

EFICIENCIA LUMÍNICA Y ENERGÉTICA EN EL INSTITUTO TÉCNICO  
INDUSTRIAL SAN JUAN BOSCO

JULIÁN EDUARDO BERNAL RODRÍGUEZ  
HAROLD ANDRÉS PEREZ RAMÍREZ

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
DEPARTAMENTO DE ENERGÉTICA Y MECÁNICA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA  
SANTIAGO DE CALI  
2006

EFICIENCIA LUMÍNICA Y ENERGÉTICA EN EL INSTITUTO TÉCNICO  
INDUSTRIAL SAN JUAN BOSCO

JULIÁN EDUARDO BERNAL RODRÍGUEZ  
HAROLD ANDRÉS PEREZ RAMÍREZ

Pasantía para optar al título de Ingeniero Electricista

Director  
JOSE KENJI WATANABE  
Ingeniero Electricista

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
DEPARTAMENTO DE ENERGÉTICA Y MECÁNICA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA  
SANTIAGO DE CALI  
2006

Nota de aceptación:

Aprobado por el Comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Autónoma de Occidente para optar al título de Ingeniero Electricista.

---

Ing. DIEGO ALMARIO

Jurado

---

Ing. JOSE KENJI WATANABE

Jurado

Santiago de Cali, 6 de Mayo de 2006.

Dios tu que eres el estímulo más grande que tenemos para salir adelante, tu has hecho tanto por nosotros y continuas bendiciéndonos cada día.

A Mamá y Papá; ustedes estuvieron siempre a nuestro lado acompañándonos, ustedes a quienes debemos la razón de nuestra existencia, de quienes heredamos la fuerza, la lealtad y el amor, que de manera paralela compartieron triunfos y fracasos de este anhelado título.

GLORIA TABARES y ADRIANA SARRIA, nuestras esposas, el amor de nuestras vidas, compañeras incondicionales de esta aventura...ser INGENIEROS ELECTRICISTAS, profesión de la que nadie nos separará por lo menos hasta que nuestro corazón deje de latir.

**JULIAN EDUARDO BERNAL RODRIGUEZ**  
**HAROLD ANDRES PEREZ RAMIREZ**

## **AGRADECIMIENTOS**

A DIOS por que es grande en mí ser y por darnos la fuerza y el valor suficiente para no desfallecer en este árido camino universitario, a nuestros padres por sus muchísimas oraciones y a nuestros hermanos por su apoyo incondicional.

Nuestra Gratitude a la UNIVERSIDAD AUTONOMA, donde culminamos nuestra formación como ingenieros, a nuestros profesores que por su cátedra nos enseñaron a amar la profesión.

A todos aquellos familiares que nos brindaron su colaboración y a los grandes amigos, en especial, tu, Helmer que con sus consejos nos apoyaron en la realización de nuestro gran sueño.

En particular quiero extender estos agradecimientos a dos personas cuyos estímulos han sido determinantes en la culminación de mis estudios PADRE JORGE ARMANDO RODRIGUEZ Y PADRE MARIO DE JESUS RESTREPO, GRACIAS MIL.

**JULIAN EDUARDO BERNAL RODRIGUEZ**  
**HAROLD ANDRES PEREZ RAMIREZ**

## CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	12
INTRODUCCIÓN	13
1. JUSTIFICACIÓN	14
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
3. OBJETIVOS	17
3.1 OBJETIVO ESPECIFICO	17
3.2 OBJETIVO GENERAL	17
4. MARCO TEORICO	18
4.1 PERCEPCIÓN	19
4.2 OJO Y CÁMARA	20
4.3 PSICOLOGÍA DE LA PERCEPCIÓN	21
4.4 LA LUZ Y LAS RADIACIONES	25
4.5 MAGNITUDES Y UNIDADES FUNDAMENTALES	26
4.6 FLUJO LUMINOSO	27
4.7 CANTIDAD DE LUZ	28
4.8 NIVEL DE ILUMINACIÓN	29
4.9 ÁNGULO SÓLIDO	29
4.10 INTENSIDAD LUMINOSA	30
4.11 LUMINANCIA O BRILLANTEZ	31
4.12 EFICIENCIA LUMÍNICA	31
4.13 RENDIMIENTO	31
4.14 CURVA FOTOMÉTRICA	33
4.15 LUMINARIAS	33
4.15.1 Alumbrado directo	34

4.15.2 Alumbrado indirecto	35
4.15.3 Alumbrado mixto o directo-indirecto	35
4.15.4 Alumbrado semidirecto	35
4.15.5 Alumbrado semi-indirecto	35
4.16 CLASES DE ALUMBRADO INTERIOR	35
4.16.1 Alumbrado general	36
4.16.2 Alumbrado general localizado	36
4.16.3 Alumbrado localizado	36
5. METODOLOGÍA	37
5.1 OBTENCIÓN DE DATOS	37
5.2 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	37
5.3 ACCESO AL PLANO ARQUITECTÓNICO	37
5.4 DESARROLLO DE CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS POR ÁREAS DE TRABAJO	38
5.5 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO	38
5.6 DISTRIBUCIÓN DE DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS DE ILUMINACIÓN EN EL PLANO	38
5.7 ELABORACIÓN DE PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO	38
6. ANTECEDENTES	39
6.1 USO RACIONAL DE ENERGÍA	39
6.2 AHORRO DE ENERGÍA EN LA ILUMINACIÓN	40
7. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL I.T.I. SAN JUAN BOSCO	42
7.1 SITUACIÓN ACTUAL	42
7.2 RETIE	42
7.3 SITUACIÓN ACTUAL VS. RETIE	43
7.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS DISPOSITIVOS DE ILUMINACIÓN DEL I.T.I. SAN JUAN BOSCO	44

7.5 INVENTARIO DE ELEMENTOS DE LAS LUMINARIAS DEL I.T.I. SAN JUAN BOSCO	51
7.6 DIMENSIONES ÁREA DE TRABAJO	52
7.7 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DEL NIVEL DE CONFORT	56
7.8 NIVELES DE ILUMINACIÓN RETIE	57
7.9 NIVELES DE ILUMINACIÓN I.T.I SAN JUAN BOSCO	58
7.10 CONSUMOS DE ENERGÍA I.T.I. SAN JUAN BOSCO	64
7.11 CONSUMOS DE DISPOSITIVOS DE ILUMINACIÓN DEL I.T.I. SAN JUAN BOSCO	71
8. ANÁLISIS GENERAL	73
9. DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN OPTIMO I.T.I SAN JUAN BOSCO	74
9.1 ÁREAS CRITICAS Y MUY CRITICAS	74
9.2 ÁREAS PERMISIBLES	74
10. COSTO DE LA INVERSIÓN	82
11. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO	83
11.1 JUSTIFICACIÓN FINANCIERA	83
11.2 JUSTIFICACIÓN FISIOLÓGICA	83
11.3 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA	86
12. ELABORACIÓN DE PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO	88
13. CONCLUSIONES	93
BIBLIOGRAFÍA	94
ANEXOS	95



## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Características de los dispositivos de iluminación I.T.I. San Juan Bosco	45
Tabla 2. Inventario de elementos de las luminarias del I.T.I. San Juan Bosco de Cali	51
Tabla 3. Dimensiones áreas de trabajo I.T.I. San Juan Bosco	52
Tabla 4. Parámetro de evaluación del nivel de confort	56
Tabla 5. Niveles de iluminación RETIE	57
Tabla 6. Niveles de iluminación I.T.I. San Juan Bosco	58
Tabla 7. Consumo de energía I.T.I. San Juan Bosco	65
Tabla 8. Consumo de dispositivos eléctricos de iluminación I.T.I SAN JUAN BOSCO	71
Tabla 9. Análisis General	73
Tabla 10. Diseño por áreas de trabajo críticas y muy críticas	75
Tabla 11. Diseño para áreas de trabajo permisibles	79
Tabla 12. Poder Reflectante de Algunos Colores y Materiales	81
Tabla 13. Dispositivos necesarios para desarrollar el proyecto	82
Tabla 14. Justificación técnica	86
Tabla 15. Propuesta de ejecución del proyecto	89

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. El ojo y sus partes	24
Figura 2. Necesidades de iluminación de trabajadores jóvenes y mayores	84

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Documento Paper	95

## RESUMEN

El proyecto eficiencia lumínica y energética en el Instituto Técnico Industrial San Juan Bosco, nos permite identificar plenamente las fortalezas de implementar un sistema óptimo de iluminación en el plantel educativo, al mismo tiempo es base fundamental para la ejecución de este en otros campos de la industria, cuenta con un sistema de iluminación deficiente en algunas áreas del plantel educativo debido a su diseño e instalación, por tal motivo no cumple con la normatividad técnica colombiana ( RETIE).

RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas): Fija las condiciones técnicas que garanticen la seguridad en los procesos de generación, transmisión, transformación, Distribución y Utilización de la energía eléctrica en La Republica de Colombia.

En particular en el ARTÍCULO 16: Especifica cómo una buena iluminación, además de ser un factor de seguridad, productividad y de rendimientos en el trabajo, mejora el confort visual y hace mas agradable y acogedora la vida. Si se tiene en cuenta que una quinta parte de la vida del hombre transcurre bajo alumbrado artificial, se comprenderá el interés que hay en establecer los requisitos mínimos para realizar los proyectos de iluminación.

A partir de la evaluación de la operación del sistema de iluminación del instituto podemos determinar que el 63% de las áreas del plantel educativo presenta una considerable deficiencia en su sistema de iluminación artificial, basados en la normatividad RETIE, de esta manera se justifica la viabilidad de implementar un sistema de iluminación óptimo que contribuya al mejoramiento de las condiciones de trabajo de la comunidad educativa.

## INTRODUCCIÓN

El proyecto de **“EFICIENCIA LUMÍNICA Y ENERGÉTICA EN EL INSTITUTO TÉCNICO INDUSTRIAL SAN JUAN BOSCO”**, nació de la necesidad de ajustar la operación del sistema de iluminación en el plantel educativo; al tener grandes cambios que se vienen dando a nivel mundial, donde para poder ser más competitivos en áreas como la industria, el comercio y la educación, entre otras, es necesario reevaluar los procesos y entrar en una etapa de mejoramiento continuo de éstos, al generar con ello una cultura organizacional. Por tal motivo y conociendo algunos problemas técnicos que aquejan la Institución, tales como la constante reposición de dispositivos eléctricos de iluminación ( lámparas, balastos, sockets ), largas jornadas laborales utilizadas en esta función, deficiencias académicas y laborales a causa de una inapropiada iluminación, se plantean algunas sugerencias para lograr un nivel de iluminación óptimo que beneficie a toda la comunidad educativa a partir del campo de la luminotecnia, utilizando ésta como herramienta de uso eficiente de la energía, ya que gran parte de su generación en el país es utilizada para la iluminación, con lo cual se obtienen ahorros entre un 20% y 50%.

## 1. JUSTIFICACIÓN

Enfrentar el proyecto **“EFICIENCIA LUMÍNICA Y ENERGÉTICA EN EL INSTITUTO TÉCNICO INDUSTRIAL SAN JUAN BOSCO”** implica resolver dos puntos fundamentales: ¿qué hay que iluminar? y ¿cómo vamos a iluminarlo?

A la primera pregunta responden los datos previos del proyecto, y que indican las características geométricas de la superficie o recinto a iluminar y las características lumínicas de los materiales que lo constituyen, así como el tipo de actividad a desarrollar en él. A la segunda pregunta contestan necesariamente los conocimientos en el área de la luminotecnia, donde se elige el sistema de alumbrado que se considere más adecuado para satisfacer las necesidades planteadas; es decir, los tipos de iluminación, armaduras y fuentes de luz que se estimen apropiadas en cada caso. Para realizar esta elección se pone en juego el conocimiento de la técnica de iluminación, la experiencia personal y el sentido estético.

Se está vislumbrando una era más imaginativa y técnica en el arte de la iluminación que responde a un doble deseo largamente esperado: el del particular que quiere beneficiarse de un alumbrado de calidad y el de los profesionales de la luminotecnia que quieren manejar todos los sistemas, dispositivos y métodos que puedan satisfacer óptimamente las necesidades de sus clientes, cada vez más exigentes. La empresa que hoy en día realice un programa de expansión o modernización sin consultar a un técnico en alumbrado, corre el riesgo durante las primeras etapas del planteamiento, de pasar por alto las necesidades o consideraciones de orden fisiológico de las personas afectadas.

En la actualidad y en todo momento, se exige a los técnicos de alumbrado que tomen en consideración los efectos psicológicos y fisiológicos provocados por la luz y el color en el personal y en la productividad de un lugar de trabajo, comercio, entre otros.

La tendencia actual, muy marcada, es la de adoptar mayores intensidades luminosas, pero debidamente reguladas; se insiste en que se preste gran atención a las combinaciones cromáticas de los interiores y se solicita que se dé una importancia cada día mayor a la luz y color como elementos intrínsecos de todo proyecto arquitectónico.

Para lograr tales objetivos, se debe analizar por separado cada instalación, dedicando cuidadoso empeño tanto al ambiente como a la función específica cumplida en el recinto de que se trata, ya sea una habitación, un salón, una cafetería, un comercio, una fábrica, un laboratorio o un despacho u oficina. Tal análisis nos conducirá a la elección de un tipo u otro de fuentes luminosas y a un tipo u otro de armadura que reparta la luz emitida según una técnica preconcebida. Así mismo, en cada lugar del local tendremos en cuenta la iluminación directa procedente del aparato de alumbrado o de la fuente de luz y la iluminación indirecta debida a la luz reflejada por las paredes y techos.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

- Inadecuados niveles de iluminación en las distintas áreas de trabajo, desfavoreciendo la salud de la comunidad educativa.
- Elevados costos en mantenimiento y reposición de componentes eléctricos de iluminación generan deficiencias financieras.



### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Evaluar y analizar el sistema de iluminación del Instituto.
- Diseñar un sistema de iluminación eficiente que satisfaga las necesidades del Instituto.
- Realizar diagnóstico.

#### **3.2 OBJETIVOS GENERAL**

- Optimización del sistema de iluminación de las instalaciones del Instituto Técnico Industrial San Juan Bosco.

#### 4. MARCO TEÓRICO

El fundamento de la mayor parte de los temas técnicos de iluminación estriba en el estudio de las cualidades y aplicaciones de la materia inanimada; pero la *Luminotecnia* considera además el órgano de la visión del ser humano. Es decir tiene por objeto que este último pueda percibir por medio de la iluminación, y la percepción visual se resiste a ser considerada por medio de las fórmulas matemáticas que se emplean en cualquier técnica. El órgano de la visión da lugar a reacciones sensoriales y éstas a las mentales, todas las cuales son muy reacias a expresarse por números o por símbolos. Por ello la *Luminotecnia* depende mucho más del sentido artístico o de la comodidad de la visión del ser humano que de las fórmulas; éstas, o la técnica en sí misma, se subordinan al fenómeno fisiológico.

Dentro de esta subordinación podemos distinguir entre el concepto físico de la radiación luminosa ( una ciencia pura ), la creación de medios o dispositivos que permitan percibir satisfactoriamente ( una técnica ) y las reglas empíricas a tener en cuenta para que esta cualidad y necesidad a la vez de percibir sea fácil, rápida y agradable ( una ciencia natural, fisiológica, y técnica ).

En este proyecto se tratará la técnica de la iluminación como mecanismo para obtener una “EFICIENCIA LUMINICA” en el Instituto Técnico Industrial SAN JUAN BOSCO”; para ello estudiaremos brevemente qué es la luz, analizaremos cuáles son sus unidades fundamentales y su distribución espacial. Pasaremos luego a revisar los diversos tipos de fuentes de luz existentes en la actualidad, para entrar a continuación en el plan de las instalaciones de alumbrado apropiadas para la ejecución del proyecto.

La técnica de la iluminación es muy antigua y reciente a la vez. Por estar subordinada al ser humano, puede decirse que éste la empleó con las primeras antorchas. Pero en realidad nace en el año 1879 cuando Thomas Alva Edison inventó la primera lámpara incandescente de filamento de carbón. Desde esta época los progresos realizados en esta técnica de la iluminación han sido muy importantes con avances como el de la lámpara panelescente o cerámica luminosa, cuyo desarrollo ha sido considerado por muchos como un paso notable realizado en el campo de la luminotecnia. Paralelamente, otras lámparas de incandescencia y luminiscentes, tales como las de gas kriptón, de vapor de mercurio, de vapor de sodio, entre otras, representan un gran aporte a la moderna técnica de la luz artificial.

#### **4.1 PERCEPCIÓN**

La mayor parte de la información sobre el entorno le llega al hombre a través de los ojos. Para ello, la luz no sólo es indispensable y medio de la vista, sino que por su intensidad, su distribución y sus cualidades crea condiciones específicas que influyen sobre nuestra percepción.

En definitiva, la planificación de iluminación consiste en analizar el entorno visual del hombre; su objetivo es la creación de condiciones de percepción, que posibiliten trabajos efectivos, una orientación segura, así como su efecto estético. Las cualidades fisiológicas de una situación luminosa se pueden calcular y medir, pero al final siempre decide el efecto real sobre el hombre: la percepción subjetiva valora la bondad de un concepto de iluminación. La planificación de iluminación, por tanto, no se puede limitar sólo a la realización de principios técnicos, sino que también debe incluir reflexiones acerca de la percepción.

## 4.2 OJO Y CÁMARA

Un principio extendido para la interpretación del procedimiento de percepción es la comparación del ojo con una cámara: en el caso de la cámara, se proyecta a través de un sistema ajustable de lentes la imagen invertida de un objeto sobre una película sensible a la luz; un diafragma se ocupa de la regulación de la cantidad de luz. Después del revelado y la reversión, al efectuar la ampliación se obtiene finalmente una imagen visible, bidimensional, del objeto. Del mismo modo, en el ojo se proyecta sobre el fondo ocular a través de una lente deformable una imagen invertida, el iris toma la función del diafragma y la retina —sensible a la luz— la del papel de la película. Por la retina se transporta la imagen, a través del nervio óptico, al cerebro, para que allí finalmente pueda recuperar su posición inicial y hacerse consciente en una determinada zona, la corteza visual. La comparación entre cámara y ojo seduce por su evidencia. Sin embargo, no aporta nada para el esclarecimiento del propio procedimiento perceptivo. El fallo estriba en la suposición de que la imagen proyectada sobre la retina es idéntica a la imagen percibida. Que la imagen de la retina forma la base de la percepción es incuestionable; no obstante, existen considerables diferencias entre las percepciones reales de un entorno visual y la imagen sobre la retina. En primer lugar se debe citar la deformación espacial de la imagen mediante la proyección sobre la superficie deformada de la retina: una línea recta se proyecta por regla general sobre la retina como curva. Frente a esta consignación esférica se encuentra una aberración cromática de igual evidencia: la luz de distintas longitudes de onda también se refracta distintamente, de modo que se crean anillos de Newton alrededor de los objetos.

El ojo es, por tanto, un instrumento óptico insuficiente, que crea una imagen retiniana deformada especialmente y sin corrección cromática. En cambio, estos

fallos ya no aparecen en la percepción real, por lo que deben haber sido eliminados en el cerebro durante la transformación de la imagen. Más allá de esta corrección de fallos existen aún considerables diferencias trascendentes entre la imagen retiniana y la percepción real. Si se perciben objetos de disposición localizada, se forman sobre la retina en perspectiva imágenes deformadas. Así, por ejemplo, un rectángulo visto en ángulo produce una imagen retiniana trapezoidal. Pero esta imagen también podría haberse producido por una superficie trapezoidal, vista frontalmente, o por un número ilimitado de formas cuadradas dispuestas en ángulo. Se percibe una única forma, el rectángulo, que realmente ha provocado esta imagen. Incluso cuando un observador u objeto se mueven perdura esta percepción de forma rectangular constante, aunque la forma de la imagen proyectada de la retina varía ahora constantemente por la cambiante perspectiva. Por lo tanto, la percepción no es sólo la simple visualización de la imagen proyectada en la retina; más bien se origina sobre todo por la interpretación de esta imagen.

