes e importantes en el proceso de intervención del riesgo físico iluminación por el alto impacto que generan las condiciones presentes en la calidad de los resultados de los procesos de aprendizaje en estas áreas internas.
- Existen problemas de uniformidad en la iluminación general de las dos naves de la sala de preparación de cadáveres. Se encuentran puntos sobre iluminados (deslumbramiento) y puntos con deficiencia de iluminación que generan altos contrastes de brillo en general, y en consecuencia mayor fatiga visual para quienes permanecen laborando en estas áreas.
- El salón de clases del anfiteatro presenta problemas de uniformidad. Existe deslumbramiento en la puerta de entrada, perturbando la atención de los estudiantes que se encuentran cerca a este punto, y quienes reciben rayos de luz horizontal sobre su campo visual en niveles que no son los adecuados para mantener un nivel de concentración adecuada. Además un apantallamiento permanente en las claraboyas ubicadas a una altura de 2 metros y a lo largo de los costados derecho e izquierdo del salón, redujo sustancialmente la entrada de luz natural adecuada y casi suficiente para mantener el salón con la puerta cerrada, eliminando el deslumbramiento descrito.
- La oficina del coordinador presenta problemas de baja reflectancia de las superficies de las paredes y los techos debido a la alta depreciación de su

pintura. Existe sensación de adormecimiento y baja productividad al interior de esta área interna.

- Las oficinas administrativas de la Escuela de Medicina de la UIS son áreas internas con presencia del riesgo físico iluminación debido principalmente al sistema híbrido de iluminación (luz artificial y luz natural).
- No existe confort visual en la oficina de la secretaria de la Escuela de Medicina, debido a la alta incidencia de la luz natural que genera deslumbramiento molesto y perturbador sobre los dos puestos de trabajo que existen. La secretaria de Escuela sin ella saberlo, ha venido sufriendo las consecuencias durante mucho tiempo y se deben aplicar controles epidemiológicos en salud visual de manera inmediata para evitar el desarrollo de una enfermedad profesional en este trabajador.
- Se considera muy valiosa la utilización del software Dialux en la búsqueda de soluciones efectivas de iluminación general y local. Simular la realidad encontrada y simular la realidad que queremos lograr contemplando las principales variables de los sistemas híbridos de iluminación, e interrelacionándolas entre sí, mejora los resultados obtenidos.

De la evaluación de alternativas y el análisis de factibilidad

- Se presentaron 10 alternativas de solución a los problemas que se plantearon en el diagnóstico atendiendo las recomendaciones de reducir el impacto de la mayor condición generadora del factor de riesgo que son los sistemas de iluminación híbridos, y en especial el sistema de luz artificial de las áreas internas.
- Las 10 alternativas de solución propuestas contemplan para los sistemas de luz artificial, nuevos diseños del alumbrado general y local entre los que se encuentran soluciones móviles de iluminación individual, y nuevas tecnologías de iluminación con mayor eficiencia energética como la iluminación tipo LED; para el sistema de luz natural, soluciones de apantallamiento temporal y

permanente y un mejor aprovechamiento de la luz natural en áreas internas, y para el sistema híbrido de iluminación en general un mejoramiento de la reflectancia de las superficies de techos y paredes.

- Los interesados en el proyecto de intervención del riesgo físico iluminación en las áreas internas previstas consideraron que 8 alternativas de solución en conjunto por un valor de \$11'686.970 pesos, son viables técnica y económicamente en el objetivo de instalar métodos de control que responden efectivamente a las necesidades reales de mejora de las condiciones de iluminación del anfiteatro y de las oficinas administrativas de la Escuela de Medicina de la UIS. El criterio de selección de alternativas fue la relación costo-beneficio.
- Las inversiones de recursos que tienen que ver con la adopción de la nueva tecnología de iluminación artificial tipo LED, se recuperan en el mediano plazo a través del mejoramiento de la eficiencia energética de la capacidad instalada con respecto a la iluminación actual tipo fluorescente. Los ahorros a futuro en el consumo de la energía eléctrica son los beneficios de las inversiones a realizar.
- Nada supera la calidad de la luz natural. Esta propuesta de intervención del riesgo físico iluminación concluye que el correcto aprovechamiento de la luz natural representa grandes beneficios técnicos y económicos para el control y la mitigación de este riesgo físico laboral. Por lo tanto debe ser un criterio prioritario de la arquitectura, de la optometría y de la seguridad y la salud en el trabajo en los procesos de construcción y remodelación de las universidades del futuro.

