



**Universidad
Técnica de
Cotopaxi**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS**

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

TESIS DE GRADO

TEMA:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN ORNAMENTAL DE LA ESTRUCTURA METÁLICA ANTISÍSMICA PRINCIPAL DEL BLOQUE “B” DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGÍA LED Y ENERGÍAS ALTERNATIVAS COMO FUENTE DE ALIMENTACIÓN EN EL PERÍODO ACADÉMICO 2013”

Tesis presentada previo a la obtención del título de: INGENIERO EN ELECTROMECAÁNICA

Autor:

Cangui Navas Omar Antonio

DIRECTOR:

Ing. Edwin Moreano, Msc.

Latacunga – Ecuador

2015



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Trabajo de
Grado
CIYA

COORDINACIÓN
TRABAJO DE GRADO

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, el postulante:

- Cangui Navas Omar Antonio

Con la tesis, cuyo título es: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN ORNAMENTAL DE LA ESTRUCTURA METÁLICA ANTISÍSMICA PRINCIPAL DEL BLOQUE “B” DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGÍA LED Y ENERGÍAS ALTERNATIVAS COMO FUENTE DE ALIMENTACIÓN EN EL PERÍODO ACADÉMICO 2013”**; Ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometidos al **Acto de Defensa de Tesis** en la fecha y hora señalada.

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

Latacunga, 04 de diciembre de 2015

Para constancia firman:

Ing. Cristian Gallardo
PRESIDENTE

Dr. Segundo Montaluiza
MIEMBRO

Ing. Ángel Hernández
OPOSITOR

Ing. Edwin Moreano
TUTOR (DIRECTOR)



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
Latacunga – Ecuador

AUTORÍA

Los criterios emitidos en el presente trabajo de investigación **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN ORNAMENTAL DE LA ESTRUCTURA METÁLICA ANTISÍSMICA PRINCIPAL DEL BLOQUE “B” DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGÍA LED Y ENERGÍAS ALTERNATIVAS COMO FUENTE DE ALIMENTACIÓN EN EL PERÍODO ACADÉMICO 2013”**, es de exclusiva responsabilidad del autor.

Cangui Navas Omar Antonio
C.C. N°. 0503246837



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Trabajo de
Grado
CIYA

COORDINACIÓN
TRABAJO DE GRADO

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

En calidad de Director de trabajo de investigación sobre el tema: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN ORNAMENTAL DE LA ESTRUCTURA METÁLICA ANTISÍSMICA PRINCIPAL DEL BLOQUE “B” DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGÍA LED Y ENERGÍAS ALTERNATIVAS COMO FUENTE DE ALIMENTACIÓN EN EL PERÍODO ACADÉMICO 2013”**

Del señor estudiante; Cangui Navas Omar Antonio postulante de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica,

CERTIFICO QUE:

Una vez revisado el documento entregado a mi persona, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos - técnicos necesarios para ser sometidos a la **Evaluación del Tribunal de Validación de Anteproyecto** que el Honorable Consejo Académico de la Unidad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 04 de diciembre de 2015

EL DIRECTOR

Edwin Homero Moreano Martínez
DIRECTOR DE TESIS



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Trabajo de
Grado
CIYA

COORDINACIÓN
TRABAJO DE GRADO

AVAL DEL ASESOR METODOLÓGICO

En calidad de **Asesor Metodológico** del Trabajo de Investigación sobre el tema:
“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN ORNAMENTAL DE LA ESTRUCTURA METÁLICA ANTISÍSMICA PRINCIPAL DEL BLOQUE “B” DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGÍA LED Y ENERGÍAS ALTERNATIVAS COMO FUENTE DE ALIMENTACIÓN EN EL PERÍODO ACADÉMICO 2013”

Del señor estudiante; Cangui Navas Omar Antonio postulante de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica,

CERTIFICO QUE:

Una vez revisado el documento entregado a mi persona, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos - técnicos necesarios para ser sometidos a la **Evaluación del Tribunal de Validación de Tesis** que el Honorable Consejo Académico de la Unidad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 04 de diciembre de 2015

Dr. Galo Patricio Terán Ortiz.
ASESOR METODOLÓGICO

v



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
Latacunga – Ecuador

CERTIFICADO DE IMPLEMENTACIÓN

En calidad de Coordinador de la Carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en forma legal CERTIFICO que: La implementación del trabajo práctico presentado por el señor egresado de la Carrera de Electromecánica de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas: Cangui Navas Omar Antonio, cuyo título versa: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN ORNAMENTAL DE LA ESTRUCTURA METÁLICA ANTISÍSMICA PRINCIPAL DEL BLOQUE “B” DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGÍA LED Y ENERGÍAS ALTERNATIVAS COMO FUENTE DE ALIMENTACIÓN EN EL PERÍODO ACADÉMICO 2013”**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta implementación.

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

Latacunga, 04 de diciembre de 2015

Atentamente,

Ing. Edwin Moreano

COORDINADOR DE CARRERA INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

C.C.0502607500

AGRADECIMIENTO

Con inmensa gratitud agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi, por brindarme la oportunidad de desarrollar mis estudios superiores; al Ing. Edwin Moreano, Director de tesis, por sus consejos y apoyo incondicional en la guía y enseñanza para la culminación de este trabajo y de manera especial a mi madre, familiares y amigos por apoyarme en cada momento de mi carrera universitaria y vida personal.

ANTONIO

DEDICATORIA

Con todo el amor del mundo dedico este trabajo de investigación en primer lugar a Dios, quien me bendice y guía mis pasos día a día; a mi amado madre y hermanos, quienes son el pilar fundamental de mi vida, y gracias a su apoyo incondicional y su infinito amor me han motivado a cristalizar mis propósitos y metas.

ANTONIO

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	Pág.
Portada.....	i
Aprobación del tribunal.....	ii
Autoría.....	iii
Aval del Director de Tesis.....	iv
Aval del asesor metodológico.....	v
Certificado de implementación.....	vi
Agradecimiento.....	vii
Dedicatoria.....	viii
Índice de contenidos.....	ix
Resumen.....	xv
Abstract.....	xvi
Aval del profesional de Inglés.....	xvii
Introducción.....	xviii

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1.	Antecedentes Investigativos.....	1
1.2.	Definición de Energía.....	2
1.3.	Tipos de Energía.....	3
1.3.1.	Energía Eléctrica.....	3
1.3.2.	Energía Solar.....	3
1.3.3.	Energía Fotovoltaica.....	5
1.3.4.	Energía Eólica.....	5
1.4.5.	Energía Lumínica.....	6
1.4.	Energía Alternativa.....	6
1.4.1.	Tipos de Energía Alternativa.....	7
1.5.	Sistemas Fotovoltaicos.....	8
1.5.1.	Características y componentes.....	10
1.5.2.	Beneficios ambientales de los sistemas fotovoltaicos.....	17
1.6	Radiación.....	20
1.6.1	Radiación solar.....	20
1.6.2	Irradiación.....	21
1.6.3	Horas de sol pico.....	22
1.6.4	Celdas solares.....	25
1.7.	Alumbrado ornamental.....	26
1.8.	Tipos y niveles de iluminación.....	26
1.9.	Iluminación LED.....	28
1.9.1.	Tipos de iluminación LED.....	31
1.9.2.	Luminarias LED.....	32
1.9.3.	Distribución de luminarias.....	33
1.10.	Sistemas de iluminación.....	34
1.11.	Disyuntores.....	35

CAPÍTULO II

2. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

2.1.	Reseña Histórica de la U.T.C.....	37
2.1.1.	Diseño de la estructura antisísmica.....	39
2.1.2.	Análisis del sistema de iluminación convencional.....	41
2.1.3.	Cálculo del costo de mantenimiento.....	41
2.2.	Diseño de la investigación.....	42
2.2.1.	Metodología.....	42
2.2.2.	Métodos de investigación.....	43
2.2.3.	Técnicas.....	44
2.2.4.	Universo, Población y muestra.....	45
2.3.	Situación actual de los componentes de iluminación.....	46
2.4.	Análisis e interpretación de resultados.....	48
2.5.	Conclusiones y recomendaciones.....	57
2.5.1.	Conclusiones.....	57
2.5.2.	Recomendaciones.....	58

CAPÍTULO III

3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN ORNAMENTAL

3.1.	Justificación.....	59
3.2.	Objetivos.....	60
3.2.1.	Objetivo General.....	60
3.2.2.	Objetivos Específicos.....	60
3.3.	Análisis técnico.....	61
3.4.	Base legal.....	62
3.5.	Diseños y cálculos.....	63

3.5.1.	Cálculo energía requerida.....	63
3.5.2.	Especificaciones técnicas de los paneles.....	65
3.5.3.	Dimensionamiento de los Paneles Solares.....	65
3.5.4.	Dimensionamiento del Sistema de Acumulación.....	67
3.6.	Dimensionamiento de los conductores.....	71
3.7.	Diseño del tablero de control.....	72
3.7.1.	Especificaciones técnicas de los controladores.....	74
3.7.2.	Diseño ornamental.....	75
3.7.3.	Materiales utilizados.....	76
3.7.4.	Implantación del sistema.....	76
3.7.5	Pruebas del sistema de iluminación.....	84
3.7.6	Costo económico del sistema de iluminación.....	86
3.8.	Conclusiones y recomendaciones.....	88
3.8.1.	Conclusiones.....	88
3.8.2.	Recomendaciones.....	89
3.9.	Bibliografía.....	90
3.9.1.	Bibliografía consultada.....	90
3.9.2.	Bibliografía Web.....	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1.1.	Caída de tensión de los conductores entre componentes.....	13
Tabla N° 1.2.	Capacidad de corriente de conductores AWG.....	14
Tabla N° 1.3.	Valores normalizados cables AWG.....	14
Tabla N° 1.4.	Valores de irradiación solar de Cotopaxi y Latacunga.....	24
Tabla N° 2.1.	Costo de mantenimiento trimestral y cambio de accesorios de dos reflectores de un sistema de iluminación convencional.....	41
Tabla N° 2.2.	Tecnología led.....	48
Tabla N° 2.3.	Impacto Ambiental.....	49
Tabla N° 2.4.	Fuente de Alimentación.....	50

Tabla N° 2.5.	Costo de Energía.....	51
Tabla N° 2.6.	Fuente Alternativa.....	52
Tabla N° 2.7.	Energía Alternativa.....	53
Tabla N° 2.8.	Implementación Tecnológica.....	54
Tabla N° 2.9.	Promover Investigación.....	55
Tabla N° 3.1.	Demanda de energía diaria del sistema de iluminación convencional.....	61
Tabla N° 3.2.	Demanda de energía diaria, mensual, anual y costo del sistema de iluminación convencional.....	61
Tabla N° 3.3.	Demanda de energía diaria del sistema de iluminación.....	64
Tabla N° 3.4.	Estimación de pérdida.....	64
Tabla N° 3.5.	Selección de paneles solares.....	65
Tabla N° 3.6.	Dimensionamiento de paneles.....	66
Tabla N° 3.7.	Especificaciones técnicas de los paneles solares.....	67
Tabla N° 3.8.	Especificaciones técnicas de las baterías.....	70
Tabla N° 3.9.	Caída de tensión de conductores.....	72
Tabla N° 3.10.	Especificaciones técnicas de los controladores.....	74
Tabla N° 3.11.	Especificaciones técnicas de las luminarias LED.....	74
Tabla N° 3.12.	Materiales utilizados.....	76
Tabla N° 3.13.	Valores obtenidos vs valores a obtener.....	85
Tabla N° 3.14.	Valores obtenidos durante siete días.....	85
Tabla N° 3.15.	Costo económico del sistema de iluminación LED.....	86

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen N° 1.1.	Sistema Fotovoltaico.....	9
Imagen N° 1.2.	Datos de irradiación solar global anual promedio en el ecuador.....	22
Imagen N° 1.3.	Datos de irradiación solar global anual promedio en Latacunga.....	23
Imagen N° 1.4.	Horas de sol estándar para Cotopaxi, Latacunga y Quito.....	25
Imagen N° 1.5.	Diodo Led.....	29

Imagen N° 1.6.	Funcionamiento Led.....	30
Imagen N° 2.1.	Fachada principal bloque “B” UTC.....	40
Imagen N° 2.2.	Reflectores incandescentes bloque “B” UTC.....	46
Imagen N° 2.3.	Estructura metálica antisísmica bloque “B” UTC.....	47
Imagen N° 3.1.	Diseño base iluminación.....	63
Imagen N° 3.2.	Tablero de control.....	73
Imagen N° 3.3.	Reflectores Bloque “B”.....	75
Imagen N° 3.4.	Reflectores obsoletos.....	77
Imagen N° 3.5.	Materiales obsoletos.....	77
Imagen N° 3.6.	Instalación de bombillos Led.....	78
Imagen N° 3.7.	Ensamblaje de soporte para panel solar.....	78
Imagen N° 3.8.	Instalación de soporte para panel solar.....	79
Imagen N° 3.9.	Instalación y conexión de baterías.....	79
Imagen N° 3.10.	Instalación de tablero de control.....	80
Imagen N° 3.11.	Conexión de controladores.....	81
Imagen N° 3.12.	Conexión de paneles solares.....	82
Imagen N° 3.13.	Tendido de cable.....	82
Imagen N° 3.14.	Instalación de reflectores.....	83
Imagen N° 3.15.	Instalación de reflectores existentes.....	83
Imagen N° 3.16.	Tendido de cable.....	84

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 2.1.	Tecnología Led.....	48
Gráfico N° 2.2.	Impacto ambiental.....	49
Gráfico N° 2.3.	Fuente de alimentación.....	50
Gráfico N° 2.4.	Costo de energía.....	51
Gráfico N° 2.5.	Fuente alternativa.....	52
Gráfico N° 2.6.	Energía alternativa.....	53
Gráfico N° 2.7.	Implementación tecnología.....	54
Gráfico N° 2.8.	Promover investigación.....	55



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
Latacunga – Ecuador

TEMA: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN ORNAMENTAL DE LA ESTRUCTURA METÁLICA ANTISÍSMICA PRINCIPAL DEL BLOQUE “B” DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGÍA LED Y ENERGÍAS ALTERNATIVAS COMO FUENTE DE ALIMENTACIÓN EN EL PERÍODO ACADÉMICO 2013”.

Autor

Cangui Navas Omar Antonio

RESUMEN

Con la realización de este trabajo investigativo se ha logrado diseñar y establecer la correcta aplicación de un sistema de iluminación ornamental a través de energía fotovoltaica, como alternativa a la utilización de la energía eléctrica convencional; mediante la correcta selección de los equipos necesarios para su implementación. El objetivo fundamental de este proyecto es el de dotar de energía renovable para iluminar el ornato del bloque “B” de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Con la implementación de este sistema de iluminación ornamental, se ha logrado que el sistema de generación fotovoltaico permitirá minimizar los costos de operación y mantenimiento, así como eliminar el consumo de energía eléctrica convencional del sistema interconectado durante aproximadamente 20 años. Este proyecto mejorará el ornato del bloque “B” de la UTC, y sirve de incentivo a la comunidad universitaria para desarrollar proyectos en el campo de las energías renovables; logrando la vinculación de los estudiantes a los mismos, lo que permitirá la integración de la teoría con la práctica profesional.



COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY

ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES ACADEMIC UNIT

Latacunga – Ecuador

TOPIC: “DESIGN AND IMPLEMENTATION OF AN ORNAMENTAL ILLUMINATION SYSTEM IN THE MAIN BLOCK ANTI-SEISMIC METALLIC STRUCTURE IN "B" BUILDING AT COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY THROUGH LED TECHNOLOGY AND ALTERNATIVE ENERGIES AS POWER SOURCE DURING 2013”

Authors:

Cangui Navas Omar Antonio

ABSTRACT

This research work has promoted the design and establishing the correct application of ornamental lighting system through the photovoltaic power, Also, it is an alternative to the conventional electrical energy application. This action will support a correct equipment selection for its implementation. The main goal research is to develop a renewable energy for illuminating the "B" building ornament at Cotopaxi Technical University. This ornamental illumination system has been achieved that the photovoltaic generation system minimize the operation and reduces costs, such as to eliminate the conventional electrical energy consumption of the interconnected system for approximately 20 years. The application of this project application will improve and servers as an incentive to the university community in order to develop projects in the renewable energy field. Finally, students will achieve the integration between the theory and the professional practice.



CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por el señor Egresado de la Carrera de Electromecánica de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas: OMAR ANTONIO CANGUI NAVAS, cuyo título versa: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN ORNAMENTAL DE LA ESTRUCTURA METÁLICA ANTISÍSMICA PRINCIPAL DEL BLOQUE “B” DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGÍA LED Y ENERGÍAS ALTERNATIVAS COMO FUENTE DE ALIMENTACIÓN EN EL PERÍODO ACADÉMICO 2013”**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

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

Latacunga, 04 de diciembre de 2015

Atentamente,

MgS. ROMERO PALACIOS AMPARO DE JESÚS
DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS
C.C. 0501369185



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
Latacunga – Ecuador

INTRODUCCIÓN

La energía fotovoltaica en la actualidad es utilizada como fuente de energía renovable en varios países del mundo, así en Ecuador la implementación de estos sistemas se ha ido incrementado en la última década, gracias al empuje que ha brindado el gobierno nacional desde el mes de diciembre se genera hasta 300 MW los cuales se interconectan al sistema tradicional; la energía fotovoltaica es instalada principalmente en lugares que no se encuentran interconectados al sistema de energía convencional; de la misma manera se determinan los costos beneficios que conlleva la implementación del proyecto en cada una de sus fases.

Un ejemplo de implementación de energía fotovoltaica es el proyecto realizado por la empresa de energía renovable Valsolar de Ecuador, la cual se instaló en la comunidad de San Francisco de Paragachi, sector de Pimampiro (Imbabura); En este proyecto, la energía solar es transformada a energía eléctrica, mediante los 4160 paneles solares ubicados sobre estructuras de metal en una loma de 3 hectáreas, la central tiene una capacidad de generar 998 kilovatios y que la producción oscila entre los 1,4 millones de kilovatios hora según información que reposa en el Consejo Nacional de Electrificación (Conelec)

En el capítulo I, se hallan fundamentos teóricos necesarios para la ejecución de este trabajo investigativo; abarca temas referentes a la generación de energía eléctrica, energía alternativa, paneles solares y su importancia; además denotarán conceptos básicos de los equipos necesarios para la implementación del sistema de iluminación ornamental; para cada uno de los elementos intervinientes en el sistema fotovoltaico se presentan especificaciones técnicas necesarias para la implementación final del proyecto en cada una de sus etapas.

El capítulo II, contempla la situación actual en la que se encuentra la iluminación del bloque “B” de la UTC; constan las preguntas desarrolladas a la comunidad universitaria con su respectivo análisis e interpretación de resultados obtenidos; además se emitirán conclusiones y recomendaciones sobre el tabulado realizado. Este banco de preguntas permite determinar la expectativa que genera la utilización de energía fotovoltaica en el Alma Mater, desencadenando entre las autoridades, cuerpo docente y alumnos los beneficios para fomentar la investigación y la puesta en marcha de proyectos asociados a la generación eléctrica contribuyendo al cuidado del medio ambiente.

El capítulo III, se encuentran los cálculos necesarios para el desarrollo e implementación del sistema de iluminación ornamental; de igual forma se encuentra la instalación eléctrica de los paneles solares, circuitos electrónicos, luminarias led; todos integrados al tablero de control para su óptimo funcionamiento; finalmente estarán las conclusiones y recomendaciones a las que se ha llegado luego de la realización del presente proyecto investigativo; además se presenta una estructura sistematizada de la correcta implementación del sistema fotovoltaico así como los costos intervinientes en relación a la generación por kw hora, en la cual se ha ido estableciendo la capacidad de carga y su distribución a las luminarias led de acuerdo a los estándares internacionales y ecuatorianos en el ámbito de electrificación.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes Investigativos

La presente investigación se enfoca al diseño e implementación de un sistema de iluminación ornamental mediante el uso de tecnología Led y energía alternativa como fuente de alimentación en el Bloque “B” de la UTC, ubicado en la ciudad de Latacunga provincia de Cotopaxi, la cual servirá de apoyo para el desarrollo institucional y ornamental de la comunidad universitaria por los costos que representa;

Como antecedentes para el desarrollo de este proyecto de investigación existen trabajos realizados por otros investigadores que dan valioso aporte en este estudio. Según MACANCELA, Luis (2012) postulantes de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Cuenca, realizan el correspondiente estudio e implementación de paneles solares fotovoltaicos mediante el diseño básico y los cálculos correspondientes para generar la energía requerida a través de las normas técnicas internacionales de sistemas fotovoltaicos, quien al finalizar su proyecto de investigación expresa en sus conclusiones que “en los sistema implementados, se ha cumplido los parámetros establecidos en la normativa vigente, tanto en lo referente a las características técnicas de los

equipos y a las recomendaciones proporcionadas por la CENTROSUR en lo referente al emplazamiento de equipos e instalaciones eléctricas”.