### **4.3 PSICOLOGÍA DE LA PERCEPCIÓN**

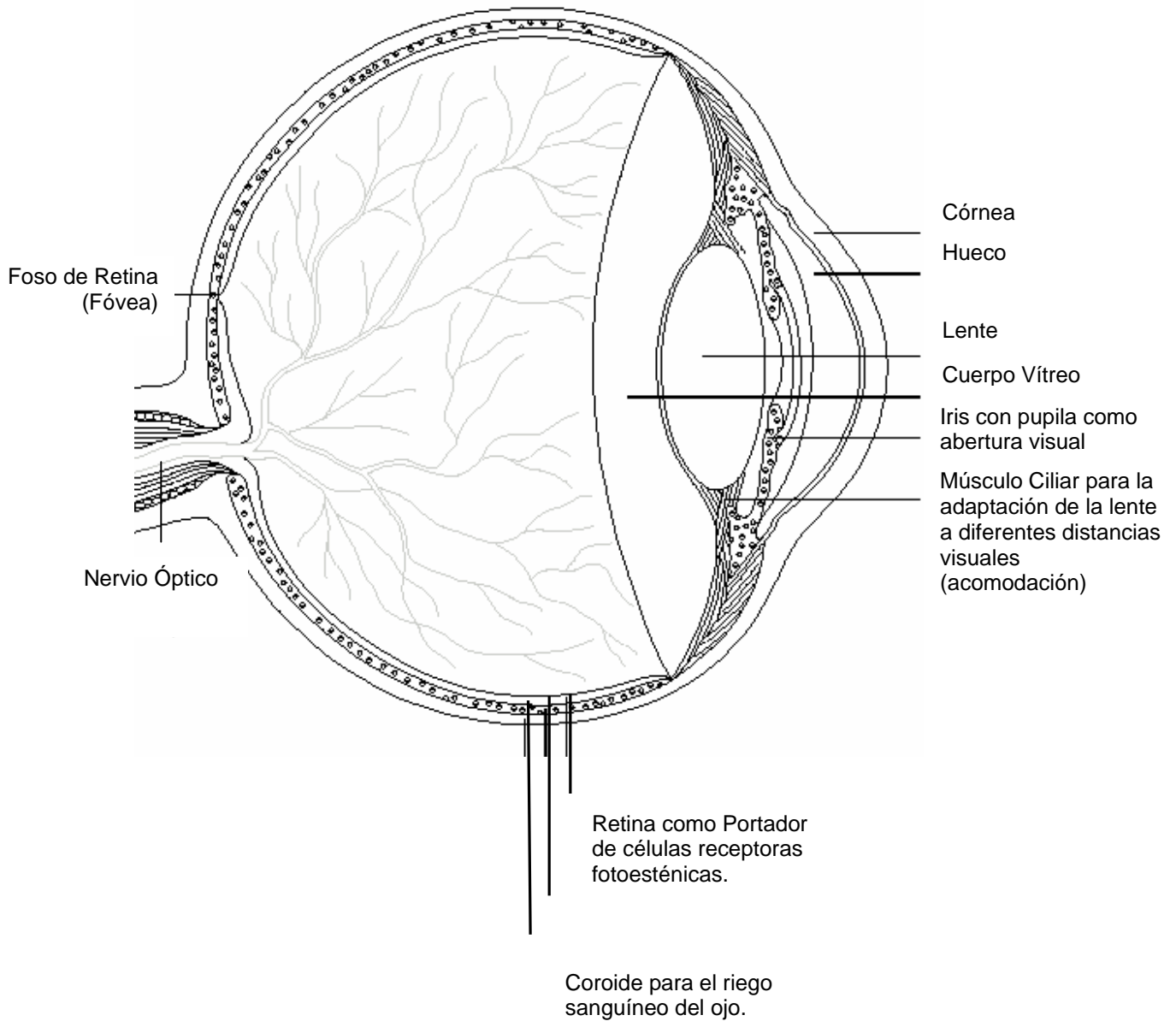
La idea—modelo del ojo como cámara no puede explicar la formación de la imagen percibida, sólo se ocupa de transportar el objeto a percibir desde el mundo exterior hasta la corteza visual. Para un entendimiento real de la percepción visual, es menos importante el transporte de la información de la imagen y más significativo el procedimiento de transformación de esta formación, la construcción de impresiones visuales. Surge aquí en primer lugar la cuestión de si la capacidad del hombre de percibir el entorno de modo ordenado es de nacimiento o aprendida, es decir, que se haya tenido que formar por experiencias. Por otra parte, también surge la cuestión de si para la imagen percibida sólo son

responsables las impresiones sensoriales recibidas del exterior o si el cerebro transforma estos estímulos en una imagen visible mediante la aplicación de propios principios de orden. Una respuesta unívoca a estas cuestiones es prácticamente imposible; la psicología de la percepción sigue en este caso varias direcciones contradictorias entre sí. Cada una de estas direcciones puede enunciar una serie de pruebas para su modelo, pero ninguna de estas escuelas está en disposición de dar una explicación plausible.

Así, existen datos de que la organización espacial de la percepción es innata. Si colocamos animales, o incluso niños recién nacidos, sobre una placa de cristal transparente ubicada sobre un escalón, éstos evitan claramente la zona sobre el nivel con más profundidad visual. De modo que aquí existe un conocimiento visual innato de la profundidad y la consiguiente sensación de peligro tiene preferencia ante la información del sentido del tacto, que muestra una superficie segura y plana. Por otro lado, se puede demostrar que la percepción también depende de experiencias previas. Así, se reconocen más rápidamente las estructuras conocidas que las desconocidas; las interpretaciones una vez identificadas de complicadas figuras visualizadas permanecen y graban las futuras percepciones. En este caso la experiencia y la expectación pueden tener un efecto tan fuerte que las piezas que faltan de una forma se perciben restituidas —o determinados detalles corregidos— para adaptar el objeto a la expectativa. Por consiguiente, tanto los mecanismos innatos como la experiencia desempeñan un papel en la percepción; probablemente el componente innato se ocupa de la organización fundamental de la percepción, mientras que la experiencia, a un nivel de transformación más elevado, aporta también algo para poder interpretar las figuras complejas. Por lo que respecta a la cuestión de si sólo las impresiones sensoriales determinan la percepción o si se necesitan adicionalmente principios de orden psicológicos, existe documentación para ambas tesis. Por eso se puede explicar el hecho de que un campo gris mediano con contorno negro se perciba

como gris claro y con contorno blanco como gris oscuro, por la transformación directa de los estímulos percibidos: la claridad percibida surge de la relación de claridad del campo gris y la del entorno más inmediato. Es decir, se forma una impresión visual que se basa exclusivamente en las impresiones sensoriales recibidas del exterior y no está influenciada por criterios propios de clasificación de la transformación mental. Por otro lado, se puede explicar el hecho de que las líneas verticales en un dibujo de perspectivas aparezcan considerablemente más grandes al fondo que delante, debido a que el dibujo percibido se interpreta de modo espacial. En otras palabras, para poder crear una imagen retiniana del mismo tamaño, como con una línea cercana, la línea más alejada debe ser más grande, es decir, la línea se interpreta y percibe en la profundidad del espacio como más grande con una longitud efectiva completamente igual. Así, el conocimiento aparente de las relaciones de la distancia produce una variación de la percepción. Pero como las distancias en el dibujo son ficticias, existe un resultado de interpretación autónomo e independiente de estímulos externos por parte del cerebro. Por consiguiente, la percepción tampoco se basa en un solo principio bajo este modo de plantear la cuestión, sino que transcurre según varios mecanismos.

Figura 1. El ojo y sus partes.



Córnea Opaca

GANSLANDT, Rudiger; HOFMANN, Harald. Manual como Planificar con Luz. 4 ed. España: Erco Edición, 1985. p. 36.



#### 4.4 LA LUZ Y LAS RADIACIONES

La luz tiene dos significados: en un sentido general, la luz es el agente capaz de excitar nuestro sentido de la vista, y por tanto la base de un fenómeno fisiológico que tiene lugar en nuestro interior. Desde el punto de vista físico, la luz es una de las manifestaciones de la energía, al igual que la electricidad, el calor, etc.

Podemos definir la luz como energía radiante, o conjunto de radiaciones, con capacidad para producir sensaciones visuales. La luz es una sensación, mientras que la radiación luminosa es un fenómeno físico; es decir, energía propagada a velocidad en el espacio y cuya presencia sólo puede ser detectada por sus efectos, que consisten en impresionar nuestra retina permitiéndonos ver. La radiación luminosa y la luz son cosas esencialmente diferentes: la radiación, fenómeno físico, es la causa; la luz, que sólo es una sensación, es su efecto. Aunque una implica la otra, no deben, sin embargo, confundirse.

Los electrones que se desplazan en un átomo, alrededor de su núcleo, poseen una cantidad de energía determinada. En la práctica, esta cantidad de energía es mayor o menor según sea la distancia del electrón al núcleo. Sabemos que los electrones están dispuestos alrededor del núcleo según órbitas cada vez más alejadas; ello quiere decir que los electrones de órbitas diferentes poseerán cantidades diferentes de energía. Si, por causa cualquiera, colocamos un electrón en una órbita más alejada, aquel adquirirá la energía correspondiente a esta órbita. (Este aumento de energía, en realidad, corresponderá con el necesario para colocarlo en la nueva órbita.) No obstante, no siendo suya esta órbita, el electrón se encuentra en un estado inestable y acaba por volver a la primitiva. Al pasar de la órbita más alejada (de mayor energía) a la más próxima al núcleo (de menor energía) libera una cantidad de energía igual a la diferencia entre las

energías de las dos órbitas. Esta energía liberada por el electrón al pasar de una a otra órbita se propaga en el espacio, en todas direcciones, en forma de radiaciones.

#### **4.5 MAGNITUDES Y UNIDADES FUNDAMENTALES**

Cada técnica tiene unas definiciones y unas unidades de medida que le son propias. En luminotecnia, las magnitudes fundamentales y unidades admitidas para su medición sirven para la comparación y valoración de las diversas fuentes luminosas que se encuentran ordinariamente en la práctica; para ello, las magnitudes fundamentales a considerar son las del flujo luminoso, intensidad luminosa, nivel de iluminación y luminancia.

Toda la teoría de la técnica de las mediciones se basa en admitir que el foco luminoso es puntiforme; es decir, debe suponerse que se encuentra reducido a un punto. La dificultad principal en desarrollar un sistema de unidades en luminotecnia reside en que ya existía un sistema antes de que se establecieran con claridad los conceptos de radiación y sensación de luz conocidos. Los principios completos de la técnica de la medición de la luz fueron publicados por Lambert en 1760, cuarenta años antes de nacer Ampère y 119 años antes de que Edison inventara la primera lámpara de incandescencia. Es decir, se estableció un sistema de unidades cuando aún no existían las eléctricas y antes de que la electricidad se aplicara a la técnica del alumbrado.

Teniendo en cuenta que, en la actualidad, la electricidad constituye la principal fuente de energía para alimentar los sistemas de alumbrado, la técnica de

iluminación debe descansar en un sistema de medidas basado en el *vatio-luz*, como ya se indicó, pero es demasiado para tener aplicación práctica. Para medir la potencia luminosa de las fuentes convencionales, en la práctica se adopta el *lumen*, que es 650 veces más pequeño que el vatio-luz y que constituye la unidad de flujo luminoso o, mejor aún, el *factor de luminosidad de la radiación*.

#### 4.6 FLUJO LUMINOSO

El flujo luminoso y la intensidad de iluminación son características específicas del foco luminoso; el nivel de iluminación es una propiedad particular del alumbrado producido por el foco; los focos luminosos, al igual que los objetos iluminados, presentan una cierta luminancia.

De la misma forma que en diversas técnicas denominada *Potencia* a la energía transformada en cada unidad de tiempo (vatios, kilovatios, caballos de vapor, etc.), el *flujo luminoso* de una fuente o manantial de luz es la potencia luminosa de dicho elemento, o sea la energía radiada al espacio en una unidad de tiempo. Considerando que la fuente luminosa es alimentada por energía eléctrica, sabemos que en el caso ideal dicha fuente transformaría íntegramente cada vatio eléctrico ( $1 \text{ vatio} = 1 \text{ julio} \cdot 1 \text{ segundo} = 1 \text{ voltio} \cdot 1 \text{ amperio}$ ) en un vatio – luz. En la práctica, ello no es posible a causa de las pérdidas ya mencionadas.

Estas pérdidas se deben, en primer lugar, a que en toda transformación de energía el rendimiento no es nunca del 100%. Ello también es válido en los focos luminosos que transforman la energía eléctrica en energía luminosa; el rendimiento es diferente según el tipo de foco. Así, en una lámpara incandescente, por ejemplo, la transformación se efectúa con mucha pérdida de

energía al calentar el filamento para llevarlo a incandescencia. Este filamento constituye una resistencia; y como en toda resistencia, en ella se disipan muchos vatios en forma de calor. La energía efectivamente radiada tiene diferentes longitudes de onda que comprenden las visibles o luminosas, las infrarrojas y las ultravioletas, estas dos últimas representan una nueva pérdida de energía, ya que, para fines de alumbrado, no tienen aplicación. Finalmente, sabemos que la radiación luminosa con longitud de onda correspondiente al amarillo verdoso es la única capaz de excitar al 100% los elementos fotosensibles de nuestra retina; en cambio, para los otros colores dichos elementos tienen una sensibilidad que decrecen muy rápidamente. Es decir, parte de las radiaciones efectivamente luminosas no excitan por completo nuestra retina, y de ahí se deduce que una parte de dichas radiaciones representa una pérdida de energía que es luminosa pero que no es útil para nuestros ojos.

O sea, del vatio, que equivale a 650 lúmenes, sólo se aprovecha una pequeña parte en sensación de luz.

#### **4.7 CANTIDAD DE LUZ**

La cantidad de luz "Q" es el producto del flujo luminoso por el tiempo. Una lámpara que emita 1.000 lúmenes de flujo luminoso durante 5 horas, da lugar a una cantidad de luz de 5.000 lumen-hora.

## 4.8 NIVEL DE ILUMINACIÓN

El flujo luminoso emitido por cualquier manantial de luz se distribuye en el espacio en todas las direcciones. Esta distribución no es la misma en cada dirección, sino que depende del tipo de manantial (Lámpara, tubo, etc.) y del tipo de aparato de iluminación (pantalla, globo, reflector, proyector etc.) Ello quiere decir que los diferentes objetos que se encuentran en la zona de influencia de las radiaciones luminosas emitidas por un foco luminoso recibirán un flujo más o menos elevado por metro cuadrado de superficie.

La unidad de iluminación es el lumen por metro cuadrado, más conocido con el nombre de lux.

El símbolo de la iluminación o nivel de iluminación de una superficie es  $E$  y representa la relación entre el flujo luminoso que recibe una superficie y su área. Por ello, a veces también se le denomina densidad de flujo luminoso.

$$ILUMINACION = \frac{FLUJOLUMINOSO}{SUPERFICIE} = \frac{\phi}{S}$$

## 4.9 ÁNGULO SÓLIDO

El ángulo sólido puede definirse como un ángulo,  $w$ , en el espacio que recorta una superficie de un metro cuadrado, en una esfera de un metro de radio.

El conjunto de ángulos sólidos que caben en una esfera es de  $4\pi$ , o sea, una esfera contiene 12,56 ángulos sólidos  $w$ . En luminotecnia el ángulo sólido se expresa mucho mejor por el ángulo comprendido en un sector cónico de un metro de generatriz sobre un casquete esférico de un metro cuadrado de superficie. Este ángulo sólido unidad se denomina esterradián.

#### **4.10 INTENSIDAD LUMINOSA**

Una fuente luminosa puntual e ideal radia su flujo luminoso de manera uniforme en todas las direcciones del espacio, su intensidad luminosa es en todas direcciones la misma. En la práctica, no obstante, siempre se da una distribución espacial irregular del flujo luminoso, que en parte es condicionada por la disposición de los medios de luz y en parte originada por la conducción consciente de la luz. Por lo tanto, es conveniente indicar una medida para la distribución espacial del flujo luminoso, es decir, la intensidad luminosa de la luz.

La candela como unidad de la intensidad luminosa es la única unidad base de la luminotecnia, de la cual se derivan todas las demás medidas luminotécnicas. La candela se definía originalmente por la intensidad luminosa de una vela normalizada, más tarde sirvió como norma el polvo de torio, que con la temperatura solidificaba el platino; desde 1979 se define la candela por una fuente radiante, que radia con una frecuencia de  $540 \times 10^{12}$  hz  $1/683$  W por esterradián.

$$INTENSIDADLUMINOSA = \frac{FLUJOLUMINOSO}{ANGULOSOLIDO}$$

#### 4.11 LUMINANCIA O BRILLANTEZ

Intensidad luminosa emitida en una dirección determinada por una fuente primaria (superficie luminosa) o secundaria (superficie iluminada) de luz. En otras palabras, expresa el efecto de la luminosidad que una superficie produce sobre el ojo humano. Se mide en candelas por unidad de superficie ( $\text{cd}/\text{m}^2$  o  $\text{cd}/\text{cm}^2$ ) y se denota por el símbolo L.

$$LUMINANCIA = \frac{INTENSIDAD LUMINOSA}{SUPERFICIE VISIBLE}$$

#### 4.12 EFICIENCIA LUMÍNICA

Relación entre el flujo luminoso emitido por una lámpara y la potencia eléctrica absorbida por la misma.

Se mide en lumen por vatio ( $\text{lm}/\text{w}$ ) y se evalúa mediante la fórmula

$$EFICIENCIA = \frac{FLUJOLUMINOSO}{POTENCIA} = \frac{\phi}{P}$$

#### 4.13 RENDIMIENTO

Relación entre el flujo luminoso que sale de una luminaria y el emitido por la lámpara. Se representa mediante la letra griega N y se expresa mediante la fórmula:

$$N = \frac{\phi_s}{\phi_e}$$

Siendo

N = Rendimiento de la luminaria (sin unidades)

$\Phi_s$  = Flujo luminoso que sale de la luminaria en Lumen

$\Phi_e$  = Flujo luminoso emitido por la lámpara en Lumen

El rendimiento luminoso de una luminaria depende, entre otros, de los siguientes factores:

- Los materiales empleados en la construcción de la luminaria, particularmente su característica de reflexión.
- La forma constructiva de la luminaria, incluyendo la técnica utilizada para proteger y montar la fuente luminosa.
- Las condiciones de su instalación.
- El mantenimiento de la luminaria, es decir el estado de conservación de las características iniciales.



#### **4.14 CURVAS FOTOMÉTRICAS**

Las curvas fotométricas son graficas bidimensionales especiales suministradas por los fabricantes que permiten ver la distribución espacial del flujo característico de cada tipo de lámpara o luminaria.

#### **4.15 LUMINARIAS**

Las lámparas operan generalmente en el interior de aparatos de iluminación llamados luminarias. Las luminarias sirven para dirigir, filtrar o transformar la luz emitidas por las lámparas y comprenden todos los elementos necesarios para fijarlas y protegerlas mecánicamente, así como para recibir el voltaje de alimentación. Además presenta características vistas que permiten conjugar al mismo tiempo los aspectos fotométricos, estéticos, eléctricos y mecánicos que condicionan su uso en función del ambiente para iluminar.

Dependiendo de la forma como se distribuye el flujo luminoso, las luminarias se clasifican usualmente en las siguientes categorías:

- Difusores
- Reflectores
- Proyectores
- Refractores

Los difusores son aparatos que sirven para atenuar los efectos deslumbrantes de las fuentes luminosas. Están constituidos por envoltentes, generalmente de material plástico o de vidrio, en cuyo interior se coloca lámpara.

Estas luminarias tiene típicamente un rendimiento del 50% al 80%, es decir el material difusor absorbe de 20% al 50% del flujo luminoso emitido por la lámpara.

Los reflectores son aparatos que sirven para modificar la dirección de la luz. Están formados por superficies especiales (Aluminio pulido, lámina de acero esmaltada de blanco, vidrio plateado, entre otros) que reflejan la luz emitida por la lámpara en determinadas direcciones, formando un haz largo y estrecho según el tipo. Su rendimiento es entre el 70% y 80%.

Un caso especial de los reflectores son los proyectores, los cuales se utilizan para concentrar el flujo luminoso en una dirección determinada.

Los refractores son luminarias constituidas por recipientes de material transparente y diseñadas de tal manera que modifican sustancialmente la distribución de flujo luminoso.

Dependiendo de la dirección en que emite el flujo luminoso, las luminarias se pueden clasificar en las siguientes categorías.

**4.15.1 Alumbrado directo.** Cuando la mayor parte del flujo luminoso (del 90% al 100%) está dirigido directamente hacia la zona que hay que iluminar, generalmente hacia abajo.

**4.15.2 Alumbrado indirecto.** Cuando casi todo el flujo (del 90% al 100%) está encaminado en dirección contraria a la zona que hay que iluminar. En este caso, el rendimiento es bajo y la visión poco nítida por falta del efecto de sombra.

**4.15.3 Alumbrado mixto o directo-indirecto.** Cuando el flujo luminoso está distribuido hacia dos zonas determinadas: Una mitad (del 40% al 50%) hacia la zona que hay que iluminar y la otra mitad (del 50% al 60%) en dirección opuesta.

**4.15.4 Alumbrado semidirecto.** Cuando la mayor parte del flujo luminoso (del 60% al 90%) está orientado en gran parte hacia la zona que se trata de iluminar y el resto (del 10% al 40%) en dirección opuesta.

**4.15.5 Alumbrado semi-indirecto.** Cuando el flujo luminoso está dirigido, en gran parte, en dirección puesta a la zona que se debe iluminar.

#### **4.16 CLASES DE ALUMBRADO INTERIOR**

Existen básicamente tres maneras de realizar un alumbrado interior dependiendo de las necesidades de la zona que se pretenda iluminar.

