

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE BOLÍVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**



**PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS
PARA ABASTECIMIENTO DE LUMINARIAS DE LA ESCUELA DE
CIENCIAS DE LA TIERRA, UNIVERSIDAD DE ORIENTE, NÚCLEO
BOLÍVAR.**

**TRABAJO DE GRADO
PRESENTADO POR LAS
BACHILLERES: AÑEZ S.
JESVELIS G. Y GOMEZ G.
LYSMAR S. COMO
REQUISITO PARCIAL PARA
OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

CIUDAD BOLÍVAR, DICIEMBRE DE 2024



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO BOLÍVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA

ACTA DE APROBACIÓN

Este trabajo de grado titulado “PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS PARA ABASTECIMIENTO DE LUMINARIAS DE LA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA, UNIVERSIDAD DE ORIENTE, NÚCLEO BOLÍVAR”. Presentado por las bachilleres: JESVELIS GUADALUPE AÑEZ SUAREZ de cédula de identidad N°27.902.286 y LYSMAR SAIMET GOMEZ GODOY de cédula de identidad N°28.533.472 como requisito parcial para optar por el título: Ingeniero Civil; ha sido aprobado de acuerdo al reglamento de la Universidad de Oriente.

Nombre:

Firma:

Profesor Antonio Sequera

(Asesor)

Profesor Francisco Monteverde

(Jurado)

Profesora Beatriz Echeverría

(Jurado)

Prof. Rodolfo González
Jefe del Departamento de Ing. Civil

Prof. Francisco Monteverde
Director de Escuela de Ciencias
De la Tierra

En Ciudad Bolívar, a los 12 días del mes de diciembre de 2024.

DEDICATORIA.

A Dios, a mi madre y a él, donde quiera que esté.

Jesvelis G. Añez S.

DEDICATORIA.

A Dios, por ser mi guía constante, fuente de fortaleza y por brindarme la sabiduría y bendiciones necesarias para alcanzar este logro.

A mi madre, Hilbert Gómez, por su amor incondicional, su apoyo incansable, por las veces que se quedaba conmigo y me preguntaba cómo iba o me dijera que merecía descansar, por ayudarme cuando me bloqueaba y por enseñarme a nunca rendirme.

A mi familia, especialmente a mi tía Eden y a mi abuela, por estar siempre a mi lado y ofrecerme su aliento en todo momento, y quienes siempre creyeron en mí en cada paso de este camino. A mi querida Bella, mi fiel conejita, por brindarme alegría y tranquilidad en todo este proceso.

Y finalmente, me dedico este logro a mí misma, por la perseverancia, esfuerzo, y la determinación con las que he enfrentado cada obstáculo, y, sobre todo, a la dedicación a pesar de todos los inconvenientes que surgieron en aquellas etapas que se vieron de manera online. ¡Cumpliste la meta, estoy orgullosa de ti!

Lysmar S. Gómez G.

AGRADECIMIENTOS.

Agradezco a Dios, por la vida y la de mis seres queridos, por brindarme la sabiduría y templanza necesarias para llevar a cabo este proyecto.

Agradezco a mi madre, por regalarme su fuerza, su paciencia y su apoyo incondicional. Por su guía, por sus enseñanzas, sus valores y su corazón.

Agradezco a mi padre por haber sido quien me impulsó en cada uno de mis pasos de mi vida como estudiante, por su aliento en los momentos en los que lo necesité y por sus consejos invaluable. Por su valentía, su esfuerzo y su corazón.

Agradezco a mi familia, amigos y a todo aquel que no dudó en tender una mano en los momentos en que lo necesité.

Agradezco al gremio de profesionales, profesores, ingenieros y demás, quienes participaron activamente en mi formación académica y a los que dieron un poco más de sí y terminaron participando en mi formación como persona.

Jesvelis G. Añez S.

AGRADECIMIENTOS.

Mi profundo agradecimiento, a Dios, por iluminar mi camino y darme la fuerza para culminar esta etapa de mi vida.

A mi madre, por su apoyo inquebrantable y por ser mi mayor ejemplo de dedicación y amor, lo cual fue clave en este proceso. A toda mi familia, quienes siempre me brindaron el cariño y aliento necesarios.

Mi agradecimiento también a nuestro tutor y demás profesores, por su orientación y por compartir su conocimiento, guiándonos en este camino.

A mis fieles amigos de la universidad, por el apoyo mutuo, con quienes compartí grandes momentos que voy a atesorar con cariño, y especialmente a mi compañera de tesis que estuvo conmigo desde el comienzo, por su amistad y dedicación durante esta etapa universitaria.

Lysmar S. Gómez G.

RESUMEN.

El presente trabajo tiene como objetivo la implementación de un sistema de iluminación basado en celdas fotovoltaicas en la Escuela de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar. Actualmente, el sistema de alumbrado de esta institución es deficiente, ya que utiliza tecnología tradicional, como lámparas de sodio, y al deterioro de su estructura debido al vandalismo en la zona. La propuesta busca sustituir algunas de estas luminarias por un sistema mucho más moderno y eficiente que emplee energía solar a través de paneles fotovoltaicos, promoviendo el uso de energías limpias y renovables. Este nuevo modelo no solo garantizará una iluminación constante y segura, sino que también reducirá el consumo energético, fomentando el aprovechamiento de los recursos naturales. Estas iniciativas son relativamente fuera de lo común en el país por motivo de la inversión que requieren para su puesta en marcha, pero de igual forma los beneficios que genera a largo plazo en el medio ambiente y en los costos de mantenimiento la hacen una opción factible para su ejecución. Además, el sistema incorporará luminarias LED, conocidas por su alta eficiencia y durabilidad, junto con otros elementos que maximizarán su rendimiento. La implementación de este proyecto ofrecerá una solución sostenible, económica y amigable con el ambiente, lo que representa un aporte significativo tanto para la universidad como para la comunidad en general.

CONTENIDO.

ACTA DE APROBACIÓN	Error! Bookmark not defined.
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	v
RESUMEN	vii
CONTENIDO	viii
LISTA DE FIGURAS	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. SITUACIÓN A INVESTIGAR	4
1.1. Planteamiento del Problema.....	4
1.2. Objetivos de la investigación.	7
1.2.1 Objetivo general.....	7
1.2.2 Objetivos específicos.	7
1.3. Justificación de la investigación.....	8
CAPÍTULO II. GENERALIDADES	10
2.1. Ubicación del área de estudio.....	10
2.2. Escuela de Ciencias de la Tierra, Universidad de oriente, Núcleo Bolívar, Ciudad Bolívar, Estado Bolívar.....	11
2.2.1 Reseña Histórica de la Universidad.	11
2.2.2 Objetivos de la Universidad.....	13
2.2.3 Misión.	13
2.2.4 Visión.	14
2.3. Organigrama de la Universidad.....	14

2.4.	Características físicas y naturales.....	16
2.4.1	Datos del clima.....	17
2.4.2	Topografía.....	18
2.4.3	Geología.....	18
2.4.4	Fauna.....	18
2.4.5	Flora.....	19
2.4.6	Temperatura.....	19
2.4.7	Precipitación.....	21
2.4.8	Horas de sol.....	22
CAPÍTULO III.	MARCO TEÓRICO	24
3.1.	Antecedentes de la Investigación.....	24
3.2.	Bases Teóricas.....	31
3.2.1	Sistema de Alumbrado.....	31
3.2.2	Elementos Básicos de un Sistema de Alumbrado.....	32
3.2.3	Radiación Solar.....	35
3.2.4	Efecto de Radiación Incidente.....	36
3.2.5	Energía Solar Fotovoltaica y el Efecto Fotovoltaico.....	38
3.2.6	Componentes de un Sistema Fotovoltaico.....	39
3.2.7	Tipos de Sistemas Fotovoltaicos.....	40
3.2.8	Luminarias LED.....	42
3.2.9	Tipos de luminarias LED.....	44
3.2.10	Procedimiento para la instalación de Sistemas Fotovoltaicos.....	45
3.3.	Bases Legales.....	46
3.3.1	Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. Gaceta Oficial N°5.908 Extraordinario, Caracas, Venezuela de fecha 19 de febrero de 2009.....	46

3.3.2	Ley Orgánica del Sistema y Servicio Eléctrico. Gaceta Oficial N° 39.573 del 14 de diciembre de 2010.....	51
3.3.3	Reglamento Técnico de Luminarias con Tecnología LED-tipo modular, destinada a vialidades de uso vehicular. Gaceta oficial de la república bolivariana de Venezuela. Número 40.523. Fecha: 21 de octubre de 2014.....	54
3.3.4	NORMA VENEZOLANA COVENIN 3290:1997. ALUMBRADO PÚBLICO. DISEÑO.....	55
3.4.	Definición de Términos Básicos.	56
3.4.1	Celda Solar:	56
3.4.2	Corriente Alterna:	56
3.4.3	Corriente Continua:.....	56
3.4.4	Deslumbramiento:	56
3.4.5	Distribución Lumínica:	56
3.4.6	Eficiencia Energética:	56
3.4.7	Energía Lumínica:.....	56
3.4.8	Energía Solar:.....	56
3.4.9	Instalaciones Eléctricas:.....	56
3.4.10	Irradiación:	56
3.4.11	Potencia Lumínica:	56
3.4.12	Radiación:	56
3.4.13	Red Eléctrica:.....	57
3.4.14	Sistema de Puesta a Tierra:	57
3.4.15	Soportes Mecánicos de Luminarias:	57
CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA DE TRABAJO		57
4.1.	Tipo de Investigación.	57
4.2.	Diseño de Investigación.	58
4.3.	Población.	59

4.4. Muestra.....	60
4.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	60
4.5.1 Observación.	61
4.5.2 Documentos y materiales culturales.	61

CAPÍTULO V. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....62

5.1. Diagnosticar el Estado Actual del Sistema de Iluminación.	62
5.2. Determinar el Área Donde se Ubicarán las Celdas Fotovoltaicas.	65
5.3. Describir los Componentes del Sistema.....	66
5.3.1 Paneles Solares Fotovoltaicos.....	68
5.3.2 Batería.	72
5.3.3 Inversor.	78
5.3.4 Regulador.	87
5.3.5 Luminarias LED.....	89
5.3.6 Postes de Alumbrado Público.	90
5.3.7 Soportes Metálicos de Kits Solares.....	91
5.3.8 Cableado.....	92
5.4. Dibujar los Planos del Sistema.....	93
5.4.1 Plano de Planta de Distribución de Postes en Distintos Puntos de la Escuela de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar.	94
5.4.2 Plano de Detalle del Poste de Iluminación usando Tecnología Fotovoltaica	96
5.4.3 Plano de Isometría del Poste de Iluminación usando Tecnología Fotovoltaica.	98
5.5. Elaborar los cálculos métricos del sistema.	100
5.6. Calcular los Análisis de Precios Unitarios del sistema.	102

5.7.	Realizar presupuesto del sistema.....	107
5.8.	Establecer plan de mantenimiento.....	109
5.9.	Diseñar un sistema que utilice celdas fotovoltaicas para alimentar de forma eficiente las luminarias.	113
5.9.1	Descripción General del Sistema.	113
5.9.2	Ubicación de los Componentes.....	114
5.9.3	Consideraciones de Eficiencia Energética.....	115
5.9.4	Proyecciones del Sistema.....	115
5.9.5	Sostenibilidad y Mantenimiento.	116
5.9.6	Síntesis del sistema.	116
CAPÍTULO VI. LA PROPUESTA.		118
6.1.	Planteamiento de la propuesta.....	118
6.2.	Objetivo general de la propuesta.....	119
6.3.	Objetivos específicos de la propuesta.	119
6.4.	Alcance de la Propuesta.	120
6.5.	Justificación de la Propuesta.	120
6.6.	Desarrollo de la Propuesta.....	120
6.6.1	Detallar las Características del Sistema de Iluminación Fotovoltaico Propuesto.	121
6.6.2	Describir la ubicación del Sistema de Iluminación Fotovoltaico Propuesto.	130
6.6.3	Determinar el presupuesto del Sistema de Iluminación Fotovoltaico Propuesto.	133
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		142
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		147

LISTA DE FIGURAS.

		Páginas
2.1	Universidad de Oriente Núcleo Bolívar. (Fuente: google maps).....	10
2.2	Coordenadas Decimales del Perímetro de la Universidad de Oriente Núcleo Bolívar. (Fuente: Google Maps).....	11
2.3	Organigrama estructural de la Universidad de Oriente-Dependencias Centrales.....	15
2.4	Estructura organizativa de la Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar.....	16
2.5	Temperatura promedio de Ciudad Bolívar (Fuente: <i>The Weather Channel Interactive, Inc. 2 de febrero de 2024</i>).....	20
2.6	Gráfica de temperatura (Fuente: <i>Meteored, Septiembre de 2024</i>).....	20
2.7	Gráficas del tiempo (Fuente: <i>Meteored, Septiembre de 2024</i>).....	21
2.8	Gráfico por mes en Ciudad Bolívar (Fuente: <i>Weather Spark, 2024</i>).....	22
2.9	Gráfica de precipitación y nubosidad (Fuente: <i>Meteored, Septiembre de 2024</i>).....	22
2.10	Horas de luz natural y crepúsculo en Ciudad Bolívar (Fuente: <i>Weather Spark, 2024</i>).....	23
2.11	Salida y puesta del sol actual (Fuente: <i>Meteored, 11 de Septiembre de 2024</i>).....	23
5.1	Bases de Postes para Alumbrado Público en los alrededores del Edificio Principal de Ciencias de la Tierra.....	63
5.2	Bases de Postes para Alumbrado Público en los alrededores de la Antigua Biblioteca de Ciencias de la Tierra.....	64
5.3	Bases de Postes para Alumbrado Público en los alrededores del Miniauditorio de la Escuela de Ciencias de la Tierra.....	64
5.4	Bases de Postes para Alumbrado Público en los alrededores del Comedor de la Escuela de Ciencias de la Tierra.....	65
5.5	Escuela de Ciencias de la Tierra - Google Maps.....	66

5.6	Panel Solar 600W Monocristalino Tensite.....	70
5.7	Panel Solar 200W 24V Policristalino ERA.....	71
5.8	Panel Solar Flexible 100W 12V.....	72
5.9	Batería Plomo-Ácido BPA-12V65AH 12V 65 Ah.....	74
5.10	Batería Electronicx Solar Edition AGM 120ah 12V.....	75
5.11	Bateria Victron GEL 12V/90 Ah Deep Cycle.....	76
5.12	Batería de Litio Solar 48V 2.4kWh LV TAB.....	77
5.13	Inversor String 20K-LV, Marca: Deye.....	80
5.14	Micro Inversor APS DS3 880W 230V.....	81
5.15	Inversor aislado VICTRON Phoenix C 24V / 1600VA.....	82
5.16	Inversor Híbrido FRONIUS Primo GEN 24 4 kW Plus.....	83
5.17	Inversor de Red Tensite 6 kW Monofásico AR 6 M-2.....	84
5.18	Inversor Huawei SUN 2000 50 KTL-M3 Trifásico.....	85
5.19	Inversor De Onda Senoidal Pura 5000w Certificado 12v para 220v.....	86
5.20	Inversor Onda Senoidal Modificada 1200W.....	87
5.21	Regulador 12V / 24V 10A PWM Must Solar.....	88
5.22	Regulador 12V / 24V / 48V 80A MPPT Must Solar.....	89
5.23	Alumbrado Público LED - Led Solar.....	90
5.24	Postes de Tres y Dos Secciones-GEDISA.....	91
5.25	Cables y Conductores de Cobre y Aluminio – Tanelec Ltd.....	93
5.26	Plano de Planta de la Escuela de Ciencias de la Tierra - Núcleo Bolívar.	95
5.27	Plano de Detalles de Poste de Tres Secciones con Kit para Iluminación Solar Fotovoltaica.....	97

5.28	Plano de Isometría de Poste de Tres Secciones con Kit para Iluminación Solar Fotovoltaica.....	99
5.29	Cómputos métricos del sistema (Excel).....	101
5.30	Análisis de Precio Unitario Maprex (kit solar).....	103
5.31	Análisis de Precio Unitario Maprex (Estructura metálica para soporte).....	104
5.32	Análisis de Precio Unitario Maprex (Pintura de aluminio).....	105
5.33	Análisis de Precio Unitario Maprex (Poste tubular de acero).....	106
5.34	Presupuesto del sistema (Excel).....	108
6.1	Panel Solar Monocrystalino de 100 W.....	121
6.2	Batería de Litio Reik Pro Solar de la Línea LifePo modelo 12.8v.120ah.....	122
6.3	Inversor Híbrido Cargador Controlador Solar MPPT POWEST Modelo PS-1000W.....	123
6.4	Lampara Reflector LED Tipo Poste. LedON Modelo SMD.....	124
6.5	Poste Sencillo Tubular de Acero de Sección Variable.....	125
6.6	Pintura de Aluminio IPA.....	126
6.7	Detalles de Poste y Estructura Metálica.....	127
6.8	Gabinete Pequeño para Batería de Litio Taiyo.....	128
6.9	Fotocelda con Base 110V/220V Troen.....	129
6.10	Cable #12 Thw Awg.....	130
6.11	Plano de Planta de la Escuela de Ciencias de la Tierra - Núcleo Bolívar.....	131
6.12	Plano de Detalles de Poste de Tres Secciones con Kit para Iluminación Solar Fotovoltaica.....	132
6.13	Plano de Isometría de Poste de Tres Secciones con Kit para Iluminación Solar Fotovoltaica.....	133
6.14	Cómputos métricos del sistema.....	134

6.15	Análisis de Precio Unitario (kit solar).....	136
6.16	Análisis de Precio Unitario (Estructura metálica para soporte).....	137
6.17	Análisis de Precio Unitario (Pintura de aluminio).....	138
6.18	Análisis de Precio Unitario (Poste tubular de acero).....	139
6.19	Presupuesto del sistema.....	141

INTRODUCCIÓN.

El Sol, como la mayor fuente de luz y energía en nuestro planeta, ofrece un potencial prácticamente inagotable. Sin embargo, su aprovechamiento sigue siendo limitado, mientras que la creciente contaminación atmosférica, principalmente causada por la quema de combustibles fósiles y la emisión de dióxido de carbono (CO₂), continúa afectando el equilibrio del ecosistema.

Ante esta realidad, ha sido imperativo buscar alternativas que promuevan un uso más responsable y eficiente de los recursos naturales, como lo son las energías renovables. Dentro de estas, la energía solar fotovoltaica ha cobrado relevancia por su capacidad de transformar la radiación solar en electricidad de forma limpia y sostenible. Este tipo de energía, que comenzó a desarrollarse en el siglo XIX, ha avanzado significativamente, permitiendo su aplicación en diversos sistemas y productos de uso cotidiano.

Uno de los desarrollos más importantes en este campo ha sido la integración de paneles solares en sistemas de alumbrado público, combinados con tecnología LED, que ofrecen una solución eficiente y ecológica para reducir el consumo de energía y mitigar el impacto ambiental. Este tipo de luminarias, además de ser más duraderas, consumen menos energía y no contienen sustancias tóxicas, lo que las convierte en una alternativa ideal para reemplazar los sistemas tradicionales de iluminación, como las bombillas de vapor de sodio y mercurio.

Los sistemas de iluminación alimentados por celdas fotovoltaicas se han convertido en una alternativa viable en el contexto mundial, tanto para zonas urbanas como rurales, por su capacidad de generar energía limpia y de bajo costo operativo a largo plazo.

Venezuela, a pesar de ser uno de los países con mayores reservas de petróleo en el mundo, enfrenta desafíos energéticos significativos debido a la inestabilidad en la generación y distribución de electricidad. Estos problemas se manifiestan especialmente en las instituciones públicas, donde la interrupción del suministro eléctrico genera consecuencias negativas para su funcionamiento y el desarrollo de sus actividades diarias. En este contexto, la implementación de energías renovables, como los sistemas fotovoltaicos, se presenta como una solución eficiente que contribuye a la disminución de la carga sobre el sistema eléctrico nacional.

La Escuela de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar, ha sido una de las instituciones afectadas por los constantes cortes eléctricos, lo que ha generado la necesidad de buscar alternativas energéticas que garanticen un suministro constante, particularmente para el sistema de iluminación del campus. El presente tiene como objetivo proponer la implementación de celdas fotovoltaicas para el abastecimiento de luminarias en dicha institución.

Este trabajo de investigación se estructura en seis capítulos:

En el Capítulo I, situación a investigar, se presenta el planteamiento del problema, los objetivos y la justificación del estudio.

El Capítulo II, generalidades, ofrece una descripción general del área de estudio, la Universidad de Oriente, y las características físicas y naturales de la zona.

El Capítulo III desarrolla el marco teórico, aquí se detallan los antecedentes de la investigación, las bases teóricas, bases legales y definición de términos básicos.

Mientras, el Capítulo IV es la metodología de trabajo, donde se describe la metodología utilizada para el diagnóstico y diseño del sistema.

El Capítulo V está dedicado al análisis e interpretación de los resultados.

Y, en el Capítulo VI se presenta la propuesta final del sistema de iluminación fotovoltaico, con sus respectivos objetivos, alcances y justificación.

Finalmente, esta investigación busca demostrar la viabilidad técnica y económica de implementar un sistema de celdas fotovoltaicas en la iluminación exterior de la institución alineándose con las necesidades locales y las tendencias globales en el sector energético, lo cual puede servir de referencia para futuros proyectos de eficiencia energética tanto a nivel local como nacional.

CAPÍTULO I.

SITUACIÓN A INVESTIGAR.

1.1. Planteamiento del Problema.

A nivel global, la creciente preocupación por el cambio climático y la necesidad de transitar hacia fuentes de energía sostenibles ha llevado a una intensificación en la investigación y aplicación de tecnologías renovables. La negativa a adoptar fuentes de energía renovables resulta en un riesgo para la estabilidad ambiental y económica, es por ello que la promoción de soluciones sostenibles es una vía para el bienestar a largo plazo del planeta.

La demanda energética internacional sigue en aumento, exacerbando las emisiones de gases de efecto invernadero y contribuyendo al cambio climático. Las energías no renovables son una de las principales causas de este problema, destacando la necesidad urgente de transitar hacia alternativas más sostenibles.

El agotamiento de los recursos no renovables y la amenaza del calentamiento global requieren un cambio fundamental en la forma en que se genera y consume energía a nivel mundial. La falta de adopción generalizada de tecnologías renovables es una brecha crítica que obstaculiza la mitigación de estos problemas.

La trascendencia del problema a nivel global es innegable. La dependencia continua de combustibles fósiles y el lento progreso en el uso de energías renovables representan un riesgo para la estabilidad ecológica y financiera.

En Venezuela, país rico en recursos naturales y con un clima propicio para la generación de energía solar, el empleo de tecnologías fotovoltaicas se presenta como

una estrategia clave para abordar desafíos energéticos y avanzar hacia una matriz más sostenible. Aunque la situación económica y política plantea ciertos obstáculos, la implementación de soluciones energéticas eficientes se torna imperativa para el desarrollo sostenible del país.

El consumo histórico de energía, basado en el petróleo, ha generado una vulnerabilidad ante la volatilidad de los precios internacionales y la intermitencia en el suministro, resaltando la urgencia de diversificar las fuentes energéticas y asegurar la estabilidad y sostenibilidad del abastecimiento.

La carencia de una matriz energética diversificada en Venezuela acarrea riesgos económicos y ambientales, restringiendo las opciones en momentos de crisis económica y comprometiendo la resiliencia del sistema energético nacional. Por tal motivo, diversificar es crucial para la estabilidad económica y para reducir la vulnerabilidad del país ante la incertidumbre de energías renovables.

En el contexto específico de Ciudad Bolívar, la Escuela de Ciencias de la Tierra es una institución educativa que enfrenta desafíos energéticos específicos, incluyendo deficiencias en la distribución de electricidad de media tensión, interrupciones en el suministro eléctrico convencional y, como la iluminación, depende exclusivamente de la red eléctrica esto genera altos costos operativos asociados, lo que limita su correcto funcionamiento.

La falta de un suministro eléctrico confiable para el campus universitario perjudica la operatividad diaria de la escuela, mientras que los elevados montos de operación y mantenimiento impactan negativamente en su capacidad para asignar recursos a otras áreas críticas. Se impone, entonces, la necesidad urgente de establecer un sistema de iluminación autónomo utilizando paneles solares, baterías y células fotoeléctricas para garantizar un abastecimiento continuo y sostenible de energía.

La implementación de celdas fotovoltaicas para abastecimiento de luminarias en la escuela no solo abordará los desafíos energéticos locales, sino que también servirá como un ejemplo práctico de cómo las soluciones sostenibles pueden ser aplicadas en contextos educativos, influenciando positivamente la comunidad local y fomentando prácticas más sostenibles.

Para asegurar que los beneficios proyectados de las celdas fotovoltaicas se materialicen es imperativo la ejecución de medidas para su control. Esto incluye la monitorización continua del rendimiento del sistema, ajustes según sea necesario, y la evaluación regular de la eficiencia energética y los ahorros económicos previstos. Además, se establecerán protocolos de mantenimiento para garantizar la longevidad y la eficacia del sistema en el tiempo.

En función de lo antes planteado, se hace imperativo realizar una propuesta para la implementación de celdas fotovoltaicas en la Escuela de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar, con el propósito de optimizar el abastecimiento de luminarias.

En este sentido, se ha permitido un enfoque metódico y detallado para abordar cada aspecto crítico de la implementación de celdas fotovoltaicas en el entorno específico de la Escuela de Ciencias de la Tierra. Estas preguntas, a su vez, guiarán el desarrollo de la investigación y proporcionarán respuestas fundamentales para la toma de decisiones informadas.

¿Cuál es el área óptima para la ubicación del sistema de celdas fotovoltaicas?
¿Cuáles son los componentes necesarios para el sistema de celdas fotovoltaicas?
¿Cuáles son los planos necesarios para la instalación del sistema de celdas fotovoltaicas? ¿Cuáles son los cálculos métricos y los Análisis de Precios Unitarios necesarios para la implementación del sistema de celdas fotovoltaicas? ¿Cuál es el presupuesto necesario para la implementación del sistema de celdas fotovoltaicas?

¿Cuál es el plan de mantenimiento necesario para el sistema de celdas fotovoltaicas?
¿Cómo puede la implementación de celdas fotovoltaicas abastecer de manera eficiente luminarias en la Escuela de Ciencias de la Tierra?

1.2. Objetivos de la investigación.

1.2.1 Objetivo general.

Proponer la implementación de celdas fotovoltaicas para abastecimiento de luminarias de la Escuela de Ciencias de la Tierra.

1.2.2 Objetivos específicos.

1. Diagnosticar el estado actual del sistema de iluminación.
2. Determinar el área donde se ubicará el sistema de celdas fotovoltaicas.
3. Describir los componentes del sistema.
4. Dibujar los planos del sistema.
5. Elaborar los cálculos métricos del sistema.
6. Calcular los Análisis de Precios Unitarios del sistema.
7. Realizar presupuesto del sistema.
8. Establecer plan de mantenimiento.
9. Diseñar un sistema que utilice celdas fotovoltaicas para alimentar de forma eficiente las luminarias.

1.3. Justificación de la investigación.

El presente proyecto de implementación de celdas fotovoltaicas en la Escuela de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar, se centrará en responder la necesidad imperativa de abordar los desafíos energéticos específicos que enfrenta la institución.

La coyuntura económica y política actual ha generado significativas barreras que obstaculizan el desarrollo de las actividades propias de la institución, en consecuencia nace la necesidad de proponer soluciones energéticas que no solo sean eficaces sino también sostenibles para asegurar su propio desarrollo. Es por ello que el presente estudio se enfoca en dar solución a los desafíos que afronta el centro educativo, entre los cuales se incluyen las deficiencias en la red de distribución eléctrica de media tensión, las constantes interrupciones en el suministro de energía convencional y los elevados costos operacionales derivados de la exclusiva dependencia de la red eléctrica para la iluminación.

La implementación de celdas fotovoltaicas en la Escuela de Ciencias de la Tierra servirá para optimizar el abastecimiento de luminarias. Este proyecto no solo asegurará una provisión de energía constante y renovable, sino que también establecerá un precedente significativo al demostrar los beneficios de optar por los procesos sostenibles en el entorno educativo.

Este proyecto beneficia directamente a la comunidad educativa de la Escuela de Ciencias de la Tierra, proporcionando un suministro de energía confiable y sostenible. Además, tiene un impacto positivo en la comunidad local al servir como un modelo ejemplar de adopción de tecnologías renovables. Los beneficios de este proyecto podrán extrapolarse a nivel nacional puesto a que contribuirá a la

diversificación de la matriz energética junto a la promoción de prácticas sostenibles y responsables.

En síntesis, la puesta en marcha de celdas fotovoltaicas en la Escuela de Ciencias de la Tierra no solo resuelve problemas específicos, sino que también aborda cuestiones más generales relacionadas con la seguridad energética, la sostenibilidad y la resiliencia en Venezuela.

CAPÍTULO II.

GENERALIDADES.

2.1. Ubicación del área de estudio.

La Escuela de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Oriente del Núcleo Bolívar se encuentra en Ciudad Bolívar, en la parroquia La Sabanita y está delimitada por la Avenida San Simón, el Callejón Sanatorio y la Avenida Sucre, vías pertenecientes al mencionado sector. Como se muestra en la figura 2.1.

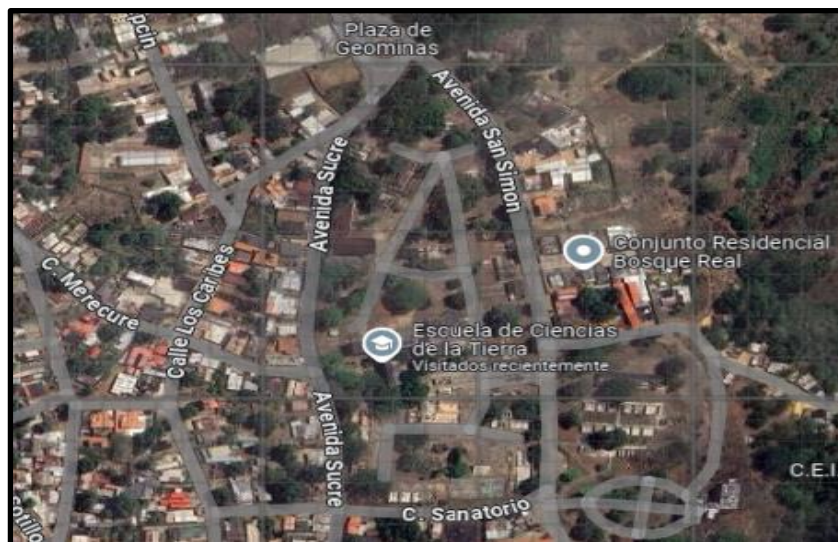


Figura 2.1. Universidad de Oriente Núcleo Bolívar. (Fuente: google maps).

La siguiente tabla reúne una lista de las coordenadas decimales correspondientes al perímetro de la Escuela de Ciencias de la Tierra, Núcleo Bolívar, estado Bolívar:

Norte	Este
8.11909	-63.55495
8.11845	-63.55448
8.11686	-63.55416
8.11557	-63.55413
8.11543	-63.55450
8.11546	-63.55536
8.11612	-63.55542
8.11682	-63.55557
8.11822	-63.55546

Figura 2.2. Coordenadas Decimales del Perímetro de la Universidad de Oriente Núcleo Bolívar. (Fuente: Google Maps).

2.2. Escuela de Ciencias de la Tierra, Universidad de oriente, Núcleo Bolívar, Ciudad Bolívar, Estado Bolívar.

2.2.1 Reseña Histórica de la Universidad.

Mediante el Decreto Ley No. 459, dictado por la Junta de Gobierno presidida por el distinguido Dr. Edgard Sanabria el 21 de noviembre de 1958, nació la

Universidad de Oriente. Con el Dr. Rafael Pizani encargado del Ministerio de Educación, y bajo la rectoría fundadora del Dr. Luis Manuel Peñalver, esta casa de estudios superiores inició sus operaciones, el 12 de febrero de 1960 en la ciudad de Cumaná, con los Cursos Básicos.

Posteriormente, en octubre de 1961, se estableció el Núcleo de Monagas, donde se impartió la carrera de Ingeniería Agronómica y Petróleo. En enero de 1962, el Núcleo de Bolívar abrió sus puertas con la Escuela de Medicina y la Escuela de Geología y Minas. Asimismo, en enero de 1963, el Núcleo de Anzoátegui dio comienzo a sus actividades académicas con la Escuela de Ingeniería y Química. Finalmente, en enero de 1969, se inauguraron los Cursos Básicos en el Núcleo de Nueva Esparta.

