



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

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

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE LUMINARIAS ORNAMENTAL
ALIMENTADAS POR UN SISTEMA FOTOVOLTAICO EN EL ÁREA RECREATIVA
EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSION LA MANA”**

Proyecto de investigación presentada previo a la obtención del Título de Ingenieros Electromecánicos.

Autores:

Mera Rodríguez Jonathan Alexander

Pastuña Sigcha Roger Fernando

Tutor:

Ing. Vásquez Carrera Paco Jovanni MsC.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Mera Rodríguez Jonathan Alexander portador del número de cedula 050394513-1 y Pastuña Sigcha Roger Fernando portador del número de cedula 050371863-7, declaramos ser autores de la Propuesta Tecnológica: “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE LUMINARIAS ORNAMENTAL ALIMENTADAS POR UN SISTEMA FOTOVOLTAICO EN EL ÁREA RECREATIVA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSION LA MANA”, siendo el Ing. Vásquez Carrera Paco Jovanni MSc, tutor del presente trabajo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

La Maná, agosto del 2022

Mera Rodríguez Jonathan Alexander

C. I.: 0503945131

Pastuña Sigcha Roger Fernando

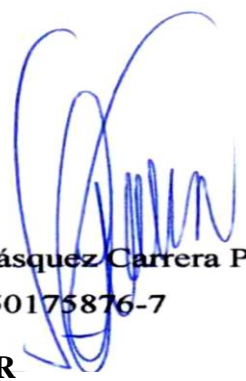
C. I.: 0503718637

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutora del trabajo de investigación sobre el título:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE LUMINARIAS ORNAMENTAL ALIMENTADAS POR UN SISTEMA FOTOVOLTAICO EN EL ÁREA RECREATIVA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSION LA MANA”, de los ponentes Mera Rodríguez Jonathan Alexander y Pastuña Sigcha Roger Fernando de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aporte científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del tribunal de validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, agosto del 2022



Ing. Vásquez Carrera Paco Jovanni MSc.

C.I: 050175876-7

TUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulante: Mera Rodríguez Jonathan Alexander y Pastuña Sigcha Roger Fernando con el título de Proyecto de Investigación: “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE LUMINARIAS ORNAMENTAL ALIMENTADAS POR UN SISTEMA FOTOVOLTAICO EN EL ÁREA RECREATIVA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSION LA MANA”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación de proyecto.

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

La Maná, agosto del 2022

Para constancia firman:

MSc. William Armando Hidalgo Osorio
C.I: 0502657885

LECTOR 1 (PRESIDENTE)

Ing. Francisco Saul Alcocer Salazar
C.I: 0503066797

LECTOR 2

MSc. William Paul Pazuña Naranjo
C.I: 0503338592

LECTOR 3 (SECRETARIO)

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios y a mis Padres por apoyarme de manera incondicional y permitir cumplir unos de mis sueños más grandes y los docentes de la universidad que fueron parte de nuestra preparación académica a lo largo de estos años de estudio.

También quiero agradecer a la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Mana por abrirnos las puertas de la institución para poder formar como profesionales y a los docentes que nos compartieron sus conocimientos de vital importancia en nuestra formación en el campo profesional.

Agradezco a mi docente tutor por la paciencia que me tuvo siempre.

Fernando

Jonathan

DEDICATORIA

El presente trabajo de grado va dedicado a Dios, quien como guía estuvo presente en el caminar de mi vida, bendiciéndome y dándome fuerzas para continuar con mis metas trazadas sin desfallecer. A mis padres que, con su apoyo incondicional, amor y confianza me permitieron que logre culminar mi carrera profesional

Fernando

Jonathan

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ FACULTAD DE
CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

**TITULO: “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE LUMINARIAS ORNAMENTAL
ALIMENTADAS POR UN SISTEMA FOTOVOLTAICO EN EL ÁREA RECREATIVA
EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSION LA MANA”**

Autor:

Mera Rodríguez Jonathan Alexander

Pastuña Sigcha Roger Fernando

RESUMEN

Se planteo desarrollar un sistema de iluminación para el área de recreación del bloque A de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, que utilice energía renovable para su funcionamiento. Entonces se utilizará energía solar fotovoltaica como generador eléctrico y baterías ya que este sistema de iluminación será aislado y no dependiente de la red. Además, se reutilizará los 3 reflectores incandescentes de 400 watts que ya existen y que están ubicados en el poste frente al área recreacional. Para el desarrollo del presente proyecto se utilizó el método del peor mes para el dimensionamiento del generador fotovoltaico el inversor y de las baterías necesarias para que el sistema funcione a cabalidad. El objetivo de este trabajo además de brindar la luz necesaria para que las personas puedan caminar por la zona es también poder brindar luz ornamental para realzar lo aspectos preexistentes ya en esta área recreacional y así poder disfrutar visualmente de este lugar, para lo cual se colocaron 6 proyectores leds ornamentales en forma de caleidoscopio con diferentes colores lo que permite rotar estos colores y así brindar una mejor atracción de lo que están enfocando estos proyectores led. Se contó con 2 paneles solares de 100 watts cada uno y con una batería de 50 Amperios hora para garantizar el funcionamiento del sistema ya que el sistema trabaje en la noche.

Palabras clave: energía renovable, energía solar fotovoltaica generador eléctrico, baterías reflectores incandescentes generador fotovoltaico, proyectores leds, caleidoscopio.

ABSTRACT

It was proposed to develop a lighting system for the recreation area of block A of the Technical University of Cotopaxi, La Maná extension, which uses renewable energy for its operation. Then photovoltaic solar energy will be used as an electric generator and batteries since this lighting system will be isolated and not dependent on the network. In addition, the 3 existing 400-watt incandescent reflectors will be reused and are located on the pole in front of the recreational area. For the development of this project, the method of the worst month was used for the sizing of the photovoltaic generator, the inverter and the batteries necessary for the system to function fully. The objective of this work, in addition to providing the necessary light so that people can walk through the area, is also to be able to provide ornamental light to enhance the pre-existing aspects already in this recreational area and thus be able to visually enjoy this place, for which purpose they were placed. 6 ornamental led projectors in the shape of a kaleidoscope with different colors which allows these colors to be rotated and thus provide a better attraction of what these led projectors are focusing on. There were 2 solar panels of 100 watts each and a 50 Amp hour battery to guarantee the operation of the system and that the system works at night.

Keywords: renewable energy, photovoltaic solar energy, electric generator, batteries, incandescent reflectors, photovoltaic generator, led projectors, kaleidoscope.

ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
ABSTRACT	viii
1 INFORMACIÓN GENERAL.....	10
2 RESUMEN DEL PROYECTO.....	11
3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	11
4 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	12
5 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	12
6 OBJETIVOS	13
6.1 Objetivo General.	13
6.2 Objetivos específicos.	13
7 ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS.	14
8 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.	15
8.1 Iluminación ornamental alimentado con paneles solares.....	15
8.1.1 Ventajas y desventajas de iluminación ornamental con panel solar.....	15
8.1.2 Desventajas.	16
8.2 Energía Fotovoltaica.	16
8.3 Origen de la energía fotovoltaica.	17
8.4 Energía fotovoltaica en el Ecuador.	19
8.5 Radiación solar en Ecuador.....	19
8.6 Definición Luminosidad.....	20

8.7	Componentes de iluminación ornamental.....	20
8.7.1	Componente Político:	20
8.7.2	Componente Técnico:.....	21
8.7.3	Componente Económico:.....	21
8.7.4	Componente Ambiental:.....	22
8.8	Baterías para paneles solares.....	22
8.8.1	Baterías monoblock	22
8.8.2	Baterías Estacionarias.....	24
8.8.3	Baterías de Ion litio.....	25
8.9	Vida de baterías para aplicaciones solares.....	25
8.10	Clasificación de iluminación.....	26
8.10.1	Lámparas.....	26
8.10.2	Luminaria.....	26
8.10.3	Control manual	26
8.10.4	Control automático	27
8.10.5	Equipos auxiliares Balasto.....	27
8.11	Controlador de paneles solares.....	27
8.11.1	Controles e indicadores.....	28
8.12	Funcionamiento del regulador de carga.....	29
8.13	Inversor de corriente	29
8.13.1	Funcionamiento del inversor de voltaje.....	29
8.14	Lámparas LED.....	29
8.14.1	Ventajas desde el punto de vista de eficiencia energética.....	30
8.14.2	Desventajas:	30
9	METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	30
9.1	Localización.....	31

9.2	Tipos de investigación.....	31
9.3	Pregunta científica.....	32
9.4	Parámetros de diseño.....	32
9.5	Lugar de Instalación.....	32
9.6	Cálculo del área a iluminar	33
9.7	Normativas para diseño de iluminación en áreas recreativas y camineras	33
9.8	Instalación de Luminarias Empotradas en el Suelo	33
9.9	Niveles de Iluminación en canchas deportivas	34
9.10	Diseño del sistema.....	35
9.11	Dimensionamiento del sistema.	35
9.12	Cálculo de flujo luminoso total requerido.....	35
9.13	Cálculo del flujo luminoso requerido.....	36
9.13.1.	Cálculo de potencia del sistema de iluminación.....	36
9.14	Irradiancia del lugar	37
9.14.1	Cálculo del generador fotovoltaico.....	38
9.15	Baterías necesarias del sistema.	39
9.16	Tarifa eléctrica para el 2022.....	41
9.17	Precio de la energía sus centrales.....	41
9.18	Gasto energético mensual y anual.....	42
10	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.	42
10.1	Análisis de Irradiancia del lugar.	42
10.2	Baterías necesarias del sistema	43
10.3	Protección de descarga de baterías.....	44
10.4	Cálculo Consumo de kWh.	44
10.5	Gasto energético mensual y anual.....	45
10.6	Cálculo del Inversor.	45

10.7 Protección.....	45
10.8 Instalación de las iluminarias ornamentales.....	46
10.9 Simulación del sistema.....	50
11 PRESUPUESTO DEL PROYECTO	54
11.1 Análisis de impactos.	55
11.1.1 Impacto tecnológico.....	55
11.1.2 Impacto practico	55
11.1.3 Impacto ambiental.	55
12 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	56
12.1 Conclusiones.	56
12.2 Recomendaciones.....	56
13 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
<i>AVAL DE TRADUCCIÓN</i>	69
PLAGIO	70

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos.....	14
Tabla 2. Niveles de iluminación en zonas recreativas RET 069 INEN Y CONELEC 008/11	34
Tabla 3. Cantidades de iluminación a usar en el proyecto y valores de consumo.....	37
Tabla 4. Valores de Irradiancia del cantón la Maná.	37
Tabla 5. Precio de la energía según centrales	41
Tabla 6. Valores de Irradiancia del cantón la Maná en Kwh/m ²	42
Tabla 7. Cantidades totales de iluminación a usar en el proyecto y valores de consumo en W/h.....	43
Tabla 8. Características del panel solar.	47
Tabla 9. Inversión total en la implementación de iluminarias ornamental fotovoltaicas.	54

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Energía Fotovoltaica	16
Figura 2. Energía Fotovoltaica	17
Figura 3. Paneles solares formados por células solares e Instalación fotovoltaica básica.	18
Figura 4. Radiación Solar	20
Figura 5. Esquema Básico De Una Batería De (Pb-a).....	23
Figura 6. Modelo de batería AGM 250Ah-12V	23
Figura 7. Modelo de Batería Tipo Gel 250Ah-12V.	24
Figura 8. Modelo batería de litio	25
Figura 9. Controlador de carga fotovoltaico.....	28
Figura 10. Lámpara LED.....	30
Figura 11. Ubicación de la universidad técnica de Cotopaxi extensión la Maná.	31
Figura 12. Área de recreación de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná.....	32
Figura 13. Área a iluminar.....	33
Figura 14. Ubicación de la tubería para el cableado.....	46
Figura 15. Ubicación de los paneles solares.....	47
Figura 16. Ubicación de los leds ornamentales.	48
Figura 17. Puesta de la caja de control eléctrico	48
Figura 18. Funcionamiento del sistema de iluminación	49
Figura 19. Valores de iluminancia realizados en DIALUX	49
Figura 20. Valores de iluminancia realizados en 3 dimensiones.....	50
Figura 21. Diseño del sistema en DIALUX	51
Figura 22. Diseño del sistema en 3D.....	52
Figura 23. Otra vista del diseño en 3D	52
Figura 24. Planos del diagrama eléctrico de las iluminarias ornamentales alimentadas con energía fotovoltaica.	53

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 12.1.	Cálculo de flujo luminoso total requerido bajo Normas RET 069 INEN Y CONELEC 008/11.....	35
Ecuación 12.2.	Cálculo del flujo luminoso requerido.....	35
Ecuación 12.3.	Cálculo de potencia del sistema de iluminación.....	35
Ecuación 12.4.	Cálculo de hora pico de la radiación solar en el sitio.....	37
Ecuación 12.5.	Calculo para la cantidad de paneles a requerir.....	37
Ecuación 12.6.	Cálculos de energía del panel para recargar la batería.....	38
Ecuación 12.7.	Baterías necesarias del sistema.....	38
Ecuación 12.8.	Obtener el valor de la batería en Amperios	38
Ecuación 12.9.	protegerlas de descargas profundas	39
Ecuación 12.10.	Cálculo Consumo de kWh.....	39
Ecuación 12.11.	Gasto energético mensual y anual.....	40

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen al idioma inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE LUMINARIAS ORNAMENTAL ALIMENTADAS POR UN SISTEMA FOTOVOLTAICO EN EL ÁREA RECREATIVA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSION LA MANA”** presentado por: Mera Rodriguez Jonathan Alexander y Pastuña Sigcha Roger Fernando, egresado de la Carrera de: Ingeniería Electromecánica, perteneciente a la Facultad de Ciencias de Ingeniería y Aplicadas, 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 aval para los fines académicos legales.

La Maná, agosto del 2022

Atentamente,

MSc. Ramón Amores Sebastián Fernando

C.I. 0503016688-5

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC

1 INFORMACIÓN GENERAL.

Título del Proyecto:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE LUMINARIAS ORNAMENTAL ALIMENTADAS POR UN SISTEMA FOTOVOLTAICO EN EL ÁREA RECREATIVA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSION LA MANA”

Fecha de inicio:	mayo del 2022
Fecha de finalización:	agosto del 2022
Lugar de ejecución:	Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná
Unidad académica que auspicia:	Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas CIYA
Carrera que auspicia:	Ingeniería Electromecánica
Proyecto de investigación vinculado:	La transferencia tecnológica sustentable como eje fundamental para el desarrollo socio económico y la vinculación social
Equipo de trabajo:	
Tutor del Proyecto:	MSc. Ing. Paco Giovanni Vásquez Carrera
Postulante:	Mera Rodriguez Jonathan Alexander - Pastuña Sigcha Roger Fernando
Área de conocimiento:	Ingeniería, Industria y Construcción
Línea de investigación:	Energías Alternativas y Renovables eficiencia energética y protección ambiental
Sub líneas de investigación de la carrera:	Energética en sistemas electromecánicos y uso de fuentes renovables de energía.
Núcleo Disciplinar:	Energías renovables, uso y aplicación de energías fotovoltaica.