1.2. Definición de energía

Según RIOFRÍO, P (2007), Micro Hidroenergía, “La energía se define como la entidad intangible por medio de la cual se puede generar movimiento, trabajo y calor, la energía junto con la materia son los 2 ingredientes básicos que componen todo el universo que nos rodea. La energía es la fuente invisible que mantiene unido a los átomos y partículas subatómicas que componen toda la materia del universo, también es la fuente por medio la cual podemos aplicar movimiento a la materia, la materia es sustancia y la energía es lo que mueve a la sustancia”

En consecuencia se determina que la energía es una propiedad asociada a cuerpos los cuales se manifiesta en las transformaciones que ocurren en la naturaleza y se manifiesta en los cambios físicos y químicos. La energía es la fuerza vital para el desarrollo de la sociedad, de ella dependen el funcionamiento de los diferentes factores humanos destacándose la energía eléctrica pues abastece de iluminación los interiores y exteriores de todo aquello que nos rodea, como el transporte, industrialización de alimento y su preparación, el funcionamiento de las fábricas, etc., complementándose con la utilización de los recursos económicos, materiales y humanos para el buen vivir de los habitantes.

1.3. Tipos de energía

1.3.1. Energía Eléctrica

Según MEDINA Ángeles, DE LA CASA Hernán, FRANCISCO Jurado (2011), “La energía eléctrica se genera de forma centralizada”; la energía eléctrica resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, lo que permite establecer una corriente eléctrica entre ambos cuando se los pone en contacto por medio de un conductor eléctrico.

Energía eléctrica es 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 cuando se los pone en contacto por medio de un conductor eléctrico. La energía eléctrica puede transformarse en muchas otras formas de energía, tales como la energía lumínica o luz, la energía mecánica y la energía térmica.

1.3.2. Energía Solar

La energía solar es la energía obtenida mediante la captación de la luz y el calor emitidos por el Sol.

La radiación solar que alcanza la Tierra puede aprovecharse por medio del calor que produce a través de la absorción de la radiación, por ejemplo en dispositivos ópticos o de otro tipo. Es una de las llamadas energías renovables, particularmente del grupo no contaminante, conocido como

energía limpia o energía verde. Si bien, al final de su vida útil, los paneles fotovoltaicos pueden suponer un residuo contaminante difícilmente reciclable al día de hoy.

Para la Agencia Internacional de la Energía, (2011), “La radiación solar que alcanza la Tierra ha sido aprovechada por el ser humano desde la Antigüedad, mediante diferentes tecnologías que han ido evolucionando con el tiempo desde su concepción. En la actualidad, el calor y la luz del Sol puede aprovecharse por medio de captadores como células fotovoltaicas, helióstatos o colectores térmicos, que pueden transformarla en energía eléctrica o térmica. Es una de las llamadas energías renovables o energías limpias, que pueden ayudar a resolver algunos de los problemas más urgentes que afronta la humanidad.”

Entre los métodos de estimación de la radiación solar más utilizados se puede destacar:

Utilizar datos de estaciones cercanas.- Esta opción, únicamente es válida si se trata de un terreno llano y la distancia entre estaciones es menor a 10 Km.

Interpolar valores a partir de medidas de la radiación solar en otras estaciones.- Esta solución, es aplicable cuando la red de estaciones de radiación solar tiene una densidad considerable y dependiendo del tipo de terreno, puede precisarse una densidad de entre 50 y 20 Km de distancia entre estaciones.

Modelos de interpolación que tienen en cuenta la topografía.- Estos modelos, aun teniendo en cuenta la topografía como dato de entrada, precisan una densidad de estaciones de medida en el orden de los 100 Km.

Modelos de tratamiento de imágenes de satélite.- Se basa en el tratamiento de imágenes de satélite geoestacionarios. Estas imágenes son el resultado de la reflexión de los rayos solares en la superficie de la Tierra, por lo que ya han sufrido y llevan implícitas los posibles efectos de la topografía así como de los principales fenómenos atmosféricos que se producen cuando los rayos solares atraviesan la atmósfera.

1.3.3. Energía Fotovoltaica

Los sistemas de energía fotovoltaica permiten la transformación de la luz solar en energía eléctrica, es decir, la conversión de una partícula luminosa con energía (fotón) en una energía electromotriz (voltaica).

El elemento principal de un sistema de energía fotovoltaica es la célula fotoeléctrica, un dispositivo construido de silicio.

1.3.4. Energía Eólica

Es aquella que se obtiene a través del viento, gracias a la energía cinética generada por el efecto corriente producido por el aire; actualmente esta energía es utilizada principalmente para producir electricidad o energía eléctrica a través de aerogeneradores.

La energía eólica se caracteriza por ser una energía abundante, renovable y limpia, también ayuda a disminuir las emisiones de gases contaminantes y de efecto invernadero al reemplazar termoeléctricas a base de combustibles fósiles, lo que la convierte en un tipo de energía verde, el mayor inconveniente de esta sería la intermitencia del viento que podría suponer en algunas ocasiones un problema si se utilizara a gran escala.

1.3.5. Energía Lumínica

La energía luminosa es la fracción que se percibe de la energía que transporta la luz y que se puede manifestar sobre la materia de diferentes maneras tales como arrancar los electrones de los metales, comportarse como una onda o como si fuera materia, aunque la más normal es que se desplace como una onda e interactúe con la materia de forma material o física, también añadimos que esta no debe confundirse con la energía radiante.

1.4. ENERGÍA ALTERNATIVA

Las fuentes de energía alternativa son fuentes de obtención de energía sin la destrucción de los medios ambientes, renovables, que están siendo indagadas y desarrollados con mayor intensidad en los últimos años. Una fuente de energía alternativa es aquella que puede suplir a las energías o fuentes energéticas actuales, ya sea por su menor efecto contaminante, o principalmente por su posibilidad de ser renovada. Las principales fuentes alternativas se encuentran a continuación:

- ✓ La energía eólica, que es producida por el movimiento del viento.

- ✓ Geotérmica, que consiste en el uso del agua que surge bajo presión desde el subsuelo y del calor del subsuelo en las zonas donde ello es posible.
- ✓ La energía solar, que utiliza la radiación solar; la cual es recolectada de forma directa en forma de calor a alta temperatura en centrales solares.
- ✓ La energía procedente de las mareas
- ✓ La energía que se extrae de determinadas plantas vegetales (biocombustibles)
- ✓ El aprovechamiento de residuos orgánicos (biomasa) de la actividad humana, agropecuaria e industrial, vía combustión directa o por el aprovechamiento de los gases combustibles que pueden extraerse; madera y carbón vegetal

La energía procedente de saltos de agua dulce y represas (hidroeléctrica), consiste en la captación de la energía potencial de los saltos de agua, y que se realiza en centrales hidroeléctricas. Se ha empleado tradicionalmente, pero cumple algunos parámetros semejantes a las reconocidas como alternativas

1.4.1. Tipos de Energía Alternativa

Existe en el mundo un sinnúmero de fuente de energía alternativa las cuales son amigables con el medio ambiente y de fácil acceso de los habitantes; estos tipos de energía son:

- Energía eólica: Es la energía cinética o de movimiento generada por las corrientes de aire (viento), y que se capta por medio de aerogeneradores o molinos de viento, ejemplos de aplicaciones en la vida cotidiana.

- Energía hidráulica: Consistente en la captación de la energía potencial de los saltos de agua, y que se
- realiza en centrales hidroeléctricas.
- Energía oceánica o mareomotriz: Es la que se obtiene bien de las mareas (de forma análoga a la
- hidroeléctrica), o bien a través de la energía de las olas.
- Energía geotérmica: Es producida al aprovechar el calor del subsuelo en las zonas donde ello es posible.
- La biomasa: Por descomposición de residuos orgánicos o bien por su quema directa como combustible.
- Energía solar: Es recolectada de forma directa en forma de calor a alta temperatura en centrales solares de distintas tipologías, o a baja temperatura mediante paneles térmicos domésticos, o bien en forma de electricidad mediante el efecto fotoeléctrico mediante paneles fotovoltaicos.

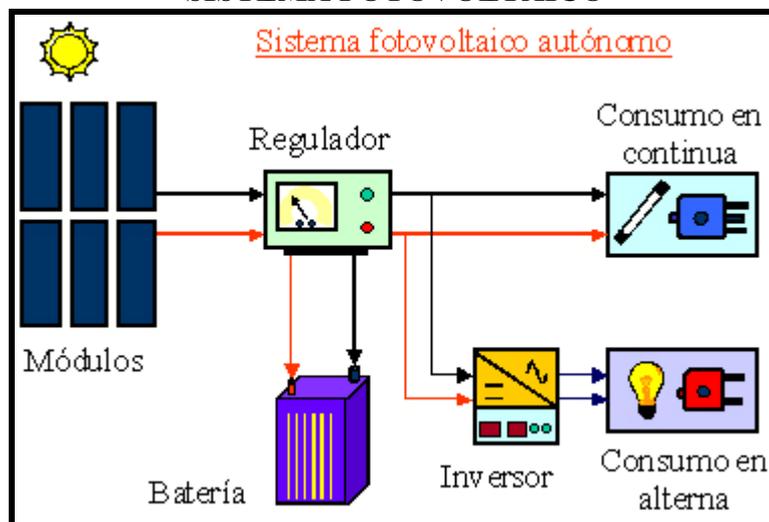
1.5. SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Un sistema fotovoltaico es un conjunto de dispositivos interconectados entre sí que aprovechan la energía producida por el sol y la convierten en energía eléctrica; este se basa en la capacidad de las celdas fotovoltaicas de transformar energía solar en energía eléctrica (DC). En un sistema conectado a la red eléctrica esta energía, mediante el uso de un inversor, es transformada a corriente alterna (AC), la cual puede ser utilizada en hogares e industrias.

Su estructura básica de funcionamiento está constituido por PANELES SOLARES que transforman la energía electromagnética solar a energía eléctrica a través de las celdas solares, en corriente continua o directa (DC); este es controlado mediante un sistema de regulación que regula el proceso de carga/descarga de la batería de acumulación para que no se sobrecargue o se

sobre descargue, la energía acumulada en la batería sirve para el funcionamiento de las cargas eléctricas de consumo, las cuales pueden ser en corriente continua (DC) a 12 V, como ser TV en blanco y negro y a color, computadoras portátiles, radios, equipos musicales, focos ahorradores, bombas de agua, DVD, etc.; o a 24 VDC, 48 VDC para lo cual se requiere de un conversor de voltaje DC/DC; o en voltaje alterno (AC) para lo cual se requiere de un inversor de corriente de 12 VDC a 220 VAC, 60 Hz como se observa en la imagen 1.1:

IMAGEN N°. 1.1
“SISTEMA FOTOVOLTAICO”



Fuente: http://ocw.unia.es/ciencias-tecnologicas/disenio-de-sistemas-fotovoltaicos/materiales-de-estudio-1/tema1/skinless_view, 20/01/2014.

La generación de energía eléctrica dependerá de las horas que el sol brille sobre el panel solar y del tipo y cantidad de módulos instalados, orientación, inclinación, radiación solar que les llegue, calidad de la instalación y la potencia nominal.

Los dispositivos a través de los cuales se absorbe la energía solar son las celdas solares. Estos son elementos de los sistemas fotovoltaicos que tienen la

capacidad de producir energía eléctrica al aprovechar la luz solar que incide en ellos. Las celdas solares se fabrican con materiales semiconductores, tales como el silicio, que tienen la función de recibir los fotones que viajan a través de los rayos solares.

Una vez que los fotones que emite la radiación solar entran en contacto con los átomos presentes en las celdas solares, se liberan electrones que comienzan a circular a través del material semiconductor con el que se fabrican las celdas y se produce energía eléctrica.

Con este sistema la energía generada se inyecta a la red eléctrica y de allí se toma cuando uno la necesita. La otra opción es un sistema “isla” que permite el suministro de energía eléctrica en lugares inaccesibles para la red eléctrica. Estos sistemas son usados principalmente en casas de campo o en antenas de telecomunicación.

1.5.1. Características y componentes

Los componentes típicos de cualquier sistema fotovoltaico suelen ser:

➤ **Paneles o módulos fotovoltaicos:**

Los Paneles Solares son placas solares colocadas en forma de láminas sobre la base dura y asegurada con marcos bien sellados o los que dentro de esa caja de vidrio están los tubos delgados de cobre o de vidrio donde los rayos solares caen para transformarse en energía eléctrica o en calor; los primeros para generar energía eléctrica y usar los electrodomésticos y

los segundos para disipar en calor y calentar el agua o para secar el aire del ambiente.

Existen los siguientes tipos de paneles solares:

Paneles solares termodinámicos

Los paneles solares termodinámicos son la solución más popular últimamente, debido a su mayor eficiencia, mejor precio y mayor versatilidad. Son más eficientes debido a que son capaces de captar energía de cualquier estado meteorológico, la lluvia, el viento, la luna, etc. Son más versátiles por el peso de los paneles, mucho más ligeros que las demás alternativas. Además de estas ventajas, tanto los equipos como su instalación tienen un coste menor.

Paneles solares térmicos

Los paneles solares térmicos

Son aquellos que funcionan de forma más simple en relación a los termodinámicos. Consiste en que los rayos del sol calientan los paneles, que contienen un líquido caloportador que circula hacia el interior de la vivienda. Estos son recomendables para zonas que tengan recepción directa del sol a altas temperaturas, preferiblemente en zonas rurales, donde hay espacio suficiente, ya que necesitan un tamaño mayor debido a la menor eficiencia de este tipo de panel.

Paneles solares fotovoltaicos

Los paneles solares fotovoltaicos fueron una revolución cuando se inventaron. Su implantación en los primeros edificios hizo que se vislumbrara por primera vez la posibilidad de generar suficiente energía in situ como para abastecer las necesidades del propio edificio. Este tipo de sistema consiste en que la energía de la radiación solar se transmite a los electrones de los materiales semiconductores de los paneles, que consiguen así separarse del núcleo y trasladarse, creando una corriente eléctrica.

➤ **Cableado**

Los paneles solares son dispositivos muy complejos que requieren amplios sistemas de cableado para obtener electricidad de la radiación solar; para las interconexiones de los paneles solares fotovoltaicos, pueden utilizarse los cables eléctricos tipos: USE, UF, USO. El tipo de alambre o cable será para una capacidad 25% más del total de la Carga.

➤ **Dimensionamiento de los conductores**

A fin de determinar la caída de voltaje del sistema fotovoltaico es necesario determinar la longitud de los conductores, la cual debe ser la más corta posible; esta caída de tensión debe cumplir los valores referenciales de la Tabla N°1.1:

TABLA N° 1.1
“CAÍDA DE TENSIÓN DE LOS CONDUCTORES
ENTRE COMPONENTES”

COMPONENTE	% DE CAÍDA
Generador-Controlador	<3%
Baterías-Controlador	>1%
Controlador-Cargas	<5%

Fuente: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2252/1/CD-2992.pdf>.

Para determinar el calibre del conductor sea en mm² o AWG, se empleó la fórmula de caída de voltaje:

$$\Delta V = R * L * I$$

Dónde:

ΔV = Caída de voltaje entre los extremos de los conductores

R = Resistencia del conductor en [Ω/m]

L = Longitud entre componentes en [m]

I = Corriente [A]

➤ **Valores normalizados cables A.W.G**

Un conductor puede estar formado por uno o varios hilos, Los conductores en buen estado deben presentar una resistencia muy baja; Estos valores dependen del largo y del grosor de los hilos, siendo unifilar o multifilar, cableado o trenzado, flexible o extra flexible. A los conductores de un solo hilo se los conoce como sólidos, se los utiliza frecuentemente en instalaciones domiciliarias, comerciales o en oficinas. El calibre del conductor se lo selecciona de acuerdo a la corriente de circulación, determinados en las siguientes tablas 1.2 y 1.3:

TABLA N° 1.2.
“CAPACIDAD DE CORRIENTE DE CONDUCTORES
AWG”

CAPACIDAD DE CORRIENTE DE CONDUCTORES			
CALIBRE	T-TW(60°C)	THW-THWN-XHHW-TTV(75°C)	V-MI (90° C)
14	15A	15A	25A
12	20A	20A	25A
10	30A	30A	40A
8	40A	45A	50A
6	55A	65A	70A
4	70A	85A	90A
0	125A	150A	155A
0	145A	175A	185A
0	165A	200A	210A
0	195A	230A	235A

Fuente: <http://autodesarrollo-electricidadpractica.blogspot.com/2011/05/continuacion.html>

TABLA N° 1.3.
“VALORES NORMALIZADOS CABLES AWG”

Número AWG	Diámetro (mm)	Sección (mm ²)	Número espiras por cm.	Kg. por Km.	Resistencia (Ohm/Km.)	Capacidad (A)
0000	11,86	107,2			0,158	319
000	10,40	85,3			0,197	240
00	9,226	67,43			0,252	190
0	8,252	53,48			0,317	150
1	7,348	42,41		375	1,40	120
2	6,544	33,63		295	1,50	96
3	5,827	26,67		237	1,63	78
4	5,189	21,15		188	0,80	60
5	4,621	16,77		149	1,01	48
6	4,115	13,30		118	1,27	38
7	3,665	10,55		94	1,70	30
8	3,264	8,36		74	2,03	24
9	2,906	6,63		58,9	2,56	19
10	2,588	5,26		46,8	3,23	15
11	2,305	4,17		32,1	4,07	12
12	2,053	3,31		29,4	5,13	9,5
13	1,828	2,63		23,3	6,49	7,5
14	1,628	2,08	5,6	18,5	8,17	6,0
15	1,450	1,65	6,4	14,7	10,3	4,8
16	1,291	1,31	7,2	11,6	12,9	3,7
17	1,150	1,04	8,4	9,26	16,34	3,2
18	1,024	0,82	9,2	7,3	20,73	2,5
19	0,9116	0,65	10,2	5,79	26,15	2,0
20	0,8118	0,52	11,6	4,61	32,69	1,6

Fuente: <http://www.profesormolina.com.ar/electromec/tabla.htm>

➤ **Banco de baterías de almacenamiento eléctrico**

Entre los Paneles Solares a la Batería o Banco de Baterías, el tramo casi siempre es más largo que los otros. Se recomiendan incrementar el 25% al amperaje origen y a éste más 25%. El resultado de este amperaje servirá para escoger el calibre del cable o alambre a ser instalado en esta distancia.

La distancia entre el Banco de Baterías y los artefactos o Cargas de Consumo de corriente siempre son más cortas dentro del sistema. Saber cuánto de carga en amperios se necesita para adecuar el tipo, tamaño, calidad de cable a ser instalado en este tramo.

➤ **Reguladores de voltaje**

Es un dispositivo electrónico diseñado para mantener un nivel de tensión constante; el controlador de carga o regulador de voltaje para sistemas solares fotovoltaicos debe operar en varios voltajes, por lo regular se ajusta automáticamente o detecta automáticamente el tipo de voltaje al conectarse a la bancada de baterías de ciclo profundo o la batería de ciclo profundo si es en 12Vdc, 24Vdc o 48Vdc.

Los reguladores de voltaje o controladores de carga para sistemas solares fotovoltaicos se los clasifica por su voltaje de operación, (la mayoría son bitensión o multitensión) trabajan tanto en 12Vdc como en 24Vdc, y algunos modelos más grandes pueden trabajar tanto en 24Vdc como en 48Vdc o voltajes intermedio.