Concebida como un sistema de educación superior al servicio de la nación, la Universidad de Oriente comparte objetivos comunes con otras instituciones universitarias a nivel nacional e internacional. No obstante, se distingue por su carácter experimental y autónomo, así como por su enfoque innovador en la enseñanza superior. La creación de la unidad profesional de Cursos Básicos, la implementación de la departamentalización, la adopción de un sistema semestral y de créditos, y la oferta de cursos intensivos son solo algunos ejemplos de las iniciativas pioneras que han caracterizado a esta institución.

Acorde con su misión, la Universidad de Oriente se ha dedicado a la generación y difusión del conocimiento a través de la investigación científica, la docencia de calidad y la extensión universitaria. Su oferta académica, que abarca programas de pregrado y postgrado en diversas áreas del saber, ha contribuido significativamente al desarrollo del oriente venezolano y del país en su conjunto.

2.2.2 Objetivos de la Universidad.

1. Formar los equipos profesionales y técnicos necesarios para el desarrollo del país.
2. Ampliar los recursos científicos y técnicos, para la solución de problemas económicos y sociales del país y en especial de la Región Oriental, Insular y Sur del país.
3. Conservar e incrementar el patrimonio cultural y educativo e incorporarse a las tareas del desarrollo integral de Venezuela.
4. Conducir el proceso de formación de un profesional hábil y útil para ubicarse en un mundo competitivo, integrado, regionalizado y en proceso acelerado de transformación con base a una educación de calidad.
5. Transformar la gerencia universitaria basada en un modelo cultural, centrado en las personas y en los procesos, tendente hacia la modernización de la Institución.
6. Rescatar la formación profesional de los alumnos mediante el desarrollo de la mística, dignidad, moral, creatividad, innovación y productividad, para que sean capaces de insertarse en el quehacer regional y nacional.
7. Implantar Educación Superior de la más alta calidad, con el fin de obtener un profesional de excelencia.
8. Generar un cambio de modelos y de funcionamiento basado en una reestructuración curricular.

2.2.3 Misión.

La Misión de esta Institución se resume en su contribución para la formación de profesionales de excelencia, de valores éticos y morales, críticos, creativos e integrales en la prestación de servicios en las diferentes áreas del conocimiento y

desarrollando actividades de investigación, docencia y extensión para cooperar en la construcción de una sociedad venezolana de la Región Oriental – Insular – Sur del país

2.2.4 Visión.

La Visión de esta Institución se enfoca en ser un ente Rector en la Educación Superior que asuma una filosofía democrática y participativa; orientada hacia la plena autonomía, comprometida a dedicar sus esfuerzos a la formación de recursos humanos competitivos para el mercado laboral, prestando servicio de calidad en las áreas del conocimiento científico, humanístico y tecnológico mediante la realización de funciones de investigación, docencia y extensión, atendiendo la pertinencia social de cada núcleo, respondiendo oportunamente a las exigencias de su entorno y a las demandas de cambios e innovaciones que caracterizan a nuestra época.

2.3. Organigrama de la Universidad.

La Universidad de Oriente, como institución de educación superior, cuenta con una estructura organizativa diseñada para garantizar la gestión eficiente de sus recursos y actividades académicas. El organigrama general de la institución, que se presenta seguidamente, figura 2.3, ilustra los principales cargos y relaciones jerárquicas que permiten la operación integral de sus núcleos y facultades.

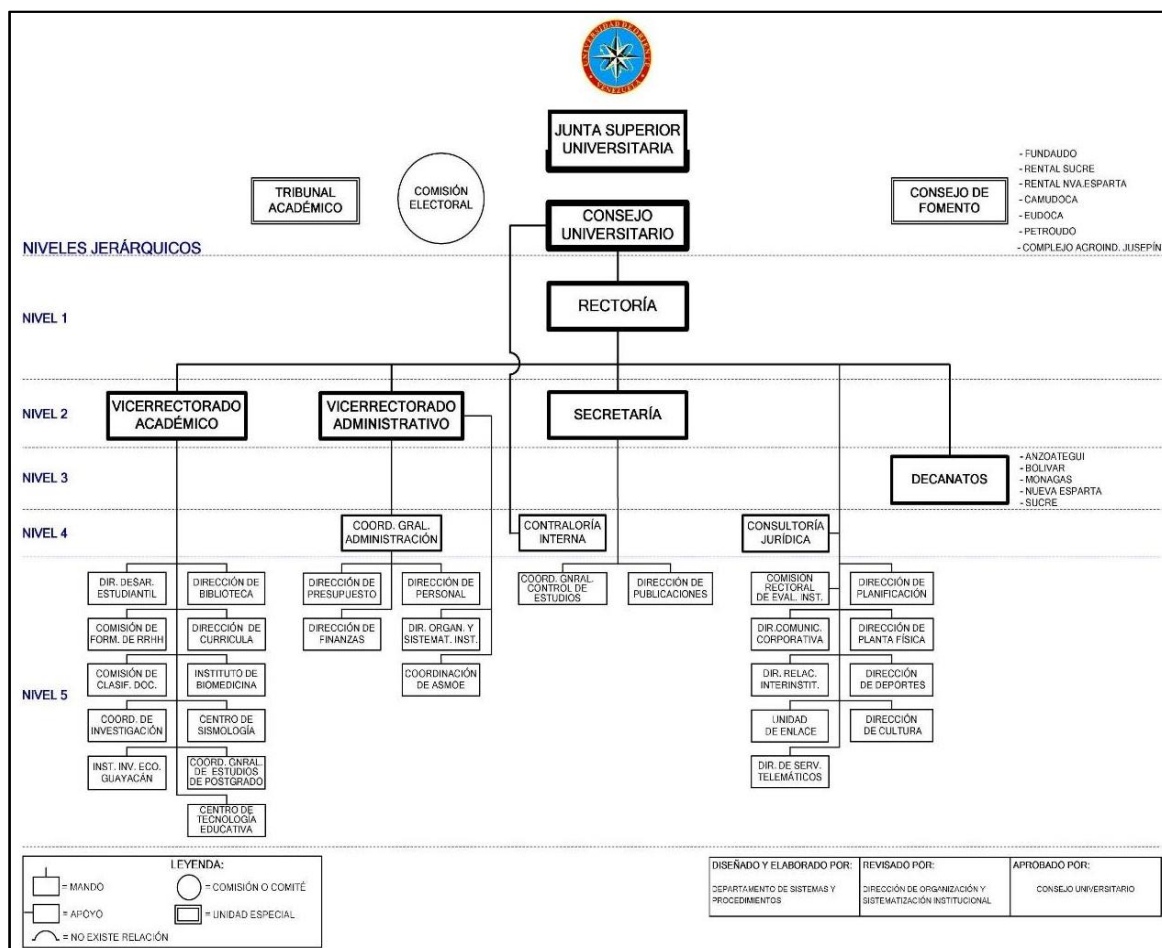


Figura 2.3. Organigrama estructural de la Universidad de Oriente- Dependencias Centrales.

Por su parte, el Núcleo Bolívar de la Universidad de Oriente, objeto de este estudio, también posee una estructura organizativa particular que refleja la relación entre sus áreas administrativas y académicas. En el siguiente organigrama, figura 2.4, se detalla la distribución de roles y responsabilidades dentro del Núcleo Bolívar, destacando la organización interna necesaria para el adecuado funcionamiento de la institución.

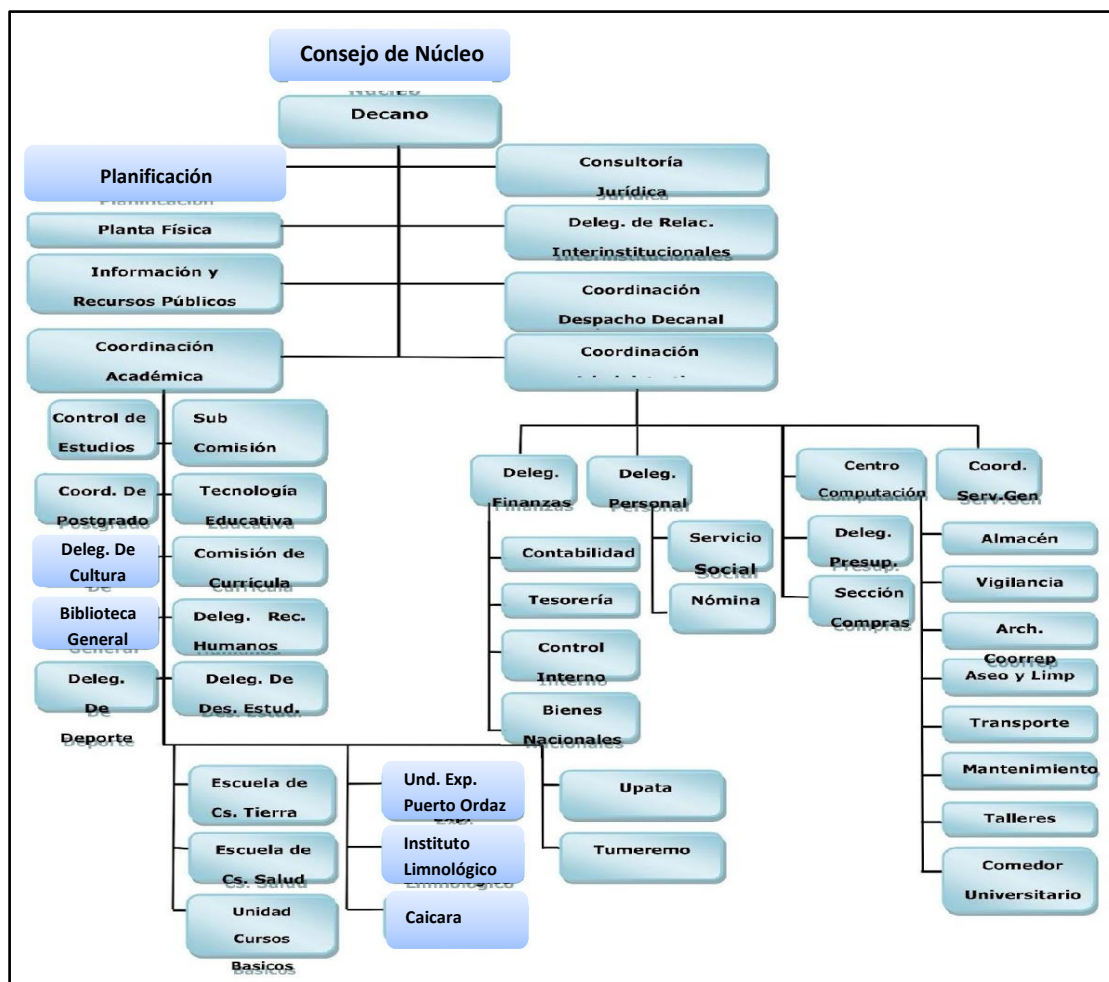


Figura 2.4. Estructura organizativa de la Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar.

2.4. Características físicas y naturales.

La Escuela de Ciencias de la Tierra, ubicada en la Parroquia La Sabanita de Ciudad Bolívar, Estado Bolívar, cuenta con una ubicación geográfica particular que influye en su entorno climático y topográfico. La ciudad de Ciudad Bolívar se encuentra en la ribera sur del río Orinoco, situada sobre una colina a 54 metros sobre el nivel del mar, a orillas del río Orinoco y a 422 km. de su desembocadura, en la parte

más angosta del río, lo que le otorga características físicas y ambientales distintivas que influyen en las actividades de la región, incluida la implementación de tecnologías energéticas como las celdas fotovoltaicas.

La parroquia La Sabanita está ubicada al norte del estado Bolívar, a una altitud de 55 metros sobre el nivel del mar. Su límite con la urbanización El Perú lo define el río Buena Vista, lo que le otorga una configuración geográfica particular, que se extiende desde la vía perimetral hasta la plaza Las Banderas. La parroquia abarca un área de aproximadamente 18 km² y tiene una población cercana a los 74.800 habitantes.

2.4.1 Datos del clima.

El clima predominante en Ciudad Bolívar es el tropical de sabana (Aw, según la clasificación de Köppen), aunque varía según las zonas, con dos estaciones bien diferenciadas. La estación lluviosa ocurre desde mayo hasta octubre, mientras que la estación seca abarca desde noviembre hasta abril, con pocas precipitaciones y cielos soleados. Durante la estación lluviosa, las precipitaciones son abundantes, especialmente entre junio y agosto.

Las tierras del norte bajas y sometidas a la influencia de los vientos del este y noreste se caracterizan por una época de lluvia y otra de sequía ambas muy marcadas; las tierras del sur reciben vientos cargados de humedad de la depresión amazónica y del sudeste que se condensan al contacto de las elevaciones produciendo intensas lluvias superiores a los 1600 mm.

El clima tropical de sabana de la zona genera condiciones favorables para la implementación de sistemas de energía solar debido a las prolongadas horas de sol y las altas temperaturas presentes a lo largo del año. Esto es relevante para la viabilidad de las celdas fotovoltaicas que se instalarán en la Escuela de Ciencias de la Tierra.

2.4.2 Topografía.

La topografía de la Parroquia La Sabanita es mayormente plana, con una altitud promedio de 55 metros sobre el nivel del mar. La topografía de Ciudad Bolívar, es en un 90 % Montañosa y el 72% de la localidad es considerada zona rural. El terreno es favorable para la instalación de sistemas fotovoltaicos, ya que la superficie plana facilita la colocación y orientación óptima de los paneles solares.

2.4.3 Geología.

La geología de la región está dominada por formaciones del Escudo Guayanés, que incluye rocas ígneas y metamórficas de gran estabilidad tectónica. Los suelos en los alrededores de Ciudad Bolívar pertenecen a la formación Mesa, compuesta principalmente por gravas, arenas y arcillas, lo que proporciona una base sólida para la infraestructura requerida en la implementación de los sistemas de celdas fotovoltaicas.

2.4.4 Fauna.

La fauna de la zona está representada por una diversidad de especies tanto terrestres como fluviales. Entre los mamíferos destacan el chigüire (*Hydrochoerus hydrochaeris*) y la lapa, mientras que las aves incluyen especies como la garza y los loros. Además, el río Orinoco, cercano a la ciudad, es hogar de toninas, especies de peces como el morocoto, el dorado y la sapoara, típicos de la región.

Estas especies forman parte del ecosistema local, aunque no representan un factor limitante para la instalación de los sistemas fotovoltaicos, ya que las áreas de intervención están debidamente delimitadas.

2.4.5 Flora.

La vegetación alrededor de la Escuela de Ciencias de la Tierra es típica de la región guayanesa, compuesta por una mezcla de chaparrales y morichales, así como especies arbóreas adaptadas a las condiciones tropicales. Entre las especies más comunes se encuentran el merecure (*Licania pyrifolia*), la sarrapia, carob, (*Dipteryx odorata*), y el samán (*Samanea saman*).

La flora es, en un resumen, una vegetación guayanesa-amazónica en el cual, vemos la vida de varios seres, estos son típicos en la Guayana principalmente, y minoritariamente típicos del amazonas, pero, algo interesante, es que Ciudad Bolívar se ve relativamente industrializado, tiene una gran cantidad de plantas como animales, tanto afuera como adentro de la ciudad.

La vegetación no solo forma parte del paisaje natural, sino que también podría influir en la ubicación de los paneles solares, ya que se debe evitar la sombra proyectada por los árboles sobre las celdas para no reducir su rendimiento.

2.4.6 Temperatura.

La temperatura promedio anual en Ciudad Bolívar varía entre 23°C y 35°C, alcanzando máximos de hasta 40°C en los meses más calurosos, como abril y mayo. El mes de abril es generalmente el más cálido, con una temperatura máxima promedio de 38°C. Durante la temporada más fresca, que coincide con la estación lluviosa, las temperaturas tienden a disminuir ligeramente, con una media mínima de 23°C en los meses de diciembre y enero.

Estas condiciones de temperatura benefician el rendimiento de los paneles solares, ya que las altas temperaturas y la radiación solar constante generan una fuente

de energía renovable que puede ser aprovechada para el sistema de luminarias de la institución. Se observa en las figuras 2.5, 2.6 y 2.7.


Parámetros climáticos promedio de Ciudad Bolívar, Venezuela  [ocultar]													
Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Temp. máx. abs. (°C)	38	40	42	45	48	46	44	42	39	40	42	38	48
Temp. máx. media (°C)	34.1	35.2	36.6	37.9	36.8	35.8	33.7	33.1	32.8	31.9	30.7	30.8	34.1
Temp. media (°C)	27	27	27	27	28	28	26	26	27	28	27	26	27
Temp. mín. media (°C)	21	21	21	20	22	21	20	21	21	20	20	20	20.7
Temp. mín. abs. (°C)	17	17	16	18	17	16	16	17	17	18	16	16	16
Precipitación total (mm)	22.9	12.7	10.2	27.9	101.6	165.1	182.9	160.0	96.5	96.5	61.1	40.6	978

Figura 2.5. Temperatura promedio de Ciudad Bolívar (*Fuente: The Weather Channel Interactive, Inc. 2 de febrero de 2024*)

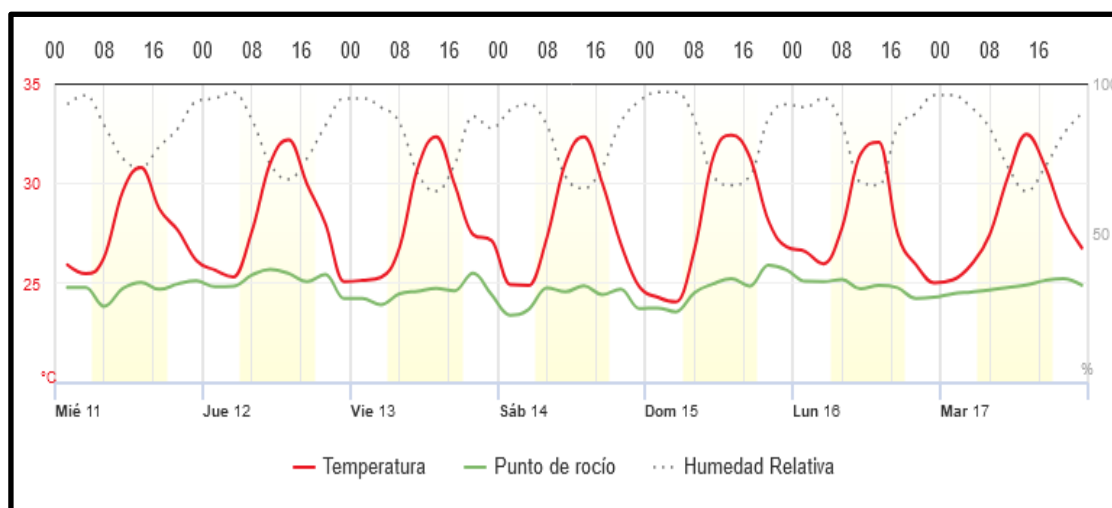


Figura 2.6. Gráfica de temperatura (*Fuente: Meteored, Septiembre de 2024*)

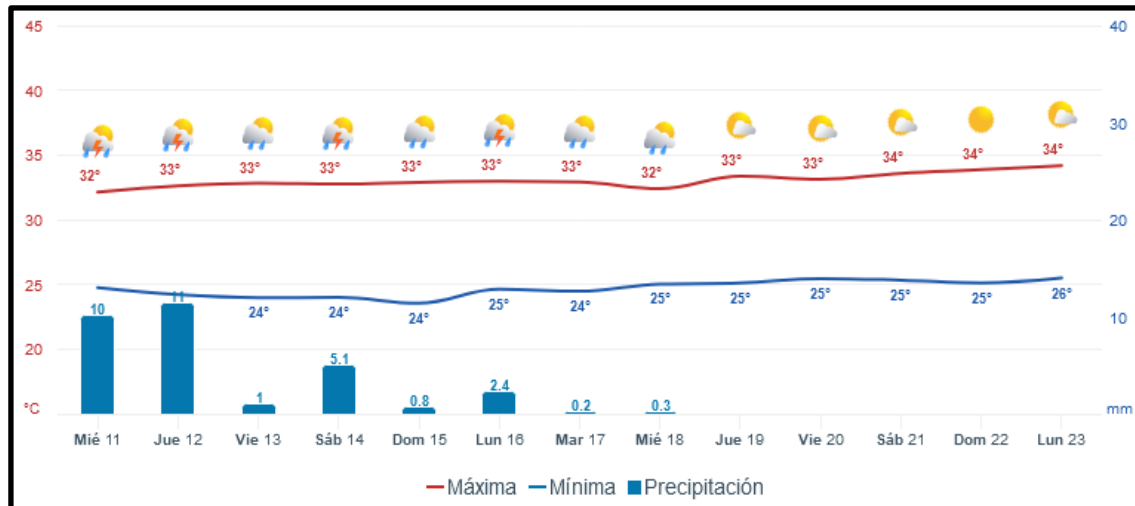


Figura 2.7. Gráficas del tiempo (Fuente: Meteored, Septiembre de 2024)

2.4.7 Precipitación.

La precipitación anual promedio en Ciudad Bolívar se sitúa en torno a los 975 mm, concentrándose principalmente en los meses de junio a agosto, con un pico en julio, cuando la precipitación puede superar los 158 mm. Por otro lado, los meses de febrero y marzo son los más secos, con apenas 9 mm de precipitación.

Aunque la precipitación puede afectar temporalmente la eficiencia de los paneles solares debido a la acumulación de nubes o agua sobre los módulos, la tecnología fotovoltaica sigue siendo viable en Ciudad Bolívar, ya que el periodo seco proporciona largos periodos de radiación solar intensa. Como se muestra en las figuras 2.8 y 2.9.

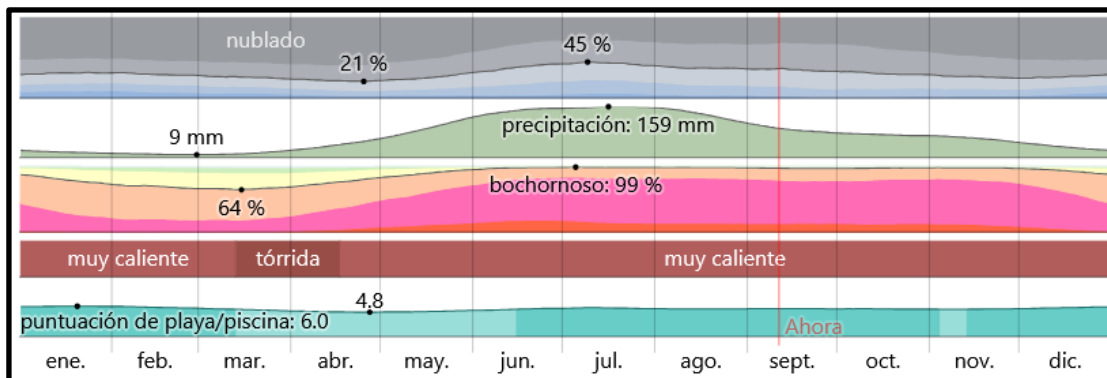


Figura 2.8. Gráfico por mes en Ciudad Bolívar (Fuente: Weather Spark, 2024)

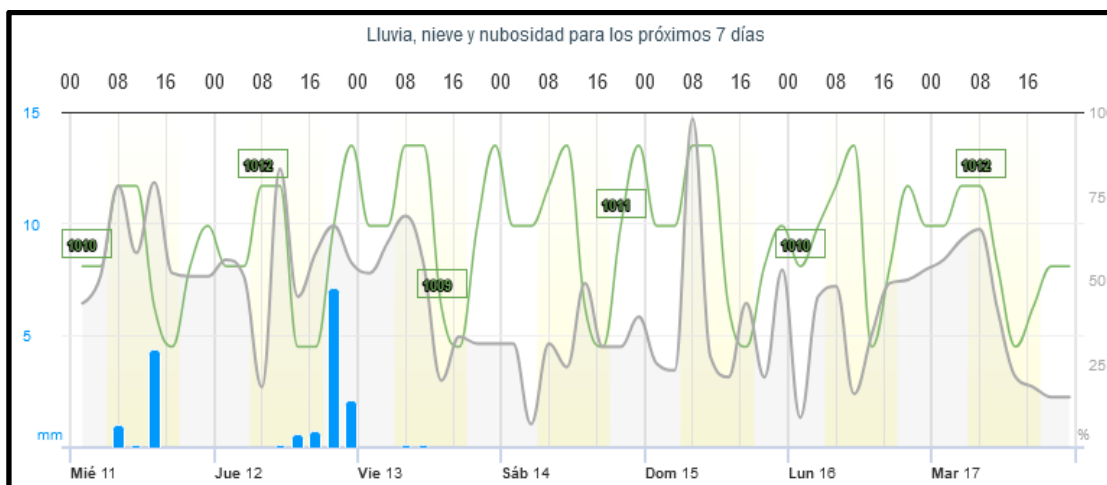


Figura. 2.9. Gráfica de precipitación y nubosidad (Fuente: Meteored, Septiembre de 2024)

2.4.8 Horas de sol.

Ciudad Bolívar disfruta de una considerable cantidad de horas de sol a lo largo del año, con una variación mínima en la duración del día. En los meses más cercanos al solsticio de verano, en junio, los días pueden durar hasta 12 horas y 36 minutos, mientras que en diciembre, los días más cortos registran una duración de 11 horas y 39 minutos de luz solar.

Este recurso solar constante es esencial para maximizar la eficiencia de los sistemas de celdas fotovoltaicas, que requieren de radiación solar para generar energía eléctrica. Esto se observa en las figuras 2.10 y 2.11.

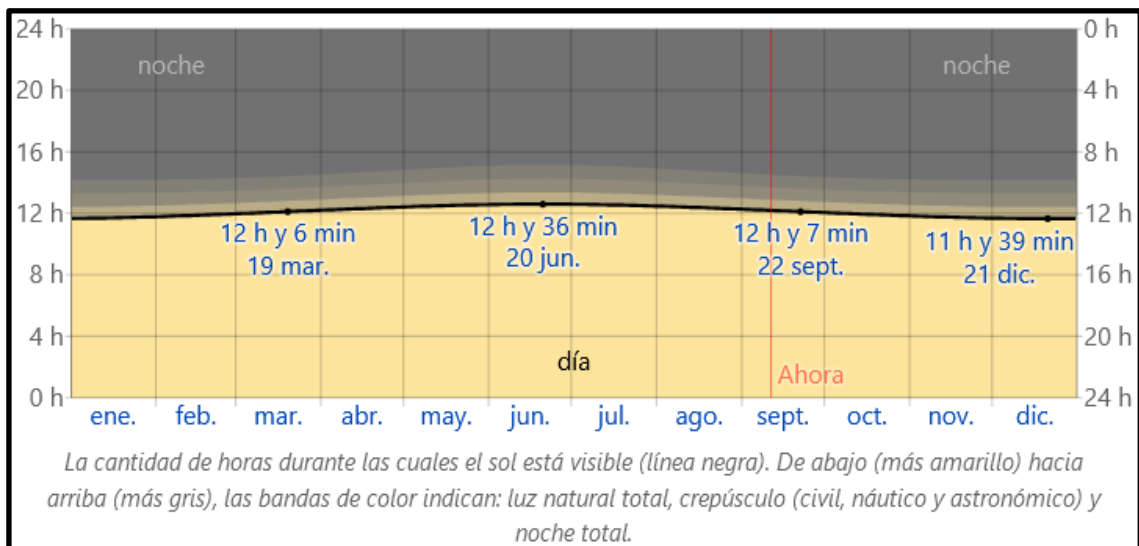


Figura 2.10. Horas de luz natural y crepúsculo en Ciudad Bolívar (Fuente: *Weather Spark, 2024*)

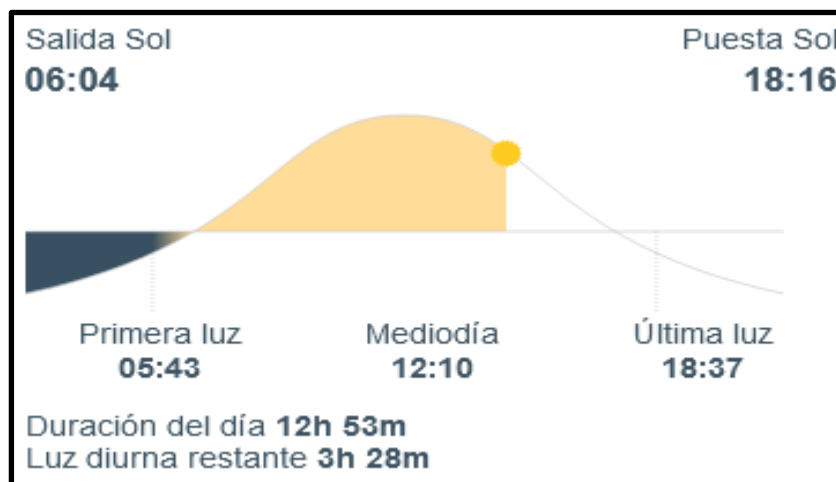


Figura 2.11. Salida y puesta del sol actual (Fuente: *Meteored, 11 de Septiembre de 2024*)

CAPÍTULO III.

MARCO TEÓRICO.

3.1. Antecedentes de la Investigación.

En Caracas, Venezuela, **Edward O., Alarcón M** en el año 2011, presentó un trabajo especial de grado titulado: **Diseño de un sistema de generación fotovoltaico para el área administrativa, comedor, estacionamiento y vías de acceso de una industria nacional**. El cual tiene como objetivo general: Elaborar una propuesta técnico-económica para un sistema de generación eléctrica por energía solar (SGExES) para que satisfaga la demanda de un área administrativa y el área de comedor, las cuales juntas abarcan un espacio mayor a 1200m², las vías de acceso a la planta y el estacionamiento de una planta industrial, cumpliendo con todas las normas nacionales.

Y sus objetivos específicos son: Estudiar el concepto del sistema fotovoltaico solar. Revisar de la SECCIÓN 690 referente a sistema fotovoltaico solar del Código Eléctrico nacional. Estudiar de lo que ofrece el mercado referente a sistemas de generación eléctrica por energía solar (SGExES). Revisar de los planos eléctricos de las instalaciones, seguido por un estudio de cargas de las mismas mediante una visita técnica. Elaborar la propuesta técnico-económica.

Del trabajo realizado se obtuvo las siguientes conclusiones: Durante el desarrollo de este proyecto se cumplieron todos los objetivos planteados al principio del mismo, estos objetivos contemplan el diseño de un sistema fotovoltaico que sería comparado económicamente con otros sistemas de generación, estos tipos de generación serían: un generador independiente y la red eléctrica nacional, tomando en consideración para esta última las múltiples fallas en el servicio eléctrico. Los sistemas

fotovoltaicos diseñados en este proyecto tienen un margen de error pequeño, esto se puede apreciar en la simulación hecha en PVSYST para el sistema fotovoltaico de conexión a red con sistema de respaldo donde los resultados son muy parecidos a los obtenidos. La conclusión económica global es que con la necesidad de 38 y 35 años para la recuperación de capital y una vida útil de 25 años, el sistema no es factible económicamente pero debemos enfocar parte de nuestro interés en la parte ambiental y ser un poco futurista en cuanto a la importancia que tendrán estos sistemas en el futuro. Otros puntos a tomar en cuenta son la seguridad, la confiabilidad y el poco mantenimiento que implican este tipo de sistemas.

