



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

DIRECCIÓN DE CARRERA: MEDIO AMBIENTE

**INFORME DE TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIA LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE INGENIERO EN
MEDIO AMBIENTE**

**MODALIDAD:
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:
EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN EN LA
CARRERA DE AGROINDUSTRIA DE LA ESPAM-MFL**

**AUTORAS:
AGUAYO ZAMBRANO DAYANA ELIZABETH
NAVIA LOOR ANGIE MELISSA**

**TUTOR:
ING. CARLOS VILLAFUERTE VÉLEZ, M. SC.**

CALCETA, NOVIEMBRE 2018

DERECHOS DE AUTORÍA

Dayana Elizabeth Aguayo Zambrano y Angie Melissa Navia Loor, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra auditoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su reglamento.

**DAYANA ELIZABETH
AGUAYO ZAMBRANO**

**ANGIE MELISSA
NAVIA LOOR**

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Carlos André Villafuerte Vélez, certifica haber tutelado el trabajo de titulación **EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN EN LA CARRERA DE AGROINDUSTRIA DE LA ESPAM-MFL**, que ha sido desarrollada por **Dayana Elizabeth Aguayo Zambrano** y **Angie Melissa Navia Loor**, previa la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN** de la **Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López**.

ING. CARLOS A. VILLAFUERTE VÉLEZ, M. Sc.

TUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran que han APROBADO el trabajo de titulación **EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN EN LA CARRERA DE AGROINDUSTRIA DE LA ESPAM-MFL**, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por Dayana Elizabeth Aguayo Zambrano y Angie Melissa Navia Loor, previa la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. JONATHAN CHICAIZA INTRIAGO, M.Sc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

ING. VERONICA VERA VILLAMIL, M.Sc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

BLGA. MARÍA F. PINCAY CANTOS, M.Sc.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

A Dios, por haberme guiado por el camino de la vida, dándome la fortaleza para continuar y culminar con todo lo que me he propuesto.

A mis padres Noemi Zambrano y Nabor Aguayo quienes a lo largo de toda mi vida me han apoyado y motivado a mi formación académica, creyeron en mí en todo momento y no dudaron de mis habilidades y han hecho posible la realización de este trabajo titulación, lo cual se constituye en un triunfo para ellos. A mis demás familiares que también han colaborado dándome fortaleza y motivado para seguir adelante con mis estudios.

A esta universidad la cual abrió sus puertas y me dio la oportunidad de una educación superior de calidad, a los docentes de la carrera de la carrera de Ingeniería ambiental de la ESPAM-MFL, que con su sabiduría, conocimiento y apoyo, motivaron a desarrollarme como persona y profesional, en especial a mi tutor y miembros del tribunal, por guiar esta investigación y formar parte de otro objetivo alcanzado.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa o indirectamente en la realización de este trabajo de titulación.

DAYANA ELIZABETH AGUAYO ZAMBRANO

AGRADECIMIENTO

A Dios, nuestro padre celestial, por darme la oportunidad de cumplir con la propuesta y permitirme culminar esta etapa tan importante de mi vida.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López por brindarme una educación superior de calidad con la cual estoy forjando mis conocimientos profesionales día a día.

A mi familia y en especial a mis queridos padres por darme la motivación y el empuje necesario para seguir luchando en cada paso de mi proceso educativo y por ser el pilar fundamental.

Agradezco a todos y cada uno de los docentes, con quienes tuve la oportunidad de compartir conocimientos y experiencias que nos permitieron culminar esta etapa tan importante y en especial a nuestro tutor, el Ing. Carlos Villafuerte Vélez por brindarme sus conocimientos y apoyo para realizar correctamente la ejecución de las actividades propuestas.

Al Arq. Glen Arteaga, M.Sc., por la ayuda y apoyo que brindó durante la realización del trabajo de titulación.

A cada uno de nuestros compañeros y amigos que nos ofrecieron su amistad incondicional, por ser la base que permitió el avance de nuestros estudios y por ser quienes de una u otra forma alegraron cada día vivido en las aulas de clase.

ANGIE MELISSA NAVIA LOOR

DEDICATORIA

A Dios por guiarme y bendecirme todo el camino de mi vida, por permitirme tomar las mejores decisiones y por ser el inspirador y darme fuerzas para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados

Dedico este trabajo especialmente a mis padres Noemi Zambrano y Nabor Aguayo, ejemplo de superación para toda la familia, mostrándome día a día lo realmente importante que es el esfuerzo para conseguir las metas, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy.

A mis hermanos Sonia, Lady y Cristhian por el apoyo, la energía y la confianza ofrecidas a mi educación, a mis tíos y abuelos por ser quienes me inculcaron las bases de responsabilidad y deseos de superación y a mis demás familiares por las palabras de aliento que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida. A mi novio por ser siempre un apoyo incondicional en el transcurso de toda mi carrera, así mismo a mi querida amiga y compañera Angie, por ser la muralla que logró interponerse entre la decepción y la esperanza. Eres mi ejemplo de amistad y te estoy muy agradecida por eso.

Y cada una de las personas que se sienten feliz y orgullosos por este pequeño pero grande triunfo en mi vida.

DAYANA ELIZABETH AGUAYO ZAMBRANO

DEDICATORIA

Al creador de todas las cosas por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida.

A mi madre Ana Loor, que con su demostración de madre ejemplar me ha enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre perseverar a través de sus sabios consejos para seguir siempre hacia delante, a pesar de los obstáculos que se presentan a diario y así poder alcanzar el éxito.

A mi padre Litton Navia Párraga, gracias por su arduo esfuerzo de apoyarme, y la confianza ofrecida a mi educación y por ser quien me enseñó la base de responsabilidad y superación.

A mis hermanos, Lilibeth Navia y Litton Navia, por brindarme su apoyo emocional en cada decisión tomada y estar pendiente de cada paso que doy en mi itinerario y porque sé que están orgullosos de mi como yo de ellos.

A mi esposo por su apoyo incondicional en el transcurso de mi carrera universitaria, por sus consejos y sabiduría para guiarme haciéndome sentir que todo estará bien.

A mis familiares por sus palabras de aliento, sobre todo a Rosa Delgado y por la confianza que me ofreció mi abuelito Rioberty Navia (+) gracias por ser parte de la gran meta anhelada.

A mi compañera y amiga Dayana Aguayo, por no desistir en ser parte de este proceso, por compartir momentos de alegría, tristeza y demostrarme que siempre podré contar con ella.

ANGIE MELISSA NAVIA LOOR

CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA	ii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	iv
AGRADECIMIENTO	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	vii
DEDICATORIA.....	viii
CONTENIDO GENERAL	ix
CONTENIDO DE CUADROS, FIGURAS Y GRÁFICOS	xii
RESUMEN	xiv
PALABRAS CLAVES:	xiv
ABSTRACT	xv
KEYWORDS:	xv
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES.....	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema.....	1
1.2. Justificación	2
1.3. Objetivos.....	4
1.3.1. Objetivo general.....	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. Idea a defender	4
2.1. Eficiencia energética.....	5
2.2. Indicadores de eficiencia energética	5
2.3. Eficiencia energética en iluminación	6
2.4. Eficiencias de las luminarias descritas, análisis funcional y técnico	6
2.5. Sistemas eléctricos.....	7
2.5.1. Energía eléctrica.....	7
2.5.2. Intensidad energética	8
2.5.3. Potencia eléctrica	8
2.5.4. Usos de la energía eléctrica	9
2.5.5. Consumo eléctrico	10
2.5.6. Características de electricidad.....	10
2.5.7. Partes de un circuito eléctrico	10
2.6. Fuentes de energía.....	11
2.7. Tipos de fuentes de energía	11

2.7.1. Fuentes no renovables	11
2.7.2. Fuentes renovables	11
2.8. Calidad de energía	11
2.9. Huella urbana	12
2.10. Medición, toma y registro de datos	12
2.11. Tipos de medidores	13
2.11.1. Luxómetro.....	13
2.11.2. Termómetro digital.....	13
2.11.3. Contador eléctrico.....	14
2.12. Flujo luminoso	14
2.13. Alumbrado público	14
2.14. Luminarias	14
2.15. Iluminancia	15
2.16. Tipos de lámparas	15
2.16.1. Focos incandescentes	15
2.16.2. Lámparas fluorescentes.....	15
2.16.3. Lámparas LED.....	16
2.17. Diseño de luminaria con material sostenible	16
2.17.1. Caña guadua	16
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	17
3.1. Ubicación.....	17
3.2. Duración del trabajo.....	18
3.3. Tipo de investigación	18
3.4. Variables a medir.....	18
3.5. Métodos y técnicas	18
3.5.1. Método	18
3.6. Técnicas	18
3.7. Procedimientos	19
3.7.1. Fase I. Diseñar el sistema de iluminación con cuatro tipos de luminarias	20
Actividad 1.- reconocimiento del área de estudio.....	20
Actividad 2.- entrevistas al departamento de planificación.....	20
Actividad 3. Diseño e implementación de las luminarias.....	20
3.7.2. Fase II. Calcular la eficiencia energética de los distintos tipos de iluminación.....	21
Actividad 4. Medición, toma y registro de datos	21

Actividad 5. Determinar los niveles de iluminación	21
Actividad 6. Determinar la temperatura.....	21
Actividad 7. Determinar el consumo de energía de cada luminaria.....	22
Actividad 8. Analizar los resultados obtenidos	22
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
4.1. Fase I. Diseñar el sistema de iluminación con cuatro tipos de luminarias	23
4.1.1. Reconocimiento del área de estudio	23
4.1.2. Entrevistas al departamento de planificación	23
4.1.3. Diseño e implementación de las luminarias	25
4.2. Fase II. Calcular la eficiencia energética de los distintos tipos de iluminación.....	29
4.2.1. Medición, toma y registro de datos	29
4.2.2. Determinar los niveles de iluminación.....	29
4.2.3. Determinar la temperatura	30
4.2.4. Determinar el consumo de energía de cada luminaria	31
4.2.5. Analizar los resultados obtenidos	32
4.2.5.1. Resultados de luminosidad.....	32
4.2.5.2. Resultados de temperatura.....	34
4.2.5.3. Resultados de consumo	36
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	40
5.1. Conclusiones	40
5.2. Recomendaciones	40
BIBLIOGRAFÍA	41
ANEXOS.....	44

CONTENIDO DE CUADROS, FIGURAS Y GRÁFICOS

CUADROS

2.1. Cuadro comparativo funcional de los tres tipos de luminarias más comunes.	7
2. 2. Resgistro de datos de iluminancia.....	13
3.1. Descripción de tipos de luminarias.....	19
3.2. Toma de lux (lx) por semana.....	21
3.3. Toma de temperatura por semana en °C.....	22
4. 1. Resultados de la entrevista al Departamento de Planificación.....	24
4. 2. Detalle de la potencia de las luminarias.....	27
4. 3. Toma de lux (lx) de la primera semana.....	30
4. 4. Toma de lux (lx) de la segunda semana.....	30
4. 5. Toma de lux (lx) de la tercera semana.....	30
4. 6. Toma de temperatura de la primera semana en °C.....	31
4. 7. Toma de temperatura de la segunda semana en °C.....	31
4. 8. Toma de temperatura de la tercera semana en °C.....	31
4. 9. Consumo de las luminarias.....	32
4. 10. Luminancia promedio de la primera semana.....	32
4. 11. Luminancia promedio de la segunda semana.....	33
4. 12. Luminancia promedio de la tercera semana.....	33
4. 13. Temperaturas promedio de la primera semana.....	34
4. 14. Temperaturas promedio de la segunda semana.....	35
4. 15. Temperaturas promedio de la tercera semana.....	36
4. 16. Consumo eléctrico por hora.....	37
4.17. Consumo eléctrico por día.....	37
4.18. Consumo eléctrico a los quince días.....	37

FIGURAS

3. 1. Mapa de ubicación del área de estudio.....	17
4. 1. Ubicación del sistema de Iluminación en el área Agroindustrial.....	23
4. 2. Diseño de la luminaria con sus dimensiones.....	26
4. 3. Ubicación de las luminarias.....	27
4. 4. Plinto y base con sus medidas.....	27
4. 5. Circuito eléctrico de cada Luminaria.....	28

4. 6. Circuito eléctrico de la caja de control	29
--	----

GRÁFICOS

4. 1. Luminancia de la primera semana.	32
4. 2. Luminancia de la segunda semana.	33
4. 3. Luminancia de la tercera semana.	34
4. 4. Temperatura de la primera semana.	35
4. 5. Temperatura de la segunda semana.	35
4. 6. Temperatura de la tercera semana	36
4. 7. Consumo por hora	37
4. 8. Consumo por día.....	38
4. 9. Consumo por los 15 días	38
4. 10. Emisiones de CO ₂ de las luminarias.	39

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo la implementación de un sistema de iluminación, conformada por cuatro luminarias: Incandescente, fluorescente, LED luz cálida y LED luz día, el sistema fue implementado en la carrera de Agroindustria de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix López". La eficiencia energética es considerada como una alternativa que permite analizar y tratar problemas del creciente consumo energético. La Agencia Internacional de la Energía (IEA), por su parte, considera que el ahorro y la eficiencia energética, deben aportar un 43% de la reducción de emisiones de CO₂ a la atmósfera. La eficiencia energética se determinó a través de los siguientes parámetros: consumo de energía, luminosidad y temperatura de cada luminaria. Obteniendo como resultado según las pruebas realizadas al sistema implementado, las luminarias con focos LED luz cálida mostraron ser más apropiadas para la iluminación de exteriores debido a que presentaron un menor consumo de energía de 5,4 kWh, emitiendo 4.320g de CO₂, a su vez menor cantidad de temperatura y una eficiencia luminosa promedio de 108,6 lx, 182,6 lx y 182 lx. El diseño del sistema de iluminación se llevó a cabo con la colaboración del personal encargado del Departamento de Planificación de la institución.