➤ **Controlador de carga**

Son dispositivos diseñados para bloquear que la energía se vuelva a los paneles solares, en estos actúan los famosos diodos de bloqueo, el relé o relevador es un dispositivo electromecánico, funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes; en el registrador/controlador está sincronizado con la tensión aportada del panel fotovoltaico de tal manera que si no hay suficiente energía del panel, éste, el relé se abre (desconecta).

➤ **Inversor (si se necesita corriente AC)**

Es un dispositivo electrónico cuya función es cambiar un voltaje de entrada de corriente continua a un voltaje simétrico de salida de corriente alterna, con la magnitud y frecuencia deseada por el usuario o el diseñador.

En los paneles solares, si las cargas de alimentación son a 230Vac, se necesita este tipo de equipos para que transforme la corriente continua procedente del regulador en corriente alterna para alimentar las cargas.

A la hora de dimensionar el inversor, se tendrá en cuenta la potencia que demanda la suma de todas las cargas AC en un instante, de este modo se elegirá un inversor cuya potencia sea un 20% superior a la demandada por las cargas, suponiendo su funcionamiento al mismo tiempo.

➤ **Armazones y soportes**

Son aquellos en los cuales se colocan los paneles solares; su tamaño y peso varía de acuerdo al tipo de sistema a implementar; están contruidos principalmente de aluminio y su ensamblaje se lo efectúa con pernos de precisión.

Todos estos componentes requieren de un sistema de control de energía fotovoltaica, el cual consiste en la sistematización de la operatividad del sistema mediante dispositivos electrónicos los cuales son controlados por programas informáticos diseñados para este fin; existen en la actualidad un crecimiento de este tipo de controles pues ayudan a que los sistemas fotovoltaicos generen satisfactoria y eficientemente la carga respectiva de energía para el consumo requerido según las necesidades de los seres humanos que lo utilizan; estos sistemas tienen un motor y un temporizador que canalizan el control de energía generada.

1.5.2. Beneficios ambientales de los sistemas fotovoltaicos

El uso de energía renovable se ha convertido en una alternativa eficiente en beneficio del medio ambiente, destacándose considerablemente los sistemas fotovoltaicos porque los mismos utilizan directamente la energía solar mermando las dificultades económicas y la carencia de suministro de energía convencional; Dentro de los beneficios se destacan los siguientes factores:

- Al utilizar el sol como fuente de energía mediante la implementación de estos sistemas se puede calentar e iluminar nuestros hogares es una forma muy limpia y sana con el medio

ambiente durante la generación de energía, por lo que se consume menos combustibles fósiles.

- Se garantiza que en un futuro no existirá escasez de energía en el futuro, pues en relación a las reservas mundiales de petróleo, carbón y gas estos son finitos más no la energía que produce el sol.
- La instalación y utilización de energía solar genera menor gasto de combustible y en la actualidad los costos para implementar estos sistemas son relativamente bajos.
- Los paneles solares son limpios, silenciosos y no dañan el medio ambiente.
- En relación a los combustibles fósiles que emiten gases de efecto invernadero, sustancias cancerígenas y dióxido de carbono, las células solares no sueltan nada en el aire.

A más de estos factores se desprende los siguientes aspectos ecológicos de la utilización de sistemas fotovoltaicos.

- **Clima:** la generación de energía eléctrica directamente a partir de la luz solar no requiere ningún tipo de combustión, por lo que no se produce contaminación térmica ni emisiones de CO² que favorezcan el efecto invernadero.

- **Geología:** Las células fotovoltaicas se fabrican con silicio, elemento obtenido de la arena, muy abundante en la naturaleza y del que no se requieren cantidades significativas. Por lo tanto, en la fabricación de los paneles fotovoltaicos no se producen alteraciones en las características litológicas, topográficas o estructurales del terreno.

- **Suelo:** al no producirse ni contaminantes, ni vertidos, ni movimientos de tierra, la incidencia sobre las características físico-químicas del suelo o su erosionabilidad es nula. Aguas superficiales y subterráneas: No se produce alteración de los acuíferos o de las aguas superficiales ni por consumo, ni por contaminación por residuos o vertidos.

- **Flora y fauna:** la repercusión sobre la vegetación es nula, y, al eliminarse los tendidos eléctricos, se evitan los posibles efectos perjudiciales para las aves.

- **Paisaje:** los paneles solares tienen distintas posibilidades de integración, lo que hace que sean un elemento fácil de integrar y armonizar en diferentes tipos de estructuras, minimizando su impacto visual. Además, al tratarse de sistemas autónomos, no se altera el paisaje con postes y líneas eléctricas.

- **Ruidos:** el sistema fotovoltaico es absolutamente silencioso, lo que representa una clara ventaja frente a los generadores de motor en viviendas aisladas.

- **Medio social:** El suelo necesario para instalar un sistema fotovoltaico de dimensión media, no representa una cantidad significativa como para producir un grave impacto. Además, en gran parte de los casos, se pueden integrar en los tejados de las viviendas.

1.6. Radiación

Es aquella que proviene directamente del sol como fuente natural de energía; La energía total registrada sobre una base diaria o anual se denomina radiación e indica la intensidad de dicha luz. La radiación se expresa en Wh/m² por día o, también, en Kwh./m² por día.

Con el fin de simplificar los cálculos realizados en base a la información sobre radiación, la energía solar se expresa en equivalentes a horas de luz solar plena. La luz solar plena registra una potencia de unos 1,000 W/m²; por lo tanto, una hora de luz solar plena equivale a 1 Kwh./m² de energía solar pura terrestre; en consecuencia la radiación del Sol o los rayos de luz que llegan a nosotros es utilizada directamente para generar electricidad.

1.6.1. Radiación Solar

Según HOLMAN (1998), manifiesta que “La Radiación Solar es una forma particular de radiación térmica con una distribución particular de longitudes de onda y que su intensidad depende fuertemente de las condiciones atmosféricas, época del año y del ángulo de incidencia de los rayos del sol en la superficie de la tierra.”

La energía solar tiene que atravesar la atmósfera terrestre antes de llegar a la superficie, en donde se ve afectada tanto en su dirección como en su densidad, debido a la interacción de la radiación con el ambiente. Además, la dirección con la cual incide la radiación solar directa depende no solamente de la localización geográfica y de la orientación del dispositivo solar, sino también de la época del año.

La radiación solar es el flujo de energía que se recibe del sol en forma de ondas electromagnéticas de diferentes frecuencias como luz visible, infrarroja y ultravioleta. La luz visible son las radiaciones comprendidas entre $0,4 \mu\text{m}$ y $0,7 \mu\text{m}$ pueden ser detectadas por el ojo humano (HOLMAN (1998)). Existen radiaciones situadas en la parte infrarroja del espectro de la cual una parte es ultravioleta.

1.6.2. Irradiación

La Irradiación representa la cantidad de potencia por unidad de superficie, con el fin de proporcionar un estándar en la industria fotovoltaica, los fabricantes de paneles solares han adoptado por definir una nueva unidad llamada SOL. Con éste valor, se determina la máxima potencia eléctrica de salida de un panel fotovoltaico, FV y, además, es de gran utilidad para comparar paneles de distintas procedencias.

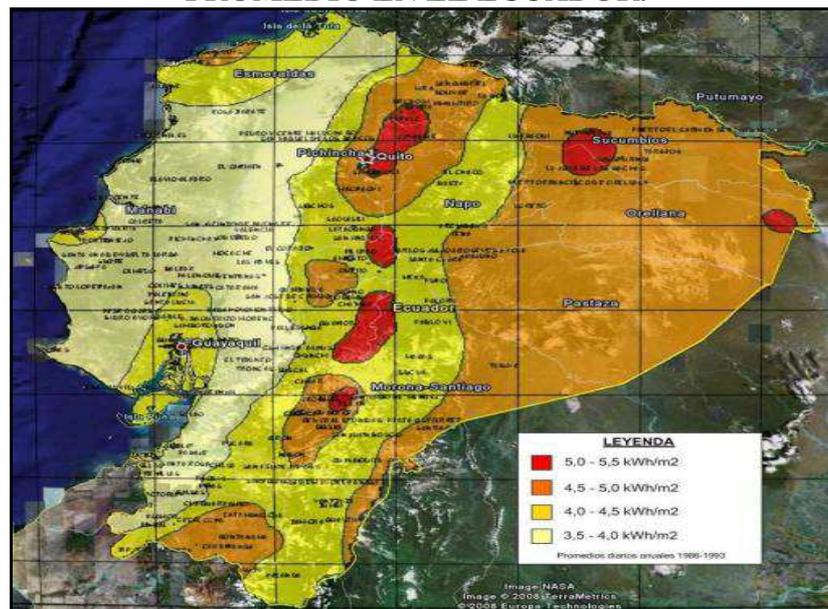
En el Ecuador existen varias ciudades donde se ha propagado la utilización de paneles fotovoltaicos, especialmente al sur de la provincia de Loja, el noreste de la provincia del Azuay, en la zona céntrica como Cotopaxi, Chimborazo; en la zona costera se han implementado varios proyectos fotovoltaicos principalmente en la provincia de Esmeraldas,

además en gran parte del Oriente ecuatoriano, en ciudades como Lago Agrio, Putumayo entre otras

Sin embargo, ciudades como Esmeraldas y el Oro no son idóneos para la utilización de sistemas fotovoltaicos, puesto que las condiciones climáticas y de vegetación hacen que en esta zona exista nubosidad la mayor parte del tiempo, reduciendo en gran forma la captación de radiación solar directa, tal como se puede observar en la imagen N° 1.2

IMAGEN 1.2

“DATOS DE IRRADIACIÓN SOLAR GLOBAL ANUAL PROMEDIO EN EL ECUADOR.”



Fuente: Mapa Solar del Ecuador CONELEC (2008).

1.6.3. Horas de Sol pico

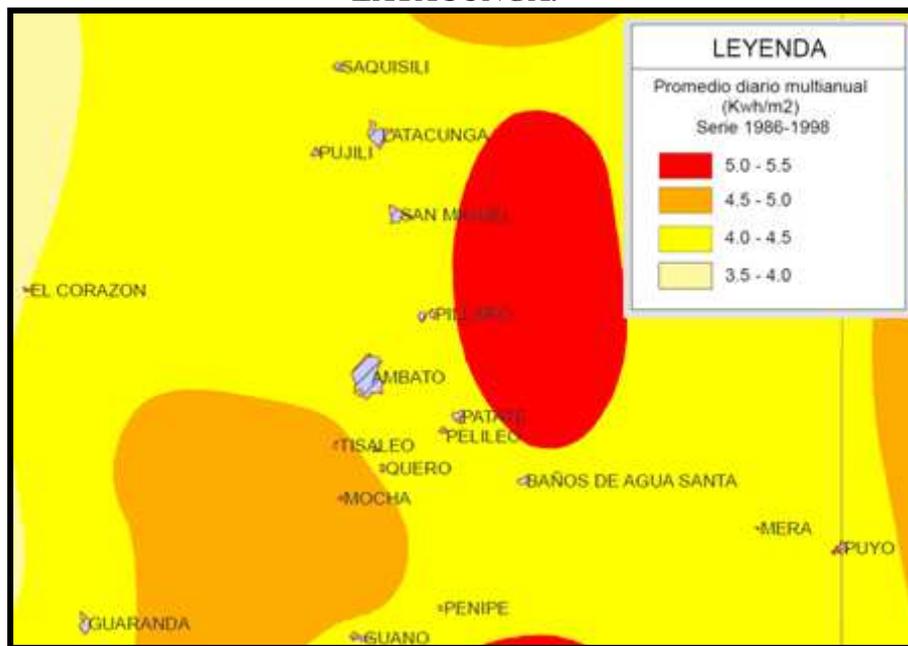
En sistemas fotovoltaicos, SFV, se emplea el concepto de “horas de sol estándar (hss)” u “horas de sol pico”. La cual es una unidad que mide la irradiación solar y se define como el tiempo en horas de una hipotética

irradiancia solar constante de 1000 W/m²; La hss se obtiene al aplicar la siguiente fórmula:

$$hss = \frac{\text{Radiación sobre superficie horizontal durante un día (kWh/m}^2\text{)}}{1 \text{ kWh/m}^2}$$

De acuerdo a la Tabla N° 1.4 de irradiación solar mensual, si en el cantón Latacunga se tiene una radiación solar diaria de 4,32 kW h/m², entonces en ese lugar se tienen 4,32 hss, como se muestra en la imagen N° 1.3

IMAGEN N° 1.3
“DATOS DE IRRADIACIÓN SOLAR GLOBAL ANUAL PROMEDIO EN LATACUNGA.”



Fuente: Mapa Solar del Ecuador ciudad de Latacunga, CONELEC (2008).

En otros términos, cuando la radiación se da en kW h/m², el número corresponde al número de hss.

RADIACIÓN TOTAL PARA ECUADOR – COTOPAXI.

En la tabla 1.4 está identificada por el nombre de la localidad, su latitud, su longitud o meridiano y los meses respectivos. Los valores horarios de radiación están dados en kW h/m² y comprendidos entre los meses de enero hasta diciembre, los valores aquí entregados corresponden a valores típicos representativos, que fluctuarán entre los valores de un día despejado y de uno nublado.

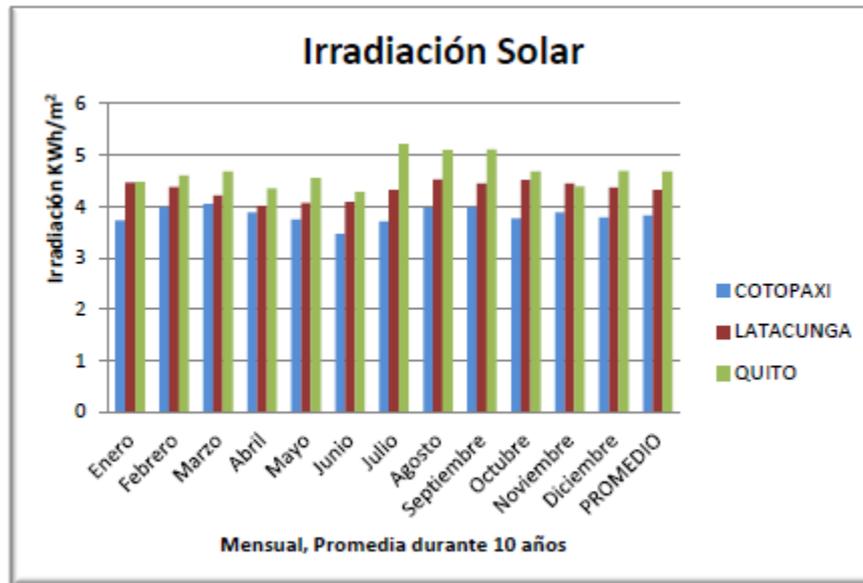
TABLA 1. 4
“VALORES DE IRRADIACIÓN SOLAR DE COTOPAXI Y LATACUNGA.”

UBICACIÓN	TABLA DE IRRADIACIÓN SOLAR MENSUAL Y PROMEDIA DURANTE 10 AÑOS (KWh/m ²)														
	LAT.	LONG.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
COTOPAXI	1 S	79 W	3,73	3,98	4,05	3,88	3,74	3,47	3,71	3,97	3,98	3,77	3,88	3,79	3,83
LATACUNGA	0,92 S	78,62 W	4,47	4,38	4,21	4,01	4,07	4,09	4,32	4,53	4,44	4,51	4,44	4,37	4,32
QUITO	0,22 S	78,48 W	4,48	4,6	4,68	4,35	4,55	4,28	5,22	5,1	5,11	4,68	4,39	4,69	4,68

Fuente: Decreto Ejecutivo N° 3970, 1996, págs. 32-35

Con estos datos se representa gráficamente (imagen 1.4) el comportamiento de la radiación a lo largo del año en la ciudad de Latacunga provincia de Cotopaxi; esta se presenta de manera comparativa las Horas de Sol Estándar diarias promedio mensual.

IMAGEN 1. 4
“HORAS DE SOL ESTÁNDAR PARA COTOPAXI, LATACUNGA Y QUITO.”



Fuente: Decreto Ejecutivo N° 3970, 1996, págs. 32-35

1.6.4. Celdas Solares

Una celda solar típica está compuesta de capas. La primera es conocida como capa de contacto posterior y, luego, dos capas de silicio. En la parte superior se encuentran los contactos de metal frontales con una capa de antireflexión, que da a la celda solar su típico color azul. Las celdas solares de silicio pueden ser de tipo monocristalinas, policristalinas o amorfas. La diferencia entre ellas radica en la forma como los átomos de silicio están dispuestos, es decir, en la estructura cristalina. Existe, además, una diferencia en la eficiencia. Por eficiencia se entiende el porcentaje de luz solar que es transformado en electricidad. Las celdas solares de silicio monocristalino y policristalino tienen casi el mismo y más alto nivel de eficiencia con respecto a las de silicio amorfo.

Estos semiconductores de silicio son el principal componente de las celdas fotovoltaicas, la luz del Sol contiene fotones que son reflejados en una celda y la celda a la vez genera corriente eléctrica, finalmente para obtener una cantidad útil de energía eléctrica se hacen grupos de celdas fotovoltaica en los paneles solares a fin de canalizar por medio de dispositivos como regulador e inversor la generación de energía eléctrica.

1.7. Alumbrado ornamental

Se trata de una nueva alternativa de decoración de espacios públicos y privados, la cual radica en el manejo de la luz de ambiente y de escenarios, estos diseños realzan la majestuosidad de monumentos y edificios emblemáticos, requieren una cooperación especial que permite a los profesionales expertos en urbanismo y bellas artes plasmar un adecuado nivel de armonía en términos estéticos, eficientes y de bajo consumo.

1.8. Tipos y niveles de iluminación

La iluminación refiere a la acción y efecto de iluminar. También, por medio de esta palabra se alude a aquellas luces dispuestas en un determinado lugar con el objetivo de alumbrar o dar luz a algo. En fotografía la luz es uno de los elementos más importantes, sin ella, no se podrían realizar fotos.”; Para la realización del trabajo investigativo se refiere al conjunto de dispositivos que se instalan para producir ciertos efectos luminosos; por lo que se mencionan los siguientes tipos de iluminación:

ILUMINACIÓN DIRECTA

En la iluminación directa el flujo de la luz se dirige casi directo y completamente sobre la zona a iluminar. Con este sistema se aprovecha entre un 90 y un 100 % de la luz. Se trata de una luz que generalmente está dada por pantallas colgantes o apliques en paredes.

Las sombras que se producen son duras e intensas. Los contrastes entre luz y sombras deben estar armonizados o calculados para no provocar un efecto violento.”

ILUMINACIÓN INDIRECTA

En la iluminación indirecta entre el 90 y 100 % de la luz se dirige hacia el techo y se distribuye luego en el ambiente por refracción. Se utilizan aparatos que en su parte inferior están cerrados y el flujo lumínico se dirige hacia arriba sin difusor. Produce un ambiente agradable, con una luz suave y sin sombras. Conviene que el techo esté pintado en colores claros.

ILUMINACIÓN SEMI – DIRECTA

Es aquella iluminación directa pero contiene un difusor o vidrio traslucido entre la lamparita y la zona a iluminar, que hace que entre un 10 a 40 % de la luz llegue a la superficie u objetos procedentes de un reflejo previo en las paredes. Las sombras que se crean no son tan duras y el riesgo de deslumbramiento disminuye.

ILUMINACIÓN SEMI – INDIRECTA

Es una iluminación que en su parte inferior ilumina con un difusor sobre la zona a iluminar y por arriba envía luz al techo sin difusor. Se utilizan lámparas difusas en el borde inferior y abiertas en la parte de superior. Genera un efecto grato sin deslumbramientos y con sombras suaves.

ILUMINACIÓN DIFUSA O MIXTA

En este tipo de iluminación el 50 % de la luz se dirige difusa hacia el techo, y de allí es reflejada, y el otro 50 % se dirige difuso hacia la zona a iluminar. Una bocha de vidrio blanco, por ejemplo, es un tipo de iluminación difusa; envía el flujo de luz a toda la habitación pero difuminado. Aquí no hay sombras y se produce una luz agradable pero poco decorativa ya que no se destacan ni sobresalen las formas.