Esta investigación guarda relación debido a que ambos se enfocan en el diseño de sistemas de generación fotovoltaica, además de que evalúan la viabilidad económica y técnica de los sistemas fotovoltaicos. El autor resalta que, si bien la inversión inicial puede ser alta, las ventajas ambientales, de seguridad, confiabilidad y bajo mantenimiento de estos sistemas, podrían ser relevantes a largo plazo. Por lo cual, esto nos permite analizar las ventajas y desventajas del sistema en diferentes contextos. (Alarcón Edward, 2011, p. 109)

Grijalva Campoverde Carlos Xavier y Vélez Mosquera Félix Daniel (2020), en Guayaquil, Ecuador, realizaron un proyecto titulado: **Estudio e Implementación de un Sistema Fotovoltaico Aplicado a Luminarias: Caso de Estudio Unidad Educativa Dr. Francisco Falquez Ampuero.**

Su objetivo general fue el siguiente: Estudiar e implementar un sistema fotovoltaico para ser instalado en la escuela “Dr. Francisco Falquez Ampuero”, que funcione como un sistema de contingencia eficaz que garantice la continuidad de las actividades, además de demostrar la eficiencia energética con la utilización de energía renovable. Y por objetivos específicos tiene: Realizar el estudio de cargas lumínicas instaladas en escuela y demostrar el balance energético dentro del consumo mensual

con la implementación del sistema. Dimensionar mediante el estudio y cálculos, un sistema de generación de energía fotovoltaica OFF GRID (Sistema aislado) para la contingencia y suministro de la red eléctrica de alumbrado dentro de las instalaciones de la escuela. Reemplazar lámparas convencionales fluorescentes de alto consumo y contaminación por tubos de tecnología leds ideales para el proyecto. Calcular las pérdidas máximas ocasionadas por las sombras u orientación. Analizar la reducción de emisión de CO₂ al medio ambiente con la utilización del sistema fotovoltaico.

Sus conclusiones son: El diseño del sistema fotovoltaico incluye dos circuitos eléctricos de característica 1 polo 20 A con cable conductor concéntrico número 2x12 (tres hilos para fase y retorno calibre 12), el primer circuito alimenta las aulas 1, 2 y 3, rectorado, bodega, garita, y aula 10; el segundo circuito alimenta las aulas 4, 5, 6, 7, 8 y 9, además de 4 paneles solares instalados en la parte superior de 450w. A través del software computacional Homer Pro, se realizaron las simulaciones del sistema fotovoltaico propuesto, utilizando como información de entrada, los requerimientos eléctricos de la institución bajo la premisa de independencia por un periodo de 8 horas y en función de los datos sobre la radiación media mensual que se imprime sobre el plano horizontal en el área de ubicación del instituto, en función de los resultados obtenidos se determinó que el sistema propuesto cumple con los requerimientos del proyecto aportando 16563 Kw al año. De las evaluaciones técnicas realizadas en el sistema eléctrico se determinó que al sustituir las lámparas convencionales fluorescentes por tubos de tecnología leds, se logrará reducir el consumo eléctrico en un 30%, además que la inversión que implique la compra de los tubos leds se podrá recuperar en un periodo de tiempo corto debido a su efecto en la reducción de costos en la institución por concepto de consumo eléctrico. De los estudios efectuados con respecto a la contaminación ambiental, se determinó que durante el periodo en el cual la institución utilice el sistema fotovoltaico propuesto en vez del sistema eléctrico nacional, se obtendrá una reducción en la emisión de CO₂, en base al factor establecido de 0,385 Kg de CO₂ por cada KWH, se obtendría por cada hora de operación del

sistema fotovoltaico una reducción de 125 Kg de CO₂, considerando que el sistema propuesto no emite ninguna sustancia contaminante durante su funcionamiento.

El estudio es similar al de la presente, ya que busca evaluar la viabilidad técnica, económica y ambiental del sistema fotovoltaico para proporcionar energía eléctrica a la institución. Concluye que el sistema fotovoltaico diseñado es viable y puede aportar beneficios energéticos, económicos y ambientales a la institución. La sustitución de lámparas fluorescentes por LED reduce el consumo eléctrico en un 30%, mientras que el sistema fotovoltaico reduce la emisión de CO₂ en 125 kg por hora de operación. Las similitudes entre estos trabajos incluyen el tipo de institución (educativa), el objetivo del sistema (proporcionar energía eléctrica) y la metodología (estudio técnico de viabilidad). Estas similitudes permiten establecer una conexión fuerte, lo que fortalece la argumentación. (Grijalva Campoverde & Vélez Mosquera, 2020, p. 88).

En el año 2023 en Bolívar, Venezuela, **García D. Carlymar N.** en compañía de **Díaz C. Angiluz Gabriela V.**, realizaron una tesis que lleva por nombre: **Propuesta de un sistema de iluminación vial con celdas fotovoltaicas en la avenida España de la parroquia La Sabanita del municipio Angostura del Orinoco, estado Bolívar.** Dicha investigación tiene como objetivo general: Proponer un sistema de iluminación vial en la Avenida España de la Parroquia La Sabanita, Municipio Angostura del Orinoco, Ciudad Bolívar, Estado Bolívar.

Y por objetivos específicos: Identificar el estado actual del sistema de iluminación de la Av. España en Ciudad Bolívar, Estado Bolívar. Identificar los elementos de iluminación vial usando celdas fotovoltaicas. Describir los elementos de iluminación vial del sistema de iluminación vial. Desarrollar los planos del sistema de iluminación vial usando celdas fotovoltaicas. Analizar la factibilidad económica y operativa del sistema de iluminación vial usando celdas fotovoltaicas. Proponer un sistema de iluminación vial en la Avenida España de la parroquia La Sabanita,

Municipio Angostura del Orinoco, Ciudad Bolívar, Estado Bolívar. Como conclusiones obtuvieron las siguientes:

En el municipio Angostura del Orinoco hay un gran déficit en el sistema eléctrico y a su vez afecta al alumbrado público puesto que la mayoría de las avenidas y calles principales tienen el mismo modelo de alumbrado. La avenida España es una de la más afectada ya que por años ha mostrado signos de abandono y esto a su vez afecta al tránsito vehicular en especial en el horario nocturno y a los peatones que también suelen transitar. En la actualidad más del 70% de este tramo no cuenta con alumbrado. Para poder reemplazar el sistema de alumbrado actual se propone establecer un modelo de alumbrado público utilizando celdas fotovoltaicas, que a su vez usará lámparas LED y tendrán otros componentes como la batería, regulador e inversor para que este sistema pueda funcionar en óptimas condiciones. Los elementos que se colocarán en este sistema tendrán las siguientes características por ejemplo tendrán dos paneles solares monocristalino de 120cm x 90cm y 150W cada uno, dos lámparas LED de 125w cada uno, un inversor cargador de 1000w que será utilizado para modificar la corriente que entra y modificarla para almacenarla en una batería de litio de 200ah y a su vez que tendrá un regulador MPPT de carga para poder controlar la carga y descarga de la batería. Todos estos elementos estarán trabajando en conjunto para poder un sistema eficiente y que cumpla con su función. Los planos son parte fundamental para poder desarrollar este proyecto puesto que nos mostrará la ubicación de todos los postes de alumbrado que tenga esta avenida que se calculan que son aproximadamente 140 postes a lo largo de los 5600 metros que posee esta avenida, dichos postes tendrán una separación de 30 metros entre ellos. Para poder llevar a cabo esta propuesta se necesita una inversión de 292.367,10\$ en el cual se toma en cuenta los materiales a utilizar, los equipos necesarios para la instalación y la mano de obra necesaria para ejecutar el trabajo. Esto se determinó a través de un análisis de precio unitario (APU) y al poder mostrar que no requiere un mantenimiento constante se prevé

que este proyecto es muy factible para aplicación y esto conlleve a que este sistema sea instalado en las demás avenidas de la ciudad.

La propuesta guarda relación, porque ambos trabajos buscan implementar un sistema de alumbrado público con energía solar en el contexto de Venezuela, específicamente en el estado Bolívar. Las similitudes entre ambos trabajos incluyen el tipo de sistema, la ubicación y la metodología de análisis. Las conclusiones del estudio pueden ayudar a fortalecer la argumentación al proporcionar evidencia adicional sobre la factibilidad y los beneficios de implementar un sistema de alumbrado público con energía solar en Venezuela. (Garcia Carlymar & Diaz Angiluz, 2023, p. 106).

Jonathan Martínez Borges (2013), presentó una investigación que tiene por nombre: **Implementación de paneles solares en casa habitación**. El objetivo general de este estudio es: Evaluar la factibilidad para la implementación de un sistema fotovoltaico aislado y de optimización de carga eléctrica en casa habitación con un consumo eléctrico promedio considerando aspectos técnicos y económicos que permitan el ahorro de energía eléctrica y reducir las emisiones contaminantes al medio ambiente de la región de Tula, Hidalgo.

Los objetivos específicos son: Determinar los factores de radiación y potencial solar que permiten la implementación de un sistema fotovoltaico en la región de Tula. Conocer el principio de funcionamiento fotovoltaico así como de cada subsistema que compone al sistema fotovoltaico aislado para casa habitación. Realizar una comparación de un sistema fotovoltaico con un sistema eléctrico tradicional. Investigar y proponer un sistema de optimización para las cargas eléctricas de una casa habitación en conjunto con los sistemas fotovoltaicos. De acuerdo con el trabajo de investigación realizado se obtuvieron las siguientes conclusiones:

A partir del estudio de cada elemento que compone un sistema fotovoltaico aislado y su funcionamiento, así como el realizar un análisis de estimación promedio

de consumo eléctrico para casa habitación con un nivel socioeconómico medio y con los electrodomésticos básicos esenciales, se lograron obtener las principales características que requieren los componentes principales para la implementación de un sistema fotovoltaico aislado de acuerdo a un consumo estimado de 2016 W por día. Con lo anterior y con propuestas de precios de los principales componentes del sistema fotovoltaico de dos proveedores se obtuvo la estimación del costo que representa la implementación de este tipo de generación eléctrica; y con el análisis para el consumo estimado por métodos tradicionales de generación y suministro del servicio eléctrico, se encontró que no es factible económicamente la implementación del sistema fotovoltaico tipo aislado en comparación con un sistema eléctrico tradicional ya que el costo por el tiempo de vida del sistema fotovoltaico resulta aproximadamente 83% mayor, este aumento debido principalmente al número de baterías con las que se deben contar para satisfacer las necesidades del hogar. Pero con la propuesta de factibilidad económica para el sistema que se trata en el capítulo 4 es de considerar de algún modo la posibilidad del cambio del tipo baterías para el almacenamiento de energía eléctrica y como se muestra en el ejemplo se redujo la diferencia entre el sistema eléctrico convencional y el sistema fotovoltaico a un 35.62%, además de que en un futuro tener en consideración poder hacer uso de la baterías de ion litio que cuentan con capacidad de almacenamiento mayor durante más tiempo y la venta de los excedentes de generación de energía eléctrica a la compañía suministradora con la posible apertura de los mercados respecto a la generación que se prevén a futuro. Es importante recalcar que por medio de un análisis general en el rubro medioambiental realizado, con la implementación de un sistema fotovoltaico se lograría tener una reducción de emisiones de dióxido de carbono superior a la media tonelada por año y de casi 15 toneladas durante el tiempo de vida útil del sistema ya mencionado, y esto solo para una casa habitación dadas las condiciones de consumo ya mencionadas. Por último con el estudio general de una red PLC (comunicación por línea de potencia) en casa y un análisis de resultados de trabajos que implementaron redes similares pero enfocadas a la domótica, se obtuvo estimación aproximada del 40% del ahorro en el consumo de

energía eléctrica que tendría su utilización en conjunto con un sistema fotovoltaico, pero su uso con el costo del sistema fotovoltaico propuesto a implementar aún resulta como no factible comparándolo con el servicio eléctrico proporcionado por la compañía suministradora.

Estas conclusiones son relevantes, ya que también se enfoca en la evaluación de este tipo de sistemas en Latinoamérica. Martínez Borges encontró que la implementación de un sistema fotovoltaico aislado no es viable en el corto plazo debido a su alto costo. Sin embargo, propone un sistema de optimización de carga eléctrica para reducir el consumo de energía y, a su vez, aumentar la viabilidad del sistema. Además, destaca los beneficios ambientales de este tipo de sistemas, como la reducción de las emisiones de CO₂. (Martínez Jonathan, 2013, p. 113).

3.2. Bases Teóricas.

3.2.1 Sistema de Alumbrado.

Un Sistema de Alumbrado es un conjunto de elementos que proporcionan energía lumínica suficiente para brindar visibilidad y los aspectos estéticos en un espacio en específico.

3.2.1.1 Clases de Sistemas de Alumbrado.

De acuerdo con su ubicación, se pueden identificar dos clases de Sistemas de Alumbrados en general, el primero denominado Sistema de Alumbrado Interior a su vez se clasifica:

- ❖ **General:** Es un tipo de alumbrado en el que el tipo de luminaria utilizada, la altura de montaje y su distribución determinan la manera en la que se va a obtener una iluminación uniforme sobre toda el área a iluminar.
- ❖ **General Localizado:** Este sistema consiste en disponer las luminarias de forma que no solo proporcionen iluminación uniforme sino que además se pueda aumentar en nivel de las zonas que lo necesiten de acuerdo al trabajo que se estará realizando en las mismas.
- ❖ **Localizado:** Este tipo de sistema asegura un nivel de iluminación medio de Iluminación General y a la vez dispone de un alumbrado directo para elevar los niveles de iluminación en puestos específicos de trabajo.

El segundo tipo de Sistema de Alumbrado es el Exterior, el cual abarca a toda instalación de iluminación de carácter público o privado cuyo flujo luminoso sea proyectado sobre un espacio abierto tal como una carretera, una calle, un parque u otro espacio de la misma clase.

3.2.2 Elementos Básicos de un Sistema de Alumbrado.

En la práctica existe una gran cantidad de elementos que conforman un Sistema de Alumbrado, sin embargo de manera generalizada estos elementos son:

3.2.2.1 Fuentes de luz:

Son componentes generadores de luz artificial visible mediante la transformación de energía eléctrica. La luz que sale de las fuentes luminosas viaja siempre en línea recta y en todas las direcciones. Cada una de las líneas

rectas en las que viaja la luz se llama rayo de luz. La velocidad con la que viaja la luz depende del medio que atraviesa y su valor es cercano a los 300.000 kilómetros en un segundo.

3.2.2.2 Luminarias.

Es un conjunto de componentes que adaptan la distribución lumínica original de la fuente de luz a las necesidades propias de cada aplicación. Se trata de un aparato que ayuda a dirigir, distribuir y controlar la luz emitida por una o varias lámparas el cual comprende todos los dispositivos necesarios para el soporte, la fijación y la protección de lámparas además de, en caso de ser necesario, los circuitos auxiliares en combinación con los medios de conexión con la red de alimentación. Si se tiene en cuenta el tipo de tecnología de este dispositivo, se pueden identificar cuatro que han sido los más utilizados en la actualidad:

- ❖ **LED:** son las más populares debido a su eficiencia energética, larga vida útil, bajo consumo de calor y versatilidad. Se encuentran en una amplia gama de formas, tamaños y colores, lo que las hace funcionales para una gran variedad de aplicaciones tanto en interiores como en exteriores.
- ❖ **Fluorescentes:** Aún se utilizan ampliamente, sobre todo en entornos comerciales e industriales. Son más eficientes energéticamente que las incandescentes y tienen una vida útil más larga, pero contienen mercurio, lo que las convierte en un problema de carácter ambiental a la hora de desecharlas.
- ❖ **Incandescentes:** Tiene la menor eficiencia energética y la vida útil más corta, pero son las más baratas y se pueden encontrar en una amplia

variedad de formas y tamaños. Su uso está disminuyendo debido a sus desventajas en comparación con las tecnologías LED y fluorescentes.

- ❖ **Halógenas:** Con respecto a las incandescentes son más eficientes y producen una luz más brillante, pero también consumen más energía y tienen una vida útil más corta. Se utilizan principalmente en aplicaciones donde se necesita una luz intensa y focalizada, como focos y lámparas de escritorio.

3.2.2.3 Elementos Secundarios.

Un elemento secundario en un Sistema de Alumbrado abarca cualquier dispositivo o aparato que cumpla funciones que se relacionan indirectamente con el sistema de iluminación pero son necesarias para su correcto funcionamiento, entre ellos se encuentran:

- ❖ **Instalaciones Eléctricas:** Son el conjunto de componentes y dispositivos necesarios para proporcionar iluminación en un espacio determinado. Sus componentes principales son: fuente de energía, conductores eléctricos, interruptores y disyuntores, cajas de distribución, sistema de puesta a tierra, sistemas de control, entre otros.
- ❖ **Soportes:** Para alumbrados públicos, existen tres métodos comunes a través de los cuales se puede llevar a cabo el soporte de luminarias. El método de Sustentación por Cables es un sistema muy poco utilizado debido a la dificultad de fijación de las luminarias a causa de la acción del viento. El método de Fijación de Brazos Murales resalta por su factor económico, es más utilizado para solucionar problemas de visibilidad en el tráfico bajo la condición de que sean instalados en edificios de más de 7 metros y además no entorpece el paso peatonal.

Por su parte, el método de Fijación Sobre Báculos o Postes con Brazo es el más utilizado en calzadas y aceras muy anchas cuando no es posible la instalación de los Brazos Murales.

- ❖ **Equipos de encendido:** Este es un conjunto de dispositivo básico formado por reactancias, arrancadores o ignitores y condensadores, pero también existen equipos de encendido de doble nivel en los cuales la reactancia tradicional se sustituye por una especial que es comandada por una línea de mando activada por un reloj que tras activar los relés, enciende las lámparas a su potencia total o a un porcentaje de la misma.

3.2.3 Radiación Solar.

Según Pareja (2010) la conocida Radiación Solar es la energía proveniente del Sol o energía solar. La radiación solar que recibe la tierra posee una magnitud capaz de suministrar la energía necesaria para satisfacer el consumo mundial, esta característica potencial junto con su índole renovable la convierten en una fuente atractiva de generación, sin embargo, la radiación solar traspasa la atmósfera y es debilidad debido a la distancia que hay entre ambos cuerpos, es por ello que cuando se desea trabajar con dicha fuente emergen, como cuestiones a tener en cuenta, la forma de captación, de almacenaje y su respuesta frente a las condiciones meteorológicas, ambientales y geográficas.

Basándose en la forma en la que inciden los rayos solares sobre la Tierra, es posible distinguir tres tipos de radiación solar:

3.2.3.1 Radiación Solar Directa.

Es aquella recibida por la tierra sin desviaciones en su paso por la atmósfera, esto quiere decir que, desde el Sol, viaja en línea recta hasta la

superficie terrestre. Es el tipo de radiación más intensa de las tres incluso si se tiene en cuenta los factores que la condicionan, como la altura del sol sobre el horizonte, la nubosidad y la transparencia de la atmósfera.

3.2.3.2 Radiación Solar Difusa.

Se da cuando ha sufrido cambios en su dirección debido a la reflexión y difusión en la atmósfera. Esto implica que es afectada de manera importante por las partículas en dicha capa, como las moléculas de aire, el vapor de agua y el polvo, haciendo que su llegada a la superficie terrestre sea proveniente de todas las direcciones del cielo, pero no desde el sol. Su intensidad es la menor de los tres tipos y depende de la cantidad de partículas en la atmósfera y también del ángulo del Sol sobre el horizonte.

3.2.3.3 Radiación Solar Albedo o Reflejada.

Es recibida de manera directa y difusa por reflexión en el suelo o en superficies cercanas. Resulta de la radiación que rebota en la superficie terrestre y regresa a la atmósfera, proveniente así de la tierra, el agua, los árboles, entre otros cuerpos u objetos. Su intensidad es variable puesto que depende del tipo de superficie reflectante y del ángulo de incidencia de la radiación solar directa.

3.2.4 Efecto de Radiación Incidente.

La Radiación Incidente se refiere a la cantidad de energía que llega a una superficie desde una fuente de radiación, como es el caso del Sol. En gran parte, depende del área geográfica donde se realice el estudio para determinar la misma debido a que la energía solar que entra en la tierra es de gran magnitud. Conocer su

valor es fundamental para el diseño y eficiencia de los sistemas fotovoltaicos y térmicos, por lo cual es menester reconocer cuales son los aspectos de mayor incidencia en dicho efecto, que se resumen en:

Época del año: La cantidad de radiación solar que alcanza la superficie terrestre depende de la estación.

Heliofanía: Nombre que se le da al tiempo en horas (h) durante el cual la luz del sol puede ser utilizada con fines de generación energética

Latitud: La radiación es más intensa cerca del ecuador y disminuye hacia los polos.

Hora Pico Solar: Por sus siglas HPS, es la radiación máxima al mediodía, cuando el sol está en su punto más alto.

Condiciones Atmosféricas: La presencia de nubes, polvo y otros factores atmosféricos pueden reducir la cantidad de radiación que llega a la superficie.

3.2.4.1 Radiación Incidente en Venezuela.

Según Forbidussi (2023) Venezuela posee valores de radiación solar atractivos, debido al registro máximo de Irradiación de 6.4 kWh/m². Dicha afirmación se basa en la comparación del valor de irradiación más alto del mundo, perteneciente al desierto de Atacama en Chile. En el mismo orden de ideas, cita al Ingeniero Iván Díaz "Este potencial no se limita a algunas zonas, sino que es posible encontrarlo en todo el territorio venezolano, debido a la posición geográfica privilegiada con entre cuatro y seis horas de irradiación solar diaria y vientos de entre 8 y 9 metros por segundo en los más de 1.200 kilómetros de costas" para satisfacer una de las condiciones fundamentales en la instalación de sistemas fotovoltaicos: el espacio disponible para su respectiva instalación.

3.2.5 Energía Solar Fotovoltaica y el Efecto Fotovoltaico.

La energía solar es considerada una energía renovable que llega a la Tierra en forma de radiación electromagnética, efecto que incluye la luz, el calor y los rayos ultravioletas emitidos por el Sol. Existen varias formas de generar electricidad partiendo de la energía solar, de estos resaltan dos procesos, uno puede ser mediante sistemas foto térmicos, con el uso de plantas solares térmicas, el otro se da a través de conversión fotovoltaica, en sistemas fotovoltaicos. Afirma Pep (2007) que la actividad de obtener de manera directa electricidad a partir de la luz lleva por nombre Efecto Fotovoltaico y según Martínez (2013) se puede aprovechar la radiación electromagnética procedente del Sol usando como herramienta la energía solar fotovoltaica la cual es transformada en electricidad cuando se utilizan las celdas fotovoltaicas que conforman a los paneles solares.

De forma más explícita, Pilatasig y Valenzuela (2021) describen que el proceso de generación fotovoltaico se da mediante “la recepción de radiación solar en los módulos fotovoltaicos, luego la energía es transportada hacia el regulador, el cual tiene la función de nivelar el voltaje para los procesos posteriores, el almacenamiento de la energía se realiza en el banco de batería, hecho esto, la energía eléctrica en DC se transporta hacia el inversor, el cual, mediante la utilización de electrónica de potencia, convierte la energía DC en energía AC”. Esto se le conoce como Sistema Fotovoltaico, un sistema donde los paneles solares son encargados de capturar la luz del sol y transformarla en electricidad la cual fluye hacia un regulador que la estabiliza para su uso posterior o, de ser necesario, se guarda en baterías. Finalmente, el inversor es un dispositivo que convierte dicha energía de corriente continua (CC) a corriente alterna (CA), que es la forma de electricidad que utilizan la mayoría de los aparatos.

3.2.6 Componentes de un Sistema Fotovoltaico.

De acuerdo con Rodriguez (2004), todo sistema fotovoltaico debe contener un panel fotovoltaico, conformado por celdas solares de silicio, comúnmente, recibe los rayos solares y mediante el efecto fotoeléctrico se logra la conversión directa de la energía proveniente del sol a energía eléctrica continua. También cuenta con un módulo fotovoltaico que se forma por la interconexión de varias células solares en serie y/o paralelo, para adaptar el panel a los niveles de tensión y corriente, puesto que cada célula puede suministrar del orden de 0,5 Volt. Muchos tipos de módulos fotovoltaicos están disponibles en el mercado. Los módulos fotovoltaicos más comunes son los monocristalinos y los policristalinos; seguidos por los de silicio amorfo, de película delgada (son de sulfuro de cadmio y presentan un bajo rendimiento) y de Arseniuro de Galio (eficiente a altas temperaturas pero muy costoso debido a lo difícil que es conseguir el material).

Otro de los componentes de un SFV es el Regulador de Carga, un dispositivo que ajusta y regula la carga generada por el panel fotovoltaico con el fin de proteger a las baterías de las sobrecargas y descargas que se puedan generar. Es importante que el sistema cuente con el regulador de Carga porque es el encargado de evitar sobrecargas en la batería puesto que una vez cargada la batería no continúe cargando, de impedir la sobre descarga de la batería en los periodos de luz solar insuficiente y asegurar el funcionamiento del sistema en el punto de máxima eficacia. Los Reguladores de Carga se fabrican de dos tipos: paralelo o shunt y serie. Los primeros son utilizados en instalaciones de baja potencia y para potencias mayores los segundos, respectivamente, esto se debe a que para tensiones mayores se requieren disipadores de potencia que soportan mayores niveles de intensidad.

Este sistema se compone además de baterías que son dispositivos encargados de almacenar la energía que emite el generador, para así disponer de energía eléctrica cuando se amerite. Es común observar en este tipo de sistemas las baterías de tipo estacionaria, estas también pueden ser utilizadas como sistemas de alimentación ininterrumpida, y dos de las razones principales de su uso radica en su capacidad para permanecer por largos periodos de tiempo complementando cargas junto con su capacidad de resistir descargas de mayor magnitud que sean de carácter esporádico.

El último elemento componente necesario para el funcionamiento de los Sistema Fotovoltaicos es el Inversor, él es el dispositivo encargado de alterar la tensión y características de la intensidad recibida, convirtiéndola en la adecuada para los usos que necesiten (suministro). El tipo de inversor a elegir es elegido para satisfacer las necesidades correspondientes del Sistema Fotovoltaico instalado.

3.2.7 Tipos de Sistemas Fotovoltaicos.

3.2.7.1 Sistema Fotovoltaico Aislado (SFA).

De acuerdo con Abella (2016), este sistema alimenta algunas cargas seleccionadas mediante energía fotovoltaica y no está conectado a la red eléctrica. Su función radica en satisfacer, total o parcialmente, la demanda de energía eléctrica en lugares que carecen de un sistema de distribución conectado a la red eléctrica. Los SFA pueden aplicarse en múltiples escalas, incluyendo pequeños sistemas fotovoltaicos que alimentan lámparas, hasta redes lo suficientemente extensas como para suministrar energía eléctrica a poblaciones enteras. Por lo general, se componen de un sistema de acumulación de energía con el que puedan operar en momentos donde se carece de energía solar, que es cuando la demanda de energía es mayor. Sus componentes son un Generador

Fotovoltaico que es el dispositivo productor de la energía eléctrica, un Acumulador que es el encargado de almacenar la energía para su uso en el futuro, un Regulador de Carga: Gestiona la carga y descarga del acumulador y un Inversor que convierte la corriente de forma continua a corriente alterna. (Mohd & Aziz, 2018).

3.2.7.2 Sistema Fotovoltaico conectado a la Red (SFCCR).

Se define como una tecnología dual, que dispone de un generador fotovoltaico mientras se encuentra conectado a una red de energía convencional como sistema de reserva. En estos sistemas el inversor realiza la gestión entre las cargas y ambos generadores; el fotovoltaico y la red convencional. De esta forma, permite que el inversor demande energía de la red cuando el generador fotovoltaico no produzca energía suficiente, e incluso que se inyecte energía en la red eléctrica cuando la generación fotovoltaica sea superior al consumo. Es común que este tipo de sistema carezca de un acumulador, lo cual es un factor a tener en cuenta para considerar el precio final del sistema. Además posee elementos para controlar la tensión de la red de distribución con el fin de certificar una correcta gestión de la energía cuando es necesario. (Mena et al., 2013). De acuerdo con Santos et al. (2013) los componentes de este tipo de sistema son: Módulos Fotovoltaicos que proveer energía eléctrica a través de la transformación de la energía solar, Inversores que convierten la energía eléctrica de corriente continua a alterna y también se encargan de la gestión entre el sistema y la red eléctrica y un Contador de energía que mide la energía inyectada y consumida de la red eléctrica para establecer la correspondiente tarifa.

3.2.7.3 Sistemas híbridos fotovoltaicos.

Para complementar el recurso solar con algún otro que se encuentre disponible, los Sistemas Fotovoltaicos pueden combinarse con otras fuentes de energía, para ello suelen utilizar específicamente los Sistemas Fotovoltaicos aislados. (Mena et al., 2013). Esto se debe en gran parte a que, en un SFA son, los dispositivos encargados de almacenar, aquellos que se consideran más críticos dentro del sistema. Los elementos para almacenar, que permiten acumular la energía que se recibe durante el día, son los dispositivos más críticos de un SFA, debido a su elevado precio, su vida útil y el cuidado que requieren. Por este motivo, en ocasiones compensa dimensionar un acumulador menor y combinar el recurso solar con otro que también se encuentre disponible, abaratando notablemente el coste del sistema (Abella, 2016). Los componentes de estos sistemas son los mismos que los de un SFA, pero con el añadido de otro generador de energía que habitualmente son pequeñas turbinas eólicas, o hidroeléctricas, o grupos electrógenos a gasolina o diésel.

3.2.8 Luminarias LED.

De acuerdo con sus siglas en inglés, Light Emitting Diode, se trata de un Diodo Emisor de Luz, en pocas palabras una luminaria o lámpara LED es un componente electrónico que busca una buena iluminación manteniendo un bajo consumo energético. Lo llamativo de este elemento es que, a diferencia de otros tipos, la luminaria LED no necesita un reactivo para poder funcionar. Con el uso de una luminaria de este tipo se puede generar un flujo luminoso de igual intensidad o mayor que las de tipo convencional, consumiendo una fracción de su energía.

El uso de este tipo de tecnología se ido incrementando con el pasar de los años, este hecho va de la mano a la prolongación de su vida útil en contraposición a cualquier otro tipo de lámpara y a un mayor aprovechamiento de energía. Tales beneficios se resumen en mayor rendimiento en contraposición a otras lámparas: 100-150 lm/W, una

vida útil aproximada de 50.000 y 100.000 horas, el IRC de aproximadamente el 90%, una alta fiabilidad y un menor riesgo para el medio ambiente.

3.2.8.1 Componentes Básicos de Luminarias LED.

Los componentes que conforman a las luminarias LEDs las convierten en una tecnología de vanguardia, razón por la cual es la más utilizada de la actualidad, afirman Cabrera y Villa (2022).

- ❖ **Matriz de LEDs:** Es el corazón de la luminaria donde se encuentran los chips LED también conocidos como diodos emisores de luz. Su funcionamiento se basa en un principio físico llamado electroluminiscencia. Cuando se aplica un voltaje a un chip LED, los electrones del material semiconductor saltan de un nivel de energía bajo a uno más alto. Al volver a su nivel de energía original, liberan la energía en forma de luz cuyo color depende del material semiconductor utilizado.
- ❖ **Disipador:** Parte de la luminaria cuya función principal es disipar el calor generado por la Matriz LED. Absorbe y disipa el calor evitando el sobrecalentamiento lo cual protege y alarga la vida útil de los LEDs y se puede fabricar en materiales como aluminio, cobre o cualquier con alta conductividad térmica.
- ❖ **Difusor:** Se encarga de controlar la distribución de la luz, su forma le permite crear diferentes efectos de luz tales como iluminación general, puntual o decorativa. Dependiendo del diseño de la luminaria, esta parte se puede sustituir por lentes o reflectores, razón por la cual también se le conoce como óptica.

- ❖ **Conducto y Casquillo:** Juntos, son elementos que aseguran la conexión a la red eléctrica permitiendo el instalación y el funcionamiento de la luminaria. El tipo depende de la clase de luminaria e instalación, pero todo ha de brindar una conexión segura y estable a la red.

3.2.9 Tipos de luminarias LED.

Flores (2016) propone una clasificación de los LED que responde a su funcionalidad de la siguiente manera:

3.2.9.1 Led tradicional o primario.

Este tipo de led es el más utilizado en gran cantidad de equipos eléctricos y electrónicos, tanto como emisor o receptor de infrarrojos como pilotos luminosos. Tienen forma redondeada o cilíndrica y pueden ser de colores rojo, verde y amarillo.

3.2.9.2 Led SMD (Surface Mounted Device).

Es un diodo emisor de luz de montaje en superficie, la manera en que este dispositivo led se encuentra dispuesto (esto es, de forma encapsulada) permite mejorar la calidad de la luminaria proporcionando mayor cantidad de flujo lumínico sin generar calor. Para instalar los diodos se deben colocar en serie sobre algún circuito impreso permitiendo crear una luminaria, su una eficiencia lumínica órbita en torno a los 60 Lm/W, lo que se traduce en una muy alta.

3.2.9.3 Led COB (Chip On Board).

Es un conjunto de leds agrupados en serie y/o paralelo dentro de un mismo encapsulado, son superiores a los leds SMD porque proporcionan un rendimiento lumínico superior a los 110 Lm/W y disipan mejor el calor.