PALABRAS CLAVES:

Eficiencia energética, luminarias, luminosidad, temperatura, consumo eléctrico

ABSTRACT

The present investigation had as objective the implementation of a system of illumination, conformed by four luminaires: Incandescent, fluorescent, LED warm light and LED light day; the system was implemented in the Agroindustry carier at Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix López". Energy efficiency is considered as an alternative that allows analyzing and dealing with problems of increasing energy consumption. The International Energy Agency (IEA) considers that energy savings and efficiency must contribute 43% of the reduction of CO₂ emissions to the atmosphere. The energy efficiency was determined through the following parameters: energy consumption, luminosity and temperature of each luminaire. Obtaining as a result, according to the tests carried out on the implemented system, the luminaires with warm light LED spotlights showed to be more appropriate for outdoor lighting because they presented a lower energy consumption of 5.4 kWh, emitting 4.320 g of CO₂, to their lesser amount of temperature and an average luminous efficiency of 108.6 lx, 182.6 lx and 182 lx. The design of the lighting system was carried out with the collaboration of the personnel in charge of the Planning Department of the institution.

KEYWORDS:

Energy efficiency, luminaire, luminosity, temperature, electricity consumption.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El suministro de energía se ha convertido en uno de los problemas más grandes del mundo. Esta demanda aumenta entorno al crecimiento económico, la energía ya no es solo una fuente de iluminación en horas nocturnas, hoy en día se encuentra presente en todas las actividades comerciales e industriales, las cuales están total y absolutamente ligados al uso de la energía eléctrica (Duart y Guevara, 2007).

Latinoamérica se ha convertido en los últimos años en uno de los territorios en que la energía alternativa está siendo implementada rápidamente con un alto crecimiento, existiendo la falta de espacios de construcciones sustentables y económicamente amigables con el medio ambiente (Agencia Internacional de Energías Renovables de América Latina, 2015).

El ahorro de energía permite economizar recursos económicos, además permite ahorrar recursos fósiles y por último, parece revelarse como una de las mejores alternativas para reducir las emisiones de CO₂. El Panel Intergubernamental del Cambio Climático (2007), estima que se podrían ahorrar entre un 7% y un 14% de las emisiones de gases de efecto invernadero globales para 2030.

Según Linares (2009), la existencia de este ahorro reside en el hecho de que no se consume energía, sino servicios energéticos, por lo tanto puede ser posible proveer el mismo nivel de servicio energético con un menor nivel de consumo de energía. Pachano (2014), menciona que en el Ecuador existe un amplio campo en cuanto a investigaciones en base al aprovechamiento de los recursos naturales, y a su vez innovar en la implementación de construcciones civiles sostenibles y sustentables.

La falta de energía es considerada como uno de los problemas más grandes que enfrenta el mundo actual, es por ello que el incremento de la eficiencia y el ahorro energético son una tarea colectiva. El sector de las tecnologías de la información puede hacer una aportación eficaz de los recursos energéticos en sus propias

instalaciones, mediante el desarrollo de tecnologías que ayudan a reducir su consumo (Duart y Guevara, 2007).

Los estudiantes de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix López" que reciben clases en horas nocturnas en la carrera de Agroindustria, no cuentan con un sistema de iluminación en el sendero hacia el laboratorio, es por eso que surge la iniciativa de la elaboración de un sistema con cuatro tipos de luminarias, comprobando su eficiencia a través del consumo energético.

Por lo antes expuesto, se plantea el problema de la siguiente manera:

¿Cómo inciden los diferentes tipos de luminarias en la eficiencia energética en la carrera de Agroindustria de la ESPAM - MFL?

1.2. JUSTIFICACIÓN

El objetivo primordial de la evaluación energética es determinar el grado de eficiencia con la que es utilizada la energía, el cual consiste en el análisis y estudio de todas las formas y fuentes de energía que utiliza un sistema. Esta investigación se desarrolla de manera detallada, para así establecer el punto de partida en el control de ahorro de energía (Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía, 2006).

La siguiente investigación determina de qué manera es utilizada la energía, además de especificar cuanta es desaprovechada por cada luminaria. Según Vásquez, Llosas, Recio, Aguilera y Rodríguez (2010), el diagnóstico se obtendrá información fundamental para establecer los planes y procedimientos convenientes para alcanzar las metas de ahorro y eficiencia. Esta investigación brindará beneficios y ventajas a la comunidad politécnica ya que el ahorro de energía eléctrica es un elemento fundamental para el aprovechamiento de los recursos energéticos; ahorrar equivale a disminuir el consumo de combustibles en la generación de electricidad evitando también la emisión de gases contaminantes hacia la atmósfera, por lo que esta investigación se enmarca en el Plan Nacional de Desarrollo para el período 2017-2021.

Según la Constitución de la República de Ecuador (2012), en el artículo 14 establecido en el Plan Nacional de Desarrollo menciona que: "Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*". Por otra parte en el artículo 413 de la Constitución de la República del Ecuador establece que el Estado debe promover la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto por ello en esta investigación se propone la evaluación de la eficiencia energética y la implementación de un sistema de iluminación con cuatro luminarias diferentes con el fin de realizar una comparativa de la eficiencia energética.

Se aplicó una evaluación de la eficiencia energética a las diferentes luminarias logrando obtener información sobre el consumo eléctrico, luminosidad y temperatura, al mismo tiempo brindar una mejor calidad en la iluminación como beneficios ambientales, sociales y económicos. Se considera que esta investigación servirá para promover e incentivar más investigaciones o proyectos, mediante el aprovechamiento de la energía eléctrica de una manera eficiente con el medio ambiente y sobre todo que brinde servicios al área de estudio.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la eficiencia energética en la implementación de un sistema de iluminación en la carrera de Agroindustria de la ESPAM-MFL.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar el sistema de iluminación con cuatro tipos de luminarias.
- Calcular la eficiencia energética de los distintos tipos de iluminación.

1.4. IDEA A DEFENDER

Al menos una de las luminarias del sistema de iluminación implementado incide favorablemente en la eficiencia energética de los parámetros evaluados.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. EFICIENCIA ENERGÉTICA

La eficiencia energética se la considera como una metodología puesto que permite analizar y tratar problemas del creciente consumo energético. Por otra parte, Linares (2009), citado por Andrade, Astudillo y Carrillo (2014), certifican que el ahorro energético se respalda desde numerosas instituciones, como la alternativa con mayor potencial y rentabilidad para reducir las emisiones de CO₂, así lo sugiere el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) en su cuarto informe, estimando que se podría ahorrar entre un 7 y 14% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) globales para 2030, teniendo medidas de costo cero.

La Agencia Internacional de la Energía (IEA) por su parte, considera que el ahorro y la eficiencia, deben ser capaces de aportar un 43% de la reducción de emisiones, desde el punto de vista macroeconómico y productivo, la intensidad energética a nivel mundial ha tenido un decrecimiento continuo. Según World Energy Council (2004), el consumo de energía (térmica y eléctrica) sostuvo un crecimiento más lento que la economía, (cuantificado por reducción del consumo de energía por PIB) con una tasa de 1,5% anual, entre 1990 y 2002.

De acuerdo al Programa de uso racional y eficiente de energías y fuentes no convencionales (PROURE), en su decreto ejecutivo 2010-2015 en la dinámica de la economía global, el uso racional y eficiente de energía ha evolucionado hacia la eficiencia energética como un concepto de cadena productiva, dinámico, en permanente cambio de acuerdo con los nuevos enfoques del desarrollo sostenible en relación con la disminución de los impactos ambientales, el incremento de la productividad, el manejo eficiente de los recursos y su impacto en las organizaciones y en los procesos productivos.

2.2. INDICADORES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Los indicadores energéticos son un instrumento fundamental para el análisis de interacciones entre la actividad económica y humana, las emisiones de dióxido

de carbono (CO₂) y el consumo de energía. Los indicadores de eficiencia energética pueden también ser utilizados en la modelización y la predicción de la demanda futura de energía, estos manifiestan a quienes formulan las políticas dónde pueden efectuarse ahorros de energía, además de brindar información sobre las tendencias respecto al consumo histórico de energía (International Energy Agency, 2015).

2.3. EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ILUMINACIÓN

Según Arcila (2016), la evaluación de eficiencia energética en sistemas eléctricos, particularmente parte de estudios y análisis del comportamiento funcional del sistema de iluminación y de las demandas durante un ciclo semanal del consumo, determinando la demanda máxima coincidente del conjunto de cargas asociados a todos los sistemas.

Este mismo autor considera que la iluminación es tan antigua desde que el hombre entendió la diferencia entre el día y la noche, la presencia o ausencia de la luz natural, luego siendo capaz de interpretar que el fuego emite luz a partir de este principio desarrollo muchas formas de obtener luz para facilitar su vida.

2.4. EFICIENCIAS DE LAS LUMINARIAS DESCRITAS, ANÁLISIS FUNCIONAL Y TÉCNICO

Se tomará como referencia de esta investigación la metodología de Arcila (2016), donde se expone que existen muchos aspectos técnicos y constructivos que la mayoría de los usuarios desconocen, pero los costos asociados a los requerimientos de iluminación van más allá del simple consumo, entre ellos la fragilidad, disminución de vida útil por los ciclos de encendido y apagado, calor emitido, sensibilidad a la humedad, calor o frío.

Cuadro 2. 1. Cuadro comparativo funcional de los tres tipos de luminarias más comunes.

Factores funcionales	LEDs	CFLSs	Incandescentes
Ciclos prendido/apagado	Sin efecto	Acorta vida	Algo
Respuesta al encendido	Instantáneo	Retardado	Si
Durabilidad	Durable	Frágil	Frágil
Emisión de calor	Bajo (3 btu/h)	Medio (15 btu/h)	Alto (85 btu/h),
Sensibilidad a la temperatura hasta 50 °C	Poco	Mucho	No
Sensibilidad a la baja temperatura 0 °C	No	Si	No
Sensibilidad a la humedad	No	Si	Algo
Materiales peligrosos	Ninguno	5 (mercurio/bulbo)	Ninguno
Frecuencia de reemplazo en 50 mil horas	1	5	50

Elaborado por: Arcila, 2016.

2.5. SISTEMAS ELÉCTRICOS

Los sistemas eléctricos son susceptibles a las altas temperaturas, vibraciones, desajustes y sobre todo a instalaciones con elementos de mala calidad, así como a parámetros que no se concuerden a las normas eléctricas actuales. Estos parámetros están relacionados con la amplitud, frecuencia y forma de onda de los sistemas eléctricos y pueden ser afectados por distintos tipos de perturbaciones, como lo son: transitorios electromagnéticos, variaciones de voltaje de corta y larga duración, desbalance de voltaje, distorsión de la forma de la señal, fluctuaciones de voltaje y variaciones de frecuencia.

La mayoría de estas perturbaciones pueden detectarse con el cálculo y evaluación en los sistemas eléctricos, identificando, altas corrientes en algunos conductores eléctricos, bajo factor de potencia y armónicos de corriente y voltaje (Mercado y Peña, 2016).

2.5.1. ENERGÍA ELÉCTRICA

Browm (2011), menciona que la electricidad es considerada como un insumo de vital importancia para la economía debido a que es utilizada prácticamente en la producción de todo bien o servicio, así como también es consumida en las actividades diarias de cualquier persona. Cabe recalcar que la demanda de electricidad ha crecido aceleradamente, al igual que el desarrollo tecnológico y el avance de los sistemas de informática y comunicaciones, es por ello, que se considera que los sistemas energéticos a nivel mundial se han vuelto más intensivos en el uso de electricidad, ya que representa la fuente de energía más eficiente tanto en términos económicos como ambientales.

Se denomina energía eléctrica a la forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, lo que permite establecer una corriente eléctrica entre ambos, la energía eléctrica puede transformarse en muchas otras formas de energía, tales como la energía luminosa o luz, la energía mecánica y la energía térmica. La energía eléctrica se manifiesta como corriente eléctrica, es decir, como el movimiento de cargas eléctricas negativas o electrones, a través de un cable conductor metálico como consecuencia de la diferencia de potencial que un generador esté aplicando en sus extremos (Crane, 2015).

2.5.2. INTENSIDAD ENERGÉTICA

La intensidad energética es un indicador agregado para los análisis de eficiencia y diseño de política de ahorro y uso racional de la energía. Sin embargo, la intensidad energética proporciona información no necesariamente exacta sobre la forma en que se utiliza la energía a nivel de la economía, dado que su variación puede obedecer al menos a dos factores: a cambios estructurales en la economía y a cambios tecnológicos que impactan directamente sobre la eficiencia en el uso de la energía, por lo que una reducción de la intensidad energética no siempre obedece a un mejoramiento de la eficiencia en el uso de la energía, y es difícil llegar a conclusiones de política energética basada en este indicador sintético (Cabrera, Baños y LLorca, 2014).

2.5.3. POTENCIA ELÉCTRICA

Según Fernández (2012), la potencia eléctrica, es la relación de paso de energía de un flujo por unidad de tiempo; es decir, la cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento en un tiempo determinado. La unidad en el Sistema Internacional de Unidades es el vatio (watt).