1.9. Iluminación LED

Los LED (diodo emisor de luz) en un comienzo solo eran utilizados como señales visuales, para representar un estado u otro tipo de señal en dispositivos electrónicos. Esto se debió a la baja intensidad luminosa con la que contaban. Hoy los LED han avanzado de forma impresionante, logrando alcanzar una categoría de iluminación totalmente nueva, aportando sentido y simplicidad a la iluminación diaria.

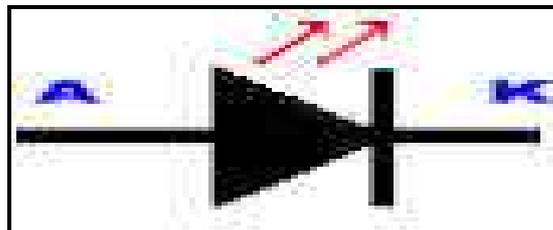
La iluminación LED ha revolucionado el mundo de la iluminación, esto por su eficacia, durabilidad, respeto con el medio ambiente y controlable, permitiendo aplicaciones novedosas y tradicionales.

Alcanzan elevados niveles de eficiencia, no generan calor, han mejorado enormemente su nivel lumínico, no generan residuos tóxicos, poseen mayor durabilidad (hasta 100000 horas), bajo consumo energético, entre otras.

DIODO LED (LIGHT EMITTING DIODE - DIODO EMISOR DE LUZ)

Es un dispositivo semiconductor que emite luz monocromática cuando por él circula una corriente eléctrica al ser polarizado en forma directa. El color depende del material semiconductor del que está construido el Led, ya que de acuerdo al material que se utilice será la longitud de onda de la luz emitida; la imagen 1.5 muestra el símbolo que representa a un diodo Led.

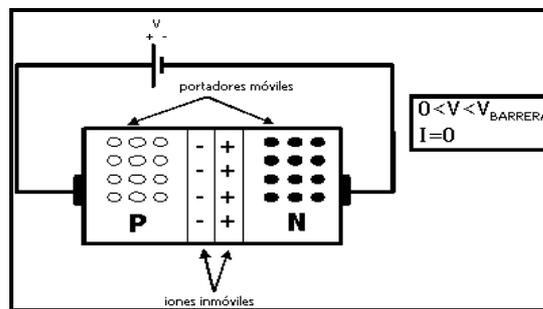
**IMAGEN N°. 1.5
“DIODO LED”**



Fuente: Personal

El principio de funcionamiento del led, se evidencia al entrar en funcionamiento al polarizar directamente la unión P-N como se representa en la imagen 1.6:

IMAGEN N°. 1.6
“FUNCIONAMIENTO LED”



Fuente: Personal

Es decir, que el polo positivo de la fuente se conecte al ánodo del diodo y el polo negativo se debe conectar cátodo del iodo, esto genera una corriente eléctrica, provocando una recombinación de huecos y electrones (al paso de la corriente). Esta recombinación requiere que la energía que posee un electrón libre no ligado se transfiera a otro estado.

La corriente de polarización normalmente va desde los 10 mA a 20 mA en diodos de color rojo, mientras que para otros colores la intensidad de corriente va desde los 20mA a 40 mA. Por otro lado el voltaje de alimentación va de 1,8 V a 2,5 V.

Siempre es recomendable proteger los Led contra corrientes inversas, una pequeña cantidad de corriente inversa no afectará mayormente el funcionamiento del diodo, pero si hay Peak inesperados este puede ser dañado seriamente. Una forma de protegerlo es colocando en paralelo al LED pero en sentido opuesto un diodo de silicio común, este permitirá que la corriente inversa existente circule a través de él.

1.9.1. Tipos de iluminación Led

A un LED se le conoce como tecnología de “iluminación de estado sólido”. Estos focos en lugar de emitir luz en vacío (como en un foco incandescente) o un gas (como los fluorescentes), emiten luz a partir de un trozo de materia sólida. En el caso de un LED tradicional, este material es un semiconductor. Dicho de manera muy simple, un LED produce luz cuando los electrones se mueven dentro de la estructura del semiconductor.

Las fuentes de luz LED ofrecen una luz blanca o de color de alta calidad, mientras que consumen mucha menos energía que otras fuentes de luz. De hecho la iluminación LED tiene el potencial de transformar la manera en que pensamos acerca de la luz, y la forma en que iluminamos nuestros espacios públicos y privados.

El LED de luz blanca ya ha logrado la generación de luz, una luz blanca de calidad y la eficiencia energética que supera con creces a las fuentes incandescentes, y que además también supera a las fuentes de luz fluorescentes. Las fuentes de luz LED ofrecen el doble de los ahorros de energía de las lámparas fluorescentes compactas, no contienen plomo o mercurio y ofrecen un nivel de flexibilidad y control que ningún otro tipo de luz puede igualar.

La iluminación LED se caracteriza de acuerdo al ambiente es decir ambiente cerrado como ambiente abierto, estos tipos son determinados por el diseño aplicado a cada uno.

1.9.2. Luminarias Led

A continuación se muestran algunas de las lámparas Led's más utilizadas (Technolamp 2015):

✓ AMPOLLETA LED DE 2 W

En este caso las muestras corresponden a la marca Osram, El flujo y eficiencia mínima es de 117 lm y 58,5 lm/W respectivamente, mientras que el flujo y eficiencia máxima son de 165 lm y 82,5 lm/W. El promedio se encuentra en 138 lm de flujo y 69 lm/W de eficiencia luminosa. Si bien es cierto poseen un bajo flujo luminoso, se puede comprobar que tienen una alta eficiencia de conversión de energía.

✓ AMPOLLETA LED DE 3 W

En este caso, existen 2 marcas adicionales, las cuales corresponden a los modelos Energy Market y SP50, la primera es distribuida por la empresa del mismo nombre, la cual además fabrica algunos modelos de ampollitas LED, su flujo es de 150 lm y su eficiencia de 50 lm/W, mientras que la segunda alcanza los 190 lm de flujo luminoso y 63,3 lm/W de eficiencia de conversión.; Además se encuentran 2 modelos de la marca Osram, de idéntico flujo y eficiencia luminosa, con 165 lm y 55lm/W respectivamente, la única diferencia entre ambas se encuentra en su tonalidad de luz, la Osram 80845 de color blanco frío, mientras que la 80846 es blanco cálido.

✓ AMPOLLETA LED DE 5 W

Estas lámparas cuentan con un flujo de 250 lm y 50 lm/W de eficiencia, mientras que las de la marca Osram, tienen flujos de 370 lm y 74 lm/W de

eficiencia. El promedio se encuentra en 298 lm de flujo y 59,6 lm/W de eficiencia.

✓ **AMPOLLETA LED DE 10 W**

De las cuatro lámparas consideradas, la de menor flujo y eficiencia corresponde a la polybrite R20, distribuida por Led Chile, con un flujo 372 lm y una eficiencia de 37,2lm/W, luego se encuentran la SB80 y la KSP – 80B, ambas con un flujo de 500 lm y 50 lm/W de eficiencia respectivamente. Finalmente la KSP80 de Casa Keim, es la que alcanza mayor flujo luminoso, igual a 750 lm y una eficiencia de 75 lm/W. El promedio está situado en los 530,5 lm de flujo luminoso y 53,1 lm/W de eficiencia luminosa.

✓ **AMPOLLETA LED DE 18,6 W**

Para la lámpara de 18,6 W, la marca Polybrite, distribuida por Led Chile, dispone de tres modelos; la Par 38 WW es la de menor flujo y eficiencia, con 440 lm y 23,7 lm/W respectivamente, luego la Par 38 CW que posee un flujo de 550 lm y una eficiencia de 29,6 lm/W, por último la Par 30 que alcanza un flujo de 656 lm y 35,3 lm/W de eficiencia. El promedio se encuentra en 479,8 lm de flujo luminoso y 29,5 lm/W de eficiencia de conversión de energía.

1.9.3. Distribución de luminarias

Cuando las instalaciones eléctricas son pequeñas por lo regular las luminarias se acomodan sin atender a aspectos de distribución de la iluminación, solo se ven los espacios y se coloca ahí un led sin la necesidad de efectuar mayores cálculos. Sin embargo cuando

corresponden a edificaciones más grandes en donde la estética y la funcionalidad tienen valor entonces las luminarias deben acomodarse de tal manera que cubran ambos requisitos además de uniformidad en la distribución de la luz, o dicho de otra manera que no queden espacios oscuros (a menos que deliberadamente se busque crear ese efecto).

Para la implementación de este tipo de iluminación ornamental, se consideran los tipos de iluminación directa, indirecta, difusa, etc. y para cada caso existirá un tipo de luminaria que dé el efecto deseado.

1.10.Sistemas de iluminación

Es una solución en el manejo de la iluminación la cual está formado por un grupo de luminarias y la instalación eléctrica, en la actualidad está basada en una red inteligente, que incorpora la integración de dispositivos de entrada y salida las cuales se activan y desactivan manualmente o automáticamente desde un panel central de control de la iluminación. Los factores fundamentales que se deben tener en cuenta al realizar el diseño de una instalación son los siguientes:

- Iluminancias requeridas (niveles de flujo luminoso que inciden en una superficie)
- Uniformidad de la repartición de las iluminancias.
- Limitación de deslumbramiento
- Limitación del contraste de luminancias.
- Color de la luz y la reproducción cromática
- Selección del tipo de iluminación, de las fuentes de luz y de las luminarias.

Es importante tener en cuenta la cantidad y calidad de luz necesaria, siempre en función de la dependencia o espacio que se va a iluminar y de la actividad que en ella se realizará.

Como elementos de un sistema de iluminación se puede anotar los siguientes:

- Fuente de luz; consiste en elegir el tipo de lámpara utilizada, que permitirá conocer las necesidades eléctricas.
- Luminaria; es aquel para aumentar el flujo luminoso, evitar el deslumbramiento y viene condicionada por el tipo de iluminación y fuente de luz escogida.
- Sistema de control y regulación de la luminaria.

1.11. Disyuntores

Un disyuntor es un interruptor automático magneto-térmico, capaz de interrumpir el circuito eléctrico, ante un aumento de la intensidad de corriente o frente a un cortocircuito, es decir están destinados a la protección de los circuitos eléctricos ante eventuales sobrecargas y cortocircuitos.

Este dispositivo se rearma luego de localizado y reparado el daño causante, a diferencia de los fusibles, que deben ser reemplazados luego de un único uso, además se utiliza como protección en caso de contactos indirectos, o sea que está relacionado con la descarga a tierra de las masas. Este dispositivo cortará la corriente en cuanto detecte la variación de voltaje ocasionada por una falla en la descarga a tierra.

El contacto indirecto con la corriente ocurre al tocar las partes de los aparatos que no están diseñados para el pasaje de la misma, pero que tienen tensión debido a algún desperfecto, por el contrario, el contacto directo es el que ocurre al tocar algunas de las partes activas de los equipos.

Generalmente un disyuntor para corriente continua, ideal para panel fotovoltaico, posee un rango desde 2,5 A a 100 A, y 80 voltios de tensión.

CAPÍTULO II

2. ANÁLISIS Y SITUACIÓN ACTUAL DEL OBJETO ESTUDIO

2.1. Reseña histórica de la Universidad Técnica De Cotopaxi

La Universidad Técnica de Cotopaxi es una entidad de Educación Superior de carácter público, dedicada a la prestación de servicios, en este caso la educación, laica y gratuita, logrando de este modo el desarrollo personal y profesional de la juventud Ecuatoriana. Se puede afirmar con gran satisfacción, que su trayectoria ha sido muy eficiente, en comparación a otras universidades del país, logrando un avance científico superior, por el desarrollo de proyectos por parte de los estudiantes, así, al inicio de sus actividades académicas existían las siguientes carreras:

- Carrera de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas
- Carrera en Ciencias Administrativas, Humanísticas y del Hombre
- Carrera en Ciencias Agrícolas, Ambientales y Veterinarias
- Carrera en Educación Semipresencial

Las áreas de especialización con las que inicio sus actividades fueron:

Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales, Ingeniería Agronómica, Ingeniería en Medio Ambiente, Ingeniería en Ecoturismo, Ingeniería en Medicina Veterinaria, Licenciatura en Contabilidad y Auditoría, Licenciatura en Inglés, Licenciatura en Cultura Física, entre otras.

En la actualidad debido al incremento de estudiantes y su acelerada incursión en la educación de calidad, la universidad ha incrementado su infraestructura de la cual se destacan el nuevo campus universitario ubicado en San Felipe, el cual posee edificios dotados de excelentes condiciones de iluminación convencional y artificial. Su estructura ha sido levantada con tecnología de punta tanto en la parte estructural, la obra civil, el sistema eléctrico, el sistema de control - vigilancia y el sistema de comunicación e información en audio - video, para garantizar que las actividades administrativas y docentes optimicen el uso de la infraestructura.

En el bloque “B”, se encuentra asentada la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas la cual cuenta con las siguientes especialidades:

- Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales
- Ingeniería en Diseño Grafico
- Ingeniería Eléctrica
- Ingeniería Industrial
- Ingeniería Electromecánica

La inauguración de este bloque emblemático de la ciudad, se efectuó en octubre del 2006, con un área de edificación es de 6.420 mts², distribuidos sistemáticamente en: 25 aulas, 5 laboratorios de cómputo, 3 aulas-laboratorios, salas para las asociaciones de estudiantes y profesores, sala de

reuniones del Consejo Universitario, sala Che Guevara, 1 vestíbulo de reunión informal o de lectura, 8 baterías sanitarias para hombres y mujeres, ascensor con capacidad para 13 personas, graderío principal, graderío de emergencia, patio central, corredores interiores y jardineras en todos los niveles.

2.1.1. Diseño de la estructura antisísmica

El bloque “B” de la Universidad Técnica de Cotopaxi, fue construida en el año 2006, siendo este un pilar en el diseño antisísmico del cantón y la provincia de Cotopaxi; es así que su crecimiento a denotado una ardua labor por parte de las autoridades de turno quienes han buscado sistemáticamente el progreso del alma mater.

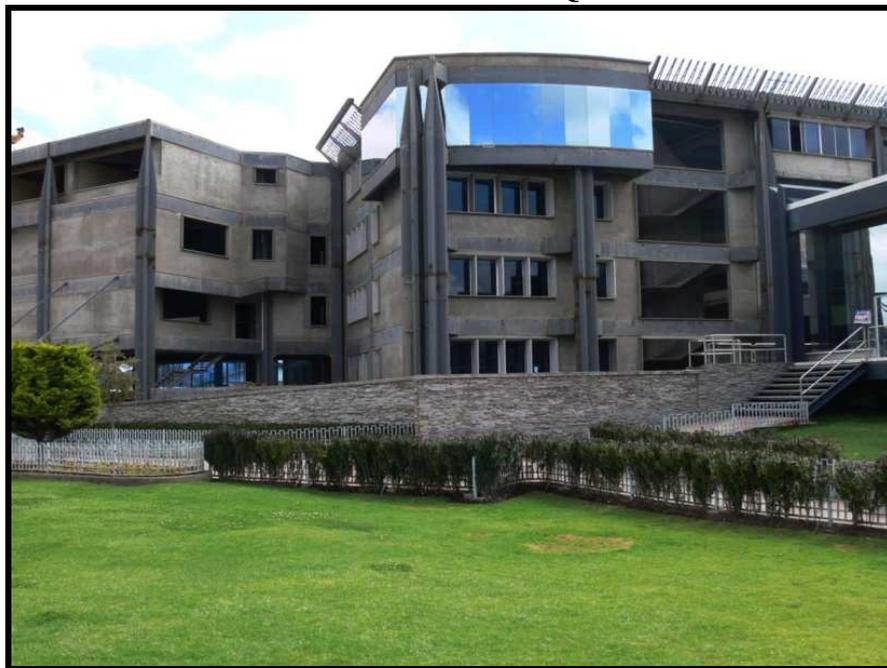
La demanda académica, principalmente en el tema de su infraestructura, permitió que el edificio del bloque Académico “B”, cuente con un elevado concepto de urbanismo y modernidad, coadyuvando la ponderación de contar con un edificio de cualidades técnicas capaz de soportar el indescifrable comportamiento de la naturaleza que presenta sismicidad en el centro del país.

La estabilidad de este edificio está garantizada, desde su concepción pues el terreno al momento de la cimentación fue debidamente adecuado tras determinarse la existencia de un río subterráneo, permitiendo a los ingenieros y arquitectos contemplar cada uno de los factores antisísmicos que requiere la infraestructura ofreciendo así seguridad y garantía de los usuarios del mismo.

Su diseño ergonómico es de acero inoxidable, reforzando el mismo en las losas y cubiertas con hormigón de alta calidad, de ésta parte la imagen moderna de la Universidad Técnica de Cotopaxi, considerada en la actualidad como una obra artística de excelencia, la cual gracias a si imponente estructura, satisface las necesidades de la comunidad universitaria.

En la imagen 2.1 se puede apreciar la fachada principal del Bloque “B” de la UTC.

IMAGEN 2.1
“FACHADA PRINCIPAL BLOQUE “B” UTC.”



Su diseño único en el centro del país, ha sido catalogado como pionero en la nueva arquitectura, ya que es una de las primeras edificaciones inteligentes que abarcan los más altos estándares internacionales, catapultando así a la Universidad Técnica de Cotopaxi como una universidad de excelencia en todos sus ámbitos.

2.1.2. Análisis del sistema de iluminación convencional

Pese a su diseño único la estructura metálica antisísmica del bloque B de la Universidad Técnica de Cotopaxi cuenta con un sistema de iluminación obsoleto y de alto costo económico de consumo de energía y de mantenimiento no amigable con el medio ambiente, el cual tiene un rubro mensual de 120 dólares americanos aproximadamente en relación al medidor N° 94961.

2.1.3. Cálculo de costo de mantenimiento

A parte del alto costo de pago de energía consumida hay que considerar el costo por mantenimiento que requiere este tipo de sistemas convencionales para mantenerlos 100% operativos, considerando un mantenimiento trimestral y cambio de accesorios de dos reflectores se obtiene los siguientes valores que se refleja en la tabla 2.1:

TABLA 2.1
“COSTO DE MANTENIMIENTO TRIMESTRAL Y CAMBIO DE ACCESORIOS DE DOS REFLECTORES DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN CONVENCIONAL”

ACCESORIOS	COSTO UND	COSTO 2 UND	COSTO ANUAL
BOMBILLOS 200w	15 \$	30 \$	120 \$
BALASTRO 200w	50 \$	100 \$	400 \$
CAPACITOR 60Hz	25 \$	50 \$	200 \$

Considerando estos gastos por mantenimiento la Universidad Técnica de Cotopaxi asume un costo anual de 720 dólares más los 120.96 dólares por consumo de energía convencional el gasto anual es de 840.96 dólares.

2.2. Diseño de la investigación

2.2.1. Metodología

El método a utilizarse para la investigación y análisis de los factores ambientales es el método analítico sintético, porque se desarrolla un análisis de cualitativo de los componentes intervinientes en la generación de energía alternativa; se complementa con la síntesis que integra las partes constitutivas del objeto en estudio.

De la misma manera se utilizó el método Inductivo – deductivo por cuanto estos permiten puntualizar las características elementales del problema en estudio debido a que facilita el proceso de recolección de información que está encaminado a obtener los resultados a través de las encuestas y entrevistas.

Posteriormente se recurrirá al Método Estadístico mediante el cual se tabulará y representará gráficamente los resultados obtenidos con la aplicación de la encuesta, para continuamente emitir un informe con las respectivas conclusiones y recomendaciones que permitirá tomar decisiones adecuadas al momento de ejecutar la propuesta planteada.

2.2.2. Métodos de investigación

Método Inductivo.- Para la presente propuesta investigativa se va utilizó este método, debido a que permite la obtención de conclusiones generales a partir de realidades particulares, para lo cual se aplicará cuatro pasos esenciales tales como la observación de los hechos para su registro; la clasificación y el estudio; la derivación inductiva que parte de los hechos y permite llegar a una generalización; este método se aplicará para proponer la solución a los efectos de la aplicación del sistema de iluminación ornamental.