3.2.9.4 Led de potencia.

Es un led de mayor consumo a partir de 1W por led, por lo cual tienen una mayor potencia lumínica, estos leds requieren de una disipación térmica muy buena y son similares o superiores a los leds SMD en términos de eficiencia.

3.2.9.5 Led dip estándar.

Este tipo de leds son leds de primera generación, siendo muy inferiores a los otros tipos de leds mencionados anteriormente, estos leds en la actualidad tienen una tecnología obsoleta ya que su potencia lumínica deja bastante que desear.

3.2.10 Procedimiento para la instalación de Sistemas Fotovoltaicos.

García (2016) propone una manera factible para utilizar energía solar en sistemas de alumbrado público con tecnología led. Un proyecto de este tipo inicia con el estudio del área a iluminar para obtener la distancia entre postes, la altura del montaje de la luminaria led, la potencia de la carga instalada teniendo en cuenta cualquier agente que signifique una alteración en los niveles de iluminación, como lo son la presión, la temperatura, la humedad, la ubicación y el tipo de suelo. Una vez obtenida la información necesaria, se realizarán los cálculos técnicos que definan claramente las

características de todos los elementos que compondrán el sistema fotovoltaico, con ello se establecerán los parámetros fotométricos y el consumo de energía que generará el sistema fotovoltaico junto con sus componentes.

3.3. Bases Legales.

3.3.1 Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. Gaceta Oficial N°5.908 Extraordinario, Caracas, Venezuela de fecha 19 de febrero de 2009.

TÍTULO III DE LOS DERECHOS HUMANOS Y GARANTÍAS, Y DE LOS DEBERES. Capítulo VII. De los Derechos Económicos.

Artículo 117. Todas las personas tendrán derecho a disponer de bienes y servicios de calidad, así como a una información adecuada y no engañosa sobre el contenido y características de los productos y servicios que consumen, a la libertad de elección y a un trato equitativo y digno. La ley establecerá los mecanismos necesarios para garantizar esos derechos, las normas de control de calidad y cantidad de bienes y servicios, los procedimientos de defensa del público consumidor, el resarcimiento de los daños ocasionados y las sanciones correspondientes por la violación de estos derechos. (Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, 2009, art. 117)

El Artículo 117 de la Constitución Nacional consagra el derecho fundamental de todas las personas a acceder a bienes y servicios de calidad. Este derecho se complementa con el acceso a información

adecuada y no engañosa sobre el contenido y características de los productos y servicios que consumen. Este artículo se toma en cuenta en el trabajo de investigación porque hace referencia al derecho que tienen todas las personas de gozar y disponer de servicios públicos de calidad. (Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, 2009)

TÍTULO IV DEL PODER PÚBLICO. Capítulo II. De la competencia del Poder Público Nacional. Artículo 156. Es de la competencia del Poder Público Nacional:

1. La política y la actuación internacional de la República.
2. La defensa y suprema vigilancia de los intereses generales de la República, la conservación de la paz pública y la recta aplicación de la ley en todo el territorio nacional.
3. La bandera, escudo de armas, himno, fiestas, condecoraciones y honores de carácter nacional.
4. La naturalización, la admisión, la extradición y expulsión de extranjeros o extranjeras.
5. Los servicios de identificación.
6. La policía nacional.
7. La seguridad, la defensa y el desarrollo nacional.
8. La organización y régimen de la Fuerza Armada Nacional.
9. El régimen de la administración de riesgos y emergencias.
10. La organización y régimen del Distrito Capital y de las dependencias federales.
11. La regulación de la banca central, del sistema monetario, del régimen cambiario, del sistema financiero y del mercado de capitales; la emisión y acuñación de moneda.

12. La creación, organización, recaudación, administración y control de los impuestos sobre la renta, sobre sucesiones, donaciones y demás ramos conexos, el capital, la producción, el valor agregado, los hidrocarburos y minas; de los gravámenes a la importación y exportación de bienes y servicios; de los impuestos que recaigan sobre el consumo de licores, alcoholes y demás especies alcohólicas, cigarrillos y demás manufacturas del tabaco; y de los demás impuestos, tasas y rentas no atribuidas a los Estados y Municipios por esta Constitución o por la ley.
13. La legislación para garantizar la coordinación y armonización de las distintas potestades tributarias; para definir principios, parámetros y limitaciones, especialmente para la determinación de los tipos impositivos o alícuotas de los tributos estatales y municipales; así como para crear fondos específicos que aseguren la solidaridad interterritorial.
14. La creación y organización de impuestos territoriales o sobre predios rurales y sobre transacciones inmobiliarias, cuya recaudación y control corresponda a los Municipios, de conformidad con esta Constitución.
15. El régimen del comercio exterior y la organización y régimen de las aduanas.
16. El régimen y administración de las minas e hidrocarburos; el régimen de las tierras baldías; y la conservación, fomento y aprovechamiento de los bosques, suelos, aguas y otras riquezas naturales del país. El Ejecutivo Nacional no podrá otorgar concesiones mineras por tiempo indefinido. La ley establecerá un sistema de asignaciones económicas especiales en beneficio de los Estados en cuyo territorio se encuentren situados los bienes que se

mencionan en este numeral, sin perjuicio de que también puedan establecerse asignaciones especiales en beneficio de otros Estados.

17. El régimen de metrología legal y control de calidad.
18. Los censos y estadísticas nacionales.
19. El establecimiento, coordinación y unificación de normas y procedimientos técnicos para obras de ingeniería, de arquitectura y de urbanismo, y la legislación sobre ordenación urbanística.
20. Las obras públicas de interés nacional.
21. Las políticas macroeconómicas, financieras y fiscales de la República.
22. El régimen y organización del sistema de seguridad social.
23. Las políticas nacionales y la legislación en materia naviera, de sanidad, vivienda, seguridad alimentaria, ambiente, aguas, turismo y ordenación del territorio.
24. Las políticas y los servicios nacionales de educación y salud.
25. Las políticas nacionales para la producción agrícola, ganadera, pesquera y forestal.
26. El régimen de la navegación y del transporte aéreo, terrestre, marítimo, fluvial y lacustre, de carácter nacional; de los puertos, aeropuertos y su infraestructura.
27. El sistema de vialidad y de ferrocarriles nacionales.
28. El régimen del servicio de correo y de las telecomunicaciones, así como el régimen y la administración del espectro electromagnético.
29. El régimen general de los servicios públicos domiciliarios y, en especial, electricidad, agua potable y gas.
30. El manejo de la política de fronteras con una visión integral del país, que permita la presencia de la venezolanidad y el mantenimiento territorial y la soberanía en esos espacios.

31. La organización y administración nacional de la justicia, del Ministerio Público y de la Defensoría del Pueblo.
32. La legislación en materia de derechos, deberes y garantías constitucionales; la civil, mercantil, penal, penitenciaria, de procedimientos y de derecho internacional privado; la de elecciones; la de expropiación por causa de utilidad pública o social; la de crédito público; la de propiedad intelectual, artística e industrial; la del patrimonio cultural y arqueológico; la agraria; la de inmigración y poblamiento; la de pueblos indígenas y territorios ocupados por ellos; la del trabajo, previsión y seguridad sociales; la de sanidad animal y vegetal; la de notarías y registro público; la de bancos y la de seguros; la de loterías, hipódromos y apuestas en general; la de organización y funcionamiento de los órganos del Poder Público Nacional y demás órganos e instituciones nacionales del Estado; y la relativa a todas las materias de la competencia nacional.
33. Toda otra materia que la presente Constitución atribuya al Poder Público Nacional, o que le corresponda por su índole o naturaleza. (Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, 2009, art. 156)

El Artículo 156 de la Constitución Nacional establece la competencia del poder público nacional en diversas áreas, siendo de particular importancia para este trabajo de investigación el numeral 29, que se refiere al régimen general de los servicios públicos domiciliarios, con especial énfasis en la electricidad, agua potable y gas. La relevancia de este artículo radica en que define el marco legal que regula los servicios públicos domiciliarios, incluyendo la electricidad, un aspecto central en este estudio, ya que la electricidad es uno de los principales

temas que se abordan. (Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, 2009)

3.3.2 Ley Orgánica del Sistema y Servicio Eléctrico. Gaceta Oficial N° 39.573 del 14 de diciembre de 2010.

TÍTULO I DISPOSICIONES FUNDAMENTALES. Capítulo I. Principios rectores y aspectos fundamentales. Artículo 1. La presente Ley tiene por objeto establecer las disposiciones que regularán el sistema eléctrico y la prestación del servicio eléctrico en el territorio nacional, así como los intercambios internacionales de energía, a través de las actividades de generación, transmisión, despacho del sistema eléctrico, distribución y comercialización, en concordancia con el Plan de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional y el Plan de Desarrollo Económico y Social de la Nación. (Ley Orgánica del Sistema y Servicio Eléctrico, 2010, art. 1)

TÍTULO II DE LAS PERSONAS QUE INTERVIENEN EN LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO ELÉCTRICO. Capítulo I. Del órgano con competencia en materia de energía eléctrica. El órgano rector del sistema y servicio eléctrico nacional. Artículo 26. El órgano rector del sistema y servicio eléctrico nacional es el Ministerio

del Poder Popular con competencia en materia de energía eléctrica. En el ejercicio de sus atribuciones velará porque el servicio se preste conforme a las premisas y principios establecidos en esta Ley, garantizando la protección de los derechos e intereses de los usuarios y la satisfacción de la demanda de electricidad, con base a las políticas públicas. (Ley Orgánica del Sistema y Servicio Eléctrico, 2010, art. 26)

TÍTULO III DE LAS ACTIVIDADES DEL SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO. Capítulo II. De la distribución y comercialización.

Alumbrado público. Artículo 52. El alumbrado público forma parte de la actividad de distribución y consiste en el suministro de energía eléctrica para la iluminación en zonas de dominio y acceso público, y demás espacios de libre circulación.

El operador y prestador del servicio, sin perjuicio de las competencias atribuidas a los municipios, ejecutará la inversión para la construcción, adquisición de equipos, operación y mantenimiento de las instalaciones de alumbrado público incorporando tecnología eficiente, en todo el territorio nacional.

El Ejecutivo Nacional, deberá garantizar la asignación de los recursos financieros que le permita al operador y prestador del servicio suministrar oportunamente el servicio de alumbrado público con la calidad requerida. (Ley Orgánica del Sistema y Servicio Eléctrico, 2010, art. 52)

Artículo 53. El Ministerio del Poder Popular con competencia en materia de energía eléctrica coordinará con los Municipios, en sus respectivas jurisdicciones, las fiscalizaciones necesarias para asegurar la prestación del servicio de alumbrado público, bajo los principios establecidos en esta Ley. (Ley Orgánica del Sistema y Servicio Eléctrico, 2010, art. 53)

TÍTULO IV DEL RÉGIMEN ECONÓMICO. Capítulo I.

Disposiciones generales. Principios del régimen económico.

Artículo 55. El régimen económico aplicable a las actividades del Sistema Eléctrico Nacional para la prestación del servicio se basa en los criterios de sustentabilidad económica y financiera del operador y prestador del servicio, uso óptimo de los recursos en beneficio del usuario y la retribución de los costos determinada por el Ministerio del Poder Popular con competencia en materia de energía eléctrica. (Ley Orgánica del Sistema y Servicio Eléctrico, 2010, art. 55)

Se toman en cuenta estas leyes en la investigación debido a que establecen las disposiciones que regulan el sistema eléctrico nacional: Generación, Transmisión, Despacho del sistema eléctrico, Distribución, Comercialización. Definen al Ministerio del Poder Popular con competencia en materia de energía eléctrica como el órgano rector del sistema y servicio eléctrico nacional. Especifican que el alumbrado público forma parte de la actividad de distribución y establecen responsabilidades para su prestación. En resumen, estas leyes proporcionan el marco legal que regula el sistema eléctrico nacional. (Ley Orgánica del Sistema y Servicio Eléctrico, 2010)

3.3.3 Reglamento Técnico de Luminarias con Tecnología LED-tipo modular, destinada a vialidades de uso vehicular. Gaceta oficial de la república bolivariana de Venezuela. Número 40.523. Fecha: 21 de octubre de 2014.

Artículo 1º. El presente Reglamento Técnico tiene por objeto establecer los requisitos técnicos mínimos que deben cumplir las luminarias con tecnología LED, destinadas a la iluminación en zonas de tránsito vehicular en el territorio de la República Bolivariana de Venezuela. (Reglamento Técnico de Luminarias con Tecnología LED-tipo modular, destinada a vialidades de uso vehicular, 2014, art. 1)

Artículo 2º. El presente Reglamento Técnico aplica a todos los órganos y entes públicos, así como a las organizaciones privadas que tengan relación directa e indirecta con los procesos de normalización, planificación construcción, adquisición, traspaso, operación y mantenimiento de los sistemas de iluminación vial; así como a todas las personas jurídicas públicas o privadas dedicadas a la fabricación, importación, comercialización e instalación de las luminarias con tecnología LED, proveedores de estos equipos y proyectistas de estos sistemas que serán instalados en las redes del Operador y Prestador del Servicio Eléctrico. (Reglamento Técnico de Luminarias con Tecnología

LED-tipo modular, destinada a vialidades de uso vehicular, 2014, art. 2)

Artículo 3º. Las personas naturales o jurídicas fabricantes o importadores de luminarias sujetos a este Reglamento Técnico, previo a la fabricación, importación y/o comercialización de las mismas, deberán someter a su verificación por parte del Operador y Prestador de Servicio de conformidad con los requisitos establecidos en el presente Reglamento Técnico. (Reglamento Técnico de Luminarias con Tecnología LED-tipo modular, destinada a vialidades de uso vehicular, 2014, art. 3)

En este reglamento se asientan todas las especificaciones y requisitos técnicos que funcionan como base para el diseño y fabricación de los distintos modelos y tipos de luminarias LED. (Reglamento Técnico de Luminarias con Tecnología LED-tipo modular, destinada a vialidades de uso vehicular, 2014)

3.3.4 NORMA VENEZOLANA COVENIN 3290:1997. ALUMBRADO PÚBLICO. DISEÑO.

Objeto: Esta norma establece los lineamientos necesarios para la elaboración de proyectos de Alumbrado Público. Para ello se dan recomendaciones generales con el fin de lograr los niveles de iluminación de acuerdo con la zona a iluminar y el tipo de vía, seleccionar la disposición de luminarias en la vía y determinar la calidad del proyecto. (Norma Venezolana COVENIN 3290, 1997)

3.4. Definición de Términos Básicos.

- 3.4.1 **Celda Solar:** También conocida como célula fotovoltaica, es un dispositivo electrónico que tiene la capacidad de convertir la luz solar en electricidad. Es la unidad básica de un panel solar.
- 3.4.2 **Corriente Alterna:** Es un tipo de corriente eléctrica en la que la dirección del flujo de electrones cambia periódicamente.
- 3.4.3 **Corriente Continua:** Es un tipo de corriente eléctrica en la que el flujo de electrones es constante en una dirección.
- 3.4.4 **Deslumbramiento:** Es una condición en la que se produce una incomodidad visual o una reducción de la visibilidad debido a una iluminación inadecuada o excesiva.
- 3.4.5 **Distribución Lumínica:** Es la manera en que la luz se distribuye en un espacio determinado.
- 3.4.6 **Eficiencia Energética:** Es la relación entre la cantidad de energía utilizada y la cantidad de trabajo realizado. Una mayor eficiencia energética significa que se necesita menos energía para realizar la misma cantidad de trabajo.
- 3.4.7 **Energía Lumínica:** Es la energía transportada por la luz.
- 3.4.8 **Energía Solar:** Es la energía obtenida directamente del sol. Se puede convertir en electricidad o calor.
- 3.4.9 **Instalaciones Eléctricas:** Son las infraestructuras necesarias para distribuir y utilizar la electricidad.
- 3.4.10 **Irradiación:** La irradiación se refiere a la exposición de una sustancia, objeto o ser vivo a radiación de diversas fuentes.
- 3.4.11 **Potencia Lumínica:** Es la cantidad de luz emitida por una fuente de luz en una dirección particular.
- 3.4.12 **Radiación:** Es la emisión de energía como ondas o partículas.

3.4.13 Red Eléctrica: Es un sistema interconectado para la entrega de electricidad desde los proveedores a los consumidores.

3.4.14 Sistema de Puesta a Tierra: Es un sistema que conecta partes eléctricas no conductoras a la tierra para proteger contra fallas eléctricas.

3.4.15 Soportes Mecánicos de Luminarias: Son las estructuras que sostienen las luces en su lugar.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE TRABAJO.

4.1. Tipo de Investigación.

Para Arias (2012) la Investigación Descriptiva “Consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere.” (p.24)

A este concepto lo complementa el de Hernández et al. (1997), quienes afirman que la investigación descriptiva se centra en medir con la mayor precisión posible, en esta clase de estudios el investigador debe ser capaz de definir qué se va a medir y cómo se va a lograr precisión en esa medición. Asimismo, debe ser capaz de especificar quién o quiénes tienen que incluirse en la medición (p. 72).

Con el fin de proponer un sistema de celdas fotovoltaicas capaz de abastecer un sistema de iluminación, se realizará un riguroso proceso de investigación. Tras un análisis exhaustivo del estado actual de los sistemas de iluminación de las instalaciones se logrará definir los componentes clave necesarios para el sistema fotovoltaico propuesto considerando conjuntamente las condiciones ambientales locales. Con base en esta información, se podrá establecer, con precisión técnica, cuáles serán las

características imprescindibles para la puesta en operación del modelo propuesto. Por último se describirán los procedimientos de instalación, mantenimiento y monitoreo necesarios para garantizar un funcionamiento óptimo del sistema.

En resumen, realizar una investigación descriptiva permitirá comprender a fondo el sistema actual y, en respuesta, diseñar un modelo fotovoltaico que cumpla con los requisitos de iluminación de manera eficiente y sostenible.

4.2. Diseño de Investigación.

Balestrini (2006) afirma, respecto a los Diseños de Investigaciones de Campo, que ellos "Permiten establecer una interacción entre los objetivos y la realidad de la situación en el campo; observar y recolectar los datos directamente de la realidad, en su situación natural; profundizar en la comprensión de los hallazgos encontrados con la aplicación de los instrumentos; y proporcionarle al investigador una lectura de la realidad objeto de estudio más rica en cuanto al conocimiento de la misma, para plantear hipótesis futuras en otros niveles de investigación."(p. 132)

Nuevamente, Arias (2012) establece que "La investigación documental es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas." (p.27)

Teniendo presente ambos conceptos, se define, primeramente, a la presente investigación como Investigación de Campo dado a que el primer paso de la misma se basará en una observación minuciosa del estado actual del sistema y el reconocimiento de las necesidades energéticas del mismo. Establecer la extensión de las deficiencias en las instalaciones implica examinar las condiciones de las luminarias e infraestructura eléctrica y, posteriormente, realizar un conjunto de mediciones con el fin de evaluar los requerimientos de los sistemas actuales y así proponer una solución factible.

Por otra parte, previo a la propuesta de un sistema completamente nuevo, la investigación se basará, además, en una documentación preliminar que abarca literatura científica, manuales técnicos y normativas referentes al tema, esto debido a que para diseñar un sistema fotovoltaico se deben comprender los conceptos fundamentales que se interrelacionan con el fin de evaluar y seleccionar los componentes particulares del sistema siguiendo así un enfoque documental, lo cual se espera logrará concluir una propuesta no solo basada en las necesidades específicas de la institución sino también una propuesta cuyas decisiones de diseño estarán respaldadas por fuentes documentales.

4.3. Población.

Según Arias (2012), la población se define como “un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio” (p. 81).

Balestrini (2006) indica que: se requiere establecer las unidades de análisis sujetos u objetos de ser estudiados y medidos, por cuanto, necesariamente los elementos de la población no tienen que estar referidos única y exclusivamente a individuos (hombres y mujeres o niños), ejecutivos; pueden ser instituciones, animales, objetos físicos, etc.; en función de la delimitación del problema y de los objetivos de la investigación (p. 137).

En este caso, la población de interés será el sistema fotovoltaico de la Escuela de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar. Esta población se considera finita y accesible, ya que está compuesta por un número definido y limitado de individuos. La elección de la población finita se justifica por la

accesibilidad y la delimitación clara de los sujetos involucrados en el contexto específico de la investigación.

4.4. Muestra.

La muestra, según Arias (2012) es: “aquella que por su tamaño y características similares a las del conjunto, permite hacer inferencias o generalizar los resultados al resto de la población con un margen de error conocido” (p. 83).

En esta investigación debido a que el sistema fotovoltaico de la Escuela de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar será nuestra población, finita y accesible, la muestra será el total de la población. Es decir, la muestra será el 100% de la población. Aquí, la muestra coincidirá con la población debido a que se tiene acceso completo a todos los elementos que componen la población objetivo. Esta elección se basa en la naturaleza específica de la investigación y la factibilidad de obtener datos de todos los individuos relevantes para el estudio.

4.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Rodríguez Peñuelas (2010) indica que: “las técnicas de investigación deben ser entendidas como un conjunto de reglas aptas para orientar eficazmente una actividad y la destreza necesaria para resolver un problema concreto. Para muchos autores son los medios empleados para recolectar información” (p.25).

Arias (2012) establece que un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información (p. 68).

Para la recolección de datos, se emplearán principalmente dos técnicas:

4.5.1 Observación.

Según Arias (2012), la observación es una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos (p. 69). Se realizará una observación detallada de los sistemas de iluminación en la Escuela de Ciencias de la Tierra. Esta técnica permitirá recopilar información sobre el funcionamiento actual de los sistemas y detectar posibles áreas de mejora sin necesidad de interactuar directamente con los individuos de la población.

4.5.2 Documentos y materiales culturales.

Según Rodríguez Peñuelas (2010): “incluye, folletos de la organización, revistas, publicaciones, bitácoras, memorándums, informes de actividades departamentales, manuales de operación, material fotográfico, videgrabaciones, reglamentos, visión, misión, libros, biografías, prensa, internet, videocintas, documentos elaborados por investigadores, y otros” (p. 165). Se llevará a cabo un análisis exhaustivo de diversos documentos institucionales anteriores relevantes al tema, de información en internet, reglamentos, investigaciones, etc. Este enfoque proporcionará datos históricos y contextuales que complementarán la observación directa y ayudarán a entender mejor la situación energética de la institución.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.

La situación en la que se encuentra el sistema de iluminación de la Escuela de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Oriente del Núcleo Bolívar en la actualidad se ha podido determinar a través de una observación directa llevada a cabo en las instalaciones de dicha institución, con los resultados obtenidos se hizo una consulta con profesionales especializados en el área de electricidad con el fin de ampliar de manera objetiva la evaluación del sistema en estudio.

5.1. Diagnosticar el Estado Actual del Sistema de Iluminación.

El campus de la Escuela de Ciencias de la Tierra, como el de cualquier otra universidad, requiere que sus espacios abiertos cuenten con la iluminación suficiente y necesaria en horas de la noche para así garantizar la seguridad en las instalaciones.

Con el fin de determinar el estado en el que se encuentra el sistema de iluminación exterior de la institución en el momento en que se llevó a cabo la presente investigación, se realizó una observación directa y con los resultados obtenidos se realizó una consulta con un ingeniero especializado en el área de electricidad en pro de obtener conclusiones objetivas al respecto.

El Sistema de Iluminación para Espacios Públicos de la Escuela de Ciencias de la Tierra se encuentra hoy en día en un estado deplorable, en un principio este estuvo conformado por postes de aluminio con longitud de 11.28 m y 8.23 m ubicados en distintos puntos del campus universitario, tal distribución fue pensada para brindar una iluminación suficiente; sin embargo, en el presente gran parte del sistema ha sido vandalizado o se ha deteriorado por la falta de mantenimiento y las condiciones ambientales propias de la ciudad, lo que resulta en la pérdida operativa del sistema por completo, a lo que se suma la carencia de cableado, luminarias, brazos y, en muchos puntos, postes. Como se muestra en las siguientes imágenes, figura 5.1, 5.2, 5.3 y 5.4, la situación general del sistema de iluminación requiere con carácter de urgencia una mejora para poder realizar las actividades propias de la universidad.



Figura 5.1. Bases de Postes para Alumbrado Público en los alrededores del Edificio Principal de Ciencias de la Tierra.



Figura 5.2. Bases de Postes para Alumbrado Público en los alrededores de la Antigua Biblioteca de Ciencias de la Tierra.



Figura 5.3. Bases de Postes para Alumbrado Público en los alrededores del Miniauditorio de la Escuela de Ciencias de la Tierra.



Figura 5.4. Bases de Postes para Alumbrado Público en los alrededores del Comedor de la Escuela de Ciencias de la Tierra.

Con estas observaciones se concluye que el sistema de iluminación actual de la escuela de Ciencias de la Tierra se encuentra inutilizable.

5.2. Determinar el Área Donde se Ubicarán las Celdas Fotovoltaicas.

A la hora de determinar el sitio en el cual se ubicarán los paneles solares para un sistema de iluminación fotovoltaica se debe tener en consideración una serie de factores, entre ellos uno de los que destaca, debido a las características del campus de la Escuela de Ciencias de la Tierra, se trata de la flora presente en la zona, esto debido a que la presencia de árboles que sean lo suficientemente altos y frondosos como para obstruir el paso de la luz solar directa hacia las placas solares afecta negativamente el funcionamiento del sistema fotovoltaico, impidiendo la carga suficiente para la transformación de energía.

Es por lo mencionado anteriormente que se toma la decisión de disponer una serie de postes de iluminación en el área comprendida dentro del recuadro rojo marcado en la figura 5.5 puesto a que la zona que queda excluida del recuadro se caracteriza por tener una vegetación espesa que dificulta el funcionamiento del sistema. Una solución al problema causado por la abundante vegetación en dicha zona se plantea a través de la puesta en funcionamiento de un posible sistema alternativo cableado que, por razones de alcance, queda exento de la presente investigación. Sin más, es importante mencionar que la opción de talar el área para la colocación de postes alimentación con tecnología fotovoltaica queda completamente descartada.



Figura 5.5. Escuela de Ciencias de la Tierra - Google Maps.

5.3. Describir los Componentes del Sistema.

Pese a que el uso de sistemas fotovoltaicos en el país es un avance innovador, el principio de esta tecnología data de poco menos de dos siglos e inicia con en 1839, cuando el físico francés Alexandre Edmond Becquerel observó por primera vez el efecto fotoeléctrico, es decir, la capacidad de ciertos materiales de generar electricidad

cuando son expuestos a la luz. Poco tiempo después, en 1883, Charles Fritts creó la primera célula solar funcional utilizando selenio y oro; sin embargo, su eficiencia era muy baja, alrededor del 1%. A mediados del siglo XX, se descubrió que el silicio era un material semiconductor ideal para las células fotovoltaicas, hecho que marcó un punto de inflexión y permitió desarrollar células solares más eficientes y duraderas y desde entonces, las celdas fotovoltaicas han experimentado una evolución constante, impulsada por la investigación y el desarrollo tecnológico.

En 1946, Russell Shoemaker Ohl patentó la célula solar moderna, basada en silicio, en las siguientes dos décadas, gracias a la denominada Carrera espacial la Nasa en los años 50 y 60 incentiva y promueve la investigación en torno a la alimentación de satélites y sondas espaciales mediante el uso de células solares. En la siguiente década, la investigación se desvía del desarrollo a la reducción de costos de producción para convertirlas en tecnología accesible para aplicaciones terrestres. Ya en las últimas décadas, se han desarrollado nuevos materiales y tecnologías que han aumentado significativamente la eficiencia de las células solares, dando como resultado una gama diversa de tipos de células fotovoltaicas, cada una con sus características y aplicaciones propias, teniendo en cuenta la escala del proyecto, la eficiencia y el costo de las mismas. Hoy en día, se busca aumentar la eficiencia a través del uso de nuevos materiales y diseños que le permitan al fabricante obtener un producto que los vuelva competitivo no solo frente a otras empresas del nicho sino frente a otras dedicadas a diferentes fuentes de energía limpia, así como el desarrollo de diseños y sistemas que den paso a la integración de paneles fotovoltaicos en otros medios y dispositivos.

En la actualidad, las células fotovoltaicas son el pilar del sistema de generación fotovoltaico, sin embargo, su eficiencia no es rentable por sí solo. Ellas funcionan gracias a una serie de complementos que, relacionándose entre sí, le permiten al sistema llevar a cabo una serie de actividades que resulten en la generación de la energía

eléctrica necesaria para poner en funcionamiento todo un sistema de iluminación pública y el panel solar es uno de esos elementos, sino el pilar fundamental del sistema.

Un panel solar consiste en un conjunto de células fotovoltaicas que pueden estar conectadas tanto en series como en paralelo para aumentar la tensión y la corriente eléctrica generada. De manera resumida, la célula fotovoltaica es el componente activo que genera la electricidad mientras que el panel solar es la estructura que agrupa varias células para obtener una mayor potencia y facilitar su instalación. Estas células, de diferentes tecnologías según el tipo de panel, se conectan en serie para conseguir una tensión de salida de un valor deseado y a su vez conectada en varias ramas en paralelo para aumentar la corriente. En términos de las propias células, sólo ha habido un cambio importante. Durante la década de 1990, las células de polisilicio se hicieron cada vez más populares. Estas células ofrecen menos eficiencia que aquellas de monosilicio, pero se cultivan en grandes cubas que reducen en gran medida el coste de producción. Así mismo, se pueden identificar otros elementos tales como el controlador de carga que regula el flujo de electricidad y carga la batería, la batería que almacena la energía para su uso posterior, el inversor que convierte la corriente continua en corriente alterna, la luminaria utiliza la corriente alterna para producir luz y la estructura de soporte que sujeta los paneles solares a una superficie asegurando un ángulo de inclinación óptimo para captar la mayor cantidad de radiación solar.

5.3.1 Paneles Solares Fotovoltaicos.

Un Panel Solar Fotovoltaico es un dispositivo que se encarga de convertir la energía solar en electricidad razón por la cual representa una excelente alternativa limpia para la obtención de electricidad, o de gran parte de ella, que se consume en hogares, comercios, hospitales, escuelas, entre otros.

Lo más común es que esté constituido por células fotovoltaicas, también conocidas como celdas solares de silicio, que son las unidades básicas que convierten la luz solar en electricidad, además de otros elementos como el vidrio templado, cuyo fin es proteger las células de los elementos externos, el marco de aluminio que proporciona soporte estructural y facilita la instalación y una caja de conexiones que contiene los diodos que evitan la corriente inversa y los conectores para conectar el panel a otros componentes del sistema.

Los Paneles Solares de esta clase poseen una diversa gama de aplicaciones, entre ellas destacan la reducción de la dependencia de la red eléctrica y generan ahorros en la factura de la luz, la alimentación de sistemas aislados en zonas rurales o remotas donde no hay acceso a la red eléctrica, la reducción de los costos energéticos y la mejora de la imagen de cualquier empresa.

Lo anterior mencionado remarca la importancia de diseñar estos dispositivos de manera categórica con el fin de abarcar las necesidades específicas de ciertos proyectos, como respuesta entonces nacen los tipos de paneles solares fotovoltaicos que son, en grandes rasgos, los Monocristalinos, Policristalinos y Amorfos.

5.3.1.1 Paneles Solares Monocristalinos.

Una placa solar monocristalina está formada mediante un conjunto de células solares compuestas de un solo cristal de silicio que se realizan mediante el proceso de Czochralski, es decir, que el elemento está sometido a múltiples fases de cristalización hasta obtener un solo cristal. Al estar fabricados en silicio de alta pureza, les permite ofrecer los índices de eficiencia más altos que existen actualmente en el mercado cuya media oscila entre el 17% y 22%. Sus mayores ventajas son su alta eficiencia, baja degradación, larga vida útil que puede llegar

hasta los 25 años y su tamaño, perfecto para viviendas. Como desventaja, su precio es el más elevado del mercado con respecto a otros tipos de paneles. Estos fueron los primeros en fabricarse a principios de los años cincuenta. El panel se muestra en la figura 5.6.