El mismo autor considera que cuando una corriente eléctrica fluye en cualquier circuito, puede transferir energía al hacer un trabajo mecánico o termodinámico. Los dispositivos convierten la energía eléctrica de muchas maneras útiles, como calor, luz (lámpara incandescente), movimiento (motor eléctrico), sonido (altavoz), o procesos químicos. La electricidad se puede producir mecánica o químicamente por la generación de energía eléctrica, o también por la

transformación de la luz en las células fotoeléctricas. Por último, se puede almacenar químicamente en baterías.

La energía consumida por un dispositivo eléctrico se mide en vatios-hora (Wh) o en kilovatios-hora (kWh). Normalmente las empresas que suministran energía eléctrica a la industria y los hogares, en lugar de facturar el consumo en vatios-hora, lo hacen en kilovatios-hora (kWh). La potencia en vatios (W) o kilovatios (kW) de todos los aparatos eléctricos debe figurar junto con la tensión de alimentación en una placa metálica ubicada, generalmente, en la parte trasera de dichos equipos. En los motores, esa placa se halla colocada en uno de sus costados y en el caso de las bombillas de alumbrado el dato viene impreso en el cristal o en su base (Fernández, 2012).

2.5.4. USOS DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Según Crane (2015), el aprovechamiento de la energía está ligado al desarrollo humano, la unión de la humanidad con la energía empezó con el dominio del fuego, hoy en día existe una complejidad creciente en los temas energéticos, se dispone de un número cada vez mayor de fuentes energéticas, redes energéticas más complejas, métodos de almacenamiento, etc.

La energía eléctrica es una fuente de energía que se obtiene mediante el movimiento de cargas eléctricas (electrones) a través de conductores. Pero, además de conocer este fenómeno, es necesario saber para qué sirve la energía eléctrica, y qué beneficios aporta a la humanidad.

Entre los sitios donde se aprovecha la electricidad podemos nombrar:

- Fábricas: se utiliza para mover motores, para obtener calor y frío, para procesos de tratamiento de superficies mediante electrólisis, etc.
- Transporte: Gran parte del transporte público (y dentro de él los ferrocarriles y los metros) emplea energía eléctrica.
- Agricultura: Especialmente para los motores de riego, usados para elevar agua desde los acuíferos, y para otros usos mecánicos.
- Hogares: se utiliza en los hogares para usos térmicos (calefacción, aire acondicionado, agua caliente y cocina), también para la iluminación y los electrodomésticos (Moreno, 2007).

2.5.5. CONSUMO ELÉCTRICO

El consumo de energía se mide en kilovatios por hora (kWh), el vatio es la unidad de potencia, mientras que la hora hace referencia al tiempo. Por lo tanto, un kilovatio hora (kWh) implica que, durante una hora, se realiza un consumo de potencia de 1000 vatios, concretamente, se refiere a la cantidad de energía que se consume en una vivienda o local durante un periodo de tiempo determinado (Rela, 2011).

2.5.6. CARACTERÍSTICAS DE LA ELECTRICIDAD

Fabra (2007), citado por Browm (2011), menciona que la electricidad posee características que la hacen única en varios sentidos:

- Su demanda es de forma aleatoria, como no aleatoria a lo largo de los diferentes horizontes de tiempo.
- No será almacenada en forma económica y su producción debe atender a la demanda, casi al mismo tiempo en que es consumida en cada nodo de la red.
- La demanda de electricidad es poco elástica en el corto plazo y la oferta se vuelve muy inelástica cuando la demanda se aproxima al límite de su capacidad.
- La oferta de este bien debe ser continua, sin interrupciones o fluctuaciones en la frecuencia y el voltaje.
- El mercado regula la electricidad con un precio único y no discrimina según el origen de cada kWh suministrado.

2.5.7. PARTES DE UN CIRCUITO ELÉCTRICO

Todo circuito eléctrico práctico, sin importar que tan sencillo o qué tan complicado sea, necesita de cuatro partes fundamentales:

- De una fuente de energía eléctrica que sea capaz de forzar el flujo de electrones (corriente eléctrica) a fluir a través del circuito.
- Los conductores trasladan el flujo de electrones mediante circuitos.
- La carga, que es el dispositivo o dispositivos a los cuales se suministra la energía eléctrica.

- Un dispositivo de control que permita conectar o desconectar el circuito (Harper, 2005).

2.6. FUENTES DE ENERGÍA

Meléndez (2012), menciona que las fuentes de energía se definen como los recursos existentes en la naturaleza de los que la humanidad puede obtener energía utilizable en sus actividades. A su vez, estas fuentes de energía, tienen su origen en las fuentes no renovables y renovables, esto de acuerdo al ritmo de consumo de energía que el ser humano requiere. Sin embargo, en la actualidad algunos problemas relacionados con el desarrollo económico mundial son concernientes con la capacidad energética de cada país (Hernández, 2006).

2.7. TIPOS DE FUENTES DE ENERGÍA

Existen diferentes fuentes de energía, las cuales se pueden clasificar en dos grandes grupos.

2.7.1. FUENTES NO RENOVABLES

Las fuentes de energía no renovables son aquellas que se encuentran disponibles en cantidades limitadas y se agotan por su uso, como los combustibles fósiles (carbón mineral, petróleo, gas natural). Estas tienen la característica de que, una vez utilizadas para la generación de energía, no se pueden volver a usar (La Agencia Valenciana de Energía [AVEN], 2008).

2.7.2. FUENTES RENOVABLES

Las fuentes de energía renovables, son todas aquellas que no se agotan por su uso, como la energía del viento y del sol. El agua y la biomasa también se incluyen en esta categoría, aunque son renovables bajo la condición de que la fuente se maneje en forma apropiada, por ejemplo, las cuencas hidrológicas y plantaciones de árboles (Hernández, 2006).

2.8. CALIDAD DE ENERGÍA

El suministro de la energía eléctrica es un servicio que, para ser consumida, requiere ser utilizada por aparatos eléctricos en el hogar. De esta forma se

encontrará determinado por los hábitos de consumo, el nivel de tecnología, diseño técnico de los sistemas o equipos (Morales y Alvarado, 2014).

Grande y Guevara (2012), recalcan que es de gran importancia el estudio de la calidad energética tanto para los factores económicos como para los técnicos, entre los que podemos hacer referencia están los siguientes:

- Aumento de la vida útil de los equipos electrónicos.
- Mayor eficiencia en los equipos electrónico lo cual nos deriva en un aumento de la producción.
- Menores riesgos de falla, lo cual aumenta la producción y disminuye los gastos en reparación.
- Disminución de costos por mantenimiento.
- Disminución de riesgos de multas y demandas.

2.9. HUELLA URBANA

Según Álvarez (2013), el incremento de las poblaciones urbanas, es una forma de medir el impacto ambiental generado por el consumo de los recursos existentes en los ecosistemas del planeta. Consecuentemente es un indicador clave para la sustentabilidad. Una ciudad puede ser vista como un sistema con entradas y salidas, las entradas son los suministros y las salidas son los desechos. A una ciudad de mediana población es necesario suministrarle 320,000 ton de agua, 2,000 ton de alimentos y 11,500 ton de combustibles fósiles. Se generan desperdicios 300,000 ton de agua residual, 1,600 ton de desperdicios sólidos y 25,000 ton de dióxido de carbono.

2.10. MEDICIÓN, TOMA Y REGISTRO DE DATOS

Según Arcila (2016), los períodos y tiempos de muestreo dependen del tamaño de la instalación y el tipo de carga. Esto se realiza en semanas típicas de actividad estudiantil (alta demanda). Se realizaron mediciones de los niveles de la intensidad luminosa de los sistemas mediante un luxómetro, los datos obtenidos se presentan en tablas y se compara con los niveles promedio.

Cuadro 2. 2. Registro de datos de Iluminancia.

Mediciones del primer piso				
	Descripción del puesto de trabajo	Altura sobre el piso (m)	luminancia (luxes),	
			LX1010BS 4 pm	LX1010BS 5 pm
1	Mesa de estudio	0,81	640	179
2	Mesa de estudio	0,71	190	217
3	Mesa de estudio	0,71	226	32
4	Mesa de estudio	0,73	34	122
5	Mesa de estudio	0,71	130	24
Valores promedio → luxes			348,28	180,57

Elaborado por: Arcila. 2016.

2.11. TIPOS DE MEDIDORES

2.11.1. LUXÓMETRO

Luxómetro (también llamado light meter) es un instrumento de medición que permite medir simple y rápidamente la iluminancia real y no subjetiva de un ambiente, la unidad de medida es el lux (lx). Contiene una célula fotoeléctrica que capta la luz y la convierte en impulsos eléctricos, los cuales son interpretados y representada en un display o aguja con la correspondiente escala de luxes (Asociación Internacional de Darksky [IDA], 2011).

Según el mismo autor el luxómetro funciona según el principio de una celda (célula) fotovoltaica, un circuito integrado recibe una cierta cantidad de luz y la transforma en una señal eléctrica (analógica). Esta señal es visible por el desplazamiento de una aguja, el encendido de un diodo o la fijación de una cifra, los luxómetros pueden tener varias escalas para adaptarse a las luminosidades débiles o las fuertes (hasta varias decenas de millares de luxes).

2.11.2. TERMÓMETRO DIGITAL

Los termómetros digitales son aquellos que, valiéndose de dispositivos transductores, utilizan luego circuitos electrónicos para convertir en números las pequeñas variaciones de tensión obtenidas, mostrando finalmente la temperatura en un visualizador. Los termómetros digitales son instrumentos que tienen la capacidad de percibir las variaciones de temperatura de manera lineal (Olivar, 2015).

2.11.3. CONTADOR ELÉCTRICO

El contador de luz o contador de consumo eléctrico, es un dispositivo que mide el consumo de energía eléctrica de un circuito o un servicio eléctrico, siendo éste su objetivo específico, normalmente están calibrados en unidades de kilovatio-hora (kW) (Comisión Electrotécnica Internacional [IEC], 2001) .

2.12. FLUJO LUMINOSO

El flujo luminoso es una medida de la potencia total de luz perceptible emitida por las fuentes de radiación. Al hablar de cantidad total de luz estamos diciendo que el flujo luminoso nos suministra una medida cuantitativa y global de la cantidad luz que la fuente luminosa emite en todo el espacio que le rodea. Su unidad es el lumen (lm) (Sánchez, 2014).

2.13. ALUMBRADO PÚBLICO

El alumbrado público es un servicio que consistente en la iluminación de las vías públicas, parque y demás espacios de libre circulación que no se encuentren a cargo de ninguna persona natural o jurídica de derecho privado o público, con el objetivo de proporcionar la visibilidad adecuada para el normal desarrollo de las actividades, por lo general el alumbrado público es un servicio municipal que se encarga de su instalación y mantenimiento (Gremia, 2010).

2.14. LUMINARIAS

Según Martínez y Caro (2012), las luminarias son aparatos que sirven de soporte y conexión a la red eléctrica a las lámparas, como esto no basta para que cumplan eficientemente su función, es necesario que cumplan una serie de características ópticas, mecánicas y eléctricas entre otras.

A nivel de óptica, la luminaria es responsable del control y la distribución de la luz emitida por la lámpara. Es importante, pues, que en el diseño de su sistema óptico se cuide la forma y distribución de la luz, el rendimiento del conjunto lámpara-luminaria y el deslumbramiento que pueda provocar en los usuarios. Otros requisitos que deben cumplir las luminarias es que sean de fácil instalación y mantenimiento. Para ello, los materiales empleados en su construcción han de

ser los adecuados para resistir el ambiente en que deba trabajar la luminaria y mantener la temperatura de la lámpara dentro de los límites de funcionamiento. Todo esto sin perder de vista aspectos no menos importantes como la economía o la estética (Martínez y Caro, 2012).

2.15. ILUMINANCIA

Cantidad de flujo luminoso recibido en una superficie, dividido por el área de dicha superficie. $E = i/d^2$ su unidad es el lux: $lx = lm/m^2$.

2.16. TIPOS DE LÁMPARAS

2.16.1. FOCOS INCANDESCENTES

Utilizan un filamento de tungsteno dentro de un globo de vidrio al vacío o lleno de un gas inerte que evite la evaporación del tungsteno y reduzca el ennegrecimiento del globo. Existen lámparas de muy diversas formas, que pueden resultar muy decorativas. Las lámparas incandescentes también se presentan en una amplia gama de colores y acabados. Se trata de unas lámparas que siguen teniendo aceptación en la iluminación doméstica debido a su bajo costo y pequeño tamaño. Su baja eficiencia genera costos de explotación muy altos en la iluminación comercial e industrial, por lo que normalmente se prefieren las lámparas de descarga. Una lámpara de 100 W tiene una eficiencia típica de 14 lúmenes/vatio. Las lámparas incandescentes todavía se utilizan cuando la atenuación de la luz es una característica de control conveniente, ya que resulta fácil atenuarlas reduciendo la tensión de alimentación (Guasch, 2012).

2.16.2. LÁMPARAS FLUORESCENTES

Son fuentes luminosas originadas como consecuencia de una descarga eléctrica en atmósfera de vapor de mercurio a baja presión, en las que la luz se genera por el fenómeno de fluorescencia. Este fenómeno consiste en que determinadas sustancias luminiscentes, al ser excitadas por la radiación ultravioleta del vapor de mercurio a baja presión, transforman esta radiación invisible en otra de onda más larga y que se encuentra dentro del espectro visible (Granada, 2015).