Método Deductivo.- este importante método debido a que suele pasar de general a lo particular, de forma que partiendo de enunciados de carácter universal y utilizando instrumentos científicos, se concluyen enunciados particulares, para lo cual se aplicará los siguientes pasos: observación del fenómeno a estudiar, deducción de consecuencias y proposiciones elementales y la verificación de los enunciados, es por eso que su aplicación permitirá conocer aspectos generales de la implantación del sistema ornamental mediante la utilización de paneles fotovoltaicos.

Método Analítico.- Para esta investigación también se utilizó este método, puesto que este consiste en analizar las partes de un todo, de manera que se pueda establecer las causas y efectos, para lo cual se debe aplicar los siguientes pasos: observación, descripción, examen crítico enumeración de las partes, ordenamiento y clasificación, su aplicación permitirá conocer más acerca del objeto de estudio facilitando de esta forma la formulación de nuevos criterios.

Métodos Empíricos.- Para la recolección de datos, que son la materia prima de la presente investigación se utilizara los siguientes métodos fundamentales que nos permitirán obtener la información necesaria para poder realizar el anteproyecto.

2.2.3. Técnicas

Técnicas oculares

Observación.- Radica principalmente en observar y constatar ocularmente el comportamiento de la naturaleza referente al comportamiento del clima en cuanto a la radiación ionizante de los rayos cósmicos y las partículas energéticas solares que se ven inmersas en el medio ambiente del sector.

Técnicas verbales

Indagación.- Es la obtención de la información de forma verbal tanto a los responsables directos de cuidado y mantenimiento de la iluminación de la edificación institucional.

Técnicas escritas

Encuesta.- En el proceso de recopilación de la información los tesisistas consideran que fue necesario aplicar esta técnica, ya que es un conjunto de preguntas dirigidas a los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con el fin de conocer sus diversas opiniones por lo cual se utilizará un cuestionario de 8 preguntas, la cual ayudará a recabar información para determinar la factibilidad del proyecto.

Medición.- Se verificará el cumplimiento de las normas vigentes al momento de efectuar los cálculos de diseño; estos cálculos permitirán

determinar la capacidad de carga que necesaria para abastecer de manera permanente las luminarias led.

2.2.4. Universo, Población y muestra

En la actualidad existen 400 estudiantes que se educan en la jornada nocturna, quienes se consideran el universo total de la investigación, para conocer la situación actual del Bloque “B” de la Universidad Técnica de Cotopaxi, se realizaron las correspondientes encuestas en relación al universo existente, de lo cual se ha escogido 240 estudiantes por ser mayor al 50% del universo, utilizando un lenguaje claro y entendible las respuestas obtenidas de la investigación se asumieron para establecer el valor específico, y el número exacto de equipos que se utilizaran en la hacienda.

Una vez aplicado los instrumentos de recolección de información se procedió a realizar el tratamiento correspondiente para el análisis y diseño de demanda en base a los datos obtenidos, por cuanto la información que arrojó fue la que indica el estimado de demanda, fue necesaria la aplicación de la investigación descriptiva que identificó los equipos y la situación actual de los entes involucrados, y posteriormente los resultados obtenidos llevarlos a un análisis

2.3. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS COMPONENTES DE ILUMINACIÓN

El bloque “B” de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en la actualidad para satisfacer las necesidades energéticas, utiliza tecnología convencional pública (energía eléctrica tradicional), la misma que es utilizada entre otras aspectos para abastecer los requisitos de iluminación mediante el uso de lámparas fluorescentes, reflectores incandescentes.

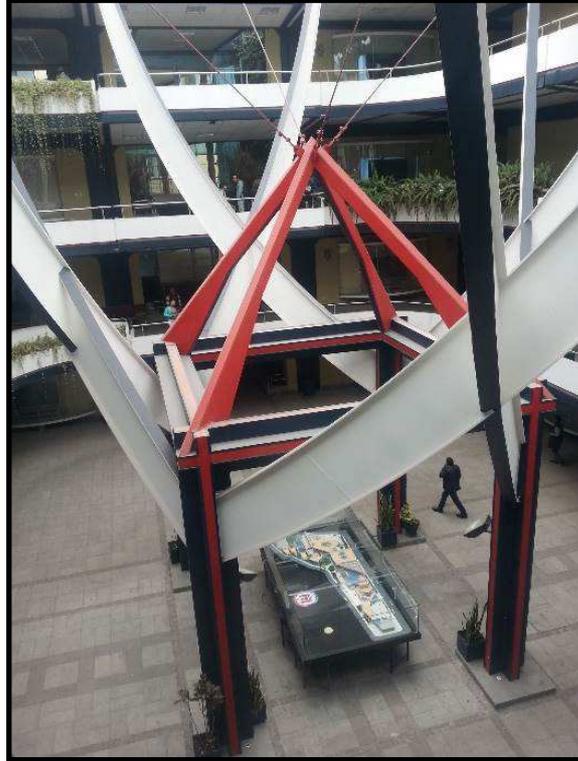
En la imagen 2.2 se muestran los reflectores incandescentes que cuenta la estructura antisísmica del Bloque “B” de la UTC

**IMAGEN N° 2.2
“REFLECTORES INCANDESCENTES BLOQUE “B” UTC”**



En la imagen 2.3 se muestra la estructura metálica antisísmica que se encuentra ubicada en el centro del bloque “B” cuenta actualmente con sistema de iluminación que comprende de 4 reflectores de bulbo incandescente de 150W, 220V AC que se encuentra obsoleto y con una fuente de alimentación de la red pública, esta se encuentra instalada en referida estructura.

IMAGEN 2.3
“ESTRUCTURA METÁLICA ANTISÍSMICA BLOQUE “B” UTC”



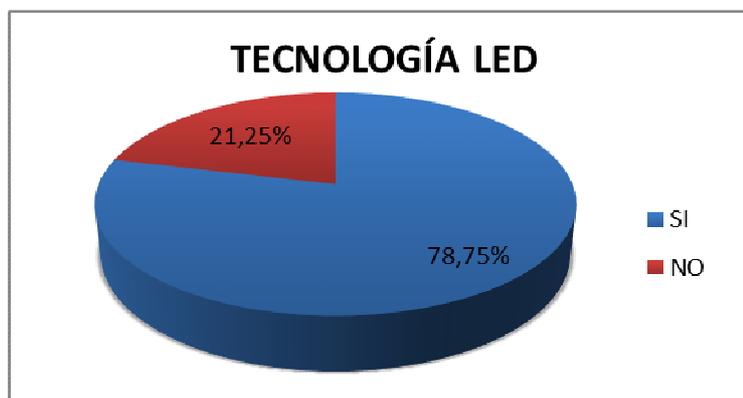
2.4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

1. ¿Conoce usted el uso de tecnología LED para iluminación?

TABLA 2.2. “TECNOLOGÍA LED”

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	189	78,75%
NO	51	21,25%
TOTAL	240	100,00%

GRÁFICO 2.1. “TECNOLOGÍA LED”



ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

Del 100% de las personas encuestadas el 78,17% dice conocer el uso de la tecnología LED para iluminación; mientras que el 21,21% expresa que no conoce acerca del uso de esta tecnología.

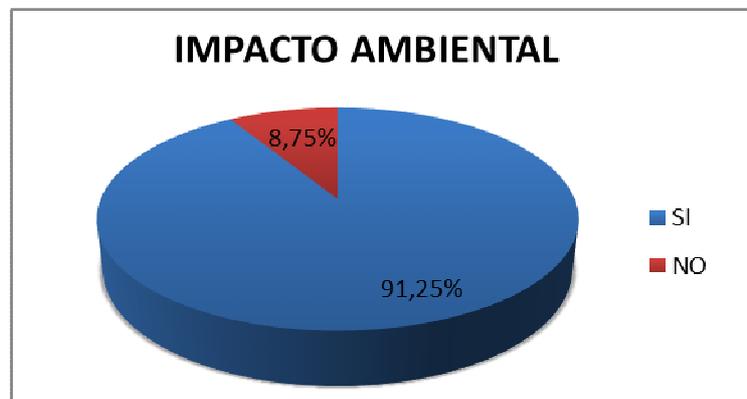
Se debería informar y capacitar a la población sobre el uso de la tecnología LED para la iluminación y las bondades que ofrece la misma.

2. ¿Sabía usted que al momento de aplicar energías alternativas se reducirá el impacto ambiental?

TABLA 2.3. “IMPACTO AMBIENTAL”

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	219	91,25%
NO	21	8,75%
TOTAL	240	100,00%

GRÁFICO 2.2. “IMPACTO AMBIENTAL”



ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

Del total de encuestas realizadas el 91,25% manifiesta que al aplicar energías alternativas si se reduciría el impacto ambiental; el 8,75% desconoce del tema.

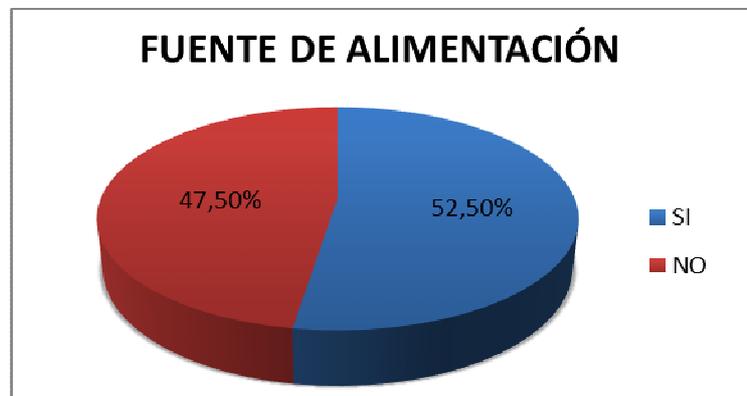
La mayoría de las personas encuestadas conoce que la utilización de energías alternativas reducen el impacto ambiental; razón por la que se debería crear proyectos para la utilización de este tipo de energías; logrando la preservación del ambiente.

3. ¿Conoce usted las distintas aplicaciones de energías alternativas como fuente de alimentación?

TABLA 2.4. “FUENTE DE ALIMENTACIÓN”

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	126	47,50%
NO	114	52,50%
TOTAL	240	100,00%

GRÁFICO 2.3. “FUENTE DE ALIMENTACIÓN”



ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

Del 100% de las encuestas realizadas el 52,50% opina conocer las distintas aplicaciones de energías alternativas como fuente de alimentación; mientras que el 47,50% desconoce las distintas aplicaciones.

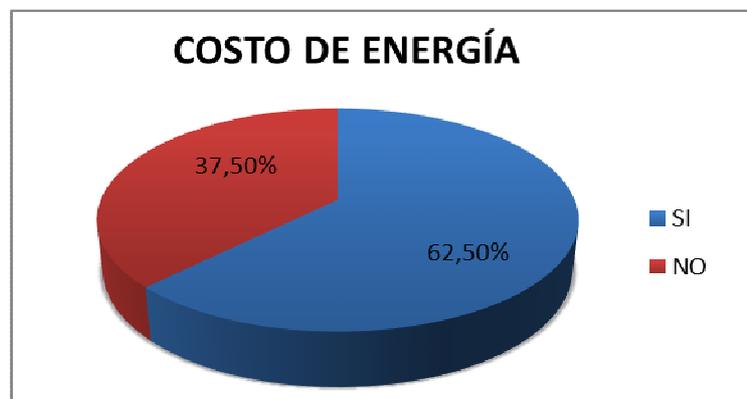
Se debería promulgar y capacitar a las personas acerca de las diversas aplicaciones de energía alternativa, la cual servirá como fuente de alimentación; con la finalidad de que la comunidad opte por un nuevo tipo de fuente de alimentación.

4. ¿Sabía usted que el costo de energía eléctrica convencional disminuirá mediante el uso de tecnología LED?

TABLA 2.5. “COSTO DE ENERGÍA”

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	150	62,50%
NO	90	37,50%
TOTAL	240	100,00%

GRÁFICO 2.4. “COSTO DE ENERGÍA”



ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

Del 100% de las encuestas realizadas el 62,50% expresa que el costo de energía eléctrica convencional disminuirá mediante el uso de tecnología LED; el 37,50% opina que el costo no disminuirá.

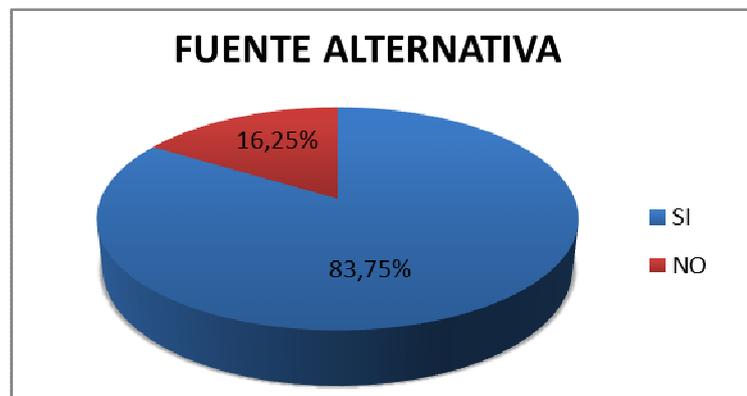
La mayoría de las personas encuestadas manifiesta conocer que mediante el uso de tecnología LED se ahorrará la energía eléctrica convencional; se deberán realizar conversatorios para determinar el grado de ahorro en la planilla eléctrica y tratar de que la comunidad prefiera la tecnología LED.

5. ¿Sabía usted que al aplicar un sistema de iluminación con tecnología LED y una fuente de generación alternativa se reducirá notablemente el impacto ambiental?

TABLA 2.6. “FUENTE ALTERNATIVA”

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	201	83,75%
NO	39	16,25%
TOTAL	240	100,00%

GRÁFICO 2.5. “FUENTE ALTERNATIVA”



ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

Del total de las encuestas realizadas el 83,75% dice que al aplicar un sistema de iluminación con tecnología LED y una fuente de generación alternativa si se reducirá notablemente el impacto ambiental; mientras que el 16,25% expresa que no se reducirá el impacto ambiental.

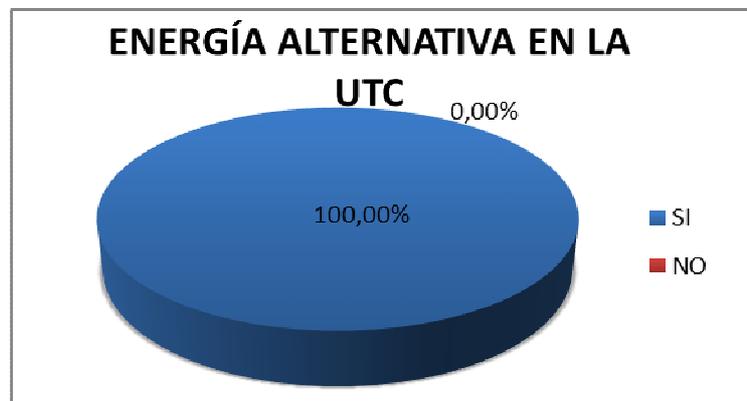
La gran mayoría de las personas encuestadas están de acuerdo que con el uso de la tecnología LED el impacto ambiental se reducirá. Se trata de que la población conozca de las ventajas de la tecnología LED, y se decida usar la misma, contribuyendo de esta manera a la conservación ambiental.

6. ¿Considera usted necesario que se aplique este tipo de tecnologías y energías alternativas en la U. T. C.?

TABLA 2.7. “ENERGÍA ALTERNATIVA”

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	240	100,00%
NO	0	0,00%
TOTAL	240	100,00%

GRÁFICO 2.6. “ENERGÍA ALTERNATIVA”



ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

El 100% de las encuestas efectuadas manifiestan que necesario que se aplique este tipo de tecnologías y energías alternativas en la U. T. C.

Con la finalidad de dar a conocer la aplicación de tecnologías y energías alternativas y ser el ejemplo para la comunidad, en la Universidad Técnica de Cotopaxi se realizará la aplicación de tecnologías alternativas.

7. ¿Cree usted necesario la implementación de un sistema de iluminación ornamental con tecnología LED en la estructura metálica antisísmica del bloque B de la U. T. C., con una fuente de alimentación de energías alternativas?

TABLA 2.8. “IMPLEMENTACIÓN TECNOLOGÍA”

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	240	100,00%
NO	0	0,00%
TOTAL	240	100,00%

GRÁFICO 2.7. “IMPLEMENTACIÓN TECNOLOGÍA”



ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

El 100% de las encuestas ejecutadas dicen que necesario la implementación de un sistema de iluminación ornamental con tecnología LED en la estructura metálica antisísmica del bloque B de la U. T. C., con una fuente de alimentación de energías alternativas.

Se demostrará a la comunidad que con el uso de tecnologías alternativas, se puede lograr los mismos resultados que con la tecnología convencional; apoyando a la conservación del medio ambiente.

8. ¿Considera importante la implementación de este tipo de proyectos para promover investigación con la aplicación de estas tecnologías amigables con el medio ambiente?

TABLA 2.9. “PROMOVER INVESTIGACIÓN”

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	240	100,00%
NO	0	0,00%
TOTAL	240	100,00%

GRÁFICO 2.8. “PROMOVER INVESTIGACIÓN”



ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

El 100% de las encuestas efectuadas muestran que es importante la implementación de este tipo de proyectos para promover investigación con la aplicación de estas tecnologías amigables con el medio ambiente.

La implementación de este proyecto, permitirá que nuevos estudios se realicen entorno a la utilización de tecnologías amigables con el medio ambiente; permitiendo que en futuro se reemplace la tecnología convencional con tecnologías alternativas.

VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

El sistema de generación fotovoltaica permitió alimentar el banco de baterías con energía necesaria para el funcionamiento de la luminarias Led`s ubicadas en el bloque “B” de la UTC.

La captación de energía solar a través de los paneles solares utilizados en el presente estudio permitió acumular seis horas de energía suficiente en el banco de baterías de 126 Amperios hora, para generar energía lumínica en cada una de las ampolletas led.

Se instaló un banco de baterías de plomo ácido a un nivel de voltaje de 12 V en conexión paralelo para almacenar una mayor cantidad de energía y cubrir con la demanda de voltaje requerida las luminarias.

Por el diseño de la iluminación ornamental se buscó la mejor alternativa de las baterías existentes en el mercado, tomando en cuenta que si se instalan baterías de mayor capacidad no se acoplan en el área y estética del edificio.

2.5. Conclusiones y Recomendaciones

2.5.1. Conclusiones

- El 100% de las encuestas efectuadas a la comunidad universitaria del Bloque “B” manifiestan que la Universidad Técnica de Cotopaxi, necesita incursionar en proyectos de energía limpia para beneficio de la sociedad.

- El 91,25% de las encuestadas realizadas manifiestan que al aplicar energías alternativas si se reduciría el impacto ambiental ya que la energía renovable se avecina como una alternativa sustentable que permitirá la implementación de un proyecto ornamental

- El 83,75% de la comunidad universitaria reitera que es necesaria la incursión e implementación de un sistema de iluminación con tecnología LED y una fuente de generación fotovoltaica como proyecto innovador referente a energías alternativas, el cual beneficiara directamente a la sociedad, pues desencadena la vinculación entre los recursos renovables y el medio ambiente.

- El 100% de los universitarios consideran de suma importancia la implementación de este proyecto, que permitirá a través de este se realice nuevos estudios entorno a la utilización de tecnologías amigables con el medio ambiente; permitiendo que en futuro se reemplace la tecnología convencional con tecnologías alternativas.

2.5.2. Recomendaciones

Se recomienda:

- Que las Autoridades Universitarias motiven y gestionen la investigación e implementación para el uso de energía alternativa en el Alma Mater y fuera de la misma con la finalidad de ser propulsores en la utilización de este tipo de energía.
- Efectuar campañas permanentes sobre la utilización de energía alternativa orientada a la preservación del medio ambiente. .
- Realizar la socialización respectiva sobre la implementación del presente proyecto de investigación, pues el mismo abarca directamente a Autoridades, Alumnos y Ciudadanía como beneficiarios directos del mismo.
- Determinar el abastecimiento suficiente para una iluminación ornamental adecuada, a fin de satisfacer las exigencias establecidas en las normas de iluminación de exteriores.