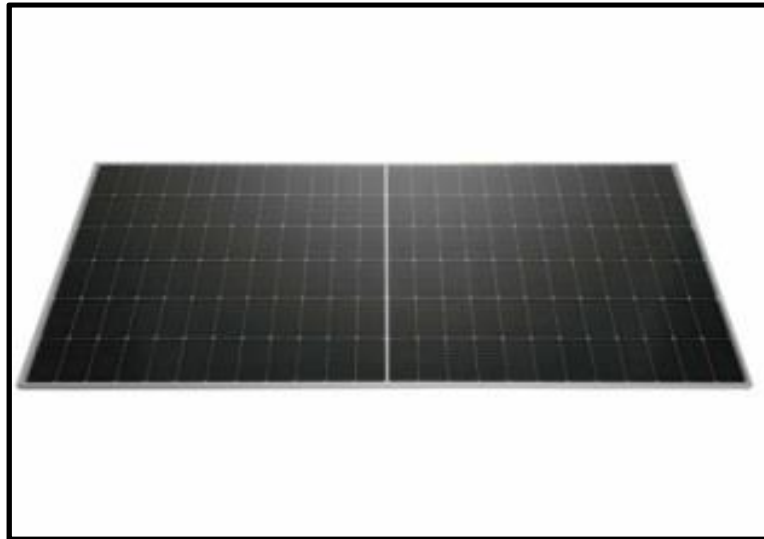


Figura 5.6. Panel Solar 600W Monocristalino Tensite.

5.3.1.2 Paneles Solares Policristalinos.

Un panel solar policristalino se compone de un conjunto de células solares formadas por múltiples cristales de silicio fundidos juntos y en menos fases de cristalización por lo que se obtienen múltiples cristales que los mencionados anteriormente y con la salvedad de que dicho silicio se suele combinar con Arsénico y Galio. Estos cristales se forman de manera más rápida y económica que las células monocristalinas pero son menos eficientes, entre un 16% y 18% de promedio. Al ocupar más espacio y ser más sensibles a la exposición a altas temperaturas, son una opción muy recomendable para climas muy

cálidos puesto que bajo estas condiciones pueden generar más energía que el resto de paneles. Las ventajas de los paneles solares policristalinos son su menor precio, mientras que cuenta con algunas desventajas tales como su menor eficiencia, mayor degradación y vida útil más corta no mayor a 20 años. Estos se empezaron a utilizar en la época de los ochenta. Se observa en la figura 5.7 el panel.

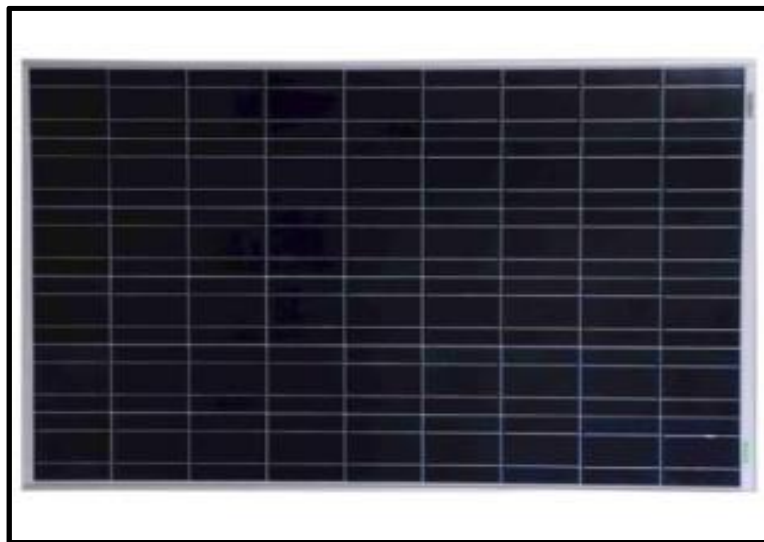


Figura 5.7. Panel Solar 200W 24V Policristalino ERA.

5.3.1.3 Paneles Solares Amorfos o de Capa Fina.

Un panel solar de película delgada (capa fina) utiliza capas delgadas de materiales fotovoltaicos, como silicio amorfo, cadmio-telurio (CdTe) o diseleniuro de cobre-indio-galio (CIGS), con propiedades fotovoltaicas, depositadas sobre un sustrato como vidrio, plástico o metal, de esta forma, se consigue fabricar un panel de gran flexibilidad y ligereza; sin embargo por su menor densidad requieren como mínimo el doble de espacio para alcanzar los mismos vatios. Su

eficiencia es menor que la de las placas fotovoltaicas convencionales, entre un 7 y un 10%, su vida útil es menor y requieren mucho más espacio. Sin embargo, su coste es más económico sumado a su aspecto estético muy atractivo, los convierte en una elección constante en aplicaciones para arquitectura por lo que es habitual su colocación en grandes instalaciones, como industrias o instalaciones públicas. Sus ventajas son que pueden ser flexibles y tener bajos precios. Su desventajas son su baja eficiencia y alta degradación. son los más modernos. Como se muestra en la figura 5.8.

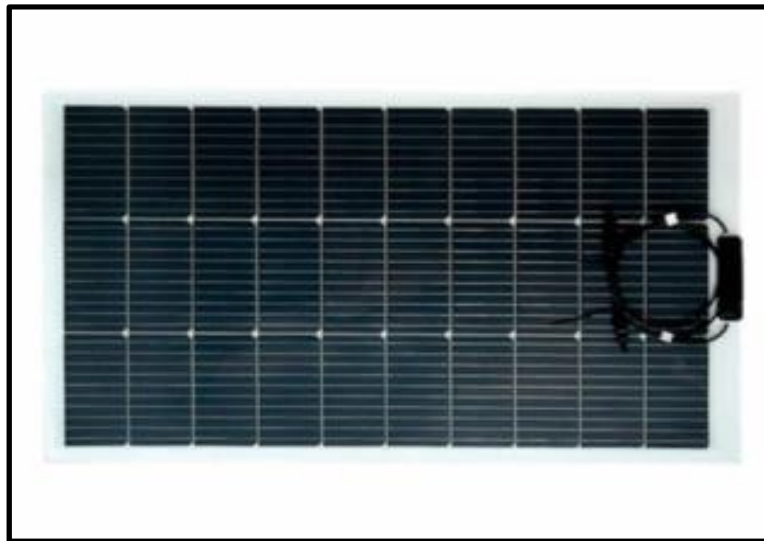


Figura 5.8. Panel Solar Flexible 100W 12V.

5.3.2 Batería.

Las baterías solares son un complemento fundamental para los sistemas fotovoltaicos, su función dentro del sistema está diseñada con el fin de almacenar la energía que es captada y no utilizada durante las horas de sol para poder disponer de ella en horas de la noche o en momentos de menor producción. Esta energía acumulada

proporciona autonomía energética, lo que le permite al consumidor aprovecharla cuando más la necesite. El tamaño de las baterías está determinado por el uso o tamaño del proyecto, esto quiere decir que aplicaciones de carácter discreto requerirán de baterías pequeñas, mientras que para mayores dimensiones se ha de disponer de una o varias baterías que agrupadas, las mismas buscan obtener la tensión de trabajo requerida por el inversor y su capacidad también debe estar en consonancia con la potencia del mismo, lo cual podría considerarse como una desventaja considerable a la hora de diseñar Sistemas Fotovoltaicos Aislados, ya que mayor tamaño supone un mayor costo.

En cuanto al tipo de batería solar, se pueden identificar una variedad de ellas, entre las cuales se encuentran las de Plomo Ácido, AGM, de Gel o de Litio.

5.3.2.1 Baterías de Plomo Ácido.

Las baterías de plomo ácido, hasta hace algunos años, eran una de las mejores opciones en paneles solares por su precio, su vida útil y los ciclos que brinda. Sin embargo, actualmente, existen en el mercado otras opciones más duraderas y con mejor calidad-precio dentro del rubro de baterías para celdas solares. Su vida útil es en promedio de seis años, siempre y cuando se dimensionen de manera adecuada y se les dé el mantenimiento correcto. Las mayores ventajas de estas baterías para paneles solares es que suelen ser más económicas y se pueden reciclar. Esta batería se observa en la figura 5.9.



Figura 5.9. Batería Plomo-Ácido BPA-12V65AH 12V 65 Ah.

5.3.2.2 Baterías AGM.

Las baterías AGM, cuyas siglas en inglés significan Absorbent Glass Mat, representan una solución idónea para sistemas fotovoltaicos que demandan un almacenamiento energético confiable y duradero. Su diseño, basado en separadores de fibra de vidrio impregnados de ácido, confiere a estas baterías una mayor capacidad y una prolongada vida útil.

La estructura monoblock, hermética y a prueba de fugas de las baterías las convierte en una opción segura y fiable, junto con la inclusión de una matriz de fibra de vidrio especializada garantiza la retención del electrolito, optimizan su rendimiento. Estas características las hacen especialmente adecuadas para aplicaciones que exigen altas demandas energéticas, tales como sistemas de respaldo o arranque de motores de combustión interna.

Las baterías AGM son altamente tolerantes a las descargas profundas, permitiendo una mayor utilización de su capacidad sin comprometer significativamente su rendimiento a largo plazo. Sin embargo, es preciso destacar que una descarga excesiva puede inducir procesos de sulfatación que deterioran su desempeño. Por consiguiente, se recomienda evitar descargas profundas prolongadas para maximizar su ciclo de vida. Se puede observar esta batería en la figura 5.10.



Figura 5.10. Batería Electronicx Solar Edition AGM 120ah
12V.

5.3.2.3 Baterías de Gel.

Las baterías de gel son un tipo de batería recargable que utiliza un electrolito en forma de gel en lugar de líquido. Este gel está compuesto por ácido sulfúrico, agua y sílice, y es más espeso que el electrolito líquido utilizado en las baterías de plomo-ácido convencionales. El gel, que es un material viscoso que contiene ácido sulfúrico, agua y sílice, actúa como un medio para transportar las cargas eléctricas entre los electrodos de la batería.

Durante el proceso de carga se aplica una corriente eléctrica externa a la batería lo que induce una reacción electroquímica en el gel. Los cationes migran desde el electrodo negativo hacia el positivo a través de la matriz de gel, mientras que los aniones se desplazan en sentido contrario. Simultáneamente, los electrones fluyen a través del circuito externo, completando el circuito eléctrico. Esta transferencia de carga resulta en el almacenamiento de energía en forma de energía química dentro de la batería. En el proceso de descarga, se invierte la polaridad eléctrica, lo que provoca el movimiento de los iones en sentido contrario y la liberación de electrones. Esta corriente eléctrica externa alimenta el dispositivo conectado, convirtiendo así la energía química almacenada nuevamente en energía eléctrica utilizable. La batería de gel de se muestra en la figura 5.11.



Figura 5.11. Batería Victron GEL 12V/90 Ah Deep Cycle.

5.3.2.4 Baterías de Litio.

Las baterías de iones de litio son las más utilizadas en el tema de almacenamiento de energía solar en gran parte porque tienen un muy buen potencial. Otros beneficios son que no requieren mucho mantenimiento regular y tienen una mayor densidad de energía, es decir, pueden almacenar más energía en un espacio más pequeño. Estas baterías para panel solar tienen un ciclo de vida un tanto largo: alrededor de 10 a 15 años, gracias a la profundidad de descarga que permite utilizar más energía almacenada antes de que tenga que recargarse. Aunado a lo anterior, los costos de fabricación de las baterías de litio han seguido un patrón todavía más agresivo de lo que fue la reducción del precio de la energía solar, por lo que el precio de las baterías para paneles solares ha ido disminuyendo, volviéndose ideales para sistemas fotovoltaicos instalados en empresas por la capacidad que poseen de almacenamiento de energía, la calidad y el precio. Esta se muestra en la figura 5.12.



Figura 5.12. Batería de Litio Solar 48V 2.4kWh LV TAB.

5.3.3 Inversor.

Conocido además como Inversor de Placas Solares, un inversor solar es un convertidor que transforma, en corriente alterna, la corriente continua que recibe directamente de los paneles solares para que pueda ser usada al momento, almacenar en baterías o devolver a la red. Al estar expuestos a la luz solar, la superficie de los módulos es golpeada por fotones generando así electricidad, sin embargo esta electricidad no puede ser usada directamente en todo equipo eléctrico.

El inversor funciona aumentando o disminuyendo el voltaje de CC, según el voltaje de funcionamiento del panel solar y el voltaje de entrada del inversor. Durante el proceso de paso, este dispositivo suele llevar el voltaje a 145 V CC considerando las pérdidas de voltaje debido al funcionamiento del circuito, pero esto puede variar según los fabricantes y modelos de inversores solares. Una vez que el inversor solar alcanza el voltaje adecuado, utiliza un complejo circuito MOSFET para crear una onda sinusoidal que simula la onda sinusoidal de 120 V CA proveniente de la red (el estándar en países como Estados Unidos, Canadá, etc.). Los inversores de alta calidad para paneles solares crean una onda sinusoidal pura (PSW), mientras que los modelos más antiguos o más baratos pueden crear una onda sinusoidal modificada (MSW).

Los Inversores para Sistemas Fotovoltaicos Aislados, suelen ser de: 12V, 24V o 48V y es muy importante que puedan generar una onda senoidal con el fin de no tener averías en los dispositivos eléctricos que vayan a conectarse a esta red. Para elegir las opciones de potencia se deben tener en cuenta los consumos simultáneos a los que estará sometido el sistema por lo que lo habitual es encontrar potencias de hasta 1500W en 12V, unos 3000W a 24V y a partir de 4000W o 5000W a 48V, aunque puede haber excepciones.

Es común en cualquier tipo de Sistemas Fotovoltaicos que se encuentre integrado el Regulador de Carga dentro del propio inversor.

Existe una clasificación general de inversores que se divide en dos ramas generales. En primer lugar se distinguen los alimentados por corriente o CSI, Current Source Inverters según sus siglas, cuya aplicación es exclusiva en el campo de regulación de velocidad de grandes potencias. Y en segundo lugar, los alimentados por fuente de tensión o VSI, Voltage Source Inverters de acuerdo a sus siglas, que son ampliamente utilizados para una diversa gama de aplicaciones. Estos inversores poseen una subdivisión de clase con base en el tipo de onda; sin embargo los tipos de inversores que se pueden encontrar en el mercado son clasificados de diferentes maneras.

5.3.3.1 Inversores según su Conexión a la Red.

Existe una clasificación de Inversores que está basada en la forma en la que estos están conectados a la red eléctrica, de ello se distinguen tres grandes grupos: de conexión a red, aislados a la red e híbridos.

Los Inversores de Conexión a Red son aquellos que requieren una conexión a la red eléctrica y se subdividen además en dos grupos: Inversores Tipo Cadena o Micro Inversores.

Los inversores tipo cadena, también llamados string o centralizados, son la opción más utilizada en la actualidad en la mayoría de los sistemas fotovoltaicos de pequeña escala debido a que son la opción de menor costo y de fácil funcionamiento. Para este inversor, los paneles deben conectarse en cadenas, conectando el extremo positivo del primer panel al negativo del segundo, y así sucesivamente. Los sistemas fotovoltaicos a menudo tienen varias cadenas en paralelo,

lo que aumenta la tasa de potencia del sistema. Debido a su principio de funcionamiento, un inversor string capta tanta electricidad como el panel menos eficiente del ramal, es decir, si un único panel del ramal se ve afectado por una sombra a cualquier hora del día o de forma estacionaria, la potencia entera del ramal se ve reducida a la potencia del panel que se encuentra en la zona sombreada. Como consecuencia de esto, el inversor string no es una buena solución cuando los paneles están orientados hacia varias direcciones o se ven afectados por sombras. Se muestra en la figura 5.13.



Figura 5.13. Inversor String 20K-LV, Marca: Deye.

Por su parte, el Microinversor ha estado ganando popularidad en los últimos años a pesar de que suele ser más caro que los String, pero resulta más eficiente que estos. Los microinversores se instalan en cada placa solar de manera individual. Cada uno de ellos es un convertidor independiente que transforma la corriente continua en corriente alterna in situ, sin necesidad de que la corriente continua viaje hasta el centro

de inversión como ocurre con los inversores string. Los micro inversores pueden venir integrados directamente en el panel solar o situarse próximo a éste, en la estructura metálica. La principal ventaja que ofrecen los micro inversores frente a los inversores string es la eliminación del impacto negativo que producían las sombras, ya fueran totales o parciales. Por consiguiente, la producción aumenta porque se elimina el efecto “cuello de botella”, producido en los inversores string. Además, los microinversores permiten la monitorización individual de cada panel. Se observa el micro inversor en la figura 5.14.



Figura 5.14. Micro Inversor APS DS3 880W 230V.

Los inversores aislados son aquellos que se utilizan en instalaciones del mismo tipo, para ello se debe disponer de baterías que puedan almacenar la energía producida por los módulos para utilizarla en momentos del día cuando el panel no pueda producirla. Elevan la potencia de las baterías a la que usa el consumidor en cuestión. Su aplicación se reduce a casos en los que no hay conexión a la red eléctrica

convencional y la única alimentación que se tiene la produce el panel solar, razón por la cual este tipo de inversor contempla una serie de medidas de seguridad en la que se incluyen la respuesta a cortocircuitos, sobretensión o exceso de temperaturas. Se muestra este en la figura 5.15.



Figura 5.15. Inversor aislado VICTRON Phoenix C 24V / 1600VA.

Otra solución para instalaciones no conectadas a la red eléctrica la presenta el Inversor Híbrido, con la salvedad de que, como su nombre lo indica, también puede ser utilizado en sistemas que sí estén conectados a la red. Este inversor combina el inversor conectado a la red solar con un inversor de batería, controlando todo el sistema solar en un solo componente. Un inversor solar híbrido tiene la capacidad de alimentar la carga directamente, convirtiendo la energía de los paneles solares o de las baterías. Además de eso, cuando los paneles generan un exceso de energía, el inversor cargará las baterías lo que las mantiene cargadas para su uso posterior. El inversor se muestra en la figura 5.16.



Figura 5.16. Inversor Híbrido FRONIUS Primo GEN 24 4 kW Plus.

5.3.3.2 Inversores según su Función.

Dentro de esta categoría, encontramos los inversores monofásicos y trifásicos, cada uno con características y aplicaciones específicas.

Los inversores monofásicos convierten la corriente continua en corriente alterna con una sola fase. Esta es la misma corriente que llega a nuestros hogares a través de un solo cable. La corriente continua proveniente de los paneles solares pasa por un proceso de conversión electrónica dentro del inversor, transformándose en corriente alterna con una frecuencia estable (generalmente 50 o 60 Hz). Dentro de sus ventajas figuran la sencillez de instalación y configuración y su bajo costo con respecto a los trifásicos. Por su parte, la aplicación se limita a

viviendas que utilizan sistemas monofásicos y pequeños negocios y oficinas. Este se observa en la figura 5.17.



Figura 5.17. Inversor de Red Tensite 6 kW Monofásico AR 6 M-2.

Los inversores trifásicos convierten la corriente continua en corriente alterna con tres fases. Esta corriente se utiliza en instalaciones de mayor potencia, como fábricas, edificios comerciales y grandes complejos residenciales. Al igual que los monofásicos, transforman la corriente continua en alterna, pero generan tres corrientes alternas desfasadas 120 grados entre sí. Como ventajas destacan su mayor eficiencia a la hora de manejar cargas más altas y al ofrecer una mejor distribución de energía. Sus aplicaciones se centran en el sector industrial, los edificios comerciales, hospitales y en las conocidas granjas solares, lo que es básicamente la generación de energía a gran escala. Se muestra el inversor en la figura 5.18.



Figura 5.18. Inversor Huawei SUN 2000 50 KTL-M3 Trifásico.

5.3.3.3 Inversores según la Forma de la Onda de Salida.

Los inversores de onda sinusoidal pura y modificada se clasifican dentro de los inversores según la forma de onda de salida. Esta característica es crucial, ya que determina la compatibilidad del inversor con diferentes tipos de cargas eléctricas.

Los Inversores de Onda Sinusoidal Pura, pure sine wave o PSW acorde a sus siglas en inglés, generan una onda de salida casi idéntica a la de la red eléctrica, es decir, una onda sinusoidal pura, con el arreglo de componentes electrónicos. Estos tipos de inversores son caros debido a sus características, aplicables de forma segura en motores de inducción, aparatos de precisión. El inversor se puede observar en la figura 5.19.

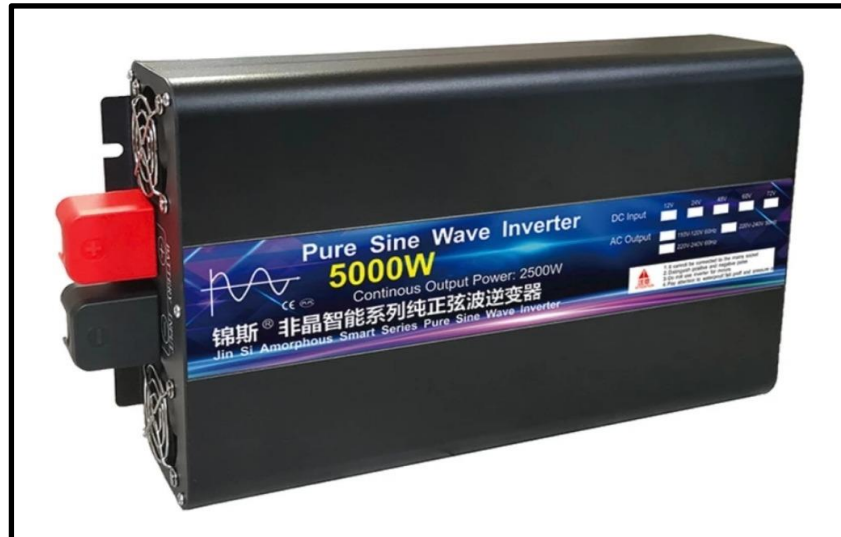


Figura 5.19. Inversor De Onda Senoidal Pura 5000w
Certificado 12v para 220v.

El Inversor de Onda Sinusoidal Modificada, Modify Sine Wave o por sus siglas en inglés MSW, utiliza la modulación PWM, modulación por ancho de pulso, donde la onda es modificada acercándose a la onda sinusoidal pura. El contenido es menor en armónicos que una onda cuadrada. Ofrecen una mejor calidad y precio para la conexión en sistemas de iluminación y fuerza. Adecuados para alimentar cargas resistivas como luces incandescentes y algunos equipos electrónicos básicos. No son recomendables para equipos sensibles o motores eléctricos y tienen un menor costo que los inversores de onda sinusoidal pura. Este se muestra en la figura 5.20.



Figura 5.20. Inversor Onda Senoidal Modificada 1200W.

5.3.4 Regulador.

Este elemento es muy importante en una instalación fotovoltaica, ya que es el encargado de regular el voltaje de carga de las baterías, Su objetivo es registrar el funcionamiento óptimo del sistema, previniendo una sobrecarga y descargas de las baterías, las fallas del sistema se pueden visualizar en una pantalla del mismo elemento.

5.3.4.1 PWM o Modulación por Ancho de Pulso.

Estos reguladores controlan la corriente que llega a la batería variando el ancho de los pulsos de voltaje. Cuando la tensión de los paneles solares es mayor que la tensión de la batería, el regulador "enciende" y "apaga" la conexión entre los paneles y la batería a una frecuencia muy alta. Dentro de sus ventajas figuran su bajo costo y la facilidad de instalación, mientras que en sus desventajas, su menor eficiencia con respecto a los MPPT y la ineficacia al maximizar la energía extraída de los paneles solares. Se muestra en la figura 5.21.



Figura 5.21. Regulador 12V / 24V 10A PWM Must Solar.

5.3.4.2 Reguladores MPPT (Seguimiento del Punto de Máxima Potencia)

Estos reguladores utilizan algoritmos complejos para encontrar y mantener el punto de máxima potencia (MPP) de los paneles solares, independientemente de las condiciones climáticas. Esto significa que extraen la máxima energía posible de los paneles en todo momento. Dentro de sus ventajas figuran la mayor eficiencia a la hora de extraer la energía de los paneles solares y su aporte a la prolongación de la vida útil de las baterías, mientras que en sus desventajas, su mayor costo y complejidad de instalación. Se observa en la figura 5.22.

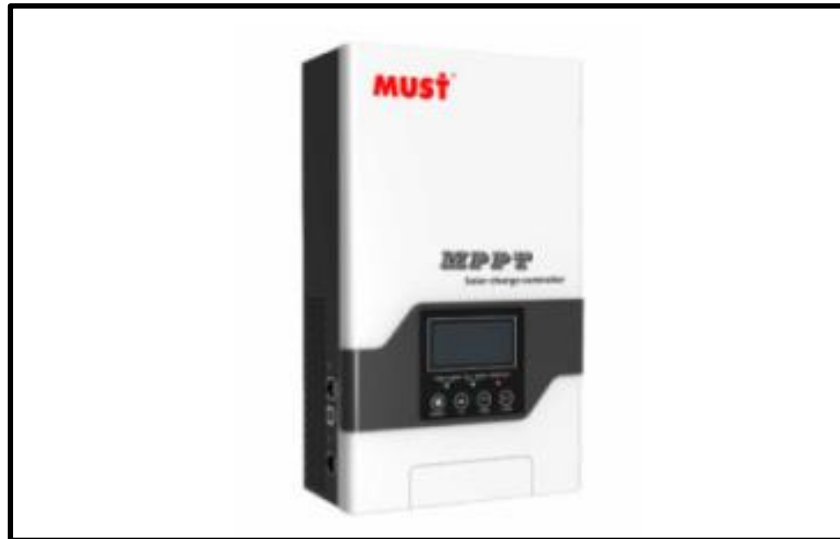


Figura 5.22. Regulador 12V / 24V / 48V 80A MPPT Must Solar.

Importante es mencionar que los reguladores PWM se usarán sólo en instalaciones fotovoltaicas con potencias menores a los 200W, en el resto de instalaciones siempre se utilizarán reguladores MPPT.

5.3.5 Luminarias LED.

Como alternativas a las luminarias tradicionales de sodio o metal-halide, las luminarias LED representan un hito en la iluminación tanto de interiores como exteriores, siendo este último el nicho de mayor consumo debido a su alta potencia para iluminar incluso desde grandes alturas donde se deben alcanzar niveles de iluminación óptimos sin representar un consumo mayor. La tecnología utilizada para la fabricación de lámparas LED está basada en un componente que se encarga de convertir electricidad en luz visible al instalarse en una tarjeta electrónica. Unos factores a tener en consideración a la hora de elegir una luminaria LED no solo se basan en su potencia de iluminación, sino también en su vida útil que es mayor que las tradiciones, su

impacto en el medio ambiente es reducido con respecto a otras que utilizan materiales como mercurio o metales pesados y su excelente reproducción de colores. Esta se observa en la figura 5.23.



Figura 5.23. Alumbrado Público LED - Led Solar.

5.3.6 Postes de Alumbrado Público.

Se conocen como Postes a los soportes de una altura no mayor a 20 metros, de cuerpo vertical único como los fabricados en madera, hormigón y algunos metales. Estos materiales son utilizados de acuerdo a la facilidad de producción de dicha materia prima en el país siempre que sean lo suficientemente resistentes a las inclemencias ambientales y que puedan instalarse y mantenerse con relativa facilidad.

Uno de los postes más utilizados en el país para instalaciones eléctricas de media tensión son los postes metálicos se secciones tubulares, los cuales son elementos estructurales construidos generalmente de acero y se constituyen por secciones de tubos de diferentes diámetros que son ensambladas entre sí tras una selección rigurosa basada

en la forma del poste, mediante un procedimiento que lleva por nombre empotramiento en caliente. Con el fin de darle mayor resistencia frente a agentes erosivos externos se le da al poste una capa de pintura anticorrosiva en toda la superficie mientras que en la parte inferior se le coloca además pintura bituminosa, al igual que en el interior. Como se muestra en la figura 5.24.

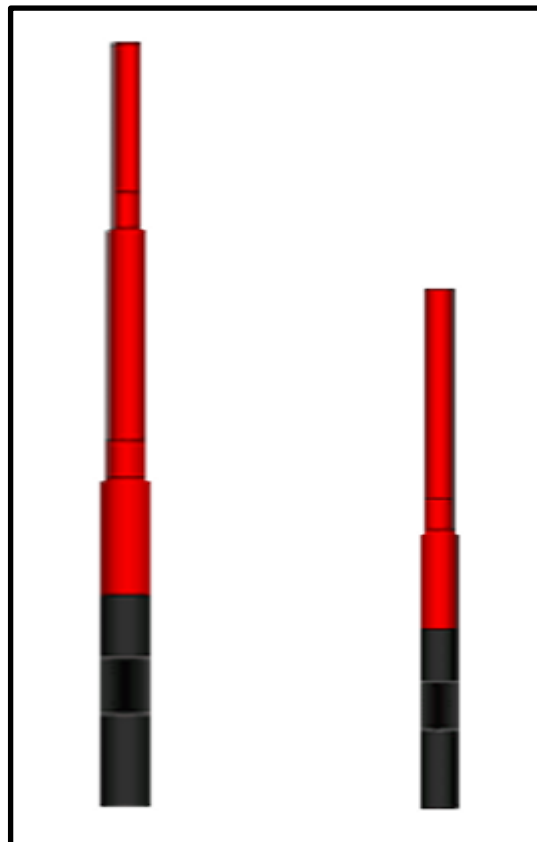


Figura 5.24. Postes de Tres y Dos Secciones- GEDISA.

5.3.7 Soportes Metálicos de Kits Solares.

Las estructuras de soporte para paneles solares son sistemas esenciales para aprovechar al máximo la energía solar. Estos elementos fijan los módulos fotovoltaicos

en la posición óptima, garantizando una mayor captación de luz. Su diseño varía según el número de paneles, la orientación deseada y el lugar de instalación. Los materiales de alta calidad utilizados, como acero galvanizado y tornillería inoxidable, aseguran una larga vida útil y resistencia a las inclemencias del tiempo.

La orientación de los paneles solares es clave para un óptimo rendimiento de cualquier instalación fotovoltaica. Las estructuras de soporte se encargan de fijar los módulos en el ángulo ideal, generalmente entre 30° y 60° , para captar la mayor cantidad de radiación solar posible. Fabricadas con materiales resistentes a la intemperie, estas estructuras garantizan la durabilidad y eficiencia del sistema a largo plazo. El diseño de las estructuras para paneles solares es tan variado como las necesidades de cada instalación, en él se incluyen sistemas inclinados para tejados hasta estructuras planas para suelo.

El aluminio, con su densidad de 2.70 g/cm^3 y su alta resistencia a la corrosión, es el material de elección para la mayoría de las estructuras de paneles solares. Su ligereza facilita la instalación y su durabilidad garantiza una larga vida útil. Los aceros galvanizado e inoxidable, por su parte, ofrecen una protección adicional contra las inclemencias del tiempo, complementando las propiedades del aluminio en aplicaciones más exigentes.

5.3.8 Cableado.

El cableado en un sistema fotovoltaico son los conductores por los que circula la electricidad generada por los paneles solares y que conectan a todos los componentes del sistema. La elección correcta de su sección es crucial para garantizar la eficiencia y durabilidad del sistema, ya que deben soportar las intensidades de corriente que circulan entre los distintos componentes de la instalación evitando pérdidas de energía y sobrecalentamientos. Una elección inadecuada puede comprometer la eficiencia y la

vida útil del sistema. Generalmente se utilizan conductores de cobre o aluminio. El cobre ofrece una mayor conductividad eléctrica, mientras que el aluminio es más ligero y económico. Como se puede observar ambos en la figura 5.25.

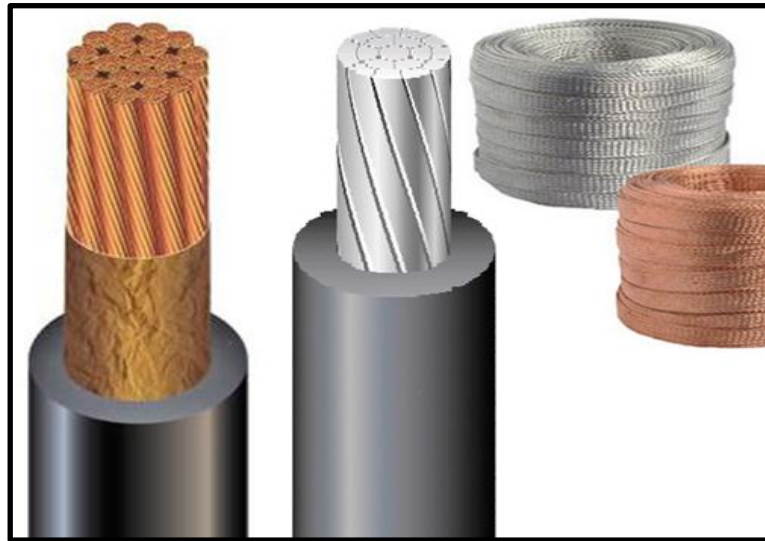


Figura 5.25. Cables y Conductores de Cobre y Aluminio
– Tanelec Ltd.