2.16.3. LÁMPARAS LED

A diferencia de las ampollas incandescentes y las fluorescentes compactas, las ampollas LED han entrado en la era tecnológica. Las LED producen luz blanca con un trabajo bastante complejo y su invención ganó el Premio Nobel de Física en 2014. Si bien estas son las ampollas más eficientes, hasta la fecha, no están exentas de problemas. A pesar de que la luz que producen se ve blanca contiene todos los colores del arco iris. Las LED contienen una gran cantidad de luz azul, que tiene efectos negativos sobre la salud humana y la vida silvestre (Guasch, 2012).

2.17. DISEÑO DE LUMINARIA CON MATERIAL SOSTENIBLE

2.17.1. CAÑA GUADUA

Al referirnos al bambú, aludimos a la especie *Guadua angustifolia*, conocida en Ecuador como caña o caña guadua, en Perú como caña Guayaquil o simplemente Guayaquil y en Colombia como “guadua”. Otros términos frecuentemente utilizados dentro de la construcción con bambú son: caña, para referirnos al tallo o culmo; latilla (lata o tira de bambú) y caña chancada (esterilla, caña picada, caña abierta o tabla de caña) (Morán, 2010).

También presenta ventajas a nivel medioambiental, por años ha sido cultivada para proteger las fuentes de agua, se la utiliza para la reforestación ya que es una de las especies de caña de crecimiento más rápido del planeta. El primer corte se hace entre los 3 y 5 años después de plantado, luego se ejecuta la comercialización y se generan recursos económicos, pero para ello se deben dar labores manuales de limpieza al cultivo (Morán, 2010).

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

El presente trabajo de titulación se desarrolló en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manual Félix López” específicamente en el sendero que une las aulas de la carrera de Agroindustria con el laboratorio.

La ESPAM MFL está ubicada en el sitio Limón, del cantón Bolívar, provincia de Manabí. Situada geográficamente a 15 msnm entre las coordenadas 780682 al este y 991049 de al oeste

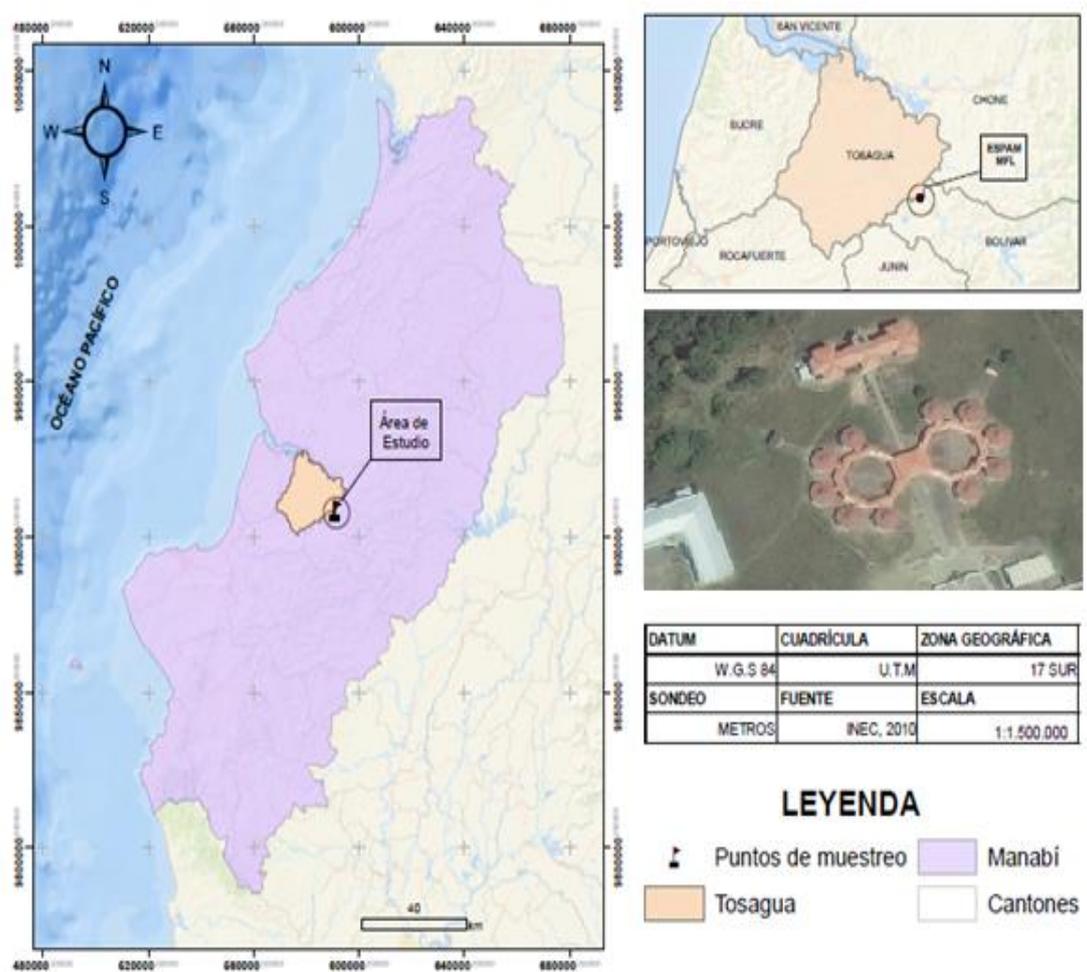


Figura 3. 1. Mapa de ubicación del área de estudio

3.2. DURACIÓN DEL TRABAJO

La investigación tuvo una duración de nueve meses a partir de la aprobación del trabajo de titulación.

3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación fue de tipo comparativa; ya que se realizaron comparaciones de temperatura, luminosidad y de consumo eléctrico en los distintos tipos de luminarias.

3.4. VARIABLES A MEDIR

3.4.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Tipos de luminarias

3.4.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Eficiencia energética

3.5. MÉTODOS Y TÉCNICAS

3.5.1. MÉTODO

3.5.1.1. COMPARATIVO Y ANALÍTICO

Se evaluaron los datos obtenidos en los sistemas de iluminación (Incandescentes, fluorescentes, LED luz día y LED luz cálida), luego se tabularon los datos en el software Microsoft Excel para poder valorar la eficiencia requerida (comparativo, estadístico), el cual permitió establecer la evaluación final de la investigación.

3.6. TÉCNICAS

3.6.1. OBSERVACIÓN

La observación es un elemento fundamental en todo proceso investigativo, esta técnica se la utilizó para percibir las necesidades de los estudiantes en cuanto a la iluminación del sendero que une las aulas agroindustriales con el laboratorio,

también con este método se pudo analizar los aspectos del lugar donde se desarrolló la investigación.

3.6.2. ENTREVISTA

Las entrevistas fueron dirigidas al personal encargado del Departamento de Planificación, quienes a su vez aportaron con referencias del lugar para la ejecución del proyecto de investigación otorgando el permiso necesario.

3.6.3. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

Se la utilizó para fundamentar y buscar alternativas de solución al problema planteado, mediante esta, se determinaron los materiales necesarios para la elaboración de las luminarias.

3.6.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se llevó a cabo un procesamiento, tabulación y análisis de datos para lo cual se utilizó el software Microsoft Excel para aplicar la estadística descriptiva en función a la toma de datos que se realizó mediante la implementación del sistema de luminarias.

Cuadro 3. 1. Descripción de tipos de luminarias.

Luminaria #1	LED luz cálida
Luminaria #2	Fluorescente
Luminaria #3	LED luz día
Luminaria #4	Incandescentes

Elaborado por: Aguayo y Navia 2018.

3.7. PROCEDIMIENTOS

Para el desarrollo de la presente investigación, se estableció dos fases con sus respectivas actividades, las cuales estuvieron de acuerdo a los dos objetivos propuestos en esta investigación.

3.7.1. FASE I. DISEÑAR EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN CON CUATRO TIPOS DE LUMINARIAS

Para el cumplimiento de este objetivo se realizaron las actividades que a continuación se detallan:

ACTIVIDAD 1.- RECONOCIMIENTO DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área determinada para este trabajo de titulación, se encuentra ubicada en la carrera de Agroindustria de la ESPAM MFL, la cual cuenta con las características adecuadas para su debido funcionamiento.

ACTIVIDAD 2.- ENTREVISTAS AL DEPARTAMENTO DE PLANIFICACIÓN

Se realizaron entrevistas (ver anexo 1), las cuales estuvieron orientadas al personal del Departamento de Planificación, con el propósito de comprobar si se cuenta con proyectos relacionados a la iluminación eléctrica a base de materiales amigables al ambiente, si disponen de conocimientos o experiencia necesaria, así como su colaboración para participar y asesorar el proyecto.

ACTIVIDAD 3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LAS LUMINARIAS

Para lograr alcanzar un nivel de eficiencia energética máxima, fue necesario diseñar un sistema de iluminación que cumpla con requisitos arquitectónicos, estéticos y económicos (Avanluce, 2018).

El diseño de las luminarias se realizó mediante el uso del software AutoCAD versión 2014 a una escala 1:100, el cual permite representar dibujos en 2D y 3D. Con la ayuda de esta herramienta, se obtuvo las medidas y dimensiones necesarias para su aplicación en la instalación del área escogida.

Después de obtener el diseño y haber escogido el lugar adecuado, se procedió a la instalación de las estructuras para las luminarias elaboradas con materiales amigables con el ambiente.

3.7.2. FASE II. CALCULAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS DISTINTOS TIPOS DE ILUMINACIÓN

ACTIVIDAD 4. MEDICIÓN, TOMA Y REGISTRO DE DATOS

La toma de mediciones fue realizada durante quince días, este diagnóstico tuvo tres objetivos: Determinar los niveles de iluminación, determinar la temperatura y determinar el consumo de energía de cada luminaria.

ACTIVIDAD 5. DETERMINAR LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN

Las lámparas ofrecen un sinfín de posibilidades para adecuar la iluminación a cada espacio y actividad. En función de su elección se obtienen una iluminación rentable en cuanto a costos de inversión, energéticos y de mantenimiento (Avanluce, 2018).

La eficacia Luminosa: Relación entre el flujo luminoso total emitido y la potencia total de entrada (bombilla), lumen/vatio (lm/w) (Asociación Colombiana de Ingenieros Electricistas y Mecánicos [ACIEM], 2010).

Los niveles de iluminación recomendados son, desde 0,2 lux que permiten orientarse y ver los obstáculos del camino hasta los 100 lux que proporcionan un ambiente atractivo para las zonas de gran actividad nocturna e iluminar pasillos y caminos (Garcia, 2010).

Cuadro 3. 2. Toma de lux (lx) por semana.

TIPO DE LUMINARIA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES
Incandescente					
Fluorescente					
LED luz día					
LED luz cálida					

Elaborado por: Aguayo y Navia 2018.

ACTIVIDAD 6. DETERMINAR LA TEMPERATURA

La temperatura de cada luminaria, fue tomada durante tres semanas en jornada estudiantil a las 19:30, por medio de un termómetro digital modelo MC-720, el mismo que muestra la temperatura real y sin ajustes de la superficie de un objeto de este modo ayuda a determinar si la temperatura de un objeto es adecuada.

Cuadro 3. 3. Toma de temperatura por semana en °C.

TIPO DE LUMINARIA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES
Incandescente					
Fluorescente					
LED luz día					
LED luz cálida					

Elaborado por: Aguayo y Navia 2018.

ACTIVIDAD 7. DETERMINAR EL CONSUMO DE ENERGÍA DE CADA LUMINARIA

Para determinar el consumo eléctrico del sistema de iluminación, se utilizó un contador de energía, con el que se pudo medir el consumo eléctrico en las distintas luminarias. Ulloa (2015), menciona que por cada kilovatio hora (kWh), de electricidad que se ahorre se evita la emisión de aproximadamente 800g de CO₂. Las mediciones fueron realizadas durante quince días.

ACTIVIDAD 8. ANALIZAR LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Una vez obtenidos los datos de las variables a medir: temperatura, consumo y luminosidad de cada luminaria por semana en días laborales fueron tabulados y analizados en Excel para comparar su eficiencia.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. FASE I. DISEÑAR EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN CON CUATRO TIPOS DE LUMINARIAS

4.1.1. RECONOCIMIENTO DEL ÁREA DE ESTUDIO

Gracias a la colaboración del personal encargado del Departamento de Planificación, se determinó el lugar idóneo para la implementación del sistema de iluminación, se encuentra ubicado en el sendero que une las aulas de la Carrera de Agroindustria con el Laboratorio.



Figura 4. 1. Ubicación del sistema de Iluminación en el área Agroindustrial

4.1.2. ENTREVISTAS AL DEPARTAMENTO DE PLANIFICACIÓN

Se realizaron entrevistas al personal encargado del Departamento de Planificación de la ESPAM “MFL”, con el propósito de comprobar si se contaba con proyectos y acciones relacionadas a luminarias públicas, si disponían de los conocimientos o la experiencia necesaria, así como su colaboración para participar y asesorar el proyecto.

Cuadro 4. 1. Resultados de la entrevista al Departamento de Planificación.