2 RESUMEN DEL PROYECTO

Se planteó desarrollar un sistema de iluminación para el área de recreación del bloque A de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, que utilice energía renovable para su funcionamiento. Entonces se utilizará energía solar fotovoltaica como generador eléctrico y baterías ya que este sistema de iluminación será aislado y no dependiente de la red. Además, se reutilizará los 3 reflectores incandescentes de 400 watts que ya existen y que están ubicados en el poste frente al área recreacional. Para el desarrollo del presente proyecto se utilizó el método del peor mes para el dimensionamiento del generador fotovoltaico el inversor y de las baterías necesarias para que el sistema funcione a cabalidad.

El objetivo de este trabajo además de brindar la luz necesaria para que las personas puedan caminar por la zona es también poder brindar luz ornamental para realzar lo aspectos preexistentes ya en esta área recreacional y así poder disfrutar visualmente de este lugar, para lo cual se colocaron 6 proyectores leds ornamentales en forma de caleidoscopio con diferentes colores lo que permite rotar estos colores y así brindar una mejor atracción de lo que están enfocando estos proyectores led. Se contó con 2 paneles solares de 100 watts cada uno y con una batería de 50 Amperios hora para garantizar el funcionamiento del sistema ya que el sistema trabaje en la noche.

3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La importancia de brindar un sistema de iluminación adecuado y eficiente para cubrir zonas donde es imprescindible el uso de este, es parte fundamental para el desarrollo de un entorno urbano permitiendo tener zonas aptas y adecuadas en las noches para desarrollar actividades de entretenimiento y camaraderías entre los diferentes pobladores o moradores que puedan visitar estos sectores, por lo que la adecuación de luces destaquen la belleza de edificios, monumentos, estatuas, fuentes o jardines que permita atraer la atención del público.

En el área recreacional de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná frente al bloque A, se evidencia la falta de la iluminación adecuada, así como, la implementación de luces que permitan resaltar las características que posee esta área para que los estudiantes, docentes y demás habitantes puedan visualizar y apreciar el atractivo que brinda dicho lugar. Además, se prevé la utilización de energías renovables y limpias para generar electricidad y brindar de iluminación al

área recreacional de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, logrando con esto aprovechar el recurso renovable.

4 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Beneficiarios Directos

Los beneficiarios directos del proyecto son los estudiantes y docentes de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, ya que ellos se verán beneficiados de manera directa con la implementación de la iluminación ornamental en el área recreacional de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná.

Beneficiarios Indirectos

Los beneficiarios indirectos del proyecto son los moradores, habitantes y visitantes que lleguen a la el área recreacional de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná y puedan hacer uso de sus instalaciones para su esparcimiento, recreación y lugar social de encuentro.

5 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Planteamiento del problema

Actualmente se ha evidenciado que en el área recreacional de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná no existe un adecuado sistema de iluminación y ornamental. A pesar de que el problema es claramente identificado no se ha podido dar solución al mismo.

La falta de un adecuado sistema de iluminación y ornamental el área recreacional de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná.

Delimitación del problema

¿Cómo incide la implementación de iluminarias alimentadas por un sistema fotovoltaico en el área recreativa en la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, 2022?

6 OBJETIVOS

6.1 Objetivo General.

Implementar iluminarias alimentadas por un sistema fotovoltaico en el área recreativa en la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná.

6.2 Objetivos específicos.

- Realizar el análisis bibliográfico sobre las principales investigaciones de los niveles de luminosidad ornamental.
- Investigar la potencia de radiación solar presente en el cantón la Maná, para la transformación de energía fotovoltaica.
- Recopilar información de implementar parámetros necesarios de iluminación en el área recreativa de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión la Maná.

7 ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS.

Tabla 1. Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos.

Objetivos	Actividades	Resultados de las actividades	Descripción (técnicas e instrumentos)
Realizar el análisis bibliográfico sobre las principales investigaciones de los niveles de luminosidad ornamental.	Obtener el valor necesario para la iluminación y la cantidad de irradiancia solar que hay en el área recreativa de la Universidad Técnica de Cotopaxi.	Valores necesarios y promedio mensuales de irradiancia solar obtenidos de una base de datos.	Tablas de valores de cantidad mensual de irradiancia solar.
Investigar la potencia de radiación solar presente en el cantón la Maná, para la transformación de energía fotovoltaica.	Se utilizó un software para hacer la simulación de iluminación necesaria y de acuerdo a esto se hizo un análisis de cargas para el dimensionamiento de los paneles solares y el inversor.	Información de los materiales seleccionados para el diseño del sistema.	Elementos del sistema
Recopilar información de implementar parámetros necesarios de iluminación en el área recreativa de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión la Maná.	Se implementó el sistema de iluminación ornamental en el área de recreación de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná.	Adecuación del sistema en el área de recreación.	Iluminación ornamental por medio de paneles solares fotovoltaicos en el área de recreación de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná.

Fuente: Autores.

8 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.

8.1 Iluminación ornamental alimentado con paneles solares

Los sistemas de iluminación se dividen en dos grupos, los sistemas convencionales y los sistemas no convencionales, ambos sistemas requieren para su funcionamiento abastecimiento de energía eléctrica, los sistemas convencionales se alimentan de la red doméstica, para el caso de iluminación interior, se alimentan de la acometida eléctrica del usuario final y para el caso de alumbrado exterior o público, se alimentan de las redes de distribución en baja tensión del operador de red o del usuario final. Los sistemas de iluminación no convencionales utilizan como fuente de alimentación energía proveniente de fuentes renovables como la energía solar. Un sistema de alumbrado público con paneles solares es un sistema que utiliza una fuente renovable de energía como emitida por el sol como alimentación, la energía del sol es inagotable (Echavarría & Rojas, 2019).

8.1.1 Ventajas y desventajas de iluminación ornamental con panel solar.

La iluminación ornamental con paneles solares es un sistema conformado por paneles fotovoltaicos, fuentes emisoras de luz (lámparas), conjunto óptico y un sistema eléctrico conformado por baterías, fotosensores y sistema de control que permite la recarga en el día de las baterías con radiación solar e iluminar en la noche con la energía suministrada por las baterías. Como fuentes lumínicas se utiliza tecnología con iluminación LED, por su bajo consumo energético, alta eficiencia y bajo consumo de potencia, maximizando el tiempo de descarga de la batería y prolongando la vida útil de la misma (Echavarría & Rojas, 2019).

Entre las ventajas de utilizar paneles solares con fuentes LED se listan las siguientes:

- **Ahorro energético:** No consumen energía de la red local ya que son autosuficientes, en el día aprovechan la luz solar, la acumulan y la utilizan en la noche para su propio funcionamiento, lo que resulta en una disminución en los costos de operación por consumo energético.
- **Requieren menor mantenimiento:** ya que tienen menores posibilidades de sobrecalentamiento por malas conexiones, calidad en el suministro de energía, fallas eléctricas que si pueden generar las luminarias convencionales.

- Estos sistemas son respetuosos con el ambiente ya que dependen exclusivamente de la energía radiada por el sol, eliminando su contribución a las huellas de carbono.
- Fácil instalación, soluciones completas con componentes listos para usar, ya que no requiere de cableado ni punto eléctrico para conexiones.

8.1.2 Desventajas.

- Requieren una inversión inicial alta en comparación con luminarias de AP convencionales.
- Su fácil montaje y desmonte y el costo de estas las hace susceptibles a hurto o vandalismo.
- El sistema de baterías debe ser reemplazadas periódicamente, por lo cual se debe incluir dentro del costo de mantenimiento dentro del ciclo de vida útil de la luminaria.
- El polvo, la humedad se acumulan en los paneles por lo que hay que limpiarlos periódicamente (Echavarria & Rojas, 2019).

Figura 1. Energía Fotovoltaica



Fuente: (Damia Solar, 2017)

8.2 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 (Cangui, 2015).

El término fotovoltaico, engloba el conjunto de tecnologías que nos permiten la conversión directa de la luz solar en electricidad, mediante dispositivos electrónicos llamados células o celdas (Canguí, 2015).

Figura 2. Energía Fotovoltaica



Fuente: (Eco Inventos Green Technology, 2020)

8.3 Origen de la energía fotovoltaica.

El término fotovoltaico se comenzó a usar en Inglaterra desde el año 1849 como se menciona. El efecto fotoeléctrico fue descubierto por Becquerel en 1839, y se puede resumir así: ciertos materiales absorben la luz solar provocando cargas negativas y positivas debido a la excitación y el movimiento de sus electrones. En 1957 la empresa Bell construyó los primeros módulos fotovoltaicos comerciales. Desde entonces la tecnología ha ido perfeccionándose eligiendo los materiales ideales para la construcción de módulos, aumentando su rendimiento y fiabilidad. Los módulos fotovoltaicos (también llamados paneles o placas) están compuestos por varias células solares conectadas entre ellas, y cada instalación está compuesta por varios módulos conectados entre sí. que combinan varios semiconductores conectados, formando celdas multiunión (Lasluisa & Tobar, 2019).

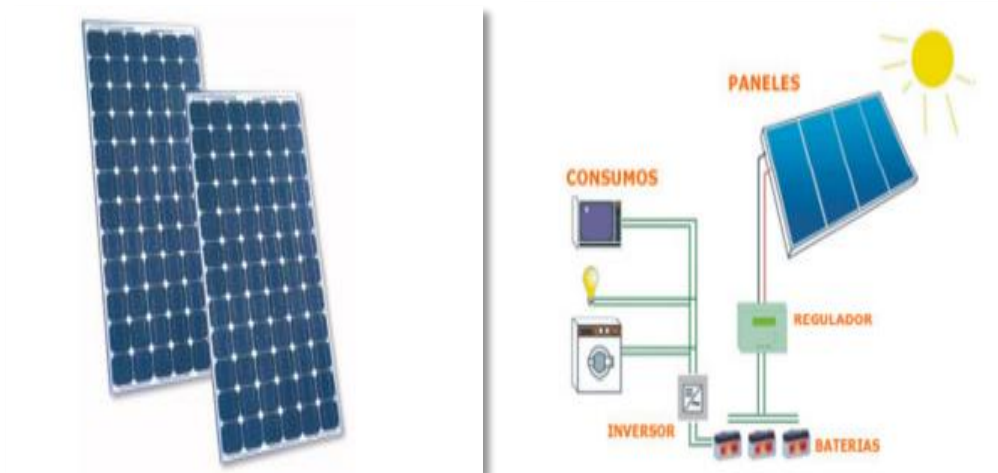
La primera célula capaz de convertir, de un modo eficaz, la luz del sol en energía eléctrica fue desarrollada en 1954 por Chapin, Fuller y Perarson. Desde este año estos dispositivos han sido mejorados y perfeccionados, utilizándose principalmente para la alimentación de satélites

artificiales, para foto sensibilizar algunos equipos electrónicos y para alimentar pequeñas cargas en lugares remotos (Lasluisa & Tobar, 2019).

Desde entonces la tecnología ha ido perfeccionándose eligiendo los materiales ideales para la construcción de módulos, aumentando su rendimiento y fiabilidad. Los módulos fotovoltaicos (también llamados paneles o placas) están compuestos por varias células solares conectadas entre ellas, y cada instalación está compuesta por varios módulos conectados entre sí (Lojano & Rios, 2013).

Por ello la potencia obtenida es proporcional a la superficie expuesta al sol. Hoy en día el abanico de usos es ilimitado desde pequeñas calculadoras solares, hasta grandes centrales capaces de generar millones de kilovatios cada año, de un modo fiable, limpio, económico y sin generar residuos. Los módulos sólo generan electricidad cuando están expuestos a la radiación solar, por lo que por la noche o en días muy nublados no generan electricidad. Para almacenar esta electricidad se utilizan batería. De este modo tenemos asegurado el suministro eléctrico todo el tiempo. La energía solar fotovoltaica está especialmente indicada para aquellos lugares donde la red eléctrica no llega, como por ejemplo las casas de campo o los refugios de montaña. En donde podemos colocar una sencilla instalación compuesta por módulos fotovoltaicos, un regulador, y unas baterías, a este tipo de instalación se le conoce como instalaciones aisladas (Lojano & Rios, 2013).

Figura 3. Paneles solares formados por células solares e Instalación fotovoltaica básica.



Fuente: (Lojano & Rios, 2013).

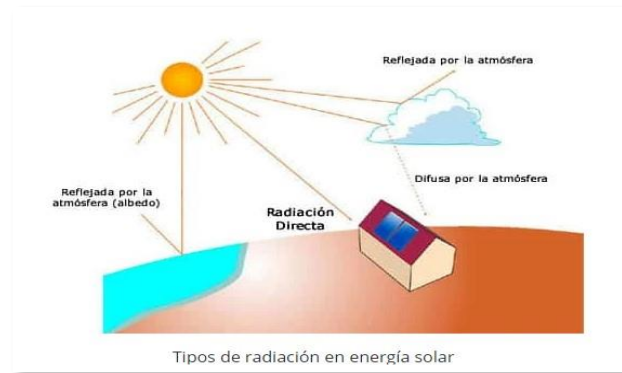
8.4 Energía fotovoltaica en el Ecuador.

La energía fotovoltaica en el Ecuador tiene sus inicios en el año 1982, con la aprobación de la Ley de Fomento de Energías No Convencionales, el gobierno contrató a científicos en el Instituto Nacional de Energía para que investiguen sobre la energía fotovoltaica y otras formas de energía renovable, en la década de 1990, se creó el Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC), que es el organismo gubernamental de regulación y control que allanó el camino para la implementación de los primeros Sistemas Fotovoltaicos Aislados (Macancela, 2012).

En el año 2000, se aprobó la Regulación 0906, que establecía el pago de 52 centavos de dólar por KWh de energía fotovoltaica generada, sin embargo, esta legislación no estaba respaldada por un marco legal que obligue a realizar estos pagos, como resultado el gobierno no pagó a las empresas de servicios públicos y éstas no pagaron a los productores. En el año 2003, el Fondo de Electrificación Rural y Urbano Marginal (FERUM), generó los recursos suficientes para que varias ONG y pequeñas empresas solares, realicen la instalación de Sistemas Fotovoltaicos Aislados en varias comunidades aisladas. Durante el año 2007, se creó el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), la atención del MEER se ha centrado en el Programa de Electrificación Rural para las Viviendas de la Amazonía y se pretende la implementación de 15.000 Sistemas Fotovoltaicos Aislados, hasta el año 2012 (Macancela, 2012).

8.5 Radiación solar en Ecuador.

Un valor medio aproximado de la radiación solar global en Ecuador es de 4200kWh/año muy superior al de España que es de 1400kWh/año por m²; en la parte peninsular; se presentan variaciones de más de un 30% de unos lugares a otros en el Ecuador continental, y de más del 40% si se comparan con las islas Galápagos. La gran variedad de condiciones atmosféricas y topográficas del Ecuador y el amplio rango de latitudes, desde las Galápagos hasta la Amazonia, genera una enorme diversidad de situaciones de radiación que obviamente condicionan los cálculos del tamaño de una instalación para que cubra una determinada demanda cuando existe cierto grado de coincidencia entre el perfil de generación fotovoltaica y el perfil de consumo del inmueble o alimentador esto en la posibilidad de postergar inversiones de capital para incrementar su capacidad o reemplazo. La gran variedad de condiciones atmosféricas y topográficas del Ecuador y el amplio rango de latitudes, desde las Galápagos hasta la Amazonia, genera una enorme diversidad de situaciones de electromagnética, ni acústicamente. (Velasco & Cabrera, 2009).