**4.16.1 Alumbrado general.** Aquí las luminarias se instalan de tal modo que se obtiene un flujo uniforme sobre la zona que se quiere iluminar. Por ejemplo la iluminación de una oficina, un taller, un almacén o un aula de clases.

**4.16.2 Alumbrado general localizado.** Aquí las luminarias están instaladas de tal modo que, además de proporcionar una iluminación uniforme, permitan aumentar la intensidad de iluminación en ciertas zonas, según la actividad que se desee realizar en ellas, por ejemplo iluminación bajo las zonas de trabajo de un *aula*, iluminación de mesas de dibujo, escritorios, cuadros de salas de exposición.

**4.16.3 Alumbrado localizado.** En este tipo de alumbrado las luminarias están instaladas de tal modo que iluminen directamente una maquinaria, un puesto de trabajo, un escaparate, un cuadro, una mesa de dibujar, una vitrina etc. El alumbrado localizado se puede combinar con el alumbrado general del recinto.

PUIGDEMONT, José M. Electricidad teórico práctica: Luminotecnia. 17 Ed. Barcelona: Ediciones Apha, 1978. p. 3-19.

GANSLANDT, Rudiger; Hofmann, Harald. Manual como Planificar con Luz. 4 ed. Madrid: Erco Edición, 1985. p .28-40.

## **5. METODOLOGÍA**

### **5.1 OBTENCIÓN DE DATOS**

Elaboración de inventario de los distintos tipos de luminarias instaladas y sus características, tales como nivel de iluminación, tipo de carcasa, nivel de tensión, horas de uso, potencia, etc. adicionalmente estadísticas como variaciones de voltaje, consumos de energía mensual, inventarios en stock de dispositivos eléctricos de iluminación, horas de trabajo en mantenimiento y vida útil de estos.

### **5.2 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

Identificar para cada una de las áreas de trabajo de la Institución qué dispositivos eléctricos de iluminación se encuentran en adecuado funcionamiento y a la vez analizar si cumplen con los parámetros técnicos y fisiológicos de la luminotecnica.

### **5.3 ACCESO AL PLANO ARQUITECTÓNICO**

Trabajar sobre el plano arquitectónico a escala del Instituto, para realizar los cálculos luminotécnicos correspondientes por áreas geométricas.

#### **5.4 DESARROLLO DE CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS POR ÁREAS DE TRABAJO**

Realizar los cálculos matemáticos necesarios como flujo luminoso, cantidad de luz, nivel de iluminación, intensidad luminosa y lumínica para una adecuada asignación de dispositivos eléctricos de iluminación.

#### **5.5 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO**

Realizar un estudio que proporcione los parámetros necesarios para analizar si el beneficio obtenido con el proyecto amerita la inversión económica a plantear.

#### **5.6 DISTRIBUCIÓN DE DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS DE ILUMINACIÓN EN EL PLANO**

Asignar para cada área de trabajo los dispositivos eléctricos de iluminación apropiados.

#### **5.7 ELABORACIÓN DE PROPUESTA DE MEJORAMIENTO**

Diseñar el plan operativo y de puesta en marcha del proyecto, sugiriendo primacía por áreas de ejecución.

## **6. ANTECEDENTES**

### **6.1 USO RACIONAL DE ENERGÍA**

A partir del racionamiento de energía que vivió el país hace algunos años, se tomó conciencia de las limitaciones que existen en materia energética, por ende su uso debe ser optimizado: Como consecuencia se inició la campaña URE “Uso Racional de Energía”, liderado por el Ministerio de Minas y Energía, el primer aspecto que se evaluó fue el precio en dinero que los usuarios pagaban por este servicio y los subsidios que el gobierno ofrecía. Por ello y como un proceso de concientización en los países latinoamericanos, los usuarios han visto el incremento del monto que deben pagar por este servicio.

La segunda fase de la campaña URE está relacionada con el mejoramiento de los aparatos que funcionan con energía eléctrica. Los comités de normalización del ICONTEC 16 normas técnicas, NTC, establecen los valores mínimos de eficiencia de estos aparatos, para garantizar un producto óptimo. En este proceso se estudiaron elementos tales como: lámparas fluorescentes tubulares, circulares y compactas con sus respectivos balastos. Con estos mejoramientos en el área de la iluminación se aporta alrededor de un 25% de ahorro energético.

Para todos estos elementos el INEA realizó una campaña informativa, mediante la implementación de rótulos que, además de la información técnica proporciona al usuario un análisis del costo global del producto, más el que se ocasionará por su utilización.

Es de resaltar la buena voluntad de la industria nacional que participó y participa en dichos procesos, la cual en ningún momento ha puesto en duda la efectividad del mejoramiento tecnológico. Sin embargo, se ha manifestado la necesidad que este esfuerzo nacional también alcance a los productos internacionales, con el fin de no crear una economía en desventaja para nuestros fabricantes.

Finalmente para el ICONTEC es muy importante colaborar en este proceso, propiciando un espacio para el consenso, permitiendo canalizar las inquietudes y gestionando la elaboración a corto plazo de las normas técnicas colombianas relacionadas.

Acero, Gloria Maria. Uso racional de energía. En: Mundo Eléctrico Colombiano: Ahorro de energía. Vol. 28; p. 15.

## **6.2 AHORRO DE ENERGÍA EN LA ILUMINACIÓN**

En la actualidad un gran número de industrias tiene una iluminación con Sodio a Alta Presión, ya que por ser una fuente lumínica de excelente eficiencia (lumen/Watt) y vida útil promedio de 24.000 horas, se obtiene un ahorro de energía, pero debido a su color amarillo no proporciona un confort visual adecuado para las diferentes actividades que se realizan y se obtiene un bajo índice de reproducción cromática (reproducción del color).

Hoy en día en Colombia tanto en la industria como en los grandes salones comerciales se está implementando un sistema llamado ELECTRO-REG, para hacer de la bombilla Metal Halide una fuente aproximadamente igual de eficiente al sodio alta presión y con mayor vida útil promedio. De esta manera se obtiene:



- Mayor eficiencia en las lámparas Metal Halide
- Su flujo lumínico es más constante durante su vida útil.
- El re-encendido se logrará en un rango de 2 a 4 minutos.
- Baja en un 60% los armónicos producidos.
- El factor de potencia es del 95%.
- 60% más de lumen/hora.
- Mejora la estabilidad del color y el índice de reproducción cromática.
- 50% más de vida útil en la lámpara.

Con el ELECTRO-REG bajarán los costos de energía, costos de mantenimiento y costos de reposición en los sistemas de iluminación.

GIRALDO CARMONA, Wilson Eriot. Ahorro de energía en la iluminación Industrial. En: Mundo Eléctrico: iluminación. Vol. 28; p. 31.

## **7. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL I.T.I. SAN JUAN BOSCO**

### **7.1 SITUACIÓN ACTUAL**

El instituto técnico industrial San Juan Bosco de Cali, fue construido hace más de 50 años, cuenta con un sistema de iluminación deficiente en algunas áreas del plantel educativo debido a su diseño e instalación, a lo largo de estos años no presenta estudios de mejoramiento en los campos de eficiencia lumínica y energética, por tal motivo no cumple con la normatividad técnica colombiana.

### **7.2 RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas)**

Fija las condiciones técnicas que garanticen la seguridad en los procesos de generación, transmisión, transformación, Distribución y Utilización de la energía eléctrica en La Republica de Colombia.

En particular en el ARTÍCULO 16: iluminación, especifica cómo Una buena iluminación, además de ser un factor de seguridad, productividad y de rendimientos en el trabajo, mejora el confort visual y hace mas agradable y acogedora la vida. Si se tiene en cuenta que una quinta parte de la vida del hombre transcurre bajo alumbrado artificial, se comprenderá el interés que hay en establecer los requisitos mínimos para realizar los proyectos de iluminación.

### 7.3 SITUACIÓN ACTUAL vs. RETIE

#### **DISEÑO: RETIE**

Un diseño de iluminación debe comprender las siguientes condiciones esenciales:

- Suministrar una cantidad de luz suficiente.
- Eliminar todas las causas de deslumbramiento.
- Prever el tipo y cantidad de luminarias apropiadas para cada caso particular teniendo en cuenta su eficiencia.
- Utilizar fuentes luminosas que aseguren una satisfactoria distribución de los colores.

#### **INSTALACIÓN:**

- Debe existir suministro ininterrumpido de iluminación en sitios y áreas donde la falta de esta pueda generar riesgos para la vida de las personas, como en áreas críticas y en los medios de egreso para evacuación.
- No se permite la utilización de lámparas de descarga con encendido retardado en circuitos de iluminación de emergencia.
- Los alumbrados de emergencia equipados con grupos de baterías, deben permanecer en funcionamiento un mínimo de noventa minutos después que se interrumpa el servicio eléctrico normal.
- Los residuos de las lámparas deben ser manejados cumpliendo la regulación sobre manejo de desechos, debido a las sustancias tóxicas que puedan poseer.
- En lugares accesibles a personas donde se operen máquinas rotativas, la iluminación instalada debe diseñarse para evitar el efecto estroboscópico.

#### **DISEÑO ACTUAL: I.T.I. SAN JUAN BOSCO:**

- No presenta Niveles de iluminación eficientes en ciertas áreas de trabajo.
- Existen causas de deslumbramiento.
- Tipo inadecuado y cantidad de luminarias insuficientes en las distintas áreas del plantel educativo.
- Fuentes luminosas ineficientes.

#### **INSTALACIÓN:**

- No presenta un suministro ininterrumpido de iluminación.
- El instituto no presenta un sistema de iluminación de emergencia.
- El instituto no cuenta con un programa de desecho de residuos de lámparas.
- La iluminación en áreas de maquinaria rotativa no está diseñada para evitar el efecto estroboscópico.

#### **7.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS DISPOSITIVOS DE ILUMINACION I.T.I SAN JUAN BOSCO**

El cuadro 1 muestra los distintos dispositivos de iluminación y sus características técnicas y eléctricas, podemos observar la gran variedad de referencias de lámparas, carcazas, potencia nominal y tensiones de alimentación, estos dispositivos son antiguos y debido a los avances de la tecnología en este campo se pueden clasificar como inadecuados para un óptimo sistema de iluminación.

Tabla 1. Características de los dispositivos de iluminación I.T.I SAN JUAN BOSCO

AREA DE TRABAJO	CANTIDAD	LAMPARA POR	TIPO DE	VATIOS X	POTENCIA	VOLT.
	LUMINARIA	TIPO DE ENCENDIDO	CARCASA	LAMPARA	TOTAL WAT	ALIMEN,
SALON 1 A	3	ELECTRONICA	Económica Normal	64	192	110
SALON 1B	3	ELECTRONICA	Económica Normal	64	192	110
COMUNIDAD COCINA	1	INCANDESCENTE	Sin carcasa	100	100	110
TALLER ELECTRICIDAD OFICINA	3	INSTANTANEA	Económica Normal	78	234	110
OFICINA COMITÉ HISTORICO	1	NORMAL	Económica Normal con Aleta	80	80	110
OFICINA COMITÉ HISTORICO	2	NORMAL	Económica Normal con Aleta	40	80	110
OFICINA CONTADORA-PATRICIA	1	NORMAL	Económica Normal	80	80	110
OFICINA CONTADORA-PATRICIA	1	ELECTRONICA	Económica Normal	64	64	110
OFICINA COADJUTOR	2	NORMAL	Económica Normal con Aleta	80	160	110
OFICINA COADJUTOR	1	INCANDESCENTE	Sin carcasa	60	60	110
OFICINA JEFE DE MANTENIMIENTO	1	NORMAL	Económica Normal	40	40	110
OFICINA JEFE DE MANTENIMIENTO	1	INSTANTANEA	Económica Normal	78	78	110
OFICINA EXALUMNOS	2	NORMAL	Económica Normal con Aleta	80	160	110
OFICINA ASOFAMILIA	2	NORMAL	Económica Normal con Aleta	80	160	110
OFICINA RECEPCION	3	INSTANTANEA	2Normal/1Alet	78	234	110
OFICINA SICOLOGIA	1	INSTANTANEA	Económica Normal	78	78	110
TALLER DE GRAFICAS OFICINA JEFE	2	NORMAL	Económica Normal	80	160	110
SALON TRANSICION	2	INSTANTANEA	Económica Normal	78	156	110
TALLER DE GRAFICAS SALON DISEÑO	5	INSTANTANEA	Económica Normal	78	390	110
TALLER DE GRAFICAS SALON DISEÑO	1	NORMAL	Económica Normal	80	80	110
OFICINA PASTORAL-EMISORA	1	INSTANTANEA	Económica Normal	78	78	110
OFICINA PASTORAL-PADRE ABEL	2	INSTANTANEA	Económica Normal	78	156	110
TALLER ELECTRICIDAD ALMACEN	1	NORMAL	Económica Normal con Aleta	80	80	110
OFICINA ATENCIÓN PADRES DE FAMILIA	2	INSTANTANEA	Económica Normal	78	156	110
OFICINA SECRETARIA ACADEMICA	1	INSTANTANEA	Económica Normal	78	78	110
OFICINA SECRETARIA ACADEMICA	2	NORMAL	Económica Normal con Aleta	80	160	110

ÁREA DE TRABAJO	CANTIDAD	LÁMPARA POR	TIPO DE	VATIOS X	POTENCIA	VOLT.
	LUMINARIA	TIPO DE ENCENDIDO	CARCASA	LÁMPARA	TOTAL WAT	ALIMEN,
SALA DE SISTEMAS	9	INSTANTANEA	Económica Normal	78	702	110
SALON MARCO JULIO	1	INSTANTANEA	Económica Normal	78	78	110
SALON MARCO JULIO	1	ELECTRONICA	Económica Normal Triangulo	64	64	110
TALLER DE GRAFICAS AREA DE CORTE	4	INSTANTANEA	Económica Normal con Aleta	78	312	110
OFICINA PASTORAL-PADRE ABEL	2	NORMAL	Económica Normal con Aleta	80	160	110
TALLER MECANICA. ALMACEN	1	INSTANTANEA	Económica Normal	192	192	110
TALLER MECANICA. ALMACEN	1	INSTANTANEA	Económica Normal	78	78	110
TALLER MECANICA. ALMACEN	1	NORMAL	Económica Normal	20	20	110
TALLER MECANICA SALA DISEÑO	1	INSTANTANEA	Económica Normal	78	78	110
OFICINA SECRETARIA GENERAL	3	INSTANTANEA	Económica Normal	78	234	110
ENFERMARIA	1	INSTANTANEA	Económica Normal	78	78	110
SALON 134	2	INSTANTANEA	Económica Normal Triangulo	78	156	110
SALON 150	2	INSTANTANEA	Económica Normal Triangulo	78	156	110
SALON 132	2	INSTANTANEA	1Aleta/1Trian	78	156	110
SALON 151	2	INSTANTANEA	Económica Normal Triangulo	78	156	110
SALON 152	3	INSTANTANEA	Económica Normal Triangulo	78	234	110
SALON 132	2	INSTANTANEA	Económica Normal Triangulo	78	156	110
OFICINA COORDINADOR DE DISCIPLINA	2	INSTANTANEA	Económica Normal	78	156	110
TALLER MECANICA MAQUINAS HERRAMIENTA	8	LUZ MIXTA	Sin Carcaza	150	1200	110
COMUNIDAD CORREDOR	5	INCANDESCENTE	Sin carcaza	100	500	110
CORREDOR BAÑOS	2	INCANDESCENTE	Sin Carcaza	100	200	110
CORREDOR ENTRADA	1	INCANDESCENTE	Sin Carcaza	100	100	110
CORREDOR OFICINAS	4	AHORRADORA	Sin Carcaza	20	80	110
CORREDOR PRIMARIA SEGUNDO PISO	4	INCANDESCENTE	Sin carcaza	100	400	110
CORREDOR SALONES BACHILLERATO 2ª PISO	3	INCANDESCENTE	Sin carcaza	100	100	110
PATIO PPAL	7	REFLECTOR	Sin carcaza	1500	10500	110
CAFETERIA	8	INSTANTANEA	Económica Normal	78	624	110
CAFETERIA	2	INSTANTANEA	Económica Normal	150	300	110
COMUNIDAD COMEDOR EMPLEADOS	1	INCANDESCENTE	Sin carcaza	100	100	110
COMUNIDAD PIEZA 228	1	INCANDESCENTE	Sin carcaza	100	100	110

AREA DE TRABAJO	CANTIDAD	TIPO DE		POTENCIA	POTENCIA	VOLT.
		LUMINARIA	LAMPARA			
COMUNIDAD PIEZA 210	1	INCANDESCENTE	Sin carcaza	100	100	110
COMUNIDAD PIEZA 211	3	INCANDESCENTE	Sin carcaza	100	300	110
COMUNIDAD PIEZA 212	1	INCANDESCENTE	Sin carcaza	100	100	110
COMUNIDAD PIEZA 213	3	INCANDESCENTE	Sin carcaza	100	300	110
COMUNIDAD PIEZA 214	1	INCANDESCENTE	Sin carcaza	100	100	110
COMUNIDAD PIEZA 215	3	INCANDESCENTE	Sin carcaza	100	300	110
COMUNIDAD PIEZA 216	1	INCANDESCENTE	Sin carcaza	100	100	110
COMUNIDAD PIEZA 217	3	INCANDESCENTE	Sin carcaza	100	300	110
COMUNIDAD PIEZA 218	1	INCANDESCENTE	Sin carcaza	100	100	110
COMUNIDAD PIEZA 219	3	INCANDESCENTE	Sin carcaza	100	300	110
COMUNIDAD PIEZA 220	1	INCANDESCENTE	Sin carcaza	100	100	110
COMUNIDAD PIEZA 221	3	INCANDESCENTE	Sin carcaza	100	300	110
COMUNIDAD PIEZA 222	1	INCANDESCENTE	Sin carcaza	100	100	110
COMUNIDAD PIEZA 223	3	INCANDESCENTE	Sin carcaza	100	300	110
COMUNIDAD PIEZA 224	1	INCANDESCENTE	Sin carcaza	100	100	110
COMUNIDAD PIEZA 225	3	INCANDESCENTE	Sin carcaza	100	300	110
COMUNIDAD PIEZA 227	3	INCANDESCENTE	Sin carcaza	100	300	110
ALMACEN GENERAL	1	INSTANTANEA	Económica Normal	150	150	110
ALMACEN GENERAL BODEGA	1	INSTANTANEA	Económica Normal	78	78	110
ALMACEN GENERAL BODEGA	3	INCANDESCENTE	Sin Carcaza	100	300	110
AUDIOVISUALES PRIMER PISO	3	ELECTRONICA 2X2X32	Económica Normal con Aleta	128	384	110
BIBLIOTECA	6	ELECTRONICA 2X2X32	Económica Normal con Aleta	128	768	110
BIBLIOTECA OFICINA	4	ELECTRONICA 2X2X32	Económica Normal con Aleta	128	512	110
COMUNIDAD CAPILLA	3	INSTANTANEA	Económica Normal	78	234	110
COMUNIDAD OFINA RECTOR	3	INCANDESCENTE	Sin carcaza	100	300	110
GIMNASIO	5	INSTANTANEA	Económica Normal	78	390	110
GIMNASIO	1	NORMAL	Económica Normal	80	80	110
OFICINA RECTORIA	2	INSTANTANEA	Económica Normal con Aleta	78	156	110
OFICINA RECTORIA	1	AHORRADORA	Económica Normal con Aleta	20	20	110
SALON 131	2	INSTANTANEA	1Trian/1Normal	78	156	110