TEMA: EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN EN LA ESPAM “MFL”		
FECHA:	PERSONAL ENTREVISTADO:	
	Arq. Glen Arteaga	Ing. David Patiño
PREGUNTAS	RESPUESTAS	
¿En la actualidad existen proyectos relacionados a la construcción de luminarias públicas en la institución? ¿Cuáles son?	No existen ningún proyecto vinculado a los mobiliarios públicos	No, en la actualidad no existen ningún proyecto vinculado al tema
¿Por qué no existen proyectos relacionados a la construcción de luminarias públicas?	Porque en la actualidad la institución no se encuentra en condiciones de implementar proyectos debido a la crisis económica	Debido que no existen recursos económicos para financiarlos
¿Considera usted que la universidad necesita la implementación de luminarias públicas? ¿Porque?	Si es necesario porque es parte del entorno urbano	Si, son necesarios para brindar servicios sobre la iluminación en áreas de la institución
¿Se ha pensado en proyectos relacionados con construcciones amigables con el medio ambiente, o con la implementación de materiales reciclables?	Si, se ha pensado en CIDEEA programa para construcción con materiales amigables para el entorno natural	Si, se ha pensado en realizar construcciones amigables con el ambiente para el área de CIDEEA
¿Cuenta usted con experiencia o participación en proyectos, cursos, seminarios acerca de Bioconstrucción, desarrollo sostenible o construcciones con materiales amigables con el medio ambiente? especifique cuales	Si, manejo y uso de caña guadua construcciones en bahareques y terrocentro.	Hace dos años en un seminario de una semana sobre la aplicación de caña guadua en construcciones
¿Tiene conocimiento acerca del uso de la caña guadua en obras civiles?	Si, en diseños arquitectónicos	Si, como material decorativo
¿Tiene conocimiento acerca del uso implementación de luminarias en obras civiles?	Si, tanto las tradicionales como nuevas tecnologías	Si
¿Tiene conocimiento acerca de la evaluación energética en obras civiles?	Si	Si
¿Se considera apto para participar y brindar asesoría en un proyecto relacionado a la construcción de luminarias públicas, para la universidad?	Si	Si
¿Cuenta con la disponibilidad de tiempo para participar y brindar asesoría en un proyecto relacionado a la construcción de luminarias, para la universidad?	Si	Si

Elaborado por: Aguayo y Navia 2018.

Según los resultados obtenidos de la entrevista que se les realizó a los encargados del Departamento de Planificación se pudo constatar que dicho personal está dispuesto a participar en proyectos relacionados con construcciones públicas que traerá beneficios a los estudiantes y a la institución y que además cuentan con la experiencia y participación en proyectos con materiales amigables con el medio ambiente.

4.1.3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LAS LUMINARIAS

El diseño de las luminarias se realizó en base con las especificaciones técnicas del manual de "Manabí Bambú, Diseño y construcción" propuesto por Morán (2010), y el diseño eléctrico se lo realizó en base al "Manual de alumbrado" propuesto por la Cooperación Eléctrica Westinghouse (1989), a continuación se presenta el diseño de las luminarias.

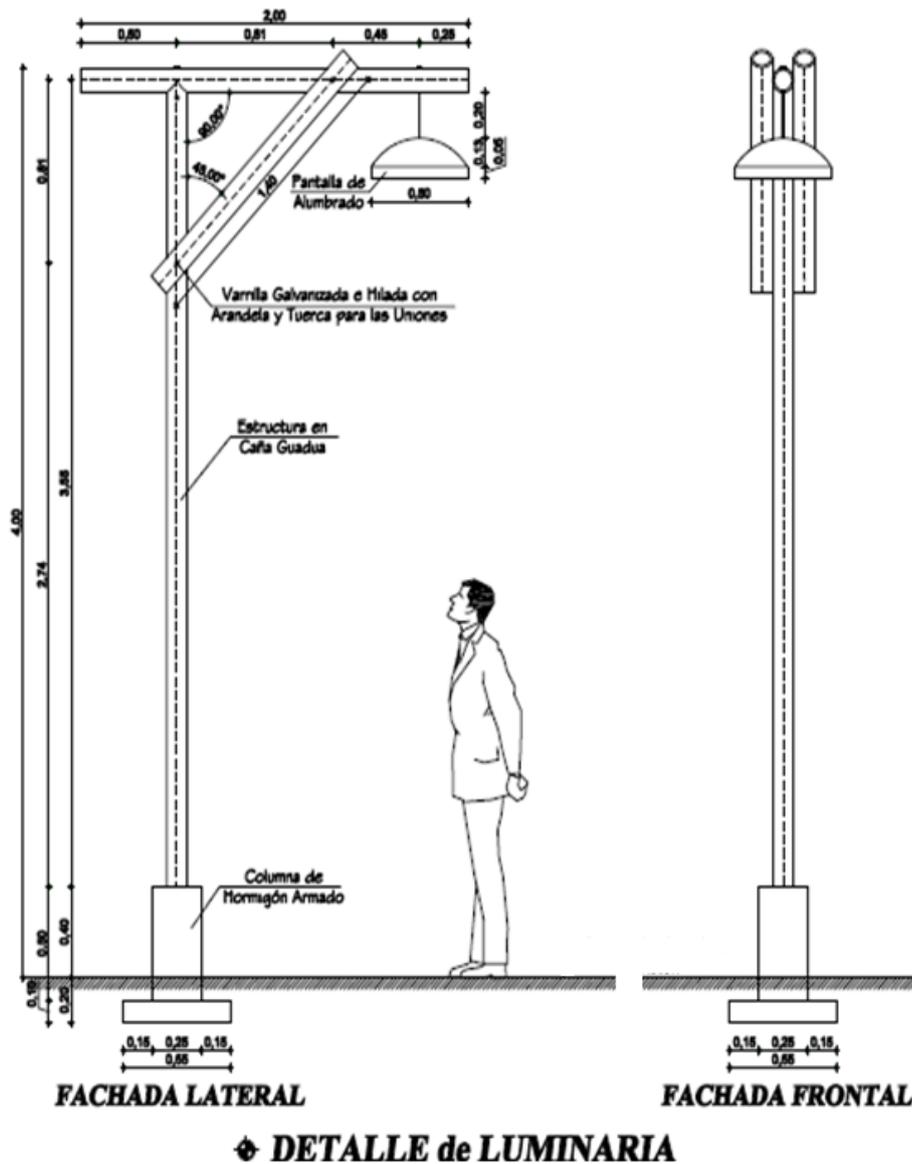


Figura 4. 2. Diseño de la luminaria con sus dimensiones.

Las luminarias fueron elaboradas con material amigable con el ambiente, las mismas que presentaron las siguientes medidas: la altura total de cada luminaria es de 3,5 m, llevando en la parte superior una base de 2m de largo la cual se mantiene firme con dos cañas laterales de 1.4m.

Cada luminaria cuenta con una pantalla del alumbrado, elaborada a base de fibra, presentando un diámetro de 50cm y cada una consta de tres focos con la misma equivalencia en potencia.

Cuadro 4.2. Detalle de la potencia de las luminarias

LUMINARIA	# DE FOCOS	POTENCIA	EQUIVALENCIA	TOTAL DE POTENCIA
Incandescente	3	100 W	100 W	300 W
Fluorescente	3	20 W	100 W	300 W
LED luz día	3	12 W	100 W	300 W
LED luz cálida	3	12 W	100 W	300 W

Elaborado por: Aguayo y Navia 2018.

Posteriormente se procedió a ubicarlas de la siguiente manera:

UBICACION DE LUMINARIAS



Figura 4. 3. Ubicación de las luminarias.

La figura 4.3 muestra que las luminarias se encuentran ubicadas en el sendero que une las aulas de la Carrera de Agroindustria con el laboratorio agroindustrial, en dicho sendero se colocaron cuatro luminarias las mismas que tienen una distancia de 10 m y medio entre cada una.

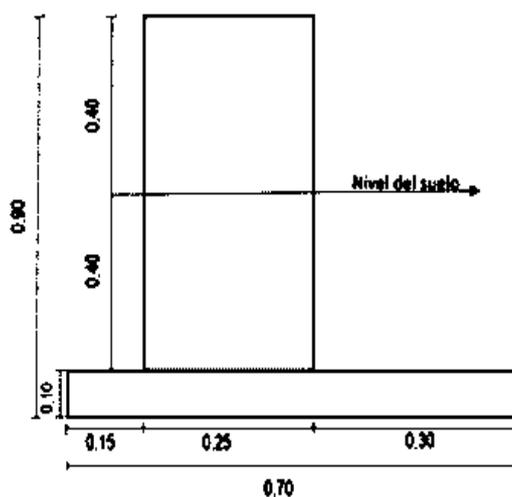


Figura 4. 4. Plinto y base con sus medidas.

A continuación en la figura 4.4 se muestra las medidas de la base que se realizó a nivel del suelo en donde será fundida la caña, las medidas fueron de 70 cm² para cada luminaria con una profundidad de 52 cm, los cuales equivalen a 2 cm de espesor de replantillo de grava que fueron colocados antes de ubicar la parrilla, esta fue realizada con varillas de 8 y 10 Φ (diámetro de la varilla), sobre esta parrilla se le colocó una mezcla de hormigón conocido comúnmente como plinto, el mismo que tuvo una altura de 10 cm y sobre esta base o plinto se le coloca el muñeco este tiene una altura de 80 cm y en el centro de este muñeco se ubicó una varilla de 12 Φ , el muñeco se lo construyó así mismo con varillas de 10 y 12 Φ para mayor resistencia y van 40 cm debajo del nivel del suelo y los otros 40 cm quedaron sobre el nivel del suelo natural.

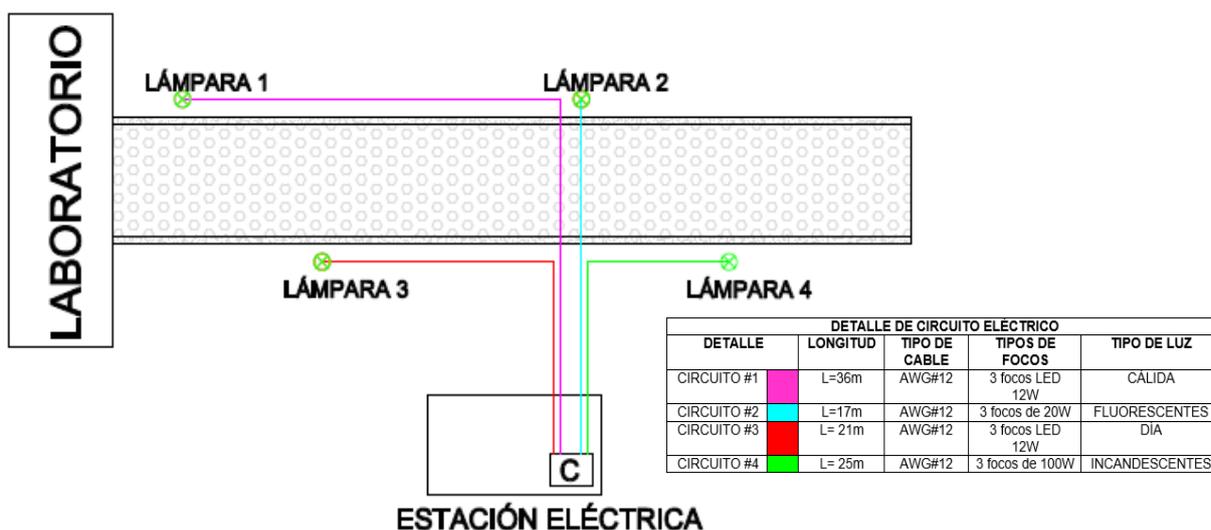


Figura 4. 5. Circuito eléctrico de cada Luminaria.

La figura 4.5 muestra el circuito eléctrico de cada luminaria, en la que se representa con un color específico para identificarlas de una manera más factible el recorrido de cada circuito, todos con dirección a la estación eléctrica.

Dentro de la estación eléctrica se encuentran aparatos de medición como es el contador de energía, el mismo que está diseñado por ASIC. Dicho contador tiene buena estabilidad y precisión. Muestra el valor efectivo de la tensión, la potencia activa, la cuantificación eléctrica acumulada, la frecuencia de la red y el factor de potencia en pantalla completa, y puede ser ampliamente utilizado en campos civiles e industriales.

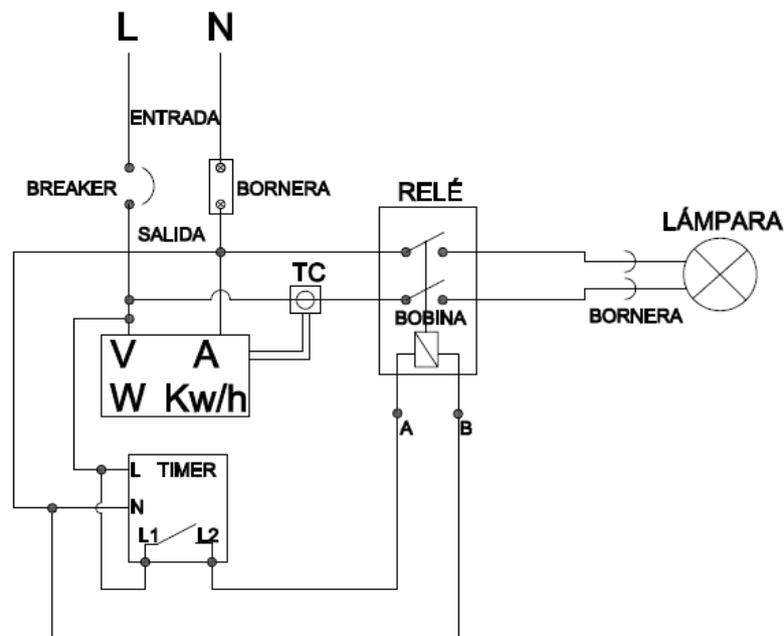


Figura 4.6. Circuito eléctrico de la caja de control

El circuito de la caja de control como se observa en la figura 4.6 muestra la conexión para cada luminaria individualmente, esta tiene su inicio en las borneras cumpliendo la función de pase hacia el breaker, el mismo que pasa al TC (transformador de energía), y al contador de energía, después pasa al relé y por último esta corriente pasa al reloj el cual es el que determina el horario de encendido y apagado de las luminarias automáticamente.