Figura 4. Radiación Solar

Fuente: (Alonso Lorenzo, Radiación Solar 2006)

8.6 Definición Luminosidad.

Efecto de luminosidad que produce una superficie en la retina del ojo, tanto si procede de una fuente primaria que produce luz, como si procede de una fuente secundaria o superficie que refleja luz. Relación entre la intensidad luminosa y la superficie aparente vista por el ojo en una dirección determinada. La percepción de la luz es realmente la percepción de diferencias de luminancias. El área proyectada es la vista por el observador en la dirección de la observación. Se calcula multiplicando la superficie real iluminada por el coseno del ángulo que forma su normal con la dirección de la intensidad luminosa (Giménez, Castilla, Martínez, & Villa, 2011).

8.7 Componentes de iluminación ornamental

Por lo indicado, la administración de un sistema de iluminación se puede enmarcar en cuatro componentes fundamentales (Pulla, 2013).

8.7.1 Componente Político:

El componente político sugiere dos aspectos fundamentales que debe prestar el servicio de alumbrado público:

- Seguridad de los peatones y sus bienes.
- Seguridad en el tránsito vehicular. Seguridad de los peatones y sus bienes: En la década de los años 1960, se realizaron estudios en Estados Unidos e Inglaterra para conocer la relación entre la cantidad de delitos y el alumbrado público. Luego de varios años de estudio

y de recopilación de datos, considerando el tipo de delitos, se concluyó que no se obtuvieron resultados favorables, pese a que se incrementó puntos de luz y a que hubo una buena percepción de los habitantes, pues no se redujeron sustancialmente las denuncias.

8.7.2 Componente Técnico:

Tiene que observar dos aspectos de importancia:

- Eficiencia de los componentes de un sistema de iluminación.
- Métodos de ahorro de energía. Eficiencia de los componentes de un sistema de iluminación: Se debe tratar que los componentes de un sistema sean de la máxima eficiencia para que en conjunto coadyuven a un ahorro sustancial. Hay que pretender tener lámparas de alta eficiencia, luminarias de alto rendimiento y equipos auxiliares de alta eficiencia. Métodos de ahorro de energía: Se cuenta actualmente con varios métodos o sistemas que permiten hacer ahorro energético, artefactos como fotocontroles temporizados, equipos de cabecera de línea que actúan sobre las redes disminuyendo la tensión, luminarias de doble nivel de potencia, son equipos que actualmente permiten restringir el servicio de iluminación sin afectar la prestación del servicio.

8.7.3 Componente Económico:

La optimización de los recursos destinados al servicio del alumbrado público se logra sobre la calidad y durabilidad del sistema. Son tres aspectos que influyen en el componente económico (Pulla, 2013).

- **Inversión inicial:** Se debe adquirir equipos de alta calidad, que serán la base de un bajo mantenimiento, permitiendo un importante ahorro de recursos. Si bien esto constituirá una mayor inversión inicial, pero nos permite asegurar que el ahorro posterior compensará la inversión.
- **Costo del mantenimiento:** El mantenimiento asegura la durabilidad de los equipos y la prestación del servicio en condiciones de calidad, su ejecución implica un costo inicial por el empleo de mano de obra y materiales.

- **Costo de la energía:** El consumo de energía depende de la eficiencia de los componentes y de la potencia de la lámpara elegida. Este aspecto del costo es el de mayor importancia y por lo tanto debe ser considerado como tal.

8.7.4 Componente Ambiental:

El funcionamiento de los sistemas de iluminación implica consumo de energía, lo cual conlleva una contaminación ambiental, por lo que es importante el ahorro energético en estas actividades. Se estima que, a nivel mundial, el 15 % del total del consumo de energía está destinada a la iluminación y, dependiendo del desarrollo de cada región, el consumo por alumbrado público está entre el 0,5 % y el 7 % (Pulla, 2013).

8.8 Baterías para paneles solares

Los acumuladores o baterías es un elemento fundamental en la instalación de sistemas FV autónomos, se describe a continuación las características de las baterías con mayor rendimiento para los sistemas fotovoltaicos off-grid que son las baterías monoblock, estacionarias y de ion-litio (Alarcon & Sánchez, 2021).

8.8.1 Baterías monoblock

8.8.1.1 Baterías de arranque de plomo ácido abiertas.

Utilizadas en el sector automovilístico proporciona elevadas corrientes en tiempos cortos especialmente para el arranque de motores, no están aptas para descargas por debajo del 90% de su carga total, de mantenimiento frecuente con agua destilada, lo que limita su uso en el sector fotovoltaico. Su composición química consta de dos electrodos de plomo, uno positivo (ánodo) y otro negativo (cátodo) y un electrolito líquido por donde conduce la corriente de negativo a positivo. Estas nuevas funciones demandan regímenes de trabajo de la batería fundamentalmente en estado parcial de carga, que conducen al fallo prematuro de las baterías inundadas convencionales debido a una sulfatación irreversible provocada por la estratificación del electrolito. (EGQ Hernaiz – 2010).

Figura 5. Esquema Básico De Una Batería De (Pb-a)



Fuente: (Alonzo Lorenzo, 2016)

8.8.1.2 Baterías tipo AGM o VRLA.

También conocidas como Absorción Glass Mat-AGM, estas baterías tienen el electrolítico absorbido en unos separadores de fibra de vidrio no necesitan ventilación ni mantenimiento trabaja con altas corrientes de descarga. Son baterías selladas no contiene líquido y se pueden instalar horizontal o verticalmente su capacidad de trabajo es mucho más amplia lo que la hace ideal para este tipo de sistemas FV. También llamadas baterías secas existen dos modelos del tipo Gel y AGM que tiene como objetivo minimizar la pérdida de electrolitos que es uno de los aspectos que afectan el funcionamiento de las baterías.

Figura 6. Modelo de batería AGM 250Ah-12V



Fuente: (Antonio L,2016)

8.8.1.3 Baterías de Gel.

Baterías de Gel. En estas baterías 'selladas', el ácido tiene la forma de gel. Su gran ventaja es que ya no hay un líquido que se puede perder, son cerradas y funcionan en cualquier posición. La corrosión es reducida y son más resistentes a bajas temperaturas. Su vida es mucho mayor que la vida de las baterías líquidas y comparado con otras, son las menores afectadas en casos de descargas profundas.

Las desventajas son una resistencia interna poco más alta que reduce el flujo máximo de la corriente, son algo más delicadas para cargar y llevan un precio mayor. Estas baterías, por su larga vida, se usan frecuentemente en la industria y la telecomunicación (Martínez & Moreno, 2016).

Figura 7. Modelo de Batería Tipo Gel 250Ah-12V.



Fuente: (Suarez, 2019)

8.8.2 Baterías Estacionarias.

Se conocen como acumuladores solares, baterías de ciclo profundo y/o baterías de plomo. La característica particular de este tipo de baterías es que su sistema está formado por una celda o vaso de 2 voltios cada batería. Si se requiere un voltaje nominal de 12V o más se conectan en serie con el fin de que se sume el voltaje individual en cada una de ellas y así para 12 V se necesitan 6 baterías tipo estacionarias lo que le da más autonomía, densidad y potencia (Alarcon & Sánchez, 2021).

8.8.3 Baterías de Ion litio.

Las baterías están compuestas por un electrodo negativo o cátodo de óxido metálico de litio, y por un electrodo positivo o ánodo de carbono y el electrolito que ayuda a la conducción de electrones está formado por sustancias de litio. Las baterías de litio tienen una demanda muy grande debido a su gran almacenamiento de energía en el uso de aparatos electrónicos y en vehículos eléctricos y ahora están para competir en el mundo de las energías renovables con unas propiedades de trabajo muy favorables para este tipo de sistemas fotovoltaicos (Alarcon & Sánchez, 2021).

Figura 8. Modelo batería de litio



Fuente: (Bonilla, Córdoba, & Peña, 2020)

8.9 Vida de baterías para aplicaciones solares.

La vida de las baterías se mide en la cantidad de ciclos de cargar y descargar que se determinan a cierta profundidad de descarga a una temperatura específica (normalmente a 20 o 25°C). Traducida en años, y asumiendo un ciclo por día, baterías de calidad en un ambiente normal, que no se descargan excesivamente y se carga correctamente, tienen una vida de por lo menos seis años, ocho a diez años es común y hay baterías industriales que después de 20 años todavía mantienen una capacidad de 80%. Aparte de la calidad de la fabricación y del tipo, la vida depende sobre todo de su manejo correcto (Martínez & Moreno, 2016).

8.10 Clasificación de iluminación.

Los aparatos de iluminación se diferencian por construcción, funcionalidad y características como: consumo de energía eléctrica, flujo luminoso, eficacia luminosa, duración del tiempo de vida, depreciación del flujo luminoso, propiedades calorimétricas, características de atenuación, tiempo de conmutación y otros (González, 2022).

8.10.1 Lámparas

Estas funcionan de forma similar a los tubos fluorescentes lineales. Se conforman de 2, 4 o 6 pequeños tubos fluorescentes, estos pueden ser integrados o no. Las lámparas integradas poseen una base común adjunta al balasto, mientras que las no integradas se conectan a una luminaria que incluye el balasto.

8.10.2 Luminaria

El objetivo primordial de las luminarias es distribuir, difundir y dirigir la luz emitida por las lámparas sobre una superficie específica. La eficiencia de una luminaria se evalúa por la relación de la salida de luz de la luminaria respecto al saluda de luz de las lámparas y se expresa como un porcentaje. Los valores de este porcentaje que son mayores al 50% por lo general se clasifican como eficiente, pero la eficiencia también es un factor que depende de la iluminación necesaria (González, 2022).

8.10.3 Control manual

Este tipo de control es propenso a grandes desperdicios de energía debido a la falta de oportunidad de la operación de encendido y apagado de la iluminación, así como su atenuación. Se puede clasificar en:

- ✓ Interruptor de encendido/apagado: Por acción manual directa, en tiempo real.
- ✓ Temporizador de desconexión: Desconecta y conecta el sistema de iluminación tras una previa configuración del temporizador.
- ✓ Regulador (dimmer): Adapta los perfiles de potencia y la salida de luz gradualmente a lo largo de un intervalo determinado.

8.10.4 Control automático

Controlan la iluminación con soporte en la tecnología. Los sistemas cambian automáticamente según los cambios en la ocupación o en la luz natural. La conmutación también puede ser aceptable cuando los ocupantes son transitorios o para la realización de tareas exigentes. Los sistemas de conmutación son en varias ocasiones apropiados para atrios, pasillos, entradas, almacenes y centros de tránsito, sobre todo cuando existe demasiada luz natural, este tipo de control representa un ahorro energético considerable. El sistema de control automático tiene los componentes de control, sensor y actuador

8.10.5 Equipos auxiliares Balasto

Son primordiales en todas las lámparas de descarga para otorgar el encendido y funcionamiento, y también influyen en la eficacia de la propia lámpara. Existen 2 categorías de balastos: Electromagnético y electrónico (González, 2022).

8.11 Controlador de paneles solares.

El controlador de carga de batería/carga externa para paneles fotovoltaicos FUM-2408/2412/2420 está diseñado para utilizarse con todo tipo de paneles/sistemas fotovoltaicos y diferentes tipos de baterías de 24V, como baterías de plomo líquidas o selladas, baterías de plomo calcio, y baterías de plomo antimonio (Fullwat, 2005).

Posee numerosas características para maximizar el rendimiento del sistema:

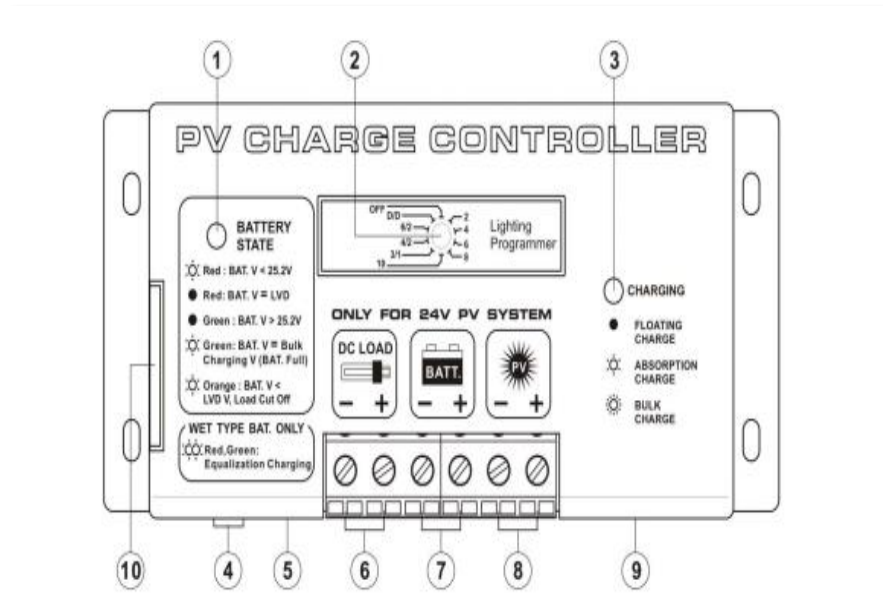
- Bloqueo electrónico (protege contra una conexión con la polaridad invertida del panel fotovoltaico y bloquea la corriente desde la batería al panel fotovoltaico cuando la tensión en la batería sea superior a la del panel).
- Adecuado para paneles fotovoltaicos con una tensión de circuito abierto desde 36 hasta 46V.
- Corriente nominal a la carga externa/para cargar la batería: 8A (FUM-2408) / 12A (FUM-2412) / 20A (FUM-2420).
- Control de la carga con modulación de ancho de pulso (PWM).
- Microprocesador incluido para controlar la carga desde el panel fotovoltaico para maximizar la eficiencia de la carga de la batería.

- Protección contra sobrecarga y contra sobredescarga.
- Control de carga de 3 etapas (masiva, absorción y flotación) que permite dejar la batería sin atención durante largos periodos de tiempo (Fullwat, 2005).

8.11.1 Controles e indicadores.

El siguiente diagrama muestra las conexiones del controlador de carga fotovoltaico.

Figura 9. Controlador de carga fotovoltaico



Fuente: (Fullwat, 2005)

1. LED indicador del estado de la batería
2. Programador de iluminación (selección de los modos luz de noche)
3. LED indicador del estado de carga de la batería
4. Botón de rearme
5. Sensor de temperatura (opcional)
6. Terminal de carga de 24V con desconexión por baja tensión / modo luz de noche
7. Terminal de conexión de la batería de 24V.
8. Terminal de conexión del panel fotovoltaico. 9. Terminal de señal remota (opcional)
9. Tapa lateral (abrir para acceder a los interruptores de configuración) (Fullwat, 2005).