11. RECOMENDACIONES

- Se debe dar el siguiente paso a esta propuesta y es realizar el proyecto de intervención del riesgo físico iluminación para mejorar las condiciones ambientales de la iluminación del anfiteatro y las 2 oficinas administrativas de la Escuela de Medicina de la UIS.
- Iniciar en el subproceso de seguridad y salud en el trabajo de la Universidad un proceso de creación de cultura del cuidado de la salud visual en cada uno de los trabajadores. De igual forma este proceso debe extenderse a la comunidad profesoral y estudiantil para influir positivamente en la sociedad regional y nacional. Y que finalmente la UIS al cabo de unos años vaya a la sociedad y multiplique a través de sus egresados, profesores y trabajadores el impacto de esta iniciativa.
- La Política Ambiental de la UIS debe patrocinar este tipo de propuestas de intervención porque recibe a cambio el beneficio que conlleva el aumento de la eficiencia energética de sus instalaciones.
- La Universidad Industrial de Santander debe crear cursos que permitan el adiestramiento de profesionales y técnicos de la seguridad y la salud ocupacional en el uso y aplicación de herramientas informáticas de diagnóstico y evaluación de alternativas en iluminación como el software Dialux. Se necesita acelerar los procesos de transformación de la realidad lumínica del país, que hoy por hoy avanzan solo al ritmo del mercado de bienes y servicios de consumo.

BIBLIOGRAFÍA

AMAYA MARTINEZ, Gracia y VALERO DELGADO, Alicia. Disminución de Costes Energéticos en la Empresa: Tecnologías y estrategias para el ahorro y la eficiencia energética. Madrid. Fundación Confemetal, 2006. p. 52 – 67.

COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Resolución 180540. (30, marzo, 2010). Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP, se establecen los requisitos de eficacia mínima y vida útil de las fuentes lumínicas y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial. Bogotá, D.C., 2010. no. 47673. p. 77 – 114.

HENAO ROBLEDO, Fernando. Riesgos Físicos 2 : Iluminación. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2008. p. 13 – 96.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. Guía Técnica Colombiana GTC 45 : Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional. Segunda actualización. Bogotá D.C.: ICONTEC, 2012. 34 p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. Guía Técnica Colombiana GTC 45 : Guía para el diagnóstico de condiciones de trabajo o Panorama de Factores de Riesgo, su identificación y valoración. Bogotá D.C.: ICONTEC, 1997. 20 p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. Guía Técnica Colombiana GTC 8 : Electrotecnia - Principios de Ergonomía Visual - Iluminación para ambientes de trabajo en espacios cerrados. Bogotá D.C.: ICONTEC, 1994. 46 p.

MIRANDA MIRANDA, Juan José. Gestión de Proyectos : Identificación, Formulación, Evaluación Financiera – Económica – Social – Ambiental. Cuarta Edición. Bogotá. 272 p.

Principales variables e indicadores del mercado de trabajo a nivel nacional [En línea]. Ministerio de trabajo. Colombia, 2012. [Citado 01 Diciembre 2015]. Disponible en internet: <http://www.mintrabajo.gov.co/empleo/indicadores-del-mercado-laboral.html>

ANEXOS

Los Anexos de este proyecto pueden ser consultados en la Biblioteca de la Universidad Industrial de Santander – Sala base de datos