AREA DE TRABAJO	CANTIDAD	TIPO DE	TIPO DE	POTENCIA	POTENCIA	VOLT.
	LUMINARIA	LAMPARA	CARCASA	X LUMINARIA	TOTAL WAT	ALIMEN,
TALLER ELECTRICIDAD SALON TEORIA 2	2	NORMAL	Económica Normal con Aleta	80	160	110
TALLER MECANICA OFICINA INSTRUCTOR	1	INSTANTANEA	Económica Normal	78	78	110
TALLER MECANICA OFICINA JEFE	1	NORMAL	Económica Normal	80	80	110
TALLER DE GRAFICAS FOTOMECANICA	2	INSTANTANEA	2 Econ. Con Aleta	78	156	110
TALLER MECANICA SALON DE AJUSTE 2	3	INSTANTANEA	Económica Normal	78	234	110
TALLER MECANICA SALON DE AJUSTE 2	1	NORMAL	Económica Normal con Aleta	80	80	110
TALLER MECANICA SALON DE AJUSTE 1	9	LUZ MIXTA	Sin Carcaza	150	1350	110
TALLER DE GRAFICAS AREA DE PIZAS	3	INSTANTANEA	1Aleta/2Normal	78	234	110
TALLER DE GRAFICAS LITOGRAFIA	5	INSTANTANEA	Económica Normal con Aleta	78	390	110
COMUNIDAD HALL	3	INSTANTANEA	Económica Normal	78	234	110
COMUNIDAD HALL	2	INCANDESCENTE	Sin carcaza	100	200	110
BODEGA BASURA	2	INSTANTANEA	Económica Normal	78	156	110
CORREDOR TALLER DE GRAFICAS	2	INSTANTANEA	Económica Normal	78	156	110
CORREDOR TALLER DE GRAFICAS	1	NORMAL	Económica Normal con Aleta	80	80	110
CORREDOR TALLER SEGUNDO PISO	4	NORMAL	4 Econ. Con Aleta	80	320	110
CORREDOR TALLER SEGUNDO PISO	1	INSTANTANEA	1 Econ. Con Aleta	78	78	110
GARAJE	1	INCANDESCENTE	Sin Carcaza	150	150	110
BAÑO TRANSICION	1	INCANDESCENTE	Sin Carcaza	100	100	110
BAÑO RECEPCION	1	INCANDESCENTE	Sin Carcaza	60	60	110
BAÑO ESCALERA TEATRO	1	INCANDESCENTE	Sin Carcaza	100	100	110
BAÑO TALLER ELECTRICIDAD OFICINA	1	INCANDESCENTE	Sin Carcaza	60	60	110
ESCALERA BIBLIOTECA	1	INCANDESCENTE	Sin Carcaza	100	100	110
BAÑO TALLER MECANICA	1	INCANDESCENTE	Sin carcaza	120	120	110
BAÑO 1 CORREDOR	1	INSTANTANEA	Económica Normal	78	78	110
BAÑO 2 CORREDOR	1	NORMAL	Económica Normal	80	80	110
BAÑO CAFETERIA	1	INCANDESCENTE	Económica Normal	100	100	110
TALLER MECANICA SOLDADORES	6	INSTANTANEA	Económica Normal	78	468	110
AUDIOVISUALES PRIMARIA	1	INCANDESCENTE	Sin carcaza	100	100	110
OFICINA COORDINADOR ACADÉMICO	1	INSTANTANEA	Económica Normal con Aleta	78	78	110
OFICINA COORDINADOR ACADÉMICO	1	NORMAL	Económica Normal	80	80	110



AREA DE TRABAJO	CANTIDAD	TIPO DE		POTENCIA X LUMINARIA	POTENCIA TOTAL WAT	VOLT. ALIMEN,
		LAMPARA	CARCASA			
SALON 5 A – 242	2	INSTANTANEA	Económica Normal Triangulo	78	156	110
TALLER MECANICA. SALON TEORIA 1	4	INSTANTANEA	Económica Normal	78	312	110
SALON DIBUJO-CLAUDIA	9	INSTANTANEA	Económica Normal	78	702	110
SALON DIBUJO-NELSON	9	INSTANTANEA	Económica Normal	78	702	110
SALON FRED PORTILLA	3	INSTANTANEA	Económica Normal	78	234	110
SALON FRED PORTILLA	3	NORMAL	Económica Normal	80	240	110
OFICINA OORDINACIÓN PRIMARIA-LIDA	1	INSTANTANEA	Económica Normal	78	78	110
PAPELERIA	2	INSTANTANEA	Económica Normal con Aleta	78	156	110
SALON 3 A - 239	2	INSTANTANEA	Económica Normal	78	156	110
SALON 3 B - 239	2	INSTANTANEA	Económica Normal	78	156	110
SALON 4 A - 238	1	INSTANTANEA	Económica Normal con Aleta	78	78	110
SALON 4 B - 236	2	NORMAL	Económica Normal	80	160	110
SALON 5 B - 240	2	INSTANTANEA	Económica Normal Triangulo	78	156	110
SALON 5 C -254	2	INSTANTANEA	Económica Normal con Aleta	78	156	110
TALLER DE GRAFICAS SALON TEORIA	8	NORMAL	Económica Normal con Aleta	80	640	110
SALON INGLES-EDGAR	4	ELECTRONICA	Económica Normal de Incrustar	64	256	110
SALON ARTISTICA-JAIME MELO	3	INSTANTANEA	Económica Normal	78	234	110
SALA PROFESORES	2	INSTANTANEA	Económica Normal	78	156	110
COMUNIDAD LAVANDERIA	1	INCANDESCENTE	Sin carcaza	100	100	110
AUDIOVISUALES SEGUNDO PISO	2	ELECTRONICA 2X2X32	Económica Normal con Aleta	128	256	110
TALLER ELECTRICIDAD SALA PRACTICA	4	LUZ MIXTA	Sin Carcaza	150	600	220
SALON 255	1	NORMAL	Económica Normal	80	80	110
SALON 255	1	INSTANTANEA	Económica Normal	78	78	110
SALON CARLOS ROJAS	2	INSTANTANEA	Económica Normal con Aleta	78	156	110
SALON 256	1	INSTANTANEA	1Aleta/1Econ	78	78	110
SALON 257	2	INSTANTANEA	1Trian/1 Aleta	78	156	110
SALON 251	2	INSTANTANEA	1Norma/1Aleta	78	156	110
SALON 252	1	INSTANTANEA	Económica Normal con Aleta	78	78	110
SALON 252	1	ELECTRONICA	Económica Normal	64	64	110
SALON 250	2	INSTANTANEA	1Trian/1 Aleta	78	156	110

AREA DE TRABAJO	CANTIDAD	TIPO DE	TIPO DE	POTENCIA	POTENCIA	VOLT.
	LUMINARIA	LÁMPARA	CARCASA	X LUMINARIA	TOTAL WAT	ALIMEN,
COMUNIDA COMEDOR	2	INCANDESCENTE	Sin carcaza	100	200	110
TALLER MECANICA SALA COMPUTADOR	1	NORMAL	Económica Normal	80	80	110
SALON MUSICA	1	INCANDESCENTE	Sin carcaza	100	100	110

**NOTA: LA IGLESIA, LA CAPILLA Y EL TEATRO NO SON ÁREAS DE ESTUDIO POR TENER SU PROPIO DISEÑO DE ILUMINACIÓN ORNAMENTAL.**

## 7.5 INVENTARIO DE ELEMENTOS DE LAS LUMINARIAS DEL I.T.I SAN JUAN BOSCO.

Tabla 2. Inventario de elementos de las luminarias del I.T.I SAN JUAN BOSCO

### LAMPARAS

LAMPARAS	CANTIDAD	%
AHORRADORA	5	1%
REFLECTOR	7	1%
LUZ MIXTA	24	4%
ELECTRÓNICA 2X32	30	5%
ELECTRÓNICA 2X2X32	60	9%
INCANDESCENTE	76	12%
NORMAL	104	16%
INSTANTÁNEA	354	54%
<b>TOTAL</b>	<b>660</b>	<b>100%</b>

### CARCAZA

REFERENCIA CARCAZAS	CANTIDAD	%
Económica Normal de Incrustar,	4	2%
Económica Normal Triángulo	19	8%
Económica Con Aleta	81	32%
Económica Normal	148	59%
<b>TOTAL</b>	<b>252</b>	<b>100%</b>

**Nota: Luminaria Sin carcaza**

**110**

### BALASTOS

REFERENCIA BALASTOS	CANTIDAD	%
BALASTO MAGNÉTICO	222	88%
BALASTO ELECTRÓNICO 2x32	15	6%
BALASTO ELECTRÓNICO 2x2x32	15	6%
<b>TOTAL</b>	<b>252</b>	<b>100%</b>

## 7.6 DIMENSIONES ÁREAS DE TRABAJO

En el cuadro anexo se encuentran las dimensiones de las áreas de trabajo del instituto, las cuales son pilar importante en el diseño del nuevo sistema de iluminación.

Tabla 3. Dimensiones áreas de trabajo

ÁREA DE TRABAJO	DIMENSIONES DEL LOCAL EN METROS		
	ANCHO	LARGO	ALTO
COMUNIDAD COCINA	5.30	3.85	4.60
COMUNIDAD CORREDOR	2.84	20.25	4.60
CORREDOR BAÑOS	4.25	71.50	5.10
CORREDOR ENTRADA	5.50	9.00	5.10
ENFERMERIA	5.30	2.35	3.50
OFICINA ATENCION PADRES DE FAMILIA	3.15	5.60	2.4
OFICINA COMITÉ HISTÓRICO	3.00	6.00	2.80
OFICINA COMITÉ HISTÓRICO	3.00	6.00	2.80
OFICINA CONTADORA-PATRICIA	2.90	6.00	2.4
OFICINA CONTADORA-PATRICIA	2.90	6.00	2.4
OFICINA COADJUTOR	3.00	6.00	2.80
OFICINA COADJUTOR	3.00	6.00	2.80
OFICINA JEFE DE MANTENIMIENTO	3.00	8.30	2.80
OFICINA JEFE DE MANTENIMIENTO	3.00	8.30	2.8
OFICINA EXALUMNOS	3.00	6.00	2.80
OFICINA COORDINADOR DISCIPLINA	4.65	4.20	4.00
OFICINA PASTORAL-EMISORA	3.20	3.90	2.50
OFICINA PASTORAL-PADRE ABEL	3.20	3.90	2.50
OFICINA PASTORAL-PADRE ABEL	6.40	4.80	5.00
OFICINA RECEPCIÓN	2.55	8.10	2.4
OFICINA SECRETARIA ACADÉMICA	3.00	6.00	2.4
OFICINA SECRETARIA ACADÉMICA	3.00	6.00	2.4
OFICINA SECRETARIA GENERAL	3.70	6.00	2.4
OFICINA SICOLOGÍA	2.90	6.60	5.1
OFICINA ASOFAMILIA	3.00	6.00	2.80
SALA DE SISTEMAS	6.00	15.00	4.10

ÁREA DE TRABAJO	DIMENSIONES DEL LOCAL		
	ANCHO	LARGO	ALTO
SALÓN 133	8.60	6.44	5.3
SALÓN 1 B	5.90	6.70	4.70
SALÓN MARCO JULIO	8.60	6.30	5.6
SALÓN MARCO JULIO	8.60	6.30	5.6
SALÓN 132	8.60	6.20	5.3
SALÓN TRANSICION	7.40	13.15	4.70
TALLER ELECTRICIDAD ALMACÉN	3.70	2.80	2.30
TALLER ELECTRICIDAD OFICINA	3.00	5.30	2.30
TALLER MECÁNICA MÁQUINAS HERRAMIENTA	22.00	20.60	4.30
TALLER MECÁNICA SALA DISEÑO	2.60	3.15	2.30
CAFETERÍA	9.20	4.00	7.25
CAFETERÍA	9.20	4.00	7.25
COMUNIDAD CAPILLA	4.60	7.15	4.60
COMUNIDAD COMEDOR EMPLEADOS	2.80	8.95	4.60
COMUNIDAD HALL	13.00	5.35	4.60
COMUNIDAD HALL	13.00	5.35	4.60
COMUNIDAD OFINA RECTOR	4.60	3.30	4.60
COMUNIDAD PIEZA 228	4.60	3.30	4.60
COMUNIDAD PIEZA 209	5.50	3.30	4.60
COMUNIDAD PIEZA 210	4.60	3.30	4.60
COMUNIDAD PIEZA 211	5.50	3.10	4.60
COMUNIDAD PIEZA 212	4.60	3.30	4.60
COMUNIDAD PIEZA 213	5.50	3.10	4.60
COMUNIDAD PIEZA 214	4.60	3.30	4.60
COMUNIDAD PIEZA 215	5.50	3.10	4.60
COMUNIDAD PIEZA 216	4.60	3.30	4.60
COMUNIDAD PIEZA 217	5.50	3.10	4.60
COMUNIDAD PIEZA 218	4.60	3.30	4.60
COMUNIDAD PIEZA 219	5.50	3.00	4.60
COMUNIDAD PIEZA 220	4.60	3.45	4.60
COMUNIDAD PIEZA 221	5.50	3.00	4.60
COMUNIDAD PIEZA 222	4.60	3.30	4.60
COMUNIDAD PIEZA 223	5.50	3.00	4.60
COMUNIDAD PIEZA 224	4.60	3.30	4.60
COMUNIDAD PIEZA 225	5.50	3.00	4.60
COMUNIDAD PIEZA 227	5.50	3.00	4.60
CORREDOR OFICINAS	4.25	55.50	5.10
CORREDOR PRIMARIA SEGUNDO PISO	3.00	45.40	4.00
CORREDOR SALONES BACHILLERATO	1.72	61.00	5.00
GIMNASIO	6.65	8.70	4.80
GIMNASIO	3.40	8.70	4.80
OFICINA RECTORIA	5.95	8.50	5.1

AREA DE TRABAJO	DIMENSIONES DEL LOCAL		
	ANCHO	LARGO	ALTO
OFICINA RECTORIA	5.95	8.50	5.1
PATIO PRINCIPAL	41.00	66.00	5.50
TALLER ELECTRICIDAD SALON TEORIA 2	3.70	7.50	4.30
TALLER MECANICA OFICINA INSTRUCTOR	2.45	6.10	4.30
TALLER MECANICA OFICINA JEFE	4.00	3.70	2.30
TALLER MECANICA SALON DE AJUSTE 1	27.30	13.00	4.30
TALLER MECANICA SALON DE AJUSTE 2	9.60	18.30	4.3
TALLER MECANICA. SALON DE AJUSTE 2	9.60	18.30	4.3
TALLER DE GRAFICAS AREA DE PIZAS	8.40	6.30	5.20
TALLER DE GRAFICAS FOTOMECANICA	5.60	4.00	4.70
TALLER DE GRAFICAS LITOGRAFIA	8.40	6.60	5.20
AUDIOVISUALES SEGUNDO PISO	10.30	9.80	5.30
AUDIOVISUALES PRIMARIA	4.50	4.00	4.60
BAÑO 1 CORREDOR	8.60	3.50	5.6
BAÑO 2 CORREDOR	8.60	3.50	5.6
BAÑO CAFETERIA	2.00	1.20	7.25
BAÑO ESCALERA TEATRO	1.50	3.00	3
BAÑO RECEPCIÓN	1.45	1.66	2.4
BAÑO TALLER MECÁNICA	1.50	1.00	2.3
BAÑO TALLER ELECTRICIDAD OFICINA	1.50	1.00	2.30
BAÑO TRANSICION	1.70	3.80	3
COMUNIDAD LAVANDERIA	5.30	6.20	4.60
COMUNIDA COMEDOR	5.30	6.10	4.60
CORREDOR TALLER SEGUNDO PISO	1.80	63.00	2.50
CORREDOR TALLER SEGUNDO PISO	1.80	63.00	2.50
CORREDOR TALLER DE GRÁFICAS	12.60	2.90	5.00
CORREDORTALLER DE GRÁFICAS	12.60	2.90	5.00
ESCALERA BIBLIOTECA	1.50	13.00	7.10
GARAJE	5.30	10.15	4.10
OFICINA COORDINACION PRIMARIA-LIDA	5.00	6.15	4.60
PAPELERIA	4.70	2.75	4.00
OFICINA COORDINADOR ACADÉMICO	4.50	6.00	3.50
OFICINA COORDINADOR ACADÉMICO	4.50	6.00	3.50
SALA PROFESORES	5.30	6.70	2.50
SALÓN 252	8.35	6.80	4.50
SALÓN 3A - 239	5.40	6.40	4.00
SALÓN 3B - 239	5.30	7.15	4.00
SALÓN 4A - 238	4.60	6.50	4.00
SALÓN 4B - 236	5.35	9.55	4.60
SALÓN 5A - 242	4.50	9.40	4.60
SALÓN 5B – 240	4.70	9.80	4.60

ÁREA DE TRABAJO	DIMENSIONES DEL LOCAL		
	ANCHO	LARGO	ALTO
SALÓN 5C - 254	8.35	6.70	4.50
SALÓN 255	8.35	6.80	4.50
SALÓN 255	8.35	6.80	4.50
SALÓN ARTISTICA-JAIME MELO	13.20	6.50	2.50
SALÓN CARLOS ROJAS	8.53	6.50	5.30
SALÓN DIBUJO-CLAUDIA	13.20	7.10	2.50
SALÓN DIBUJO-NELSON	13.20	7.70	2.50
SALÓN FRED PORTILLA	13.20	9.80	2.50
SALÓN FRED PORTILLA	13.20	9.80	2.50
SALÓN 256	8.35	6.30	5.10
SALÓN BIOLOGIA – RITA	7.90	8.40	2.50
SALÓN 257	8.30	6.80	4.50
SALÓN 251	8.35	6.80	4.50
SALÓN MUSICA	3.00	5.30	2.30
SALÓN 252	8.35	6.80	4.50
SALÓN 250	8.35	6.80	5.30
SALÓN 253	8.35	6.80	4.50
TALLER ELECTRICIDAD SALA PRÁCTICA	12.80	8.50	4.30
TALLER ELECTRICIDAD SALON TEORÍA 1	5.25	9.50	4.30
TALLER MECÁNICA SALA COMPUTADOR	3.75	4.00	2.30
TALLER MECÁNICA SOLDADORES	2.00	2.00	4.30
TALLER MECÁNICA SALON TEORIA 1	6.70	8.00	2.30
TALLER DE GRÁFICAS SALÓN TEORÍA	8.40	6.75	5.20

## 7.7 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DEL NIVEL DE CONFORT

Estos son los rangos establecidos para determinar el nivel de inconformidad en iluminación de las áreas de trabajo del plantel educativo.

Las áreas permisibles son las que se encuentran entre los rangos de mínimo y máximo establecidos por RETIE, las áreas críticas y muy críticas se encuentran en rangos por debajo del nivel mínimo exigido por RETIE.

Tabla 4. Parámetros de evaluación del nivel de confort

### PARÁMETROS DE EVALUACIÓN EN LUMENS

#### ÁREAS PERMISIBLES

NIVEL MINIMO (lumen)	NIVEL PROMEDIO (lumen)	NIVEL MAX.(lumen)
50	100	150
100	150	200
200	300	500
300	500	750

#### ÁREAS CRÍTICAS

RANGO (lumen)	NIVEL PROMEDIO
40-50	100
50-100	150
100-200	300
150-300	500

#### ÁREAS MUY CRÍTICAS

RANGO (lumen)	NIVEL PROMEDIO
0-40	100
0-50	150
0-100	300
0-150	500



## 7.8 NIVELES DE ILUMINACIÓN RETIE

Estos son los niveles de iluminación en lumen exigidos por RETIE.

Tabla 5. Niveles de iluminación RETIE

### NIVELES DE ILUMINACIÓN RETIE

ÁREAS DE TRABAJO-COLEGIOS	LUMENS-RETIE
<i>SALONES</i>	
ILUMINACIÓN GRAL	500
TABLEROS TIZA	500
ELAB. PLANOS	750
<i>SALAS DE CONFERENCIAS</i>	
ILUMINACIÓN GRAL	500
TABLEROS	750
BANCOS DE DEMOSTRACIÓN	750
<i>LABORATORIOS</i>	500
SALAS DE ARTE	500
TALLERES	500
SALAS DE ASAMBLEA	200
CORREDORES	100
ESCALERAS	150
BAÑOS	150
COCINA	300
GARAJES	100
DEPÓSITOS	100

## 7.9 NIVELES DE ILUMINACIÓN I.T.I. SAN JUAN BOSCO

La siguiente tabla muestra los niveles de iluminación actuales (en lumen) correspondientes a las distintas áreas de trabajo; adicionalmente se encuentran los exigidos por RETIE y la diferencia entre estos; diferencia que conlleva a establecer estas áreas como críticas, muy críticas y permisibles.