8.12 Funcionamiento del regulador de carga.

El regulador permite, por un lado, alargar la vida de la batería y por el otro, obtener información y parámetros del funcionamiento de la instalación. Permite alargar la vida de las baterías ya que permite el paso de la electricidad según el estado en que se encuentre la batería en cada momento. Por ejemplo, cuando esta esté a un 32 nivel de carga inferior al 95%, permitirá el paso libre de toda la electricidad con el objetivo de cargarla cuanto antes posible. Mientras que, si se encuentra en un porcentaje de carga del 95 al 99%, permitirá el paso de forma muy controlada que es lo que llamamos carga de flotación, con el fin de llenar al máximo la batería. Por otra parte, si la batería se encuentra completamente cargada, cortará el paso de corriente para evitar sobrecargas o un sobrecalentamiento del acumulador. Gracias a realizar la carga de esta forma, se evitan problemas en las baterías solares y se alarga al máximo sus años de vida (Martínez & Moreno, 2016).

8.13 Inversor de corriente

8.13.1 Funcionamiento del inversor de voltaje.

El inversor de voltaje tiene como función cambiar un voltaje de entrada de corriente continua a un voltaje simétrico de salida de corriente alterna, con una frecuencia y magnitud deseada debido a que los aparatos electrónicos trabajan a una determinada frecuencia predeterminada de acuerdo a cada país. Un inversor consta de un oscilador que controla a un transistor, el cual se utiliza para interrumpir la corriente de entrada y generar una onda cuadrada. Esta onda cuadrada alimenta a un transformador que suaviza su forma, haciéndola parecer un poco más una onda senoidal y produciendo el voltaje de salida necesario (Moreno & Torres, 2012).

8.14 Lámparas LED.

En los últimos años se ha venido invadiendo la nueva tecnología en iluminación mediante luminarias LED (Diodo Emisor de Luz). En un futuro no muy lejano, en el ámbito de la iluminación, es previsible que la utilización de los LED se incremente, ya que sus aplicaciones son superiores a las lámparas incandescentes y al tubo fluorescente, desde diversos puntos de vista. La iluminación con LED tiene muchas ventajas. Es importante también señalar que diversas pruebas realizadas por importantes laboratorios internacionales y organismos gubernamentales han concluido que el ahorro energético varía entre un 60% y 80% en relación con la iluminación

tradicional. Esto es una de las grandes ventajas que los LED ofrecen para el alumbrado público (Bejarano, 2011).

Figura 10. Lámpara LED



Fuente: (Bejarano, 2011)

8.14.1 Ventajas desde el punto de vista de eficiencia energética.

- a. Eficiencia y ahorro energético
- b. Mejora de la competitividad, modernización en los sistemas de gestión
- c. Reducción de la emisión de gases de efecto invernadero
- d. Reducción de los costos ocasionados por el consumo eléctrico
- e. Prevención y limitación de riesgos
- f. Protección a personas, flora, fauna, bienes y ambiente en general (Bejarano, 2011).

8.14.2 Desventajas:

El mayor inconveniente que tiene el LED sin duda es su precio, pero si evaluamos sus múltiples e inmejorables condiciones de funcionamiento, y sobre todo su larga vida en comparación con los demás sistemas de iluminación, estamos en condiciones de afirmar que es la inversión más sensata, eficaz y rentable que podemos hacer (Bejarano, 2011).

9 METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En el presente trabajo de titulación está orientado a cubrir la necesidad de iluminar un área de recreación de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná siendo necesario analizar los métodos, técnicas y herramientas necesarias para realizar el diseño y posteriormente su implementación.

9.1 Localización.

La implementación de la iluminación será en el área de recreación de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, esto servirá para brindar un sistema de iluminación adecuado a esta zona y a realzar el atractivo que presenta el lugar para la comunidad.

Figura 11. Ubicación de la universidad técnica de Cotopaxi extensión la Maná.



Fuente: Google Maps. Coordenadas: 0°55'04"S 78°37'58"O

9.2 Tipos de investigación.

Investigación Bibliográfica

Es importante recabar información bibliográfica buscando información adecuada en libros, bases de datos, revistas científicas, entre otros. Para poder utilizarla en el desarrollo del presente trabajo, donde se hace una exploración de la producción de la comunidad académica sobre un tema determinado.

Investigación Aplicativa

La investigación empleada es de carácter aplicada ya que se busca encontrar estrategias que se emplearon para el desarrollo del problema de falta de iluminación para el área de recreación de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná. La teoría prima para la realización del presente trabajo, debido a que se hizo un análisis teórico de los componentes que intervienen en la implementación de este sistema de iluminación por medio de un sistema fotovoltaico.

9.3 Pregunta científica.

¿Se podrá utilizar un generador solar fotovoltaico para abastecer de iluminación el área de recreación de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná?

9.4 Parámetros de diseño.

Para determinar los parámetros de diseño, se analizó: el lugar de instalación con sus dimensiones donde se realizó el diseño del sistema fotovoltaico, se tomará como partida los datos de consumo de las cargas a satisfacer para, en función del rendimiento global de la instalación, determinado en base a la elección del tipo de cada dispositivo que compone el sistema, y de los datos de radiación del lugar geográfico de instalación, calcular cada uno de los parámetros requeridos para la toma de decisiones.; el área de recreación de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, energía solar, luces ornamentales, estructuras de soporte del sistema de iluminación, cable utilizado para el circuito eléctrico y las protecciones eléctricas necesarias.

9.5 Lugar de Instalación.

El lugar donde se procedió a instalar el sistema de iluminación con la utilización de energía renovable es el área de recreación de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, El lugar se muestra a continuación en la figura 12.

Figura 12. Área de recreación de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná

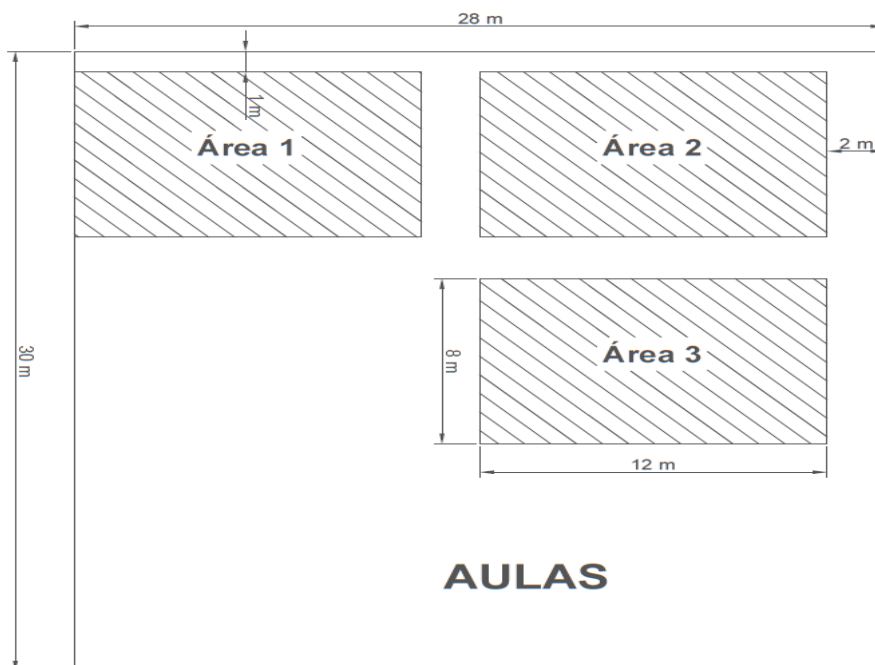


Fuente: Autores.

9.6 Cálculo del área a iluminar

Implementación de un módulo de paneles fotovoltaicos para la iluminación del área de recreación de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná; cuenta con las siguientes dimensiones como se observa en la fig.12. El área a desarrollar el proyecto de iluminación cubre en tres áreas de 12m x 8 m, cada una; no obstante, se obtuvo una superficie total de 288m². Ver la figura 13.

Figura 13. Área a iluminar



Fuente: Autores.

9.7 Normativas para diseño de iluminación en áreas recreativas y camineras

Según Bravo Nieto y Salazar (2015), el diseño de la luminaria está direccionado a superficies específicas que se puede encontrar en lugares recreativos, fuentes de agua, etc. A diferencia de normas que define valores y requisitos para parques y canchas deportivas en general sin importar su arquitectura. Es importante indicar que esta propuesta de norma es un complemento a lo que ya se encuentra estipulado en la Regulación del CONELEC 008/11 y la Norma RTE INEN 069, para iluminarias. (Bravo Nieto & Salazar, 2015).

9.8 Instalación de Luminarias Empotradas en el Suelo

Para la instalación de ese tipo de luminarias, el proyectista debe conocer la forma adecuada de realizarla. Se sabe que en caso de ir empotradas en suelo sólido como el concreto debe estar al

mismo nivel, caso contrario en jardines debe estar sobre el nivel del piso evitando así el ingreso de elementos externos que afecten el funcionamiento de la lámpara. (Bravo Nieto & Salazar, 2015)

9.9 Niveles de Iluminación en canchas deportivas

Para el caso de áreas verdes se puede considerar como parámetro el mismo de las áreas de descanso. Aunque su análisis es muy relativo, ya que puede existir afectación de la arboleda, montículos, césped de varios tamaños y otros aspectos que actúan en la decisión de ubicación de la luminaria y el valor de iluminancia respectivo como se observa a continuación en la tabla.

Tabla 2. Niveles de iluminación en zonas recreativas RET 069 INEN Y CONELEC 008/11

Clasificación	Iluminancia	Uniformidad
	Promedio EP (luxes)	General (%)
Canchas deportivas	60	55
Bulevar	60	45
Piletas o fuentes de agua	40	40
Andenes y camineras	30	40
Cielovias en parques	30	40
Áreas de juegos infantiles	30	40
Área de descanso	25	40

Fuente: (Bravo Nieto & Salazar, 2015)

Por requerimientos de la regulación del CONELEC 008/11, los niveles de uniformidad general deben superar el 40%, consecuentemente, en nuestra propuesta, algunos de los valores asignados se exige una uniformidad general superior al 45% hay niveles de iluminación y lugares específicos que se encuentran dentro de las zonas recreativas y deportivas. Los valores de iluminancia promedio y de uniformidad general asignados a cada clasificación, como se muestra en la tabla anterior, se concluyeron en base al análisis previo y en conjunto con criterios obtenidos de normas como CIE, NTC 900, IES, INEN 069 y CONELEC 008/11. (Bravo Nieto & Salazar, 2015)

9.10 Diseño del sistema.

Para diseñar el sistema primero se deslizo el análisis para determinar la cantidad necesaria de luxes que se necesita para iluminar el área de recreación de la universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Mana y se determinó que se necesita una iluminancia media superior a los 20 luxes.

9.11 Dimensionamiento del sistema.

Para dimensionar el sistema de iluminación ornamental alimentado con energía fotovoltaica, se debe realizar una serie de cálculos para tener un valor real al momento de seleccionar los componentes necesarios, para ello se estima la radiación solar presente en el cantón la Maná, en el lugar del desarrollo de este proyecto.

9.12 Cálculo de flujo luminoso total requerido

El nivel de iluminancia promedio simbología (E_p) es el flujo luminoso recibido por una superficie, cuya unidad es luxes expresada en $\frac{\text{lúmenes}}{m^2}$; según la tabla anterior es de 25 luxes. Con una uniformidad de un 40% más del promedio normal. A continuación, se realizará el respectivo cálculo según los parámetros que se detalla,

Ecuación 9.1.

$$E_p = \frac{\varphi}{A}$$

Dónde:

E_p : iluminancia promedio

E : iluminancia (lx)

φ : Flujo luminoso (lm)

A : área en m^2

Datos:

E: 25 luxes.

A: 48 m² véase fig. 13

$$\varphi = E * A$$

$$\varphi = (25luxes) * (48m^2)$$

$$\varphi = 1200 luxes$$

9.13 Cálculo del flujo luminoso requerido.**Ecuación 9.2.**

$$\varphi_r = \frac{\varphi}{N_r} = \frac{1200 \text{ lúmenes}}{6} = 200 \text{ lúmenes}$$

Dónde:

N_r : Número de reflectores requeridos 3 unidades

φ : Flujo luminoso total requerido bajo normas es de 2400 lúmenes

φ_r : Flujo luminoso de cada reflector

9.13.1. Cálculo de potencia del sistema de iluminación**Ecuación 9.3.**

$$P. requerida = (U X Watt) h$$

Donde.

P. requerida: potencia requerida de la iluminación

U: unidades de iluminación

Watt: potencia de trabajo de las luces

h: hora de trabajo

Tabla 3. Cantidades de iluminación a usar en el proyecto y valores de consumo.

Cargas	Unidades	Potencia (W)	Horas (h)
Leds ornamentales	6	12	5
Reflectores	3	300	5

Fuente: Autores.

9.14 Irradiancia del lugar

Para determinar la irradiancia del lugar se debería poder tener datos tomados “in situ” por alrededor de 5 años para crear un histórico de irradiancia promedio mensual para la determinación del peor mes y poder utilizarlo en el dimensionamiento del sistema. Dado que estos datos no existen se procedió a buscar en bases de datos como SOLar radiation DAta (SODA), National Renewable Energy Laboratory (NREL) y National Aeronautics and Space Administration (NASA).

Esto se puede observar en la siguiente tabla 3, donde se observa los valores de irradiancia promedio mensual obtenidos de la página de la NASA, pero tabulados y promediados de 5 años de mediciones realizadas satelitalmente.

Tabla 4. Valores de Irradiancia del cantón la Maná.

Radiación Solar en kWh/m^2											
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
4.13	4.34	4.56	4.32	4.13	4.01	4.26	4.45	4.28	4.25	4.31	3.97

Fuente: Los autores.

Este valor servirá para realizar el dimensionamiento del generador fotovoltaico con el cual se generará la electricidad necesaria para el funcionamiento del sistema.

9.14.1 Cálculo del generador fotovoltaico

Para poder realizar el análisis del generador fotovoltaico se tomará en cuenta la cantidad de energía que se necesitarán para el funcionamiento de las cargas.

6 reflectores Led de 12 Watts

Tiempo de funcionamiento 5 horas

$$\text{Consumo (Wh)} = \text{potencia} \times \text{unidades} \times \text{tiempo de uso}$$

$$\text{Consumo (Wh)} = (12W)(6)(5h)$$

$$\text{Consumo (Wh)} = 360 \text{ Wh}$$

Ecuación 9.4.

$$HSP = \frac{\text{Promedio de radiación (W/m}^2\text{)}}{1000W/m^2}$$

HPS: Radiación solar “hora pico”

Promedio de radiación (W/m²): Datos obtenidos de la tabla de radiación solar

1000W/m²: Potencia de radiación nominal establecido.

Fsg: Factor de seguridad 1,2 adimensional

Ecuación 9.5.

$$\text{Generador} = \frac{\text{Consumo} \times \text{Fsg}}{HSP_{\text{peor mes}}}$$

$$\text{Generador} = \frac{(360Wh)(1.2)}{\left(\frac{3.97 \text{ kWh/m}^2}{1000 \text{ W/m}^2}\right)}$$

$$\text{Generador} = 108.82 \text{ W}$$

Este es un primer valor que se obtuvo, ahora hay que considerar las pérdidas del sistema, por lo que ahora se tomarán en cuenta las pérdidas que ocurren al generar energía solar fotovoltaica.