CAPÍTULO III

3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN ORNAMENTAL

3.1. Justificación

El desarrollo globalizado de la sociedad en el siglo XXI se ha caracterizado por la modernidad, avances tecnológicos, electromecánicos y electrónicos, siendo la energía eléctrica el factor principal para su desenvolvimiento; en las instituciones sean públicas o privadas se manejan los recursos eléctricos con la finalidad de preservar las fuentes que lo abastecen es decir las cuencas de agua de las diferentes ciudades del país; sin embargo las entidades de control se han propuesto buscar nuevas fuentes de energía a bajo costo y en beneficio de la sociedad en general sin que exista un seguimiento adecuado para lograr este fin.

La importancia de la ejecución del presente proyecto investigativo es con fin de buscar alternativas de solución a los problemas que aquejan actualmente a la UTC en cuanto al suministro de energía alternativa y por consiguiente permite efectuar un estudio de campo para la utilización de energía renovable, teniendo como campo de acción la generación eléctrica, para generar con este recurso un ambiente ornamental dentro de las instalaciones universitarias.

El desarrollo de este sistema permitirá que la UTC disponga de una fuente de energía renovable y abastezca de manera regular iluminación ornamental al bloque “B”; manteniendo un ambiente libre de contaminación visual.

3.2. OBJETIVOS

3.2.1. Objetivo General

Diseñar e implementar un sistema de iluminación ornamental de la estructura metálica antisísmica principal del bloque “B” de la Universidad Técnica De Cotopaxi, mediante el uso de tecnología led y energías alternativas como fuente de alimentación.

3.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar los elementos necesarios para la implementación de iluminación ornamental del bloque “B” de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

- Efectuar los cálculos necesarios a fin de generar energía alternativa para dotar de iluminación ornamental mediante el uso de paneles fotovoltaicos.

- Implantar la iluminación ornamental en el bloque “B”, de acuerdo a los estándares de calidad establecidos.

- Evaluar el funcionamiento del sistema una vez culminada la instalación.

3.3. Análisis técnico

La energía requerida es aquella necesaria para abastecer un determinado número de estancias de luminarias. El cálculo se lo efectuó considerando 4 luminarias incandescentes, las cuales se encenderán de manera diaria y simultánea, las cuales permanecerán prendidas aproximadamente 6 horas diarias, se consideró una fuente de alimentación de energía convencional y el costo económico a pagar en un año; la información se refleja en las tablas 3.1 y 3.2 :

TABLA 3.1
“DEMANDA DE ENERGÍA DIARIA DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN CONVENCIONAL”

EQUIPOS AC	VOLTIOS (V)	POTENCIA (W)	CANTIDAD (N)	POTENCIA TOTAL	UTILIZACIÓN (h)	ENERGÍA (Wh/día)
REFLECTORES INCANDESCENTES	120	150	4	600	6	3.6

TABLA 3.2
“DEMANDA DE ENERGÍA DIARIA, MENSUAL, ANUAL Y COSTO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN CONVENCIONAL”

EQUIPOS AC	ENERGÍA (Wh/día)	ENERGÍA (Wh/semana)	ENERGÍA (Wh/mes)	ENERGÍA (Wh/año)	COSTO KWH	COSTO ANUAL
REFLECTORES INCANDESCENTES	3.6	25.2	100.8	1209.6	10.33 ctv	120.96 \$

El costo que asume la Universidad Técnica de Cotopaxi anual es de 120,96 dólares por un sistema iluminación convencional.

3.4. Base Legal

La universidad Técnica de Cotopaxi, gestiona su accionar a buscar la excelencia en sus áreas de tecnología e investigación, enfocando sus estrategias a una verdadera vinculación social en función de la demanda académica y las necesidades del desarrollo universitario.

Así dentro de las políticas que formula el Plan Nacional del Buen Vivir (SNPD 2013), se consideran factores que inmiscuyan directamente a las entidades públicas a fortalecer y mejorar el entorno mediante la implementación de proyectos en beneficio del medio ambiente y sociedad en general, aprobándose en sesión del 24 de junio de 2013 y publicado mediante resolución N° CNP-002-2013, dentro del objetivo número 11 expresa lo siguiente:

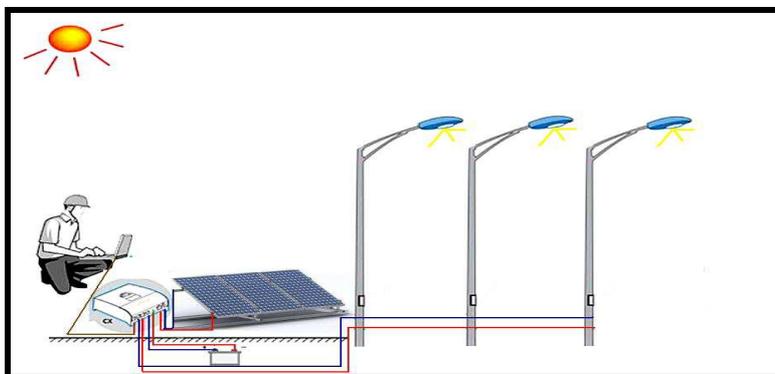
“11.1 Reestructurar la matriz energética bajo criterios de transformación de la matriz productiva, inclusión, calidad, soberanía energética y sustentabilidad, con incremento de la participación de la energía renovable.”

En consecuencia, la factibilidad legal se evidencia de manera directa y la misma ha sido canalizada directamente por las autoridades universitarias para la recepción de los equipos fotovoltaicos mediante actas de entrega recepción e inventariando en sus registros de activos fijos de acuerdo a los criterios contables gubernamentales establecidos para el efecto.

3.5. Diseño y cálculos

Teniendo en cuenta que el sistema a implementar es amigable con el medio ambiente con una vida útil de 20 años con leves mantenimientos y con el fin de garantizar el óptimo funcionamiento de la iluminación se partió del siguiente diseño base para realizar los cálculos correspondientes:

IMAGEN 3.1
“DISEÑO BASE ILUMINACIÓN”



3.5.1. Cálculo Energía Requerida

La energía requerida es aquella necesaria para abastecer un determinado número de estancias de luminarias. El cálculo se lo efectuó considerando 8 luminarias led, las cuales se encenderán de manera diaria y simultánea, las cuales permanecerán prendidas aproximadamente 6 horas diarias, se consideró la generación de corriente continua (DC).

En la tabla 3.3 se refleja la demanda de energía diaria del sistema de iluminación con tecnología Led.

TABLA 3.3
“DEMANDA DE ENERGÍA DIARIA DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN”

EQUIPOS DC	VOLTIOS (V)	POTENCIA (W)	CANTIDAD (N)	POTENCIA TOTAL	UTILIZACIÓN (h)	ENERGÍA (Wh/día)
REFLECTORES LED	12	30	8	240	6	1440

Una vez efectuado el análisis de la demanda requerida, se obtiene la correspondiente estimación de pérdida de tensión que se refleja en la tabla 3.4:

TABLA 3.4
“ESTIMACIÓN DE PÉRDIDA”

Coefficiente de perdidas(rendimiento del acumulador)	kb	0.05
Coefficiente de perdidas (transmisión efecto joule, etc.)	Kv	0.05
Coefficiente de auto descarga diaria de las baterías	Ka	0.05
Días de autonomía de la instalación	Da	1
Profundidad de descarga diaria de baterías	Pd	80%

Fuente: Núñez M, Salazar C (2014)

La metodología de cálculo utilizada para realizar el diseño y dimensionamiento de la instalación es la planteada por Núñez M., Salazar C. (2014).

El Rendimiento Global constituye uno de los factores más relevantes para la efectividad de la instalación fotovoltaica, el mismo se obtiene utilizando la siguiente ecuación:

$$R_G = (1 - K_b - K_v) * (1 - \frac{K_a * D_a}{P_d}) \quad \text{Ecuación N° 1}$$

$$R_G = 82.8 \%$$

3.5.2. Especificaciones técnicas de paneles

Los paneles solares utilizados cumplen los requerimientos internacionales para ser utilizados en los proyectos de generación de energía eléctrica, para lo cual se efectuó la correspondiente investigación de las diferentes empresas importadoras de paneles solares verificando su eficiencia, costo y stock en el mercado, se optó por la compra del panel SIMAX SM636-150 de la empresa distribuidora PROVIENTO S.A.

TABLA 3.5
“SELECCIÓN DE PANELES SOLARES”

EMPRESA DISTRIBUIDORA	MARCA	MODELO	EFICIENCIA (%)	COSTO (\$)	STOCK
ELECTRO ECUATORIANA	SIMAX	SM536-95	17.8	420	OK
ELECTRO ECUATORIANA	SIMAX	SM536-90	16.8	370	0
RENOVAENERGIA S.A.	TYSOLAR	TYN-85 S 5	15.9	225	IMPORTACIÓN
PROVIENTO S.A.	SIMAX	SM636-150	15.5	225	OK
RENOVAENERGIA S.A.	EXMORK	100P	15.3	275	OK

Fuente: Proveedores

3.5.3. Dimensionamiento de los Paneles Solares

Los paneles solares utilizados cumplen los requerimientos para la transformación de una parte de la radiación solar con una célula fotoeléctrica para generar tensión. Los paneles solares que se utilizaron generan 12 V, para definir el dimensionamiento de la cantidad de paneles necesarios en la instalación se consideró las horas pico solares, HPS, las cuales son las horas diarias de luz solar equivalentes referidas a la irradiación constante =1 Kw/m² (CONELEC (2008)), a la cual se mide la potencia de los paneles solares.

La cantidad de energía producida por un panel durante todo el día, es equivalente a la energía que se produciría en las horas de pico solar si el panel opera a su potencia máxima.

Los factores que intervienen directamente se denotan en la tabla 3.6.

TABLA 3.6
“DIMENSIONAMIENTO DE PANELES”

Radiación del lugar	GD	4,32 kwh/m2/día
Demanda de energía total del sistema	ET	1440 W/h/día
Rendimiento global	RG	82.80%

Fuente: www.conelec.gob.ec/archivos_articulo/Atlas.pdf

Con los factores establecidos se aplica la siguiente ecuación:

$$PG = \frac{ET}{RG * GD} (W)$$

Ecuación N° 2

$$PG = 406,50 (W)$$

El número de paneles resulta de la siguiente ecuación:

$$NP = \frac{PG}{PN}$$

Ecuación N° 3

Dónde PN: Potencia del panel a utilizar en este caso es de 150 W.

$$NP = 2,71$$

El dimensionamiento resultante, es de 3 paneles solares los cuales conectados entre sí satisface la demanda requerida por el sistema.

3.5.3.1. Especificaciones Técnicas los Paneles Solares

En la tabla 3.7 se detalla los datos técnicos de los paneles solares que se utilizados en el proyecto de fabricación china.

TABLA 3.7
“ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS PANELES”

DATOS TÉCNICOS	
Tipo	SM636-150
Tipo de celda solar	Mono-crystalline,156mm X 156mm
Numero de celdas	36 pcs
Dimensiones del modulo	1482 x 676 x 35 mm (156 x 156mm cell)
Peso del modulo	12 kg
Conector / Sección	Cixi Renhe
Cables, Largos (+/-)	Personalizable
Cubierta delantera de cristal	Safety Glass
Cubierta delantera de cristal	3,2 mm
Marco	Aluminio Anodizado
DATOS ELÉCTRICOS	
Potencia Máxima	150 W
Tolerancia Máxima	2%
Voltaje Máximo	18,1 V
Corriente Máxima	8,42 A
Voltaje de circuito abierto	22,6 V
Corriente de corto circuito	8,88 A

Fuente: <http://www.proviento.com.ec/SM636-150W.pdf>

3.5.4. Dimensionamiento del Sistema de Acumulación

El dimensionamiento de acumulación, depende directamente de la energía solar disponible en el emplazamiento de la instalación, y de la inclinación óptima del panel fotovoltaico con respecto al sol para captar la máxima energía solar, en este caso se encuentra con un ángulo de 15° en relación al norte ecuatoriano por motivos de factibilidad en la implementación; esta

inclinación no afecta la capacidad de carga de los paneles solares pues por la ubicación geográfica en la que se encuentra la ciudad de Latacunga, los rayos ultravioletas caen directamente al centro de la tierra; estos factores determinan la carga efectiva de la batería.

RENDIMIENTO DE BATERÍAS

Su rendimiento efectivo se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$\eta_B = 100\% - Kb \quad \text{Ecuación N° 4}$$

Donde η_B : Rendimiento efectivo de baterías

$$\eta_B = 95\%$$

ENERGÍA DE ACUMULACIÓN REQUERIDA

La energía de acumulación es diaria, para lo cual se aplica la siguiente ecuación:

$$QM = \frac{ET}{\eta_B} \frac{Wh}{día} \quad \text{Ecuación N° 5}$$

Donde QM: Energía diaria de acumulación requerida:

$$QM = 1515,78 \text{ (Wh/día)}$$

CAPACIDAD DE ACUMULACIÓN

Para calcular la capacidad efectiva de acumulación se considera un día para lo cual se utiliza la siguiente ecuación:

$$C_{DA} = \frac{QM}{V} \frac{Ah}{día} \quad \boxed{\text{Ecuación N° 6}}$$

Donde C_{DA} : Capacidad diaria de acumulación

$$C_{DA} = 126,31 \text{ (Ah/día)}$$

PROFUNDIDAD DE DESCARGA

De acuerdo a los cálculos efectuados por Hinojosa C. y Olguín J. (2011), las baterías de plomo ácido utilizadas presentan un 80 % de profundidad de descarga.

CAPACIDAD TOTAL DE BATERÍAS

Las baterías al estar ubicadas en un ambiente idóneo, garantiza su capacidad total; la misma que se calcula de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$C_{TB} = \frac{C_{DA} * DA}{PdD} \text{ (Ah)} \quad \boxed{\text{Ecuación N° 7}}$$

$$C_{TB} = 157,89 \text{ (Ah)}$$

BATERÍAS REQUERIDAS

Con los datos establecidos previamente, se establece el número de baterías a utilizar en el sistema de iluminación, considerando directamente como coeficiente la capacidad de baterías a utilizar 80 Ah, y aplicando la siguiente ecuación:

$$N_B = \frac{CTB}{CB \text{ usar}} \frac{Ah}{Ah}$$

Ecuación N° 8

$$N_B = 1,97$$

Por consiguiente el número de baterías utilizadas en el sistema son 2.

3.5.3.1. Especificaciones Técnicas de las Baterías

En la tabla 3.8 se muestran las especificaciones técnicas de las baterías utilizadas en el proyecto de fabricación ecuatoriana.

TABLA 3.8
“ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS BATERÍAS”

Batería	Ecuador
Modelo	E3 NS78L
Polos	D
Número de Placas	15
Capacidad (Ah)	83
Caja Tipo	30 H
Largo (mm)	255
Ancho (mm)	170
Alto (mm)	224

Fuente: Fabricante, <http://www.bateriasecuador.com/doc/Vehiculos%20livianos%20E3%20-%20Baterias%20Ecuador.pdf>

3.6. Dimensionamiento de los conductores

Para determinar el dimensionamiento de los conductores es necesario determinar la distancia existente entre cada uno de los componentes; por lo tanto la corriente del regulador se utilizará en las conexiones:

Panel -> Panel -> Panel->Regulador

$$I_R = 30,00[A]$$

Por consiguiente se utilizará un calibre AWG número 10 orientado a la caída de tensión respectiva.

- Para el cálculo de la caída de tensión y calibre del conductor Panel->Panel se considera un cable 10 AWG (6 mm²)
- Para el cálculo de la caída de tensión y calibre del conductor Panel->Regulador se considera un cable 10 AWG (6 mm²)
- Para el cálculo de la caída de tensión y calibre del conductor Regulador->Batería se considera un cable 10 AWG (6 mm²)
- Para el cálculo de la caída de tensión y calibre del conductor Controlador->Cargas se considera un cable 6 AWG (13,3 mm²)

Para efectuar el cálculo de la caída de tensión de voltaje en los conductores se aplicó la siguiente Ecuación:

$$\Delta V\% = \frac{\Delta V}{V_N} * 100$$

Ecuación N° 9

En la tabla 3.9 se reflejan los valores obtenidos del voltaje de caída de tensión ($\Delta V\%$) de los diferentes conductores utilizados en el sistema los cuales se encuentran en el margen de aceptación con respecto a la Tabla 1.1.

TABLA N° 3. 9
“CAÍDA DE TENSIÓN DE CONDUCTORES”

	Distancia m	N° Conductores	AWG	R Ω/m	Corriente A	Voltaje V	ΔV %
Panel- Panel	2	2	10	0.00327	21.20	12	1.15
Panel- Controlador	2	2	10	0.00327	21.20	12	1.15
Controlador- Batería	2	2	10	0.00327	21.20	12	0.50
Controlador- Cargas	2.5	2	6	0.00127	20.00	12	0.80

Fuente: Fabricante

3.7. Diseño del tablero de control

El sistema de iluminación, abarca el conjunto de medios y elementos útiles para la generación, transporte y distribución de la energía fotovoltaica. Estos factores se centran en un panel o tablero de control (Imagen 3.2), el cual es supervisado y monitoreado por un supervisor responsable; este tablero de control ofrece el control, seguridad y protección de todo el sistema de iluminación.

En términos generales, el tablero de control centraliza los dispositivos de conexión, control, maniobra, protección, medida, señalización y distribución de la energía, mediante indicadores luminosos de cada elemento; todos estos dispositivos permiten que una instalación eléctrica funcione apropiadamente.

IMAGEN 3.2
“TABLERO DE CONTROL”



Los elementos que contiene el tablero de control son:

- Regulador de voltaje
- Cables de interconexión, alimentación y distribución.

El tablero de control es metálico y está ubicado en la parte superior del edificio, se encuentra sostenido por una estructura metálica asentada en el piso; cada uno de los elementos se encuentran debidamente identificados mediante señalética.

3.7.1. Especificaciones Técnicas de los Controladores

En la tabla 3.10 se muestran las especificaciones técnicas de los controladores instalados en el sistema.

TABLA 3.10
“ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS CONTROLADORES”

Regulador	Sun Light- 10/20
Entrada Solar Reted	10/20 A
Cierre de Batería	14,1 V
Batería llena	14,4 V
Carga de Desconexión	11,7 V
LVD Reconexión	12,8 V

Fuente: http://www.proviento.com.ec/SunSaver_gen3.pdf

3.7.1.1. Especificaciones Técnicas de Luminarias LED

En la tabla 3.11 se muestran las especificaciones técnicas de las luminarias Led utilizadas en el proyecto.

TABLA 3.11
“ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LUMINARIAS LED”

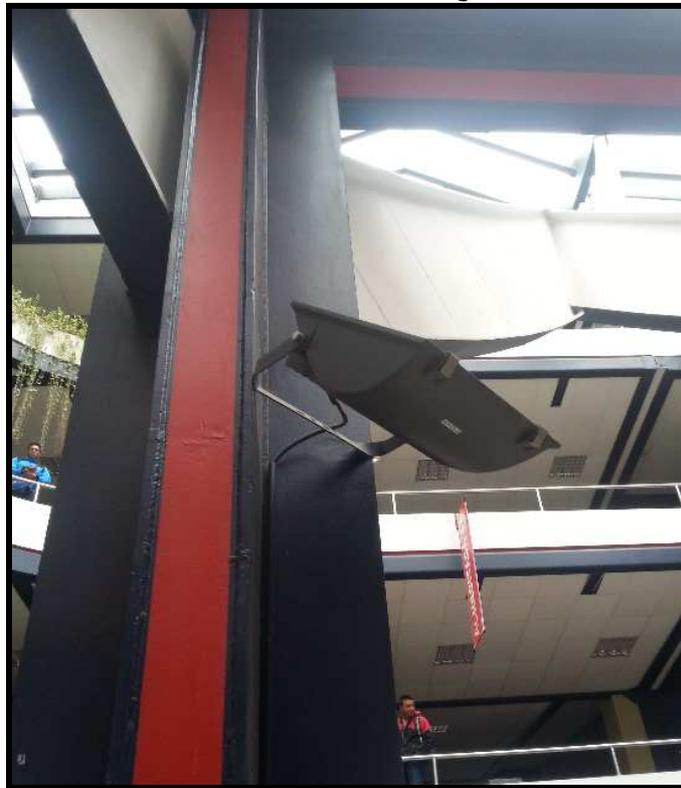
Tipo	Reflector LED
Potencia	30 W
Flujo Luminoso	2700 lm
CCT	6000 K
Fuente de Luz	1 Chips LEDs
Angulo de Has de Luz	120 grados
Alimentación	12 Vdc
Bastidor	Aluminio
IP	66
Temperatura de Operación	25°C +45°C
Dimensiones	225L x225 W X10h

Fuente: <http://iledperu.com/sites/iledperu.com/files/Reflectores%2010-20-30-50-140.pdf>

3.7.2. Diseño ornamental

A fin de preservar el ornato del edificio del bloque “B” de la Universidad Técnica de Cotopaxi, se conservará la ubicación de los reflectores existentes, y se canalizaron los cables de acuerdo a los estándares establecidos.