5.4. Dibujar los Planos del Sistema.

Los planos son la columna vertebral de cualquier proyecto de ingeniería ya que actúan como un lenguaje universal, permitiendo a ingenieros, arquitectos, constructores y demás involucrados en un proyecto, visualizar y comprender de manera precisa la idea original. Con ellos se parte a la realización de una serie de tareas que simplifican el trabajo de construcción al ofrecer una hoja de ruta detallada, que establece las etapas de construcción, los materiales necesarios y los plazos, todo ello permite realizar cálculos estructurales, de materiales y de sistemas, garantizando la seguridad y eficiencia del proyecto.

5.4.1 Plano de Planta de Distribución de Postes en Distintos Puntos de la Escuela de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar.

En el plano se puede observar la vista de planta correspondiente a la Escuela de Ciencias de la Tierra del Núcleo Bolívar, en donde están distribuidos los 18 postes que soportan la estructura metálica y el kit correspondiente para el correcto funcionamiento del Sistema de Alumbrado Público usando Paneles Solares. Este se muestra en la figura 5.26.

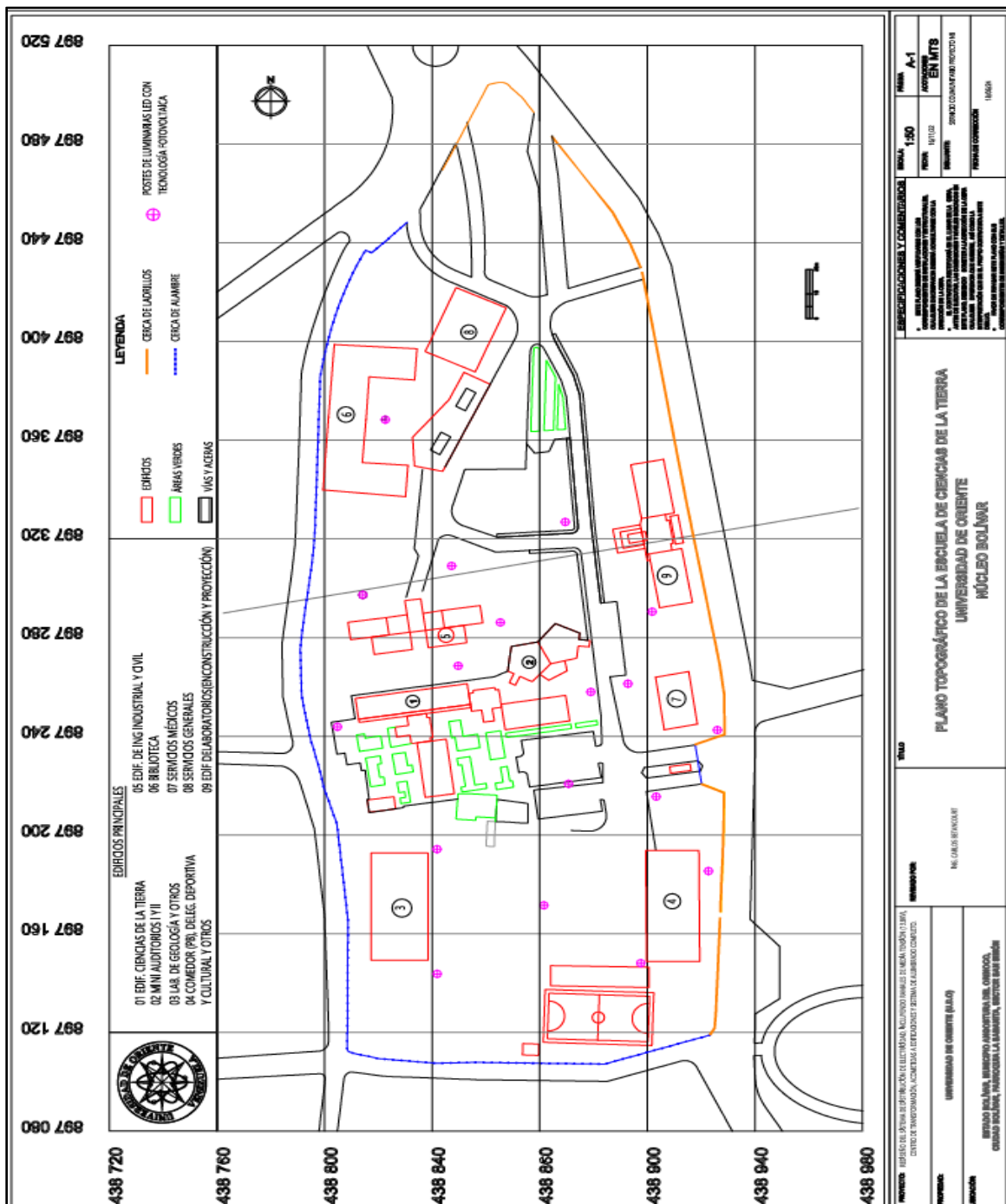
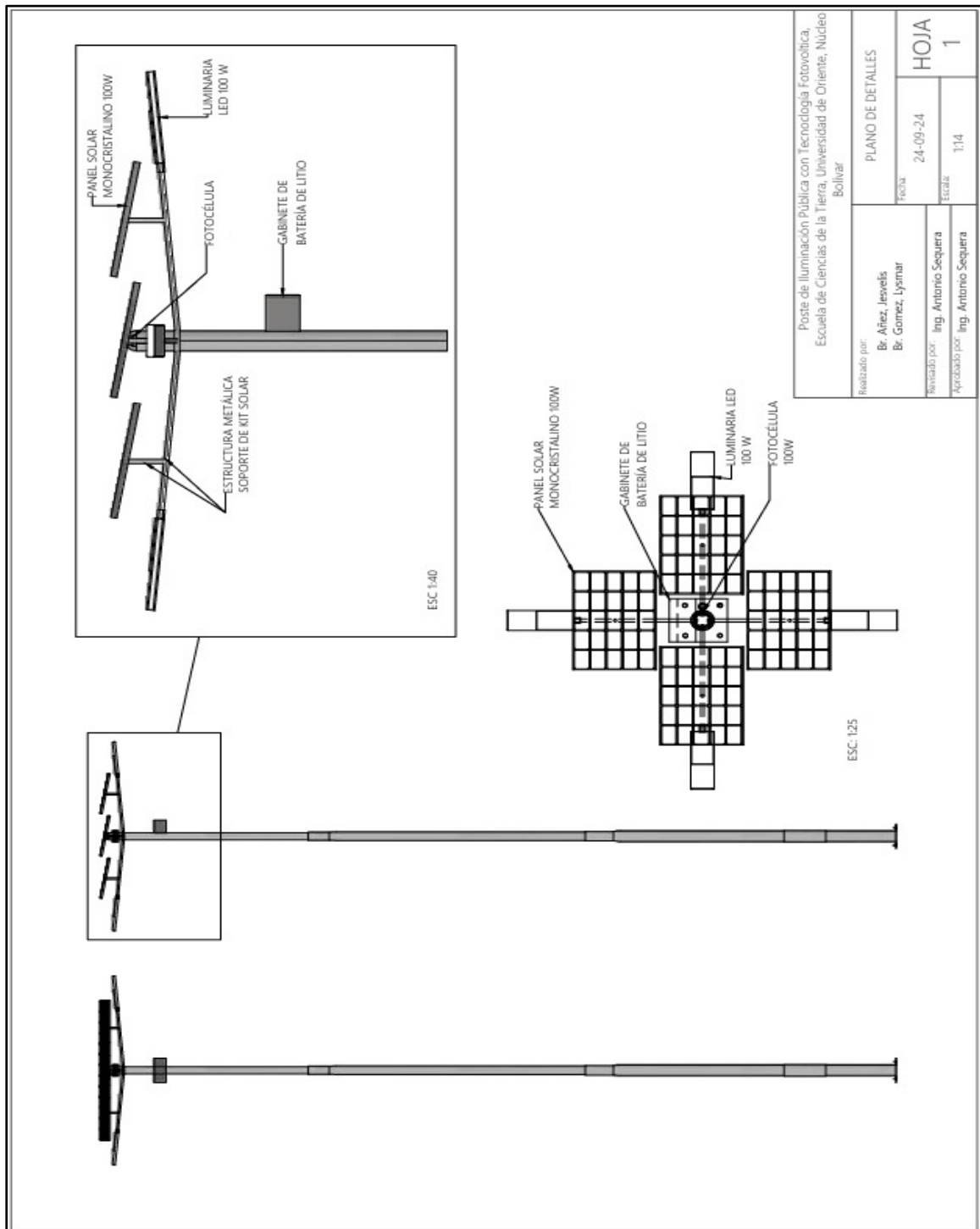


Figura 5.26. Plano de Planta de la Escuela de Ciencias de la Tierra - Núcleo Bolívar.

5.4.2 Plano de Detalle del Poste de Iluminación usando Tecnología Fotovoltaica

Los postes de alumbrado público serán los postes tubulares de acero de tres secciones de 11,28 m de longitud, normalizadores por COVENIN. En lo más alto de ellos se encuentra una estructura metálica diseñada en hierro galvanizado, sujeta al mismo mediante una abrazadera de 4" de la cual parten 4 secciones metálicas correspondientes a los brazos de soportes tanto de las luminarias LED como de los paneles solares. Sobre el nivel de la abrazadera se encuentra una fotocélula y bajo la abrazadera se encuentra en gabinete con su correspondiente batería. Esto se observa en la figura 5.27.



Realizado por: Br. Afiez, Jesvelis Br. Gomez, Lyamar		PLANO DE DETALLES	
Revisado por: Ing. Antonio Sequera		Fecha: 24-09-24	HOJA 1
Aprobado por: Ing. Antonio Sequera		Escala: 1:14	1

Poste de Iluminación Pública con Tecnología Fotovoltaica.
 Escuela de Ciencias de la Tierra, Universidad de Oriente, Núcleo
 Bolívar

Figura 5.27. Plano de Detalles de Poste de Tres Secciones con Kit para Iluminación Solar Fotovoltaica.

5.4.3 Plano de Isometría del Poste de Iluminación usando Tecnología Fotovoltaica.

En el plano se puede observar una representación del poste de luz realizada con herramientas de modelado en tres dimensiones paralela a los ejes. Véase figura 5.28.

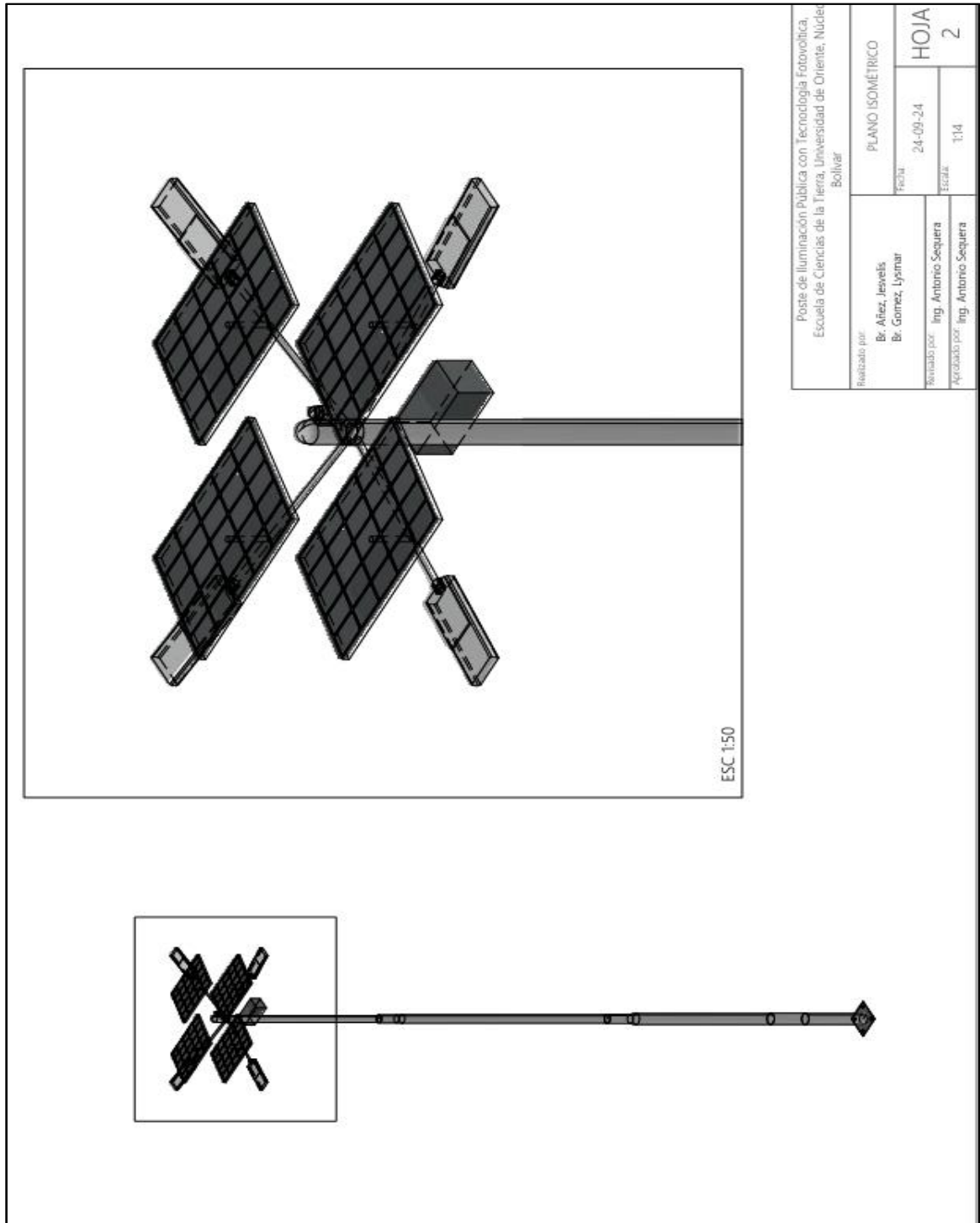


Figura 5.28. Plano de Isometría de Poste de Tres Secciones con Kit para Iluminación Solar Fotovoltaica.

5.5. Elaborar los cálculos métricos del sistema.

En este apartado se procedió a realizar los cálculos métricos necesarios para la implementación del sistema de celdas fotovoltaicas que abastecerán las luminarias de la Escuela de Ciencias de la Tierra. Los cálculos métricos son esenciales en el proceso de planificación, ya que permiten conocer con precisión las cantidades de materiales, equipos, y demás elementos que se requieren para llevar a cabo la ejecución del proyecto de forma eficiente.

Cabe destacar que los postes de iluminación, previamente existentes en el área, ya formaban parte del sistema de iluminación tradicional proporcionado en proyectos anteriores. Algunos de estos postes fueron seleccionados para ser alimentados con la nueva tecnología solar, según la orientación indicada por el ingeniero eléctrico.

Originalmente, la altura de los postes seleccionados era de 15,24 metros, sin embargo, tras la revisión técnica realizada junto al ingeniero, se decidió que todos los postes que formarán parte del sistema fotovoltaico debían tener una altura de 11,28 metros (37 pies), ajustándose a las recomendaciones para una mejor eficiencia en la instalación de los equipos solares. Por lo tanto, la partida que contemplaba postes de 15,24 metros fue retirada, y se ajustaron los cálculos métricos para reflejar este cambio a la nueva altura de 11,28 metros.

Las medidas y ubicaciones de estos postes ya estaban documentadas en proyectos anteriores, por lo que no fue necesario realizar nuevas mediciones. No obstante, se llevó a cabo una verificación de campo para confirmar el estado actual y asegurarse de que se encontrara en condiciones adecuadas para la implementación del sistema solar. En cuanto a los componentes del sistema solar, estos cuentan con especificaciones técnicas proporcionadas por los fabricantes, lo que facilitó su integración en los cálculos.

Así, el trabajo de cómputos métricos se enfocó principalmente en el equipo solar y su instalación, asegurando que todos los elementos necesarios para el funcionamiento adecuado del sistema fueran incluidos.

De esta manera, se presentan los cómputos métricos en detalle del sistema de celdas fotovoltaicas, considerando los ajustes mencionados. Se observa en la figura 5.29.

CÓMPUTOS MÉTRICOS

Obra: PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS PARA ABASTECIMIENTO DE LUMINARIAS DE LA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA, UNIVERSIDAD DE ORIENTE, NÚCLEO BOLÍVAR.

Ubicación: ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA UBICADA EN EL SECTOR LA SABANITA, CIUDAD BOLÍVAR, ESTADO BOLÍVAR

Contratante: UNIVERSIDAD DE ORIENTE, NÚCLEO DE BOLÍVAR

Nº	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT
1	S/C	I.E. SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DE LUMINARIAS CON TECNOLOGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA Y LAMPARAS LED DE 100W PARA ALUMBRADO PÚBLICO.	pza	18,00
2	S/C	ESTRUCTURA METÁLICA CONFORMADA POR 4 BRAZOS PARA SOPORTE DE LUMINARIA LED DE DIÁMETRO = 1/2" SOLDADA A ABRAZADERA H.G. DE 4" A 4 1/2" DE 3T	pza	18,00
3	S/C	PINTURA DE ALUMINIO EN POSTE ALTA TENSIÓN, HASTA LONGITUD 37"	pza	18,00
4	U611511106	POSTE SENCILLO TUBULAR DE ACERO DE 11,28m (37') DE LONGITUD E.C.243 Kg SECCIÓN VARIABLE 177.8-139.7-114.3mm (7 - 5½- 4½") .INCLUYE ATERRAMIENTO	pza	18,00

Figura 5.29. Cómputos métricos del sistema.

5.6. Calcular los Análisis de Precios Unitarios del sistema.

El análisis de precios unitarios (APU) es una herramienta fundamental para la elaboración del presupuesto de cualquier proyecto. Este análisis permite determinar los costos de cada componente del sistema, incluyendo materiales, equipos, mano de obra y cualquier otro factor que incida directamente en los gastos asociados a la instalación del sistema fotovoltaico.

El APU fue realizado considerando las especificaciones técnicas de los equipos propuestos (paneles solares, luminarias LED, baterías, inversores, entre otros) y tomando en cuenta los precios actuales del mercado para este tipo de proyectos. De esta forma, se logró una estimación precisa de los costos unitarios de cada elemento que compone el sistema.

A partir de esto, se presentan los Análisis de Precios Unitarios detallados, de acuerdo con los componentes y materiales necesarios para la implementación del sistema. Véase las figuras 5.30, 5.31, 5.32 y 5.33.

Obra: PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS PARA ABASTECIMIENTO DE LUMINARIAS DE LA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA, UNIVERSIDAD DE ORIENTE, NÚCLEO BOLÍVAR.

Contratante:

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Descripción: I.E. SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE LUMINARIAS CON TECNOLOGIA SOLAR FOTOVOLTAICA Y LAMPARAS LED DE 100W PARA ALUMBRADO PUBLICO.

Unidad: pza

Cantidad: 18,00

Rendimiento: 11.000000

Código: S/C

1. MATERIALES

Nº	Descripción	Und.	Cantidad	Precio	Desp.	Total Material
1	PANEL SOLAR MONOCRISTALINO 100W (17.5 V/5.7 A)	pza	4.0000	113.00	0.00	452.00
2	LAMPARA REFLECTOR LED TIPO POSTE MODELO SMD 100W	pza	4.0000	34.00	0.00	136.00
3	Bateria litio Lifepo4 12V 120ah Bms	pza	1.0000	450.00	0.00	450.00
4	INVERSOR HIBRIDO CGDOR/CNTLDR SOLAR 1KVA PS-1000W	pza	1.0000	377.50	0.00	377.50
5	CABLE THW #12 COBRE	m	10.0000	8.20	2.00	83.64
6	GABINETE TAIYO PEQUEÑO	pza	1.0000	135.00	0.00	135.00
7	FOTOCELDA CON BASE DE 1000 VA EN 120 VOLTIOS	und	1.0000	7.00	0.00	7.00
Total Materiales:						1,641.14

1,641.14

2. EQUIPOS

Nº	Descripción	Cantidad	Precio	COP/Dep.	Total Equipo
1	EQUIPO TIPO ELECTRICIDAD	1,00	8.96	1.000000	8.96
2	CAMION FORD F- 350 ESTACAS	0,25	51,235.54	0.003479	44.56
Total Equipos:					53.52

4.87

3. MANO DE OBRA

Nº	Descripción	Cantidad	Jornal	Bono	Total Bono	Total Jornal
1	MAESTRO ELECTRICISTA -N7	0.50	4.01	0.19	0.10	2.01
2	ELECTRICISTA DE 1RA -N5	1.00	3.78	0.19	0.19	3.78
3	ELECTRICISTA DE 2DA -N3	1.00	3.20	0.19	0.19	3.20
4	AYUDANTE	2.00	3.08	0.19	0.38	6.16
5	CHOFER DE 2DA (DE 3 A 8 TON) -N4	0.25	3.44	0.19	0.05	0.86
Sub Total Mano de Obra:					0.91	16.01
FCAS: 760,00 %						
Prestaciones Sociales:					0.00	121.68
Total General Mano de Obra:						138.60

12.60

Costo Directo o SubTotal A:	1,658.61
15,00% Administración y Gastos Generales:	248.79
SubTotal B:	1,907.40
10,00% Imprevisto Utilidad:	190.74
SubTotal C:	2,098.14
0,00% Financiamiento:	0.00
Precio Unitario sin Impuesto:	2,098.14
12,00% Impuesto (I.V.A.):	0.00
0,00% Otros Impuestos:	0.00
PRECIO UNITARIO (Bs.F.):	2,098.14

Figura 5.30. Análisis de Precio Unitario (kit solar).

Obra: PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS PARA ABASTECIMIENTO DE LUMINARIAS DE LA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA, UNIVERSIDAD DE ORIENTE, NÚCLEO BOLÍVAR.

Contratante:

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

Descripción: ESTRUCTURA METALICA CONFORMADA POR 4 BRAZOS PARA SOPORTE DE LUMINARIA LED DE DIAMETRO = 1/2" SOLDADA A ABRAZADERA H.G. DE 4" A 4 1/2" DE 3T

Unidad: pza **Cantidad:** 18,00 **Rendimiento:** 10.000000 **Código:** S/C

1. MATERIALES

Nº	Descripción	Und.	Cantidad	Precio	Desp.	Total Material
1	ABRAZADERA HG DE 4" A 4 1/2" 4 TORNILLOS	pza	1.0000	75.00	2.00	76.50
2	TUBO EMT 1/2" 3M	m	2.0000	4.50	5.00	9.45
3	ELECTRODOS 7018 LINCOLN	kgf	1.0000	3.50	5.00	3.68
Total Materiales:						89.63

89.63

2. EQUIPOS

Nº	Descripción	Cantidad	Precio	COP/Dep.	Total Equipo
1	SOLDADORA LINCOLN AC-225 AMP	1,00	687.84	0.050000	34.39
2	HERRAMIENTAS MENORES PARA SOLDAR	1,00	9.64	1.000000	9.64
3	BOMBONA VACIA PARA SOLDADURA/CORTE	2,00	10.00	0.020000	0.40
4	CORTADA DE TUBOS MANUAL 1/8"-2"	1,00	6.00	0.030000	0.18
5	CAMION FORD F- 350 ESTACAS	0,25	51,235.54	0.003479	44.56
Total Equipos:					89.17

8.92

3. MANO DE OBRA

Nº	Descripción	Cantidad	Jornal	Bono	Total Bono	Total Jornal
1	MAESTRO DE OBRA DE 2DA	0.20	4.58	0.19	0.04	0.92
2	SOLDADOR DE 1RA	1.00	4.32	0.19	0.19	4.32
3	OBREIRO DE 1RA	1.00	3.24	0.19	0.19	3.24
4	CHOFER DE 2DA (DE 3 A 8 TON) -N4	0.25	3.44	0.19	0.05	0.86
Sub Total Mano de Obra:					0.47	9.34
FCAS: 760,00 %						
Prestaciones Sociales:					0.00	70.98
Total General Mano de Obra:						80.79

8.08

Costo Directo o SubTotal A:	106.63
15,00% Administración y Gastos Generales:	15.99
SubTotal B:	122.62
10,00% Imprevisto Utilidad:	12.26
SubTotal C:	134.88
0,00% Financiamiento:	0.00
Precio Unitario sin Impuesto:	134.88
12,00% Impuesto (I.V.A.):	0.00
0,00% Otros Impuestos:	0.00
PRECIO UNITARIO (Bs.F.):	134.88

Figura 5.31. Análisis de Precio Unitario (Estructura metálica para soporte).

Obra: PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS PARA ABASTECIMIENTO DE LUMINARIAS DE LA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA, UNIVERSIDAD DE ORIENTE, NÚCLEO BOLÍVAR.

Contratante:

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Descripción: PINTURA DE ALUMINIO EN POSTE ALTA TENSION, HASTA LONGITUD 37"

Unidad: pza

Cantidad: 18,00

Rendimiento: 7.000000

Código: S/C

1. MATERIALES

N°	Descripción	Und.	Cantidad	Precio	Desp.	Total Material
1	PINTURA DE ALUMINIO DIFUSO	gln	0.2000	40.00	5.00	8.40
Total Materiales:						8.40

8.40

2. EQUIPOS

N°	Descripción	Cantidad	Precio	COP/Dep.	Total Equipo
1	BROCHA PROFESIONAL 2"	1,00	5.00	0.070000	0.35
2	CAMION FORD F- 350 ESTACAS	0,25	51,235.54	0.003479	44.56
Total Equipos:					44.91

6.42

3. MANO DE OBRA

N°	Descripción	Cantidad	Jornal	Bono	Total Bono	Total Jornal
1	MAESTRO PINTOR	1.00	4.58	0.19	0.19	4.58
3	OBRERO DE 1RA	1.00	3.24	0.19	0.19	3.24
4	CHOFER DE 2DA (DE 3 A 8 TON) -N4	1.00	3.44	0.19	0.19	3.44
Sub Total Mano de Obra:					0.57	11.26
FCAS: 760,00 %						
Prestaciones Sociales:					0.00	85.58
Total General Mano de Obra:						97.41

13.92

Costo Directo o SubTotal A:	28.74
15,00% Administración y Gastos Generales:	4.31
SubTotal B:	33.05
10,00% Imprevisto Utilidad:	3.31
SubTotal C:	36.36
0,00% Financiamiento:	0.00
Precio Unitario sin Impuesto:	36.36
12,00% Impuesto (I.V.A.):	0.00
0,00% Otros Impuestos:	0.00
PRECIO UNITARIO (Bs.F.):	36.36

Figura 5.32. Análisis de Precio Unitario (Pintura de aluminio).

Obra: PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS PARA ABASTECIMIENTO DE LUMINARIAS DE LA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA, UNIVERSIDAD DE ORIENTE, NÚCLEO BOLÍVAR.

Contratante:

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

Descripción: POSTE SENCILLO TUBULAR DE ACERO DE 11,28m (37') DE LONGITUD E.C.243 Kg SECCION VARIABLE 177.8-139.7-114.3mm (7 - 5½- 4½") .INCLUYE ATERRAMIENTO

Unidad: pza **Cantidad:** 18,00 **Rendimiento:** 8.000000 **Código:** U611511106

1. MATERIALES

Nº	Descripción	Und.	Cantidad	Precio	Desp.	Total Material
1	POSTE METALICO L=37' - 11,28 M 7 - 5 1/2-4 1/2	pza	1.0000	400.00	0.00	400.00
2	COSTO ASOCIADO DEL TRANSPORTE &P5	pza	1.0000	31.90	0.00	31.90
3	CABLE SOLIDO COBRE NRO.4 AWG 188 KG/KM	kgf	0.3800	18.93	2.00	7.34
4	BARRA COPPERWELD COBRE 5/8" X 2.40 M S/CONECTOR	pza	1.0000	40.00	0.00	40.00
5	CONECTOR P/BARRA COBRE COPPERWELD 5/8"	pza	1.0000	6.00	0.00	6.00
Total Materiales:						485.24

485.24

2. EQUIPOS

Nº	Descripción	Cantidad	Precio	COP/Dep.	Total Equipo
1	LLAVE AJUSTABLE 8" ACCESA	1,00	6.50	0.010000	0.07
2	CAMION FORD F- 350 ESTACAS	0,25	51,235.54	0.003479	44.56
3	NIVEL DE 3 BURBUJAS 14" STANLEY	1,00	17.00	0.011000	0.19
4	MANDARRIA 10 KG/22 LB (SLEDGE HAMMER)	1,00	80.00	0.010000	0.80
5	CINTA METRICA 3 MTS METALICA O SIMILAR	1,00	2.50	0.010000	0.03
6	CIZALLA TIPO TIJERA MANUAL 24" RIDGID O SIMILAR	1,00	24.00	0.020000	0.48
Total Equipos:					46.13

5.77

3. MANO DE OBRA

Nº	Descripción	Cantidad	Jornal	Bono	Total Bono	Total Jornal
1	MAESTRO ELECTRICISTA -N7	0.25	4.01	0.19	0.05	1.00
2	LINIERO DE 1RA -N5	2.00	3.88	0.19	0.38	7.76
3	AYUDANTE - TABULADOR CONSTRUCCION -N2	3.00	3.52	0.19	0.57	10.56
5	CHOFER DE 2DA (DE 3 A 8 TON) -N4	0.25	3.44	0.19	0.05	0.86
Sub Total Mano de Obra:					1.05	20.18
FCAS: 760,00 %						
Prestaciones Sociales:					0.00	153.37
Total General Mano de Obra:						174.60

21.83

Costo Directo o SubTotal A:	512.84
15,00% Administración y Gastos Generales:	76.93
SubTotal B:	589.77
10,00% Imprevisto Utilidad:	58.98
SubTotal C:	648.75
0,00% Financiamiento:	0.00
Precio Unitario sin Impuesto:	648.75
12,00% Impuesto (I.V.A.):	0.00
0,00% Otros Impuestos:	0.00
PRECIO UNITARIO (Bs.F.):	648.75

Figura 5.33. Análisis de Precio Unitario (Poste tubular de acero).

5.7. Realizar presupuesto del sistema.

Basado en los cálculos métricos y el análisis de precios unitarios previamente desarrollados, se procedió a la elaboración del presupuesto general del sistema. Este presupuesto contempla todos los costos asociados a la adquisición de materiales, equipos, mano de obra y demás elementos indispensables para la implementación del sistema fotovoltaico en la Escuela de Ciencias de la Tierra.

El presupuesto proporciona una visión clara del monto total requerido para la ejecución del proyecto, lo cual es un paso esencial en la planificación de cualquier obra, ya que permite a los responsables tomar decisiones informadas sobre la viabilidad económica del mismo.

Ahora bien, se expone el presupuesto detallado del sistema fotovoltaico, figura 5.34.

OBRA:		PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS PARA ABASTECIMIENTO DE LUMINARIAS DE LA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA, UNIVERSIDAD DE ORIENTE, NÚCLEO BOLÍVAR.			
PROPIETARIO:		UNIVERSIDAD DE ORIENTE, NÚCLEO DE BOLÍVAR.			
PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL \$
1	S/C I.E. SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DE LUMINARIAS CON TECNOLOGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA Y LAMPARAS LED DE 100W PARA ALUMBRADO PÚBLICO.	PZA	18,00	2.098,14	37.766,52
2	S/C ESTRUCTURA METÁLICA CONFORMADA POR 4 BRAZOS PARA SOPORTE DE LUMINARIA LED DE DIÁMETRO = 1/2" SOLDADA A ABRAZADERA H.G. DE 4" A 4 1/2" DE 3T	PZA	18,00	134,88	2.427,84
3	S/C PINTURA DE ALUMINIO EN POSTE ALTA TENSIÓN, HASTA LONGITUD 37"	PZA	18,00	36,36	654,48
4	U611511106 POSTE SENCILLO TUBULAR DE ACERO DE 11,28m (37') DE LONGITUD E.C.243 Kg SECCIÓN VARIABLE 177.8-139.7-114.3mm (7 - 5½- 4½") .INCLUYE ATERRAMIENTO	PZA	18,00	648,75	11.677,50
Total Presupuesto:					52.526,34 \$
100 % de Inflación:					52.526,34 \$
Total General:					105.052,68 \$

Figura 5.34. Presupuesto del sistema.