Ecuación 9.6.

$$\text{Generador considerando pérdidas} = \frac{\text{Generador}}{PR}$$

PR: Factor de planta en energía fotovoltaica 0.65 adimensional

$$\text{Generador considerando pérdidas} = \frac{108.82 \text{ W}}{0.65}$$

$$\text{Generador considerando pérdidas} = 167.42 \text{ W} \approx 170 \text{ W}$$

Para determinar el número de paneles que se van a utilizar se vio la potencia del elemento seleccionado, así:

$$\text{Número de paneles} = \frac{\text{Generador considerando pérdidas}}{\text{Potencia del panel}}$$

$$\text{Número de paneles} = \frac{170 \text{ W}}{100 \text{ W}}$$

$$\text{Número de paneles} = 1,7 \approx 2$$

9.15 Baterías necesarias del sistema.

Ahora para el dimensionamiento del sistema se utilizará también el valor de la energía requerida y utilizando la siguiente fórmula:

Ecuación 9.7.

$$\text{Carga batería(Wh)} = \text{Consumo} * \text{FSB}$$

$$\text{Carga batería (Wh)} = (360\text{Wh})(1)$$

$$\text{Carga batería (Wh)} = 360 \text{ Wh}$$

Donde *Carga batería (Wh)* es la carga que tendrá la batería (*Wh*)

FSB Se denomina días de autonomía 1 (*adimensional*)

Ahora para obtener el valor de la batería en Amperios – horas se utilizará la siguiente ecuación

Ecuación 9.8.

$$\mathbf{Carga\ batería\ (Ah) = \frac{Carga\ batería(Wh)}{V\ batería}}$$

Donde *Carga batería(Ah)* es la carga útil de la batería que se obtendrá en (Ah)

Vbatería Voltaje que brindará la batería en este caso 12 V.

$$Carga\ batería\ (Ah) = \frac{360(Wh)}{12\ V}$$

$$\mathbf{Carga\ batería\ (Ah) = 30\ Ah}$$

A las baterías hay que protegerlas de descargas profundas ya que esto ocasiona que las mismas se deterioren y se dañen, por lo que para tener un valor adecuado se procederá así:

Ecuación 9.9.

$$\mathbf{Carga\ batería\ nominal\ (Ah) = \frac{Carga\ batería(Ah)}{PD_{MAX}}}$$

PD_{MAX} Se denomina valor de profundidad de descarga y es de 60% el valor que se utiliza para que las baterías no se descarguen más de un 60%.

$$Carga\ batería\ nominal\ (Ah) = \frac{30(Ah)}{0.65}$$

$$Carga\ batería\ nominal\ (Ah) = \frac{30(Ah)}{0.65}$$

$$\mathbf{Carga\ batería\ nominal\ (Ah) = 46.15 \approx 50(Ah)}$$

9.16 Tarifa eléctrica para el 2022.

Ecuador es el sexto, de 14 países en América Latina, en el ranking de las tarifas eléctricas más bajas de la región para el sector residencial. Con una tarifa del 10,47 centavo por kilovatio hora para consumos de hasta 300 kWh, está por debajo de países vecinos como Colombia (15,23) y Perú (16,43). Los datos han sido revelados por la entidad Osinergmin (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería, Ecuador) en marzo del 2021. (El Universo, 2021).

La tasa promedio de consumo eléctrico para 2021 en Ecuador es de \$ 10 para los hogares, \$ 7.99 para uso industrial, \$ 7.12 para otros sectores. Recursos que son usados para cubrir el costo de toda la industria eléctrica. De acuerdo con el señor Coordinador Técnico de Regulación y Control eléctrico de la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables, los servicios eléctricos nacionales cuestan \$ 201,400 millones para satisfacer a 5 millones y medio de usuarios. (El Universo, 2021).

9.17 Precio de la energía sus centrales

Morillo & Ayala (2021) menciona que según (CENELEC, pág. 3) dice lo siguiente “los precios a reconocerse por la energía medida en el punto de entrega, expresados en centavos de dólar por kWh”, son los siguientes (Morillo & Ayala, 2021):

Tabla 5. Precio de la energía según centrales

Centrales	Precio (cUSD/ Kwh)
Eólicas	10.05
Fotovoltaica	13.65
Biomasa-Biogas	10.23
Geotérmicas	8.12

Elaborado por: (CENELEC, 2012)

9.18 Gasto energético mensual y anual.

El Directorio de la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables (ARCERNNR), mediante **resolución ARCERNNR-009/2022** del 14 de abril, determinó que la tarifa nacional promedio del servicio eléctrico se mantenga en **10.4 centavos de dólar por cada Kilovatio-hora (¢USD/kWh)** (Ministerio de Energía y Minas, 2022).

Ecuación 9.11.

Valor kwh residencial \$0,104

$$\text{Gasto } \$ \text{ diario} = 0.36 \text{ kwh} * (0.104) = 0.037 \$ \text{ gasto diario}$$

Gasto anual (C_a)

$$\text{Gasto } \$ \text{ mes} = 0.36 \text{ kwh} * (0,1044) * (30 \text{ dias}) = \$ 1.12 \text{ gasto mes}$$

$$\text{Gasto } \$ \text{ año} = 0.36 \text{ kwh} * (0,1044) * (365) = \$ 13.72 \text{ gasto anual}$$

10 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

10.1 Análisis de Irradiancia del lugar.

Para determinar la irradiancia del lugar se debería poder tener datos tomados “in situ” por alrededor de 5 años para crear un histórico de irradiancia promedio mensual para la determinación del peor mes y poder utilizarlo en el dimensionamiento del sistema. Dado que estos datos no existen se procedió a buscar en bases de datos como SODA, NREL y NASA.

Para este análisis usaremos el valor más bajo de radiación solar siendo el mes de diciembre con un valor de 3.97 Kwh/m²

Tabla 6. Valores de Irradiancia del cantón la Maná en Kwh/m².

Radiación Solar en Wh/m^2											
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
4130	4340	4560	4320	4130	4010	4260	4450	4280	4250	4310	3970

Fuente: Los autores

Tabla 7. Cantidades totales de iluminación a usar en el proyecto y valores de consumo en W/h.

Cargas	Unidades	Potencia (W)	Horas (h)	Energía W/h
Leds ornamentales	6	12	5	360
TOTAL, DE POTENCIA				360 Wh/día

Fuente: Autores.

Como podemos apreciar en la tabla 4, se tiene una potencia de 360W/h en la implementación de toda la iluminación ornamental, con estos valores podemos seguir calculando los demás componentes a implementar en el diseño.

Cálculos de energía del panel para recargar la batería

$$AhRequerida = Ah \text{ pico del modulo } \times HSP$$

$$AhRequerida = 29.1 \text{ Ah } \times 4.56$$

$$AhRequerida = 133 \text{ Ah}$$

Los paneles monocristalinos son paneles que entregan mayor energía aun que no exista una mayor iluminación solar, estos son adecuados en lugares donde las horas pico es baja, se consideró implementar este tipo de panel para poder satisfacer la potencia requiera en las iluminarias ornamentales.

10.2 Baterías necesarias del sistema

Para calcular la capacidad de baterías necesario utilizaremos de nuevo el valor del consumo diario obtenido previamente de 4860 Wh/día. Dividimos primero el consumo diario entre la tensión del banco de baterías $4860 \text{ Wh/día} / 12\text{V}$, obteniendo una capacidad de baterías necesaria de 400 Ah. Dado que la batería no debe descargarse más del 50% de su capacidad porque perdería rápidamente su vida útil, la capacidad necesaria en este caso sería de 800Ah. Esta capacidad correspondería a

una batería con 1 día de autonomía. En el caso de que busquemos una autonomía superior simplemente multiplicaremos su capacidad por los días de autonomía que estemos buscando.

10.3 Protección de descarga de baterías

A las baterías hay que protegerlas de descargas profundas ya que esto ocasiona que las mismas se deterioren y se dañen, por lo que para tener un valor adecuado se procederá así:

$$C_{B,NOM}(Ah) = \frac{C_{B,UTIL}(Ah)}{PD_{MAX}}$$

PD_{MAX} Se denomina valor de profundidad de descarga y es de 60% el valor que se utiliza para que las baterías no se descarguen más de un 60%.

$$C_{B,NOM}(Ah) = \frac{30 Ah}{0.65}$$

$$C_{B,NOM}(Ah) = 46.15 \approx 50Ah$$

Este valor es el que se necesitará para prolongar su vida útil, cabe recalcar que los reflectores contienen en su interior una batería de 50Ah, por dicha razón se considera implementar una batería central de 100Ah que se encargara de satisfacer el consumo sin descargarse menos de 40% de su capacidad de almacenamiento de energía.

10.4 Cálculo Consumo de kWh.

Para este análisis se toma en cuenta la cantidad total de iluminarias ornamentales, para calcular su consumo energético por mes.

Datos:

- 3 reflectores de 12-watt
- 5 horas al día de trabajo

$$\text{Consumo (Wh)} = \text{potencia} \times \text{unidades} \times \text{tiempo de uso}$$

$$\text{Consumo (Wh)} = (12W)(6)(5h)$$

$$\text{Consumo (Wh)} = 360 Wh$$

$$\text{consumo mensual} = (360 \text{ Wh})(30)$$

$$\text{consumo mensual} = 10800 \text{ Wh/mes}$$

10.5 Gasto energético mensual y anual.

El Directorio de la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables (ARCERNNR), mediante **resolución ARCERNNR-009/2022** del 14 de abril, determinó que la tarifa nacional promedio del servicio eléctrico se mantenga en **9, 2 centavos de dólar por cada Kilovatio-hora (¢USD/kWh)** (Ministerio de Energía y Minas, 2022).

$$\text{Gasto } \$ = 10.8 \text{ kWh} * (0.104) = \$ 1.12 \text{ gasto mensual}$$

Gasto anual (C_a)

$$\text{Gasto } \$ = 10.8 \text{ kWh} * (0.104) * (12 \text{ meses}) = \$13.47 \text{ gasto anual}$$

10.6 Cálculo del Inversor.

Los paneles solares son de 22,7 Voltios en circuito abierto y 5,79 Amperios en cortocircuito, por medio del regulador de carga se obtendrán valores de voltaje de 12 voltios, es por esta razón que se colocaron estos elementos en paralelo con esto se garantiza un voltaje de 12 V y una corriente en cortocircuito 11,58 Amperios por lo que se buscará un inversor de 12 Voltios de 20 amperios y con salida de 120 V a 60 Hz. Con lo que se logró implementar un inversor de 1 kW de potencia, esto para la conversión de energía del sistema.

10.7 Protección

Para determinar la protección del sistema se encontró el valor de la corriente de esta manera:

$$P = V \cdot I$$

$$I = \frac{P}{V}$$

$$I = \frac{1 \text{ kW}}{120 \text{ V}}$$

$$I = 8.333 \approx 8A$$

Por esta razón se utilizó un breaker de 8 Amperios como protección del circuito del sistema.

10.8 Instalación de las iluminarias ornamentales.

Tomando en cuenta las especificaciones mostradas arriba se procedió a la implementación del sistema para lo cual se inició con la colocación de la tubería para el cableado del sistema de iluminación como se aprecia en la figura 14.

Figura 14. Ubicación de la tubería para el cableado



Fuente: Autores

Para la colocación de dos paneles solares se tomará en cuenta las características de los paneles solares que se muestran a continuación en la tabla 7.

Para la colocación de dos paneles solares se tomará en cuenta las características de los paneles solares que se muestran a continuación en la tabla 7.

Tabla 8. Características del panel solar.

Tamaño del módulo	1014x676x35 mm
Tipo de célula	Monocristalina 104x156 mm
Número de células	36 (4x9)
Potencia máxima Wp	100 W
Voltaje en circuito abierto (Voc)	18.3 V
Voltaje de trabajo	12 V
Intensidad en cortocircuito (Isc)	5.79 A
Peso	7.5 kg

Fuente. Autores.

Como se aprecia en las características mostradas en la tabla 6, el voltaje de trabajo es de 12 Voltios y como se va a utilizar un inversor que necesita 24 voltios se procedió a hacer la conexión en serie esto debido a que realizada este circuito se va a obtener los 24 voltios requeridos para el inversor.

Figura 15. Ubicación de los paneles solares

Fuente: Autores

En la figura 16, se aprecia la colocación de las luces del sistema de iluminación para el área de recreación.

Figura 16. Ubicación de los leds ornamentales.



Fuente: Autores.

Luego se colocó la caja de revisión como se aprecia en la figura 17, donde se puso el inversor en conjunto con el banco de baterías que dará la energía necesaria para el funcionamiento del sistema de iluminación.

Figura 17. Puesta de la caja de control eléctrico



Fuente: Autores.

En la figura 18 se aprecia finalmente el sistema funcionando y colocado en el área de recreación de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná.

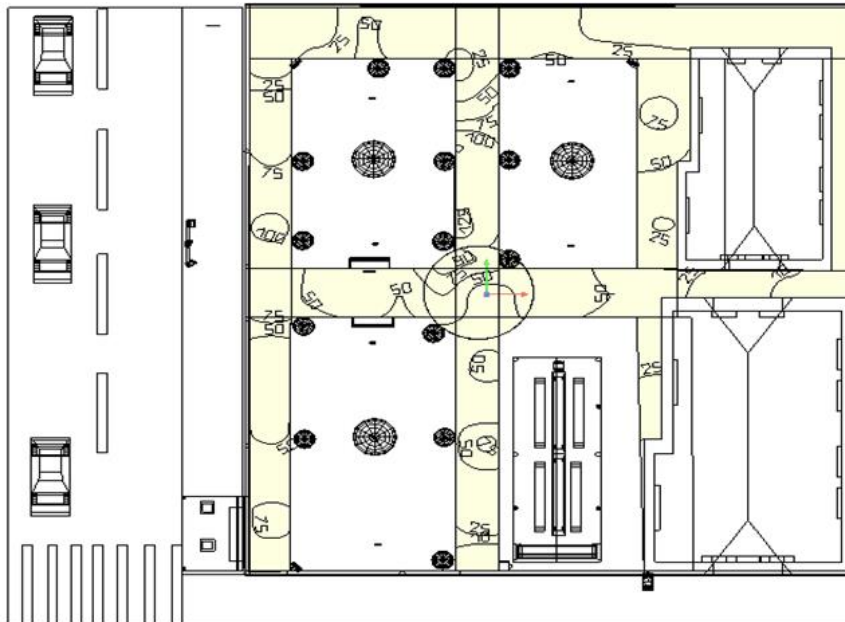
Figura 18. Funcionamiento del sistema de iluminación



Fuente: Autores

Para verificar el funcionamiento del sistema se utilizó DIALUX para verificar que el área de recreación tenga una iluminancia superior a los 20 luxes, por lo que se procedió a hacer el diseño del sistema como se puede apreciar en la siguiente figura 18.