Tabla 6. Niveles de iluminación I.T.I. SAN JUAN BOSCO

ÁREA DE TRABAJO	NIVEL PRO. ILUMINACION	NIVEL RETIE (LUMENS)	DIF. LUMENS REAL VS RETIE	NIVEL DE CONFORT
SALON 1 A	288	500	212	CRITICO
SALON 1 B	288	500	212	CRITICO
COMUNIDAD COCINA	285	500	215	CRITICO
TALLER ELECTRICIDAD OFICINA	280	500	220	CRITICO
OFICINA COMITÉ HISTORICO	268	500	232	CRITICO
OFICINA COMITÉ HISTORICO	268	500	232	CRITICO
OFICINA CONTADORA-PATRICIA	268	500	232	CRITICO
OFICINA CONTADORA-PATRICIA	268	500	232	CRITICO
OFICINA COADJUTOR	268	500	232	CRITICO
OFICINA COADJUTOR	268	500	232	CRITICO
OFICINA JEFE DE MANTENIMIENTO	268	500	232	CRITICO
OFICINA JEFE DE MANTENIMIENTO	268	500	232	CRITICO
OFICINA EXALUMNOS	268	500	232	CRITICO
OFICINA ASOFAMILIA	268	500	232	CRITICO
OFICINA RECEPCIÓN	268	500	232	CRITICO
OFICINA SICOLOGÍA	268	500	232	CRITICO
TALLER DE GRAFICAS OFICINA JEFE	251	500	249	CRITICO
SALON TRANSICIÓN	245	500	255	CRITICO
TALLER DE GRÁFICAS SALÓN DISEÑO	245	500	255	CRITICO
TALLER DE GRÁFICAS SALÓN DISEÑO	245	500	255	CRITICO
OFICINA PASTORAL-EMISORA	225	500	275	CRITICO

ÁREA DE TRABAJO	NIVEL PRO. ILUMINACION	NIVEL RETIE (LUMENS)	DIF. LUMENS REAL VS RETIE	NIVEL DE CONFORT
OFICINA PASTORAL-PADRE ABEL	205	500	295	CRITICO
TALLER ELECTRICIDAD ALMACÉN	200	500	300	CRITICO
OFICINA ATENCION PADRES DE FAMILIA	195	500	305	CRITICO
OFICINA SECRETARIA ACADEMICA	195	500	305	CRITICO
OFICINA SECRETARIA ACADEMICA	195	500	305	CRITICO
SALON DIBUJO-KAIL	190	500	310	CRITICO
SALON GERARDO	190	500	310	CRITICO
SALA DE SISTEMAS	188	500	312	CRITICO
SALON MARCO JULIO	184	500	316	CRITICO
SALON MARCO JULIO	184	500	316	CRITICO
TALLER DE GRAFICAS AREA DE CORTE	182	500	318	CRITICO
OFICINA PASTORAL-PADRE ABEL	180	500	320	CRITICO
TALLER MECÁNICA ALMACÉN	176	500	324	CRITICO
TALLER MECÁNICA ALMACÉN	176	500	324	CRITICO
TALLER MECÁNICA ALMACÉN	176	500	324	CRITICO
TALLER MECÁNICA SALA DISEÑO	176	500	324	CRITICO
OFICINA SECRETARIA GENERAL	169	500	331	CRITICO
ENFERMARIA	165	500	335	CRITICO
SALÓN 134	162	500	338	CRITICO
SALÓN 150	162	500	338	CRITICO
SALÓN 132	162	500	338	CRITICO
SALÓN 151	162	500	338	CRITICO
SALÓN 152	162	500	338	CRITICO
SALÓN 133	162	500	338	CRITICO
OFICINA COORDINADOR DISCIPLINA	159	500	341	CRITICO
TALLER MECÁNICA MÁQUINAS HTA	149	500	351	CRITICO
PATIO PRINCIPAL	35	100	65	MUY CRITICO
COMUNIDAD CORREDOR	27	100	73	MUY CRITICO
CORREDOR PRIMARIA SEGUNDO P.	17	100	83	MUY CRITICO
CORREDOR ENTRADA	10	100	90	MUY CRITICO
CORREDOR BAÑOS	8	100	92	MUY CRITICO
CORREDOR OFICINAS	8	100	92	MUY CRITICO
CORREDOR SALONES BACHILLERATO	8	100	92	MUY CRITICO

ÁREA DE TRABAJO	NIVEL PRO. ILUMINACION	NIVEL RETIE (LUMENS)	DIF. LUMENS REAL VS RETIE	NIVEL DE CONFORT
CAFETERIA	97	300	203	MUY CRITICO
COMUNIDAD PIEZA 211	85	300	215	MUY CRITICO
COMUNIDAD PIEZA 213	85	300	215	MUY CRITICO
COMUNIDAD PIEZA 215	85	300	215	MUY CRITICO
COMUNIDAD PIEZA 217	85	300	215	MUY CRITICO
COMUNIDAD PIEZA 219	85	300	215	MUY CRITICO
COMUNIDAD PIEZA 221	85	300	215	MUY CRITICO
COMUNIDAD PIEZA 223	85	300	215	MUY CRITICO
COMUNIDAD PIEZA 225	85	300	215	MUY CRITICO
COMUNIDAD PIEZA 227	85	300	215	MUY CRITICO
COMUNIDAD PIEZA 228	51	300	249	MUY CRITICO
COMUNIDAD PIEZA 209	51	300	249	MUY CRITICO
COMUNIDAD PIEZA 210	51	300	249	MUY CRITICO
COMUNIDAD PIEZA 212	51	300	249	MUY CRITICO
COMUNIDAD PIEZA 214	51	300	249	MUY CRITICO
COMUNIDAD PIEZA 216	51	300	249	MUY CRITICO
COMUNIDAD PIEZA 218	51	300	249	MUY CRITICO
COMUNIDAD PIEZA 220	51	300	249	MUY CRITICO
COMUNIDAD PIEZA 222	51	300	249	MUY CRITICO
COMUNIDAD PIEZA 224	51	300	249	MUY CRITICO
COMUNIDAD COMEDOR EMPLEADOS	45	300	255	MUY CRITICO
ALMACÉN GENERAL	129	500	371	MUY CRITICO
BIBLIOTECA	126	500	374	MUY CRITICO
OFICINA RECTORIA	108	500	392	MUY CRITICO

AREA DE TRABAJO	NIVEL PRO. ILUMINACION	NIVEL RETIE (LUMENS)	DIF. LUMENS REAL VS RETIE	NIVEL DE CONFORT
OFICINA RECTORIA	108	500	392	MUY CRITICO
OFICINA RECTORIA	108	500	392	MUY CRITICO
TALLER MECÁNICA OFICINA INSTRUCT	108	500	392	MUY CRITICO
TALLER MECÁNICA OFICINA JEFE	108	500	392	MUY CRITICO
SALÓN 131	92	500	408	MUY CRITICO
TALLER ELECTRICIDAD SALÓN TEORIA 2	92	500	408	MUY CRITICO
SALÓN PRICILA	82	500	418	MUY CRITICO
AUDIOVISUALES PRIMER PISO	79	500	421	MUY CRITICO
GIMNASIO	79	500	421	MUY CRITICO
GIMNASIO	79	500	421	MUY CRITICO
ALMACÉN GENERAL BODEGA	60	500	440	MUY CRITICO
ALMACÉN GENERAL BODEGA	60	500	440	MUY CRITICO
TALLER DE GRÁFICAS FOTOMECÁNICA	58	500	442	MUY CRITICO
COMUNIDAD CAPILLA	51	500	449	MUY CRITICO
COMUNIDAD OFINA RECTOR	51	500	449	MUY CRITICO
BIBLIOTECA OFICINA	43	500	457	MUY CRITICO
TALLER MECÁNICA SALÓN DE AJUSTE 1	190	750	560	MUY CRITICO
TALLER MECÁNICA SALÓN DE AJUSTE 2	121	750	629	MUY CRITICO
TALLER MECÁNICA. SALÓN DE AJUSTE 2	121	750	629	MUY CRITICO
TALLER DE GRÁFICAS LITOGRAFÍA	236	1000	764	MUY CRITICO
TALLER DE GRÁFICAS ÁREA DE PIZAS	209	1000	791	MUY CRITICO
AUDIOVISUALES PRIMARIA	815	500	-315.00	PERMISIBLE
COMUNIDAD HALL	330	100	-230.00	PERMISIBLE
COMUNIDAD HALL	330	100	-230.00	PERMISIBLE

ÁREA DE TRABAJO	NIVEL PRO. ILUMINACION	NIVEL RETIE (LUMENS)	DIF. LUMENS REAL VS RETIE	NIVEL DE CONFORT
OFICINA COORDINADOR ACADEMICO	628	500	-128.00	PERMISIBLE
OFICINA COORDINADOR ACADEMICO	628	500	-128.00	PERMISIBLE
TALLER ELECTRICIDAD SALÓN TEORIA 1	626	500	-126.00	PERMISIBLE
SALON 5A – 242	565	500	-65.00	PERMISIBLE
TALLER MECÉNICA SALÓN TEORIA 1	563	500	-63.00	PERMISIBLE
SALÓN DIBUJO-CLAUDIA	505	500	-5.00	PERMISIBLE
SALÓN DIBUJO-NELSON	505	500	-5.00	PERMISIBLE
SALÓN FRED PORTILLA	505	500	-5.00	PERMISIBLE
SALÓN FRED PORTILLA	505	500	-5.00	PERMISIBLE
BAÑO TRANSICIÓN	144	150	6	PERMISIBLE
OFICINA COORDINACIÓN PRIMARIA-LIDA	492	500	8	PERMISIBLE
PAPELERIA	492	500	8	PERMISIBLE
SALÓN 3A – 239	492	500	8	PERMISIBLE
SALÓN 3B – 239	492	500	8	PERMISIBLE
SALÓN 4A – 238	492	500	8	PERMISIBLE
SALÓN 4B - 236	492	500	8	PERMISIBLE
SALÓN 5B - 240	492	500	8	PERMISIBLE
SALÓN 5C - 254	492	500	8	PERMISIBLE
BAÑO RECEPCIÓN	135	150	15	PERMISIBLE
BAÑO ESCALERA TEATRO	132	150	18	PERMISIBLE
BAÑO TALLER ELECTRICIDAD OFICINA	130	150	20	PERMISIBLE
BODEGA BASURA	79	100	21	PERMISIBLE
ESCALERA BIBLIOTECA	126	150	24	PERMISIBLE
CORREDOR TALLER. DE GRÁFICAS	74	100	26	PERMISIBLE
CORREDORTALLER. DE GRÁFICAS	74	100	26	PERMISIBLE
BAÑO TALLER MECÁNICA	120	150	30	PERMISIBLE
CORREDOR TALLER 2DO PISO	54	100	46	PERMISIBLE
CORREDOR TALLER 2DO PISO	53	100	47	PERMISIBLE
TALLER DE GRÁFICAS SALÓN TEORÍA	451	500	49	PERMISIBLE
GARAJE	50	100	50	PERMISIBLE
BAÑO 1 CORREDOR	100	150	50	PERMISIBLE
BAÑO 2 CORREDOR	100	150	50	PERMISIBLE
BAÑO CAFETERÍA	97	150	53	PERMISIBLE
SALÓN BIOLOGIA - RITA	436	500	64	PERMISIBLE
SALÓN ARTISTICA-JAIME MELO	423	500	77	PERMISIBLE
TALLER MECÁNICA SOLDADORES	212	300	88	PERMISIBLE
SALA PROFESORES	400	500	100	PERMISIBLE
COMUNIDAD LAVANDERÍA	391	500	109	PERMISIBLE
AUDIOVISUALES SEGUNDO PISO	365	500	135	PERMISIBLE
TALLER ELECTRICIDAD SALA PRÁCTICA	360	500	140	PERMISIBLE

ÁREA DE TRABAJO	NIVEL PRO. ILUMINACION	NIVEL RETIE (LUMENS)	DIF. LUMENS REAL VS RETIE	NIVEL DE CONFORT
SALÓN 255	341	500	159	PERMISIBLE
SALÓN 255	341	500	159	PERMISIBLE
SALÓN CARLOS ROJAS	341	500	159	PERMISIBLE
SALÓN 256	341	500	159	PERMISIBLE
SALÓN 257	341	500	159	PERMISIBLE
SALÓN 251	341	500	159	PERMISIBLE
SALÓN 252	341	500	159	PERMISIBLE
SALÓN 252	341	500	159	PERMISIBLE
SALÓN 250	341	500	159	PERMISIBLE
SALÓN 253	341	500	159	PERMISIBLE
COMUNIDA COMEDOR	328	500	172	PERMISIBLE
TALLER MECÁNICA SALA COMPUTADOR	306	500	194	PERMISIBLE
SALÓN MÚSICA	300	500	200	PERMISIBLE

## **7.10 CONSUMO DE ENERGÍA I.T.I. SAN JUAN BOSCO**

A continuación se relacionan los consumos de energía en Kwh./mes de cada una de las áreas del plantel educativo, determinando la cantidad consumida en iluminación.



**Tabla 7. Consumo de energía I.T.I. SAN JUAN BOSCO**

AREA DE TRABAJO	CANTIDAD LUMINARIA	POT, EN WATT X LUMINARIA	POTENCIA TOTAL WATT	HORAS USO MES	EFICIENCIA LAMPARA	ENERGIA Whr /mes
SALON 1 A	3	64	192	120	92%	21.197
SALON 1 B	3	64	192	120	92%	21.197
COMUNIDAD COCINA	1	100	100	56	17,5%	980
TALLER ELECTRICIDAD OFICINA	3	78	234	200	62,5%	29.250
OFICINA COMITÉ HISTORICO	1	80	80	3	62,5%	150
OFICINA COMITÉ HISTORICO	2	40	80	3	62,5%	150
OFICINA CONTADORA-PATRICIA	1	80	80	200	62,5%	10.000
OFICINA CONTADORA-PATRICIA	1	64	64	200	92%	11.776
OFICINA COADJUTOR	2	80	160	1	62,5%	100
OFICINA COADJUTOR	1	60	60	1	17,5%	11
OFICINA JEFE DE MANTENIMIENTO	1	40	40	40	62,5%	1.000
OFICINA JEFE DE MANTENIMIENTO	1	78	78	40	62,5%	1.950
OFICINA EXALUMNOS	2	80	160	1	62,5%	100
OFICINA ASOFAMILIA	2	80	160	80	62,5%	8.000
OFICINA RECEPCION	3	78	234	200	62,5%	29.250
OFICINA SICOLOGIA	1	78	78	80	62,5%	3.900
TALLER DE GRAFICAS OFICINA JEFE	2	80	160	200	62,5%	20.000
SALON TRANSICION	2	78	156	120	62,5%	11.700
TALLER DE GRAFICAS SALON DISEÑO	5	78	390	200	62,5%	48.750
TALLER DE GRAFICAS SALON DISEÑO	1	80	80	200	62,5%	10.000
OFICINA PASTORAL-EMISORA	1	78	78	10	62,5%	488
OFICINA PASTORAL-PADRE ABEL	2	78	156	120	62,5%	11.700
TALLER ELECTRICIDAD ALMACEN	1	80	80	3	62,5%	150
OFICINA ATENCION PADRES DE FAMILIA	2	78	156	200	62,5%	19.500
OFICINA SECRETARIA ACADEMICA	1	78	78	200	62,5%	9.750

AREA DE TRABAJO	CANTIDAD LUMINARIA	POT, EN WATT X LUMINARIA	POTENCIA TOTAL WATT	HORAS USO MES	EFICIENCIA LAMPARA	ENERGIA Whr /mes
OFICINA SECRETARIA ACADEMICA	2	80	160	200	62,5%	20.000
SALON DIBUJO-KAIL	9	78	702	28	62,5%	12.285
SALON GERARDO	7	80	560	66	62,5%	23.100
SALA DE SISTEMAS	9	78	702	105	62,5%	46.069
SALON MARCO JULIO	1	78	78	70	62,5%	3.413
SALON MARCO JULIO	1	64	64	70	92%	4.122
TALLER DE GRAFICAS AREA DE CORTE	4	78	312	200	62,5%	39.000
OFICINA PASTORAL-PADRE ABEL	2	80	160	1	62,5%	100
TALLER MECANICA ALMACEN	1	192	192	200	62,5%	24.000
TALLER MECANICA ALMACEN	1	78	78	200	62,5%	9.750
TALLER MECANICA ALMACEN	1	20	20	200	62,5%	2.500
TALLER MECANICA SALA DISEÑO	1	78	78	200	62,5%	9.750
OFICINA SECRETARIA GENERAL	3	78	234	200	62,5%	29.250
ENFERMARIA	1	78	78	200	62,5%	9.750
SALON 134	2	78	156	82	62,5%	7.995
SALON 150	2	78	156	80	62,5%	7.800
SALON 132	2	78	156	80	62,5%	7.800
SALON 151	2	78	156	120	62,5%	11.700
SALON 152	3	78	234	120	62,5%	17.550
SALON 133	2	78	156	84	62,5%	8.190
OFICINA COORDINADOR DISCIPLINA	2	78	156	5	62,5%	488
TALLER MECANICA MAQUINAS HERRAMIENTA	8	150	1200	70	24%	20.160
COMUNIDAD CORREDOR	5	100	500	40	17,5%	3.500
CORREDOR BAÑOS	2	100	200	360	17,5%	12.600
CORREDOR ENTRADA	1	100	100	12	17,5%	210
CORREDOR OFICINAS	4	20	80	360	63%	18.144
CORREDOR PRIMARIA SEGUNDO PISO	4	100	400	5	17,5%	350
CORREDOR SALONES BACHILLERATO	3	100	100	5	17,5%	88
PATIO PRINCIPAL	7	1500	10500	1	22%	2.310
CAFETERIA	8	78	624	10	62,5%	3.900

AREA DE TRABAJO	CANTIDAD LUMINARIA	POT, EN WATT X LUMINARIA	POTENCIA TOTAL WATT	HORAS USO MES	EFICIENCIA LAMPARA	ENERGIA Whr /mes
CAFETERIA	2	150	300	10	62,5%	1.875
COMUNIDAD COMEDOR EMPLEADOS	1	100	100	20	17,5%	350
COMUNIDAD PIEZA 228	1	100	100	10	17,5%	175
COMUNIDAD PIEZA 209	1	100	100	10	17,5%	175
COMUNIDAD PIEZA 210	1	100	100	120	17,5%	2.100
COMUNIDAD PIEZA 211	3	100	300	10	17,5%	525
COMUNIDAD PIEZA 212	1	100	100	120	17,5%	2.100
COMUNIDAD PIEZA 213	3	100	300	10	17,5%	525
COMUNIDAD PIEZA 214	1	100	100	120	17,5%	2.100
COMUNIDAD PIEZA 215	3	100	300	10	17,5%	525
COMUNIDAD PIEZA 216	1	100	100	120	17,5%	2.100
COMUNIDAD PIEZA 217	3	100	300	10	17,5%	525
COMUNIDAD PIEZA 218	1	100	100	120	17,5%	2.100
COMUNIDAD PIEZA 219	3	100	300	10	17,5%	525
COMUNIDAD PIEZA 220	1	100	100	10	17,5%	175
COMUNIDAD PIEZA 221	3	100	300	10	17,5%	525
COMUNIDAD PIEZA 222	1	100	100	10	17,5%	175
COMUNIDAD PIEZA 223	3	100	300	10	17,5%	525
COMUNIDAD PIEZA 224	1	100	100	10	17,5%	175
COMUNIDAD PIEZA 225	3	100	300	10	17,5%	525
COMUNIDAD PIEZA 227	3	100	300	10	17,5%	525
ALMACEN GENERAL	1	150	150	150	62,5%	14.063
ALMACEN GENERAL BODEGA	1	78	78	150	62,5%	7.313
ALMACEN GENERAL BODEGA	3	100	300	150	17,5%	7.875
AUDIOVISUALES PRIMER PISO	3	128	384	45	94%	16.243
BIBLIOTECA	6	128	768	200	94%	144.384
BIBLIOTECA OFICINA	4	128	512	200	94%	96.256
COMUNIDAD CAPILLA	3	78	234	40	62,5%	5.850
COMUNIDAD OFICINA RECTOR	3	100	300	180	17,5%	9.450
GIMNASIO	5	78	390	10	62,5%	2.438
GIMNASIO	1	80	80	10	62,5%	500

AREA DE TRABAJO	CANTIDAD LUMINARIA	POT, EN WATT X LUMINARIA	POTENCIA TOTAL WATT	HORAS USO MES	EFICIENCIA LAMPARA	ENERGIA Whr /mes
OFICINA RECTORIA	2	78	156	80	62,5%	7.800
OFICINA RECTORIA	1	20	20	80	63%	1.008
SALON 131	2	78	156	40	62,5%	3.900
SALON PRICILA	2	64	128	84	92%	9.892
TALLER ELECTRICIDAD SALON TEORIA 2	2	80	160	48	62,5%	4.800
TALLER MECANICA OFICINA INSTRUCTOR	1	78	78	150	62,5%	7.313
TALLER MECANICA OFICINA JEFE	1	80	80	10	62,5%	500
TALLER DE GRAFICAS FOTOMECANICA	2	78	156	200	62,5%	19.500
TALLER MECANICA SALON DE AJUSTE 2	3	78	234	84	62,5%	12.285
TALLER MECANICA. SALON DE AJUSTE 2	1	80	80	84	62,5%	4.200
TALLER MECANICA SALON DE AJUSTE 1	9	150	1350	200	24%	64.800
TALLER DE GRAFICAS AREA DE PIZAS	3	78	234	200	62,5%	29.250
TALLER DE GRAFICAS LITOGRAFIA	5	78	390	200	62,5%	48.750
COMUNIDAD HALL	3	78	234	120	62,5%	17.550
COMUNIDAD HALL	2	100	200	120	17,5%	4.200
BODEGA BASURA	2	78	156	1	62,5%	98
CORREDOR TALLER DE GRAFICAS	2	78	156	200	62,5%	19.500
CORREDOR TALLER DE GRAFICAS	1	80	80	200	62,5%	10.000
CORREDOR TALLER SEGUNDO PISO	4	80	320	1	62,5%	200
CORREDOR TALLER SEGUNDO PISO	1	78	78	1	62,5%	49
GARAJE	1	150	150	10	17,5%	263
BAÑO TRANSICION	1	100	100	80	17,5%	1.400
BAÑO RECEPCION	1	60	60	10	17,5%	105
BAÑO ESCALERA TEATRO	1	100	100	80	17,5%	1.400
BAÑO TALLER ELECTRICIDAD OFICINA	1	60	60	1	17,5%	11
ESCALERA BIBLIOTECA	1	100	100	12	17,5%	210
BAÑO TALLER MECANICA	1	120	120	20	17,5%	420
BAÑO 1 CORREDOR	1	78	78	40	62,5%	1.950
BAÑO 2 CORREDOR	1	80	80	200	62,5%	10.000
BAÑO CAFETERIA	1	100	100	10	17,5%	175
TALLER MECANICA SOLDADORES	6	78	468	200	62,5%	58.500