5.8. Establecer plan de mantenimiento.

Un aspecto crucial en la implementación de sistemas fotovoltaicos es la planificación de su mantenimiento. Un adecuado plan garantiza que el sistema funcione de manera eficiente durante su vida útil, minimizando las posibles fallas y asegurando un rendimiento óptimo de los paneles solares y demás componentes.

El plan de mantenimiento diseñado para el sistema de celdas fotovoltaicas incluye tareas preventivas y correctivas, tales como la limpieza de los paneles, la revisión periódica de los inversores y baterías, así como el monitoreo del estado de las conexiones y cableado. La ejecución correcta de este plan permite prolongar la vida útil del sistema y asegurar que las luminarias sigan funcionando de manera eficiente a lo largo del tiempo.

Seguidamente, se detalla el plan de mantenimiento propuesto para el sistema.

PLAN DE MANTENIMIENTO.

El presente plan de mantenimiento tiene como objetivo establecer las pautas y procedimientos para asegurar el funcionamiento óptimo y prolongar la vida útil de las luminarias con tecnología solar instaladas en la Escuela de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar. Este plan está diseñado para prevenir fallos, maximizar la eficiencia energética y garantizar la sostenibilidad del sistema de iluminación solar. Puesto que, se detallan los procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo, así como las responsabilidades y frecuencia de las actividades a realizar.

Mantenimiento Preventivo.

El mantenimiento preventivo se enfocará en la inspección y limpieza regular de los componentes del sistema para evitar problemas y asegurar el funcionamiento continuo y eficiente.

Inspección visual:

- ❖ Realizar una inspección para detectar grietas, daños o acumulación de suciedad en los paneles solares. Así como, verificar el estado de los marcos y soportes de los paneles.
- ❖ Revisar la estructura de la lámpara para detectar signos de desgaste o daños.
- ❖ Inspeccionar visualmente la batería para detectar cualquier signo de hinchazón, fuga o corrosión en los terminales y el inversor para verificar la integridad física y detectar signos de sobrecalentamiento o daños.
- ❖ Revisión visual de los cables para detectar signos de desgaste, cortes o daños y el gabinete para asegurar que esté en buen estado y proteja adecuadamente los componentes eléctricos internos.
- ❖ Sondar visualmente la fotocelda para detectar cualquier daño o acumulación de suciedad.

Limpieza:

- ❖ Limpiar los paneles solares con agua y un paño o una esponja suave para remover polvo, hojas y otros residuos. Evitar el uso de detergentes abrasivos. Igualmente las lentes de las lámparas si es necesario.
- ❖ Limpiar el interior del gabinete para remover polvo y residuos que puedan afectar el funcionamiento de los componentes; también los terminales de la batería para prevenir la corrosión.

Funcionamiento y verificación:

- ❖ Probar el funcionamiento de la lámpara, asegurando que emita luz de manera uniforme y sin parpadeos.
- ❖ Medir el voltaje de la batería para asegurarse de que se mantenga dentro de los rangos operativos normales.
- ❖ Verificar el correcto funcionamiento de la fotocelda.
- ❖ Realizar pruebas de funcionamiento para asegurarse de que el inversor esté operando correctamente y cumpliendo con las especificaciones de conversión de energía.
- ❖ Asegurar que las conexiones de los cables estén firmes y sin señales de oxidación o corrosión.

Mantenimiento Correctivo.

El mantenimiento correctivo se llevará a cabo en respuesta a cualquier fallo o problema identificado durante las inspecciones y pruebas regulares. Este proceso incluye:

- ❖ Reparación o reemplazo de componentes: cualquier componente que falle o presente daños significativos será reparado o reemplazado de inmediato para asegurar el funcionamiento continuo del sistema.
- ❖ Registro de actividades o incidencias: mantener un registro detallado de todas las incidencias, reparaciones y reemplazos, incluyendo fechas, el problema, descripciones del problema y acciones tomadas. Archivar los registros de mantenimiento para futuras consultas.

Responsabilidades.

El mantenimiento de las luminarias con celdas fotovoltaicas será responsabilidad del personal técnico designado por la Escuela de Ciencias de la Tierra. Este equipo deberá estar capacitado en el manejo y mantenimiento de sistemas fotovoltaicos y contar con el equipo necesario para realizar las inspecciones y reparaciones.

Frecuencia del Mantenimiento.

- ❖ Mensual: registro de actividades o incidencias.
- ❖ Trimestral: inspección visual de paneles solares.
- ❖ Semestral o anual: limpieza de paneles solares e inspección visual de cables y lámparas LED.
- ❖ Trienal: verificación de voltaje de la batería y de conexiones eléctricas, limpieza de terminales de batería, prueba de la fotocelda, inspección del inversor y prueba de funcionamiento, mantenimiento del gabinete Taiyo.

En últimas, el plan de mantenimiento descrito está diseñado para garantizar que las luminarias con tecnología solar en la Escuela de Ciencias de la Tierra operen de manera eficiente y sostenible. Al seguir estos procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo, se espera prolongar la vida útil de los componentes, reducir el riesgo de fallos y asegurar un suministro constante de energía limpia y renovable. El seguimiento y registro de las actividades de mantenimiento permitirán identificar posibles problemas de manera temprana y tomar las medidas correctivas necesarias.

5.9. Diseñar un sistema que utilice celdas fotovoltaicas para alimentar de forma eficiente las luminarias.

El diseño del sistema fotovoltaico propuesto tiene como objetivo proporcionar una solución eficiente y sostenible para alimentar las luminarias en la Escuela de Ciencias de la Tierra, Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar. Para alcanzar este propósito, se han considerado múltiples factores, como la demanda energética de las luminarias, la ubicación y disposición de los paneles solares, las características climáticas del área, y la integración de los componentes esenciales del sistema.

5.9.1 Descripción General del Sistema.

El sistema fotovoltaico diseñado está compuesto por los siguientes elementos principales:

5.9.1.1 Paneles solares monocristalinos de 100W (17.5 V/5.7 A), los cuales se seleccionaron por su eficiencia superior en la conversión de energía solar en comparación con otras tecnologías, como los paneles policristalinos. Estos módulos tienen la capacidad de generar la energía suficiente para alimentar el sistema de iluminación durante las horas nocturnas, aprovechando al máximo las horas de sol disponibles en la región.

5.9.1.2 Lámparas LED tipo poste, modelo SMD de 100W, seleccionadas por su bajo consumo energético y alta durabilidad. Las lámparas LED ofrecen una eficiencia lumínica que permite iluminar áreas amplias con menor demanda de energía, lo cual contribuye a la sostenibilidad del sistema.

5.9.1.3 Baterías de litio LiFePO4 de 12V 120Ah con BMS integrado,

que almacenan la energía captada durante las horas diurnas para alimentar las luminarias en las horas nocturnas. Este tipo de baterías se seleccionó por su mayor vida útil y eficiencia en ciclos de carga/descarga, lo que garantiza un suministro energético confiable durante largos periodos.

5.9.1.4 Inversor híbrido cargador/controlador solar de 1kVA,

que gestiona la energía generada por los paneles solares y la distribuye a las luminarias. Este componente también actúa como regulador de voltaje, asegurando que las luminarias funcionen dentro de los parámetros óptimos.

5.9.1.5 Fotoceldas con base de 1000 VA,

instaladas para controlar de manera automática el encendido y apagado de las luminarias, dependiendo de las condiciones de luz natural. Este mecanismo automático mejora la eficiencia del sistema al evitar el desperdicio de energía durante las horas diurnas.

5.9.2 Ubicación de los Componentes.

La ubicación de los paneles solares fue diseñada para maximizar la exposición al sol, teniendo en cuenta la orientación óptima de los módulos y el ángulo de inclinación recomendado para el área. El objetivo es maximizar la captación de radiación solar durante el día, considerando las horas de sol disponibles en la región.

5.9.3 Consideraciones de Eficiencia Energética.

El sistema diseñado asegura un alto nivel de eficiencia energética a través de varias estrategias:

- 5.9.3.1** Uso de luminarias LED: Estas lámparas consumen significativamente menos energía que las lámparas tradicionales, mientras que proporcionan la misma cantidad de iluminación. Esto significa que con una menor demanda energética se puede iluminar eficientemente las áreas de la escuela.

- 5.9.3.2** Almacenamiento de energía en baterías LiFePO₄: Este tipo de baterías es altamente eficiente, con una tasa de descarga mínima y una larga vida útil. Las baterías permiten que el sistema funcione de manera continua durante la noche, cuando no hay disponibilidad de energía solar, sin recurrir a fuentes de energía externa.

- 5.9.3.3** Control automatizado mediante fotoceldas: El uso de fotoceldas asegura que las luminarias solo se enciendan cuando es necesario, optimizando así el consumo energético. Durante el día, las luminarias se apagan automáticamente, lo que evita cualquier gasto innecesario de energía almacenada.

5.9.4 Proyecciones del Sistema.

El sistema fue dimensionado tomando en cuenta los datos de irradiación solar para la ciudad de Ciudad Bolívar y el consumo energético de las luminarias. El cálculo de la capacidad del sistema fotovoltaico se basa en la cantidad de energía necesaria para operar las luminarias durante toda la noche (aproximadamente 12 horas en las

épocas más largas del año). Los paneles solares seleccionados pueden generar la energía necesaria para abastecer el sistema en su totalidad, incluso durante los meses menos soleados del año.

Además, las baterías fueron dimensionadas para almacenar suficiente energía que permita un funcionamiento continuo en caso de días nublados o de baja irradiación. Esto asegura que el sistema sea confiable y eficiente incluso bajo condiciones meteorológicas adversas.

5.9.5 Sostenibilidad y Mantenimiento.

El diseño del sistema no solo se orientó a garantizar la eficiencia energética, sino también a reducir los costos de operación y mantenimiento a largo plazo. El uso de tecnologías avanzadas, como las baterías de litio y las lámparas LED, asegura un menor requerimiento de mantenimiento en comparación con sistemas tradicionales de iluminación.

Además, el plan de mantenimiento elaborado incluye la revisión periódica de los componentes del sistema, particularmente los paneles solares, las baterías, y las fotoceldas, para asegurar que se mantengan en condiciones óptimas de funcionamiento y continúen proporcionando energía de manera eficiente a lo largo del tiempo.

5.9.6 Síntesis del sistema.

El sistema de celdas fotovoltaicas diseñado para la Escuela de Ciencias de la Tierra cumple con los requisitos de eficiencia, sostenibilidad y confiabilidad. Este sistema no solo asegura un suministro energético continuo y eficiente para las luminarias, sino que también contribuye a la reducción del consumo de energía convencional, promoviendo así un modelo más ecológico y económicamente viable

para la institución. La integración de tecnología avanzada y el diseño adecuado permiten que este sistema sea una solución ideal para las necesidades de iluminación del área estudiada.

CAPÍTULO VI.

LA PROPUESTA.

6.1. Planteamiento de la propuesta.

El uso de sistemas de energía renovable ha cobrado gran relevancia en todo el mundo debido a la necesidad de disminuir el impacto ambiental generado por las fuentes convencionales de energía. La energía solar fotovoltaica ha sido uno de los mecanismos más implementados en numerosos países para aprovechar los recursos naturales de manera eficiente. Este tipo de energía no solo contribuye a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, sino que también permite a las comunidades mejorar su independencia energética y optimizar los costos operativos a largo plazo.

En Venezuela, la crisis eléctrica ha afectado a gran parte del país, resultando en apagones frecuentes que afectan el normal desarrollo de actividades tanto comerciales como educativas y los dispositivos luminarios. Cabe destacar que la responsabilidad del alumbrado público no recae directamente en los municipios, debido a una disposición legal que otorga primacía a la Ley Orgánica del Poder Público Municipal, desde su versión inicial en 2005 y su actualización en 2010, siendo la gestión del sistema eléctrico ahora una competencia local.

En el contexto de las instituciones educativas, la disponibilidad y eficiencia de los sistemas de iluminación es fundamental para garantizar la seguridad y funcionalidad de sus instalaciones, especialmente en áreas exteriores que requieren alumbrado constante durante la noche.

En este sentido, la propuesta de implementar un sistema de celdas fotovoltaicas para alimentar las luminarias de la escuela representa una solución que no solo

optimizaría el uso de energía, sino que también reduciría la dependencia de la red eléctrica tradicional. La aplicación de tecnología solar con lámparas LED permitirá la transición hacia un sistema de iluminación autosuficiente, disminuyendo así el impacto de los apagones en el campus y favoreciendo un uso más racional de los recursos energéticos.

Por lo tanto, la optimización de un sistema de energía solar fotovoltaica que permita abastecer las luminarias del campus de la Escuela de Ciencias de la Tierra, haciendo uso de celdas fotovoltaicas es una iniciativa que no solo atenderá la problemática actual del sistema de iluminación, sino que sentará las bases para futuras implementaciones de tecnologías renovables en la ciudad.

6.2. Objetivo general de la propuesta.

Presentar un sistema de iluminación con celdas fotovoltaicas para el campus de la Escuela de Ciencias de la Tierra en el Núcleo Bolívar de la Universidad de Oriente.

6.3. Objetivos específicos de la propuesta.

1. Detallar las características de las celdas fotovoltaicas para su implementación.
2. Describir la ubicación de las luminarias de la Escuela de Ciencias de la Tierra que serán alimentadas con energía solar.
3. Determinar un presupuesto para la implementación de las celdas fotovoltaicas en el sistema de alumbrado de la Escuela de Ciencias de la Tierra.

6.4. Alcance de la Propuesta.

Diseñar un sistema de Iluminación pública mediante el uso de paneles fotovoltaicos, en el Campus de la Escuela de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Oriente Núcleo Bolívar ubicada en la parroquia La Sabanita del municipio Angostura del Orinoco, el cual sea capaz de brindar la correcta iluminación para el desarrollo de las actividades en las áreas indicadas.

6.5. Justificación de la Propuesta.

La implementación de un Sistema de Iluminación usando tecnología fotovoltaica tiene como finalidad solucionar todos los problemas actuales referentes a la iluminación en el área de estudio de una manera eficiente y sostenible, que no solo presenta buenas características económicas sino también limpias para el medio ambiente. Este diseño se encarga en brindarle a la comunidad universitaria una opción moderna y de relevancia gracias a la utilización de elementos de gran calidad y fuentes de energía renovable.

6.6. Desarrollo de la Propuesta.

La combinación de energía limpia, por parte de los paneles solares, y la eficiencia brindada por las luminarias LED resultan en una opción que presentará una alternativa significativa a la hora de elegir un sistema de iluminación para espacios públicos dentro de cualquier campus universitario, de los cuales no queda excluido de los posibles beneficiados el campus de la Escuela de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar junto con toda la población que hace vida en sus áreas.

6.6.1 Detallar las Características del Sistema de Iluminación Fotovoltaico Propuesto.

6.6.1.1 Descripción de los Paneles Solares.

Los paneles solares monocristalinos serán los encargados de brindarle al sistema la energía necesaria para su funcionamiento ya que tienen gran eficiencia al convertir luz solar en electricidad, una vida útil larga y un alto rendimiento en condiciones de alta temperatura. Los seleccionados para este sistema son Paneles Solares Monocristalinos cuya potencia máxima es de 100 W y su voltaje máximo de 100 V, el modelo DYP-100 correspondiente se muestra en la siguiente figura 6.1.



Figura 6.1 Panel Solar Monocristalino de 100 W.

6.6.1.2 Descripción de la Batería.

Puesto que no se cuenta con luz solar las 24 horas del día, es necesario añadir al sistema de iluminación un elemento de almacenamiento, para ello se utilizarán Baterías de Litio. Este tipo de batería se posiciona como una excelente opción frente a las baterías tradicionales debido a que logran almacenar mayor cantidad de energía en un espacio más reducido en comparación, así mismo cuenta con otras buenas características como una menor descarga cuando está en reposo, una menor probabilidad de ser afectadas por sobrecalentamiento al momento de estar en funcionamiento, una vida útil bastante larga y una ligereza y versatilidad al instalarla. La seleccionada para este sistema se trata de una que cuenta con capacidad de 120 A y voltaje de 12,8 V. Como se muestra en la figura 6.2.



Figura 6.2 Batería de Litio Reik Pro Solar de la Línea LifePo modelo 12.8v.120ah.

6.6.1.3 Descripción del Inversor.

Teniendo en cuenta la factibilidad económica de la propuesta un Inversor Híbrido representa una solución versátil y eficiente para aprovechar al máximo la energía solar, combinando las características del inversor y el controlador, este tipo de elemento puede gestionar de manera inteligente la energía proveniente de los paneles solares, las baterías y la red eléctrica, permite una gran flexibilidad en la configuración del sistema, adaptándose a diferentes necesidades y tamaños de instalación y resulta compatible con variedad de baterías. El seleccionado para la propuesta es un Inversor Híbrido Cargador Controlador MPPT Solar con Potencia Máxima de 1000W y Onda Sinusoidal. Como se observa en la figura 6.3.



Figura 6.3 Inversor Híbrido Cargador Controlador Solar MPPT POWEST Modelo PS-1000W.

6.6.1.4 Descripción del LED

Siendo la sostenibilidad y eficiencia energética conceptos clave al diseñar este sistema de iluminación, la selección de reflectores LED como luminarias son una elección necesaria, potencian los beneficios y optimizan el rendimiento del sistema fotovoltaico. La iluminación LED representa una disminución en el consumo de energía, esta tecnología contribuye a la reducción de la huella de carbono junto con la promoción del uso de energías renovables. Los reflectores LED que se integran al sistema han sido fabricados específicamente para usos exteriores en postes por lo que son a prueba de agua y cuentan con una potencia de 100 w y un voltaje de 100V/240V. Esta lámpara se observa en la figura 6.4.



Figura 6.4 Lámpara Reflector LED Tipo Poste. LedON Modelo SMD.

6.6.1.5 Descripción del Poste.

Los postes circulares de sección variable que cumplen con las normas COVENIN ofrecen una serie de ventajas significativas para los sistemas de iluminación. La sección variable de estos postes permite distribuir el peso de manera más eficiente, lo que se traduce en una mayor resistencia a cargas y esfuerzos mientras que su diseño modular facilita el transporte y la instalación, lo que reduce los tiempos y costos de obra. El usado para este sistema se trata de un Poste Sencillo Tubular de Acero de Sección Variable (7" - 5 1/2" - 4 1/2"). Como se muestra en la figura 6.5.

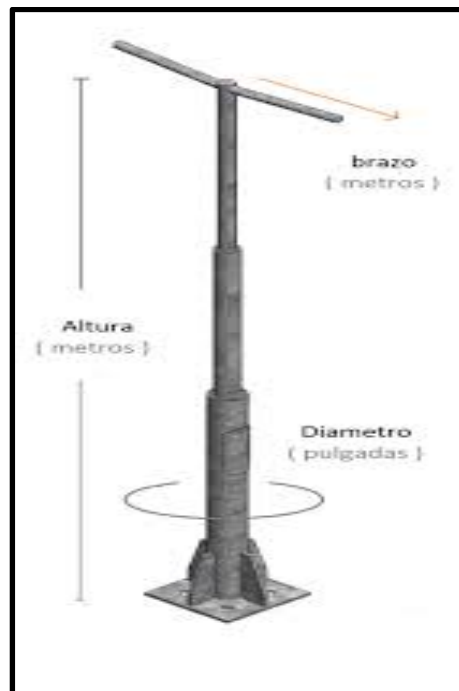


Figura 6.5 Poste Sencillo Tubular de Acero de Sección Variable.

Para alargar la vida útil del poste se añade al proyecto una Pintura de Aluminio destinada al recubrimiento del poste aprovechando alguna de sus ventajas, las cuales se resumen en que actúa como una barrera física que protege el sustrato del poste de la humedad, los agentes químicos y otros elementos corrosivos presentes en el ambiente, puede ayudar a disipar el calor generado por los componentes eléctricos instalados en el poste, lo que mejora su rendimiento y seguridad y proporcionar un acabado brillante y duradero. Esta se observa en la figura 6.6.



Figura 6.6 Pintura de Aluminio IPA.

6.6.1.6 Descripción de los Soportes Metálicos.

El soporte metálico en los postes está pensado exclusivamente para este sistema. Se encuentra conformado por cuatro brazos de hierro galvanizado que sostienen tanto el panel solar y los reflectores LED en sus extremos. Dichos brazos están

unidos al poste mediante una abrazadera de 4 1/2" debajo de la cual se encuentra el gabinete que sostendrá la batería y acompaña al inversor. Cerca de la parte más elevada del poste se deberá colocar una fotocélula de manera tal que pueda cumplir su función evitando la interferencia de los paneles o demás elementos de la estructura. Como se indica en la figura 6.7.

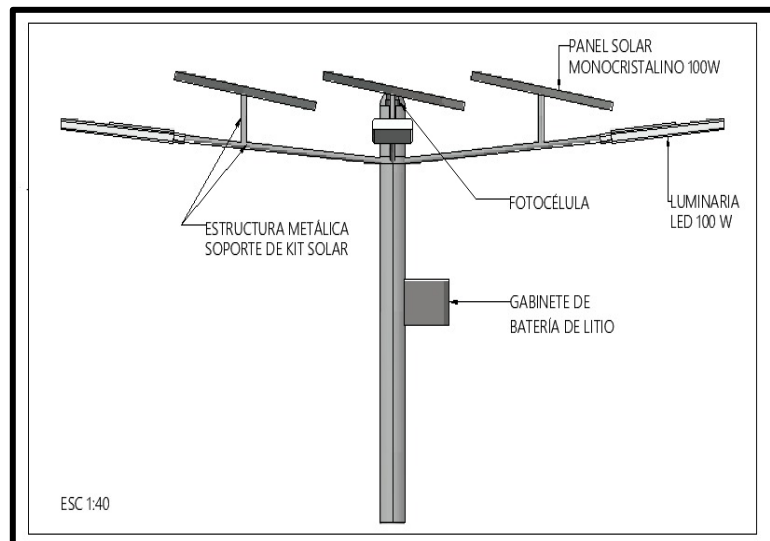


Figura 6.7 Detalles de Poste y Estructura Metálica.

El Gabinete para Batería de Litio es un paquete compacto que resulta versátil a la hora de instalar, con permisibilidad de instalación a distintas alturas posee la suficiente flexibilidad para fijar los divisores que lo sostengan a diversos escenarios. Su tamaño le permite almacenar los cableados y conexiones fácilmente. Es lo suficientemente resistente para soportar el peso de las baterías y tiene gran

capacidad de disipación de calor. Este se muestra en la figura 6.8.



Figura 6.8 Gabinete Pequeño para Batería de Litio Taiyo.

En pro de darle un carácter práctico a el sistema propuesto, una opción viable que permiten automatizar el encendido y apagado de las luces en función de la luz ambiental es el uso de Fococélulas ya que estas aseguran que las luces solo se enciendan cuando sea necesario, lo que reduce significativamente el consumo de energía y aumentan la vida útil de las baterías. La siguiente, figura 6.9, es una fotocélula multivoltaje de plástico con base, que maneja un voltaje nominal de 105A a 305V.



Figura 6.9 Fococelda con Base 110V/220V Troen.

6.6.1.7 Descripción del Cableado Eléctrico.

Como se trata de un sistema fotovoltaico aislado, el cableado necesario servirá de conducto por el cual la energía eléctrica generada por los paneles solares se transporta a los diferentes componentes del sistema, sean estos baterías, inversores y luminarias LED. Para garantizar la calidad del sistema se ha seleccionado un cable THW #12, como se muestra en la figura 6.10.



Figura 6.10 Cable #12 Thw Awg.

6.6.2 Describir la ubicación del Sistema de Iluminación Fotovoltaico Propuesto.

El Sistema de Iluminación Fotovoltaica propuesto se implementará de manera estratégica en diversos puntos del Campus de la Escuela de Ciencias de la Tierra del Núcleo Bolívar, abarcando aproximadamente dos tercios de su superficie total. Esta iniciativa contempla la iluminación de áreas verdes, estacionamientos, vías internas y plazas, transformando así el entorno institucional. Véase figura 6.11.

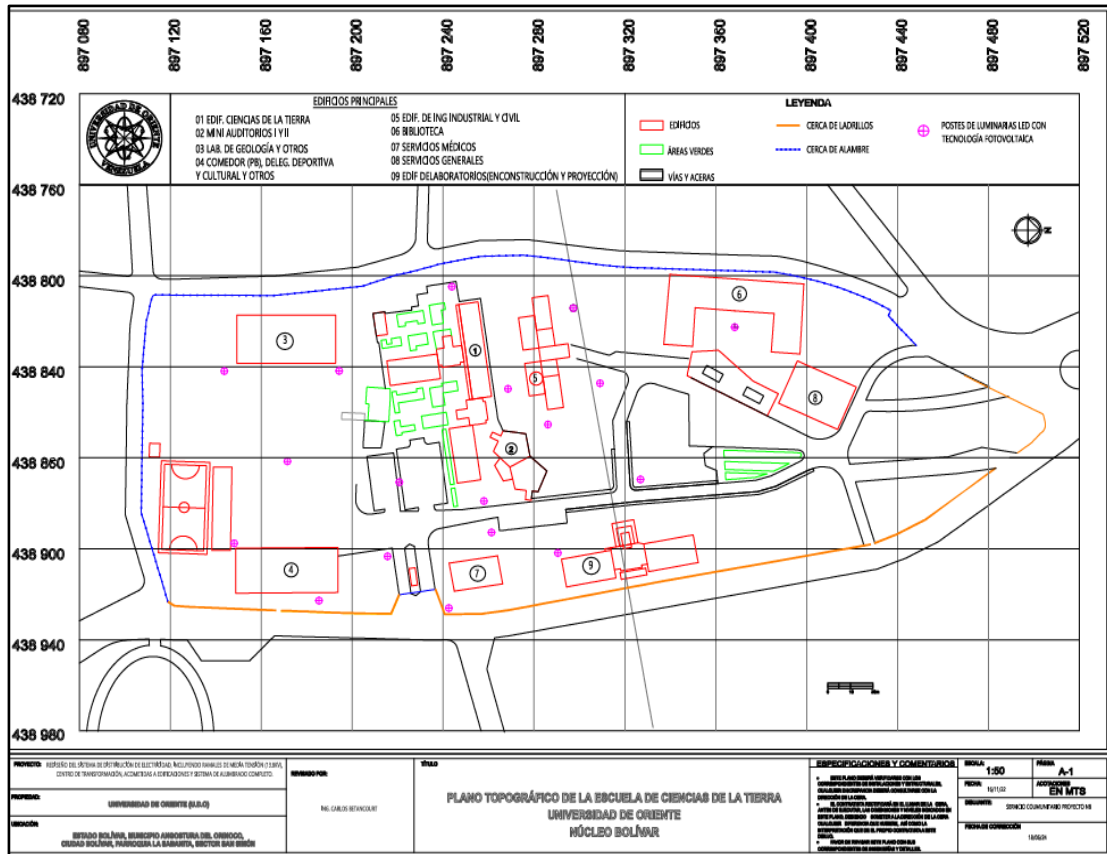


Figura 6.11 Plano de Planta de la Escuela de Ciencias de la Tierra - Núcleo Bolívar.

Cada uno de los dieciocho postes de iluminación, diseñados con una estructura metálica de cuatro brazos de hierro galvanizado de un metro de longitud, funcionará de manera autónoma. Esta configuración no solo garantiza un ahorro significativo en recursos al eliminar la necesidad de un extenso cableado interconectado, sino que también realza la estética de las zonas iluminadas. Esto se observa en la figura 6.12.

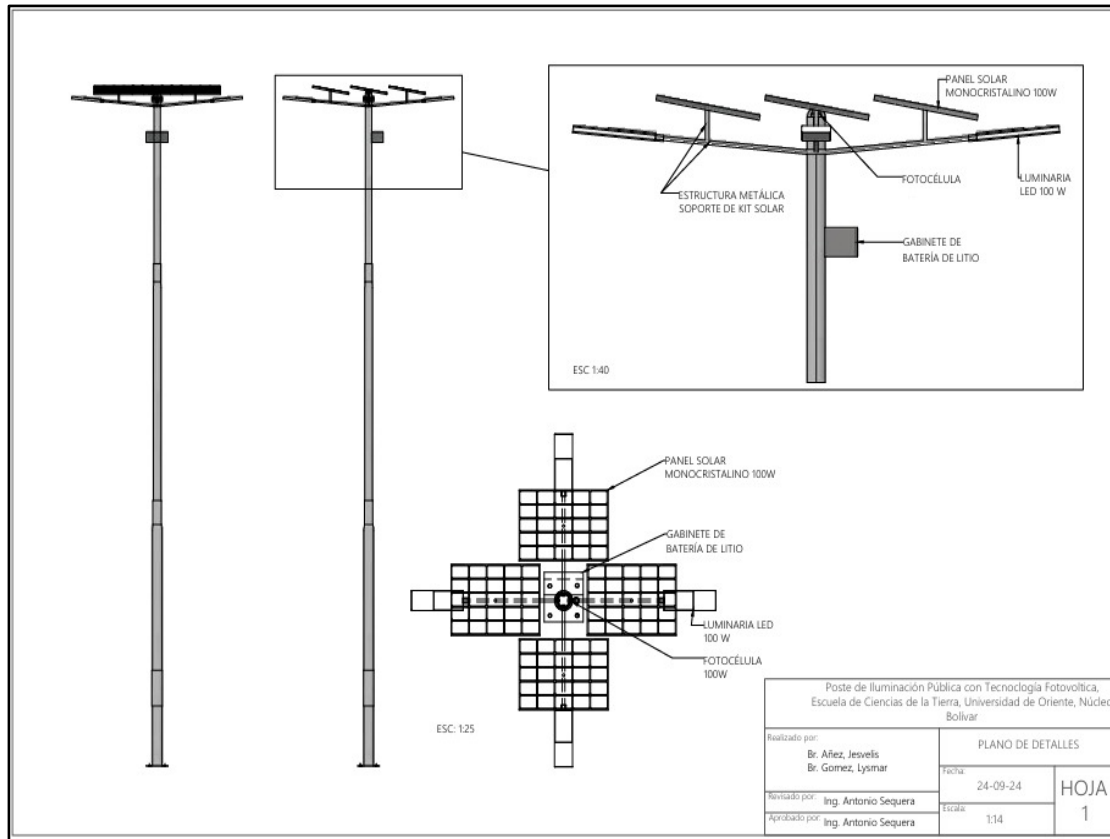


Figura 6.12 Plano de Detalles de Poste de Tres Secciones con Kit para Iluminación Solar Fotovoltaica.

La autonomía de cada poste, además de simplificar la instalación y el mantenimiento, contribuye a la resiliencia del sistema ante posibles averías o modificaciones futuras. Asimismo, esta solución técnica minimiza el impacto visual del cableado, preservando la armonía paisajística del campus y ofreciendo una experiencia más agradable a los usuarios. Véase figura 6.13.

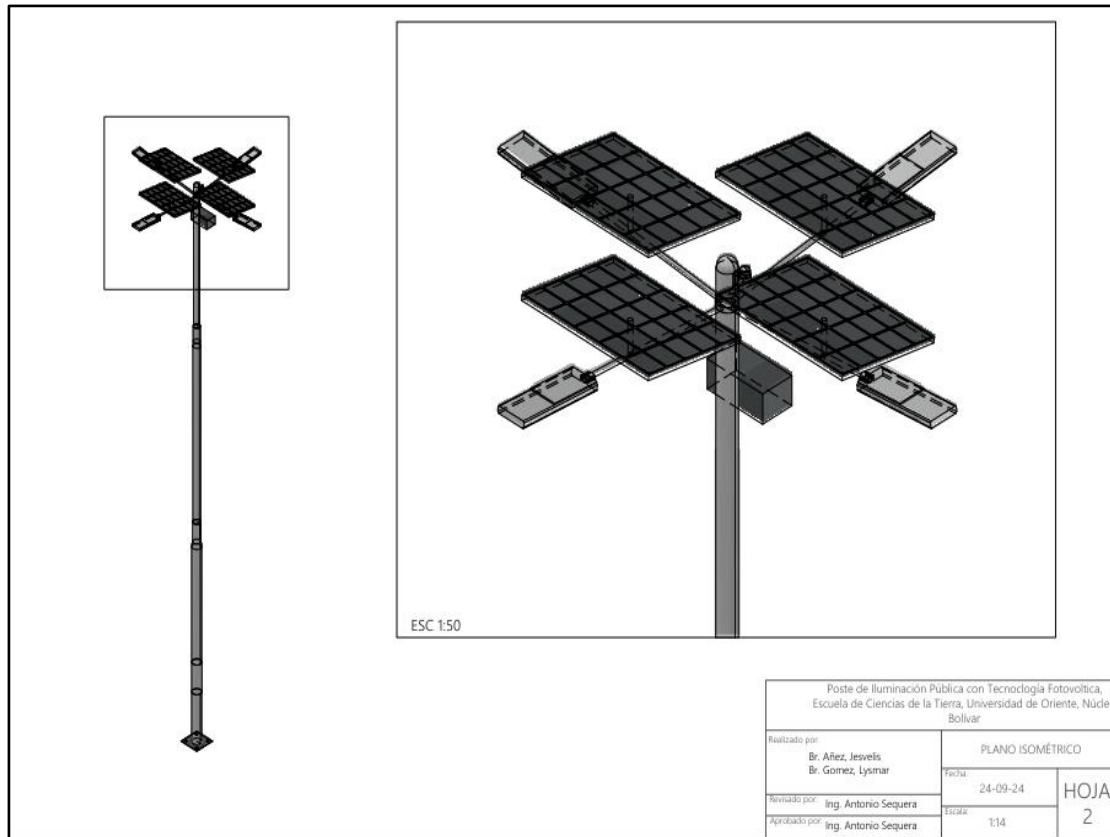


Figura 6.13 Plano de Isometría de Poste de Tres Secciones con Kit para Iluminación Solar Fotovoltaica.