4.2. FASE II. CALCULAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS DISTINTOS TIPOS DE ILUMINACIÓN

4.2.1. MEDICIÓN, TOMA Y REGISTRO DE DATOS

La toma de mediciones se la realizó durante tres semanas del diagnóstico. Para determinar los niveles de iluminación reales que se tienen en cada área de la instalación se lo realizó a través de luxómetro, la temperatura se la obtuvo a través de un termómetro digital y para la toma del consumo de cada luminaria se lo determinó mediante de un contador de energía.

4.2.2. DETERMINAR LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN

Para medir la intensidad lumínica de cada sistema se utilizó un luxómetro con el cual se tomaron los datos de los luxes tomados a 1.5m y de esta manera se

determinó cuál de las luminarias cuenta con los luxes necesarios para iluminar zonas exteriores.

Cuadro 4.3. Toma de lux (lx) de la primera semana.

TIPO DE LUMINARIA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES
Incandescente	142	144	145	141	136
Fluorescente	98	101	105	97	86
LED luz día	170	173	174	166	166
LED luz cálida	182	182	185	177	177

Elaborado por: Aguayo y Navia 2018.

Cuadro 4.4. Toma de lux (lx) de la segunda semana.

TIPO DE LUMINARIA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES
Incandescente	163	162	143	145	142
Fluorescente	106	102	98	102	106
LED luz día	170	171	170	166	171
LED luz cálida	184	181	181	185	182

Elaborado por: Aguayo y Navia 2018.

Cuadro 4.5. Toma de lux (lx) de la tercera semana.

TIPO DE LUMINARIA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES
Incandescente	147	147	144	143	141
Fluorescente	107	105	103	107	101
LED luz día	175	176	174	172	171
LED luz cálida	186	185	182	180	177

Elaborado por: Aguayo y Navia 2018.

4.2.3. DETERMINAR LA TEMPERATURA

La temperatura se midió mediante un Termómetro digital modelo MC-720. El modo de medición de temperatura de superficies muestra la temperatura real y sin ajustes de la superficie de un objeto de este modo ayuda a determinar si la temperatura de un objeto es adecuada.

Cuadro 4.6. Toma de temperatura de la primera semana en °C.

TIPO DE LUMINARIA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES
Incandescente	75,6	70,1	73,2	71,4	76,1
Fluorescente	43,8	39,8	42,4	41,1	43,3
LED luz día	40,6	35,7	40,1	39,7	40,1
LED luz cálida	41,2	36,2	41,4	40,4	41,3

Elaborado por: Aguayo y Navia 2018.

Cuadro 4.7. Toma de temperatura de la segunda semana en °C.

TIPO DE LUMINARIA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES
Incandescente	69,3	75,3	76,2	70,8	73,7
Fluorescente	37,3	43,5	44,1	40,2	42,4
LED luz día	31,7	40,7	40,6	38,8	40,2
LED luz cálida	32,5	41,5	41,7	40,1	41,3

Elaborado por: Aguayo y Navia 2018.

Cuadro 4.8. Toma de temperatura de la tercera semana en °C.

TIPO DE LUMINARIA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES
Incandescente	73,7	74,9	71,6	73,5	68,2
Fluorescente	43,8	43,8	39,9	43,2	35,1
LED luz día	40,2	40,1	35,9	40,1	33,8
LED luz cálida	41,5	41,2	36,7	41,1	34,3

Elaborado por: Aguayo y Navia 2018.

4.2.4. DETERMINAR EL CONSUMO DE ENERGÍA DE CADA LUMINARIA

Para establecer el consumo eléctrico del sistema de iluminación, fue necesario utilizar un dispositivo inteligente que está diseñado por ASIC, este dispositivo tiene buena estabilidad y precisión. Muestra el valor efectivo de la tensión, la potencia activa, la cuantificación eléctrica acumulada, la frecuencia de la red y el factor de potencia en pantalla completa, y puede ser ampliamente utilizado en campos civiles e industriales.

Cuadro 4.9. Consumo de las luminarias

TIPO DE LUMINARIA	1 hora	1 día	15 días
	kWh	kWh/d	kWh/15d
Incandescente	0,36	4,32	64,8
Fluorescente	0,06	0,72	10,8
LED luz día	0,03	0,36	5,4
LED luz cálida	0,03	0,36	5,4

Elaborado por: Aguayo y Navia 2018.

4.2.5. ANALIZAR LOS RESULTADOS OBTENIDOS

4.2.5.1. RESULTADOS DE LUMINOSIDAD

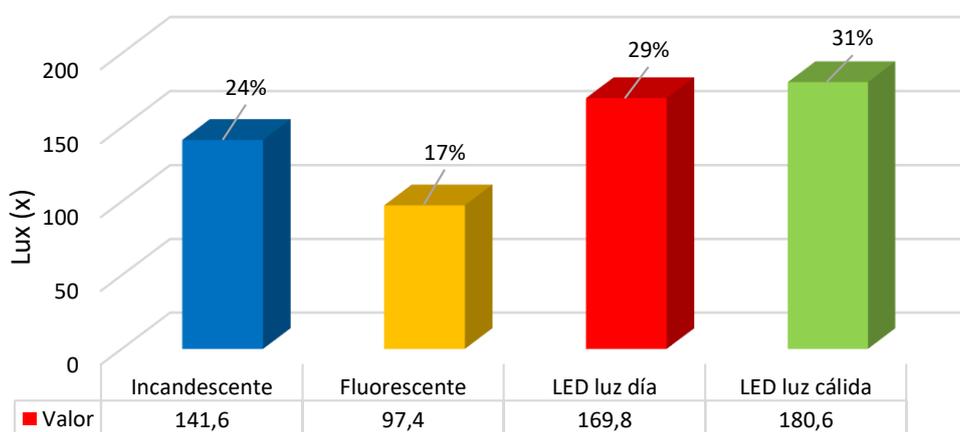
La luminosidad de cada luminaria fue tomada con un luxómetro de marca TENMARS modelo TM-201 a las 19:30 de cada día.

Cuadro 4.10. Luminancia promedio de la primera semana.

TIPOS DE FOCOS	LUX PROMEDIO	PORCENTAJE
Incandescente	141,6	24%
Fluorescente	97,4	17%
LED luz día	169,8	29%
LED luz cálida	180,6	31%

Elaborado por: Aguayo y Navia 2018.

Luminancia de la primera semana

**Gráfica 4. 1.**Luminancia de la primera semana.

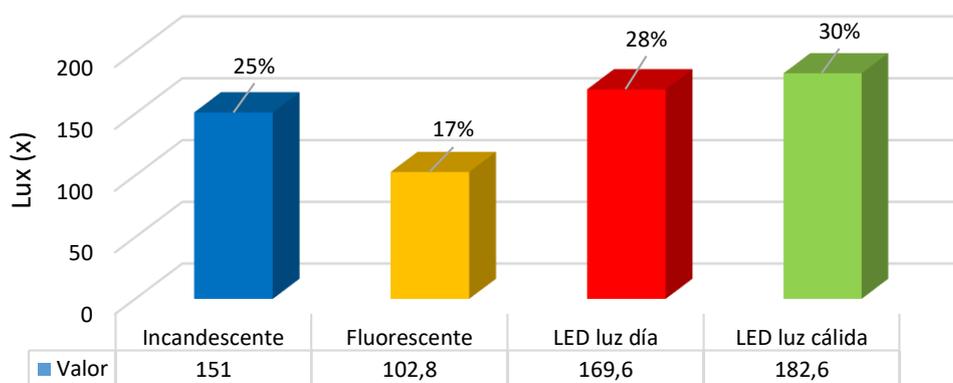
Según la gráfica 4.1 muestra que la luminosidad promedio de la primera semana se comprobó que la luminaria con mayor lumen resultó la LED luz cálida presentando un lumen de 180,6 lx y la de menor lumen fue la luminaria fluorescente con un valor de 97,4 lx.

Cuadro 4.11. Luminancia promedio de la segunda semana.

TIPOS DE FOCOS	LUX PROMEDIO	PORCENTAJE
Incandescente	151	25%
Fluorescente	102,8	17%
LED luz día	169,8	28%
LED luz cálida	182,6	30%

Elaborado por: Aguayo y Navia 2018.

Luminancia de la segunda semana

**Gráfica 4. 2.** Luminancia de la segunda semana.

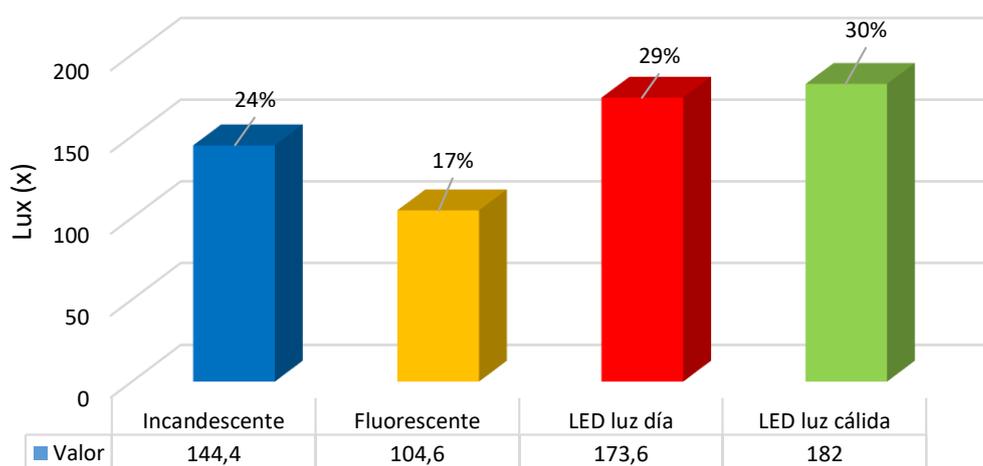
Según los datos de la gráfica 4.2 los valores obtenidos de la medición de luminosidad de la segunda semana la luminaria que presentó mayor lumen fue la LED luz cálida con 182,6 lx y la de menor lumen fue la fluorescente con 102,8 lx.

Cuadro 4.2. Luminancia promedio de la tercera semana.

TIPOS DE FOCOS	LUX PROMEDIO	PORCENTAJE
Incandescente	144,4	24%
Fluorescente	104,6	17%
LED luz día	173,6	29%
LED luz cálida	182	30%

Elaborado por: Aguayo y Navia 2018.

Luminancia de la tercera semana



Gráfica 4. 3. Luminancia de la tercera semana.

En la tercera semana de mediciones de luminosidad los resultados de la gráfica 4.3 muestra que la luminaria que menor lumen presentó fue la fluorescente, mientras que la LED luz cálida presenta mayor lumen. Barrios (2013), recomienda usar LED luz cálida (amarilla), de forma generalizada en los espacios exteriores, por su menor dispersión de luz en el cielo, y por tanto menor contaminación lumínica y por su menor impacto sobre atracción de mosquitos e insectos en general.

4.2.5.2. RESULTADOS DE TEMPERATURA

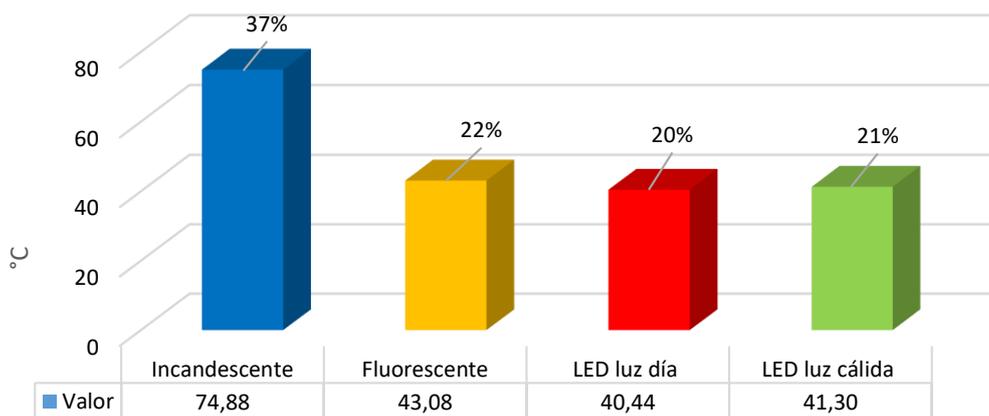
La toma de temperatura se la realizó con un termómetro digital modelo MC-720 a las 19:30 de cada día cuando ya tenían una hora de encendidas las luminarias.

Cuadro 4. 13. Temperaturas promedio de la primera semana.

TIPOS DE FOCOS	TEMPERATURAS PROMEDIO °C	PORCENTAJE
Incandescente	74,88	37%
Fluorescente	43,08	22%
LED luz día	40,44	20%
LED luz cálida	41,30	21%

Elaborado por: Aguayo y Navia 2018

Temperaturas de la primera semana



Gráfica 4. 4. Temperatura de la primera semana.