AREA DE TRABAJO	CANTIDAD LUMINARIA	POT, EN WATT X LUMINARIA	POTENCIA TOTAL WATT	HORAS USO MES	EFICIENCIA LAMPARA	ENERGIA Whr /mes
AUDIOVISUALES PRIMARIA	1	100	100	2	17,5%	35
OFICINA COORDINADOR ACADEMICO	1	78	78	60	62,5%	2.925
OFICINA COORDINADOR ACADEMICO	1	80	80	60	62,5%	3.000
TALLER ELECTRICIDAD SALON TEORIA 1	3	150	450	48	24%	5.184
SALON 5A – 242	2	78	156	120	62,5%	11.700
TALLER MECANICA. SALON TEO.1	4	78	312	40	62,5%	7.800
SALON DIBUJO-CLAUDIA	9	78	702	84	62,5%	36.855
SALON DIBUJO-NELSON	9	78	702	92	62,5%	40.365
SALON FRED PORTILLA	3	78	234	80	62,5%	11.700
SALON FRED PORTILLA	3	80	240	80	62,5%	12.000
OFICINA COORDINACION PRIMARIA-LIDA	1	78	78	15	62,5%	731
PAPELERIA	2	78	156	20	62,5%	1.950
SALON 3A – 239	2	78	156	120	62,5%	11.700
SALON 3B - 239	2	78	156	120	62,5%	11.700
SALON 4A - 238	1	78	78	120	62,5%	5.850
SALON 4B - 236	2	80	160	120	62,5%	12.000
SALON 5B - 240	2	78	156	120	62,5%	11.700
SALON 5C – 254	2	78	156	120	62,5%	11.700
TALLER DE GRAFICAS SALON TEORIA	8	80	640	200	62,5%	80.000
SALON BIOLOGIA – RITA	4	64	256	92	92%	21.668
SALON ARTISTICA-JAIME MELO	3	78	234	84	62,5%	12.285
SALA PROFESORES	2	78	156	1	62,5%	98
COMUNIDAD LAVANDERIA	1	100	100	5	17,5%	88
AUDIOVISUALES SEGUNDO PISO	2	128	256	80	94%	19.251
TALLER ELECTRICIDAD SALA PRACTICA	4	150	600	104	24%	14.976
SALON 255	1	80	80	88	62,5%	4.400
SALON 255	1	78	78	88	62,5%	4.290
SALON CARLOS ROJAS	2	78	156	84	62,5%	8.190
SALON 256	1	78	78	84	62,5%	4.095
SALON 257	2	78	156	88	62,5%	8.580
SALON 251	2	78	156	80	62,5%	7.800

AREA DE TRABAJO	CANTIDAD LUMINARIA	POT, EN WATT X LUMINARIA	POTENCIA TOTAL WATT	HORAS USO MES	EFICIENCIA LAMPARA	ENERGIA Whr /mes
SALON 252	1	78	78	92	62,5%	4.485
SALON 252	1	64	64	92	92%	5.417
SALON 250	2	78	156	84	62,5%	8.190
SALON 253	2	78	156	84	62,5%	8.190
COMUNIDA COMEDOR	2	100	200	56	17,5%	1.960
TALLER MECANICA SALA COMPUTADOR	1	80	80	150	62,5%	7.500
SALON MUSICA	1	100	100	16	17,5%	280

CONSUMO DE ENERGIA AREAS CRITICAS
CONSUMO DE ENERGIA AREAS PERMISIBLE
<b>CNSUMO TOTAL</b>

1163 kwhr/mes
547 kwhr/mes
<b>1,710 kwhr/mes</b>

## 7.11 CONSUMO DE DISPOSITIVOS DE ILUMINACIÓN I.T.I. SAN JUAN BOSCO

Tabla 8. Consumo de dispositivos de iluminación I.T.I. SAN JUAN BOSCO

AÑO	DISPOSITIVO	CANTIDAD	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
2003	BALASTO FACTOR NORMAL	18	\$ 5.407	\$ 97.320
2003	BALASTO SLIM-LINE	10	\$ 24.698	\$ 246.976
2003	BOMBILLO ESMERILADO 100W	10	\$ 897	\$ 8.967
2003	BOMBILLO LUZ MIXTA	2	\$ 22.823	\$ 45.646
2003	BOMBILLO MERCURIO 50 W	4	\$ 16.059	\$ 64.236
2003	BOMBILLO TRANSPARENTE 100W	10	\$ 944	\$ 9.442
2003	BOMBILLO TRANSPARENTE 40W	10	\$ 847	\$ 8.468
2003	BOMBILLO TRANSPARENTE 60W	20	\$ 858	\$ 17.168
2003	BOMBILLO LUZ MIXTA 110 V	4	\$ 24.012	\$ 96.048
2003	BOMBILLO LUZ MIXTA 200 V 250W	2	\$ 15.504	\$ 31.007
2003	LAMPARA COMPLETA 2X32 W	4	\$ 51.620	\$ 206.480
2003	SOCKET PRECALENTAMIENTO	10	\$ 870	\$ 8.700
2003	TUBO FLUOR, ENCENDIDO INSTAN, 39W	60	\$ 4.292	\$ 257.520
2003	TUBO FLUORESCENTE 32 W	8	\$ 5.777	\$ 46.214
2003	TUBO FLUORESCENTE NORMAL 39W	30	\$ 3.738	\$ 112.126
2003	TUBO FLUORESCENTE NORMAL 40W	60	\$ 3.062	\$ 183.744
2003	TUBO FLUORESCENTE NORMAL F20T1	5	\$ 3.325	\$ 16.623
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 1.456.685</b>
AÑO	DISPOSITIVO	CANTIDAD	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
2004	BALASTO ENCENDIDO NORMAL 2X40	10	\$ 21.425	\$ 214.252
2004	BALASTO SLIM-LINE 2X48	10	\$ 25.221	\$ 252.207
2004	BALASTO SLIM-LINE 2X96"	2	\$ 34.974	\$ 69.948
2004	BOMBILLO TRANSPARENTE 100W	10	\$ 1.276	\$ 12.760
2004	BOMBILLO TRANSPARENTE 150W	5	\$ 1.717	\$ 8.584
2004	PLAFON PORCELANA	10	\$ 1.226	\$ 12.262
2004	SOCKET INSTANTANEO	28	\$ 1.090	\$ 30.531
2004	SOCKET PRECALENTAMIENTO	28	\$ 835	\$ 23.387
2004	STARTES FS-2	25	\$ 407	\$ 10.179
2004	STARTES FS-4	250	\$ 41	\$ 10.179
2004	TUBO FLUOR, ENCENDIDO INSTAN, 39W	60	\$ 3.543	\$ 212.578
2004	TUBO FLUORESCENTE 75 W	30	\$ 5.626	\$ 168.780
2004	TUBO FLUORESCENTE NORMAL 40W	30	\$ 3.132	\$ 93.960
2004	TUBO FLUORESCENTE NORMAL T8 17W	5	\$ 5.626	\$ 28.130
2004	TUBO FLUORESCENTE NORMAL T8 32W	25	\$ 5.226	\$ 130.645
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 1.278.382</b>

<b>AÑO</b>	<b>DISPOSITIVO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR UNIT.</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
2005	BOMBILLO TRANSPARENTE 100W	30	\$ 951	\$ 28.536
2005	BOMBILLO TRANSPARENTE 60W	30	\$ 922	\$ 27.666
2005	BOMBILLO TRANSPARENTE 150W	5	\$ 1.450	\$ 7.250
2005	BOMBILLO LUZ MIXTA 160W 220 V	4	\$ 7.888	\$ 31.552
2005	TUBO FLUOR, ENCENDIDO INSTAN, 39W	60	\$ 2.625	\$ 157.500
2005	TUBO FLUOR, ENCENDIDO INSTAN, 40W	30	\$ 2.475	\$ 74.250
2005	BALASTO SLIM LINE 2X48-110 V	5	\$ 28.118	\$ 140.590
2005	BALASTO SLIM LINE 2X96-110 V	1	\$ 32.527	\$ 32.527
2005	SOCKET SLIM-LINE	20	\$ 1.208	\$ 24.160
2005	SOCKET SENCILLO T-12	10	\$ 936	\$ 9.360
2005	STARTE FS-4 40W	50	\$ 296	\$ 14.800
2005	STARTE FS-2 20W	25	\$ 296	\$ 7.400
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 555.591</b>



## 8. ANÁLISIS GENERAL

A partir de los datos presentados en los capítulos anteriores se puede determinar que el 63% de las áreas del plantel educativo presenta una considerable deficiencia en su sistema de iluminación artificial basados en la normatividad RETIE, de esta manera se justifica la viabilidad de implementar un sistema de iluminación óptimo que contribuya al mejoramiento de las condiciones de trabajo de la comunidad educativa.

Tabla 9. Análisis general

AREAS DE TRABAJO	ESTADO DEL NIVEL DE ILUMINACIÓN	PARTICIPACION
49	PERMISIBLES	37%
37	CRÍTICO	28%
46	MUY CRÍTICO	35%
<b>132</b>		<b>100%</b>

## **9. DISEÑO SISTEMA DE ILUMINACIÓN ÓPTIMO**

### **I.T.I. SAN JUAN BOSCO DE CALI**

Debido a que el sistema actual de iluminación del I.T.I San Juan Bosco es deficiente y no cumple con los parámetros legales vigentes, se presenta la siguiente propuesta de mejoramiento con base en la normatividad del RETIE y las bondades de los avances de la tecnología.

Para efectos de la puesta en marcha del proyecto se realizó este diseño en tres fases: Diseño de áreas críticas, muy críticas y diseño de áreas permisibles.

#### **9.1 ÁREAS CRÍTICAS Y MUY CRÍTICAS:**

Afectan al 60% de las áreas del instituto comprendidas entre salones de clase, oficinas, talleres y demás, clasificadas así por presentar un nivel de iluminación por fuera de los Standard de RETIE.

#### **9.2 ÁREAS PERMISIBLES**

Presentan un nivel de iluminación que cumple con los parámetros exigidos por RETIE, sin embargo los dispositivos de iluminación que se encuentran en estas áreas son deficientes y generan altos consumos de energía debido a la instalación excesiva de estos.

Tabla 10. Diseño por áreas de trabajo críticas y muy críticas

AREA DE TRABAJO	CANTIDAD DE LUMINARIAS NECESARIAS	REFERENCIA LUMINARIA	NIVEL DE ILUMINACION RETIE	WATT LAMPARA	EFICIENCIA LUMINARIA	HORAS DE USO AL MES	CONSUMO ENERGIA Wh/mes
ALMACEN GENERAL	3	2X2X32	500	128	94%	150	18.048
AUDIOVISUALES PRIMER PISO	6	2X2X32	500	128	94%	45	5.414
CAFETERIA	2	2X2X32	300	128	94%	10	1.203
COMUNIDAD CAPILLA	3	2X2X32	500	128	94%	40	4.813
COMUNIDAD COCINA	2	2X2X32	500	128	94%	56	6.738
COMUNIDAD OFINA RECTOR	1	2X2X32	500	64	92%	180	10.598
CORREDOR BAÑOS	3	2X2X32	100	128	94%	360	43.315
CORREDOR OFICINAS	3	2X2X32	100	128	94%	360	43.315
CORREDOR PASTORAL	2	2X2X32	500	128	94%	5	602
CORREDOR PRIMARIA SEGUNDO PISO	2	2X2X32	100	128	94%	5	602
CORREDOR SALONES BACHILLERATO	2	2X2X32	100	128	94%	5	602
GIMNASIO	3	2X2X32	500	128	94%	10	1.203
OFICINA ATENCION PADRES DE FAMILIA	1	2X2X32	500	128	94%	200	24.064
OFICINA COADJUTOR	1	2X2X32	500	64	92%	1	59
OFICINA COMITÉ HISTORICO	1	2X2X32	500	64	92%	1	59
OFICINA JEFE DE MANTENIMIENTO	2	2X2X32	500	128	94%	1	120
OFICINA EXALUMNOS	1	2X2X32	500	64	92%	1	59
OFICINA ASOFAMILIA	1	2X2X32	500	64	92%	80	4.710
OFICINA COORDINADOR DISCIPLINA	2	2X2X32	500	128	94%	5	602
OFICINA RECTORIA	2	2X2X32	500	128	94%	80	9.626
SALA DE SISTEMAS	4	2X2X32	500	128	94%	105	12.634
SALON 151	3	2X2X32	500	128	94%	120	14.438
SALON 152	3	2X2X32	500	128	94%	120	14.438
SALON 1 A	2	2X2X32	500	128	94%	120	14.438
SALON 131	3	2X2X32	500	128	94%	40	4.813

	CANTIDAD DE	REFERENCIA	NIVEL DE	WATT	EFICIENCIA	HORAS DE	CONSUMO
AREA DE TRABAJO	LUMINARIAS	LUMINARIA	ILUMINACION	LAMPARA	LUMINARIA	USO AL MES	ENERGIA
	NECESARIAS		RETIE				Wh/mes
SALON 150	3	2X2X32	500	128	94%	80	9.626
SALON 133	3	2X2X32	500	128	94%	84	10.107
SALON 1 B	2	2X2X32	500	128	94%	120	14.438
SALON MARCO JULIO	3	2X2X32	500	128	94%	70	8.422
SALON 132	3	2X2X32	500	128	94%	80	9.626
SALON PRICILA	3	2X2X32	500	128	94%	84	10.107
SALON TRANSICION	4	2X2X32	500	128	94%	120	14.438
TALLER ELECTRICIDAD SALON TEORIA 2	3	2X2X32	500	128	94%	48	5.775
TALLER MECANICA OFICINA INSTRUCTOR	1	2X2X32	500	128	94%	150	18.048
TALLER MECANICA. ALMACEN	2	2X2X32	500	128	94%	200	24.064
TALLER DE GRAFICAS FOTOMECANICA	2	2X2X32	500	128	94%	200	24.064
TALLER MECANICA SALON DE AJUSTE 2	10	2X2X32	500	128	94%	84	10.107
COMUNIDAD COMEDOR EMPLEADOS	3	2X32	300	64	92%	20	1.178
COMUNIDAD CORREDOR	2	2X32	100	64	92%	40	2.355
COMUNIDAD PIEZA 228	2	2X32	300	64	92%	10	589
COMUNIDAD PIEZA 210	3	2X32	300	64	92%	120	7.066
COMUNIDAD PIEZA 212	3	2X32	300	64	92%	120	7.066
COMUNIDAD PIEZA 214	3	2X32	300	64	92%	120	7.066
COMUNIDAD PIEZA 216	3	2X32	300	64	92%	120	7.066
COMUNIDAD PIEZA 218	3	2X32	300	64	92%	120	7.066
COMUNIDAD PIEZA 220	3	2X32	300	64	92%	10	589
COMUNIDAD PIEZA 222	3	2X32	300	64	92%	10	589
COMUNIDAD PIEZA 224	3	2X32	300	64	92%	10	589
CORREDOR ENTRADA	2	2X32	100	64	92%	12	707
ENFERMARIA	2	2X32	500	64	92%	200	11.776

AREA DE TRABAJO	CANTIDAD DE LUMINARIAS NECESARIAS	REFERENCIA LUMINARIA	NIVEL DE ILUMINACION RETIE	WATT LAMPARA	EFICIENCIA LUMINARIA	HORAS DE USO AL MES	CONSUMO ENERGIA Wh/mes
OFICINA CONTADORA-PATRICIA	2	2X32	500	64	92%	200	11.776
OFICINA PASTORAL-EMISORA	2	2X32	500	64	92%	10	589
OFICINA PASTORAL-PADRE ABEL	2	2X32	500	64	92%	120	7.066
OFICINA PSICOLOGIA	3	2X32	500	64	92%	80	4.710
OFICINA RECEPCION	3	2X32	500	64	92%	200	11.776
OFICINA SECRETARIA ACADEMICA	2	2X32	500	64	92%	200	11.776
OFICINA SECRETARIA GENERAL	3	2X32	500	64	92%	200	11.776
SALON DIBUJO-KAIL	10	2X32	500	64	92%	28	1.649
TALLER ELECTRICIDAD ALMACEN	2	2X32	500	64	92%	3	177
TALLER ELECTRICIDAD OFICINA	3	2X32	500	64	92%	200	11.776
TALLER MECANICA OFICINA JEFE	2	2X32	500	64	92%	10	589
TALLER MECANICA SALA DISEÑO	2	2X32	500	64	92%	200	11.776
TALLER DE GRAFICAS OFICINA JEFE	2	2X32	500	64	92%	200	11.776
TALLER DE GRAFICAS SALON DISEÑO	4	2X32	500	64	92%	200	11.776
PATIO PRINCIPAL	3	CALIMA	100	250	100%	1	250
PATIO PRINCIPAL	6	RRA	100	400	100%	1	400
TALLER MECANICA MAQ,Y HERRAMIENTAS	20	INDULUX	500	250	94%	200	47.000
TALLER GRAFICAS CORTE, LITO, PINZAS, TEORIA	10	INDULUX	500	250	100%	200	50.000
TALLER MECANICA SALON DE AJUSTE 1	10	PIJAO	500	175	100%	200	35.000
BIBLIOTECA	SIN CAMBIO		500	128	94%	200	24.064
BIBLIOTECA OFICINA	SIN CAMBIO		500	128	94%	200	24.064
COMUNIDAD PIEZA 209	SIN CAMBIO		300	64	92%	10	589
COMUNIDAD PIEZA 211	SIN CAMBIO		300	64	92%	10	589
COMUNIDAD PIEZA 213	SIN CAMBIO		300	64	92%	10	589
COMUNIDAD PIEZA 215	SIN CAMBIO		300	64	92%	10	589
COMUNIDAD PIEZA 217	SIN CAMBIO		300	64	92%	10	589
COMUNIDAD PIEZA 219	SIN CAMBIO		300	64	92%	10	589

AREA DE TRABAJO	CANTIDAD DE LUMINARIAS NECESARIAS	REFERENCIA LUMINARIA	NIVEL DE ILUMINACION RETIE	WATT LAMPARA	EFICIENCIA LUMINARIA	HORAS DE USO AL MES	CONSUMO ENERGIA Wh/mes
COMUNIDAD PIEZA 221	SIN CAMBIO		300	64	92%	10	589
COMUNIDAD PIEZA 223	SIN CAMBIO		300	64	92%	10	589
COMUNIDAD PIEZA 225	SIN CAMBIO		300	64	92%	10	589
COMUNIDAD PIEZA 227	SIN CAMBIO		300	64	92%	10	589

**CONSUMO DE ENERGIA IMPLEMENTANDO EL PROYECTO**

**762 kwhr/mes**

Tabla 11. Diseño por áreas de trabajo permisibles

AREA DE TRABAJO	CANTIDAD DE LUMINARIAS NECESARIAS	REFERENCIA LUMINARIA	NIVEL DE ILUMINACION RETIE	TOTAL WATT WATT	EFICIENCIA LUMINARIA	HORAS DE USO AL MES	CONSUMO ENERGIA Wh/mes
BODEGA BASURA	1	2X2X32	100	128	94%	1	120
GARAJE	1	2X2X32	100	128	94%	10	1.203
ESCALERA BIBLIOTECA	1	2X32	150	64	92%	12	707
ESCALERA TEATRO	1	2X32	150	64	92%	2	118
AUDIOVISUALES PRIMARIA	1	2X2X32	500	20	63%	2	25
BAÑO CAFETERIA	1	AHORRADORA	150	20	63%	10	126
BAÑO ESCALERA TEATRO	1	AHORRADORA	150	20	63%	80	1.008
BAÑO RECEPCION	1	AHORRADORA	150	20	63%	10	126
BAÑO TALLER MECANICA	1	AHORRADORA	150	20	63%	20	252
BAÑO TALLER ELECTRICIDAD OFICINA	1	AHORRADORA	150	20	63%	1	13
BAÑO TRANSICION	1	AHORRADORA	150	20	63%	80	1.008
COMUNIDAD LAVANDERIA	1	AHORRADORA	500	20	63%	5	63
COMUNIDA COMEDOR	2	AHORRADORA	500	40	63%	56	1.411
COMUNIDAD HALL	2	AHORRADORA	100	80	63%	120	6.048
SALON MUSICA	1	AHORRADORA	500	20	63%	16	202
BAÑO 1 CORREDOR	1	KIT AHORRADOR	150	64	62%	40	1.587
BAÑO 2 CORREDOR	1	KIT AHORRADOR	150	64	62%	200	7.936
COMUNIDAD HALL	2	KIT AHORRADOR	100	128	62%	120	9.523
CORREDOR TALLER SEGUNDO PISO	4	KIT AHORRADOR	100	256	62%	1	159
CORREDORTALLER. DE GRAFICAS	2	KIT AHORRADOR	100	128	62%	200	15.872
OFICINA COORDINACION PRIMARIA-LIDA	1	KIT AHORRADOR	500	64	62%	15	595
PAPELERIA	1	KIT AHORRADOR	500	64	62%	20	794
OFICINA COORDINADOR ACADEMICO	2	KIT AHORRADOR	500	128	62%	60	4.762
SALA PROFESORES	2	KIT AHORRADOR	500	128	62%	1	79