IMAGEN 3.3
“REFLECTORES BLOQUE “B””



3.7.3. Materiales Utilizados

Para la implementación del presente proyecto de iluminación ornamental, se utilizaron los siguientes materiales que se muestran en la tabla 3.12:

TABLA 3.12
“MATERIALES UTILIZADOS”

Nº	Descripción	Cantidad
1	Módulos de panel solar de 150 W	3
2	Controlador 12V / 20A	1
3	Controlador 12V / 10A	1
4	Baterías	2
5	Alambre de cobre (rollos)	Requerido
6	Soporte para paneles solares	3
7	Soporte para Baterías	2
8	Tablero de control	1
9	Luminarias Led	8
10	Abrazaderas	50
11	Pernos de Sujeción	100
12	Cintas de protección	3

3.7.4. Implantación del sistema

Una vez determinados los cálculos y materiales necesarios se procedió a la implementación del sistema de iluminación, para lo cual se siguieron los siguientes pasos:

- a) Retiro de los reflectores obsoletos existentes de la estructura metálica del bloque “B” de la UTC.
Este proceso se lo efectuó de manera sistemática, previo el corte del suministro eléctrico a fin de evitar riesgos (Imagen 3.4).

IMAGEN 3.4
“REFLECTORES OBSOLETOS”



b) Desinstalación de materiales obsoletos de los reflectores existentes. Como se puede observar en la imagen 3.4, estos materiales se encontraban en pésimo estado, razón por lo cual los mismos no funcionaban adecuadamente (Imagen 3.5).

IMAGEN 3.5
“MATERIALES OBSOLETOS”



- c) Instalación de bombillos led en los reflectores existentes
Para este proceso se tomaron en consideración las recomendaciones del fabricante (Imagen 3.6).

IMAGEN 3.6
“INSTALACIÓN DE BOMBILLOS LED”



- d) Ensamblaje de soporteria para paneles solares bases de baterías.
Esta actividad se la efectuó en el mismo lugar en el que se instalarían los paneles solares, debido principalmente a la fácil manipulación y facilidad de montaje de los soportes (Imagen 3.7).

IMAGEN 3.7
“ENSAMBLAJE DE SOPORTE PARA PANEL SOLAR”



e) Instalación de soporteras:

Se lo ubicó en la terraza del bloque “B” de la UTC, esta se encuentra en directamente en el piso con un ángulo de inclinación 45° con relación al eje, su ubicación es accesible para efectuar el mantenimiento de las paneles solares (Imagen 3.8).

IMAGEN 3.8
“INSTALACIÓN DE SOPORTE PARA PANEL SOLAR”



f) Instalación y conexión de baterías de 12v DC:

En este proceso se consideró que se deben ingresar dos pares de conductores aislados o cables (Calibre: $2 \times 4 \text{ mm}^2$, ó 12 AWG) en un mismo terminal de la bornera de conexiones (Imagen 3.9).

IMAGEN 3.9
“INSTALACIÓN Y CONEXIÓN DE BATERIAS”



La polaridad se encuentra marcada sobre la batería al lado de cada terminal con las siguientes simbologías, (+) para la polaridad positiva y, (-) para la polaridad negativa. Los conductores aislados o cables polarizados (+) y (-) deben ser fijados a los bornes (conectores) de la batería, los que deben ser entregados con sus respectivas arandelas y tuercas, y las mismas deben estar empatadas al regulador de voltaje de acuerdo a la polaridad.

Las baterías se encuentran conectadas mediante un circuito paralelo a fin de mantener el normal desenvolvimiento de la carga y distribución de energía.

- g) Instalación de tablero de control: se encuentra sobre una base metálica, la cual se encuentra anclada al piso (Imagen 3.10).

IMAGEN 3.10
“INSTALACIÓN TABLERO DE CONTROL”



Durante la instalación del tablero de control, se tuvo en consideración el fácil acceso y seguridad del usuario, al momento de operar los dispositivos; se preservó el espacio necesario para la conexión eléctrica, así como la debida señalética interna de los diferentes elementos, generando una visualización agradable y comprensible para su monitoreo y mantenimiento.

En el tablero de control se encuentra anclado el regulador de voltaje, inversor y la bornera de conexiones.

h) Instalación y conexión de controladores:

La instalación de los controladores, se los efectuó de acuerdo a lo señalado por el fabricante dentro de los requisitos mínimos es decir dejando un espacio mínimo de 5 cm con relación a los costados y un espacio de 20 cm tanto arriba como abajo. El acceso a los terminales de los controlador son de fácil acceso y estar claramente identificados tanto los bornes como las polaridades conectividad de los diferentes componentes (Imagen 3.11).

**IMAGEN 3.11
“CONEXIÓN DE CONTROLADORES”**



i) Instalación y conexión de paneles solares:

Los cables fueron polarizados de acuerdo a su naturaleza es decir positivos y negativos (+ y -) , los bornes se encuentran conectados en los bornes correspondiente en su respectiva su caja de conexiones. Otro factor considerado fue la distancia que predomina entre los modulos fotovoltaicos y el tablero de control, con la finalidad de garantizar, caídas de tensión inferiores a 1 % entre el módulo fotovoltaico y el controlador de carga (Imagen 3.12).

IMAGEN 3.12
“CONEXIÓN DE PANELES SOLARES”



j) Tendido de cables:

Se utilizó cable de cobre N° 10, el cual permite una adecuada manipulación en cuanto a los empalmes (Imagen 3.13).

IMAGEN 3.13
“TENDIDO DE CABLES”



k) Instalación de Reflectores LED:

Primeramente se efectuó la instalación de cuatro reflectores Led en la estructura metálica del bloque “B” de la UTC, los cuales iluminan directamente el exterior del mismo (Imagen 3.14).

IMAGEN 3.14
“INSTALACIÓN DE REFLECTORES”



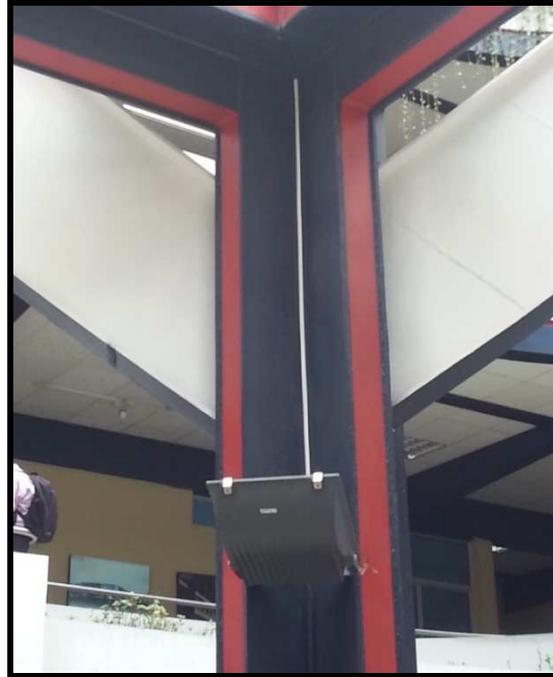
Posteriormente se efectuó la instalación de 4 reflectore LED ya existentes con cambios realizados(luz incandescente por luz led) (Imagen 3.15).

IMAGEN 3.15
“INSTALACIÓN DE REFLECTORES EXISTENTES”



Finalmente se efectuó la conexión de relectores con el tendido del cable (Imagen 3.16).

IMAGEN 3.16
“TENDIDO DE CABLES”



3.7.5. Prueba del sistema de Iluminación

Una vez terminadas las instalaciones de los diferentes equipos, que comprenden el sistema de iluminación, se procedió a realizar las pruebas de funcionamiento durante el día en generación de carga de los paneles solares y durante la noche con el encendido de las luminarias y descarga del banco de baterías. Estas pruebas se lo realizaron durante siete días. Mediante la utilización de un multímetro se realizó la comprobación de los valores de corriente y voltaje para comprobar el correcto funcionamiento del sistema. Las mediciones realizadas se muestran en la tabla 3.13 y 3.14, junto con los valores especificados por los fabricantes de los paneles, baterías y luminarias.

TABLA 3.13
“VALORES OBTENIDOS VS VALORES A OBTENER”

DETALLE	VALORES OBTENIDOS	VALORES A OBTENER
Voltaje de generación de paneles solares	21,22 V	18,1 V
Corriente de generación de paneles solares	21,20 A	25,26 A
Voltaje de banco de baterías	14,53 V	12 V
Voltaje de salida a luminarias	12,5 A	12 V
Corriente de consumo	15,8 A	20 A
Carga Instalada	197,5 Vatios	240 Vatios

Como se pueden observar en los valores obtenidos se encuentran en los rangos especificados por los respectivos fabricantes.

TABLA 3.14
“VALORES OBTENIDOS DURANTE SIETE DÍAS”

Fecha	Hora	Voltaje de Generación Paneles (V)	Voltaje de Banco de Baterías (V)	Voltaje Luminaria (V)	Corriente consumo (A)	Carga	Clima
05/08/2015	14:00	21,25	14,55				Soleado
06/08/2015	20:00		10,47	12,02			Nublado
07/08/2015	19:00		13,88	12,35	15,49	191,41	Soleado
08/08/2015	16:00	22,60	14,80				Soleado
09/08/2015	17:00	23,50	14,64				Soleado
10/08/2015	20:00		10,80	12,40	15.63	193.92	Nublado
11/08/2015	21:00		9,25	11,80	16,87	199.15	Nublado

3.7.6. Costo Económico del Sistema de Iluminación

TABLA 3.15 (A)
COSTOS DE MATERIALES DIRECTOS

CANT.	UNIDAD	DETALLE	VALOR (\$)
4	UND	REFLECTORES LED 30W/12VDC	320.00
2	UND	PANELES SOLARES SIMAX 150WP/12VDC	450.00
1	UND	CONTROLADOR DE CARGA SL20L-12	160.00
1	UND	PANELES SOLARES SIMAX 150WP/12VDC	225.00
1	UND	CONTROLADOR DE CARGA SL20L-12	95.00
2	UND	BATERIAS E2 24HD (NS78L)	273.22
2	UND	BORNES GRANDES	5.00
4	UND	FOCOS SOKET	80.36
4	UND	FOCOS SOKET	76.79
100	MTS	CABLE # 6 SIETE HILOS	79.88
1	UND	GABINETE 30X20X20	19.20
3.5	MTS	CABLE # 8 SIETE HILOS	4.69
			1,789.14

TABLA 3.15 (B)
COSTOS DE COMPONENTES PARA INSTALACIÓN

CANT.	UNIDAD	DETALLE	VALOR (\$)
25	MTS	CABLE # 12	12.50
1	UND	RIEL DIM	2.46
20	MTS	CABO	7.00
3	MTS	PLÁSTICO	6.00
2	UND	MONTAJE	22.00
1	UND	PISTOLA	5.00
10	MTS	MANGUERA 3/4"	2.50
1	UND	MULTÍMETRO DIGITAL TRISCO	50.00
1	UND	JUEGO DE DESTORNILLADORES	25.00
1	UND	JUEGO DE LLAVES	25.00
1	UND	PIZAS	5.50
5	UND	CINTA 33	15.00
15	UND	CANALETAS	60.00
5	DIAS	ANDAMIOS	51.80
5	DIAS	DOS PERSONAS MANO DE OBRA	200.00

COSTOS DE GASTOS INDIRECTOS			
120	DIAS	TRANSPORTE	240.00
120	DIAS	ALIMENTACIÓN	240.00
2	UND	Cuaderno	7.00
500	HORAS	Uso internet	300.00
500	UND	Copias	10.00
500	UND	Impresiones a color	75.00
1000	UND	Impresiones en Blanco/ Negro	50.00
4	UND	Empastados	60.00
10	UND	CD's	5.00
1000	UND	Hojas papel bond tamaño A4	10.00
4	UND	Esferos	4.00
4	UND	Lápices	2.00
COSTO TOTAL			1,492.79

Como se puede observar, el costo de implementación del presente proyecto es de 1789.14 dólares los cuales fueron asumidos por el autor. Estos costos en el caso de ser absorbidos por la Universidad Técnica de Cotopaxi, se fijaría un retorno de aproximadamente dos años, a partir de la fecha de instalación, por el ahorro de 129.96 dólares anual del rubro económico que al dejar de cancelar por la energía eléctrica convencional y 840.96 dólares por costo de mantenimiento anual se retribuye a las arcas universitarias. Además, el sistema tiene una vida útil de 20 años y los costos de mantenimiento son relativamente bajos y se lo aplicaría cada 6 meses como es la limpieza de los paneles solares, nivelación de agua de las baterías, lo que garantizará el correcto funcionamiento del sistema.

3.8. Conclusiones y Recomendaciones

3.8.1. Conclusiones

- Se ha diseñado, construido, implementado y evaluado un sistema de generación fotovoltaico para la iluminación de la estructura metálica antisísmica principal del bloque “B” de la UTC, que suministra los requerimientos de energía eléctrica de 8 reflectores LED; que se utilizaran, fundamentalmente en el horario nocturno.

- Los valores obtenidos durante la evaluación del sistema de generación fotovoltaico están dentro del rango especificado por los fabricantes de los diferentes elementos que ponen de manifiesto que el sistema está diseñado y opera correctamente.

- El sistema de generación fotovoltaico implementado permitirá minimizar los costos de operación y de mantenimiento así como eliminar el costo de energía eléctrica convencional del sistema interconectado durante, aproximadamente, 20 años.

3.8.2. Recomendaciones

- Diseñar un colector automático para generar la captación; principalmente para mantener el nivel de agua suficiente en las baterías; así como realizar mensualmente la limpieza de los paneles solares, para que no se acumule tierra o polvo que pueda obstaculizar la recepción de los rayos solares.
- Supervisar permanente en cuanto a la utilización de la luminaria, pues al hacer mal uso de la misma puede conllevar a que se desgasten las baterías y provocando que las luminarias no trabajen adecuadamente.
- Mantener los vínculos académicos con los sectores sociales, con la finalidad que los estudiantes universitarios pongan en práctica los conocimientos adquiridos en las aulas universitarias en beneficio de los sectores más vulnerables de la sociedad.
- Brindar atención y seguimiento tanto a la obra civil como a la implementación del sistema ornamental, pues este tipo de proyectos generan un impacto favorable en la comunidad universitaria, motivando a los estudiantes a efectuar nuevos trabajos de investigación relacionados al uso de energía alternativa.

3.9.Referencias Bibliográficas

3.9.1. Bibliografía Citada

- CASTILLO Luis, OLGUÍN Marschhausen Juan Luis, “Estudio de Tecnologías, Sistemas de Iluminación”, Segunda Edición,(2011).
- CENTROSUR, “Manual Básico de los Sistemas Fotovoltaicos”, Cuenca-Ecuador, (2011).
- CHIVELET, Martín. “Energía Solar Fotovoltaica”, Editorial Reverte SA, (2007).
- CONELEC (2008) Atlas Solar del Ecuador
- HARPER ENRÍQUEZ, G., “Manual Práctico del Alumbrado”, Primera Edición,(2003)
- MALHOTRA, Naresh, (2004), “Investigación de Mercados Un Enfoque Aplicado”, Segunda Edición) (Pag.: 115, 168).
- MACANCELA ZHUMI Luis Gerardo (2012) Tesis “Diagnóstico de la implementación de los sistemas fotovoltaicos correspondientes a la primera etapa del proyecto YANTSA II ETSARI”
- MEDINA, Quesada Ángeles, DE LA CASA Hernán, FRANCISCO Jurado Melguizo, “Generación de energía eléctrica con sistemas fotovoltaicos conectados a la red”, Segunda Edición, Editorial Abecedario (2011).
- RIOFRIO P. Micro Hidroenergía. Tercera Edición, (2007).
- TAYLOR y Bogdan (1986) “Técnicas de Recolección de información” (2007),

3.9.2. Bibliografía Consultada

- Agencia Internacional de la Energía, (2011),
- Consejo Nacional de Electrificación (Conelec)

- HERNÁNDEZ, Roberto; FERNÁNDEZ, Carlos; BASTIDAS, Piedad; “Metodología de la Investigación”, Cuarta Edición.
- JUVINALL, R. (1977), “Fundamentos de Diseño para Ingeniería Mecánica”. Segunda Edición
- LEIVA ZEA, Francisco, “Metodología de la Investigación Científica” Quito, Quinta Edición.
- MACANCELA, Zhumi Luis Gerardo (2012), “Diagnóstico de la implementación de los sistemas fotovoltaicos correspondientes a la primera etapa del proyecto YANTSA II ETSARI”
- OCÉANO, Ediciones Diccionario Enciclopédico, Océano Uno, Colombia, 1999.
- RUIZ OLABUÉNAGA, J.I.; (1996); Metodología de la investigación cualitativa; Bilbao: Deusto.
- SARMIENTO, P. 1995. Energía Solar: Aplicaciones e Ingeniería.
- TAPIA L. Teoría de Electricidad. 2da.ed. Quito: EPN. 1989.
- ULLOA, Francisco, “Guía para la Investigación”, Latacunga, 1998.