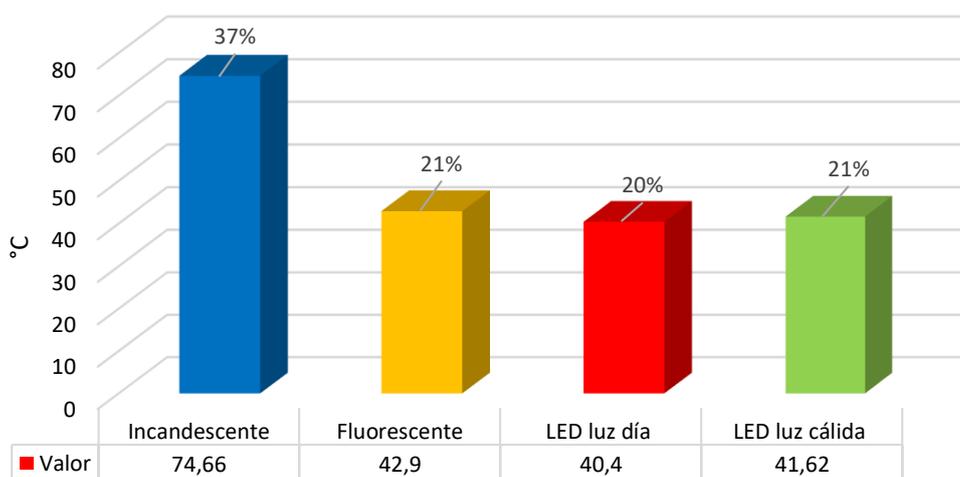
Una vez obtenido los datos de temperatura de la primera semana la gráfica 4.4 muestra que la luminaria con mayor temperatura fue la incandescente con un promedio de 74,88°C mientras que la que presentó menor temperatura fue la luminaria LED luz día con 40,44°C en la semana.

Cuadro 4. 14. Temperaturas promedio de la segunda semana.

TIPOS DE FOCOS	TEMPERATURAS PROMEDIO °C	PORCENTAJE
Incandescente	74,66	37%
Fluorescente	42,9	21%
LED luz día	40,4	20%
LED luz cálida	41,62	21%

Elaborado por: Aguayo y Navia 2018.

Temperaturas de la segunda semana



Gráfica 4. 5. Temperatura de la segunda semana.

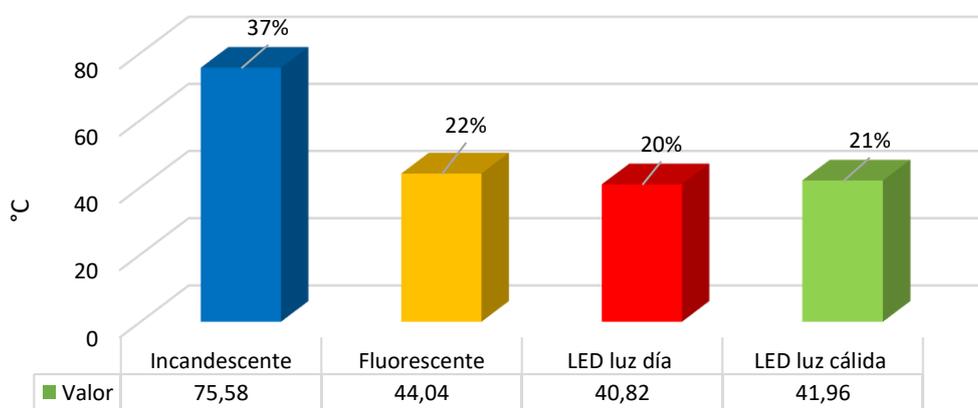
En la gráfica 4.5 muestra que durante el transcurso de los días de la segunda semana se comprobó que los resultados eran muy semejantes respecto a la temperatura con la primera semana ya que la luminaria incandescente fue la que presentó mayor temperatura, mientras que la LED luz día fue la luminaria con menor temperatura.

Cuadro 4. 15. Temperaturas promedio de la tercera semana.

TIPOS DE FOCOS	TEMPERATURAS PROMEDIO °C	PORCENTAJE
Incandescente	75,58	37%
Fluorescente	44,04	22%
LED luz día	40,82	20%
LED luz cálida	41,96	21%

Elaborado por: Aguayo y Navia 2018.

Temperaturas de la tercera semana



Gráfica 4. 6. Temperatura de la tercera semana

Al realizar la toma de temperatura después los quince días la luminaria que mayor temperatura presentó fue la luminaria incandescente con valores promedios de 78,88°C; 74,66°C y 75,58°C, seguida por la luminaria fluorescente con 43,08°C; 42,9°C y 44,04°C, posterior a esta la luminaria LED luz cálida con las siguientes temperaturas promedios en las tres semanas 41,30°C; 41,62°C y 41,96°C y con temperaturas más bajas tenemos las luminarias LED luz día con las siguientes temperaturas promedio 40,44°C; 40,4°C y 40,82°C.

4.2.5.3. RESULTADOS DE CONSUMO

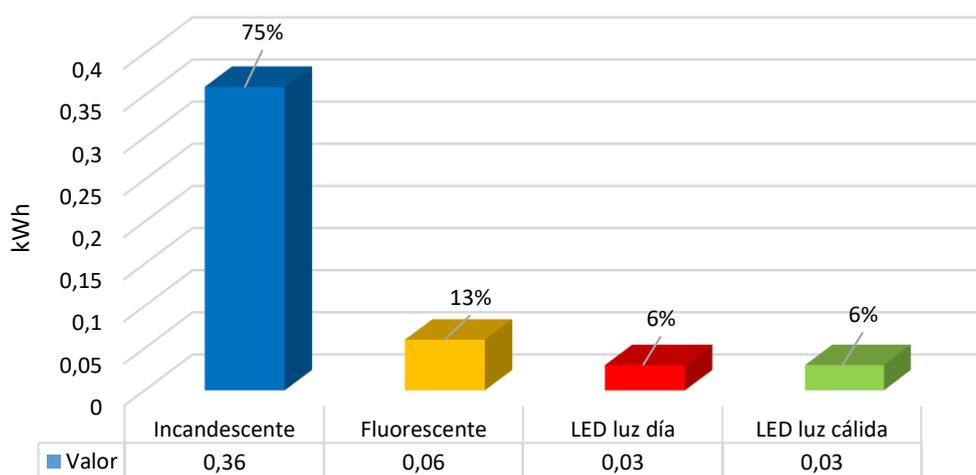
Los datos de consumo se los obtuvo por hora, día y quince días (tres semanas), en los cuales se alcanzó los siguientes resultados.

Cuadro 4.16. Consumo eléctrico por hora.

TIPOS DE FOCOS	kWh	PORCENTAJE
Incandescente	0,36	75%
Fluorescente	0,06	13%
LED luz día	0,03	6%
LED luz cálida	0,03	6%

Elaborado por: Aguayo y Navia 2018.

Consumo en una hora

**Gráfica 4. 7.** Consumo por hora

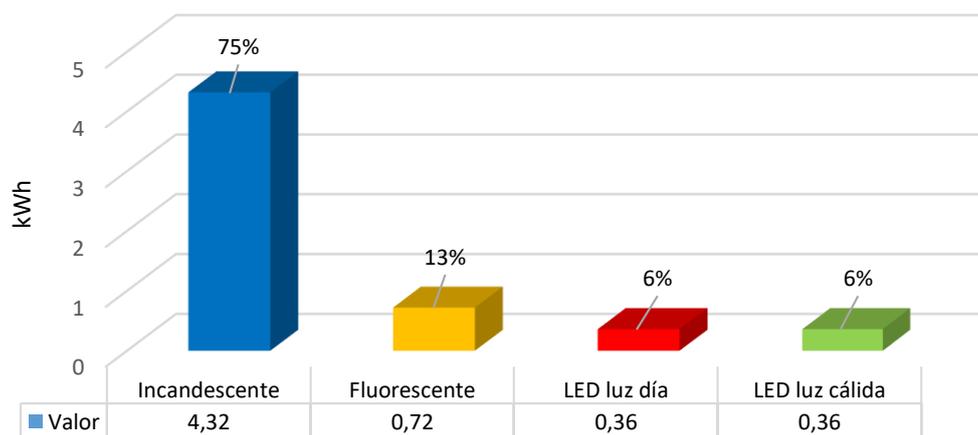
La gráfica 4.7 muestra que el tipo de luminaria que mayor consumo presentó en una hora fue la luminaria incandescente con un valor de 0,36 kWh y la que presentó menor consumo fueron las luminarias LED luz cálida y luz día ambas con un valor de 0,03 kWh.

Cuadro 4. 17. Consumo eléctrico por día.

TIPOS DE FOCOS	kWh	PORCENTAJE
Incandescente	4,32	75%
Fluorescente	0,72	13%
LED luz día	0,36	6%
LED luz cálida	0,36	6%

Elaborado por: Aguayo y Navia 2018.

Consumo de un día



Gráfica 4. 8. Consumo por día

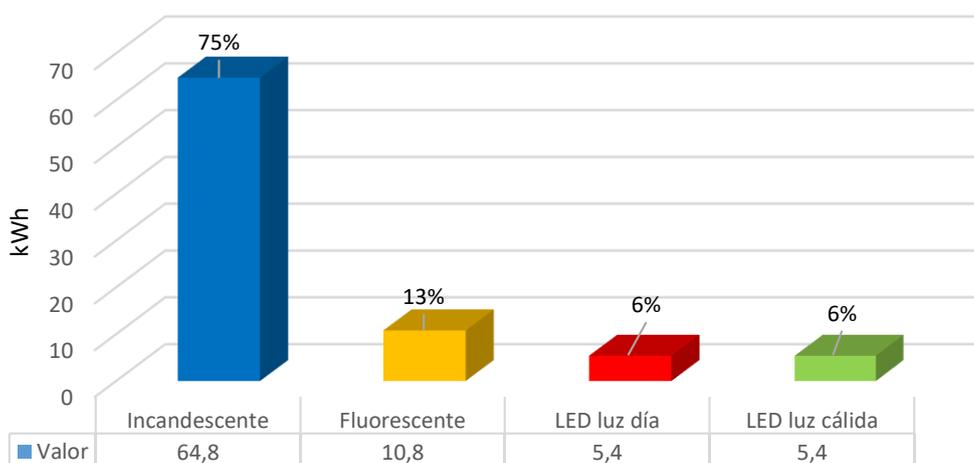
En el transcurso de las doce horas que permanecieron encendidas las luminarias la gráfica 4.8 muestra que el tipo de luminaria que presentó mayor consumo fue la incandescente con un valor de 4,32 kWh, las que tuvieron menor consumo fueron las luminarias LEDs (luz cálida y luz día) con un valor de 0,36 kWh

Cuadro 4. 18. Consumo eléctrico a los quince días

TIPOS DE FOCOS	kWh	PORCENTAJE
Incandescente	64,8	75%
Fluorescente	10,8	13%
LED luz día	5,4	6%
LED luz cálida	5,4	6%

Elaborado por: Aguayo y Navia 2018.

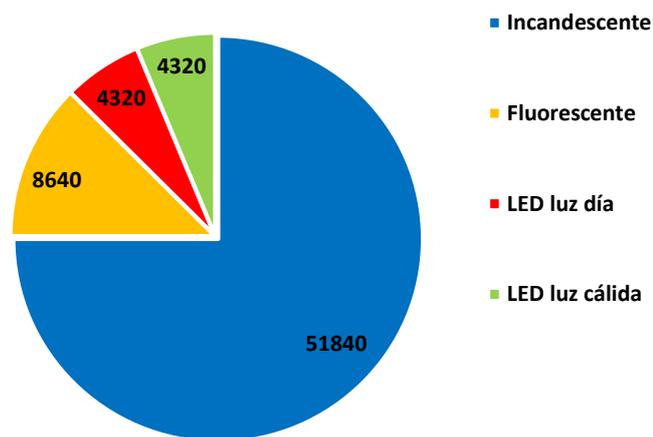
Consumo a los 15 días



Gráfica 4. 9. Consumo por los 15 días

En la gráfica 4.9. muestra que a los quince días las luminarias presentaron un consumo de: las incandescentes de 64,8 kWh siendo este el mayor valor obtenido, seguidas de las fluorescentes con 10,8 kWh y por último las luminarias LEDs que presentaron el menor valor siendo este 5,4 kWh.

Emisión de CO₂ de las luminarias



Gráfica 4. 10. Emisiones de CO₂ de las luminarias.

Ya que un kWh equivale a 800g de CO₂, se constató que las luminarias incandescentes emiten 51.840g de CO₂ a la atmósfera mientras que las fluorescentes emiten 8.640g de CO₂ y las que menor CO₂ emiten son las luminarias LED con un valor de 4.320 g de CO₂.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La implementación del sistema de iluminación en la carrera de Agroindustria, logró iluminar satisfactoriamente el sendero que une el laboratorio de Agroindustria con las aulas, contando con una estructura compuesta de materiales amigables al ambiente.
- A partir de los resultados obtenidos se pudo constatar que la luminaria de mayor eficiencia fue el tratamiento LED luz cálida, debido a que presentó un menor consumo de 5,4 kWh, emitiendo menor cantidad de CO₂ la cual fue de 4.320g, presentando menor cantidad de temperatura emitida, con una eficiencia luminosa mayor, con valores promedios de 108,6 lx, 182,6 lx y 182 lx, esta luminaria presento igual consumo y temperatura similar a la luminaria LED luz día, pero la luminosidad y el color amarillo que emite la LED luz cálida logra menor dispersión de la luz en el cielo y por ende menor contaminación lumínica en áreas externas, mostrando un mayor nivel de eficiencia energética.
- La idea a defender es aceptada debido que una de las luminarias implementadas incide favorablemente en la eficiencia energética de los parámetros analizados.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la institución fomentar la ejecución de obras ligadas al uso de materiales amigables al ambiente tanto en estructura como en bajo consumo de recursos naturales
- En términos generales se recomienda usar luz LED cálida de forma generalizada, por su menor dispersión de luz en el cielo y bajo consumo de energía por ende menos emisiones de CO₂ a la atmósfera.
- Se propone a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Ambiental, tomar como referencia esta investigación, para mejorar el sistema de iluminación implementado, mediante el uso de energía renovable.