6.6.3 Determinar el presupuesto del Sistema de Iluminación Fotovoltaico Propuesto.

Al igual que en cualquier otro proyecto de ingeniería, la presente propuesta demanda una evaluación económica basada en un detallado análisis de precios unitarios. Este análisis resulta fundamental para determinar con precisión el presupuesto total requerido para su implementación y, por ende, evaluar la viabilidad financiera del proyecto dentro de la institución universitaria.

Mediante el empleo de herramientas especializadas como Maprex y Excel, se ejecutan las operaciones matemáticas necesarias para cuantificar los costos asociados a cada elemento del proyecto. Sin embargo, es preciso destacar que este proceso se sustenta en una etapa previa esencial: la elaboración de los cómputos métricos. Se detalla en la figura 6.14.

CÓMPUTOS MÉTRICOS

Obra: PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS PARA ABASTECIMIENTO DE LUMINARIAS DE LA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA, UNIVERSIDAD DE ORIENTE, NÚCLEO BOLÍVAR.

Ubicación: ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA UBICADA EN EL SECTOR LA SABANITA, CIUDAD BOLÍVAR, ESTADO BOLÍVAR

Contratante: UNIVERSIDAD DE ORIENTE, NÚCLEO DE BOLÍVAR

Nº	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT
1	S/C	I.E. SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DE LUMINARIAS CON TECNOLOGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA Y LÁMPARAS LED DE 100W PARA ALUMBRADO PÚBLICO.	pza	18,00
2	S/C	ESTRUCTURA METÁLICA CONFORMADA POR 4 BRAZOS PARA SOPORTE DE LUMINARIA LED DE DIÁMETRO = 1/2" SOLDADA A ABRAZADERA H.G. DE 4" A 4 1/2" DE 3T	pza	18,00
3	S/C	PINTURA DE ALUMINIO EN POSTE ALTA TENSIÓN, HASTA LONGITUD 37"	pza	18,00
4	U61151110 6	POSTE SENCILLO TUBULAR DE ACERO DE 11,28m (37') DE LONGITUD E.C.243 Kg SECCIÓN VARIABLE 177.8-139.7-114.3mm (7 - 5½- 4½") .INCLUYE ATERRAMIENTO	pza	18,00

Figura 6.14 Cómputos métricos del sistema.

Los cómputos métricos proporcionados ofrecen una base cuantitativa que sirven para la estimación precisa de los recursos necesarios en cada etapa de la

construcción. A partir de estos cálculos detallados, se procede al desarrollo de los análisis de precios unitarios, con los cuales se determina con mayor exactitud el costo de cada actividad constructiva, considerando tanto los materiales y equipos requeridos como la mano de obra necesaria para su ejecución. Los APU se pueden observar en las figuras 6.15, 6.16, 6.17 y 6.18.

Obra: PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS PARA ABASTECIMIENTO DE LUMINARIAS DE LA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA, UNIVERSIDAD DE ORIENTE, NÚCLEO BOLÍVAR.

Contratante:

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Descripción: I.E. SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE LUMINARIAS CON TECNOLOGIA SOLAR FOTOVOLTAICA Y LAMPARAS LED DE 100W PARA ALUMBRADO PUBLICO.

Unidad: pza **Cantidad:** 18,00 **Rendimiento:** 11.000000 **Código:** S/C

1. MATERIALES

Nº	Descripción	Und.	Cantidad	Precio	Desp.	Total Material
1	PANEL SOLAR MONOCRISTALINO 100W (17.5 V/5.7 A)	pza	4.0000	113.00	0.00	452.00
2	LAMPARA REFLECTOR LED TIPO POSTE MODELO SMD 100W	pza	4.0000	34.00	0.00	136.00
3	Bateria litio Lifepo4 12V 120ah Bms	pza	1.0000	450.00	0.00	450.00
4	INVERSOR HIBRIDO CGDOR/CNTLDR SOLAR 1KVA PS-1000W	pza	1.0000	377.50	0.00	377.50
5	CABLE THW #12 COBRE	m	10.0000	8.20	2.00	83.64
6	GABINETE TAIYO PEQUEÑO	pza	1.0000	135.00	0.00	135.00
7	FOTOCELDA CON BASE DE 1000 VA EN 120 VOLTIOS	und	1.0000	7.00	0.00	7.00
Total Materiales:						1,641.14

1,641.14

2. EQUIPOS

Nº	Descripción	Cantidad	Precio	COP/Dep.	Total Equipo
1	EQUIPO TIPO ELECTRICIDAD	1,00	8.96	1.000000	8.96
2	CAMION FORD F- 350 ESTACAS	0,25	51,235.54	0.003479	44.56
Total Equipos:					53.52

4.87

3. MANO DE OBRA

Nº	Descripción	Cantidad	Jornal	Bono	Total Bono	Total Jornal
1	MAESTRO ELECTRICISTA -N7	0.50	4.01	0.19	0.10	2.01
2	ELECTRICISTA DE 1RA -N5	1.00	3.78	0.19	0.19	3.78
3	ELECTRICISTA DE 2DA -N3	1.00	3.20	0.19	0.19	3.20
4	AYUDANTE	2.00	3.08	0.19	0.38	6.16
5	CHOFER DE 2DA (DE 3 A 8 TON) -N4	0.25	3.44	0.19	0.05	0.86
Sub Total Mano de Obra:					0.91	16.01
FCAS: 760,00 %						
Prestaciones Sociales:					0.00	121.68
Total General Mano de Obra:						138.60

12.60

Costo Directo o SubTotal A:	1,658.61
15,00% Administración y Gastos Generales:	248.79
SubTotal B:	1,907.40
10,00% Imprevisto Utilidad:	190.74
SubTotal C:	2,098.14
0,00% Financiamiento:	0.00
Precio Unitario sin Impuesto:	2,098.14
12,00% Impuesto (I.V.A.):	0.00
0,00% Otros Impuestos:	0.00
PRECIO UNITARIO (Bs.F.):	2,098.14

Figura 6.15 Análisis de Precio Unitario (kit solar).

Obra: PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS PARA ABASTECIMIENTO DE LUMINARIAS DE LA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA, UNIVERSIDAD DE ORIENTE, NÚCLEO BOLÍVAR.

Contratante:

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

Descripción: ESTRUCTURA METALICA CONFORMADA POR 4 BRAZOS PARA SOPORTE DE LUMINARIA LED DE DIAMETRO = 1/2" SOLDADA A ABRAZADERA H.G. DE 4" A 4 1/2" DE 3T

Unidad: pza **Cantidad:** 18,00 **Rendimiento:** 10.000000 **Código:** S/C

1. MATERIALES

Nº	Descripción	Und.	Cantidad	Precio	Desp.	Total Material
1	ABRAZADERA HG DE 4" A 4 1/2" 4 TORNILLOS	pza	1.0000	75.00	2.00	76.50
2	TUBO EMT 1/2" 3M	m	2.0000	4.50	5.00	9.45
3	ELECTRODOS 7018 LINCOLN	kgf	1.0000	3.50	5.00	3.68
Total Materiales:						89.63

89.63

2. EQUIPOS

Nº	Descripción	Cantidad	Precio	COP/Dep.	Total Equipo
1	SOLDADORA LINCOLN AC-225 AMP	1,00	687.84	0.050000	34.39
2	HERRAMIENTAS MENORES PARA SOLDAR	1,00	9.64	1.000000	9.64
3	BOMBONA VACIA PARA SOLDADURA/CORTE	2,00	10.00	0.020000	0.40
4	CORTADA DE TUBOS MANUAL 1/8"-2"	1,00	6.00	0.030000	0.18
5	CAMION FORD F- 350 ESTACAS	0,25	51,235.54	0.003479	44.56
Total Equipos:					89.17

8.92

3. MANO DE OBRA

Nº	Descripción	Cantidad	Jornal	Bono	Total Bono	Total Jornal
1	MAESTRO DE OBRA DE 2DA	0.20	4.58	0.19	0.04	0.92
2	SOLDADOR DE 1RA	1.00	4.32	0.19	0.19	4.32
3	OBRAERO DE 1RA	1.00	3.24	0.19	0.19	3.24
4	CHOFER DE 2DA (DE 3 A 8 TON) -N4	0.25	3.44	0.19	0.05	0.86
Sub Total Mano de Obra:					0.47	9.34
FCAS: 760,00 %						
Prestaciones Sociales:					0.00	70.98
Total General Mano de Obra:						80.79

8.08

Costo Directo o SubTotal A:	106.63
15,00% Administración y Gastos Generales:	15.99
SubTotal B:	122.62
10,00% Imprevisto Utilidad:	12.26
SubTotal C:	134.88
0,00% Financiamiento:	0.00
Precio Unitario sin Impuesto:	134.88
12,00% Impuesto (I.V.A.):	0.00
0,00% Otros Impuestos:	0.00
PRECIO UNITARIO (Bs.F.):	134.88

Figura 6.16 Análisis de Precio Unitario (Estructura metálica para soporte).

Obra: PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS PARA ABASTECIMIENTO DE LUMINARIAS DE LA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA, UNIVERSIDAD DE ORIENTE, NÚCLEO BOLÍVAR.

Contratante:

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Descripción: PINTURA DE ALUMINIO EN POSTE ALTA TENSION, HASTA LONGITUD 37"

Unidad: pza

Cantidad: 18,00

Rendimiento: 7.000000

Código: S/C

1. MATERIALES

Nº	Descripción	Und.	Cantidad	Precio	Desp.	Total Material
1	PINTURA DE ALUMINIO DIFUSO	gln	0.2000	40.00	5.00	8.40
Total Materiales:						8.40

8.40

2. EQUIPOS

Nº	Descripción	Cantidad	Precio	COP/Dep.	Total Equipo
1	BROCHA PROFESIONAL 2"	1,00	5.00	0.070000	0.35
2	CAMION FORD F- 350 ESTACAS	0,25	51,235.54	0.003479	44.56
Total Equipos:					44.91

6.42

3. MANO DE OBRA

Nº	Descripción	Cantidad	Jornal	Bono	Total Bono	Total Jornal
1	MAESTRO PINTOR	1.00	4.58	0.19	0.19	4.58
3	OBRERO DE 1RA	1.00	3.24	0.19	0.19	3.24
4	CHOFER DE 2DA (DE 3 A 8 TON) -N4	1.00	3.44	0.19	0.19	3.44
Sub Total Mano de Obra:					0.57	11.26
FCAS: 760,00 %						
Prestaciones Sociales:					0.00	85.58
Total General Mano de Obra:						97.41

13.92

Costo Directo o SubTotal A:	28.74
15,00% Administración y Gastos Generales:	4.31
SubTotal B:	33.05
10,00% Imprevisto Utilidad:	3.31
SubTotal C:	36.36
0,00% Financiamiento:	0.00
Precio Unitario sin Impuesto:	36.36
12,00% Impuesto (I.V.A.):	0.00
0,00% Otros Impuestos:	0.00
PRECIO UNITARIO (Bs.F.):	36.36

Figura 6.17 Análisis de Precio Unitario (Pintura de aluminio).

Obra: PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS PARA ABASTECIMIENTO DE LUMINARIAS DE LA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA, UNIVERSIDAD DE ORIENTE, NÚCLEO BOLÍVAR.

Contratante:

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

Descripción: POSTE SENCILLO TUBULAR DE ACERO DE 11,28m (37') DE LONGITUD E.C.243 Kg SECCION VARIABLE 177.8-139.7-114.3mm (7 - 5½- 4½") .INCLUYE ATERRAMIENTO

Unidad: pza

Cantidad: 18,00

Rendimiento: 8.000000

Código: U611511106

1. MATERIALES

Nº	Descripción	Und.	Cantidad	Precio	Desp.	Total Material
1	POSTE METALICO L=37' - 11,28 M 7 - 5 1/2-4 1/2	pza	1.0000	400.00	0.00	400.00
2	COSTO ASOCIADO DEL TRANSPORTE &P5	pza	1.0000	31.90	0.00	31.90
3	CABLE SOLIDO COBRE NRO.4 AWG 188 KG/KM	kgf	0.3800	18.93	2.00	7.34
4	BARRA COPPERWELD COBRE 5/8" X 2.40 M S/CONECTOR	pza	1.0000	40.00	0.00	40.00
5	CONECTOR P/BARRA COBRE COPPERWELD 5/8"	pza	1.0000	6.00	0.00	6.00
Total Materiales:						485.24

485.24

2. EQUIPOS

Nº	Descripción	Cantidad	Precio	COP/Dep.	Total Equipo
1	LLAVE AJUSTABLE 8" ACCESA	1,00	6.50	0.010000	0.07
2	CAMION FORD F- 350 ESTACAS	0,25	51,235.54	0.003479	44.56
3	NIVEL DE 3 BURBUJAS 14" STANLEY	1,00	17.00	0.011000	0.19
4	MANDARRIA 10 KG/22 LB (SLEDGE HAMMER)	1,00	80.00	0.010000	0.80
5	CINTA METRICA 3 MTS METALICA O SIMILAR	1,00	2.50	0.010000	0.03
6	CIZALLA TIPO TIJERA MANUAL 24" RIDGID O SIMILAR	1,00	24.00	0.020000	0.48
Total Equipos:					46.13

5.77

3. MANO DE OBRA

Nº	Descripción	Cantidad	Jornal	Bono	Total Bono	Total Jornal
1	MAESTRO ELECTRICISTA -N7	0.25	4.01	0.19	0.05	1.00
2	LINIERO DE 1RA -N5	2.00	3.88	0.19	0.38	7.76
3	AYUDANTE - TABULADOR CONSTRUCCION -N2	3.00	3.52	0.19	0.57	10.56
5	CHOFER DE 2DA (DE 3 A 8 TON) -N4	0.25	3.44	0.19	0.05	0.86
Sub Total Mano de Obra:					1.05	20.18
FCAS: 760,00 %						
Prestaciones Sociales:					0.00	153.37
Total General Mano de Obra:						174.60

21.83

Costo Directo o SubTotal A:	512.84
15,00% Administración y Gastos Generales:	76.93
SubTotal B:	589.77
10,00% Imprevisto Utilidad:	58.98
SubTotal C:	648.75
0,00% Financiamiento:	0.00
Precio Unitario sin Impuesto:	648.75
12,00% Impuesto (I.V.A.):	0.00
0,00% Otros Impuestos:	0.00
PRECIO UNITARIO (Bs.F.):	648.75

Figura 6.18 Análisis de Precio Unitario (Poste tubular de acero).

Una vez concluido el detallado análisis de los precios unitarios de cada elemento, se procede a la elaboración del presupuesto final de la propuesta, el cual constituirá el documento que refleja el costo total estimado del proyecto y servirá como base para la toma de decisiones financieras. Este se observa en la figura 6.19.

OBRA:		PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS PARA ABASTECIMIENTO DE LUMINARIAS DE LA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA, UNIVERSIDAD DE ORIENTE, NÚCLEO BOLÍVAR.			
PROPIETARIO:		UNIVERSIDAD DE ORIENTE, NÚCLEO DE BOLÍVAR.			
PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL \$
1	S/C I.E. SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DE LUMINARIAS CON TECNOLOGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA Y LÁMPARAS LED DE 100W PARA ALUMBRADO PÚBLICO.	PZA	18,00	2.098,14	37.766,52
2	S/C ESTRUCTURA METÁLICA CONFORMADA POR 4 BRAZOS PARA SOPORTE DE LUMINARIA LED DE DIÁMETRO = 1/2" SOLDADA A ABRAZADERA H.G. DE 4" A 4 1/2" DE 3T	PZA	18,00	134,88	2.427,84
3	S/C PINTURA DE ALUMINIO EN POSTE ALTA TENSIÓN, HASTA LONGITUD 37"	PZA	18,00	36,36	654,48
4	U611511106 POSTE SENCILLO TUBULAR DE ACERO DE 11,28m (37') DE LONGITUD E.C.243 Kg SECCIÓN VARIABLE 177.8-139.7-114.3mm (7 - 5½- 4½") .INCLUYE ATERRAMIENTO	PZA	18,00	648,75	11.677,50
Total Presupuesto:					52.526,34 \$
100 % de Inflación:					52.526,34 \$
Total General:					105.052,68 \$

Figura 6.19 Presupuesto del sistema.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones.

1. La investigación ha puesto de manifiesto un deterioro significativo del sistema de iluminación del campus de la Escuela de Ciencias de la Tierra del Núcleo Bolívar de la Universidad de Oriente, caracterizado por actos vandálicos, falta de mantenimiento y el desgaste natural producto de las condiciones ambientales. Esta situación ha derivado en una pérdida casi total de la funcionalidad del sistema, comprometiendo la seguridad y operatividad del espacio de uso común, especialmente durante las horas nocturnas.
2. Tras un análisis minucioso de las condiciones del campus de la Escuela de Ciencias de la Tierra, se ha determinado que la vegetación existente, incide directamente en la eficiencia de los paneles solares, limitando su capacidad para captar la radiación solar necesaria y comprometiendo el funcionamiento del sistema. En consideración a lo anterior, se propone una solución que consiste en la instalación de postes de iluminación en áreas específicas del campus donde la incidencia de sombra sea mínima. Esta medida permitirá garantizar un rendimiento óptimo de los paneles solares y asegurar un suministro eléctrico confiable.
3. El sistema propuesto se compondrá de paneles monocristalinos capaces de generar 100W de potencia cada uno, una batería de 120Ah y 12.8V para almacenar la energía producida por los paneles solares, un inversor de onda

sinusoidal pura con capacidad de 1000W que se encargará de convertir la corriente continua de la batería en corriente alterna, reflectores LED, diseñados específicamente para exteriores, con potencia de 100W y resistentes al agua, postes de acero de sección variable con soportes metálicos para fijar los paneles solares y los reflectores LED, un gabinete compacto y versátil que alojará la batería y el inversor, una fotocélula multivoltaje que controlará el encendido y apagado del sistema de iluminación según la intensidad de la luz y se utilizará cable THW #12 para conectar los diferentes componentes del sistema.

4. La propuesta está acompañada de un conjunto de tres planos. En el Plano de Planta se muestra la disposición de los 18 postes de alumbrado público en la Escuela de Ciencias de la Tierra, cada uno de los cuales soporta una estructura metálica diseñada para sostener tanto las luminarias como los paneles solares. En el Plano de Detalle se evidencian que los postes son tubulares, de longitud estándar y fabricados según las normas COVENIN, y que en su parte superior se encuentra una estructura metálica que sirve como soporte para los brazos que sostendrán las luminarias y los paneles solares, una fotocélula y un gabinete para alojar la batería. El Plano Isométrico ofrece una vista tridimensional del poste de luz, permitiendo visualizar su diseño y dimensiones de manera más clara. Muestra con precisión las diferentes partes del poste y su disposición espacial.

5. Los Cálculos Métricos fueron realizados tomando en cuenta la premisa de que las medidas y ubicaciones de los postes ya habían sido registradas en proyectos anteriores y que se realizó una inspección para confirmar el estado de los postes y su adecuación para la instalación teniendo en cuenta las especificaciones

técnicas proporcionadas por los fabricantes de los componentes del sistema para culminar con cálculos centrados en determinar las cantidades exactas de equipos y sus elementos de instalación, lo que dio como resultado un total de 18 postes sencillos tubulares de acero con la misma cantidad correspondiente a estructuras metálicas de soporte, kits de iluminación solar fotovoltaica y pintura de aluminio para postes.

6. El Análisis de Precios Unitarios (APU) para el sistema de iluminación fotovoltaica, consideró, al igual que con los cálculos métricos, las especificaciones técnicas proporcionadas por los fabricantes de los equipos, para garantizar la precisión de los cálculos. Se emplearon los precios de mercado vigentes para cada componente del sistema, asegurando así una estimación realista de los costos. El resultado de este proceso es la presentación de un conjunto de APUs detallados, que desglosan los costos unitarios de cada elemento en un kit solar de iluminación fotovoltaica de 2.098,14\$, una estructura metálica de soporte de 134,88\$, una pintura de aluminio de 36,36\$ y un poste de 648,75\$.

7. Con base en los cálculos detallados de cantidades y costos unitarios obtenidos en las etapas previas de cálculo, se ha elaborado un presupuesto general para la implementación del sistema fotovoltaico. Este presupuesto integra todos los costos asociados al proyecto, incluyendo la adquisición de materiales, los equipos, la mano de obra y otros gastos, resultando en un total de 105.052,68\$.

8. El plan de mantenimiento propuesto tiene como objetivo asegurar el óptimo funcionamiento y prolongar la vida útil de las luminarias solares instaladas en la Escuela de Ciencias de la Tierra. Algunas de las actividades claves que lo conforman se basan en el mantenimiento preventivo, en el que figuran inspecciones visuales, limpieza y verificación de funcionamiento, y en el mantenimiento correctivo que engloba reparaciones o reemplazos y registro de actividades. El mismo depende de una frecuencia de ejecución de actividades enfocadas en el nivel de las mismas a mano de un personal calificado. Este plan de mantenimiento proporciona una guía detallada para asegurar el correcto funcionamiento a largo plazo del sistema de iluminación solar, contribuyendo a la eficiencia energética y a la sostenibilidad de la Escuela de Ciencias de la Tierra.

9. El sistema fotovoltaico propuesto representa una solución técnica y económicamente viable para la iluminación de la Escuela de Ciencias de la Tierra. Su diseño integral, basado en componentes de última generación y en un riguroso análisis de las condiciones locales, garantiza un funcionamiento óptimo y sostenible a largo plazo.

Recomendaciones.

1. Es fundamental instalar un sistema de monitoreo para registrar en tiempo real el desempeño del sistema, teniendo en cuenta la producción de energía, el estado de carga de las baterías y el consumo de energía. Esto permitirá detectar anomalías a tiempo y realizar un mantenimiento preventivo eficaz.

2. Realizar un análisis del ciclo de vida del sistema para evaluar su impacto ambiental en todas las etapas, desde la fabricación de los componentes hasta su disposición final junto con un plan de gestión de residuos para el manejo adecuado de los componentes al final de su vida útil, priorizando el reciclaje y la reutilización.

3. Organizar talleres y charlas para dar a conocer a la comunidad educativa los beneficios de la energía solar y el funcionamiento del sistema. Publicar los resultados del proyecto en revistas científicas y eventos académicos para compartir los conocimientos adquiridos y fomentar la investigación en el área de las energías renovables.

4. Realizar un estudio de factibilidad para evaluar la posibilidad de expandir el sistema fotovoltaico a otras áreas de la universidad. Explorar la posibilidad de integrar el sistema fotovoltaico con otras tecnologías renovables, como la energía eólica o la biomasa, para aumentar la eficiencia energética y la autonomía del sistema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abella, M. (2016). *Dimensionado de Sistemas Fotovoltaicos*. Madrid: CIEMAT.
- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica*. (6ta ed.). Episteme. Caracas-Venezuela.
- Autosolar Energy Solutions SLU. (s. f.). *Energía solar*. AutoSolar. Recuperado 16 de septiembre de 2024, de <https://autosolar.es>
- Balestrini, M. (2006). *Cómo se elabora el proyecto de investigación* (7.a ed.). BL Consultores Asociados.
- Cabrera, W., & Villa, I. (2022). *Diseño e implementación de un sistema solar fotovoltaico para una residencia que incluye sistemas smart home en el cantón Paute, sector San Cristóbal*. [Trabajo de Titulación, Universidad Católica de Cuenca]. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22815>
- Flores, G. (2016). *Factibilidad del Sistema de Alumbrado Público Empleando Luminarias LED y Alimentación Solar Fotovoltaica*. [Trabajo de Titulación, Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/12213>
- General Distribuidora SA. (s. f.). *Lista de productos eléctricos*. Gedisa. Recuperado 19 de junio de 2024, de https://www.gedisa.com.ve/recientes_aun/catalogos/electricos/list_prod/libreria/23_1p_2013_posttub.pdf
- General Distribuidora, S.A., & Rojas, G. (2023). *Boletines Técnicos de General Distribuidora SA*. Gedisa. <http://www.gedisa.com.ve/boletin/pdf/2019/Boletin%20t%C3%A9cnico%2071%20LT%20postes%20Parte%201.pdf>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (1997). *Metodología de la Investigación*. (2.a ed.). Mc. Graw Hill, México.
- Martínez, J. (2013). *Implementación de Paneles Solares en Casa Habitación* [Trabajo de Titulación, Instituto Politécnico Nacional]. <https://es.scribd.com/document/69550180/Proyecto-Casa-Solar>
- Mena, P., Ortiz, D., & Mesías, D. (2013). *Diseño de un sistema solar fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica en el nuevo campus de la Escuela*

Politécnica del Ejército Extensión Latacunga [Trabajo de Titulación, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE]. En la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Repositorio Institucional. <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/9138/2/T-ESPEL-EMI-0268-P.pdf>

Mohd, M., y Aziz, S. (2018). *Performance factors of the photovoltaic system: a review*.

Pareja, M. (2010). *Radiación solar y su aprovechamiento energético* [PDF]. Marcombo S.A. <https://www.casadellibro.com/libro-radiacion-solar-y-su-aprovechamiento-energetico/9788426715593/1654246>

Pilatasig, E., & Valenzuela, A. (2021). *Ubicación de paneles solares a la red de distribución de corriente continua de medio voltaje considerando cargas en DC*. Revista ITECKNE, 18(2), 135. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-17982021000200132

Santos, A., Hernandez, Y., y Diaz, R. (2017). *Diseño de un sistema fotovoltaico para alimentar a una vivienda*. Cuba.

Constitución de la República Bolivariana de Venezuela [Const]. Gaceta Oficial N°5.908 Extraordinario, 19 de febrero de 2009.

Ley Orgánica del Sistema y Servicio Eléctrico. Gaceta oficial N°39.573, 14 de diciembre de 2010.

Reglamento Técnico de Luminarias con Tecnología LED-tipo modular, destinada a vialidades de uso vehicular. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela. Número 40.523, 21 de octubre de 2014.

Norma venezolana COVENIN 3290:1997. Alumbrado público. Diseño.

Edward O., Alarcón M. (2011) *Diseño de un sistema de generación fotovoltaico para el área administrativa, comedor, estacionamiento y vías de acceso de una industria nacional*. [Trabajo Especial de Grado, Universidad Central de Venezuela]. <http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/14141/1/T.E.G.%20completo%20Edward%20O.%20Alarc%C3%B3n%20M..pdf>

Grijalva Campoverde, C. X., Vélez Mosquera, F. D. (2020) *Estudio e Implementación de un Sistema Fotovoltaico Aplicado a Luminarias: Caso de Estudio Unidad Educativa Dr. Francisco Falquez Ampuero*. [Tesis de Grado, Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18646/4/UPS-GT002920.pdf>

García D., C. N., Díaz C., A. G. V., (2023) *Propuesta de un sistema de iluminación vial con celdas fotovoltaicas en la avenida España de la parroquia La Sabanita del municipio Angostura del Orinoco, estado Bolívar*. [Tesis de Grado no publicada]. Universidad de Oriente.

Martínez Borges, J. (2013) *Implementación de paneles solares en casa habitación*. [Tesis de Grado, Instituto Politécnico Nacional].
<https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/13782/1/IMPLEMENTACION%20DE%20PANELES%20SOLARES%20EN%20CASA.pdf>

HOJAS DE METADATOS

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/6

Título	Propuesta de implementación de celdas fotovoltaicas para abastecimiento de luminarias de la Escuela de Ciencias de la Tierra, Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar.
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código ORCID / e-mail	
Añez Suarez Jesvelis Guadalupe	ORCID	
	e-mail	jesvelis18@gmail.com
	e-mail	
Gómez Godoy Lysmar Saimet	ORCID	
	e-mail	lisaimet12@gmail.com
	e-mail	

Palabras o frases claves:

celdas fotovoltaicas
luminarias
alumbrado
electricidad
energía solar
sostenible

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/6

Área o Línea de investigación:

Área	Subáreas
Departamento de Ingeniería Civil	Ingeniería Civil

Resumen (abstract):

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo la implementación de un sistema de iluminación basado en celdas fotovoltaicas en la Escuela de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar. Actualmente, el sistema de alumbrado de esta institución es deficiente, ya que utiliza tecnología tradicional, como lámparas de sodio, y al deterioro de su estructura debido al vandalismo en la zona. La propuesta busca sustituir algunas de estas luminarias por un sistema mucho más moderno y eficiente que emplee energía solar a través de paneles fotovoltaicos, promoviendo el uso de energías limpias y renovables. Este nuevo modelo no solo garantizará una iluminación constante y segura, sino que también reducirá el consumo energético, fomentando el aprovechamiento de los recursos naturales. Estas iniciativas son relativamente fuera de lo común en el país por motivo de la inversión que requieren para su puesta en marcha, pero de igual forma los beneficios que genera a largo plazo en el medio ambiente y en los costos de mantenimiento la hacen una opción factible para su ejecución. Además, el sistema incorporará luminarias LED, conocidas por su alta eficiencia y durabilidad, junto con otros elementos que maximizarán su rendimiento. La implementación de este proyecto ofrecerá una solución sostenible, económica y amigable con el ambiente, lo que representa un aporte significativo tanto para la universidad como para la comunidad en general.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/6

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código ORCID / e-mail										
Sequera Antonio	ROL										
		CA		AS	X	TU		JU			
	ORCID										
	e-mail	antonio.sequera@gmail.com									
e-mail											
Monteverde Francisco	ROL										
		CA		AS		TU		JU	X		
	ORCID										
	e-mail	monteverdefr@gmail.com									
e-mail											
Echeverría Beatriz	ROL										
		CA		AS		TU		JU	X		
	ORCID	becheverriaudo@gmail.com									
	e-mail										
e-mail											

Fecha de discusión y aprobación:

Año Mes Día

2024	12	12
------	----	----

Lenguaje: spa

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/6

Archivo(s):

Nombre de archivo
NBOTTG_ASJG2024

Alcance:

Espacial: Escuela de Ciencias de la Tierra, Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar.

Temporal: 11 meses

Título o Grado asociado con el trabajo: Ingeniero Civil

Nivel Asociado con el Trabajo: Pregrado

Área de Estudio: Departamento de Ingeniería Civil

Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado: Universidad de Oriente

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CU N° 0915

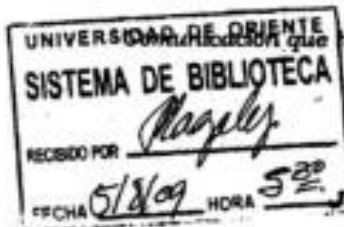
Cumandá, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI – 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.



En atención a la solicitud que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

JUAN A. BOLAÑOS CUNIEL
Secretario

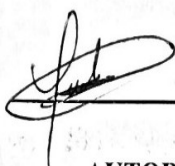


C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Telemática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YOC/marsja

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 6/6

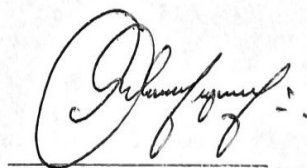
Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009): “Los trabajos de grados son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y solo podrá ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Concejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Concejo Universitario, para su autorización”.



AUTOR



AUTOR



TUTOR