3.9.3. Bibliografías Web

- http://www.lighting.philips.com/es_es/led/information/leds_explain_to_ol.php?main=es_es&parent=1&id=es_es_led&lang=es, Información de ampolletas LED, 15/12/2013
- <http://es.scribd.com/doc/19058681/definiciones>, 15/12/2013.
- http://sil.senado.cl/cgi-bin/sil_tramitacion.pl?6349,S,Estado de Tramitación sobre el uso de Ampolletas LED, 20/12/2013
- <http://www.apec-esis.org>, Normativa para la Utilización de Ampolletas, 20/12/2013

- <http://www.senado.cl/appsenado/index.php?mo=sesionessala&a=getDocumento&teseid=10060&legiid=479#Tema88>, Sesión de Discusión sobre la utilización de Ampolletas LED, 10/01/2014
- <http://www.explora.cl/otros/energia/e-solar.html>, Curso de Energía Solar, funcionamiento de Celdas Solares, 11/01/2014
- <http://www.casamusa.cl/media/pdf/catalogo-iluminacion-led-technolamp-v2.pdf>
- <http://www.buenvivir.gob.ec>

ANEXOS

TECHNICAL DATA SHEET SM636-150

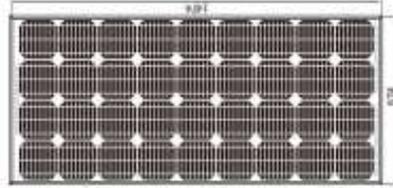
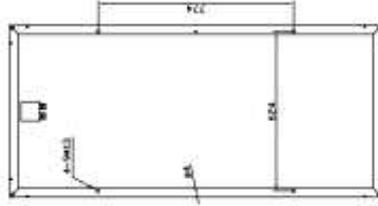
Technical Data

Type	SM636-150
Type of Solar Cell	Mono-crystalline, 150mm × 150mm
Number of Cells	36 pcs
Size of module	1482 × 676 × 35mm (156 × 156mm cell)
Module Weight	12 kg
Connector / Crase-Section	Cril Renite
Cables Length (+/-)	Customizable
Front Cover Glass	Safety Glass
Front Cover Glass Thickness	3.2 mm
Frame	Anodized Aluminium

Electrical Data

Maximum Power	P_{max}	150 W
Power Tolerance	Δ_{pm}	+2%
Maximum Power Voltage	U_{mp}	18.1 V
Maximum Power Current	I_{mp}	8.42 A
Open Circuit Voltage	U_{oc}	22.6 V
Short Circuit Current	I_{sc}	8.88 A
Cell Efficiency	η_{cell}	15.5 %
Maximum System Voltage	U_{dc}	1000 V

STC: Irradiance 1000 W/m²; Spectrum AM 1.5; Cell Temperature 25°C, Wind 0 m/s



Temperature Coefficients

Power Coefficient	$\alpha_p (P_{max})$	-0.50 ± 0.05 %/K
Voltage Coefficient	$\beta_v (U_{oc})$	-0.35 ± 0.01 %/K
Current Coefficient	$\gamma_i (I_{sc})$	0.06 ± 0.01 %/K

Power Warranty

10 years performance warranty to 90 %
25 years performance warranty to 80 %
5 years warranty against production and material defects

Certifications

IEC 61215, IEC 61730, TUV, CE, ISO9001:2000



Simax(suzhou) Green New Energy Co.,Ltd Add:beibangting riverside,suzhou road,taijiang city,jiangsu province,China

Tel: +86-512-33378555 Fax: +86-512-33378556

Url: www.simaxsolar.com Email: info@simaxsolar.com



SUNSAVER™ CONTROLADOR SOLAR

Morningstar se complace en presentar el SunSaver de tercera generación. Desde su primera presentación en el mercado en 1996, se han instalado más de 1 millón de controladores SunSaver en más de 73 países para numerosos sistemas de energía solar; entre estos, petróleo/gas, telecomunicaciones e instrumentación, marina y navegación y hogares remotos. Hemos conservado mucho de nuestro diseño existente, por ejemplo, las mismas clasificaciones, el espacio y la interfaz de usuario simple y, además, hemos agregado diversas funciones de alto valor nuevas y avanzadas:

- Protecciones electrónicas completas
- Carga de batería de 4 etapas
- Autodiagnóstico para detectar fallas críticas
- LED de estado multicolor
- 3 LED para el estado de carga de la batería
- Recuperación de batería descargada
- Modo de telecomunicaciones para cargas sensibles
- Límite de carga máxima para cargas sensibles
- Cubierta para proteger los terminales de cables
- Certificaciones adicionales



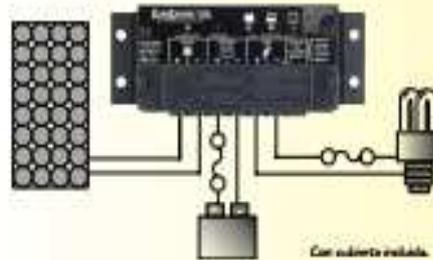
Características clave y beneficios

- **Fiabilidad sumamente alta**
 - Índice de falla menor que 1 por cada 1.000 enviados (<0,1 %)
 - Estado 100 % sólido. Diseño de MOSFET de energía
 - Fabricado en una fábrica que cumple con ISO 9000
 - Prueba de 100 % de funcionalidad anterior al envío
- **Baterías con vida útil más larga**
 - Carga PWM avanzada
 - Diseño de serie (sin derivador de corriente) para un funcionamiento frío
 - Carga de 4 etapas: principal, absorción, flotación, compensación
 - Puntos de ajuste optimizados para batería sellada o con electrolito líquido
 - Carga con compensación de temperatura
 - Desconexión de carga de bajo voltaje en diversas versiones
- **Diseñado para ambientes rigurosos**
 - Clasificación de temperatura de -40 °C a +60 °C
 - Encapsulación de epoxi para protección contra el ingreso de humedad y polvo
 - Protección contra la corrosión: terminales de clasificación marina y carcasa de aluminio anodizada
 - Certificado para su uso en ubicaciones peligrosas
- **Fácil de instalar y de usar**
 - Gracias a los ajustes previos de fábrica, no se requieren configuraciones de instalación
 - Las protecciones electrónicas evitan daños debido a errores de cableado
 - Funcionamiento y recuperación de fallas completamente automáticos
 - Los LED muestran información extensa acerca del estado, fallas, y condición de la batería

SUNSAVER™ CONTROLADOR SOLAR

Versiones de SunSaver

	Corriente solar	Corriente de carga	Voltaje del sistema	LVD
• SS-6-12 V	6 A	6 A	12 V	No
• SS-6L-12 V	6 A	6 A	12 V	Si
• SS-10-12 V	10 A	10 A	12 V	No
• SS-10L-12 V	10 A	10 A	12 V	Si
• SS-10L-24 V	10 A	10 A	24 V	Si
• SS-20L-12 V	20 A	20 A	12 V	Si
• SS-20L-24 V	20 A	20 A	24 V	Si



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Eléctricas

- Clasificaciones máx. de carga y fotovoltaica: Según la amperios
- Voltaje del sistema: 12 o 24 voltios
- Voltaje mín. de la batería: 1 voltio
- Voltaje de regulación: 12 voltios 24 voltios
- Batería sellada: 14,1 V 28,2 V
- Batería con electrolito líquido: 14,4 V 28,8 V
- Desconexión de carga: 11,5 V 23,0 V
- Reconexión DBV: 12,6 V 25,2 V
- Voltaje solar máx.:
 - Batería de 12 V: 30 voltios
 - Batería de 24 V: 60 voltios
- Capacidad de carga predeterminada:
 - SunSaver-6: 45 amperios
 - SunSaver-10: 65 amperios
 - SunSaver-20: 140 amperios
- Autoconsumo: < 8 mA
- Precisión de voltaje: 12 V: +/- 25 mV (común)
24 V: +/- 48 mV (común)
- Protección temporal contra sobrevoltaje: 1500 W por conexión

Mecánicas

- Tamaño de cable: 5 mm² / AWG n.º 10
- Peso (desempacado): 0,23 kg
- Dimensiones: 15,2 x 5,5 x 3,4 cm

Ambientales

- Temperatura ambiente: -40 °C a +60 °C
- Temperatura de almacenamiento: -55 °C a +80 °C
- Humedad: 100 % sin condensación
- Tropicalización: Encapsulación de epoxi
Terminales de clasificación marino
Carcasa de aluminio anodizada

Protecciones electrónicas

- Solar: Sobrecarga, cortocircuito, alto voltaje
- Carga: Sobrecarga, cortocircuito, alto voltaje
- Batería: Alto voltaje
- Todos: Polaridad invertida, alta temperatura, rayos y sobrevoltajes temporales
- Corriente invertida en la noche
- Carga de la batería:
 - Método de carga: PWM de la serie de 4 etapas
 - Etapas de carga: Principal, absorción, flotación, compensación
 - Compensación de temperatura:
 - Coefficiente: 12 V: -30 mV/°C
24 V: -60 mV/°C
 - Margen: -30 °C a +60 °C
 - Puntos de ajuste: Absorción, flotación, compensación

Indicaciones de LED

- LED de estado (1): Cargando o no cargando
Condiciones de error solar
- LED de la batería (2): Nivel de la batería
Etapas de carga

Certificaciones

- ETL con clasificación en la lista UL 1741 y CSA C22.2 N.º 107.1-01
- Ubicaciones peligrosas: Clase 1, División 2, Grupos A,B,C,D
CSA C22.2W213
- Pautas generales de EMC: Inmunidad, emisiones, seguridad
- FCC: Clase B, Parte 15
- CE
- RoHS
- ISO 9000

GARANTÍA: Período de garantía de cinco años. Comuníquese con Morningstar o con el distribuidor autorizado para conocer los términos completos.

DISTRIBUIDOR DE MORNINGSTAR AUTORIZADO:

MORNINGSTAR
CORPORATION

8 Pheasant Run
Newtown, PA 18940 EE.UU.
Tel.: +1 215-321-4457 Fax: +1 215-321-4458
Correo electrónico: info@morningstarcorp.com
Sitio web: www.morningstarcorp.com

© 2010 MORNINGSTAR CORPORATION IMPRIMIDO EN EL EE. UU. 20100101





Características de los reflectores LED

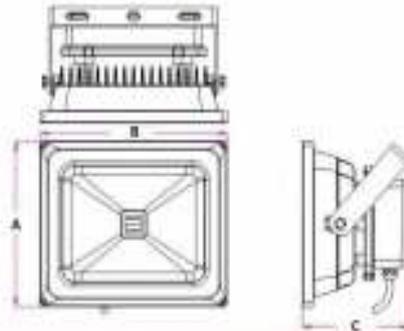
- Utiliza aluminio de alta pureza.
- Utilizan una cantidad superior de aluminio para una mejor disipación de calor.
- El disipador de calor del Chip es de cobre y tiene una conductividad térmica de 386.4W/Km.
- Fuente de luz de una sola pastilla LED de alto poder para reflectores de 10W, 20W, 30W y 50W.
- Utiliza dos pastillas LED de 70W para el reflector de 140W.
- LED MCDB (Multi chips onboard)Epistar.
- El pegamento que cubre al MCDB es de calidad y no le hace perder brillo con el tiempo.
- Fuente de alimentación interna no-waterproof para una mejor disipación de calor.
- Tornillos inoxidable y pegamento de alta conductividad térmica.
- Ángulo de luz 120°
- Tiempo de vida: 50,000 hrs.
- IP65: Protección contra polvo y chorros de agua.
- Gracias a su protección IP65 puede utilizarse en exteriores.





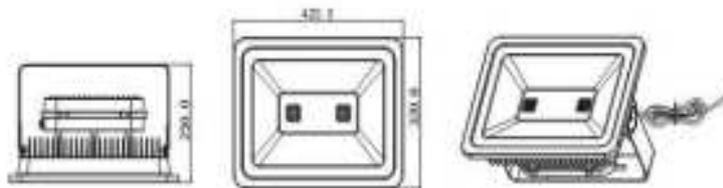
Diseño

Para reflectores de 10W,20W,30W y 50W



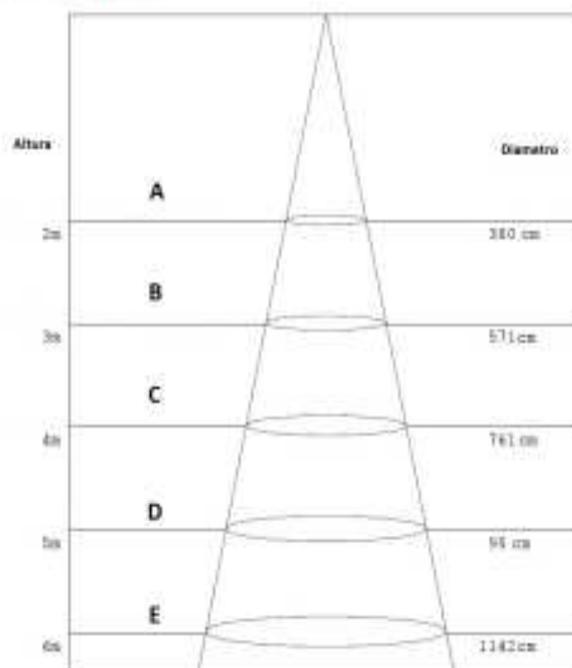
Modelo	A(mm)	B(mm)	C(mm)
I-REFL-10W-120G-BL-B	87	115	84
I-REFL-20W-120G-BL-B	140	180	97
I-REFL-30W-120G-BL-B	185	225	128.7
I-REFL-50W-120G-BL-B	238	288	145

Para reflectores de 140W (I-REFL-140W-120G-BL-B), Medidas en mm





Iluminación



Lux	I-REFL-10W-120G-BL-B	I-REFL-20W-120G-BL-B	I-REFL-30W-120G-BL-B	I-REFL-50W-120G-BL-B	I-REFL-140W-120G-BL-B
A(Lux)	134	480	311	409	2084
B(Lux)	59	160	138	181	480
C(Lux)	33	80	77.8	140	320
D(Lux)	21	67	49.8	65	200
E(Lux)	14.9	58	34	45	140



Características eléctricas

Parámetros	Símbolo	Grado máximo	unitt
Voltage de trabajo	V	AC85-265V	V
Factor potencia	FP	0.95	
Temperatura de operación	Topr	-20°+50	°C
Temperatura de almacenamiento	Ttag	-30°+60	°C

Código	Potencia	Temperatura del color	Lumen	CRI	Tipo de LED	Angulo de Iluminación
I-REFL-10W-120G-BL-B	10W	6000-6500K	1078	80	Epistar MCOB	120°
I-REFL-20W-120G-BL-B	20W	6000-6500K	1998	80	Epistar MCOB	120°
I-REFL-30W-120G-BL-B	30W	6000-6500K	2787	80	Epistar MCOB	120°
I-REFL-50W-120G-BL-B	50W	6000-6500K	4500	80	Epistar MCOB	120°
I-REFL-140W-120G-BL-B	140W	6000-6500K	12010	80	Epistar MCOB	120°



**Lo bueno
dura más!**



Lista de Precios / Vigente desde 01 de Junio 2015

E3: Mayor Durabilidad a Mejor Precio

Caja	Modelo	Código	Capacidad	Equivalencia en Placas	Pl	Precios Lista (USD)		Potencia de Arranque			Capacidad de reserva (min)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
						Sin IVA	Total	20°C	0°C	-18°C				
NS 40	Standard	NS40Z NS40Z	40	8	D/F	70,54	78,00	460	390	330	60	100	124	234
	F. Equipo	NS40ZFI NS40ZZ	42	10	D/F	78,57	86,00	520	440	370	71			
	High Power	NS40 HP	42	11	D/F	80,61	87,00	570	480	400	77			
		NS40 HP	42	11	D									
N40	F. Equipo	NS40 NS40BF	43	11	D	88,39	96,00	520	440	370	80	238	130	220
	High Power	NS40 HP	57	13	D	97,32	109,00	620	520	440	100			
		NS40 HP	57	13	D									
	Standard	NS42 NS42R	40	10	D	79,46	89,00	500	420	360	72			
F. Equipo	NS42 NS42R	45	11	D	88,39	99,00	520	440	370	80				
High Power	NS42 HP	55	13	D	97,32	109,00	660	550	490	100				
	NS42 HP	55	13	D										
Mega Power	42 MP	62	14	D	103,57	116,00	800	670	590	111				
	42 MP	62	14	D										
55	F. Equipo	NS55 NS55FI	55	13	D	95,54	107,00	700	540	540	100	240	175	188
	High Power	NS55 HP	63	14	D	101,79	114,00	790	660	590	111			
65	High Power	NS65 NS65	62	13	D	114,29	128,00	810	680	570	125	230	175	215
66	F. Equipo	NS66 NS66R	60	15	D	107,14	120,00	930	780	650	121	278	175	175
	High Power	NS66 HP	70	17	D	121,43	136,00	940	790	680	133			
24	Standard	NS24 NS24	52	9	D	88,39	99,00	540	450	390	96	255	170	224
	F. Equipo	NS24 NS24	54	11	D	103,57	118,00	620	520	440	117			
	High Power	NS24 HP	64	13	D	117,86	132,00	730	640	560	127			
		NS24 HP	64	13	D									
Mega Power	NS24 MP	81	15	D	136,61	153,00	830	700	630	161				
34	F. Equipo	NS34 NS34	61	13	D	111,61	125,00	750	630	530	122	255	170	200
	High Power	NS34 HP	70	15	D	123,21	138,00	810	680	570	144			
		NS34 HP	70	15	D									
	Mega Power	NS34 MP	78	17	D	135,71	152,00	1040	870	730	159			
27	F. Equipo	NS27 NS27	74	13	D	128,57	144,00	860	720	600	168	300	168	224
	High Power	NS27 HP	88	15	D	144,84	162,00	930	780	650	172			
30H	F. Equipo	NS30H NS30H	82	15	D	141,96	159,00	900	750	630	182	338	162	214
	Heavy Duty	NS30H2L	98	17	D	157,14	176,00	1030	880	720	183			
		NS30H2L	98	17	D									
	Super Heavy Duty	NS30H3L	112	19	D	177,68	199,00	1080	900	750	213			

[- Tipo Americano F= Borne Fino P= Borne Perno B= Caja Baja



www.bateriasecuador.com



Cables para la Construcción (Baja Tensión)

Alambres y Cables THWN/THHN 600V, 75/90°C



600 V
90°C

DESCRIPCIÓN GENERAL

Alambre o cable de cobre suave clase B o C o unity, con aislamiento termoplástico de poliolefino de vinilo (PVC) y cubierta protectora de nylon (poliamida).

ESPECIFICACIONES

- UL 83 Thermoplastic-Insulated Wires and Cables

PRINCIPALES APLICACIONES

- Los alambres y cables THWN/THHN son productos de uso general usados en sistemas de distribución de baja tensión e iluminación.
- Por su excelente comportamiento a los aceites y químicos es adecuado para instalarse en gasolinas y refinerías.

CARACTERÍSTICAS

- Cable aprobado por UL (File E172775, E95989)
- Tensión máxima de operación: 600 V.
- Aprobado por UL para marcarse como: Resistente al aceite 1 y 6/ Resistente a gasolina, TC para instalación en charola, para calibres 1/0 AWG y mayores. Resistente a la luz solar para color en negro.
- Temperaturas máximas de operación en el conductor:
 - 75°C En ambiente mojado.
 - 90°C En ambiente seco o húmedo.
- Se fabrican en los siguientes calibres:
 - Alambres de 2.082 a 5.260 mm² (14 a 10 AWG).
 - Cables de 2.082 a 506.7 mm² (14 AWG a 1 000 kcmil).

VENTAJAS

- Satisfacen la prueba de resistencia a la propagación de la flama vertical (VW-1)
- Aprobados para instalarse en lugares húmedos o secos.
- Gran resistencia a la abrasión, al aceite y a los agentes químicos, debido al nylon.
- Ofrecen excelentes características eléctricas, físicas y mecánicas.
- Cumplen la prueba de no propagación de incendio de 70,000 BTU's de acuerdo a IEEE-383 e
- IEC 60332-1



Cables para la Construcción

Alambres y Cables THWN/THHN 600V, 75/90°C

CABLE VIKON® THWN/THHN 600 V

Calibre	Área nominal de la sección transversal	Número de hilos	Espesor nominal del aislamiento	Espesor nominal de nylon	Diámetro exterior aproximado	Peso total aproximado	Capacidad de conducción de corriente* Ampere		
							90°C	75°C	90°C
AWG/kmil	mm²		mm	mm	mm	kg/100 m			
14	2.082	19	0.38	0.10	2.9	3	31	20	25
12	3.307	19	0.38	0.10	3.4	4	25	25	30
10	5.260	19	0.51	0.10	4.3	6	30	35	40
8	8.367	19	0.76	0.13	5.7	10	40	50	55
6	13.30	19	0.76	0.13	6.7	15	55	65	75
4	21.15	19	1.02	0.15	8.5	24	70	85	95
2	33.62	19	1.02	0.15	10.1	36	85	115	130
1	42.41	19	1.27	0.18	11.6	46	110	130	150
1/0	53.48	19	1.27	0.18	12.7	56	125	150	175
2/0	67.43	19	1.27	0.18	13.9	70	145	175	195
3/0	85.01	19	1.27	0.18	15.2	87	165	200	225
4/0	107.2	19	1.27	0.18	16.7	108	195	230	260
250	126.7	37	1.52	0.20	18.5	129	215	255	290
300	152.0	37	1.52	0.20	19.9	152	240	285	320
350	177.3	37	1.52	0.20	21.3	177	260	310	350
400	202.7	37	1.52	0.20	22.6	201	290	335	380
500	253.4	37	1.52	0.20	24.7	249	330	380	430
600	304.0	61	1.78	0.23	27.3	298	395	420	475
750	380.0	61	1.78	0.23	30.0	389	400	475	535
1 000	506.7	61	1.78	0.23	34.0	488	455	545	615

* Basada en la tabla 310.16 del NEC (NFPA 70) para una temperatura ambiente de 30°C.

NOTA: Las dimensiones y pesos están sujetos a tolerancias de manufactura.