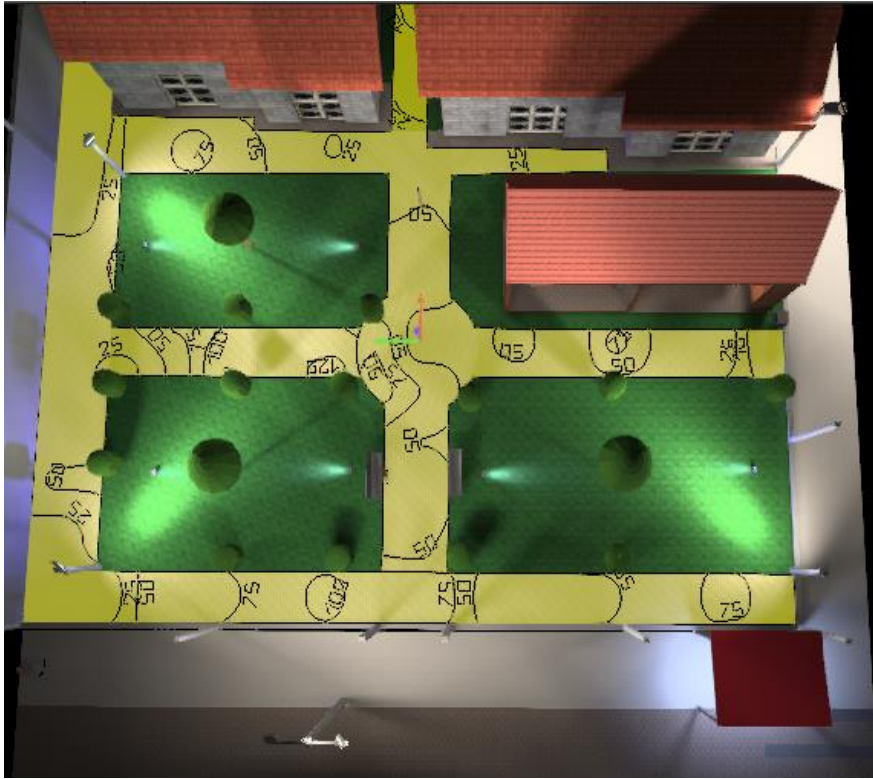
Figura 19. Valores de iluminancia realizados en DIALUX



Fuente: Autores

En la figura 20 se muestra el diseño realizado en DIALUX en 3 dimensiones con la cual se cumple normativa establecida de que para parques y áreas recreativas la iluminancia mínima sea de 20 luxes.

Figura 20. Valores de iluminancia realizados en 3 dimensiones

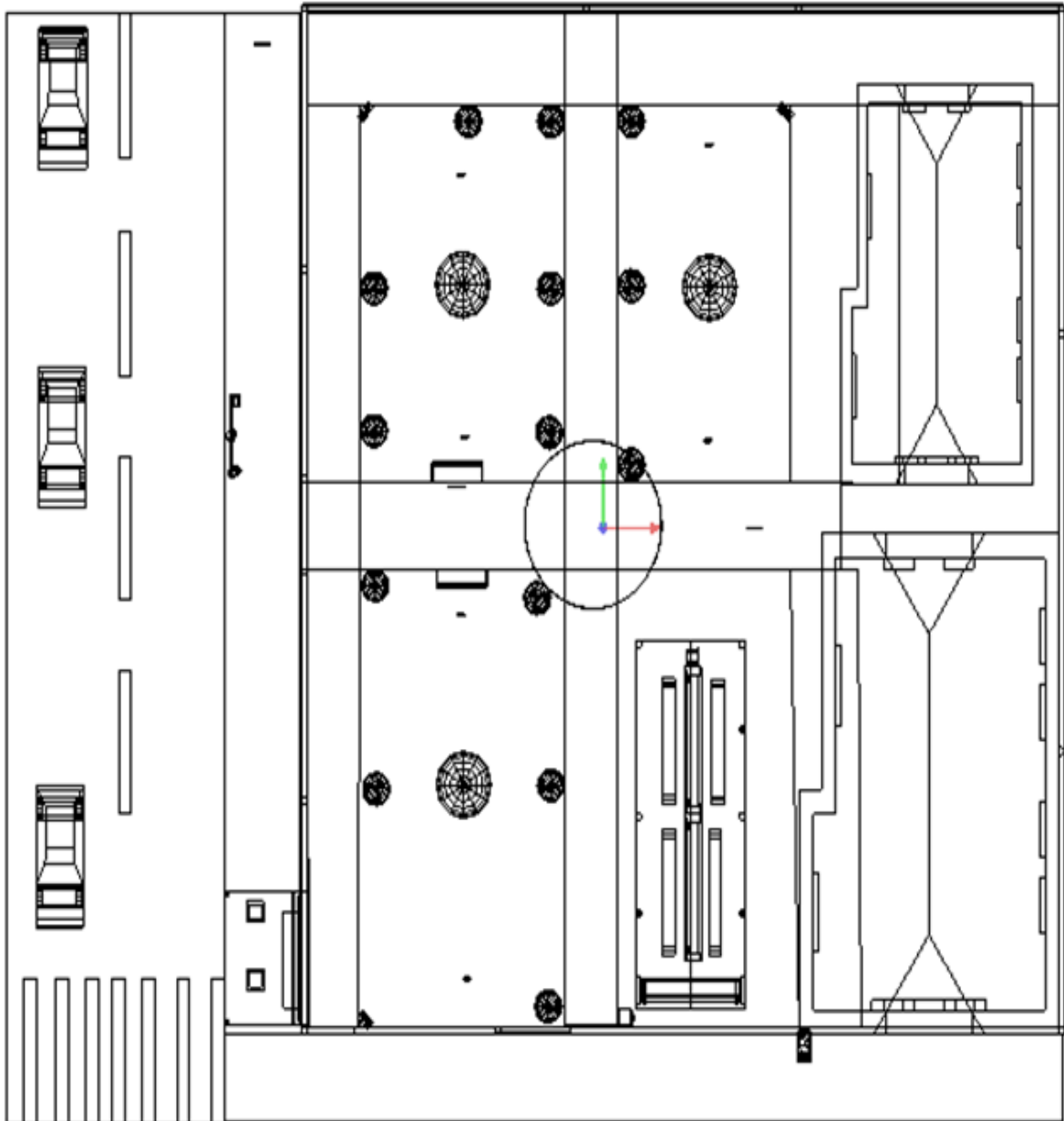


Fuente: Autores.

10.9 Simulación del sistema.

Para la iluminación se utilizó el programa DIALUX para hacer una pre visualización del sistema de iluminación que se colocará en el área de recreación, con esta simulación se podrá determinar los valores necesarios de luxes que requerirán las lámparas y luces led necesarias para la realización del presente diseño. En la figura 21, se muestra cómo se realizó el diseño en DIALUX.

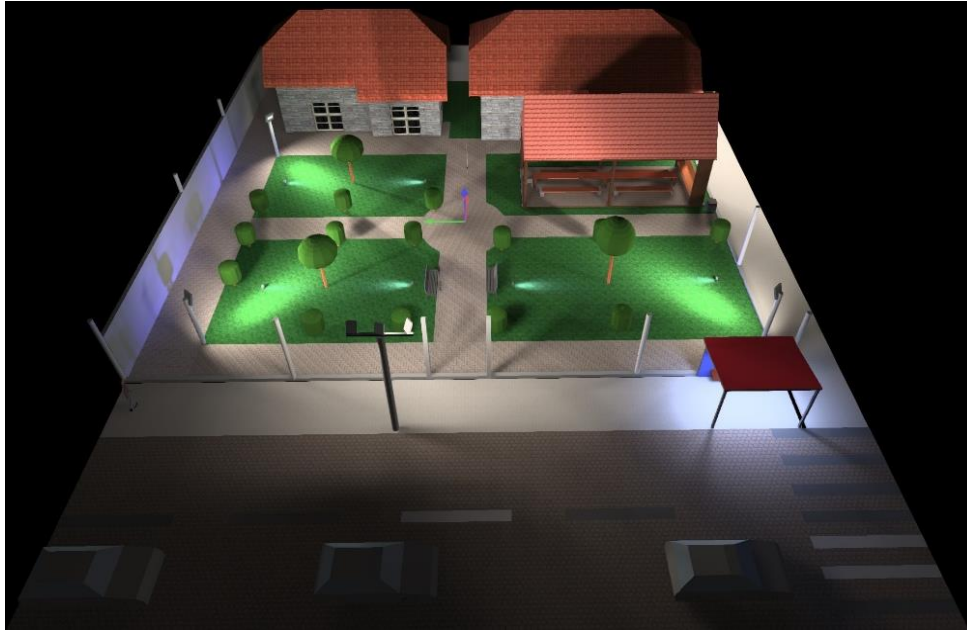
Figura 21. Diseño del sistema en DIALUX



Fuente. Autores

En el área de recreación existían 3 reflectores de 300 watts, los cuales se utilizaron como ayuda para el sistema de iluminación ornamental. En la simulación se colocó los reflectores de 300 watts y también los ornamentales para el sistema de iluminación.

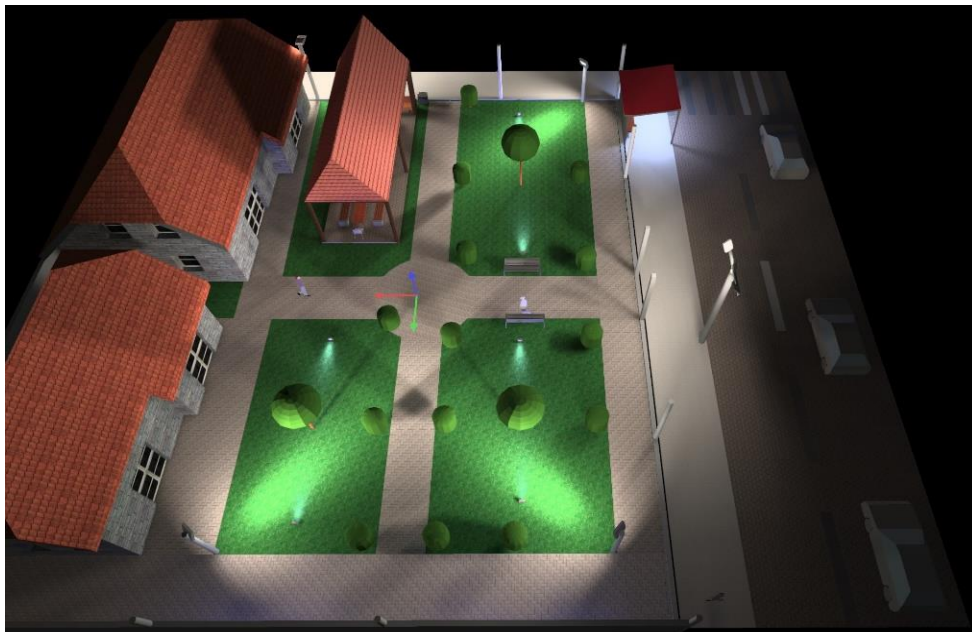
Figura 22. Diseño del sistema en 3D



Fuente: Los autores

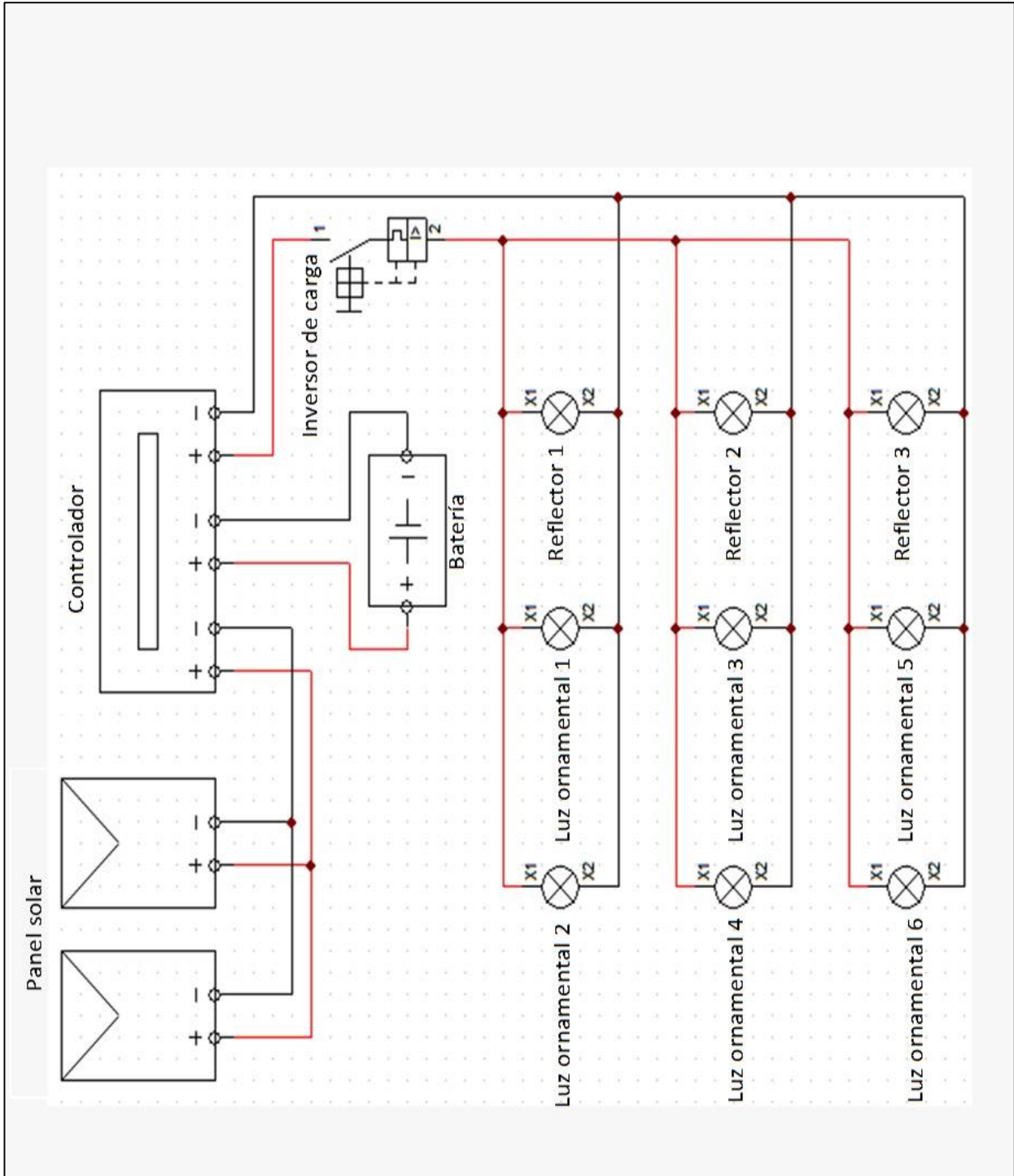
Se puede apreciar otra vista hecha al diseño realizado en 3 dimensiones en la figura 23.

Figura 23. Otra vista del diseño en 3D



Fuente: los autores

Figura 24. Planos del diagrama eléctrico de las iluminarias ornamentales alimentadas con energía fotovoltaica.



Fuente. Autores.

11 PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Tabla 9. Inversión total en la implementación de iluminarias ornamental fotovoltaicas.