AREA DE TRABAJO	CANTIDAD DE LUMINARIAS NECESARIAS	REFERENCIA LUMINARIA	NIVEL DE ILUMINACION RETIE	TOTAL WATT WATT	EFICIENCIA LUMINARIA	HORAS DE USO AL MES	CONSUMO ENERGIA Wh/mes
SALON 252	1	KIT AHORRADOR	500	64	62%	92	3.651
SALON 3A - 239	2	KIT AHORRADOR	500	128	62%	120	9.523
SALON 3B - 239	2	KIT AHORRADOR	500	128	62%	120	9.523
SALON 4A - 238	1	KIT AHORRADOR	500	64	62%	120	4.762
SALON 4B - 236	2	KIT AHORRADOR	500	128	62%	120	9.523
SALON 5A - 242	2	KIT AHORRADOR	500	128	62%	120	9.523
SALON 5B - 240	2	KIT AHORRADOR	500	128	62%	120	9.523
SALON 5C - 254	2	KIT AHORRADOR	500	128	62%	120	9.523
SALON 255	2	KIT AHORRADOR	500	128	62%	88	6.984
SALON ARTISTICA-JAIME MELO	3	KIT AHORRADOR	500	192	62%	84	9.999
SALON CARLOS ROJAS	2	KIT AHORRADOR	500	128	62%	84	6.666
SALON DIBUJO-CLAUDIA	9	KIT AHORRADOR	500	576	62%	84	29.998
SALON DIBUJO-NELSON	9	KIT AHORRADOR	500	576	62%	92	32.855
SALON 256	2	KIT AHORRADOR	500	128	62%	84	6.666
SALON 257	2	KIT AHORRADOR	500	128	62%	88	6.984
SALON 251	2	KIT AHORRADOR	500	128	62%	80	6.349
SALON 250	2	KIT AHORRADOR	500	128	62%	84	6.666
SALON 253	2	KIT AHORRADOR	500	128	62%	84	6.666
TALLER MECANICA SALA COMPUTADOR	1	KIT AHORRADOR	500	64	62%	150	5.952
TALLER MECANICA SOLDADORES	6	KIT AHORRADOR	300	384	62%	200	47.616
TALLER MECANICA SALON TEORIA 1	4	KIT AHORRADOR	500	256	62%	40	6.349
AUDIOVISUALES SEGUNDO PISO	SIN CAMBIO		500	0	0%	80	-
SALON FRED PORTILLA	SIN CAMBIO		500	0	0%	80	-
SALON BIOLOGIA - RITA	SIN CAMBIO		500	0	0%	92	-
TALLER ELECTRICIDAD SALON TEORIA 1	SIN CAMBIO		500	0	0%	48	-
TALLER ELECTRICIDAD SALA PRACTICA	SIN CAMBIO		500	0	0%	104	-

**CONSUMO DE ENERGIA IMPLEMENTANDO EL PROYECTO**

**299 kwhr/mes**



Para lograr obtener los niveles de iluminación con los dispositivos utilizados en el diseño se deben tener en cuenta las siguientes reflectancias debido al color de las paredes, techos y pisos del plantel educativo.

Reflectancias: El poder reflectante de las superficies que rodean un local, juega un papel importante en el resultado final del proyecto de iluminación. Las luminarias emiten la luz de diversas formas según su tipo de distribución luminosa. Cuando esta emisión luminosa es del tipo abierta como la utilizada en el diseño, habrá una gran parte de la luz que llegara en forma directa al plano de trabajo, es decir sin obstáculos; pero habrá también una porción importante de esa emisión que caerá a las paredes. Esa parte de luz emitida por la luminaria, podrá ser reflejada y aprovechada en mayor o menor grado según el poder reflectante de esas superficies.

Tabla 12. Poder Reflectante de algunos colores y materiales

COLOR	REFLECTANCIA %	MATERIAL	REFLECTANCIA %
BLANCO	70-75	REVOQUE CLARO	35-55
CREMA CLARO	70-80	REVOQUE OSCURO	20-30
AMARILLO CLARO	50-70	HORMIGON CLARO	30-50
VERDE CLARO	45-70	HORMIGON OSCURO	15-25
GRIS CLARO	45-70	LADRILLO CLARO	30-40
CELESTE CLARO	50-70	LADRILLO OSCURO	15-25
ROSA CLARO	45-70	MARMOL BLANCO	60-70
MARRON CLARO	30-50	GRANITO	15-25
NEGRO	4-6	MADERA CLARA	30-50
GRISOSCURO	10-20	MADERA OSCURA	10-25
AMARILLO OSCURO	40-50	VIDRIO PLATEADO	80-90
VERDE OSCURO	10-20	ALUMINIO MATE	55-60
AZUL OSCURO	10-20	ALUMINIO PULIDO	80-90
ROJO OSCURO	10-20	ACERO PULIDO	55-65

## 10. COSTO DE LA INVERSION

Tabla 13. Dispositivos necesarios para desarrollar el proyecto

TIPO DE LUMINARIA NECESITADA	CANTIDAD	COSTO UNIT.	COSTO TOTAL
LUMINARIA 2X2X32 FLUORESCENTE	116	\$ 118,320	\$ 13,725,120
LUMINARIA 2X32 FLUORESCENTE	79	\$ 83,520	\$ 6,598,080
LUMINARIA CALIMA	3	\$ 373,860	\$ 1,121,580
LUMINARIA INDULUX	30	\$ 246,569	\$ 7,397,070
LUMINARIA RRA	6	\$ 333,552	\$ 2,001,312
LUMINARIA PIJAO	10	\$ 247,602	\$ 2,476,020
LAMPARAS AHORRADORAS	13	\$ 12,000	\$ 156,000
KIT AHORRADOR	76	\$ 53,107	\$ 4,036,132
<b>DISPOSITIVOS REUTILIZABLES</b>			
LAMPARAS AHORRADORAS	5	\$ 12,000	\$ 60,000
BALASTOS ELECTRÓNICOS	30	\$ 39,245	\$ 1,177,350
LAMPARAS T8	90	\$ 4,437	\$ 399,330
CARCAZA ECONÓMICA NORMAL	148	\$ 19,000	\$ 2,812,000
			<b>\$ 33,062,634</b>

## **11. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO**

### **11.1 JUSTIFICACIÓN FINANCIERA.**

En la actualidad el I.T.I. San Juan Bosco consume en promedio 1.710 kwhr/mes de energía utilizada en iluminación, implementando el diseño se consumirían 1.016 kwhr/mes lo que representa un ahorro mensual de 694 kwhr/mes, que equivaldrían a \$ 170.000.

### **11.2 JUSTIFICACIÓN FISIOLÓGICA**

- Una buena iluminación en las áreas de trabajo permite:
  - Contribuir al mejoramiento de la comodidad en el sitio de trabajo.
  - Evita los deslumbramientos.
  - Impide malas posturas.
  - Rehúsa trastornos visuales.
  - Soslaya la fatiga ocular, cansancio, dolor de cabeza, estrés, accidentes laborales que generan alteraciones músculo esqueléticas,
  
- El aumento de la iluminación lleva a un incremento del rendimiento y a una disminución del cansancio, en consecuencia se producen menor numero de errores, disminución de los desperdicios que estos últimos generan y fundamentalmente a un menor número de accidentes laborales; produce un

incremento del rendimiento que va de 15 % para tareas normales y llegan a un 40 % en tareas especiales (trabajos finos o de precisión con gran uso de la vista).

- La iluminación en un puesto de trabajo debe ser de acuerdo a la persona de mayor edad que allí trabaje o debe regularse según la voluntad del usuario, según se observa en la siguiente figura.

TRABAJADORES JOVENES	TRABAJADORES MAYORES	INCREMENTO
VALORES EN LUX		EN %
120	250	109
200	400	100
300	550	83
500	800	60
900	1100	22

\* Figura 2 - Necesidades de iluminación de trabajadores jóvenes (alrededor de 20 años) y mayores (alrededor de 60 años) para iguales condiciones de rendimiento (según Hettinger y otros, 1975)

- La utilización de la iluminación natural se torna muy difícil por varios motivos, uno es que la iluminación solar es perjudicial cuando recae en un puesto de trabajo en forma directa, otro es que la intensidad varia en el transcurso del día, varia entre los días de sol intenso y los días nublados y finalmente que también varia con la estación del año. Otro elemento que se debe tener en cuenta es la variación que aparece en la iluminación natural que varia con el diseño arquitectónico de los lugares cerrados dado que al alejarse de las ventanas tragaluces, la intensidad disminuye.

- Realizar el trabajo sin defectos, con comodidad y seguridad.
- Evitar contrastes entre iluminación general y la dirigida, también reducir la fatiga corporal y psíquica y evitar la pérdida de visión de las personas.
- Dotar de suficientes niveles de iluminación, acorde a las operaciones que se efectúan, y si estas requieren de acuerdo al grado de precisión una mayor luminosidad del ambiente de trabajo. También se debe conseguir un adecuado contraste entre distintos planos de la tarea.
- Control de los deslumbramientos, lograra una reducción del riesgo de accidente
- Evita el efecto estroboscópico que surge de la relación entre frecuencia de la luz intermitente y la velocidad de movimiento. Consiste en ver seccionada una imagen, al alternarse encendidos y apagados en luminarias de corriente alterna, sobre todo en lámparas fluorescentes.
- Se deben reponer lámparas incandescentes cada 1000 horas de uso en cambio la reposición de lámparas fluorescentes se realiza cada 10.000 horas de uso. La limpieza de lámparas y artefactos de iluminación cada 3000 horas, mejora su rendimiento, dado que el polvo que se deposita sobre ellos reduce paulatinamente su rendimiento lumínico.
- Una buena iluminación puede aumentar hasta en un 86% el nivel de energía personal y en un 75% la productividad.
- La falta de luz adecuada puede agravar o ser la causa de dolencias como el Trastorno Afectivo Estacional (TAE), el Síndrome Premenstrual, la infertilidad, la falta de energía, la fatiga y el cansancio injustificados, la depresión, la irritabilidad, los trastornos del sueño, la variación de peso estacional, la falta de concentración, la inapetencia sexual, los dolores de cabeza... Y últimamente estoy encontrando relación con la Fibromialgia, el Síndrome de Fatiga Crónica y la Degeneración Macular Asociada a la Edad (DMAE).

### 11.3 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

Tabla 14. Justificación técnica

<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</b>	<b>Unidad</b>	<b>DISPOSITIVO EXISTENTE</b>	<b>DISPOSITIVO RECOMENDADO</b>
		<b>Lámpara Incandescente</b>	<b>Lámpara Ahorradora</b>
<b>Tensión</b>	voltios	120	120
<b>Frecuencia</b>	Herz	60	60
<b>Potencia</b>	Vatios	100	20
<b>Emisión de luz</b>	Lumen	1750	1260
<b>Eficiencia luminosa</b>	lm/w	17,5	63
<b>Vida Útil</b>	horas	1000	6000
<b>Factor de Potencia</b>			0,5
<b>Temperatura</b>	° C		50
		<b>Lámpara de Arranque Instantáneo</b>	<b>Lámpara de arranque electrónico</b>
<b>Tensión</b>	voltios	120	120
<b>Potencia</b>	Vatios	39	32
<b>Emisión de luz</b>	Lumen	2450	2950
<b>Eficiencia luminosa</b>	lm/w	62,5	92
<b>Tipo de Balasto</b>		Magnético	Electrónico
<b>Vida Útil</b>	horas	9000	24000
		<b>Balasto Magnético</b>	<b>Balasto Electrónico</b>
<b>Tensión</b>	Voltios	120	120
<b>Potencia Útil</b>	Vatios	70,41	55,3
<b>Vida Útil</b>	Años	5	20
<b>Perdidas del Balasto</b>		15,59	3,7
<b>Factor de Eficiencia</b>		1,05	1,49
		<b>Reflector Halógeno</b>	<b>Reflector de Sodio</b>
<b>Tensión</b>	voltios	220	220
<b>Potencia</b>	Vatios	1500	400
<b>Eficiencia luminosa</b>	lm/w	36	173
<b>Vida Útil</b>	horas	5000	18000

En el cuadro anterior podemos observar las características técnicas de los dispositivos de iluminación existentes en el plantel educativo y los recomendados en nuestra propuesta de mejoramiento, de este podemos concluir que los existentes son obsoletos y poco funcionales en comparación a los que encontramos en la actualidad en el mercado.

## **12. ELABORACIÓN DE PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO**

Para garantizar el funcionamiento eficaz de las luminarias se debe optar por un plan de mantenimiento preventivo de estas en aspectos como limpieza general y ajuste de dispositivos eléctricos con una frecuencia trimestral.

A continuación relacionamos las etapas para la ejecución del proyecto por áreas de trabajo, teniendo en cuenta su nivel de inconformidad y la capacidad presupuestal del plantel educativo.



Tabla 15. Propuesta de ejecución del proyecto

ETAPA AÑO	AREA DE TRABAJO	NIVEL DE CONFORT	CANTIDAD DE LUMINARIAS	REFERENCIA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	OFICINA RECTORIA	MUY CRITICO	2	2X2X32	\$ 118.320	\$ 236.640
1	ALMACEN GENERAL	MUY CRITICO	3	2X2X32	\$ 118.320	\$ 354.960
1	CORREDOR BAÑOS	MUY CRITICO	3	2X2X32	\$ 118.320	\$ 354.960
1	CORREDOR ENTRADA	MUY CRITICO	2	2X32	\$ 83.520	\$ 167.040
1	CORREDOR OFICINAS	MUY CRITICO	3	2X2X32	\$ 118.320	\$ 354.960
1	CORREDOR PRIMARIA	MUY CRITICO	2	2X2X32	\$ 118.320	\$ 236.640
1	CORREDOR SALONES BACHILLERATO	MUY CRITICO	2	2X2X32	\$ 118.320	\$ 236.640
1	SALON 131	MUY CRITICO	3	2X2X32	\$ 118.320	\$ 354.960
1	SALON PRICILA	MUY CRITICO	3	2X2X32	\$ 118.320	\$ 354.960
1	TALLER ELECTRICIDAD SALON TEORIA 2	MUY CRITICO	3	2X2X32	\$ 118.320	\$ 354.960
1	TALLER MECANICA OFICINA INSTRUCTOR	MUY CRITICO	1	2X2X32	\$ 118.320	\$ 118.320
1	TALLER MECANICA OFICINA JEFE	MUY CRITICO	2	2X32	\$ 83.520	\$ 167.040
1	TALLER MECANICA SALON DE AJUSTE 1	MUY CRITICO	10	PIJAO	\$ 247.602	\$ 2.476.020
1	TALLER MECANICA SALON DE AJUSTE 2	MUY CRITICO	10	2X2X32	\$ 118.320	\$ 1.183.200
1	TALLER DE GRAFICAS FOTOMECANICA	MUY CRITICO	2	2X2X32	\$ 118.320	\$ 236.640
1	ENFERMARIA	CRITICO	2	2X32	\$ 83.520	\$ 167.040
1	OFICINA CONTADORA-PATRICIA	CRITICO	2	2X32	\$ 83.520	\$ 167.040
1	OFICINA RECEPCION	CRITICO	3	2X32	\$ 83.520	\$ 250.560
1	SALON 152	CRITICO	3	2X2X32	\$ 118.320	\$ 354.960
1	SALON 151	CRITICO	3	2X2X32	\$ 118.320	\$ 354.960
1	SALON 1 A	CRITICO	2	2X2X32	\$ 118.320	\$ 236.640
1	SALON DIBUJO-KAIL	CRITICO	10	2X32	\$ 83.520	\$ 835.200
1	SALON 134	CRITICO	3	2X2X32	\$ 118.320	\$ 354.960
1	SALON 150	CRITICO	3	2X2X32	\$ 118.320	\$ 354.960
1	SALON 133	CRITICO	3	2X2X32	\$ 118.320	\$ 354.960
1	SALON 1 B	CRITICO	2	2X2X32	\$ 118.320	\$ 236.640
1	SALON MARCO JULIO	CRITICO	3	2X2X32	\$ 118.320	\$ 354.960
1	SALON 132	CRITICO	3	2X2X32	\$ 118.320	\$ 354.960
1	SALON TRANSICION	CRITICO	4	2X2X32	\$ 118.320	\$ 473.280

1	TALLER ELECTRICIDAD ALMACEN	CRITICO	2	2X32	\$ 83.520	\$ 167.040
1	TALLER MECANICA MAQUINAS HERRAMIENTA	CRITICO	20	INDULUX	\$ 246.569	\$ 4.931.380
1	TALLER MECANICA ALMACEN	CRITICO	2	2X2X32	\$ 118.320	\$ 236.640
1	TALLER DE GRAFICAS SALON DISEÑO	CRITICO	4	2X32	\$ 83.520	\$ 334.080
	<b>TOTAL PRIMERA ETAPA</b>					<b>\$ 17.708.200</b>

ETAPA AÑO	AREA DE TRABAJO	NIVEL DE CONFORT	CANTIDAD DE LUMINARIAS	REFERENCIA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
2	AUDIOVISUALES PRIMER PISO	MUY CRITICO	6	2X2X32	\$ 118.320	\$ 709.920
2	COMUNIDAD PIEZA 216	MUY CRITICO	3	2X32	\$ 83.520	\$ 250.560
2	COMUNIDAD PIEZA 218	MUY CRITICO	3	2X32	\$ 83.520	\$ 250.560
2	COMUNIDAD PIEZA 220	MUY CRITICO	3	2X32	\$ 83.520	\$ 250.560
2	COMUNIDAD PIEZA 222	MUY CRITICO	3	2X32	\$ 83.520	\$ 250.560
2	COMUNIDAD PIEZA 224	MUY CRITICO	3	2X32	\$ 83.520	\$ 250.560
2	COMUNIDAD COMEDOR EMPLEADOS	MUY CRITICO	3	2X32	\$ 83.520	\$ 250.560
2	COMUNIDAD OFICINA RECTOR	MUY CRITICO	2	2X2X32	\$ 118.320	\$ 236.640
2	COMUNIDAD CORREDOR	MUY CRITICO	2	2X32	\$ 83.520	\$ 167.040
2	CAFETERIA	MUY CRITICO	2	2X2X32	\$ 118.320	\$ 236.640
2	GIMNASIO	MUY CRITICO	3	2X2X32	\$ 118.320	\$ 354.960
2	COMUNIDAD CAPILLA	MUY CRITICO	3	2X2X32	\$ 118.320	\$ 354.960
2	COMUNIDAD PIEZA 228	MUY CRITICO	3	2X32	\$ 83.520	\$ 250.560
2	COMUNIDAD PIEZA 210	MUY CRITICO	3	2X32	\$ 83.520	\$ 250.560
2	COMUNIDAD PIEZA 212	MUY CRITICO	3	2X32	\$ 83.520	\$ 250.560
2	COMUNIDAD PIEZA 214	MUY CRITICO	3	2X32	\$ 83.520	\$ 250.560
2	TALLER GRAFICAS CORTE, PINZAS, LITO Y TEORIA	CRITICO	10	INDULUX	\$ 246.569	\$ 2.465.690
2	SALON GERARDO	CRITICO	4	2X2X32	\$ 118.320	\$ 473.280
2	SALA DE SISTEMAS	CRITICO	4	2X2X32	\$ 118.320	\$ 473.280
2	TALLER ELECTRICIDAD OFICINA	CRITICO	3	2X32	\$ 83.520	\$ 250.560
2	TALLER DE GRAFICAS OFICINA JEFE	CRITICO	2	2X32	\$ 83.520	\$ 167.040
2	TALLER MECANICA SALA DISEÑO	CRITICO	2	2X32	\$ 83.520	\$ 167.040
2	OFICINA JEFE DE MANTENIMIENTO	CRITICO	2	2X2X32	\$ 118.320	\$ 236.640
2	OFICINA ATENCION PADRES DE FAMILIA	CRITICO	1	2X2X32	\$ 118.320	\$ 118.320