BIBLIOGRAFÍA

- ACIEM. (2010). (*Asociación Colombiana de Ingenieros Electricistas y Mecánicos*). Obtenido de Reglamento Tecnico De Iluminacion Y Alumbrado: <http://www.uptc.edu.co>
- Agencia Internacional de Energías (IEA). (2015). *Autoridad Energética Global*. Obtenido de www.iea.org/
- Álvarez, G. (2013). Energía en Edificaciones. *Mexicana de Física*, 45.
- Andrade, J., Astudillo, A., y Carrillo, G. (2014). Impactos de Programas de Eficiencia Energética, estudio caso: Empresas alimentarias en Cuenca. *Eficiencia Energética*.
- Arcila, O. (2016). *Eficiencia Energética En Sistemas*. Medellín.
- Avanlucé. (09 de 07 de 2018). *La eficiencia energética en el adn de cualquier proyecto de iluminación*. Obtenido de <http://www.avanlucé.com/eficiencia-energetica-iluminacion/>
- AVEN. (2008). La contribución de las energías renovables al bienestar. una lección todavía. *Galega de Economía*, 10-20.
- Barrios, J. (2013). *Delegación a Municipios y Medio Ambiente*. Obtenido de <http://www.apegr.org>
- Brown, A. (2011). Electricidad, características y opciones de Reforma para Mexico. *Programas de Eficiencia Energética*, 61.
- Cabrera, J., Baños, j., y Llorca, M. (2014). Medición de la eficiencia energética y su contribución en la mitigación de las emisiones de CO₂ para 26 países de latinoamerica. *La Habana*, 152.
- Constitución de la República del Ecuador. 2012. Artículo Legal del Buen Vivir. (En línea). Formato PDF. Disponible en <http://www.asambleanacional.gov.ec>
- Cooperación Eléctrica Westinghouse. (1989). *Manual del alumbrado*. Madrid (España): DOSSAT, S.A.
- Crane, M. (2015). *Producción y distribución de energía eléctrica*. Obtenido de <http://www.insht.es>
- Duart, V., y Guevara, R. (2007). *Eficiencia y ahorro energético: Contribución del sector de las tecnologías de la información*. Madrid: Portal Universia.
- Fernández, J. (2012). *potencia eléctrica*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/152543362/Potencia-electrica-pdf>
- García, J. (2010). *Programa de rehabilitación de redes eléctricas*. Obtenido de consumo eléctrico: <http://redeselectricasrd.cdeee.gob.do>
- Granada, J. (2015). Hogares verdes. En T. d. bombillas.

- Grande, N., y Guevara, R. (2012). *Calidad de energía y eficiencia energética en edificios públicos: Calidad energética*. Cuscatlán.
- Gremia, W. (2010). *La electricidad*. Obtenido de <https://www.epec.com.ar>
- Guasch, J. (2012). Iluminación. En *enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo* (pág. 46).
- Harper, G. (2005). *El ABC de las instalaciones eléctricas: Partes de un circuito eléctrico*. México: Limusa S:A.
- Hernández. (2006). Sistema de lazo automático en los circuitos eléctricos. *Helguín Ciencias*, 55-70.
- IDA (Asociación Internacional de Darksky). (2011). *iluminación al aire libre*. Arizona. Obtenido de <http://darksky.org/>
- IDAE (Instituto para la diversificación y ahorro de energía). (2006). Eficiencia Energética y Energías renovables. *Boletín IDAE*.
- IEA (International Energy Agency). (2015). *Indicadores de Eficiencia Energética: Bases Esenciales para el Establecimiento de Políticas: Indicadores de eficiencia energética*. Francia.
- IEC (Comisión Electrotécnica Internacional). (2001). *Mediciones eléctricas y electrónicas - Tipos de instrumentos de medición eléctricos*. Obtenido de <http://www.electropedia.org>
- INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización),. 1976. Guia de practica 042. Bambu caña guadua recomendaciones para el uso de la construcción. Formato PDF. Obtenido de: [law.resource.org](http://www.law.resource.org)
- IRENA (Agencia Internacional de Energías Renovables). (2015). *Energías Renovables en América Latina*. Obtenido de www.irena.org
- IPCC. (2007). Panel Intergubernamental del Cambio Climático. *Eficiencia y ahorro energético: El ahorro de energía permite economizar recursos económicos, además permite ahorrar recursos fósiles* Obtenido de <http://www.ipcc.ch>
- Linares, P. (2009). Eficiencia energética y medio ambiente. *Economía y Medio Ambiente*(847), 75-90.
- Martínez, A., y Caro, R. (2012). Sistemas de generación eléctrica.
- Meléndez, J. (22 de junio de 2012). Determinantes del consumo de energía eléctrica residencial de la Zona Metropolitana de Monterrey, Nuevo León, en México. *Universidad y Empresa*, vol. 14, núm, 79-98.
- Mercado, V., y Peña, J. (2016). Modelo de gestión de mantenimiento enfocado en la eficiencia y optimización de la energía eléctrica. *Multidisciplinaria del Consello de Investigación de la Universidad del Oriente*, 28(1), 99.
- Morales, D., y Alvarado, E. (2014). Análisis del consumo de energía eléctrica domiciliar en Tampico, Tamaulipas. *CienciaUAT*, 8(2), 62.

- Morán , J. (2009). *Construir con guadua- Manual de Construcción* (2da ed.). Red Internacional de Bambú y Ratán. Obtenido de bambuecuador.files.wordpress.com
- Morán, J. (2010). *Manual del Diseño y Construcción "Manabí Bambú". Manual de Construcción con Bambu*. Obtenido de Manual de Construcción: <http://www3.vivienda.gob.pe>
- Moreno, S. (2007). Uso racional y eficiente de la energía. Obtenido de <https://scripts.minem.gob.ar>
- Olivar, M. (2015). *Termómetro digital*. Valladolid. Obtenido de <https://uvadoc.uva.es>
- Pachano, A. (2014). *La investigación y desarrollo de energías renovables en el Ecuador*. Obtenido de www.energia.org.ec
- PROURE (Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía y Demás Formas de Energía No Convencionales). (2010). *Plan de acción indicativo 2010-2015 resumen ejecutivo*. Colombia.
- Rela, A. (2011). Entornos invisibles. En *Red de energía eléctrica* (págs. 10-11). Buenos Aires.
- Sánchez , E. (2014). Conceptos básicos de luminotecnia. *Fundación para la eficiencia energética*, 3.
- Vásquez, L., Llosas, Y., Recio, A., Aguilera, A., y Rodríguez, M. (2010). El Diagnóstico Energético De La Operación En Centrales Térmicas Con El Monitoreo De Los Índices De Sobreconsumo. *Ciencia en su PC*.

ANEXOS

Anexo 1. Modelo de entrevista dirigida a los funcionarios del dirección de planificación de la institución para determinar la factibilidad operacional del proyecto



“ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ “MANUEL FÉLIX LÓPEZ”

TEMA: EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN EN LA ESPAM “MFL”

Fecha de Entrevista: ____/____/____ Nombre de la persona entrevistada: _____

PREGUNTA	RESPUESTAS
¿En la actualidad existen proyectos relacionados a la construcción de luminarias públicas en la institución? ¿Cuáles son?	
¿Por qué no existen proyectos relacionados a la construcción de luminarias públicas?	
¿Considera usted que la universidad necesita la implementación de luminarias públicas? ¿Porque?	
¿Se ha pensado en proyectos relacionados con construcciones amigables con el medio ambiente, o con la implementación de materiales reciclables?	
¿Cuenta usted con experiencia o participación en proyectos, cursos, seminarios acerca de Bioconstrucción, desarrollo sostenible o construcciones con materiales amigables con el medio ambiente? especifique cuales	
¿Tiene conocimiento acerca del uso de la caña guadua en obras civiles?	
¿Tiene conocimiento acerca del uso implementación de luminarias en obras civiles?	
¿Tiene conocimiento acerca de la evaluación energética en obras civiles?	
¿Se considera apto para participar y brindar asesoría en un proyecto relacionado a la construcción de luminarias públicas, para la universidad?	
¿Cuenta con la disponibilidad de tiempo para participar y brindar asesoría en un proyecto relacionado a la construcción de mobiliarias públicas ecológico (luminarias), para la universidad?	

Anexo 2. Oficio para solicitar permiso para la implementación de las luminarias



ESPAMMFL
 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
 AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ


 Carrera de
**INGENIERÍA
 AMBIENTAL**

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Memorando. n.º: ESPAM MFL-C.I.AM-2018-173-M

Calceta, 09 de mayo de 2018

PARA: Arquitecto
 Glen Arteaga Campoverde
DIRECTOR DE PLANIFICACIÓN DE LA ESPAM MFL

ASUNTO: Implementación de lámparas.

Reciba un cordial saludo en nombre propio y de la Carrera de Ingeniería Ambiental que me honro en presidir deseándole éxito en sus funciones diarias.

Por medio del presente me dirijo a usted, para solicitar de la manera más comedida, conceda el permiso correspondiente, para que las estudiantes de décimo semestre paralelo A, Aguayo Zambrano Dayana y Navia Loo Anguie, implementen cuatro luminarias, en el sendero que une las aulas de la carrera de Agroindustria con los Laboratorios Agroindustriales, lámparas con características amigables con el medio ambiente; es importante indicar, que esta actividad forma parte del trabajo de titulación **"EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN EN LA ESPAM MFL"**.

Esperando que mi solicitud, tenga acogida favorable, me suscribo.

Atentamente,






Q.F. Ana María Aveiga Ortiz
DIRECTORA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
 AMA/vf

Oficinas Centrales:
 Calle 10 de Agosto y Granda Centeno

Carrera de Ingeniería Ambiental
 Campus Politécnico Sitio El Limón, Calceta

Anexo 3. Oficio del permiso para la implementación de las luminarias

REPÚBLICA DEL ECUADOR




ESPAMMFL
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ



DIRECCIÓN DE
PLANIFICACIÓN

Ley 99-25 R.O. 181 -30-04-1999

Memorando n°: ESPAM MFL- DP-2018-041-M
Calceta, 10 de mayo de 2018

PARA: Q.F. Ana María Aveiga Ortiz
**DIRECTORA DE LA CARRERA DE INGENIERIA
AMBIENTAL**

ASUNTO: Permiso para implementación de lámparas.

En atención al Memorando n°: ESPAM MFL- C.I.AM-2017-173-M, de fecha 9 de mayo de 2018, en el que se solicitó implementar cuatro luminarias, en el sendero que une las aulas de la carrera de Agroindustria con los Laboratorios Agroindustriales, permiso a cargo de las estudiantes de décimo semestre paralelo A, Aguayo Zambrano Dayana y Navia Loor Anguie como parte de su trabajo de titulación, manifiesto que el requerimiento fue aceptado para su respectiva ejecución.

Particular que informo para los fines pertinentes.

Atentamente,



Arq. Glen Orly Arteaga Campoverde
DIRECTOR DE PLANIFICACIÓN

Anexo:

- Memorando n°: ESPAM MFL- C.I.AM-2017-173-M

GAC/na



ESPAMMFL
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ
Carrera de INGENIERIA AMBIENTAL
10 MAY 2018 15:409 HORA
Recibido por: Valeria F.



ESPAMMFL
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ
DIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN

Anexo 4. Diseño en 3D de las luminarias, vista lateral y frontal



Anexo 5. Ubicación de las luminarias



Anexo 6. Elaboración de la base de las



Anexo 7. Elaboración de las luminarias a base de caña**Anexo 8. Implementación de las luminarias**

Anexo 9. Implementación eléctrica para las



Anexo 10. Instalación de la caja de control de las luminarias



Anexo 11. Breques



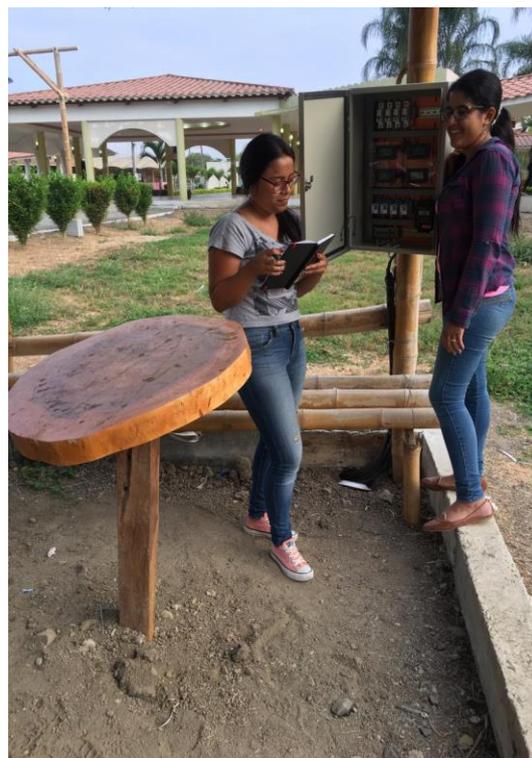
Anexo 12. Reles, reloj y borneras**Anexo 13. Contadores****Anexo 14. Medidor de temperatura****Anexo 15. Medidor Luxómetro**

Anexo 16. Luminarias vistas de día



Anexo 17. Luminarias vistas de noche



Anexo 18. Toma de datos de temperatura**Anexo 19.** Toma de datos de consumo

Anexo 20. Toma de datos de iluminación**Anexo 21. Implementación completa de las luminarias**