Cant.	Unidad	Detalle	Valor	valor (\$)
6	Und	Proyectores led ornamentales 12 w	20	120
3	Und	Reflectores 300 W	90	270
1	Und	Regulador de carga	30	30
120	Mts	cable 16 de diferente color	0.60	72
1	Und	Estructura metálica	40	40
8	Und	Pernos	0.50	4
2	Und	Panel solar 100 W	120	240
1	Und	Batería sellada de gel	150	120
1	Lb	Electrodos E6012	3	3
1	Und	Tablero metálicobeaucop	40.63	40.63
2	Quintales	Cemento	9	18
5	Und	Abrazaderas	3.64	18.20
1	Caretillas	De lastre	7	7
2	Und	Taipes de protección	1	3
1	Und	Inversor 300w	70	70
3	Und	Brocas	1	3
50	Mts	Manguera	0.70	35
1	Und	Angulo metálico ½ pulgada	20	20
3	Und	Bombilla incandescente de 400 W	30	90
1	Und	Fotocelda	15	15
1	Und	Magnetotérmico 32 amperios	30	30
3	Und	Tubos Galvanizados	25	75
10	Mts	Tubo corrugado	1.50	15
1	Obra	Mano de obra bajada reflectores	200	200
1	Alquilada	Motoguadaña	30	30
1	galón	Gasolina	2.40	2.40
1	Litro	Aceite de 2 tiempos	8	8
3	Días	Viáticos de viaje Latacunga	50	150
TOTAL				1729.83 \$

Fuente. Autores.

11.1 Análisis de impactos.

11.1.1 Impacto tecnológico.

El uso de energía solar aún no ha sido aprovechado al máximo, pero con la implementación al mercado de paneles monocristalino se puede realizar dimensionamientos eléctricos para uso cotidiano, sin la necesidad de recurrir a la red eléctrica, creando así un circuito sustentable con la radiación solar.

11.1.2 Impacto práctico

La zona recreativa de la cabaña en la universidad técnica de Cotopaxi extensión la Maná, contará con una iluminación ornamental lo que ayudara a alumbrar en la oscuridad de la noche las plantas ornamentales que están presente en el patio de la cabaña, de esta manera se embellece y da un agrado visual a las plantas ornamentales.

11.1.3 Impacto ambiental.

El implementar energía verde ayuda a reducir el impacto ambiental que la humanidad ha venido ha venido destruyendo desde tiempo atrás, para ello aprovechar los recursos renovables de nuestro entorno y poder aprovechar dicha energía y usarla a nuestro interés sin necesidad de alterar más nuestro ecosistema.

12 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

12.1 Conclusiones.

- La radiación solar en el cantón la Maná presenta niveles de HSP (hora pico) similares a todos los meses del año, para este análisis se seleccionó el mes con el valor más bajo siendo este el mes de diciembre con un valor de $3.97 \text{ kWh}/\text{m}^2$ HSP, para lo cual se estableció los parámetros necesarios para realizar el diseño y la implementación de los componentes necesarios para la iluminación ornamental en la UTC.
- Para este análisis se estableció 6 focos ornamentales de 12 Watt, todo esto garantiza la iluminación correcta que cubra toda el área a requerir.
- Toda la energía será alimentada con dos paneles fotovoltaicos de 100W cada uno, acompañado de una batería principal de 50Ah de trabajo, esto garantizará el óptimo rendimiento de las iluminaciones ya que en los días de sol los paneles cargarán completamente la batería, y en su hora de funcionamiento no se descargará por debajo del 65% de su capacidad de almacenamiento.

12.2 Recomendaciones.

- Se recomienda realizar un análisis más a fondo sobre la radiación solar presente en la Maná para poder tener un historial real y poder rediseñar con valores más exactos, para realizar este análisis se debe tener un pirómetro que mide la intensidad de luz al día, si se lograra obtener estos resultados por unos 3 años consecutivos obtenemos valores más exactos.
- Se recomienda diseñar el sistema implementando un inversor de corriente de onda pura, para lograr dar energía a reflectores de mayor potencia que trabajan a 110V y obtener mayor cantidad de lúmenes para alumbrar mayor área.
- Se recomienda tomar en consideración que, al momento de implementar dos paneles solares, es necesario que cada panel solar requiera de su propio controlador y que aplicar dos paneles solares al mismo controlador este no podrá entregar el Ah correcto a la batería y se estaría desperdiciando energía.

13 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.


- Alarcon, V. W., & Sánchez, J. S. (2021). Características de baterías para instalaciones de sistemas fotovoltaicos aislados en zonas rurales del departamento de Santander Colombia. BUCARAMANGA : UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER.
- Bejarano, B. N. (2011). “DISEÑO DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA SOLAR PARA LA ILUMINACIÓN EXTERNA DEL MODULAR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA EN ECOTURISMO. Riobamba – Ecuador: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.
- Cangui, N. O. (2015). “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. Latacunga – Ecuador: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.
- CENELEC. (1 de Noviembre de 2012). Consejo Nacional de Electricidad . Obtenido de panel fotovoltaico: https://www.regulacioneolica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/10/CONELEC_004_11_ERNC.pdf
- Dialnet. (2014). Investigación Aplicada. Obtenido de Definición, Propiedad Intelectual e Industria: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749>
- Echavarría, A. B., & Rojas, H. H. (2019). IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO CON PANELES SOLARES EN EL MUNICIPIO DE EL PEÑOL. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.
- El Universo. (21 de Junio de 2021). Tarifas eléctricas. Obtenido de <https://www.eluniverso.com/noticias/economia/tarifas-electricas-de-ecuador-son-competitivas-segun-colegio-de-ingenieros-electricos-y-la-arc-nota/>
- Fullwat. (2005). Controlador de carga fotovoltaico UM-PVC2408 / 2412 / 2420. España: ManualsLib.

- Giménez, B., Castilla, C. N., Martínez, A. A., & Villa, P. (2011). *L U M I N O T E C N I A: Magnitudes Fotométricas básicas. Unidades de medida.* Valencia: Universitat Politècnica de Valencia.
- González, S. D. (2022). *DISEÑO EFICIENTE DE UN SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO Y ORNAMENTAL PARA EL PARQUE RECREACIONAL EN LA COMUNIDAD PINDO RUMIYACU.* Quito -Ecuador: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.
- Lasluisa, M. D., & Tobar, J. C. (2019). “*SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA SUMINISTRO DE ENERGÍA. LATACUNGA – ECUADOR: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.*”
- Lojano, C. D., & Rios, G. O. (2013). *ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO PARA LA GENERACIÓN DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL ECUADOR Y SU CONEXIÓN A LA RED PÚBLICA, BASADA EN EL ARTÍCULO 63 DE LA REGULACIÓN No. CONELEC – 004/11 . CUENCA: UNIVERSIDAD DE CUENCA.*
- Macancela, Z. L. (2012). *DIAGNÓSTICO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CORRESPONDIENTES A LA PRIMERA ETAPA DEL PROYECTO YANTSA ii ETSARI.* Cuenca: UNIVERSIDAD DE CUENCA.
- Martínez, C. E., & Moreno, C. L. (2016). *ILUMINACION PÚBLICA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA LA CIUDAD DE MANAGUA, NICARAGUA.* Managua: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA.
- Ministerio de Energía y Minas. (10 de Mayo de 2022). [recursoyenergia.gob.ec](https://www.recursoyenergia.gob.ec). Obtenido de [https://www.recursoyenergia.gob.ec/las-tarifas-de-energia-electrica-no-se-incrementaran-en-el-2022/#:~:text=El%20Directorio%20de%20la%20Agencia,\(%C2%A2USD%2FkWh\).](https://www.recursoyenergia.gob.ec/las-tarifas-de-energia-electrica-no-se-incrementaran-en-el-2022/#:~:text=El%20Directorio%20de%20la%20Agencia,(%C2%A2USD%2FkWh).)
- Moreno, F. E., & Torres, P. D. (2012). *INVERSOR DE VOLTAJE DC AC. SOACHA: CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS.*
- Morillo, M., & Ayala, W. (Agosto de 2021). *IMPLEMENTACIÓN DE REFLECTORES CON PANELES FOTOVOLTAICOS PARA LA ILUMINACIÓN DE LA CANCHA SINTÉTICA DEL BLOQUE B EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.* La Maná, Cotopaxi, Ecuador: Universidad Tecnica de Cotopaxi.

Pulla, G. G. (2013). "EVALUACIÓN ENERGÉTICA DEL ALUMBRADO PÚBLICO EN CUENCA: UNIVERSIDAD DE CUENCA.

Velasco, G., & Cabrera, E. (2009). Generación solar fotovoltaica dentro del esquema de generación distribuida para la provincia de Imbabura . Imbabura : Escuela Politécnica del Ejército.

Anexo 1: Currículum vitae del investigador 1.**DATOS PERSONALES**

Nombres	Jonathan Alexander	
Apellidos	Mera Rodriguez	
Lugar y fecha de nacimiento	La Mana 18 de noviembre del 1997	
Cédula de ciudadanía	0503945131	
Estado civil	Soltero	
Dirección domiciliaria	La Mana Calle. 19 de mayo y héroes del Cenepa	
Teléfonos de contacto	0968472937	
Email	Jonathan.mera5131@utc.edu.ec	

Estudios Realizados

Primaria	Esc. Educación Básica Federación Deportiva De Cotopaxi
Secundaria	Col. Técnico Rafael Vásconez Gomes
Superior	Universidad Técnica de Cotopaxi
	Título obtenido:


Idiomas

Español (nativo)

Inglés (35%)

Experiencia

Anexo 2: Currículum vitae del investigador 2.**DATOS PERSONALES**

Nombres	Roger Fernando	
Apellidos	Pastuña Sigcha	
Lugar y fecha de nacimiento	La Mana 24 de agosto de 1996	
Cédula de ciudadanía	0503718637	
Estado civil	Soltero	
Dirección domiciliaria	La Mana. calle 27 de Julio y Colombia	
Teléfonos de contacto	0968376048	
Email	roger.pastuna8637@utc.edu.ec	

Estudios Realizados

Primaria	Esc. Monseñor oscar Arnulfo romero
Secundaria	Col. Unidad educativa la mana
Superior	Universidad Técnica de Cotopaxi
	Título obtenido:

Idiomas

Español (nativo)

Inglés (35%)

Experiencia

Anexo 3: Currículum vitae del Tutor de la Investigación**DATOS PERSONALES**

Nombres	Paco Jovanni
Apellidos	Vásquez Carrera
Lugar y fecha de nacimiento	Latacunga, 20 de agosto de 1970
Cédula de ciudadanía	050175876-7
Estado civil	Casado
Dirección domiciliaria	Locoa, Av. Laguna Atilio y Laguna Cuyabeno
Teléfonos de contacto	0995092670
Email	pacovasc@hotmail.com

**Estudios Realizados**

Primaria	Escuela Isidro Ayora (Latacunga)
Secundaria	Colegio Técnico “Ramón Barba Naranjo” (Latacunga)
Tecnológico superior	Escuela Politécnica del Ejercito (ESPE)
Tercer nivel	Ingeniero en ejecución en Electronica e Instrumentacion (ESPE) Ingeniero Industrial (INDOAMERICA)
Cuarto nivel	Maestría en Gestión de Energías

Títulos Obtenidos:

Magister en Gestión de Energías Ingeniero en ejecución en Electrónica e Instrumentación Ingeniero Industrial Tecnólogo en Control Automático Bachiller Técnico en Electricidad Chofer Profesional Tipo E

Idiomas

Español (Nativo)

Inglés (40%)

Experiencia

Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná

Cargo: Profesor de la Carrera de Ingeniería Electromecánica

Tiempo: Abril 2016, hasta la actualidad

Universidad de la Fuerzas Armadas ESPE – Latacunga

Cargo: Profesor en la Unidad de Gestión Tecnológica (FISICA)

Tiempo: Octubre 2014 – Marzo 2015

Anexo 4: Evidencias fotográficas

Foto 1: instalación ornamental”



Foto 2: instalando lámpara



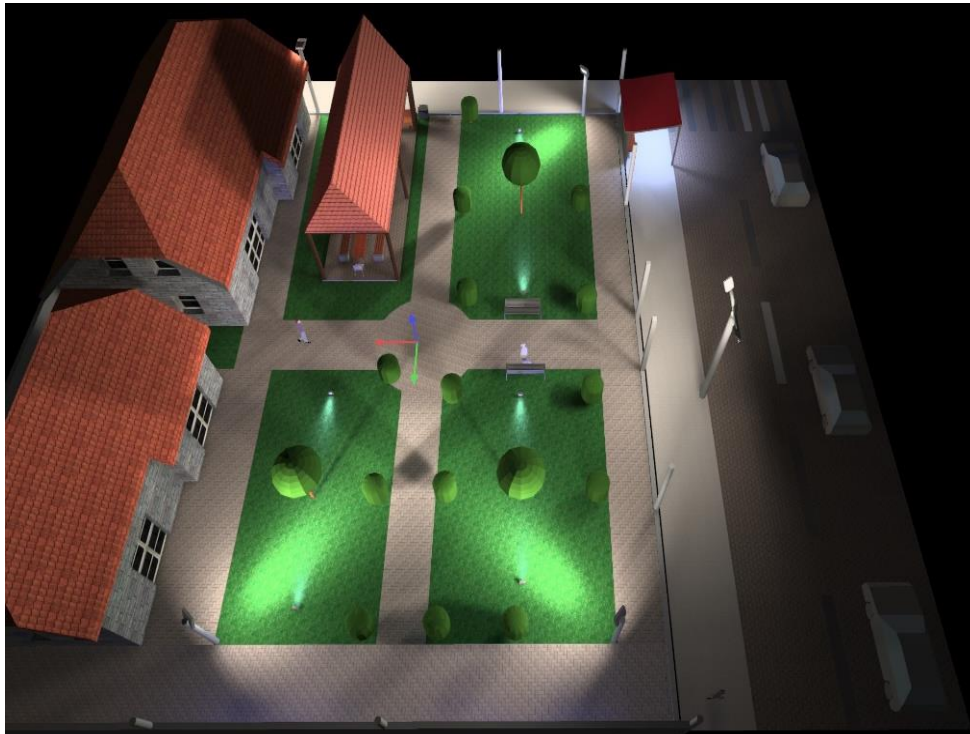
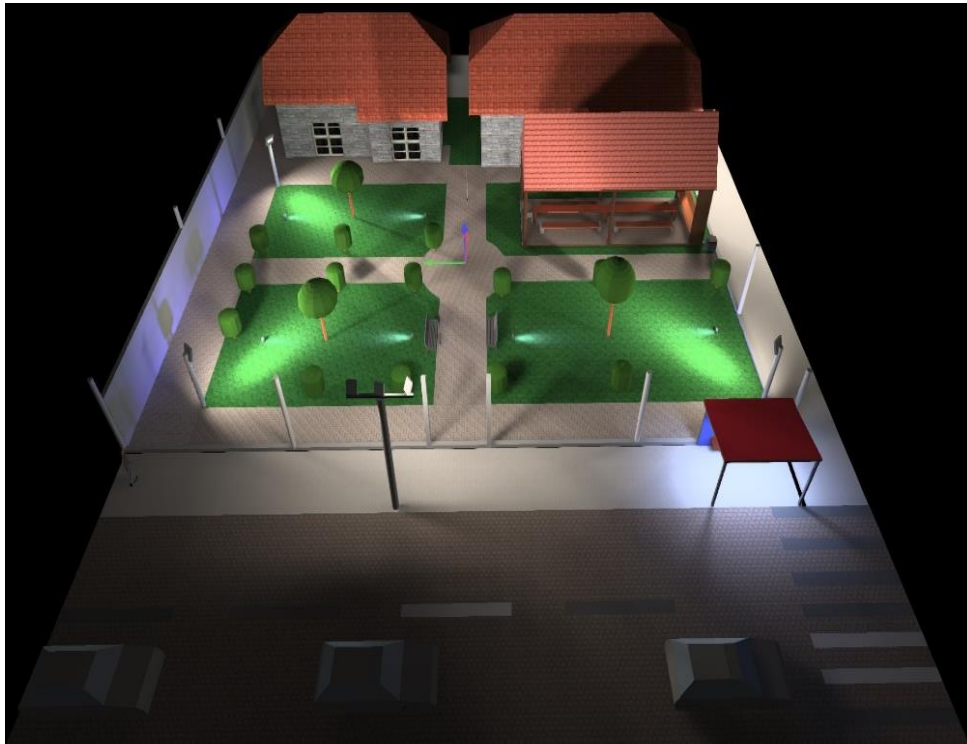
Foto 3: Conexión de la batería