2	OFICINA COORDINADOR DISCIPLINA	CRITICO	2	2X2X32	\$ 118.320	\$ 236.640
2	COMUNIDAD COCINA	CRITICO	2	2X2X32	\$ 118.320	\$ 236.640
2	OFICINA SICOLOGIA	CRITICO	3	2X32	\$ 83.520	\$ 250.560
2	OFICINA PASTORAL-EMISORA	CRITICO	2	2X32	\$ 83.520	\$ 167.040
2	OFICINA PASTORAL-PADRE ABEL	CRITICO	2	2X32	\$ 83.520	\$ 167.040
2	OFICINA SECRETARIA ACADEMICA	CRITICO	2	2X32	\$ 83.520	\$ 167.040
2	OFICINA SECRETARIA GENERAL	CRITICO	3	2X32	\$ 83.520	\$ 250.560
2	OFICINA COMITÉ HISTORICO	CRITICO	1	2X2X32	\$ 118.320	\$ 118.320
2	OFICINA COADJUTOR	CRITICO	1	2X2X32	\$ 118.320	\$ 118.320
2	OFICINA EXALUMNOS	CRITICO	1	2X2X32	\$ 118.320	\$ 118.320
2	OFICINA ASOFAMILIA	CRITICO	1	2X2X32	\$ 118.320	\$ 118.320
2	CORREDOR PASTORAL	CRITICO	1	2X2X32	\$ 118.320	\$ 118.320
<b>TOTAL SEGUNDA ETAPA</b>						<b>\$ 10.984.730</b>

ETAPA AÑO	AREA DE TRABAJO	NIVEL DE CONFORT	CANTIDAD DE LUMINARIAS	REFERENCIA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
3	AUDIOVISUALES PRIMARIA	PERMISIBLE	1	2X2X32	\$ 118.320	\$ 118.320
3	ESCALERA BIBLIOTECA	PERMISIBLE	1	2X32	\$ 83.520	\$ 83.520
3	OFICINA COORDINADOR ACADEMICO	PERMISIBLE	2	KIT AHORRADOR	\$ 53.107	\$ 106.214
3	BODEGA BASURA	PERMISIBLE	1	2X2X32	\$ 118.320	\$ 118.320
3	GARAJE	PERMISIBLE	1	2X2X32	\$ 118.320	\$ 118.320
3	BAÑO TRANSICION	PERMISIBLE	1	AHORRADORA	\$ 12.000	\$ 12.000
3	BAÑO RECEPCION	PERMISIBLE	1	AHORRADORA	\$ 12.000	\$ 12.000
3	BAÑO ESCALERA TEATRO	PERMISIBLE	1	AHORRADORA	\$ 12.000	\$ 12.000
3	BAÑO TALLER ELECTRICIDAD OFICINA	PERMISIBLE	1	AHORRADORA	\$ 12.000	\$ 12.000
3	BAÑO TALLER MECANICA	PERMISIBLE	1	AHORRADORA	\$ 12.000	\$ 12.000
3	BAÑO CAFETERIA	PERMISIBLE	1	AHORRADORA	\$ 12.000	\$ 12.000
3	COMUNIDAD LAVANDERIA	PERMISIBLE	1	AHORRADORA	\$ 12.000	\$ 12.000
3	COMUNIDAD COMEDOR	PERMISIBLE	2	AHORRADORA	\$ 12.000	\$ 24.000
3	SALON MUSICA	PERMISIBLE	1	AHORRADORA	\$ 12.000	\$ 12.000
3	COMUNIDAD HALL	PERMISIBLE	2	AHORRADORA	\$ 12.000	\$ 24.000
3	COMUNIDAD HALL	PERMISIBLE	2	KIT AHORRADOR	\$ 53.107	\$ 106.214

3	SALON 5A – 242	PERMISIBLE	2	KIT AHORRADOR	\$ 53.107	\$ 106.214
3	TALLER MECANICA SALON TEORIA 1	PERMISIBLE	4	KIT AHORRADOR	\$ 53.107	\$ 212.428
3	SALON DIBUJO-CLAUDIA	PERMISIBLE	9	KIT AHORRADOR	\$ 53.107	\$ 477.963
3	SALON DIBUJO-NELSON	PERMISIBLE	9	KIT AHORRADOR	\$ 53.107	\$ 477.963
3	OFICINA COORDINACION PRIMARIA-LIDA	PERMISIBLE	1	KIT AHORRADOR	\$ 53.107	\$ 53.107
3	PAPELERIA	PERMISIBLE	1	KIT AHORRADOR	\$ 53.107	\$ 53.107
3	SALON 3 A – 239	PERMISIBLE	2	KIT AHORRADOR	\$ 53.107	\$ 106.214
3	SALON 3 B – 239	PERMISIBLE	2	KIT AHORRADOR	\$ 53.107	\$ 106.214
3	SALON 4 A – 238	PERMISIBLE	1	KIT AHORRADOR	\$ 53.107	\$ 53.107
3	SALON 4 B – 236	PERMISIBLE	2	KIT AHORRADOR	\$ 53.107	\$ 106.214
3	SALON 5 B – 240	PERMISIBLE	2	KIT AHORRADOR	\$ 53.107	\$ 106.214
3	SALON 5 C – 254	PERMISIBLE	2	KIT AHORRADOR	\$ 53.107	\$ 106.214
3	CORREDORTALLER DE GRAFICAS	PERMISIBLE	2	KIT AHORRADOR	\$ 53.107	\$ 106.214
3	CORREDOR TALLER SEGUNDO PISO	PERMISIBLE	4	KIT AHORRADOR	\$ 53.107	\$ 212.428
3	BAÑO 1 CORREDOR	PERMISIBLE	1	KIT AHORRADOR	\$ 53.107	\$ 53.107
3	BAÑO 2 CORREDOR	PERMISIBLE	1	KIT AHORRADOR	\$ 53.107	\$ 53.107
3	SALON ARTISTICA-JAIME MELO	PERMISIBLE	3	KIT AHORRADOR	\$ 53.107	\$ 159.321
3	TALLER MECANICA SOLDADORES	PERMISIBLE	6	KIT AHORRADOR	\$ 53.107	\$ 318.642
3	SALA PROFESORES	PERMISIBLE	2	KIT AHORRADOR	\$ 53.107	\$ 106.214
3	SALON 255	PERMISIBLE	2	KIT AHORRADOR	\$ 53.107	\$ 106.214
3	SALON CARLOS ROJAS	PERMISIBLE	2	KIT AHORRADOR	\$ 53.107	\$ 106.214
3	SALON 256	PERMISIBLE	2	KIT AHORRADOR	\$ 53.107	\$ 106.214
3	SALON 257	PERMISIBLE	2	KIT AHORRADOR	\$ 53.107	\$ 106.214
3	SALON 251	PERMISIBLE	2	KIT AHORRADOR	\$ 53.107	\$ 106.214
3	SALON 252	PERMISIBLE	1	KIT AHORRADOR	\$ 53.107	\$ 53.107
3	SALON 250	PERMISIBLE	2	KIT AHORRADOR	\$ 53.107	\$ 106.214
3	SALON 253	PERMISIBLE	2	KIT AHORRADOR	\$ 53.107	\$ 106.214
3	TALLER MECANICA SALA COMPUTADOR	PERMISIBLE	1	KIT AHORRADOR	\$ 53.107	\$ 53.107
3	PATIO PRINCIPAL	MUY CRITICO	3	CALIMA	\$ 373.860	\$ 1.121.580
3	PATIO PRINCIPAL	MUY CRITICO	6	RRA	\$ 333.552	\$ 2.001.312
	<b>TOTAL TERCERA ETAPA</b>					<b>\$ 7.741.504</b>
	<b>TOTAL IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO</b>					<b>\$ 36.434.434</b>

### **13. CONCLUSIONES**

- De acuerdo al estudio realizado se podrá aumentar el nivel de confort visual implementando este sistema de iluminación óptimo que satisface las necesidades de alumbrado artificial en cada una de las áreas del plantel educativo, diseñado con base en la normatividad legal vigente del reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE).
- Se logrará optimizar la operación del sistema de iluminación gracias a las bondades tecnológicas de los nuevos dispositivos de iluminación a instalar que hace más eficiente el uso de la energía.

## BIBLIOGRAFÍA

ACERO, Gloria Maria. Uso racional de energía. En: Mundo Eléctrico Colombiano: Ahorro de energía. Vol. 28; p. 15.

LEIVA, Luís Flower. Manual de Instalaciones Eléctricas Domiciliarias: Aspectos fundamentales de iluminación y luminotecnia. Bogota: Schneider Electric, 2004. p. 236.

GIRALDO CARMONA, Wilson Eriot. Ahorro de energía en la iluminación Industrial. En: Mundo Eléctrico: iluminación. Vol. 28; p. 31.

HERNÁNDEZ, Jorge E; GONZÁLEZ, Felipe. Curso práctico de electricidad: Materiales y elementos eléctricos. Pereira: CEKIT, 1996. p. 240.

PUIGDEMONT, José M. Electricidad teórico práctica: Luminotecnia. 17 Ed. Barcelona: Ediciones Afha, 1978. p. 19.

RODRÍGUEZ VILLAMIZAR, Fernando. Un potencial para el ahorro de energía en la iluminación. En: Mundo eléctrico Colombiano: iluminación. Vol 28; p. 26.

## ANEXOS

### Anexo 1. Documento paper

#### EFICIENCIA LUMÍNICA Y ENERGÉTICA EN EL INSTITUTO SAN JUAN BOSCO

**Julián Eduardo Bernal Rodríguez, Harold Andrés Pérez Ramírez.**

**Universidad Autónoma de Occidente, Kilómetro 2 Vía Jamundi, Julianber7@hotmail.com, Cali.**

**Abstracto:** El proyecto eficiencia lumínica y energética en el Instituto Técnico Industrial San Juan Bosco, nos permite identificar plenamente las fortalezas de implementar un sistema óptimo de iluminación en el plantel educativo, al mismo tiempo es base fundamental para la ejecución de este en otros campos de la industria.

**Keywords:** Luminotecnia, Eficiencia, Ahorro, Iluminación, Análisis, Normatividad.

### 1. INTRODUCCIÓN

El proyecto de “**EFICIENCIA LUMÍNICA Y ENERGÉTICA EN EL INSTITUTO TÉCNICO INDUSTRIAL SAN JUAN BOSCO**”, nació de la necesidad de ajustar la operación del sistema de iluminación en el plantel educativo; al tener grandes cambios que se vienen dando a nivel mundial, donde para poder ser más competitivos en áreas como la industria, el comercio y la educación, entre otras, es necesario reevaluar los procesos y entrar en una etapa de mejoramiento continuo de éstos, al generar con ello una cultura organizacional. Por tal motivo y conociendo algunos problemas técnicos que aquejan la Institución, tales como la constante reposición de dispositivos eléctricos de iluminación ( lámparas, balastos, sockets ), largas jornadas laborales utilizadas en esta función, deficiencias académicas y laborales a causa de una inapropiada iluminación, se plantean algunas sugerencias para lograr un nivel de iluminación óptimo que beneficie a toda la comunidad educativa a partir del campo de la luminotecnia, utilizando ésta como herramienta de uso eficiente de la energía, ya que gran parte de su generación en el país es utilizada para la iluminación, con lo cual se obtienen ahorros entre un 20% y 50%.

### 2. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL I.T.I. SAN JUAN BOSCO

El instituto técnico industrial San Juan Bosco de Cali, fue construido hace más de 50 años, cuenta

con un sistema de iluminación deficiente en algunas áreas del plantel educativo debido a su diseño e instalación, a lo largo de estos años no presenta estudios de mejoramiento en los campos de eficiencia lumínica y energética, por tal motivo no cumple con la normatividad técnica colombiana.

RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas): Fija las condiciones técnicas que garanticen la seguridad en los procesos de generación, transmisión, transformación, Distribución y Utilización de la energía eléctrica en La Republica de Colombia.

En particular en el ARTÍCULO 16: Especifica cómo una buena iluminación, además de ser un factor de seguridad, productividad y de rendimientos en el trabajo, mejora el confort visual y hace mas agradable y acogedora la vida. Si se tiene en cuenta que una quinta parte de la vida del hombre transcurre bajo alumbrado artificial, se comprenderá el interés que hay en establecer los requisitos mínimos para realizar los proyectos de iluminación.

#### 2.1 Diseño: RETIE

Un diseño de iluminación debe comprender las siguientes condiciones esenciales:

- Suministrar una cantidad de luz suficiente.

- Eliminar todas las causas de deslumbramiento.
- Prever el tipo y cantidad de luminarias apropiadas para cada caso particular teniendo en cuenta su eficiencia.
- Utilizar fuentes luminosas que aseguren una satisfactoria distribución de los colores.

Instalación:

- Debe existir suministro ininterrumpido de iluminación en sitios y áreas donde la falta de esta pueda generar riesgos para la vida de las personas, como en áreas críticas y en los medios de egreso para evacuación.
- No se permite la utilización de lámparas de descarga con encendido retardado en circuitos de iluminación de emergencia.
- Los alumbrados de emergencia equipados con grupos de baterías, deben permanecer en funcionamiento un mínimo de noventa minutos después que se interrumpa el servicio eléctrico normal.
- Los residuos de las lámparas deben ser manejados cumpliendo la regulación sobre manejo de desechos, debido a las sustancias tóxicas que puedan poseer.
- En lugares accesibles a personas donde se operen máquinas rotativas, la iluminación instalada debe diseñarse para evitar el efecto estroboscópico.

2.2 Diseño Actual: I.T.I. SAN JUAN BOSCO:

- No presenta Niveles de iluminación eficientes en ciertas áreas de trabajo.
- Existen causas de deslumbramiento.
- Tipo inadecuado y cantidad de luminarias insuficientes en las distintas áreas del plantel educativo.
- Fuentes luminosas ineficientes.

Instalación:

- No presenta un suministro ininterrumpido de iluminación.
- El instituto no presenta un sistema de iluminación de emergencia.
- El instituto no cuenta con un programa de desecho de residuos de lámparas.
- La iluminación en áreas de maquinaria rotativa no está diseñada para evitar el efecto estroboscópico.

Características de los Dispositivos de Iluminación del I.T.I SAN JUAN BOSCO:

El instituto cuenta en la actualidad con distintos dispositivos de iluminación los cuales presentan características técnicas y eléctricas obsoletas. Podemos encontrar una gran variedad de referencias de lámparas, carcasas, potencia nominal y tensión de alimentación, estos dispositivos son antiguos y debido a los avances de la tecnología en este campo se pueden clasificar como inadecuados para un óptimo sistema de iluminación.

Tabla 1. Inventario de Lámparas en el I.T.I. San Juan Bosco

<b>LAMPARAS</b>		
<b>LAMPARAS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>%</b>
AHORRADORA	5	1%
REFLECTOR	7	1%
LUZ MIXTA	24	4%
ELECTRÓNICA 2X32	30	5%
ELECTRÓNICA 2X2X32	60	9%
INCANDESCENTE	76	12%
NORMAL	104	16%
INSTANTÁNEA	354	54%
<b>TOTAL</b>	<b>660</b>	<b>100%</b>



**Tabla 2. Inventario de Balastos en el I.T.I. San Juan Bosco**

BALASTOS		
REFERENCIA BALASTOS	CANTIDAD	%
BALASTO MAGNÉTICO	222	88%
BALASTO ELECTRÓNICO 2x32	15	6%
BALASTO ELECTRÓNICO 2x2x32	15	6%
<b>TOTAL</b>	<b>252</b>	<b>100%</b>

**Tabla 3. Inventario de Carcazas en el I.T.I. San Juan Bosco**

CARCAZA		
REFERENCIA CARCAZAS	CANTIDAD	%
Económica Normal de Incrustar,	4	2%
Económica Normal Triángulo	19	8%
Económica Con Aleta	81	32%
Económica Normal	148	59%
<b>TOTAL</b>	<b>252</b>	<b>100%</b>

Nota: Luminaria Sin carcaza **110**

#### Niveles de Iluminación

El plantel educativo cuenta con una inadecuada iluminación en sus áreas de trabajo, encontrándose por debajo de los estándares nacionales exigidos por la normatividad colombiana (RETIE).

**Tabla 4. Niveles de Iluminación RETIE**

NIVELES DE ILUMINACIÓN RETIE	
ÁREAS DE TRABAJO-COLEGIOS	LUMENS
<i>SALONES</i>	
ILUMINACIÓN GRAL	500
TABLEROS TIZA	500
ELAB. PLANOS	750
<i>SALAS DE CONFERENCIAS</i>	
ILUMINACIÓN GRAL	500
TABLEROS	750
BANCOS DE DEMOSTRACIÓN	750
LABORATORIOS	500
SALAS DE ARTE	500
TALLERES	500
SALAS DE ASAMBLEA	200
CORREDORES	100
ESCALERAS	150
BAÑOS	150
COCINA	300
GARAJES	100

**Análisis General:** A partir de los datos obtenidos en la evaluación de la operación del sistema de iluminación del instituto podemos determinar que el 63% de las áreas del plantel educativo presenta una considerable deficiencia en su sistema de iluminación artificial basados en la normatividad RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas) de esta manera se justifica la viabilidad de implementar un sistema de iluminación óptimo que contribuya al mejoramiento de las condiciones de trabajo de la comunidad educativa.

**Tabla 5. Estado del Nivel de Iluminación I.T.I. San Juan Bosco**

Áreas de Trabajo	Estado del Nivel de Iluminación	Participación
49	Permisible	37 %
37	Crítico	28 %
46	Muy Crítico	35 %
<b>132</b>		<b>100 %</b>

### 3. DISEÑO SISTEMA DE ILUMINACIÓN ÓPTIMO

Debido a que el sistema actual de iluminación del I.T.I San Juan Bosco es deficiente y no cumple con los parámetros legales vigentes, se presenta la siguiente propuesta de mejoramiento con base en la normatividad del RETIE y las bondades de los avances de la tecnología.

Para efectos de la puesta en marcha del proyecto se realizó este diseño en tres fases: Diseño de áreas críticas, muy críticas y diseño de áreas permisibles.

#### 3.1 ÁREAS CRÍTICAS Y MUY CRÍTICAS:

Afectan al 60% de las áreas del instituto comprendidas entre salones de clase, oficinas, talleres y demás, clasificadas así por presentar un nivel de iluminación por fuera de los Standard de RETIE.

#### 3.2 ÁREAS PERMISIBLES:

Presentan un nivel de iluminación que cumple con los parámetros exigidos por RETIE, sin embargo los dispositivos de iluminación que se encuentran en estas áreas son deficientes y generan altos consumos de energía debido a la instalación excesiva de estos.

Para optimizar el sistema de iluminación del plantel educativo son necesarios los siguientes dispositivos de iluminación los cuales se distribuyen de acuerdo a las necesidades de cada área.

**Tabla 6. Dispositivos de Iluminación Necesarios para Desarrollar el proyecto.**

TIPO DE LUMINARIA NECESITADA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO \$\$	COSTO TOTAL \$\$
LUMINARIA 2X2X32 FLUORESCENTE	11		
LUMINARIA 2X32 FLUORESCENTE	6	118,320	13,725,120
LUMINARIA CALIMA	79	83,520	6,598,080
LUMINARIA INDULUX	3	373,860	1,121,580
LUMINARIA RRA	30	246,569	7,397,070
LUMINARIA PIJAO	6	333,552	2,001,312
LAMPARAS AHORRADORAS	10	247,602	2,476,020
KIT AHORRADOR	13	12,000	156,000
DISPOSITIVOS REUTILIZABLES	76	53,107	4,036,132
LAMPARAS AHORRADORAS	5	12,000	60,000
BALASTOS ELECTRÓNICOS	30	39,245	1,177,350
LAMPARAS T8	90	4,437	399,330
CARCAZA ECONÓMICA NORMAL	14		
	8	19,000	2,812,000
			<b>\$ 33,062,634</b>

#### 4. CONCLUSIONES

- De acuerdo al estudio realizado se podrá aumentar el nivel de confort visual implementando este sistema de iluminación óptimo que satisface las necesidades de alumbrado artificial en cada una de las áreas del plantel educativo, diseñado con base en la normatividad legal vigente del reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE).
- Se logró optimizar la operación del sistema de iluminación gracias a las bondades tecnológicas de los nuevos dispositivos de iluminación a instalar que hace más eficiente el uso de la energía.

#### REFERENCIAS

ACERO, Gloria Maria. Uso racional de energía. En: Mundo Eléctrico Colombiano: Ahorro de energía. Vol. 28; p. 15.

LEIVA, Luís Flower. Manual de Instalaciones Eléctricas Domiciliarias: Aspectos fundamentales de iluminación y luminotecnía. Bogota: Schneider Electric, 2004. p. 146.

GIRALDO CARMONA, Wilson Eriot. Ahorro de energía en la iluminación Industrial. En: Mundo Eléctrico: iluminación. Vol. 28; p. 31.

HERNÁNDEZ, Jorge E; GONZÁLEZ, Felipe. Curso práctico de electricidad: Materiales y elementos eléctricos. Pereira: CEKIT, 1996. p. 86.

PUIGDEMONT, José M. Electricidad teórico Práctica: Luminotecnía. 17 Ed. Barcelona: Ediciones Afha, 1978. p. 19.

RODRÍGUEZ VILLAMIZAR, Fernando. Un potencial para el ahorro de energía en la iluminación. En: Mundo eléctrico Colombiano: iluminación. Vol. 28; p. 26.