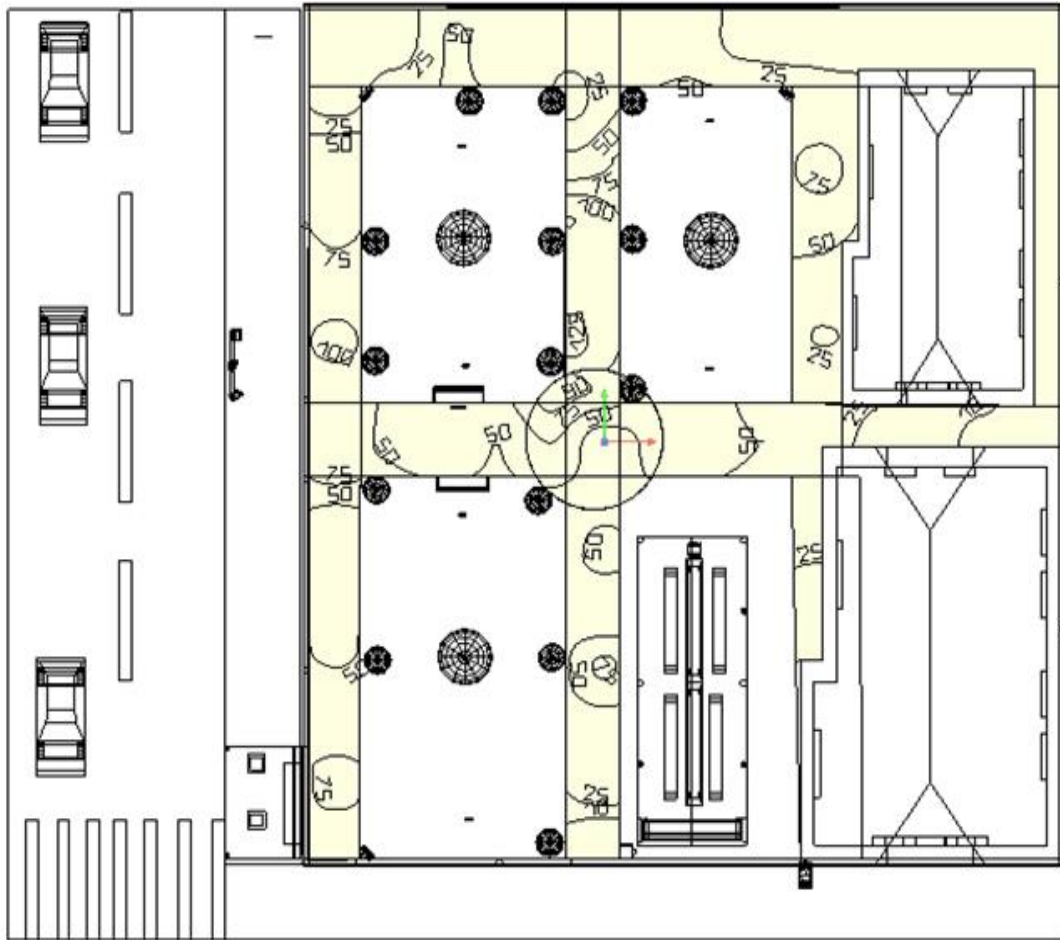
Foto 4: Base de metal



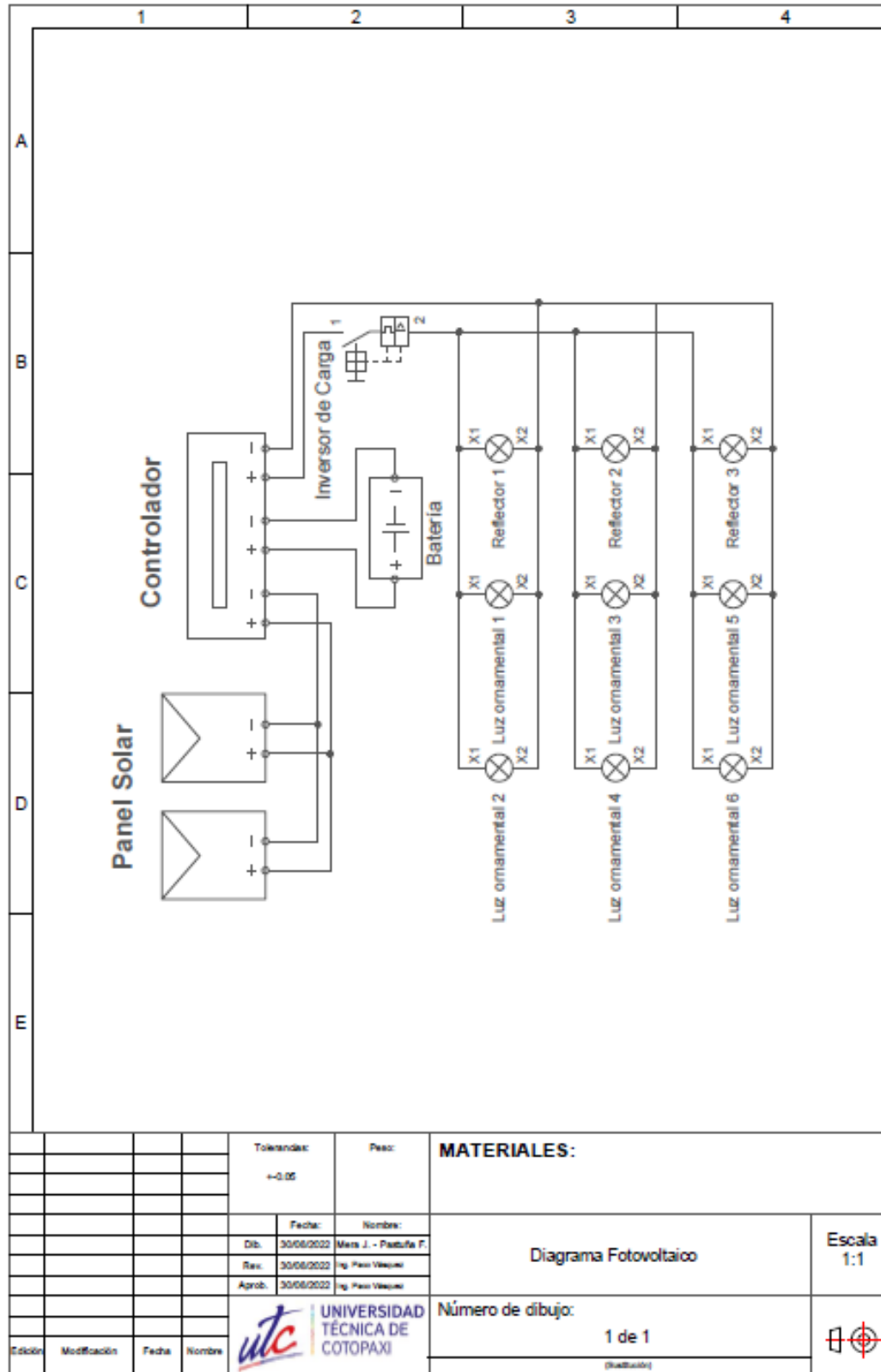
Anexo 5: Dialux



Anexo 6: Resultado Dialux



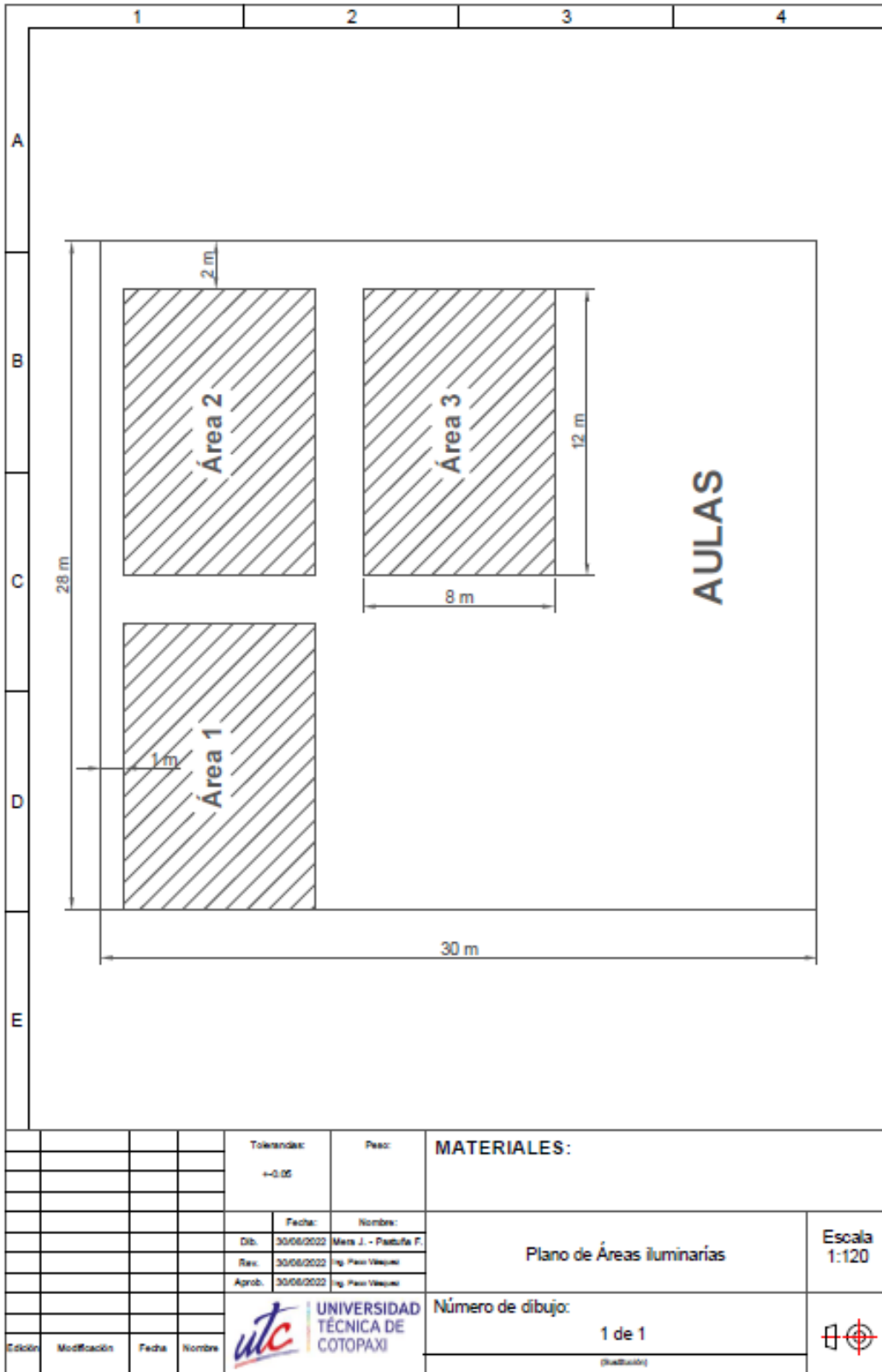
Anexo 7: Planos del diagrama eléctrico de las iluminarias ornamentales alimentadas con energía fotovoltaica.



Anexo 8: Ficha técnica Reflector de 300W

FICHA TÉCNICA REFLECTOR	
Modelo: Reflector LED SOLAR	Tipo Para anclar
Ancho (mm): 340 mm	Voltaje: Carga con radiación
Largo (mm): 280 mm	Voltaje del panel Solar: Policristalino 6v/40w
Certificado: CE	Características 50000horas de vida útil
Tipo de tecnología: Led	Color de luz 6000 – 6500k
IP: 66	CRI: 80
Marca: GoLED	Potencia: 300W
Tiempo de carga: 6-8hrs	Lúmenes: 4000 lm
Horas de trabajo: 10 hrs	Temperatura de trabajo: -20c° +50 c°
Batería: 3.2v 36 AH LIFE PO4	Garantía: 1 año por defecto de fabrica

Anexo 9: Ubicación y dimensión del proyecto





AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN ORNAMENTAL ALIMENTADAS POR UN SISTEMA FOTOVOLTAICO EN EL AREA RECREATIVA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, EXTENSIÓN**

LA MANÁ”, presentado por **Mera Rodríguez Jonathan Alexander y Pastuña Sigcha Roger Fernando**, egresados de la Carrera de: **Ingeniería Electromecánica**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, 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 aval para los fines académicos legales.

La Maná, agosto del 2022

Atentamente,

Mg. Fernando Toaquiza
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-
UTCCI: 0502229677

PLAGIO



Document Information

Analyzed document	TESIS-MERA JONATHAN-PASTUÑA FERNANDO_Ultimo.pdf (D143340458)
Submitted	8/29/2022 6:08:00 AM
Submitted by	
Submitter email	yoandrys.morales@utc.edu.ec
Similarity	7%
Analysis address	yoandrys.morales.utc@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	TESIS DE DAVID DELGADO 18DICIEMBRE 2017(1).docx Document TESIS DE DAVID DELGADO 18DICIEMBRE 2017(1).docx (D34088496)	 2
SA	TESIS - CARMONA-TENEZACA.docx Document TESIS - CARMONA-TENEZACA.docx (D115647441)	 1
SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / Proyecto AYALA WILSON-MARCO MORILLO_2.pdf Document Proyecto AYALA WILSON-MARCO MORILLO_2.pdf (D111547131) Submitted by: yoandrys.morales@utc.edu.ec Receiver: yoandrys.morales.utc@analysis.orkund.com	 11
SA	Tesis Carlos Arroyo.pdf Document Tesis Carlos Arroyo.pdf (D17557493)	 2
SA	J_Martinez_Completa.pdf Document J_Martinez_Completa.pdf (D112389813)	 2